

Білоцерківський національний аграрний університет

Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова

праця на правах рукопису

КОРОЛЬ-БЕЗПАЛА ЛЕСЯ ПЕТРІВНА

УДК 602.4:595.771:577.118:639.043.2

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
ЛИЧИНОК *CHIRONOMUS* ТА ВИКОРИСТАННЯ ЇХ У РИБНИЦТВІ**

03.00.20 – біотехнологія

сільськогосподарські науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Л.П. Король-Безпала

Науковий керівник – Мерзлов Сергій Віталійович, доктор сільськогосподарських
наук, професор

Біла Церква – 2020

АНОТАЦІЯ

Король-Безпала Л.П. Удосконалення біотехнології вирощування личинок *Chironomus* та використання їх у рибництві. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.02 – біотехнологія. – Білоцерківський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Біла Церква, 2020.

У дисертаційній роботі на основі експериментальних даних удосконалено технологію вирощування біомаси личинок *Chironomus* та використання її за вирощування мальків коропа. Доведено, що личинки *Chironomus* є цінним білковим кормом. Встановлено ефективність використання сухої біомаси личинок *Chironomus* у складі комбікормів для мальків коропа.

За результатами досліджень мікробіологічних показників доведено, що найбільше колоній у нативному мулі припадає на *Pseudomonas spp.* – 45,9 %, частка *Bacillus sp.* становить 32,4 % колоній і 21,7 % представлені коковою мікрофлорою. За тривалої пастеризації (65 °C) мулу кількість колонієутворюючих організмів (КУО) знизилась у 13 разів, за короткочасної пастеризації (75 °C) – у 18 разів, а за миттєвої пастеризації (95 °C) кількість КУО від загальної кількості колоній знизилась у 285 разів.

За результатами дослідження порівняння амінокислотного складу нативного і дріжджованого шротів насіння соняшнику як складової поживного середовища для личинок *Chironomus* встановлено, що за дріжджування шрот збагачується лізином на 29,3 % ($p \leq 0,05$), фенілаланіном – на 26,6 %. Також виявлено підвищення вмісту гістидину у дріжджованій масі шроту насіння соняшнику. Різниця із нативним шротом становила 5,6 %. Вміст лейцину та ізолейцину був на рівні 51,1 г/кг сухої речовини. За дріжджування вміст цих амінокислот збільшився на 24,6 % ($p \leq 0,05$).

На вірогідну величину підвищується вміст сірковмісної амінокислоти – метіоніну у дріжджованому шроті насіння соняшнику. Показник переважав дані, отримані у нативному шроті на 57,2 % ($p \leq 0,05$). Експериментально встановлено, що за дріжджування вміст валіну підвищився на 41,8 % ($p \leq 0,05$). Дріжджована маса шроту соняшнику на 23,3 % містила більше проліну, ніж нативний шрот. На вірогідну величину підвищується вміст треоніну. Показник переважав дані, отримані в нативному шроті на 77,6 % ($p \leq 0,05$). Встановлено, що після дріжджування вміст серину підвищився на 34, 1%. Також на вірогідну величину підвищується вміст аланіну. Показник переважав дані, отримані в нативному шроті на 46,8 %, а вміст гліцину підвищився на 36,4 %. Вміст амінокислот в шроті соняшнику після дріжджування підвищується за рахунок збільшення кількості клітин дріжджів, до складу яких входить велика кількість амінокислот.

Дослідженнями щодо впливу високих доз пекарських дріжджів у поживному середовищі виявлено, що найкращі показники були в контрольній групі. Встановлено, що застосування високих доз дріжджів негативно впливає на життєдіяльність личинок *Chironomus*. Причиною загибелі личинок було утворення надмірної кількості вуглекислоти за дії дріжджів.

Експериментально встановлено, що найбільш сприятливим середовище для відкладання яєць комарами *Chironomus*, росту і розвитку їх личинок було у дослідних групах, де висота води над рівнем поживного середовища становила 5–6 і 7–8 см. Найбільш оптимальним співвідношенням маси води до маси поживного середовища було 1:5 і 1:6, що сприяло збереженню, росту і розвитку личинок *Chironomus* на 5,7 %.

Використання по 160 шт. допоміжних пристроїв у поживному середовищі на м² дає змогу збільшити відкладання яєць в 4,14 рази.

Встановлено, що оптимальна температура для вирощування личинок *Chironomus* знаходиться в межах 19–20 °С. За високої температури повітря

в приміщенні відбувається прискорення вильоту комах і утворюються шкідливі гази у поживному середовищі, які згубно діють на личинок *Chironomus*.

Біомаса личинок *Chironomus*, яку отримали на поживному середовищі із вмістом дріжджованої маси шроту насіння соняшнику містить: Калію – 0,76 %, Натрію – 0,86 %, Магнію – 0,38 %, Кальцію – 1,56 % та Сульфур – 0,24 %.

У біомасі личинок *Chironomus* міститься: аргініну – 12,3 г/кг, лізину – 21,9, тирозину – 11,9, фенілаланіну – 11,7, гістидину – 6,1, лейцину і ізолейцину – 30,6, метіоніну – 7,3, валіну – 15,2, проліну – 19,4, треоніну – 16,3, серину – 12,5, аланіну – 20,0 та гліцину – 13,3 г/кг.

За результатами науково-господарського експерименту встановлено, що за згодовування малькам коропа комбікорму із вмістом 0,75 % біомаси личинок *Chironomus* прирости риби збільшуються на 3,7 %, витрати корму знижуються на 2,9 %.

Виявлено, що у риби, якій згодовували комбікорм із вмістом 0,75 % біомаси личинок *Chironomus*, активність аспартатамінотрансферази та аланінамінотрансферази була вищою, ніж у контролі відповідно на 17,2 та 21,8 %.

Не виявлено вірогідних змін активності лужної фосфатази, вмісту сечовини, креатиніну у печінці риби із дослідних та контрольної груп. За показниками вмісту сечової кислоти, вірогідної різниці у всіх дослідних груп не спостерігалось.

Експериментально встановлено, що за різних доз згодовування личинок *Chironomus* активність каталази у печінці риби не перевищувала контроль.

Аналізуючи економічну ефективність доведено, що використання біомаси личинок *Chironomus* у кількості 0,75 % від маси корму сприяє підвищенню рівня рентабельності на 9,4 %, порівняно із контролем, прибуток зростає на 6,3 %.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше вивчено мікробіологічний склад мулу з р. Рось, відібраного у межах Білоцерківського району, як основної складової поживного середовища для личинок *Chironomus* та вплив різних режимів пастеризації мулу на вміст у ньому мікроорганізмів. Уперше вивчено вплив дріжджованої маси шроту насіння соняшнику в складі поживного середовища на технологію вирощування личинок *Chironomus*. Встановлено амінокислотний та мінеральний склад біомаси личинок *Chironomus*, вирощених на поживному середовищі із вмістом дріжджованої маси шроту насіння соняшнику.

Уперше визначено оптимальні біотехнологічні параметри середовища для відкладання яєць комарами *Chironomus*. Встановлено оптимальне співвідношення маси води до маси поживного середовища для личинок *Chironomus* та оптимальну кількість допоміжних пристроїв у поживному середовищі.

Уперше визначено оптимальний вміст біомаси личинок *Chironomus* у складі комбікорму для мальків коропа. Наукова новизна одержаних результатів захищена деклараційним патентом на корисну модель № 312075 «Спосіб удосконалення складу поживного середовища для личинок *Chironomus*».

Практичне значення одержаних результатів. Доведено, що дріжджування шроту насіння соняшнику дає змогу збільшити в ньому вміст лізину – на 29,3 %, фенілаланіну – на 26,6, гістидину – на 5,6, лейцину та ізолейцину – на 24,6, метіоніну – на 57,2, валіну – на 41,8, проліну – на 23,3, треоніну – на 77,6, серину – на 34,1, аланіну – на 46,8 і гліцину – на 36,4 %.

Встановлено, що за миттєвої пастеризації мулу (95 °C) кількість колонієутворюючих організмів від загальної кількості колоній знижується у 285 разів.

Створення оптимальних технологічних режимів: співвідношення води до мулу – 1:5–6, висота води над поживним середовищем – 5–8 см,

температура повітря – 19–20 °С, наявність допоміжних пристроїв у поживному середовищі – 160 шт. на м², дає змогу збільшити відкладання яєць в 4,14 рази.

Внесення у комбікорм 0,75 % за масою біомаси личинок *Chironomus* сприяє збільшенню приростів риби на 3,7 % і зменшенню витрат корму на 2,9 %.

На основі одержаних результатів розроблено і опубліковано рекомендації щодо вирощування біомаси личинок *Chironomus* та використання її у годівлі мальків коропа.

Матеріали наукової роботи можуть бути використані під час викладання дисциплін «Біотехнологія», «Годівля сільськогосподарських тварин», «Годівля риби», «Розведення живих кормів» у вищих навчальних аграрних закладах для підготовки фахівців за спеціальностями «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва», «Водні біоресурси та аквакультура».

Ключові слова: поживне середовище, біомаса личинок *Chironomus*, мальок коропа, риба, вода, мул, пекарські дріжджі, шрот насіння соняшнику, амінокислоти, макро- і мікроелементи, мікроорганізми, печінка риби.

Список публікацій здобувача за темою дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Мерзлов С.В., Король-Безпала Л.П. Дослідження впливу високих доз пекарських дріжджів у складі поживного середовища на стан личинок *Chironomus* [Текст]. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць. Біла Церква: БНАУ, 2016. Вип. 2 (129). С. 74–77. (Дисертантка виконала експериментальні дослідження, провела аналіз одержаних результатів та підготувала статтю до друку).

2. Мерзлов С.В., Король-Безпала Л.П. Порівняння амінокислотного складу нативного і дріжджованого шротів насіння

соняшнику як складової поживного середовища для личинки *Chironomus* [Текст]. Аграрна наука та харчові технології: зб. наук. праць. Вінниця: ВНАУ, 2017. Вип. 4 (98). С. 41–46. (Дисертантка виконала експериментальні дослідження, провела аналіз одержаних результатів та підготувала статтю до друку).

3. Мікробіологічні дослідження поживного середовища для личинок *Chironomus* за різних режимів пастеризації [Текст] / С.В. Мерзлов та ін. Аграрна наука та харчові технології: зб. наук. праць. Вінниця: ВНАУ, 2018. Вип. 1 (100). С. 107–115. (Дисертантка виконала експериментальні дослідження, провела аналіз одержаних результатів та підготувала статтю до друку)

4. **Король-Безпала Л.П.** Мінеральний склад сухої біомаси личинок *Chironomus*, вирощених на поживному середовищі із вмістом дріжджованої маси шроту насіння соняшнику [Текст]. Наукові горизонти «Scientific horizons». Науковий журнал Житомирського національного агроєкологічного університету, 2018. Вип. 9–10 (71). С. 121–126.

5. Мерзлов С.В., Безпалый І.Ф., **Король-Безпала Л.П.** Встановлення оптимальних біотехнологічних умов розведення і розвитку личинок *Chironomus* [Текст]. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць. Біла Церква: БНАУ, 2019. Вип. 1 (147). С. 135–147. (Дисертантка виконала експериментальні дослідження, провела аналіз одержаних результатів та підготувала статтю до друку).

Стаття у науковому виданні іншої держави:

6. **Король-Безпала Л.П., Мерзлов С.В.** Определение некоторых аминокислот в нативном и дрожжеванном шротах с целью использования их для питательной среды личинки *Chironomus* [Текст]. Учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Ученые Записки. Витебск: УОВГАВМ, 2017. Вип. 4 (53). С. 9–11. (Дисертантка виконала експериментальні

дослідження, провела аналіз одержаних результатів та підготувала статтю до друку).

Патент на корисну модель:

7. Спосіб удосконалення складу поживного середовища для личинки *Chironomus* [Текст]. пат. 132075 Україна: МПК А23К 10/12, А23К 50/80. № 132075; заявл. 31.08.2018; опубл. 11.02.2019, Бюл. № 3. (Дисертантка брала участь у проведенні експериментальних досліджень, провела узагальнення одержаних результатів, оформляла матеріали заявки).

Тези наукових доповідей:

8. **Король-Безпала Л.П., Мерзлов С.В.** Корекція технології личинки *Chironomus*. Держ. наук.-практ. конф. молодих учених, аспірантів і докторантів «Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті» Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва. 19–20 травня. Біла Церква, 2016. С. 14–15. (Дисертантка виконала експериментальні дослідження, провела аналіз одержаних результатів та підготувала тези до друку).

9. **Король-Безпала Л.П., Мерзлов С.В.** Стан личинок *Chironomus* за високих доз дріжджів у поживному середовищі. Держ. наук.-практ. конф. «Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва». 17 листопада. Біла Церква, 2016. С. 54–55. (Дисертантка виконала експериментальні дослідження, провела аналіз одержаних результатів та підготувала тези до друку).

10. **Король-Безпала Л.П., Мерзлов С.В.** Розвиток личинок *Chironomus* при аерації за високих доз дріжджів. Міжнар. наук.-практ. конф. «Проблеми та шляхи інтенсифікації виробництва продукції тваринництва». 23–24 березня. Дніпро, 2017. С. 16. (Дисертантка виконала експериментальні дослідження, провела аналіз одержаних результатів та підготувала тези до друку).

11. **Король-Безпала Л.П., Мерзлов С.В.** Амінокислотний склад білкової добавки як складової поживного середовища для личинок

Chironomus. Наук.-практ. конф. молодих учених, аспірантів і докторантів «Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва». 18 травня. Біла Церква, 2017. С. 36–37. (Дисертантка виконала експериментальні дослідження, провела аналіз одержаних результатів та підготувала тези до друку).

12. Король-Безпала Л.П., Мерзлов С.В. Визначення амінокислотного складу білкової добавки з метою використання її для поживного середовища личинки *Chironomus*. Міжнар. наук.-практ. конф. «Іхтіологія та морфологія – наукова та практична основа рибництва». 24 жовтня. Біла Церква, 2017. С. 8–9. (Дисертантка виконала експериментальні дослідження, провела аналіз одержаних результатів та підготувала тези до друку).

13. Король-Безпала Л.П., Мерзлов С.В. Виявлення мікробіологічного складу поживного середовища для личинки *Chironomus* після термічної обробки. Держ. наук.-практ. конф. «Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва». 23 листопада. Біла Церква, 2017. С. 12–13. (Дисертантка виконала експериментальні дослідження, провела аналіз одержаних результатів та підготувала тези до друку).

14. Король-Безпала Л.П., Мерзлов С.В. Мікробіологічний склад поживного середовища для личинок *Chironomus*. Всеукр. наук.-практ. інтерн.-конф. «Проблеми та перспективи розвитку тваринництва та харчової галузі». 26 квітня. Вінниця, 2018. С. 17. (Дисертантка виконала експериментальні дослідження, провела аналіз одержаних результатів та підготувала тези до друку).

15. Король-Безпала Л.П., Мерзлов С.В. Вміст мінеральних речовин у сухій біомасі личинки *Chironomus*. Міжнар. наук.-практ. конф. «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту». 28 вересня. Біла Церква, 2018. С. 18–19. (Дисертантка виконала експериментальні

дослідження, провела аналіз одержаних результатів та підготувала тези до друку).

16. Король-Безпала Л.П., Мерзлов С.В. Амінокислотний склад личинки *Chironomus* як кормової добавки до комбікормів риби. Міжнар. наук.-практ. конф. «Інноваційні технології виробництва та переробки тваринницької продукції». 25–26 жовтня. Вінниця, 2018. С. 18. (Дисертантка виконала експериментальні дослідження, провела аналіз одержаних результатів та підготувала тези до друку).

Практичні рекомендації:

17. Король-Безпала Л.П., Мерзлов С.В. Рекомендації щодо вирощування біомаси личинок *Chironomus* та використання її у годівлі мальків коропа. Методичні рекомендації: затверджені науково-методичною радою біолого-технологічного факультету БНАУ (протокол № 8 від 22 квітня 2019 р): Біла Церква, 2019. 12 с. (Дисертантка провела аналіз та узагальнення одержаних результатів досліджень, брала участь у підготовці на написанні рекомендацій).

SUMMARY

Korol-Bezpal L. The improvement of biotechnology of *Chironomus* larvae cultivation and use in fisheries. – The qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation is for a Candidate Degree in Agricultural Sciences, specialty 03.00.02 – biotechnology. – Bila Tserkva National Agrarian University Ministry of Education and Science of Ukraine, Bila Tserkva, 2020.

In the dissertation on the basis of experimental data the technology of cultivation of biomass of *Chironomus* larvae has been improved. The efficiency of its use for growing small carp has been proved. It is proved that of *Chironomus* larvae are a valuable protein feed. Efficiency of using dry biomass of *Chironomus* larvae as part of compound feeds for carp fry has been established.

The microbiological research has shown that most colonies in native silt account for *Pseudomonas spp.* – 45,9 %, the part of *Bacillus sp.* is 32,4 % of the colonies and 21,7 % is represented by coconut microflora. During the prolonged pasteurization (65° C), the number of colony-forming organisms (CFO) decreased by 13 times, during short-term pasteurization (75° C) – by 18 times, and in case of instant pasteurization (95° C), the number of colony-forming organisms decreased by 285.

According to the results of a comparing amino acid composition of native and yeast meal sunflower seeds as a nutrient medium for *Chironomus* larvae, it was found that the yeast meal is enriched with lysine by 29,3 % ($p \leq 0,05$), phenylalanine – by 26,6 %. An increase in the histidine content in the yeast meal of sunflower seed meal was also found. The difference with the native meal was 5,6 %. The leucine and isoleucine content was 51,1 g/kg of dry matter. The yeast content of these amino acids increased by 24,6 % ($p \leq 0,05$).

The amount of sulfur-containing amino acid-methionine in the yeast meal of sunflower seeds increases by a probable value. The indicator dominated the data obtained in the native meal by 57,2 % ($p \leq 0,05$). It has been experimentally established that after the yeasting process the valence content increased by 41,8 % ($p \leq 0,05$). The yeast mass of sunflower meal contained more by 23,3 % of proline than native meal. The amount of threonine increases by a probable value. The indicator dominated the data obtained in the native meal by 77,6 % ($p \leq 0,05$). It was found that after the yeasting process, the content of serine increased by 34, 1%. The amount of alanine is also increased by a probable value. The figure was higher than the data obtained in the native meal by 46,8 %, and the glycine content increased by 36,4 %. The content of amino acids in the meal of sunflower after the yeasting process raises by increasing of the yeast cells, which include a large number of amino acids.

Due to the studies of the high effects doses of baker's yeast in a nutriculture medium, it was revealed that the best indicators were in the control group. It was established that the using of high doses of yeast has a negative effect on vital

activities of *Chironomus* larvae. The cause of the larvae's death was the formation of excess carbon dioxide by the action of yeast.

It was experimentally found that the most favorable environment for laying eggs of *Chironomus* mosquitoes, the growth and development of their larvae was in experimental groups, where the height of water above the level of the nutrient medium was 5–6 and 7–8 cm. The best compromise of water weight to nutrient mass was 1:5 and 1:6, which contributed to the conservation, growth and development of *Chironomus* larvae by 5,7 %.

The usage of 160 pcs. of auxiliary devices in the nutrient medium per m² allows to increase egg laying by 4,14 times.

It was established that the optimal temperature for growing *Chironomus* larvae is in the range of 19–20° C. By The high temperature of the room accelerates the departure of insects and creates harmful gases in the nutrient medium, which adversely affect the larvae of *Chironomus*.

The biomass of *Chironomus* larvae that was obtained on a nutriculture medium content including yeasty meal of sunflower seed contains: potassium – 0,76 %, sodium – 0,86 %, magnesium – 0,38 %, calcium – 1,56 % and sulfur – 0,24 %.

The biomass of *Chironomus* larvae contains: arginine – 12,3 g/kg, lysine – 21,9, tyrosine – 11,9, phenylalanine – 11,7, histidine – 6,1, leucine and isoleucine – 30,6, methionine – 7,3, valine – 15,2, proline – 19,4, threonine – 16,3, serine – 12,5, alanine – 20,0 and glycine – 13,3 g/kg.

According to the results of a scientific and economic experiment it was found that, when fed to males, carp of compound feed containing 0,75 % of the biomass of *Chironomus* larvae of fish increases by 3,7 %, feed costs are reduced by 2,9 %.

It was found that fish fed by combined feed containing 0,75 % of *Chironomus* biomass, the activity of aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase was higher than in the control one by 17,2 and 21,8 %, respectively.

There were not found any significant changes in the activity of alkaline phosphatase, the content of urea, creatinine in fish liver from experimental and control groups. As for the uric acid content, there wasn't observed any significant difference in all study groups.

It was experimentally established that at different doses of feeding *Chironomus* larvae, the activity of catalase in fish liver did not exceed the control.

It was experimentally established that at different doses of feeding *Chironomus* larvae, the activity of catalase in fish liver did not exceed the control.

Analyzing the economic efficiency, it is proved that the use of biomass of *Chironomus* larvae in an amount of 0,75 % by weight of feed contributes to an increase in the level of profitability by 9,4 % compared with the control, the profit increases by 6,3 %.

The scientific novelty of the obtained results. The microbiological composition of the silt from the Ros River, that was selected within the Belotserkovsky district, was studied for the first time. It is the main constituent of the nutrient medium for *Chironomus* larvae and the effect of different modes of silt pasteurization on the microbial content of it. The effect of the yeast mass of sunflower seed meal in the nutrient medium on the technology of growing *Chironomus* larvae was also studied for the first time. The amino acid and mineral composition of the biomass of *Chironomus* larvae grown on a nutrient medium with the yeast seed meal content of sunflower seeds were determined.

The optimal biotechnological environmental parameters for laying eggs by *Chironomus* mosquitoes were first identified. The optimal ratio of water mass to nutrient medium for *Chironomus* larvae and the optimal number of auxiliaries in the nutrient medium were determined.

The optimal biomass content of *Chironomus* larvae in the compound feed for carp fry was determined for the first time. The scientific novelty of the obtained results is protected by the declaratory patent on utility model

№ 312075 «The Method of improving the composition of the nutrient medium for *Chironomus* larvae».

The practical value of the obtained results. It has been proved that yeasting of sunflower meal increases in the latter the lysine content – by 29,3 %, phenylalanine – by 26,6, histidine – by 5,6, leucine and isoleucine – by 24,6, methionine – by 57,2, valine – by 41,8, proline – by 23,3, threonine – by 77,6, serine – by 34,1, alanine – by 46,8 and glycine – by 36,4 % in relation to its native form.

It was established that the number of colony-forming organisms decreases by 285 times due to the instant pasteurization of silt (95 °C).

The creation of optimal technological modes: ratio of water to silt – 1:5–6, the height of water above the nutrient medium – 5–8 cm, the air temperature – 19–20 °C, the presence of auxiliary devices in the nutrient medium – 160 pcs. per m², allows to increase egg laying by 4,14 times.

The adding 0,75 % by weight of *Chironomus* larvae biomass contributes to a 3,7 % increase in fish growth and 2,9 % reduction in feed consumption.

Based on the obtained results, the recommendations for the cultivation of *Chironomus* larvae biomass and its use in feeding carp fry were created and published.

The materials of scientific work can be used during teaching the disciplines «Biotechnology», «Farm animals feeding», «Fish feeding», «Breeding of live forages» in higher educational agrarian institutes for specialists preparation in the specialties «Technology of production and processing of animal husbandry products», «Aquatic bioresources and aquaculture».

Key words: nutriculture medium, the biomass of *Chironomus* larvae, the fry of carp, fish, water, mule, baker's yeast, sunflower meal, amino acids, macro and microelements, microorganisms, fish liver.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	17
ВСТУП	18
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	24
1.1. Біологічні особливості личинок <i>Chironomus</i>	24
1.2. Особливості годівлі промислових риб	34
1.3. Існуючі способи вирощування личинки <i>Chironomus</i>	41
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	45
2.1. Матеріали і місце проведення досліджень	45
2.2. Схеми, постановки й умови проведення експериментів	45
2.3. Методи визначення показників	54
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	57
3.1. Дослідження технологічних параметрів культивування личинки <i>Chironomus</i>	57
3.1.1. Мікробіологічні дослідження поживного середовища для личинок <i>Chironomus</i> за різних режимів пастеризації	57
3.1.2. Вивчення хімічного складу нативного і дріжджованого шротів насіння соняшнику	61
3.1.3. Встановлення оптимальних доз дріжджованої біомаси насіння соняшнику у складі поживного середовища на розвиток личинок <i>Chironomus</i>	64
3.1.4. Встановлення впливу високих доз пекарських дріжджів у складі поживного середовища на стан личинок <i>Chironomus</i>	67
3.1.5. Визначення оптимальної висоти води над мулом для відкладання яєць комарів <i>Chironomus</i>	69
3.1.6. Встановлення оптимального співвідношення маси води до мулу для личинок <i>Chironomus</i>	73
3.1.7. Вивчення впливу допоміжних пристроїв на відкладання яєць	

	<i>Chironomus</i>	75
3.1.8.	Встановлення дії температури на розвиток личинок <i>Chironomus</i>	78
3.2.	Дослідження хімічного складу біомаси личинок <i>Chironomus</i>	86
3.3.	Встановлення ефективності використання біомаси личинок <i>Chironomus</i> у складі комбікормів для малька коропа	92
3.3.1.	Приріст маси тіла риби за дії біомаси личинок <i>Chironomus</i>	98
3.3.2.	Біохімічні показники у печінці малька коропа	102
3.3.3.	Сенсорний аналіз м'яса риби	107
3.3.4.	Економічна ефективність використання біомаси личинок <i>Chironomus</i> за вирощування риби	108
	РОЗДІЛ 4 АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	111
	ВИСНОВКИ	118
	ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	120
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	121
	ДОДАТКИ	149

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АсАТ – аспартатамінотрансфераза;

АлАТ – аланінамінотрансфераза;

КУО – колонієутворюючі організми;

ммоль – мілімоль;

мкмоль – мікромоль;

мкат – мілікатал;

г/кг – грам на кілограм;

мг/г – міліграм на кілограм ;

L – загальна довжина;

l – мала довжина;

C – довжина голови;

H – висота тіла найбільша;

O – обхват тіла;

m – найбільша товщина тіла;

°C – градус Цельсієм;

* – різниця з контролем вірогідна ($P \leq 0,05$);

** – різниця з контролем вірогідна ($P \leq 0,01$);

*** – різниця з контролем вірогідна ($P \leq 0,001$).

ВСТУП

Актуальність проблеми. Одним з перспективних напрямів забезпечення тваринництва та рибництва білковими кормами є використання біоконверсії вторинної сировини та природних субстратів, шляхом культивування безхребетних. Деякі види риб харчуються виключно живим кормом, в тому числі личинками *Chironomus*. Личинки *Chironomus* є кормом для молодняку багатьох видів риб, що визначає підвищений попит на цей природний корм [6, 18, 25, 55].

Біомаса личинок *Chironomus* багата на гемоглобін, містить 60–70 % білка, 4–5 % жирів, а також вона є джерелом мікроелементів та вітамінів [37, 39].

Основним джерелом надходження личинок *Chironomus* на ринок України є їх вимивання з природних водойм. Технологія вирощування личинок *Chironomus* передбачає використання різних поживних середовищ. У складі багатьох з них застосовують пекарські дріжджі, але це має ряд недоліків: висока вартість, обмеженість дози внесення. Альтернативним джерелом білка для поживних середовищ личинок *Chironomus* можуть бути відходи олійних культур – макуха і шрот з насіння соняшнику [14, 15, 69].

У доступній літературі даних щодо оптимальних біотехнологічних режимів вирощування личинок *Chironomus* недостатньо і вони суперечливі, що потребує додаткових досліджень.

Невивченим залишається питання встановлення ефективності використання біомаси личинок *Chironomus*, вирощеної на поживному середовищі із вмістом дріжджованої біомаси шроту соняшнику в годівлі мальків коропа.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є розділом комплексної теми: «Розроблення біотехнологічних методів одержання білково-мінеральних добавок для

риб» (номер державної реєстрації 0119U100418), що виконувалась на кафедрі харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва Білоцерківського національного аграрного університету впродовж 2015–2018 років.

Мета і завдання дослідження. Метою наукової роботи є удосконалення біотехнології вирощування личинок *Chironomus* та встановлення ефективності використання їх біомаси у складі комбікормів для мальків коропа.

Для досягнення мети були поставлені наступні **завдання**:

- вивчити мікробіологічний склад природного поживного середовища для вирощування личинок *Chironomus*;
- встановити хімічний склад біомаси шроту насіння соняшнику після дріжджування;
- дослідити вплив поживних середовищ із різним вмістом білковмісних речовин на збереження та ріст личинок *Chironomus*;
- дослідити оптимальні технологічні параметри вирощування личинок *Chironomus* (співвідношення вода:поживне середовище, наявність допоміжних пристроїв, температура);
- вивчити амінокислотний та мінеральний склад біомаси личинок *Chironomus*, отриманої за використання удосконаленої біотехнології;
- встановити ефективність використання личинок *Chironomus* у складі кормів для мальків коропа;
- дослідити вплив біомаси личинок *Chironomus* на біохімічні показники в організмі риби;
- встановити економічну ефективність використання біомаси личинок *Chironomus* у годівлі мальків коропа.

Об'єкт дослідження – удосконалення технології вирощування біомаси личинок *Chironomus* і встановлення доцільності її застосування за вирощування мальків коропа.

Предмет дослідження – функціональні та кореляційні зв'язки показників біотехнологічного процесу вирощування біомаси личинок *Chironomus* та використання її у складі кормів для мальків коропа, поживне середовище, риба, шрот насіння соняшнику, дріжджі, дріжджована біомаса шроту насіння соняшнику, мікроорганізми нативного мулу, технологічні параметри, амінокислотний склад біомаси *Chironomus*, печінка риби.

Методи дослідження: біотехнологічні (підбір оптимальних технологічних параметрів вирощування личинок *Chironomus* у поживному середовищі); хімічні (визначення вмісту мікро- і макроелементів у біомасі личинок *Chironomus*); біохімічні (визначення активності АсАт, АлАт, лужної фосфатази, каталази, вмісту білка, сечової кислоти, сечовини, креатиніну, амінокислот); зоотехнічні (науково-господарські досліди на рибах методом груп-аналогів); мікробіологічні (вивчення складу мікроорганізмів у природному поживному середовищі для вирощування личинок *Chironomus*); статистично-математичні (обрахунок вірогідності, похибок середньоарифметичного); аналітичні (огляд літератури, узагальнення результатів).

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше вивчено мікробіологічний склад мулу з р. Рось, відібраного у межах Білоцерківського району, як основної складової поживного середовища для личинок *Chironomus* та вплив різних режимів пастеризації мулу на вміст у ньому мікроорганізмів. Уперше вивчено вплив дріжджованої маси шроту насіння соняшнику в складі поживного середовища на технологію вирощування личинок *Chironomus*. Встановлено амінокислотний та мінеральний склад біомаси личинок *Chironomus*, вирощених на поживному середовищі із вмістом дріжджованої маси шроту насіння соняшнику.

Уперше визначено оптимальні біотехнологічні параметри середовища для відкладання яєць комарами *Chironomus*. Встановлено оптимальне співвідношення маси води до маси поживного середовища для

личинок *Chironomus* та оптимальну кількість допоміжних пристроїв у поживному середовищі.

Уперше визначено оптимальний вміст біомаси личинок *Chironomus* у складі комбікорму для мальків коропа. Наукова новизна одержаних результатів захищена деклараційним патентом на корисну модель № 312075 «Спосіб удосконалення складу поживного середовища для личинок *Chironomus*».

Практичне значення одержаних результатів. Доведено, що дріжджування шроту насіння соняшнику дає змогу збільшити в ньому вміст лізину – на 29,3 %, фенілаланіну – на 26,6, гістидину – на 5,6, лейцину та ізолейцину – на 24,6, метіоніну – на 57,2, валіну – на 41,8, проліну – на 23,3, треоніну – на 77,6, серину – на 34,1, аланіну – на 46,8 і гліцину – на 36,4 %.

Встановлено, що за миттєвої пастеризації мулу (95 °С) кількість колонієутворюючих організмів від загальної кількості колоній знижується у 285 разів.

Створення оптимальних технологічних режимів: співвідношення води до мулу – 1:5–6, висота води над поживним середовищем – 5–8 см, температура повітря – 19–20 °С, наявність допоміжних пристроїв у поживному середовищі – 160 шт. на м², дає змогу збільшити відкладання яєць в 4,14 рази.

Внесення у комбікорм 0,75 % за масою біомаси личинок *Chironomus* сприяє збільшенню приростів риби на 3,7 % і зменшенню витрат корму на 2,9 %.

На основі одержаних результатів розроблено і опубліковано рекомендації щодо вирощування біомаси личинок *Chironomus* та використання її у годівлі мальків коропа.

Матеріали наукової роботи можуть бути використані під час викладання дисциплін «Біотехнологія», «Годівля сільськогосподарських тварин», «Годівля риби», «Розведення живих кормів» у вищих навчальних

аграрних закладах для підготовки фахівців за спеціальностями «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва», «Водні біоресурси та аквакультура».

Особистий внесок здобувача. Авторка самостійно здійснила пошук і аналіз наукової літератури за темою дисертації, організувала та виконала експериментальні дослідження. Аналіз, узагальнення та інтерпретацію одержаних результатів, формування висновків і пропозицій дисертантка виконала за науково-методичної допомоги наукового керівника – доктора сільськогосподарських наук, професора Мерзлова С.В.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи доповідались, обговорювались і отримали позитивні відгуки на Державній науково-практичній конференції молодих учених, аспірантів і докторантів «Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті». Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва (Біла Церква, 19–20 травня 2016); Державній науково-практичній конференції «Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва» (Біла Церква, 17 листопада 2016); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та шляхи інтенсифікації виробництва продукції тваринництва» (Дніпро, 23–24 березня 2017); Науково-практичній конференції молодих учених, аспірантів і докторантів «Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва» (Біла Церква, 18 травня 2017); Міжнародній науково-практичній конференції «Іхтіологія та морфологія – наукова та практична основа рибництва» (Біла Церква, 24 жовтня 2017); Державній науково-практичній конференції «Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва» (Біла Церква, 23 листопада 2017); Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку тваринництва та харчової галузі» (Вінниця, 26 квітня 2018); Міжнародній науково-практичній конференції «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту» (Біла Церква, 28 вересня 2018); Міжнародній науково-практичній конференції

«Інноваційні технології виробництва та переробки тваринницької продукції» (Вінниця, 25–26 жовтня 2018).

Публікації. Основні положення дисертації та результатів досліджень висвітлені в повному обсязі та опубліковані у 17 друкованих працях, у тому числі 6 статтях у фахових виданнях, рекомендованих ДАК України, одна в іноземному збірнику, 2 – у збірниках внесених до бази РІНЦ, 9 – у матеріалах і тезах конференцій, одному патенті України на корисну модель, одних методичних рекомендаціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із анотації, вступу, огляду літератури, матеріалів і методів досліджень, результатів досліджень, узагальнення результатів досліджень, висновків та пропозицій виробництву, списку використаних джерел, додатків. Робота викладена на 160 сторінках комп'ютерного тексту, містить 6 рисунків і 20 таблиць. Список літератури включає 244 джерела, у тому числі 160 – латиницею.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічні особливості личинок *Chironomus*

Серед водних організмів, які є частиною водної екосистеми, а також є кормовими об'єктами іхтіофауни та використовуються як біоіндикатор води є личинки хірономід. Хірономіди складають близько 25,0 % різноманіття водної фауни, і відіграють значну роль в трансформації органічної речовини у водних екосистемах. Одним із представників цього роду є личинки *Chironomus* [2, 16, 38, 85].

Представники *Chironomus* – це личинки комарів родини *Chironomidae*, класу комахи, підкласу новокриллі, типу членистоногі, ряду двокриллі. Як і вся група двокрилих, хірономіди розвиваються з повним метаморфозом, послідовно проходячи стадію яйця, личинки, лялечки і крилатої комахи (імаго) [96, 98, 101, 103, 202, 214].

Дорослі комарі дрібні (до 12 мм), з дуже тонкими і довгими ногами, особливо передніми. Вусики у самців складаються з 14 члеників, останній членик дуже довгий, він може перевищувати навіть довжину інших члеників разом узятих. Усі членики покриті довгими густими волосками. У самок вусики 7-членові, які покриті маленькими волосками. Гомілки ніг часто дуже короткі. Перший членик лапок дуже довгий, крила голі або вкриті невеликими волосками, і можуть складатися дахоподібно. Черевце вузьке, довге, складається з 8 кілець. Комарі з'являються зазвичай у великих кількостях, утворюючи іноді хмари або колонії [40, 47, 86, 91, 94, 121, 128].

Самки відкладають яйця у воду (проточну або стоячу), оточуючи їх прозорим слизом (виділення додаткових статевих залоз) і прикріплюючи до підводних частин рослин або будь-яких предметів; скупчення яєць мають певну форму, часто дуже характерну для даного виду, ці форми

нагадують стрічки, ковбаски або невеликі плотики, у яких довгасті дрібні яйця розташовані правильними рядами [87, 93, 112, 129, 135, 151].

Деякі види комарів відкладають яйця на різних водних рослинах, які знаходяться в природних водоймах, а також в накопиченнях де потрапляє дощова вода та краплі вологи. Комарі проходять стадії розвитку, від відкладеного яйця, потім личинки і лялечки, які можуть тривати від 5 до 14 діб, залежно від виду і розвитку комара, температури навколишнього повітря та поживного середовища.

Ці комарі не мають здатності кусати, тому загрози для людського і тваринного організму вони не становлять. Їхні личинки мають велике значення, які масово розмножуються і слугують улюбленою їжею для багатьох видів різновікових риб [65, 95, 177, 188, 190, 204].

У регіонах з різкими змінами кліматичних умов (морози, посухи), комарі частину року проводять в діапаузі. Під час цього періоду, протягом декількох місяців затримується розвиток личинок, активність розвитку відновлюється за сприятливих умов для їхнього росту і розвитку, достатньої кількості води і тепла [70, 75, 88, 100, 109, 115, 120, 134, 148, 153, 160].

Способи відкладання та морфологія яєць сильно відрізняються між видами комарів. Найпростіший спосіб для багатьох видів, коли самки літають над поверхнею води, підстрибують вгору і вниз, скидаючи прямо у воду по декілька штук яєць. Яйця мають овальну, сигароподібну і видовжену форму. Крім того, у верхній частині знаходиться невелика повітряна камера, за допомогою якої яйце не тоне.

Самки багатьох видів комарів можуть відкладати від 100 до 200 штук яєць, за все своє життя [90, 106, 111, 125, 147, 159, 167].

Личинки *Chironomus* є біологічно цінним кормом і джерелом білка для молодняку багатьох видів риб, що визначає підвищений попит на цей вид природного корму. Вирощування личинок *Chironomus* як корму для

риб пов'язано з великими труднощами, зумовленими особливостями їх біології та життєвого циклу.

Проведений аналіз показав, що біомаса личинок *Chironomus* містить 12,8 % сухої речовини, з якої 48,5 % – білок, 10,9 % – жири, 19 % – вуглеводи. За своїми поживними властивостями личинки *Chironomus* перевершують більшість живих кормів.

Завдяки високому вмісту у біомасі личинок вітаміну А, каротину, вітамінів групи В, їх поїдання дозволяє повноцінно харчуватися риби в нерестовий період [18, 89, 205, 240].

У природних умовах личинки хірономід живуть у м'якому мулі. Біля берегів водойм, де ґрунт більш щільний, личинки населяють його верхній мулистий шар. Далеко від берега, у міру збільшення товщі м'якого мулу, вони можуть проникати вглиб до 40 см.

Личинки *Chironomus* за своєю структурою мають видовжене тіло, і яскраво-червоне або рубінове забарвленням. Яскраво-червоний відтінок у мотилі обумовлюється наповненням його тільца кров'ю з високим вмістом гемоглобіну, який є природним джерелом Феруму, і відповідає за утримання Оксигену в організмі. Завдяки цьому личинки *Chironomus* виживають в середовищі позбавленому Оксигену [97, 138, 155, 171].

У комара на личинковій стадії по всьому тілу є ниткоподібні зяброві придатки, завдяки яким відбувається дихання. Голова у личинок довгаста з більш твердим хітиновим покривом, різко відокремлюється від тулуба. На передньому грудному і задньому сегментах черевця знаходяться по 2 нерозчленованих відростки, оснащених на кінці віночком хітинових щетинок. У деяких видів обидва відростки з'єднані в одне ціле [181, 195].

Клітини личинок *Chironomus* відрізняються великими розмірами: ядра в клітинах слинних залоз мають найбільший розмір. Личинки, які знаходяться у воді, будують собі трубкаподібні ходи та умовне житло з частинок мулу і дрібних шматочків рослин. Вони тримаються особливо

часто на нижньому боці каменів і висовують передню частину тіла з ходів. Періодично вони залишають свій будиночок і будують новий.

Дихальця у личинок закриті так, що вони не можуть дихати за допомогою трахей, а дихають всією поверхнею тіла. Обмін газів здійснюється через тонкий, прозорий хітиновий покрив тіла. У деяких видів на черевній стороні 8-го черевного сегмента знаходяться 4 ніжних, довгих, трубкоподібних придатки, в які заходить кров і які слугують як зябра [142, 152, 173, 185, 192, 198, 209, 218, 243].

Газообмін у личинок відбувається через покрив тіла. Деякі личинки можуть витримувати тривалу відсутність Оксигену, інші до нього більш вимогливі. Гемоглобін у крові абсорбує Оксиген з навколишнього середовища, завдяки чому підвищується здатність личинок переносити дефіцит Оксигену у воді; личинки гинуть лише за утворення надлишку сірководню. Червоне забарвлення гемоглобіну маскує зелене забарвлення жирового тіла, яке можна виявити тільки тоді, коли з пошкодженої живої личинки витече кров [212, 213, 241].

Уміст гемоглобіну у личинок змінюється в межах від 1,0 до 30 мг/г сухої маси, залежно від умов середовища. У поверхневих шарах мулу, де Оксигену більше, кількість гемоглобіну складає близько 8,0 % сухої маси тіла, тоді як у личинок, що живуть на більшій глибині – 27,0 % [122, 157, 191].

Перебуваючи в середовищі з низьким вмістом Оксигену, личинки стають темно-червоними. Вміст гемоглобіну при цьому досягає 30 мг/г сухої маси. Завдяки цьому хірономіди заселяють місця, малоприсади для життя інших тварин. За повної відсутності Оксигену личинки хірономід впадають у стан анабіозу [99, 102, 119, 126, 131, 156, 161, 165, 187].

Найбільш сприятливим для личинок є вміст Оксигена у воді в межах 1,7–3,0 мг/л. Тому, за культивування хірономід велику увагу приділяють кисневому режиму. Достатній його вміст в середовищі (6–8 мг/л) легко

підтримується за невеликого шару мулу від 1,0 до 1,5 см і рівня води над ним не більше 1–2 мм [39, 67, 175, 194].

На розвиток та функціонування личинок *Chironomus* впливають такі показники як температура, особливості субстрату і його механічний склад.

Личинки *Chironomus* напівзанурюються в мулисте дно, де харчуються органічною складовою водойм. За допомогою слинних залоз вони переробляють частинки мулу, які склеюють в спеціальні трубочки. Потім використовуються ці трубочки як спеціальний кокон, з якого личинка частково висовує голову для харчування. Личинки можуть проживати у: водоймах та канавах зі стоячою водою; замулених ставках та озерах; лиманах; іноді зустрічаються в Каспійському і Азовському морях [133, 143, 150, 164, 224, 229].

Занурюючись в товщу води, личинки *Chironomus* пересуваються завдяки руховим скручуванням тіла, від якого і походить їх назва: вони дуже швидко закручуються в кільце, а потім так само швидко розкручуються, тобто «мотаються» у воді, і завдяки коливальним рухам відбувається вентиляція у воді [105, 114, 138, 169, 178, 193].

За сприятливих кліматичних умов і за відповідного температурного режиму личинка швидко розвивається. За оптимальної кількості кормів у мулі через певний період із яєць вилуплюються личинки, які виростають до 15 мм. Після того як личинки дозріли вони стають лялечками, піднімаються до поверхні, вилуплюються, перетворюються у дорослі комахи і вилітають у повітря [69, 97, 107, 127, 207, 219, 237, 244].

Наявність грубих частинок корму личинки переносять важко, особливо на ранніх стадіях свого розвитку. За наявності корму вони ростуть в умовах м'якого мулу значно швидше [116, 136, 200].

Харчуються личинки донним або зваженим детритом і залишками планктонних організмів, які накопичуються на дні, або ж поїдають м'які частини рослинних і тваринних решток перифітону. Детрит – це органічна речовина, яка формується у зв'язку з розкладанням рослинних і тваринних

організмів, що потрапляють у водойми внаслідок вимивання речовин з заболочених мість, лісового перегною, чорноземних ґрунтів та торф'яників. Також органічні речовини надходять у воду з атмосферними опадами, в результаті чого утворюються трубки в мулі. Завдяки своїй фізіології личинки часто спливають на поверхню водойми, де проводять значну кількість часу і харчуються різними мікроорганізмами із поверхневого мікропласту. Кормом для личинок є водяні рослини (нитчасті водорості та інші), а також мул [117, 123, 130, 149, 157, 164, 175, 212, 217].

Оуклення личинки відбувається в трубочках. У лялечки передня частина тіла булавоподібно роздута і голова зі складними очима і хоботком, ноги і крила майбутнього комара чітко позначені. На передгрудді знаходиться густий пучок ніжних сріблястих ниток (у них наявне повітря; трахейні зябра). Подібний пучок менших розмірів розміщений іноді на задньому кінці тіла [104, 110, 137, 154].

Для забезпечення подальшого росту і розвитку личинки, в кінці кожної стадії у них відбувається линька [146, 158, 166, 179].

Голова і грудна частина лялечки комара зливаються в головогруді, а тіло вигинається донизу, що дає можливість їм плавати перевернувшись на живіт. Деяким видам комарів, на стадії лялечки і личинки потрібно дихати, тому їм необхідно мати вихід на поверхню водойми. Дихання відбувається завдяки парі дихальних трубок, які знаходяться в ділянці головогруддя.

На цій стадії лялечки не харчуються, вони плавають на поверхні води і дихають, виставивши свої дихальні трубки. За виникнення загрози лялечки пірнають у товщу води, а потім знову спливають [108, 113, 124, 140, 168, 176, 184, 215, 221].

Протягом першого дня дорослі комарі злітають, відразу ж після виходу з лялечки. Потім самці в межах тіньової області утворюють великі зграї, і формують «комариний стовп», куди прилітають самки і відбувається спарювання [196, 203, 211, 214, 216].

Тривалість життєвого циклу на стадії імаго самця триває близько 5–7 діб.

Хірономіди на стадії личинки і лялечки живуть у воді, а на стадії дорослої комахи (імаго) ведуть земний спосіб життя. Як об'єкти штучного розведення слугують *Chironomus plumosus* і *Ch. thummi*, що належать до числа широко розповсюджених форм, які мають витривалість до несприятливих факторів середовища.

Температура води або мулу впливає на життєві процеси хірономід. Їх існування можливе за відносно широкого діапазону температур. За низьких температур личинки менш чутливі. Вони поступово адаптуються до холоду і зимують у водоймах за температури води, близької до нуля. Такі личинки легко переносять навіть заморожування. Влітку личинки можуть витримувати прогрів води до 35 °C і більше [149, 182, 189, 199, 206, 217].

За наявності градієнта температур личинки обирають зону з 17–18 °C температури повітря, за якої в природному середовищі відбувається масове перетворення в стадію лялечки, виліт імаго і відкладання яєць [143, 170, 180].

Температура середовища впливає на кількість генерацій хірономід протягом року. У невеликих водоймах, які добре прогріваються, життєвий цикл хірономід скорочується, і до настання осіннього похолодання вони дають 2–3 і навіть 4–5 генерацій. У глибоких озерах, де температура нижча і стабільна, у хірономід протягом року буває всього одна–дві генерації [162, 163, 186, 208].

Підтримуючи сприятливу температуру в закритому приміщенні протягом року, можна безперервно отримувати відкладання яєць хірономід без зниження інтенсивності розвитку й розмноження їх в осінні і зимові місяці. Домівки личинок хірономід відрізняються низьким вмістом Оксигену [197, 201, 210, 242].

Личинки хірономід витримують широкий діапазон змін концентрації водневих іонів (рН). Потреба у світлі у личинок хірономід змінюється з віком. На ранніх стадіях розвитку у пелагічних личинок виявляється позитивним фототаксис. Позитивна реакція на світло зберігається і у личинок, які осіли на дно, аж до настання III личинкової стадії. З появою в крові гемоглобіну реакція на світло стає негативною [172, 174, 183].

Дорослі личинки активно уникають світлих місць у водоймах. Негативна реакція на світло зникає у личинок з перетворенням лялечки в комаху.

Перспективними дослідженнями є встановлення впливу різних поживних середовищ на збереженість личинок та нарощування їх біомаси. Вода річок та ставів є складною динамічною системою, яка пов'язана з навколишнім середовищем, з якого надходить велика кількість різних шкідливих сполук із поверхневих вод, ґрунтів, різних порід, а концентрація у воді визначається за допомогою хімічних властивостей елемента [3, 79, 84, 239].

Залежно від фізико-географічних характеристик місць водозбору, визначається вміст хімічних елементів у природних водах та інтенсивність їх міграції. Також до них можна віднести: температурні режими, ґрунтові водопроникності, ґрунтово-рослинні умови, склад ґрунтів, кількість опадів, особливості їх розподілу, геологічні умови. Зміни, які відбуваються в гідрохімічному режимі, призводять до надмірного антропогенного чинника, що впливає на водні об'єкти [2, 60, 132].

На розвиток личинок *Chironomus* впливає якість води. Природний стан річкових вод в Україні значною мірою трансформується під впливом антропогенного навантаження, а також в результаті регулювання стоку. Різноманітність природних чинників і антропогенного впливу на води річок справляють негативний вплив на їх хімічний склад [1, 62].

Основними забрудненнями природних водойм є промислові стічні води, поверхневі стоки та атмосферні опади – в яких велика кількість

різних за походженням і концентрацією поллютантів та іонів важких металів. Важкі метали мають високу токсичність і властивості за невисокої концентрації чинити канцерогенний та мутагенний вплив на живі організми, вони є хімічними компонентами, які небезпечні для усіх водних ресурсів. Найбільш розповсюджені мікроелементи Купрум, Цинк, Манган і Кобальт є постійними компонентами природних джерел [20, 41, 43, 68].

Джерелом додаткового надходження сполук Купруму у водні об'єкти є стічні води хімічних і металургійних підприємств, а також сільськогосподарських угідь, на яких використовують різні препарати з вмістом Купруму для захисту рослин.

Концентрація Мангану у воді практично в нормі, тільки в певні сезонні періоди змінюється. Цинк потрапляє у поверхневі води з викидами шкідливих речовин різних промислових заводів. Кобальт у водах знаходиться в межах норми [80, 81].

Життєдіяльність личинок *Chironomus* пов'язана, певною мірою, із фітопланктоном. Він є дуже важливою частиною екосистем, визначає первісну продукцію водойм, якість води, швидко реагує на зміни в навколишньому середовищі та бере участь у самоочищенні. Фітопланктон – частина планктону, до якого віднесено завислі і вільно плаваючі невеликі скупчення водоростей, які розвиваються у шарі воді. В процесі цього потрапляє сонячна енергія і відбувається фотосинтез. Завдяки фітопланктону виділяється значна кількість розчинного Оксигену у воді [18, 68].

Також фітопланктон є сукупністю рослинних організмів, які є в товщі різних водойм, він є головним продуцентом у водоймі, завдяки чому існує все живе. За своїм складом і місцем розташування фітопланктон неоднаковий, тому беруть проби на водотоках, і характеризують якість водних мас [47, 77].

Взаємодія личинок *Chironomus* проходить із зообентосом, перифітоном та зоопланктоном.

Зообентос – це донні тварини, які мешкають в ґрунті і ґрунті водойм, вони мають високу харчову цінність для риб. За допомогою зообентосу характеризують зміни у воді.

Перифітон – невеликі угруповання, здебільшого складаються з водних рослин, які розташовані на природних і штучних поверхнях, скелях, каменях, підводних частинах гідротехнічних споруд. За допомогою досліджень перифітону визначають усереднену якість води та водних об'єктів протягом певного часу [39, 72].

Зоопланктон – представлений частинами тваринного організму, які пасивно переносяться течіями, на відміну від фітопланктону, вони не здатні до фотосинтезу. Зоопланктоном харчуються майже усі види риб на початковому етапі свого живлення [71, 238].

Багато речовин міститься в структурі природних вод у надзвичайно малих дозах концентрації, тому їх дуже важко виявити через недостатню кількість аналізуючих методів чутливості. Хімічний склад природних водойм залежить від кількісного і якісного складу розчинених у ньому солей та газів. Відзначаються такі групи хімічного складу як головні іони (макрокомпоненти), розчинені гази, біогенні речовини, органічні речовини, мікроелементи, забруднювальні речовини та деякі інші компоненти [36, 144].

За нормальної насиченості води киснем (не менше 4–6 мг/дм³) у водоймі домінують процеси окиснення та переважає самоочищення водного середовища від забруднювальних речовин. Значну частину життя личинки проводять у мулі.

Мул – це гірська порода, яка утворюється та відкладається на дні водойм. Він буває болотний, ставковий, озерний та річковий.

Мул, який знаходиться на дні ставків може містити в своєму складі велику кількість шкідливих і небезпечних речовин, до його складу входить вуглекислота і сіль закису Феруму. Озерний і річковий мул дуже цінний та багатий на мікроелементи, його використовують як органічне добриво,

містить Фосфор, Калій та Нітроген. Озерний мул, який містить у своєму складі органічну речовину, вапно і деякі поживні елементи називають сапропель [1, 36, 73].

У річковому мулі багато поживних і корисних властивостей. Утворюється завдяки мікроорганізмам, які допомагають очищати воду від різних за своєю структурою та походженням домішків і залишків тваринних організмів. Найбільша кількість мулу знаходиться у водоймах зі слабкою течією води, або в стоячих водоймах, і має вигляд желеподібної маси [13, 76, 220].

За своєю складовою структурою і багатьма параметрами, мул може відрізнитись один від одного за своїм походженням. В перерахунку на суху речовину, в середньому в сапропелі міститься близько 0,5 % Фосфору, 0,4 % Калію та 2 % Нітрогену.

У мулі знаходяться бактерії, морфологічні особливості яких представлені трьома основними формами: палички, коки і спірили.

Видовий склад належить в основному до родів *Actinomyces*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Desulfotomaculum*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Sarcina* тощо [4, 5, 42, 53, 78, 83, 139, 141, 145, 236].

1.2. Особливості годівлі промислових риб

Технологічні процеси годівлі риби визначаються за біологічними особливостями, породою, віком та фізіологічним станом особин.

Технологія отримання рибопродукції з найменшими затратами передбачає створення годівлі із максимально раціональним використанням кормів. Щоб забезпечити оптимальний фізіологічний процес розвитку риб, необхідно використовувати якісні корми. Для цього потрібно, щоб в складі кормів були всі поживні речовини, які забезпечують нормальний розвиток організму, враховують специфіку вікових і видових особливостей риб [14, 17, 34].

Залежно від технології вирощування риби, з урахуванням різних вікових груп використовують корми штучного та природного походження. Природним кормом риб є водні тварини і рослини, які мешкають у товщі та на дні водойм. Вони є кормом для певних видів риб і забезпечують природну рибопродуктивність. Для нормального розвитку і росту організму риба використовує певну кількість комбікормів [18, 46, 223, 230].

За типом і особливостями живлення, риби умовно поділяють на три групи: фітофаги, зоофаги та зоофітофаги, які також розподіляють на дрібніші угруповання. Серед них зустрічають хижі, рослиноїдні, всеїдні, планктонно- і бентосоїдні [47, 82].

Майже усі види риб, на початкових стадіях розвитку споживають зоопланктон безхребетних тварин. Основними представниками зоопланктону є найпростіші одноклітинні, найпоширеніші молюски і ракоподібні, коловертки, личинки комах і самі комахи, які проживають у водоймах. Також основною кормовою базою для риб-зообентофагів є представники зообентосу, а саме личинки комах, молюски, а також личинки комарів, хірономід, які мають важливе значення у живленні риб [26, 227].

Безхребетні тварини, які проживають у мулі, є цінним і багатим на поживні речовини та вітаміни кормом. До їх складу також входить велика кількість білка, жирів і вуглеводів, які перебувають в оптимальних для риб співвідношеннях.

Важливу роль відіграє детрит, який складається з дрібних часточок органічного походження, які осідають на дні водойм, та входить до раціону риб-детритофагів і частково планктофагів і бентофагів [26, 39].

Надзвичайно важливе значення в годівлі риби має відповідна кількість певних кормів, які забезпечують повноцінний ріст і розвиток риби, враховуючи також особливості харчування деяких видів риб.

Штучні корми мають забезпечувати нормальний ріст і відтворювальні здатності риби за її годівлі. Водночас такі корми мають бути доступними за обсягом, відповідати смаковим якостям, добре перетравлюватись і засвоюватись, мати відповідну щільність і хімічно повноцінну структуру. За своїм походженням та класифікацією корми поділяють на рослинні і тваринні, синтетичні препарати, мінеральні добавки, харчові відходи, комбікорми і премікси [21, 24, 233].

Основними рослинними кормами, які використовують у рибництві є концентровані, технічні відходи та зелена маса. Більшість кормів тваринного походження складається із м'ясо-кісткового і рибного борошна, харчової свіжої і консервованої риби, відходів молочної промисловості та відходів забою тварин [18, 226].

Натуральні корми, що входять до складу основного раціону, не завжди збагачені усіма необхідними речовинами, які необхідні для життєдіяльності і потреб риби. Тому, під час виготовлення комбікормів, використовують як добавку синтетичні або натуральні продукти органічного і мінерального походження [22].

Кормові добавки, які містять значну кількість вітамінів, мікроелементів, ензимів та антибіотиків біологічно впливають на інтенсивність росту організму та підвищують його життєдіяльність.

Повноцінне застосування кормів у рибництві базується на нормованій годівлі, яку визначають залежно від якості корму, розвитку риби, показників природного корму і приростів маси тіла.

У разі якщо за культивування риби застосовують надмірну або недостатню годівлю, таке вирощування негативно впливає на рибопродуктивність. Це зумовлює зниження показників приросту живої маси риби, відбуваються зміни в організмі риби, послаблюється імунна система і зростає ризик до захворювання, знижується відтворювальна здатність, зменшуються показники продуктивності, підвищуються витрати корму [61, 74].

За визначення добової норми для згодовування слід враховувати температурний режим води, поживність корму і природну кормову базу, вміст Оксигену у воді та поїдання корму.

Однією із складових частин поживних речовин багатьох кормів, які використовують у рибництві і забезпечують повноцінний розвиток риб, є протеїн і незамінні амінокислоти [19, 47].

Білки беруть участь в обміні речовин та виконують ферментативні функції. Також протеїн потрібний організму як структурний матеріал, який є джерелом амінокислот для синтезу білків тіла. Організм риб самостійно не може в достатній кількості синтезувати незамінні амінокислоти, тому вони мають надходити із кормами.

Протеїн, який входить до складу корму, під дією гідролітичних ензимів протеїназ і поліпептидаз кишкового соку розщеплюється до пептидів і амінокислот, які потім всмоктуються через слизову оболонку кишечника в кров.

За достатньої кількості в раціоні риб жирів і вуглеводів, у білковому обміні амінокислоти краще засвоюються і підвищується ріст організму. А за їхньої нестачі білки використовуються як джерело енергії у функціональному обміні [19, 55, 234].

Для покращення продуктивності та відтворної здатності риби кормові суміші крім протеїну, вуглеводів, ліпідів та мінеральних речовин також мають містити в своєму складі такі біологічно активні сполуки як вітаміни. Велику увагу приділяють вітаміну А, каротину, вітамінам групи В та мінеральним речовинам, які беруть участь в підтримці життєдіяльних процесів.

Організм риби більш чутливий до амінокислотного складу білків, ніж організми інших тварин. Встановлено, що для молодняку риб рівень білків у складі кормів має бути в межах 40–55 %, а для дорослих особин – 35–40 %. Засвоєність білків із раціонів для риби залежить від їх виду, віку,

температурного режиму води та походження і концентрації білків у кормі [24, 41, 54, 235].

Ефективність засвоєння корму залежить від таких показників як техніка годівлі, повноцінність комбікормів та екологічні умови за вирощування риби. Також важливим чинником покращення технології вирощування є щільність рибопосадкового матеріалу на одиницю площі. Щільність посадки має максимально забезпечувати продуктивність і збільшення маси товарної риби.

Культивування дволіток коропа за високої щільності посадки риби, без належної та інтенсивної годівлі не відбувається. Зі збільшенням посадкового матеріалу швидко виїдається природний корм, знижуються прирости риби. Нестачу природної кормової бази забезпечують підгодівлею риби кормосумішами або комбікормами [11, 23, 231].

Для покращення годівлі дволіток зі стандартною біомасою також враховують вплив відповідних чинників. Вони забезпечують не тільки конструктивне споживання штучних кормів, а й знижують собівартість продукції, сприяючи збереженню товарної якості, а також поліпшують середовище для проживання риби [18, 232].

Після зимівлі у одноліток коропа рівень запасу поживних речовин знижений, організм риби ослаблений, порушуються життєво необхідні функції, знижується рівень пошуку природного корму, який ще незначний у водоймах. Тому, в господарствах за таких умов проводять інтенсивну годівлю комбікормами, які містять не менше 23,0 % протеїну. Протягом перших тижнів режим годівлі відбувається 2–3 рази, пізніше для згодовування риби вводять щоденну 1–3-разову годівлю.

Для рибних господарств, де об'єктами культивування є короп і різні види далекосхідних риб, застосовують спеціальні рецептури кормосумішей, враховуючи видовий склад риби і вікові особливості. Найбільше в господарствах отримують товарну рибопродукцію дволіток, віком від 16 до 19 міс. [9, 11, 24].

Пасовищна аквакультура у рибористві здійснюється за вирощування риби завдяки наявності біологічного потенціалу, тобто за рахунок споживання природних кормів, які включають флору і фауну з необхідними харчовими організмами для різних видів риб. За потреби збільшення кормової бази застосовують органічно-мінеральні добрива, які спрямовані на стимуляцію розвитку природних організмів.

Завдяки підживленню зростає вихід продуктивних матеріалів з одиниці площі, але інтенсивне використання такого методу може призвести до зниження якості поживного середовища. Продуктивність добрив залежить від температурного режиму води, ґрунту ставу, глибини, площі, мулових відкладень у ставку, кисневого і газового режиму, технічного стану ставу та ступеня зарощування рослинністю [47, 228].

Для подальшого підвищення рибопродуктивності водосховищ, ставів та водойм-охолодників потрібно використовувати мотивовану годівлю для коропа, яка залежить від середовища водойм і максимального використання кормових ресурсів для нарощування ефективної біомаси риби.

У рибних господарствах за вирощування риби переважають раціони складені на багатоконпонентній основі. В середньому у комбікормах кількість задіяних компонентів становить в межах від 9 до 12. Така кількість компонентів може передбачати застосування мінеральних елементів, вітамінів та біологічно активних сполук [3, 118, 222, 225].

Завдяки своїм біологічним особливостям травної системи короп добре перетравлює злакові, легко засвоює крохмаль, має важливе значення у рибористві для збереження ресурсів. Ці властивості відрізняють коропа від інших представників прісноводного рибориства, і завдяки можливості згодовувати коропа зерно, має велику значимість у рибних господарствах. При цьому потрібно пам'ятати, що за високої щільності рибопосадкового матеріалу і з урахуванням швидкого поїдання природної кормової бази, прирости риби можуть бути незначні [7, 18].

Такі показники пов'язані з тим, що не вистачає природної кормової бази, або вона не має різноманіття у своєму складі для годівлі риб. У таких випадках, для одержання позитивних результатів в годівлі риб використовують комбікорми, які забезпечують організм риби потрібною кількістю протеїну [24].

Згодовування корму в рибницьких господарствах проводять за температури води від 20 до 23 °С. У разі підвищення температури води, для того щоб не відбувалося зменшення Оксигену у воді та перевитрат кормів на прирости рибопродукції, норму годівлі відповідно зменшують. Також за високої температури до 30 °С і вище, добову норму корму для риби зменшують на 80–90 %, або зовсім припиняють. Середня норма корму дволіток за добу у вегетаційний період має становити 5,5–6,0 % від живої маси тіла риби.

У годівлі риби використовують сипкі, гранульовані та тістоподібні комбікорми. Згодовування корму риbam у ставових господарствах відбувається за допомогою спеціальних кормороздавачів різної конструкції, або з моторного чи веслового човна за допомогою автогодівниць з берегової лінії. Під час роздачі кормів з човна слід залучати до роботи двох робітників, а за роботи із спеціалізованими кормороздавачами працює один робітник. У рибництві за годівлі риби використовують ручну працю і системи механізмів [21, 34].

Одним із важливих показників за нормування годівлі для риби є застосування кількості даванок у світловий період дня. За рекомендацією з практичного застосування і наукових показників, рекомендують проводити згодовування кормів за один прийом або два протягом світлового дня. Практично у всіх господарствах годівлю риби проводять двічі на добу, до 9 год ранку та у другій половині дня до 16 год.

Також для коропа застосовують багаторазову годівлю, але при цьому необхідно враховувати фізіологію травлення, за якої відбувається краще засвоєння їжі в кишечнику. А також температурний режим води, адже при

зростанні температури до 20–28 °С у коропа відбувається покращення швидкості засвоєння їжі [14, 22, 35, 118].

Встановлено, що протягом світлового періоду робочого дня збільшується кількість годівлі риби, яка в свою чергу збільшує і інші додаткові витрати виробництва. Зростає оплата праці, перевитрати на корми, підвищуються витрати на транспортне утримання. Тому, збільшення і частоту кількості разів годівлі у рибних господарствах краще контролювати за потребою організму і фізіології риби. За інших чинників дуже важливо, щоб годівля відбувалася в певні години, які сприяють виробленню рефлексорних реакцій у риби, а також впливають на швидкість поїдання корму [3, 223].

Під час вирощування риби в господарствах, завдяки фізіологічному стану розвитку, біохімічним показникам, інтер'єрним ознакам та накопиченню іхтіомаси риби можна визначити потребу нормованої годівлі. А також встановити рівень забезпечення протеїнового, вітамінного та мінерального живлення в організмі риби для підтримання життєдіяльності.

Контроль повноцінної годівлі також можна проводити за результатами постійних контрольних виловів [10, 233].

Невивченим залишається питання встановлення хімічного складу біомаси личинок *Chironomus*, вирощених на поживному середовищі із вмістом дріжджованої біомаси шроту насіння соняшнику, і застосування цієї біомаси у складі комбікормів для мальків коропа.

1.3. Існуючі способи вирощування личинки *Chironomus*

У доступній вітчизняній та зарубіжній літературі зустрічаються поодинокі дані щодо культивування личинки *Chironomus* в штучних умовах.

За даними ряду науковців, для того щоб поліпшити умови відкладання яєць комарами в штучно зроблених водоймах, зберігають малі

ділянки з рослинами, які ростуть над рівнем води. Якщо в ставку недостатньо рослин, то використовують пучки соломи або невеликі рамки з дерева сітчастої форми, із розміщеною на них скошеною травою. Такі рамки ставлять в різних зонах на кожному ставку.

Рояться і розмножуються статевозрілі комарі під час зорі або в сутінках. Щоб привернути увагу комара, в нічний час ставки освітлюють електричними лампами. Життєдіяльність комарів недовга, лише кілька діб. Самки комарів спаровуються і відкладають майбутнє потомство у водойми. З відкладених яєць народжуються безбарвні личинки [15, 92].

У промислових масштабах личинки *Chironomus* використовують підприємства для годівлі риби. Розводять на таких заводах, переважно, цінні породи риби. Тому і личинки є цінним кормом у виробничому циклі. На європейському ринку мотиль коштує 12–15 тисяч євро за тонну.

Для штучного розведення личинок *Chironomus* на рибозаводах оснащують 2 цехи: цех для розмноження популяції комарів і цех для вирощування личинок. В обох цехах підтримується температура повітря в приміщенні в межах 18–20 °С, освітлення комбіноване. Статевозрілих особин вирощують із яєць або личинок.

За даними дослідників комарі *Chironomus* відкладають яйця в кювети, які стоять на підлозі з чистою водою, висотою 40–50 мм і площею 0,1 м.² Кювети заповнюють водою на 20–30 мм. Після того як комарі провели яйцекладку, яйця переносять для інкубації в спеціальні чаші, заповнені водою на 50–100 мм.

Температурний режим 18–20 °С дає можливість розвиватися личинкам, їхній інкубаційний період становить 50–70 годин. Коли із перших личинок починають вилуплюватися комарі, їх переносять в другий цех в ємності, наполовину заповненій мулом. Підвищення температури повітря в приміщенні призводить до загибелі личинок і виникнення гниття в мулі з виділенням сірководню та метану в повітря [12, 40].

На сьогодні в деяких країнах розведення личинок *Chironomus* в природних умовах неможливе. Це пов'язано із природно-кліматичними умовами (висока температура повітря, незначна кількість водойм у країні). Тому проводять дослідження щодо вирощування личинок *Chironomus* у штучних умовах.

Так, за даними Марка Біккулова, в Ізраїлі процес вирощування личинок *Chironomus* найчастіше відбувається в закритих теплицях, за відповідної температури повітря всередині. В теплиці розміщені пластмасові ємності жовтого кольору (найбільш сприятливий колір для відкладання яєць) із поживним середовищем [8].

Спаровування і відкладання яєць комарами як і в природі здебільшого відбувається в нічний час. Яйця відкладають на межі вода-повітря. Яйцекладка довжиною 1–2 см, прозора, слизові трубочки діаметром 2–3 мм з поперечними краплеподібними смужками, коричневого кольору. У кожній яйцекладці кілька тисяч яєць.

Для кращого відкладання яєць в ємності поміщають допоміжні пристрої, невеликі пластмасові платформи, які підсвічуються [39].

В основу поживного середовища, на якому вирощують личинок, входить гранульований корм для риб з високим вмістом білка і різні поживні добавки. В Ізраїлі використовують курячий послід, який є біологічно чистою природною добавкою для покращення субстрату під час розведення личинок в штучних умовах.

Загальна маса вирощених личинок *Chironomus* на таких міні-фермах становить 200–250 кг за рік. Звичайно, ця кількість значно залежить від пори року і погоди: влітку всі роботи істотно ускладнюються через високу температуру. На технологію вирощування личинок *Chironomus* у теплицях також впливає матеріал із якого вони виготовлені.

Найпростішим і найдоступнішим матеріалом для теплиць є поліетиленова плівка, але найкраще покриття – це штучна сітка (антимоскітна). Сітка підтримує внутрішню температуру, а головне, вона

забезпечує рух і обмін повітря, необхідний хірономідам під час розмноження. У найспекотніший літній час на деяких фермах включають всередині теплиці вентилятори [8, 123, 130].

За високої температури зустрічаються випадки загибелі вже готового мотиля, це пов'язано із зберіганням і промиванням личинок *Chironomus*, а також з різними механічними втручаннями під час розведення з боку людини.

Перспективним для вивчення є мікробіологічний склад мулу, вплив різних поживних середовищ на розвиток личинок *Chironomus*. Встановлення оптимальних параметрів для культивування личинок в штучних умовах (співвідношення вода:поживне середовище, наявність допоміжних пристроїв, температура).

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Матеріали і місце проведення досліджень

Дослідження проводили в умовах Науково-дослідного інституту харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ) впродовж 2015–2018 років.

Мінерально-амінокислотний склад біомаси личинки *Chironomus* встановлювали в умовах лабораторії Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок (ДНДКІВКД) м. Львів.

Експерименти з удосконалення біотехнології вирощування біомаси личинки *Chironomus* та науково-господарські дослід з вивчення ефективності її використання за вирощування мальків коропа проводилися в умовах віварію Білоцерківського національного аграрного університету. Виробничі випробування, впровадження результатів досліджень виконували на ставках ТОВ «Лагуна» с. Торчиця Ставищенського району Київської області. Для експериментів було використано 2500 екземплярів коропа лускатого.

На личинках *Chironomus* було проведено 26 серій дослідів, використано 40480 особин.

2.2. Схеми, постановки й умови проведення експериментів

У процесі виконання дисертаційної роботи проведені дослідження щодо відпрацювання оптимальних біотехнологічних параметрів вирощування личинок *Chironomus*. Досліджували вплив поживних середовищ із різним хімічним складом на інтенсивність нарощування біомаси личинок *Chironomus*, вивчили амінокислотний та мінеральний

склад личинок *Chironomus*, отриманих за використання удосконаленої біотехнології, а також проводили досліді щодо ефективності використання біомаси личинок *Chironomus* у складі кормів для мальків коропа. Загальна схема дослідження подана на рисунку 2.1.



Рис. 2.1. Загальна схема досліджень.

Вивчали вплив різних режимів пастеризації мулу на збереження в ньому мікроорганізмів. Досліджуване поживне середовище (мул) відважували по 10 г у 12 стерильних пробірок. Перші три пробірки термічно не обробляли (нативний мул). Поживне середовище у 4–6 пробірках піддавали тривалій пастеризації – за 65 °С. Проби в 7–9 пробірках пастеризували за 75 °С (короткочасна пастеризація). На поживне

середовище в 10–12 пробірках діяли миттєвою пастеризацією – за температури 95 °С.

Усі бактеріологічні маніпуляції проводили у мікробіологічному боксі, який перед початком роботи стерилізували УФ-світлом, довжина хвилі 260–280 нм. Потім послідовним методом розведень, за Л. Пастером, готували розчини мулу 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} .

Із поживних середовищ на основі мулу робили посіви на МПА, застосовуючи 3–8-кратне розведення. Посіви проводили двома методами: на поверхню МПА (варіант А) і в товщу МПА (варіант В).

Для посіву в товщу середовища в стерильну чашку Петрі вносили 1 мл розведеної суспензії мулу і заливали розплавленим і охолодженим до 45 °С середовищем МПА. Ретельно (круговими рухами) перемішували мікробну суспензію і середовище. Після загусання поживного середовища чашки поміщали в термостат з оптимальною для росту мікроорганізмів температурою – 37 °С. Облік результатів та вивчення культуральних властивостей проводили на 1, 2 та 3 добу.

Для встановлення впливу різних доз дріжджованої біомаси шроту насіння соняшнику холодного віджиму на життєдіяльність личинок *Chironomus* було сформовано 6 груп-секцій – одну контрольну і п'ять дослідних. Кожна група містила по чотири поживних середовища. У кожне середовище заселяли по 300 личинок *Chironomus* середньою масою десяти штук – 0,460 г.

У контрольній групі до поживних середовищ не вносили дріжджовану масу насіння соняшнику. У I дослідній групі поживні середовища містили по 0,25 % дріжджованої біомаси. У II і III дослідних групах до поживного середовища додавали 0,5 та 0,75 % дріжджованої маси насіння соняшнику. У поживні середовища із IV і V дослідних груп вносили по 1,0 та 1,25 % дріжджованої маси насіння соняшнику. Температуру приміщення витримували на рівні 20–21 °С (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Встановлення впливу різних доз дріжджованої біомаси шроту насіння соняшнику на личинки *Chironomus*

Група секцій	Базова кількість личинок у одному поживному середовищі, шт.	Дози внесеної дріжджованої маси насіння соняшнику, %
Контрольна	300	-
I дослідна	300	0,25
II дослідна	300	0,50
III дослідна	300	0,75
IV дослідна	300	1,00
V дослідна	300	1,25

Контроль росту і розвитку личинок проводили шляхом їх відбору, підрахунків та зважування на 3, 6 і 9 добу.

Для встановлення впливу високих доз пекарських дріжджів на життєдіяльність личинок *Chironomus* без аерації поживного середовища було сформовано 6 груп – одну контрольну і п'ять дослідних. Кожна група містила по шість поживних середовищ, які виготовляли із нативного мулу. У кожне середовище заселяли по 20 личинок *Chironomus* розміром 11–12 мм.

Маса одного середовища становила 0,5 кг. У контрольній групі до поживних середовищ не вносили дріжджів. У I дослідній групі поживне середовище містило по 0,4 % пекарських дріжджів. У II і III дослідних групах до поживного середовища додавали 1,4 та 2,4 % дріжджів. У поживні середовища із IV і V дослідних груп вносили по 3,4 та 4,4 % дріжджів. Підрахунок личинок проводили через кожні три доби (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Встановлення впливу високих доз пекарських дріжджів на личинки *Chironomus*

Група секцій	Кількість личинок у одному поживному середовищі, шт.	Доза внесених пекарських дріжджів, %
Контрольна	20	-
I дослідна	20	0,4
II дослідна	20	1,4
III дослідна	20	2,4
IV дослідна	20	3,4
V дослідна	20	4,4

Для встановлення оптимальної висоти води над поживним середовищем формували 7 груп-секцій – одну контрольну і шість дослідних. Кожна група містила по чотири поживних середовища, які виготовляли із нативного мулу. В кожній групі середовище покривали річковою водою з різною висотою. У контрольній – над поверхнею мулу висоту води витримували на рівні 3–4 см, в I групі – 1–2 см. У III дослідній групі рівень води був у межах 5–6 см, у IV і V групах, відповідно, 9–10 і 11–12 см над поверхнею мулу. У VI дослідній групі мул був залитий водою, яка мала 13–14 см висоти (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Встановлення оптимальної висоти води над мулом для відкладання яєць комарів *Chironomus*

Група секцій	Висота води, см
Контрольна	3–4
I дослідна	1–2

Продовження табл. 2.4

II дослідна	5–6
III дослідна	7–8
IV дослідна	9–10
V дослідна	11–12
VI дослідна	13–14

Повітря у приміщенні було на рівні 19–20 °С, площа поживного середовища становила 0,25 м², контроль личинок проводили на 3, 6 та 9 добу після відкладання яєць комарами *Chironomus*.

Для встановлення оптимального співвідношення маси мулу до води формували 6 груп-секцій – одну контрольну і п'ять дослідних. Кожна група містила по чотири поживних середовища, які виготовляли із нативного мулу. В кожній групі було різне співвідношення мулу до води. У контрольній групі співвідношення води до мулу становило 1:2 (за масою), в I дослідній групі 1:1. У II дослідній групі співвідношення було 1:3, у III і IV групах, відповідно, 1:4 і 1:5. У V дослідній групі співвідношення маси мулу до води становило 1:6 (табл. 2.5).

У кожне поживне середовище вносили по 400 штук тридобових личинок.

Таблиця 2.5

Схема дослідження щодо встановлення оптимального співвідношення маси мулу до води для вирощування личинок *Chironomus*

Група секцій	Співвідношення маси мулу до води
Контрольна	1:2
I дослідна	1:1
II дослідна	1:3

Продовження табл. 2.5

III дослідна	1:4
IV дослідна	1:5
V дослідна	1:6

Площа поживного середовища становила 0,25 м², контроль кількості личинок *Chironomus* проводили на 6 та 12 добу після внесення 3-добових особин.

Для встановлення впливу допоміжних пристроїв у поживному середовищі на відкладання яєць і розвиток личинок *Chironomus* сформували 7 груп. У кожній групі у ємностях була різна кількість дерев'яних паличок довжиною 9–10 см і діаметром 3–4 мм.

У контрольну групу не поміщали нічого, в I дослідній групі у поживне середовище розміщували по 10 дерев'яних паличок, п'ять занурювали вертикально у мул у шаховому порядку, інші плавали на поверхні води. У II дослідній групі 10 штук також у шаховому порядку встромляли у мул, ще 10 розміщували на воді. У III і IV дослідних групах, відповідно, по 15 і 20 штук було занурених і плаваючих дерев'яних паличок. На поверхні середовищ V і VI дослідних груп плавало по 25 і 30 штук допоміжних пристроїв та по 25 і 30 штук було занурено у мул (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Схема дослідження впливу допоміжних пристроїв на відкладання яєць та розвиток личинок *Chironomus*

Група секцій	Допоміжні пристрої	
	занурені вертикально, шт.	горизонтально плаваючі, шт.
Контрольна	-	-
I дослідна	5	5

Продовження табл. 2.6

II дослідна	10	10
III дослідна	15	15
IV дослідна	20	20
V дослідна	25	25
VI дослідна	30	30

Контроль кількості личинок *Chironomus* проводили на 6 і 12 добу. Під час дослідження наведених вище технологічних показників температуру у приміщенні витримували на рівні 19–20 °С.

Для встановлення оптимальної температури вирощування личинок *Chironomus* формували 11 груп – одну контрольну і 10 дослідних. У контрольній групі температуру повітря підтримували в межах 14–15 °С. У I дослідній групі температуру витримували на рівні 15–16 °С. У II дослідній групі цей показник становив 16–17 °С, у III та IV дослідних групах, відповідно, 17–18 та 18–19 °С. У V та VI групах температура повітря була 19–20 та 20–21 °С. У VII та VIII групах – витримували в межах, відповідно, 21–22 та 22–23 °С. У IX та X дослідних групах температуру підтримували в межах 23–24 та 24–25 °С (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

Схема досліду щодо встановлення впливу температури на вирощування личинок *Chironomus*

Група секцій	Температура повітря у приміщенні, °С
Контрольна	14–15
I дослідна	15–16
II дослідна	16–17
III дослідна	17–18
IV дослідна	18–19

Продовження табл. 2.7

V дослідна	19–20
VI дослідна	20–21
VII дослідна	21–22
VIII дослідна	22–23
IX дослідна	23–24
X дослідна	24–25

У кожній групі облаштовували по 4 поживних середовища. У кожне поживне середовище вносили по 300 штук тридобових личинок *Chironomus*. Контроль росту і розвитку личинок проводили на 6, 10 і 14 добу.

Науково-господарські досліді з вивчення ефективності використання біомаси личинок *Chironomus* під час вирощування риби були проведені методом збалансованих груп-аналогів із додержанням усіх вимог постановки зоотехнічних експериментів за схемою, наведеною в таблиці 2.8.

Для проведення досліді 500 екземплярів мальків коропа лускатого було поділено за принципом аналогів на 5 груп – контрольну і чотири дослідних, по 100 екз. у кожній.

Таблиця 2.8

Схема науково-господарського досліді на мальках коропа

Група	Кількість риби у групі, екз.	Досліджуваний чинник
Контрольна	100	Повнораціонний комбікорм (ПК)
I дослідна	100	ПК із вмістом 0,25 % біомаси личинок <i>Chironomus</i>
II дослідна	100	ПК із вмістом 0,5 % біомаси личинок <i>Chironomus</i>
III дослідна	100	ПК із вмістом 0,75 % біомаси личинок <i>Chironomus</i>
IV дослідна	100	ПК із вмістом 1,00 % біомаси личинок <i>Chironomus</i>

Температура води, хімічний склад, вміст Оксигену і газів у контролі та дослідних групах були ідентичними.

Показники мікроклімату у приміщенні були ідентичними для риби усіх груп і відповідали встановленим гігієнічним нормативам. Рибу утримували в басейнах. Під час дослідів здійснювали облік витрат комбікормів у кожній групі у загальному та на одиницю маси приросту, збереженості поголів'я, інтенсивності росту, проводили розрахунки абсолютного та середньодобового приростів маси тіла риби.

Тривалість дослідів становила 60 діб. Годівлю риби здійснювали повнораціонними комбікормами (рецепт наведений у додатку Б). Перед початком дослідів рибу зважували.

Рибі із контрольної групи згодовували повнораціонний комбікорм, а у дослідні групи в комбікорм додавали біомасу личинок *Chironomus*.

Для I дослідної групи використовували комбікорм із вмістом 0,25 % біомаси личинок *Chironomus*. Риба із II дослідної групи споживала комбікорм, який містив 0,5 % біомаси личинок *Chironomus*. В комбікормі для риби із III дослідної групи було 0,75 % біомаси личинок *Chironomus*. Для риби із IV дослідної групи використовували комбікорм, де біомаса личинок *Chironomus* була на рівні 1,0 %.

За введення до комбікорму кормової добавки біомаси личинок *Chironomus* використовували метод вагового дозування та багатоступеневого змішування. У кінці дослідів для встановлення біохімічних показників у органах, із кожної групи відбирали по п'ять рибин, яких присипляли розчином гіпнодиду (5–10 мг/л), та проводили розтин.

2.3. Методи визначення показників

Визначення зовнішнього вигляду, кольору личинок *Chironomus* проводили шляхом візуальної оцінки, запаху – органолептично.

Уміст Амонію, Калію, Натрію, Магнію, Кальцію, Сульфору, Фосфору в сухій біомасі личинки *Chironomus* визначали за методикою, викладеною у рекомендаціях за редакцією І.Я. Коцюмбаса за допомогою капілярного електрофорезу [44, 45].

Уміст аргініну, лізину, тирозину, фенілаланіну, гістидину, лейцину, ізолейцину, метіоніну, валіну, проліну, треоніну, серіну, аланіну, гліцину у сухій біомасі личинки *Chironomus* визначали за допомогою капілярного електрофорезу за методикою, викладеною у рекомендаціях за редакцією І.Я. Коцюмбаса [49].

Живу масу риби визначали індивідуальним зважуванням на терезах типу ВНЦ з точністю до 1 г, а також масу продуктів забою встановлювали зважуванням на терезах ВНЦ та ВЛТК–500.

Застосовували методи оцінки екстер'єру для риби: окомірний, взяття промірів, вирахування індексів будови тіла, графічний, фотографування.

Методом морфофізіологічних індикаторів визначали індекс органів, який за формулою:

$$X = \frac{W_0}{W}$$

де X – індекс органа;

W_0 – маса органа в міліграмах;

W – маса риби в грамах.

Інтенсивність росту риби визначали на основі даних живої маси за абсолютним і середньодобовим приростами, використовуючи відповідні формули.

Розрахунок середньодобових приростів проводили за формулою:

$$CD = \frac{M_2 - M_1}{W}$$

де CD – середньодобовий приріст, г;

M_2 – кінцева жива маса, г;

M_1 – початкова жива маса, г;

W – тривалість періоду, діб.

Розрахунок абсолютних приростів проводили за формулою:

$$АП = M_2 - M_1,$$

де $АП$ – абсолютний приріст, г;

M_2 – кінцева жива маса, г;

M_1 – початкова жива маса, г.

Метаболічні процеси в організмі риби досліджували проведенням біохімічних досліджень у печінці риби.

Уміст загального білка в печінці риби визначали за допомогою біуретового реагенту [27]. Вміст сечовини встановлювали діацетилмонооксимним методом [31], сечову кислоту – ензиматичним колориметричним методом [32]. Вміст креатиніну в печінці визначали за використання пікринової кислоти в стандартному наборі реактивів [33].

Активність АлАТ і АсАТ у печінці риби визначали за методом Reitman S., Francel S. [28, 29], активність лужної фосфатази – згідно з методикою [30]. Активність каталази у гомогенаті печінки визначали згідно з методикою, описаною Корольок М.А. [50].

Для визначення вмісту білка, сечовини, сечової кислоти, активності АсАТ, АлАТ та ЛФ використовували набори реактивів «Філісіт-Діагностика».

Біометричну обробку даних здійснювали на ПК за допомогою програмного забезпечення MS Excel з використанням вбудованих статистичних функцій [63, 66]:

- середню арифметичну визначали за допомогою функції СРЗНАЧ;
- стандартне відхилення (σ) – за функцією СТАНДОТКЛОН;
- похибку середньої арифметичної вираховували за формулою;
- вірогідність різниці між показниками оцінювали за критеріями

Стьюдента. Результати вважали вірогідними за $*p \leq 0,05$; $**p \leq 0,01$;

$***p \leq 0,001$.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Дослідження технологічних параметрів культивування личинки *Chironomus*

3.1.1. Мікробіологічні дослідження поживного середовища для личинок *Chironomus* за різних режимів пастеризації

Основним поживним середовищем для личинок *Chironomus* є мул озер, ставів та річок.

Об'єктом досліджень було поживне середовище, в основу якого взято мул із р. Рось в межах Білоцерківського р-ну, Київської обл., зразки відбирали з товщі дна на глибині до 8–10 см.

Аналізуючи посіви, побачили домінуючий ріст таких колоній як *Bacillus sp.*, *Pseudomonas spp.* і кокові мікрофлори за різних розведень (рис. 3.1–3.3).

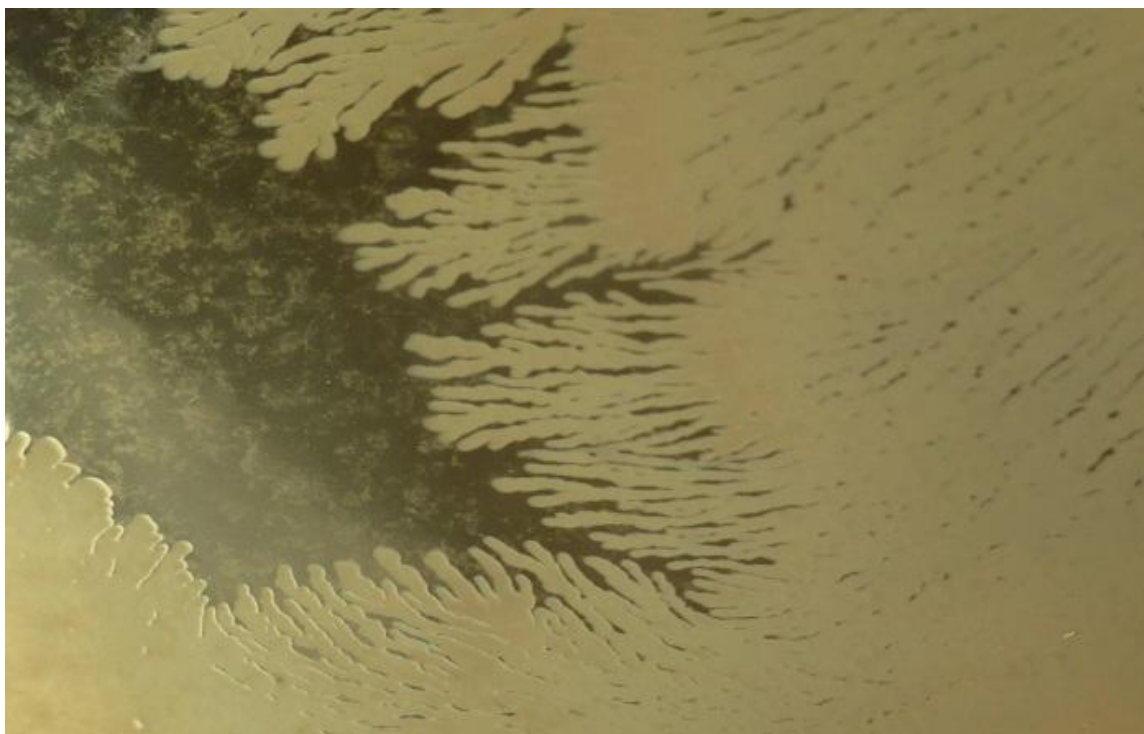


Рис. 3.1. Край колонії *Bacillus sp.*

Bacillus sp. – аеробна ґрунтова бактерія «сінна паличка», утворює ендоспори [53, 79]. Дослідженнями було виявлено, що колонії сухі, дрібнозморшкуваті, бархатисті, безбарвні або рожеві. Краї колонії були хвилясті, коралоподібні.



Рис. 3.2. Ріст колонії *Pseudomonas spp.*

Серед висіяного матеріалу було ідентифіковано значну кількість *Pseudomonas spp.* Псевдомонади найменш вибагливі до факторів росту. Вони метаболізують складні органічні речовини і легкозасвоювані вуглеводи [139, 235]. Важливою діагностичною ознакою бактерій є їх здатність утилізувати вуглеводи як джерело живлення і енергії. Колонії були різної форми: плоскі неправильної форми, великі опуклі блискучі, слизові, карликові або точкові, складчасті. Мали сіре або жовтувато-сіре забарвлення, слабо опуклі, маслянистої консистенції.



Рис. 3.3. Ріст кокової мікрофлори у первинному посіві

Серед загальної різноманітності колоній було виявлено коки. Коки – бактерії кулястої форми, мали правильну круглу форму розміром 0,5–1,5 мкм, факультативні анаероби, росли в аеробних умовах. У мазках розміщувалися у вигляді неправильних скупчень чи поодинокі, грампозитивні, нерухливі. До складу клітинної стінки входять пептидоглікан (муреїн) і тейхоеві кислоти [78, 239]. На МПА колонії були правильної круглої форми, опуклі, непрозорі, гладенькі, блискучі, забарвлені в золотистий, палевий, білий, лимонно-жовтий колір, залежно від кольору пігменту.

Крім нативного мулу також вивчали різні режими пастеризації поживного середовища. Застосовували тривалу пастеризацію – за 65 °С, короточасну – за 75 °С і миттєву пастеризацію – за температури 95 °С.

Для подальшого дослідження отримували чисту культуру, готували препарати-мазки, фарбували методом Грама. Мікроскопію виконували з застосуванням імерсійної системи (об’єктив – 90 х, окуляр – 10 х).

Шляхом підрахунків встановлено, що найбільше мікроорганізмів було у нативному мулі (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Кількість бактерій у нативному і пастеризованому мулі, n = 3

Термічна обробка мулу	Підрахунок колоній бактерій		
	<i>Pseudomonas spp.</i>	<i>Bacillus sp.</i>	Кокова мікрофлора
Відсутня (нативний мул)	$1,7 \times 10^8$ КУО/1 г	$1,7 \times 10^8$ КУО/1 г	$0,8 \times 10^8$ КУО/1 г
Тривала (65 °C)	$1,3 \times 10^7$ КУО/1 г	$0,9 \times 10^7$ КУО/1 г	$0,6 \times 10^7$ КУО/1 г
Короткочасна (75 °C)	$0,9 \times 10^7$ КУО/1 г	$0,7 \times 10^7$ КУО/1 г	$0,5 \times 10^7$ КУО/1 г
Миттєва (95 °C)	$0,6 \times 10^6$ КУО/1 г	$0,4 \times 10^6$ КУО/1 г	$0,3 \times 10^6$ КУО/1 г

Встановлено, що за підрахунками колоній бактерій найбільша кількість у нативному мулі – $3,7 \times 10^8$ КУО/1 г, а найменша виділялась у посівах пастеризованого мулу – за миттєвої пастеризації (95 °C) кількість бактерій становила $1,3 \times 10^6$ КУО/1 г. У посівах з поживним середовищем, пастеризованим за тривалої і короткочасної температури (65 і 75 °C), виявлено незначну кількість бактерій, оскільки найпростіші всі загинули під час пастеризації.

Також встановлено, що найбільше колоній у нативному мулі припадає на *Pseudomonas spp.* – 45,9 %, частка *Bacillus sp.* становить 32,4 % колоній і 21,7 % представлені коковою мікрофлорою.

За тривалої пастеризації (65 °C) кількість колонієутворюючих організмів знизилась у 13 разів, за короткочасної пастеризації (75 °C) – у

18 разів, а за миттєвої пастеризації (95 °С) кількість колонієутворюючих організмів від загальної кількості колоній знизилась у 285 разів.

3.1.2. Вивчення хімічного складу нативного і дріжджованого шротів насіння соняшнику

Технологія вирощування личинки *Chironomus* передбачає використання різних поживних середовищ. Традиційно у складі багатьох поживних середовищ для личинки *Chironomus* застосовуються пекарські дріжджі. Цей інгредієнт поживного середовища багатий на білок, у складі якого знаходиться велика кількість незамінних амінокислот, вітаміни групи В та мінеральні речовини.

Проте, застосування нативних дріжджів має ряд недоліків: висока вартість, обмеженість дози внесення. Альтернативним джерелом білка для поживних середовищ личинки *Chironomus* можуть бути відходи олійних культур – макухи і шроти насіння соняшнику.

Одним із шляхів збагачення шроту насіння соняшнику амінокислотами, вітамінами та підвищення біодоступності біологічно активних сполук у результаті його перетравлення є дріжджування.

Дріжджовану біомасу шроту насіння соняшнику висушували за температури 40–42 °С за активного вентилявання без потрапляння прямих сонячних променів.

Вміст аргініну, лізину, тирозину, фенілаланіну, гістидину, лейцину, ізолейцину та метіоніну у нативному і дріжджовому шроті визначали за допомогою капілярного електрофорезу (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вміст амінокислот в дріжджованому та нативному шроті насіння соняшнику, г/кг сухої речовини, $M \pm m$, $n=5$

Амінокислота	Нативний шрот	Шрот після дріжджування

Продовження табл. 3.2

Arg (аргінін)	$37,6 \pm 2,20$	$36,8 \pm 1,09$
Lys (лізин)	$18,1 \pm 2,04$	$23,4 \pm 1,31^*$
Tyr (тирозин)	$12,5 \pm 1,25$	$5,01 \pm 2,40^*$
Phe (фенілаланін)	$22,2 \pm 3,15$	$27,9 \pm 1,05$
His (гістидин)	$9,56 \pm 2,05$	$10,1 \pm 1,25$
Leu, Ile (лейцин, ізолейцин)	$51,1 \pm 3,05$	$63,7 \pm 1,96^*$
Met (метіонін)	$11,7 \pm 1,56$	$18,4 \pm 2,05^*$
Val (валін)	$21,5 \pm 1,75$	$30,5 \pm 2,05^*$
Pro (пролін)	$21,4 \pm 3,40$	$26,4 \pm 1,90$
Thr (треонін)	$17,9 \pm 1,25$	$31,8 \pm 2,40^*$
Ser (серін)	$27,8 \pm 3,18$	$37,3 \pm 0,57$
Ala (аланін)	$26,9 \pm 4,04$	$39,5 \pm 1,52^*$
Gly (гліцин)	$29,1 \pm 0,57$	$39,7 \pm 0,87^{***}$

Примітка: * - $p \leq 0,05$; *** - $p \leq 0,001$.

Експериментально встановлено, що у нативному шроті насіння соняшнику вміст аргініну був на рівні 37,6 г/кг сухої речовини. За дріжджування вміст цієї амінокислоти знизився на 2,1 %. Проте різниця була у межах похибки.

Виявлено, що за дріжджування шрот насіння соняшнику збагачується лізином. Дріжджована маса соняшнику на 29,3 % мала вищий вміст лізину ніж нативний шрот ($p \leq 0,05$).

Відмічено, що значну кількість тирозину дріжджові клітини використовують як енергетичний або пластичний матеріал для синтезу інших сполук. Вміст тирозину у шроті соняшнику після дріжджування знизився на 59,9 % порівняно із нативним шротом.

Вміст фенілаланіну змінюється в результаті біотехнології дріжджування. Дріжджована маса шроту насіння соняшнику збагатилась цією амінокислотою на 26,6 %. Різниця характеризувалась як тенденція.

У межах тенденції також виявлено підвищення вмісту гістидину у дріжджованій масі шроту насіння соняшнику. Різниця із нативним шротом становила 5,6 %. В нативному шроті насіння соняшнику вміст лейцину та ізолейцину був на рівні 51,1 г/кг сухої речовини. За дріжджування вміст цих амінокислот збільшився на 24,6 % ($p \leq 0,05$).

На вірогідну величину підвищується вміст сірковмісної амінокислоти – метіоніну у дріжджованому шроті насіння соняшнику. Показник переважав дані, отримані у нативному шроті на 57, 2 % ($p \leq 0,05$).

Експериментально встановлено, що в нативному шроті насіння соняшнику вміст валіну був на рівні 21,5 г/кг сухої речовини. За дріжджування вміст цієї амінокислоти підвищився на 41,8 % ($p \leq 0,05$).

Виявлено, що за дріжджування шрот насіння соняшнику збагачується проліном. Дріжджована маса соняшнику на 23,3 % містила більше проліну ніж нативний шрот.

Підвищується вміст треоніну в дріжджованому шроті насіння соняшнику. Показник переважав дані, отримані в нативному шроті на 77,6 % ($p \leq 0,05$).

Встановлено, що в нативному шроті насіння соняшнику вміст серину був на рівні 27,8 г/кг сухої речовини. Після дріжджування вміст цієї амінокислоти підвищився на 34,1 %.

На вірогідну величину підвищується вміст аланіну в дріжджованому шроті насіння соняшнику. Показник переважав дані, отримані в нативному шроті на 46,8 %.

Показник гліцину в шроті насіння соняшнику до дріжджування був на рівні 29,1 г/кг сухої речовини. За дріжджування вміст цієї амінокислоти підвищився на 36,4 %. Вміст амінокислот в шроті соняшнику після дріжджування підвищується за рахунок збільшення кількості клітин дріжджів, до складу яких входить велика кількість амінокислот.

3.1.3. Встановлення оптимальних доз дріжджованої біомаси насіння соняшнику у складі поживного середовища на розвиток личинок *Chironomus*

Проведено дослідження щодо встановлення впливу дріжджованої біомаси насіння соняшнику на збереження та розвиток личинок *Chironomus*.

На 3 добу у контрольній групі кількість живих личинок становила 284 шт. із середньою масою десятих личинок 0,458 г (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Кількість личинок *Chironomus*, $M \pm m$, $n=4$

Група	Перевірка через 3 доби від заселення		Перевірка через 6 діб від заселення		Через 9 діб від заселення	
	кількість, шт.	маса, г	кількість, шт.	маса, г	кількість, шт.	маса, г
Контрольна	284 $\pm$ 2,3	0,458 $\pm$ 0,0023	273 $\pm$ 1,7	0,744 $\pm$ 0,0011	261 $\pm$ 2,1	0,989 $\pm$ 0,0016
I дослідна	284 $\pm$ 1,2	0,460 $\pm$ 0,0016	271 $\pm$ 1,5	0,739 $\pm$ 0,0017	263 $\pm$ 1,8	0,991 $\pm$ 0,0015
II дослідна	283 $\pm$ 2,1	0,459 $\pm$ 0,0013	274 $\pm$ 2,0	0,744 $\pm$ 0,0013	261 $\pm$ 2,3	0,990 $\pm$ 0,0018
III дослідна	285 $\pm$ 4,0	0,462 $\pm$ 0,0016	274 $\pm$ 1,9	0,746 $\pm$ 0,0019	262 $\pm$ 1,9	0,993 $\pm$ 0,0016
IV дослідна	282 $\pm$ 3,1	0,464 $\pm$ 0,0021	277 $\pm$ 2,1	0,754 $\pm$ 0,0016	267 $\pm$ 2,8	1,090 $\pm$ 0,0074** *
V дослідна	280 $\pm$ 4,3	0,464 $\pm$ 0,0020	276 $\pm$ 2,6	0,753 $\pm$ 0,0014	266 $\pm$ 2,9	1,091 $\pm$ 0,0085** *

Примітка: *** $p \leq 0,001$.

У I дослідній групі кількість особин була аналогічна, що і у контролі. У II дослідній групі, де вносили 0,5 % дріжджованої маси насіння соняшнику, кількість личинок *Chironomus* була менша на 0,3 %, порівнюючи до контролю.

За підрахунків у III дослідній групі кількість личинок, порівнюючи з контролем, вірогідно не відрізнялась. У IV дослідній групі виявлено, що

кількість живих особин була меншою ніж в контролі на 0,7 %. Застосування 1,25 % дріжджованої маси не мало впливу на вірогідне зменшення популяції *Chironomus*.

Підрахунок кількості личинок через 6 діб показав, що в контрольній групі кількість живих особин становила 273 штуки. Порівнюючи до кількості личинок на 3 добу виявлено, що загибель їх становить 3,8 %.

У I дослідній групі, де вносили в поживне середовище 0,25 % дріжджованої маси насіння соняшнику, порівнюючи до контролю, личинок було менше на 0,7 %. У II і III дослідних групах кількість живих особин була більша на 0,4 %, порівнюючи до контролю.

Встановлено, що в поживному середовищі, де було внесено 1,0 % дріжджованої маси насіння соняшнику (IV дослідна група), порівнюючи до контролю, личинок залишилось на 1,5 % більше. В V дослідній групі виявлено, що кількість личинок *Chironomus* перевищувала контрольну групу на 1,1 %.

Через 9 діб було встановлено, що в контрольній групі кількість личинок становила 261 особину. Порівнюючи до кількості личинок на 6 добу виявлено, що у контролі загибель особин становила 4,4 %. У I дослідній групі, порівнюючи до контролю, кількість живих личинок була більшою на 0,7 %. У II дослідній групі із внесенням 0,5 % дріжджованої маси насіння соняшнику кількість живих особин була однакова з контролем. Встановлено, що в III дослідній групі кількість живих личинок *Chironomus* була більшою ніж в контрольній групі на 2,3 %. У V дослідній групі під час перевірки виявлено, що кількість живих особин перевищувала контрольну групу на 1,9 %.

Порівнюючи результати досліджень у контрольній групі на 9 добу до 3 доби бачимо, що кількість личинок зменшилась на 8,1 %. У I і II дослідних групах на 9 добу виявлено зменшення кількості особин відносно даних, отриманих на 3 та 6 добу, відповідно на 7,4 і 3,0 % та 7,7 і 4,7 %.

У III, IV і V дослідних групах також встановлено зменшення кількості живих личинок на 9 добу відносно даних на 3 і 6 добу. Показники були меншими, відповідно, на 8,1 і 4,3 %; 5,3 і 3,6 % та 5,6 і 3,6 %.

Встановлено, що у I дослідній групі середня маса десятих особин більша ніж у контролі на 0,4 %. У II дослідній групі, де у поживне середовище вносили 0,5 % дріжджованої маси насіння соняшнику, маса живих личинок була більшою на 0,2 %, порівнюючи до контролю.

За підрахунку маси личинок у III дослідній групі видно, що порівнюючи з контролем, вага личинок була більшою на 0,9 %. У IV і V дослідних групах виявлено, що середня маса личинок *Chironomus* перевищувала контрольні показники на 1,3 %.

Зважування личинок через 6 діб показало, що в контрольній групі середня маса десятих личинок становила 0,744 г. Порівнюючи до маси личинок на 3 добу виявлено, що вона підвищилась на 62,4 %.

У I дослідній групі, порівнюючи до контролю, маса личинок була меншою на 0,6 %. У II дослідній групі жива маса личинок *Chironomus* була однаковою із контролем. У III дослідній групі жива маса личинок була більша ніж у контрольній на 0,2 %.

Виявлено, що у IV дослідній групі середня маса личинок була на 1,3 % більшою ніж в контрольній. У V дослідній групі, де в поживне середовище вносили 1,25 % дріжджованої маси насіння соняшнику, під час перевірки виявлено, що показник маси тіла перевищував дані контролю на 1,2 %.

Через 9 діб було встановлено, що в контрольній групі середня маса личинок становила 0,989 г. Порівнюючи до маси личинок на 6 добу виявлено, що маса зросла на 32,9 %. У I дослідній групі, порівнюючи до контролю, маса личинок була більшою на 0,2 %.

За перевірки маси личинок *Chironomus*, де в поживне середовище вносили 0,5 % дріжджованої маси насіння соняшнику (II дослідна група), показник перевищував контроль на 0,1 %. У III і IV дослідних групах було

встановлено, що середня маса десятих личинок в обох групах була більшою на 0,4 та 1,1 % ніж в контролі.

Підвищення вмісту дріжджованої маси шроту у поживному середовищі до 1,0 % дало змогу одержати на 10,2 % більшу масу 10 личинок *Chironomus*. Вірогідне зростання маси личинок відмічалось за внесення у поживне середовище 1,25 % дріжджованої маси шроту. Різниця із контролем становила 10,3 %.

3.1.4. Встановлення впливу високих доз пекарських дріжджів у складі поживного середовища на стан личинок *Chironomus*

На розвиток та функціонування личинок *Chironomus* впливають такі показники як температура, характеристика субстрату та його хімічний склад. Для підвищення вмісту нітрогеновмісних сполук у поживне середовище додають пекарські дріжджі.

За даними ряду досліджень, норма дріжджів, яку вносять перед заселенням личинки у поживне середовище, становить 100 г на 1 м², після цього через 10–12 діб вносять другу частину дріжджів – 30–40 г на 1 м² [14]. Нами проведено дослідження впливу високих доз дріжджів (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Кількість живих личинок *Chironomus*, $M \pm m$, $n=6$

Група	Перевірка кількості особин популяції		
	через 3 доби	через 6 діб	через 9 діб
Контрольн а	13,67±2,02	11,00±2,30	2,00±2,00
I дослідна	6,67±0,67*	3,00±0,00**	-
II дослідна	3,67±0,67**	1,33±0,33***	-

Продовження табл. 3.4

III дослідна	3,00±0,57**	0,67±0,33***	-
IV дослідна	3,33±0,33***	0,33±0,33***	-
V дослідна	2,33±0,67***	-	-

Примітка: * - $p \leq 0,05$; ** - $p \leq 0,01$; *** - $p \leq 0,001$.

За перевірки кількості личинок *Chironomus* встановлено, що із збільшенням кількості досліджуваної добавки загибель личинок збільшується. Так, на 3 добу кількість живих личинок становила 13,67 шт.

У I дослідній групі кількість живих особин *Chironomus* була меншою ніж у контрольній у 2,04 рази. В II дослідній групі, де доза внесених пекарських дріжджів становила 1,4 %, личинок було менше у 3,72 рази.

Також, за підрахунків кількості особин у III дослідній групі видно, що кількість личинок, порівнюючи з контролем, була меншою у 4,5 рази. В IV дослідній групі, де вміст дріжджів становив 3,4 % від маси поживного середовища, виявлено, що кількість живих личинок *Chironomus* менша, порівнюючи з контролем.

За підрахунками личинок *Chironomus* у V дослідній групі, де вміст дози внесених пекарських дріжджів становив 4,4 %, кількість живих личинок у 4,1 рази була менша, ніж в контролі.

Експериментально встановлено, що найкращі показники були в контрольній групі, де в поживне середовище нічого не додавали.

На 6 добу культивування відмічали продовження негативної дії підвищених доз дріжджів на личинок *Chironomus*. Найвища кількість живих личинок була встановлена у контролі, показник відносно 3 доби був меншим на 19,5 %.

За вмісту 0,4 % дріжджів (I дослідна група) кількість личинок *Chironomus* у поживних середовищах зменшилась у 3,7 рази, порівняно із

контролем. У II дослідній групі за вмісту 1,4 % дріжджів, кількість живих особин зменшилась у 8,3 рази, порівнюючи до контролю.

У III дослідній групі за підрахунками кількість живих личинок *Chironomus* зменшилась у 16,4 рази, порівнюючи з контролем.

Також встановлено, що в IV дослідній групі, де до поживного середовища вносили 3,4 % пекарських дріжджів, кількість живих особин зменшилась у 33,3 рази. Використання 4,4 % дріжджів у V дослідній групі призвело до загибелі усіх личинок.

На 9 добу виявлено живі личинки лише у контрольній групі, кількість живих личинок, порівняно із перевіркою на 6 добу, знизилась у 5,5 рази.

Порівнюючи результати досліджень у контрольній групі на 9 добу до 3 доби, бачимо, що кількість личинок зменшилась у 6,8 разів. Причиною зменшення кількості личинок *Chironomus* був вильот комарів, який відбувся завдяки оптимальній температурі повітря у приміщенні.

У I дослідній групі також виявлено зменшення кількості живих личинок на 6 добу відносно даних на 3 добу.

Порівнюючи показники II дослідної групи, бачимо зменшення кількості живих личинок на 6 добу відносно даних на 3 добу у 2,7 рази. У III і IV дослідних групах також виявлено зменшення кількості живих личинок у 4,5 та 10,1 рази на 6 добу відносно даних на 3 добу.

Таким чином, виявлено, що найкращі показники кількості живих личинок були в контрольній групі. Також встановлено, що застосування високих доз дріжджів негативно впливає на життєдіяльність личинок *Chironomus*. Причиною загибелі личинок було утворення вуглекислоти за дії дріжджів. Загибель личинок у контролі у період із 3 до 6 доби пояснюється відсутністю аерації.

3.1.5. Визначення оптимальної висоти води над мулом для відкладання яєць комарів *Chironomus*

Враховуючи, що за оптимальних температурних умов (19–21 °C) із яєць *Chironomus* через 18–72 години вилуплюються личинки, було проведено їх підрахунок. Так, на 3 добу у контрольній групі кількість живих личинок становила 320 штук.

Експериментально встановлено, що найбільш сприятливим для культивування личинок *Chironomus* було середовище із висотою води над мулом у контрольній, II і III дослідних групах (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Кількість личинок *Chironomus*, під час їх культивування за різних рівнів висоти води, $M \pm m$, $n=4$

Група	Через 3 доби після відкладання яєць	Через 6 діб після відкладання яєць	Через 9 діб після відкладання яєць
Контрольна	320±10,6	315±12,4	216±15,3
I дослідна	180±8,5***	140±13,7***	124±16,7***
II дослідна	325±12,6	319±13,3	296±14,2
III дослідна	330±9,2	321±10,4	307±11,8
IV дослідна	270±17,3*	254±19,1*	223±20,3
V дослідна	240±15,9**	224±16,4**	197±18,6
VI дослідна	236±18,7**	226±20,3**	200±22,1

Примітка: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

За варіанта, де висота води була на рівні 1–2 см (I дослідна група), кількість личинок виявилась незначною. Порівнюючи до контролю, показник був меншим у 1,78 рази. Утримання рівня води над поживним середовищем в межах 5–6 см дозволило встановити середню кількість личинок на 1,5 % більше, ніж у контролі.

За перевірки кількості личинок *Chironomus* виявлено, що найкращі показники були в III дослідній групі. Кількість особин була більшою ніж у контролі на 3,1 %.

Висота води 7–8 см над рівнем мулу створює оптимальні умови для відкладання яєць *Chironomus* та подальшого вирощування їх личинок в штучних умовах.

Експериментально встановлено, що у IV дослідній групі за висоти води 9–10 см, порівнюючи до контролю, показник був меншим на 15,6 %. Помічено, що за висоти води 11–12 см (V дослідна група) кількість личинок була менша на 25,0 %, ніж у контрольній групі. На 26,2 %, порівнюючи із контролем, було менше личинок і у VI дослідній групі, де висота води над мулом була в межах 13–14 см.

За підрахунку кількості личинок через 6 діб після відкладання яєць *Chironomus* було встановлено, що в контрольній групі кількість особин становила 315 штук. Порівнюючи до кількості личинок на 3 добу виявлено, що у контролі загибель останніх становила 1,6 %. У I дослідній групі, порівнюючи до контролю, личинок залишилось у 2,25 рази менше. Відносно одержаних даних на 3 добу зменшення личинок було на рівні 22,2 %. У II дослідній групі, де висота води становила 5–6 см, кількість личинок була більшою на 1,3 %, порівнюючи із контролем.

За висоти води 7–8 см, кількість личинок залишалась більшою відносно контролю. Порівнюючи із даними, одержаними на третю добу, кількість личинок зменшилась на 2,7 %. Встановлено, що у IV дослідній групі показник кількості личинок, порівнюючи до контролю, був меншим на 19,3 %. Також, встановлено, що в V дослідній групі на 6 добу вирощування кількість личинок виявилась меншою, порівнюючи з контролем, на 28,9 %. Як у IV так і V дослідних групах зменшення кількості личинок *Chironomus*, порівнюючи із попередніми даними (перевірка на 3 добу), становило, відповідно, 5,9 та 6,7 %.

За найбільшої висоти води над поживним середовищем (VI дослідна група), кількість личинок була меншою, порівнюючи з контрольною групою, на 28,2 %. В порівнянні до кількості личинок, підрахованих на 3 добу після відкладання яєць *Chironomus*, показник знизився на 4,2 %.

За перевірки кількості личинок через 9 діб було виявлено, що в контрольній групі кількість особин становила 216 штук. Порівнюючи із контролем, у I дослідній групі, де рівень води над поживним середовищем становив 1–2 см, кількість личинок була меншою у 1,74 рази.

У II дослідній групі під час перевірки виявлено, що кількість личинок була на 37,0 % більша, ніж у контролі. За висоти води 7–8 см кількість личинок також була більше у поживному середовищі, порівнюючи з контролем на 42,1 %.

Встановлено, що у IV дослідній групі кількість личинок також перевищувала показник контролю на 3,2 %. У V дослідній групі виявлено, що кількість личинок була меншою на 8,8 %, порівняно з контрольною групою. За висоти води 13–14 см за кількістю личинок VI дослідна група поступалась даним контролю на 7,4 %.

У контрольній групі на 9 добу після відкладання яєць кількість личинок була меншою відносно 6 доби на 31,4 %.

Виявлено зменшення кількості личинок *Chironomus* у I дослідній групі відносно 6 та 3 доби. Показник був менший, відповідно, на 11,4 та 31,1 %.

У II та III дослідних групах на 9 добу також виявлено зменшення кількості особин відносно даних, отриманих на 3 та 6 добу після початку яйцекладки комарами *Chironomus*. Різниця становила, відповідно, 8,9 і 7,2 % та 6,9 і 4,3 %.

Аналізуючи кількість личинок у IV, V та VI дослідних групах на 9 добу відносно попередніх підрахунків у цих групах встановлено, що втрати особин були на рівні 15,2–17,4 % та 11,5–12,2 %.

Втрата личинок *Chironomus* у контрольній та дослідних групах протягом експерименту не перевищувала 32,0 %. Загибель личинок була в межах природної норми.

Таким чином, було виявлено, що найбільш сприятливе середовище для відкладання яєць комарами *Chironomus*, росту і розвитку їх личинок було у II і III дослідних групах. Висота води над рівнем поживного середовища становила 5–6 і 7–8 см.

Також було встановлено, що найбільш непридатною є висота води для відкладання яєць *Chironomus* 1–2 см. Причиною може бути швидке висихання води і зменшення площі відкладання яєць *Chironomus*.

3.1.6 Встановлення оптимального співвідношення маси води до мулу для личинок *Chironomus*

Досліджуючи кількість личинок *Chironomus* у поживному середовищі контрольної групи через 6 діб після їх заселення було виявлено, що кількість життєздатних особин становила 375 шт. Втрати популяції були на рівні 6,3 %, у порівнянні із початковою кількістю личинок (по 400 шт. у середовищі) (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Підрахунок кількості личинок *Chironomus* за різного співвідношення маси води до мулу, $M \pm m$, $n=4$

Група	Кількість внесення 3-добової личинки, шт.	Через 6 діб, шт.	Через 12 діб, шт.
Контрольна	400	$375 \pm 10,3$	$369 \pm 11,7$
I дослідна	400	$352 \pm 13,8^*$	$344 \pm 15,6^*$
II дослідна	400	$378 \pm 9,2$	$371 \pm 10,1$
III дослідна	400	$380 \pm 8,7$	$373 \pm 9,9$

Продовження табл. 3.6

IV дослідна	400	391±6,8	390±1,2
V дослідна	400	390±6,7	390±1,2

Примітка: * $p \leq 0,05$.

За перевірки кількості личинок *Chironomus*, де співвідношення маси мулу до води становило 1:1 (I дослідна група) показник був меншим на 6,1 %, порівнюючи до контролю. Відносно кількості особин, яку вносили в першу добу експерименту, загибель личинок *Chironomus* була на рівні 12,0 %.

У II дослідній групі встановлено, що кількість особин була більшою, ніж у контролі на 0,8 %. За співвідношення води до мулу 1:3 збереження личинок на 6 добу становило 94,5 %.

За підрахунками популяції, де співвідношення маси мулу до маси води було 1:4 виявлено, що в цій групі, порівнюючи з контролем, кількість личинок *Chironomus* була більшою на 1,3 %. Зменшення *Chironomus* відносно базової їх кількості було на рівні 5,0 %.

За варіанта, де співвідношення мулу і води становило 1:5 і 1:6 (IV і V дослідні групи) кількість личинок у цих середовищах була майже однакова. Порівнюючи з контрольною групою, показники були більшими на 4,3 і 4,0 %, відповідно. Порівнюючи до показника на початок експерименту, кількість личинок у цих групах зменшилась, відповідно, на 2,3 та 2,5 %.

Експериментально встановлено, що під час перевірки на 6 добу найбільш оптимальним співвідношення маси води до маси поживного середовища для личинки *Chironomus* було у IV і V дослідних групах.

Підрахунок кількості личинок через 12 діб від початку експерименту показав, що в контрольній групі кількість особин становила 369 штук. Порівнюючи до кількості личинок на 6 добу виявлено, що загибель їх становила 1,6 %. Відносно стартової кількості особин втрати становили 7,8 %.

У I дослідній групі, порівнюючи до контролю, личинок залишилось на 6,8 % менше. Відносно даних на 6 добу кількість личинок зменшилась на 2,2 %. Збереження популяції відносно кількості личинок, яку запускали на початок експерименту, була на рівні 86 %.

У II дослідній групі, де співвідношення маси мулу до води було 1:3, під час перевірки виявлено зменшення личинок *Chironomus* до показника на 6 добу перевірки. Різниця становила 1,8 %. Відносно контролю кількість личинок була більшою на 0,5 %. Встановлено, що у III дослідній групі кількість личинок *Chironomus* становила 373 особини, що на 1,8 % менше, ніж на 6 добу експерименту. Порівнюючи із контролем, чисельність популяції у цій групі була більшою на 1,08 %. Стосовно початкової кількості личинок *Chironomus*, то їх збереження було в межах 93,2 %.

Аналізуючи кількість личинок у IV та V дослідних групах, за співвідношення маси мулу до води 1:5 і 1:6, було встановлено, що відносно попередніх підрахунків (6 доба експерименту) кількість личинок майже не змінилась.

Таким чином, було виявлено, що найбільш сприятливе співвідношення маси води до маси поживного середовища було у IV та V дослідних групах. Їхнє співвідношення найбільш сприяло щодо збереження, росту і розвитку личинок *Chironomus*.

Також встановлено, що найбільше личинок *Chironomus* загинуло у I дослідній групі, де співвідношення маси мулу до води становило 1:1.

3.1.7. Вивчення впливу допоміжних пристроїв на відкладання яєць *Chironomus*

Також було проведено дослідження щодо впливу кількості вертикальних і горизонтальних допоміжних пристроїв на ефективність відкладання яєць *Chironomus* у поживне середовище.

За перевірки (промивання поживного середовища на ситах) кількість живих личинок *Chironomus* на 6 добу у контрольній групі становила 115 шт. (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Кількість личинок *Chironomus* за різної кількості допоміжних пристроїв, $M \pm m$, $n=4$

Група	Через 6 діб після відкладання яєць, шт.	Через 12 діб після відкладання яєць, шт.
Контрольна	$115 \pm 7,3$	$85 \pm 10,4$
I дослідна	$280 \pm 7,9^{***}$	$240 \pm 11,2^{***}$
II дослідна	$315 \pm 8,3^{***}$	$284 \pm 10,6^{***}$
III дослідна	$370 \pm 6,8^{***}$	$345 \pm 8,7^{***}$
IV дослідна	$380 \pm 7,0^{***}$	$352 \pm 9,0^{***}$
V дослідна	$376 \pm 10,4^{***}$	$358 \pm 11,8^{***}$
VI дослідна	$382 \pm 10,3^{***}$	$350 \pm 12,1^{***}$

Примітка: $***p \leq 0,001$.

За варіанта, де у поживне середовище поміщали по 5 дерев'яних паличок (I дослідна група) кількість личинок *Chironomus* перевищувала контрольну у 2,43 рази.

У II дослідній групі кількість личинок також перевищувала показники контролю у 2,73 рази. Порівнюючи із I дослідною групою, живих личинок було більше на 12,5 %.

У III дослідній групі, із розміщеними у поживному середовищі по 15 дерев'яних паличок, кількість личинок *Chironomus* збільшилась у 3,21 рази, порівнюючи до контролю. Одержані дані у цій групі перевищували результати, отримані у I та II дослідних групах на 32,1 та 17,4 %.

За перевірки кількості особин у IV дослідній групі доведено, що внесення у поживне середовище по 20 дерев'яних паличок приводить до збільшення кількості личинок відносно контрольної групи у 3,30 рази. Відносно I–III дослідних груп у IV дослідній групі кількість личинок *Chironomus* була більшою відповідно, на 27,0–35,7 %. За підрахунків кількості личинки *Chironomus* у V дослідній групі виявлено, що показник перевищував дані контролю у 3,27 рази. Порівнюючи із показниками отриманими у I, II та III групах кількість личинок була більшою, відповідно, на 34,2; 19,3 та 1,6 %. Відносно кількості особин у IV дослідній групі, дані були майже однаковими, різниця становила 1,05 %. Також встановлено, що у поживному середовищі із внесенням по 30 шт. дерев'яних паличок (VI дослідна група) кількість личинки *Chironomus* була більшою у 3,32 рази відносно контрольної групи. Суттєвої різниці відносно показників із IV та V дослідних груп не виявлено.

Експериментально встановлено, що найбільш сприятливі умови для відкладання яєць та розвитку личинок *Chironomus* були у V та VI дослідних групах.

За підрахунку кількості личинок через 12 діб після відкладання яєць було встановлено, що в контрольній групі кількість особин становила 85 штук. Порівнюючи до кількості личинок на 6 добу, їх загибель становила 26,0 %. У I дослідній групі, порівнюючи до контролю, личинок залишилось більше у 2,83 рази. Відносно показника на 6 добу після відкладання яєць *Chironomus*, збереження личинок було на рівні 85,7 %.

Також встановлено, що у II дослідній групі із облаштуванням у поживному середовищі допоміжних пристроїв кількість личинок *Chironomus* перевищувала контроль у 3,34 рази. Порівнюючи із даними у I

групі, кількість особин було більше на 18,3 %. Втрати личинок відносно попереднього контролю (6 доба) становили 9,8 %.

За перевірки кількості личинок на 12 добу у III дослідній групі, ми бачимо, що показник збільшився у 4,09 рази, порівнюючи з контролем. Відносно I і II дослідних груп спостерігалось підвищення кількості личинок *Chironomus*. Втрати особин за 6 діб їх вирощування після першої перевірки становили 6,7 %.

Встановлено, що у IV дослідній групі, де було облаштовано 40 шт. дерев'яних паличок, кількість личинок також перевищувала показник контролю у 4,14 рази. Різниця із I, II та III дослідними групами була в межах 2,0–46,6 %. Збереження личинок відносно контролю на 6 добу було на рівні 92,6 %. Виявлено, що кількість личинок у V дослідній групі також переважала дані контролю.

У VI дослідній групі також виявлено, що кількість живих особин була більшою, ніж в контрольній групі у 4,12 рази.

Порівнюючи результати досліджень на 12 добу до 6 доби, у V та VI дослідних групах встановлено зменшення личинок *Chironomus* на 4,8 та 8,4 %. Втрати у піддослідних групах не перевищували природних показників.

Виявлено, що кількість личинок у IV, V та VI дослідних групах на 12 добу експерименту була майже однаковою.

Таким чином виявлено, що найбільш сприятливе середовище для відкладання яєць комарами, росту і розвитку їх личинок *Chironomus* було у IV та V дослідних групах, де кількість допоміжних пристроїв становила 40 та 50 шт. Збільшення кількості дерев'яних паличок вірогідно (30 занурених і 30 плаваючих) не вплинуло на збільшення відкладання яєць і утворення личинок *Chironomus*.

Також встановлено, що найгірші показники відкладання яєць були в I та II дослідних групах.

3.1.8. Встановлення дії температури на розвиток личинок *Chironomus*

Проведено дослідження щодо встановлення впливу температурних режимів на збереження та розвиток личинок *Chironomus*.

Враховуючи, що за оптимальних температурних умов – 19–20 °C із личинок протягом 14–16 діб виуплюються комарі, було проведено підрахунок та зважування личинок. Так, на 6 добу у контрольній групі кількість живих личинок становила 275 шт. (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Збереженість личинок *Chironomus* за впливу різної температури повітря, $M \pm m$

Група	Кількість заселених 3-добових личинок, шт.	Кількість личинок через 6 діб після заселення, шт.	Кількість личинок через 10 діб після заселення, шт.	Кількість личинок через 14 діб після заселення, шт.	Час утворення комарів від початку заселення, діб
Контрольна	300	275±9,2	268±10,3	265±10,8	25 і більше
I дослідна	300	274±8,7	270±9,2	267±9,9	24 і більше
II дослідна	300	273±8,8	271±9,0	265±9,2	20
III дослідна	300	281±7,9	273±8,6	270±9,8	18
IV дослідна	300	283±8,0	276±9,1	274±9,5	17
V дослідна	300	290±7,4	286±8,5	286±9,8	16

Продовження табл. 3.8

VI дослідна	300	289±8,2	287±9,4	282±9,9	14
VII дослідна	300	280±9,1	271±9,6	264±10,3*	14
VIII дослідна	300	260±10,1	254±10,4*	личинки перетвори- лись у комах	13
IX дослідна	300	240±9,9	235±10,3*	личинки перетвори- лись у комах	13
X дослідна	300	195± 9,3***	184± 10,2**	личинки перетвори- лись у комах	11

Примітка: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

За перевірки кількості живих личинок *Chironomus* у I дослідній групі встановлено, що особин було менше на 0,4 %, ніж у контрольній. У II дослідній групі, де температура повітря у приміщенні становила 16–17 °С, личинок також було менше на 0,7 %, порівнюючи до контролю. Різниця була в межах похибки.

За підрахунків у III дослідній групі видно, що кількість личинок, порівнюючи з контролем, була більшою на 2,1 %. У IV дослідній групі виявлено, що кількість особин перевищувала дані контролю на 2,8 %. У V дослідній групі, де температура повітря приміщення становила 19–20 °С, личинок було більше на 5,2 %, порівнюючи з контролем.

У VI та VII дослідних групах, де температура повітря в приміщенні була в межах 20–22 °C, кількість личинок *Chironomus* була більшою ніж в контрольній групі, відповідно, на 4,8 і 1,8 %.

У VIII дослідній групі кількість живих особин була меншою, ніж в контролі на 5,8 %. У IX і X групах, порівнюючи з контролем, кількість личинок *Chironomus* була меншою на 12,7 і 29,1 %.

Експериментально встановлено, що найкращі показники були в V дослідній групі, де температура повітря в приміщенні становила 19–20 °C.

Підрахунок кількості личинок через 10 діб показав, що в контрольній групі кількість живих особин становила 268 штук. Порівнюючи до кількості личинок на 6 добу виявлено, що загибель їх становить 2,5 %.

У I дослідній групі, порівнюючи до контролю, личинок було більше на 0,7 %. У II і III дослідних групах за температури повітря в приміщеннях 16–17 °C і 17–18 °C кількість живих особин були на 1,1 і 1,8 % більше, порівнюючи з контролем.

Також виявлено, що у IV дослідній групі, порівнюючи до контролю, личинок залишилось на 2,9 % більше. В V дослідній групі, де температура повітря в приміщенні була в межах 19–20 °C, під час перевірки виявлено, що кількість личинок *Chironomus* перевищувала контрольну групу на 6,3 %.

Аналізуючи кількість живих особин у VI і VII дослідних групах було видно, що личинок залишилось більше на 6,6 і 1,1 %, ніж у контрольній групі. За варіанта, де температура повітря була в межах 22–23 °C (VIII дослідна група) личинок було менше на 5,2 %, ніж у контролі.

У IX і X дослідних групах за перевірки кількості живих личинок показник був меншим на 12,3 і 31,3 %, порівнюючи до контролю.

Також, за підрахунку кількості личинок *Chironomus* через 14 діб було встановлено, що в контрольній групі кількість личинок становила 265 особин. Порівнюючи до кількості личинок на 10 добу виявлено, що у контролі загибель особин становила 1,1 %. У I дослідній групі,

порівнюючи до контролю, кількість живих личинок була більшою на 0,7 %.

За перевірки, де температура повітря в приміщенні становила 16–17 °C (II дослідна група), кількість особин була однакова з контрольною групою. У III і IV дослідних групах встановлено, що кількість живих личинок *Chironomus* була більшою на 1,8 та 3,3 %, ніж у контролі.

У V дослідній групі за підрахунками кількості личинок було встановлено, що на 7,3 % було більше живих особин, ніж у контрольній групі.

У VI групі, порівнюючи до контролю, кількість живих личинок була більшою на 6,0 %. У групі, де температура повітря у приміщенні становила 22–23 °C (VIII дослідна група), живих личинок не було виявлено, оскільки основна маса їх перетворилась на комарів і вилетіла, деякі залишились лялечками. У IX і X дослідних групах личинок не було помічено.

Порівнюючи результати досліджень у контрольній групі на 6 добу до 14 доби бачимо, що кількість личинок зменшилась на 3,6 %. У I і II дослідних групах на 14 добу виявлено зменшення кількості особин відносно даних отриманих на 6 та 10 добу, різниця становила 1,4 і 1,1 % та 0,7 і 2,2 %.

У III, IV і V дослідних групах також встановлено зменшення кількості живих личинок на 14 добу відносно даних на 6 і 10 добу. Показники були меншими, відповідно, на 2,8 і 1,1 %, 2,5 і 0,7 % та 1,4 %.

Порівнюючи показники VI та VII дослідних груп бачимо, що кількість личинок через 14 діб зменшується відносно попередніх підрахунків (6 та 10 доба) на 0,7 і 1,7 % та 3,2 і 2,6 %. За високої температури і нестачі Оксигену в поживному середовищі відбувається бродіння, утворюються шкідливі гази, тому в цих групах відмічали значну загибель личинок *Chironomus*.

Виявлено, що середня маса десятих личинок у контрольній групі на 6 добу становить 0,460 г (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Маса личинок залежно від температури повітря, $M \pm m$, $n=4$

Група	Маса 10 личинок на 6 добу після їх заселення, г	Маса 10 личинок на 10 добу після їх заселення, г	Маса 10 личинок на 14 добу після їх заселення, г
Контрольна	$0,460 \pm 0,0013$	$0,728 \pm 0,0011$	$0,997 \pm 0,0015$
I дослідна	$0,462 \pm 0,0021^*$	$0,731 \pm 0,0019^*$	$1,003 \pm 0,0018^*$
II дослідна	$0,467 \pm 0,0026$	$0,739 \pm 0,0022$	$1,014 \pm 0,0018$
III дослідна	$0,469 \pm 0,0016$	$0,744 \pm 0,0019$	$1,016 \pm 0,0022$
IV дослідна	$0,472 \pm 0,0020$	$0,748 \pm 0,0017$	$1,021 \pm 0,0023$
V дослідна	$0,482 \pm 0,0016$	$0,754 \pm 0,0013$	$1,025 \pm 0,0018$
VI дослідна	$0,490 \pm 0,0020$	$0,759 \pm 0,0016$	$1,029 \pm 0,0015$
VII дослідна	$0,496 \pm 0,0024$	$0,764 \pm 0,0026$	утворення лялечки
VIII дослідна	$0,504 \pm 0,0023$	$0,770 \pm 0,0019$	личинки перетворились у комах

Продовження табл. 3.9

IX дослідна	0,510±0,0021	0,775±0,0016	личинки перетворились у комах
X дослідна	0,518±0,0019	0,782±0,0021	личинки перетворились у комах

Примітка: * $p \leq 0,05$.

У I дослідній групі було встановлено, що середня маса особин менша, ніж у контролі на 0,4 %. Різниця була в межах похибки. У II дослідній групі, де температура повітря у приміщенні становила 16–17 °С, маса живих личинок була більшою на 1,5 %, порівнюючи до контролю.

За підрахунку маси у III дослідній групі видно, що порівняно з контролем, вага личинок була більшою на 1,9 %. У IV дослідній групі виявлено, що середня маса 10 особин перевищувала контрольні показники на 2,5 %. У V дослідній групі, де температура повітря приміщення становила 19–20 °С, маса личинок збільшилась на 4,6 %, порівнюючи з контролем.

У VI та VII дослідних групах, де температура була в межах 20–21 °С і 21–22 °С, маса живих личинок *Chironomus* перевищувала на 6,1 і 7,2 % дані контролю.

У VIII дослідній групі маса живих особин виявилась більшою, ніж у контролі на 8,7 %. У IX і X групах, порівняно з контролем, маса тіла була більшою на 9,8 і 11,2 %.

Експериментально встановлено, що найкращі показники середньої маси десятих личинок *Chironomus* були в X дослідній групі, де температура повітря приміщення становила 24–25 °С.

Підрахунок кількості личинок через 10 діб показав, що в контрольній групі середня маса десятих личинок була 0,728 г. Порівнюючи до маси личинок на 6 добу виявлено, що вона підвищилась на 36,8 %.

У I дослідній групі, порівнюючи до контролю, маса личинок була більшою на 0,4 %. У II і III дослідних групах за температури повітря в приміщенні 16–17 °C і 17–18 °C, маса в обох групах перевищувала показник контрольної групи на 1,5 і 2,2 %.

Також виявлено, що в IV дослідній групі середня маса десятих личинок була на 2,7 % більшою, ніж в контрольній групі.

У V дослідній групі, де температура повітря в приміщенні була в межах 19–20 °C, під час перевірки виявлено, що показник маси тіла перевищував дані контролю на 3,4 %.

Аналізуючи середню масу личинок у VI і VII дослідних групах було видно, що показник у VI дослідній групі перевищував контроль на 4,1 %, а у VII групі – на 4,7 %. У VIII дослідній групі маса личинок *Chironomus* була більшою на 5,4 %, ніж у контролі.

У IX і X дослідних групах показники маси живих личинок були більшими на 6,1 і 6,9 %, порівнюючи до контролю.

За зважування личинок через 14 діб було встановлено, що в контрольній групі середня маса десяти личинок становила 0,997 г. Порівнюючи до маси личинок на 10 добу виявлено, що маса зросла на 27,0 %. У I дослідній групі, порівнюючи до контролю, маса личинок була більшою на 0,6 %.

За перевірки маси личинок *Chironomus*, де температура повітря приміщення була 16–17 °C (II дослідна група), показник перевищував контроль на 1,3 %. У III і IV дослідних групах встановлено, що середня маса десятих личинок в обох групах була більшою на 1,9 та 2,3 %, ніж в контролі. У V дослідній групі було встановлено, що середня маса личинок *Chironomus* на 2,7 % перевищувала контроль.

У VI дослідній групі маса особин була більшою, ніж у контролі на 3,1 %. У VII дослідній групі зважування личинок не було проведено, оскільки їх більшість перетворилась у лялечки. У VIII, IX і X дослідних групах завдяки тому, що була висока температура повітря у приміщенні, відбувся вильот комарів.

Порівнюючи результати досліджень у контрольній групі на 14 добу до 6 доби бачимо, що маса зросла на 53,9 %. У I і II дослідних групах на 14 добу виявлено більшу живу масу відносно даних, отриманих на 6 та 10 добу. Різниця становила 36,8 і 27,1 % та 36,8 і 26,8 %.

У III, IV і V дослідних групах також виявлено збільшення живої маси личинок на 14 добу відносно даних на 6 і 10 добу. Середня маса десятих личинок зросла на 37,0 і 26,8 %, 36,9 і 26,7 % та 36,1 і 26,4 %.

У VI дослідній групі також показник маси зростав на 35,4 і 26,2 %. У VII дослідній групі показник зростає на 10 добу, порівнюючи з 6 добою на 35,1 %. У VIII, IX і X дослідних групах також виявлено, що показник збільшився відносно даних, отриманих на 10 добу до 6 доби на 34,5; 34,2 і 33,7 %.

Встановлено, що із збільшенням температури повітря поживне середовище краще прогрівається, ріст і розвиток личинок прискорюється, тому відповідно збільшується їх маса.

Також було виявлено, що за високої температури приміщення відбувається прискорення вильоту комах і утворюються шкідливі гази у поживному середовищі, які згубно діють на личинок *Chironomus*.

3.2 Дослідження хімічного складу біомаси личинок *Chironomus*

Мінеральні речовини входять до складу біомаси личинок як структурний матеріал, а також беруть участь у метаболічних процесах, створюють умови для функціонування ензимів, вітамінів та гормонів.

У результаті досліджень встановлено, що суха біомаса личинок *Chironomus*, яких вирощували на поживному середовищі із вмістом дріжджованого шроту насіння соняшнику, багата на ряд макроелементів (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Уміст макроелементів у сухій біомасі личинок *Chironomus*, $M \pm m$, (n=5)

Показник	Середній результат досліджень, %
NH ₄ (амоній)	0,22 ± 0,320
K (калій)	0,76 ± 0,040
Na (натрій)	0,86 ± 0,050
Mg (магній)	0,38 ± 0,030
Ca (кальцій)	1,56 ± 0,320
S (сульфур)	0,24 ± 0,050
P (фосфор)	0,005*

*- в межах нижньої межі чутливості приладу.

Експериментально встановлено, що у сухій біомасі личинок *Chironomus*, серед мінеральних елементів найбільше виявлено Кальцію – 1,56 % від сухої речовини. Також личинки є цінним джерелом Натрію, який становив 0,86 % від сухої речовини. Порівнюючи до вмісту Кальцію, елемента у біомасі личинки *Chironomus* було менше на 45,1 %. За кількісним показником Натрій посідав друге місце серед досліджуваних елементів.

На 10,7 % виявлено менше Калію відносно Натрію. Порівнюючи до Кальцію, Калію було менше у біомасі личинок *Chironomus* у 2,04 рази. Визначено, що біомаса личинок є задовільним джерелом Калію у складі раціонів для тварин зокрема і для риби.

У чотири рази менше, порівняно із Кальцієм, було виявлено Магнію у біомасі личинок *Chironomus* (рис. 3.4).

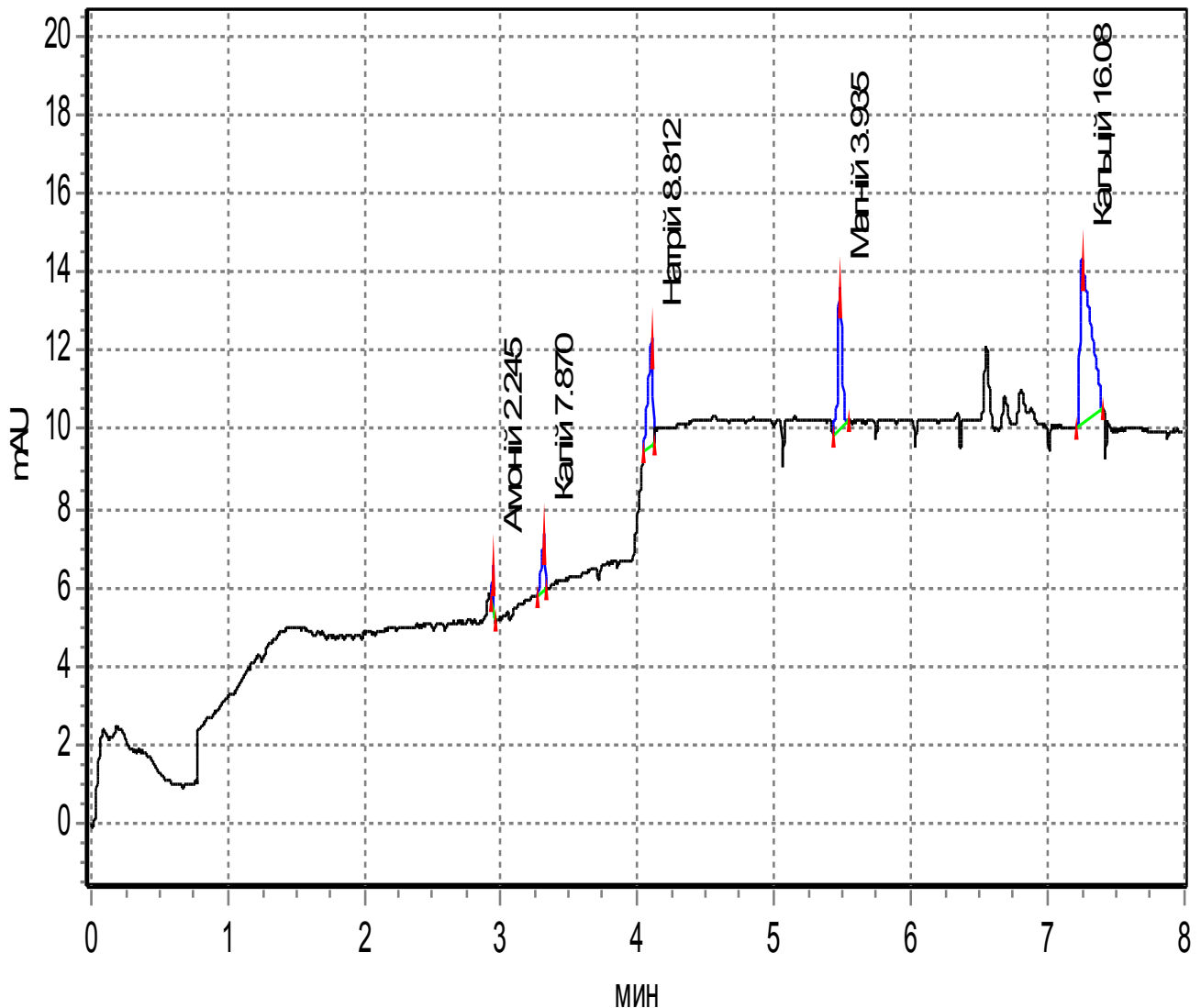


Рис.3.4. Електрофореграма результатів дослідження.

Експериментально встановлено, що вміст Сульфуру у біомасі личинок становить 0,24 % від сухої речовини, порівнюючи до Кальцію, елемента було менше у 6,6 рази. За концентрацією Сульфур є проміжним елементом між Амонієм та Магнієм (рис. 3.5).

Також дослідження показали, що Амонію було менше, ніж попередніх елементів, його кількість становила 0,22 % від сухої речовини, за кількісним показником він посідає шосте місце. Порівнюючи до Кальцію, елемента було менше у 7,2 рази (рис. 3.5).

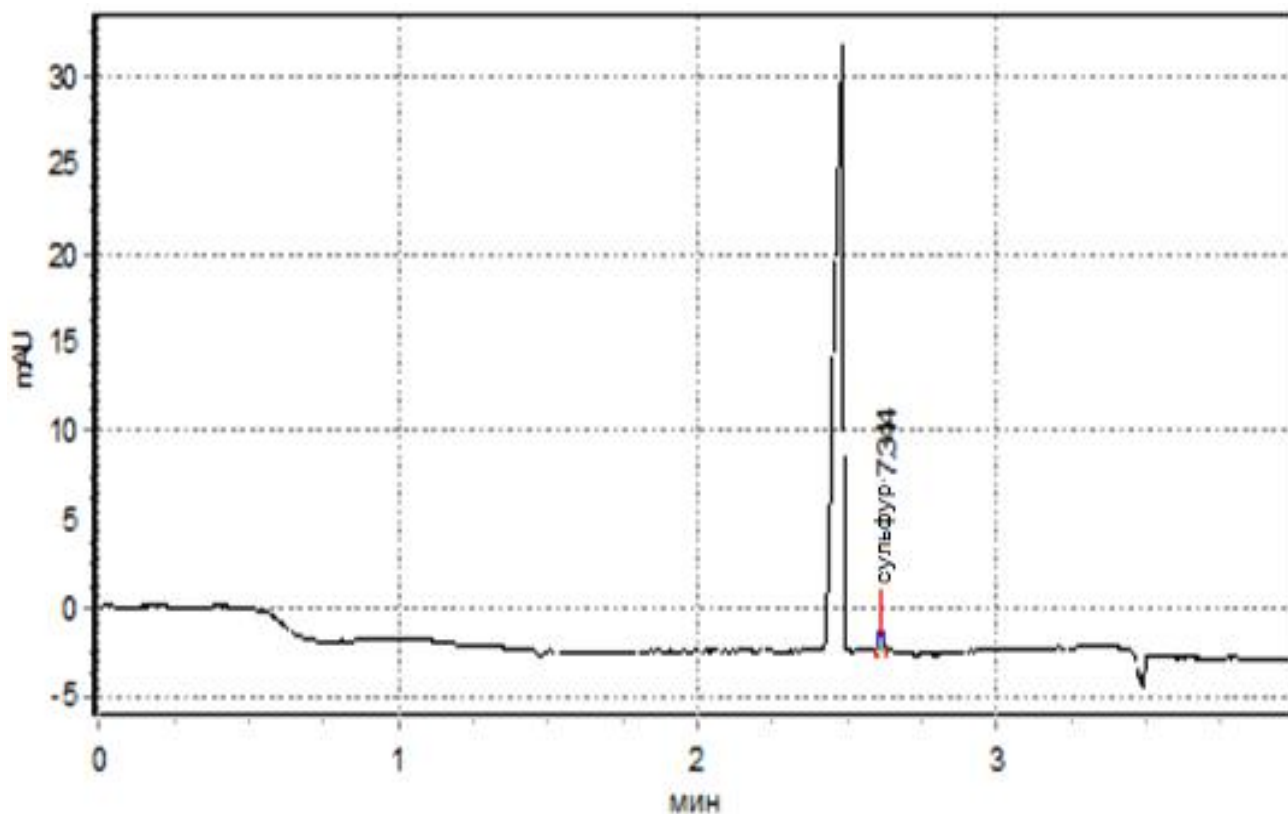


Рис.3.5. Електрофореграма результатів динаміки росту і спаду мікроелементів.

Із електрофореграми видно, що показник Фосфору в сухій біомасі личинок *Chironomus* піку не показав, але був у межах 0,005 %. Даного елемента виявлено найменше у біомасі личинок *Chironomus*.

Суха біомаса личинок *Chironomus*, яку отримали в умовах біокомплексу на поживному середовищі із вмістом дріжджованої маси шроту насіння соняшнику, містить значну кількість макроелементів: Калію, Натрію, Магнію, Кальцію та Сульфуру.

Найбільше у біомасі личинок *Chironomus* виявлено Кальцію – 1,56 % від сухої речовини.

Включаючи біомасу личинок до складу комбікормів для риби, можливо їх балансувати за макро- і мікроелементами.

Експериментально встановлено, що у сухій біомасі личинок *Chironomus* вміст лейцину та ізолейцину був на рівні 30,6 г/кг. Також

виявлено, що вміст лізину був менший, порівняно із згаданими вище амінокислотами, різниця становила 28,4 % (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Вміст амінокислот в сухій біомасі личинок *Chironomus*, г/кг сухої речовини, $M \pm m$, $n=5$

Амінокислота	Вміст, г/кг
Аргінін (arg)	12,3 $\pm$ 1,04
Лізін (lys)	21,9 $\pm$ 1,64
Тирозин (tyr)	11,9 $\pm$ 1,22
Фенілаланін (phe)	11,7 $\pm$ 0,63
Гістидин (his)	6,1 $\pm$ 1,51
Лейцин + ізолейцин (Leu, ile)	30,6 $\pm$ 2,16
Метіонін (met)	7,3 $\pm$ 1,22
Валін (val)	15,2 $\pm$ 1,41
Пролін (pro)	19,4 $\pm$ 1,38
Треонін (thr)	16,3 $\pm$ 1,24
Серін (ser)	12,5 $\pm$ 1,81
Аланін (ala)	20,0 $\pm$ 0,83
Гліцин (gly)	13,3 $\pm$ 1,84

Встановлено, що вміст аланіну в сухій біомасі личинок *Chironomus* становив 20,0 г/кг сухої речовини, що на 8,7 % менше, порівнюючи до лізину.

Також виявлено, що у досліджуваній сухій речовині вміст проліну був на рівні 19,4 г/кг, що на 11,4 % менше порівнюючи із вмістом лізину.

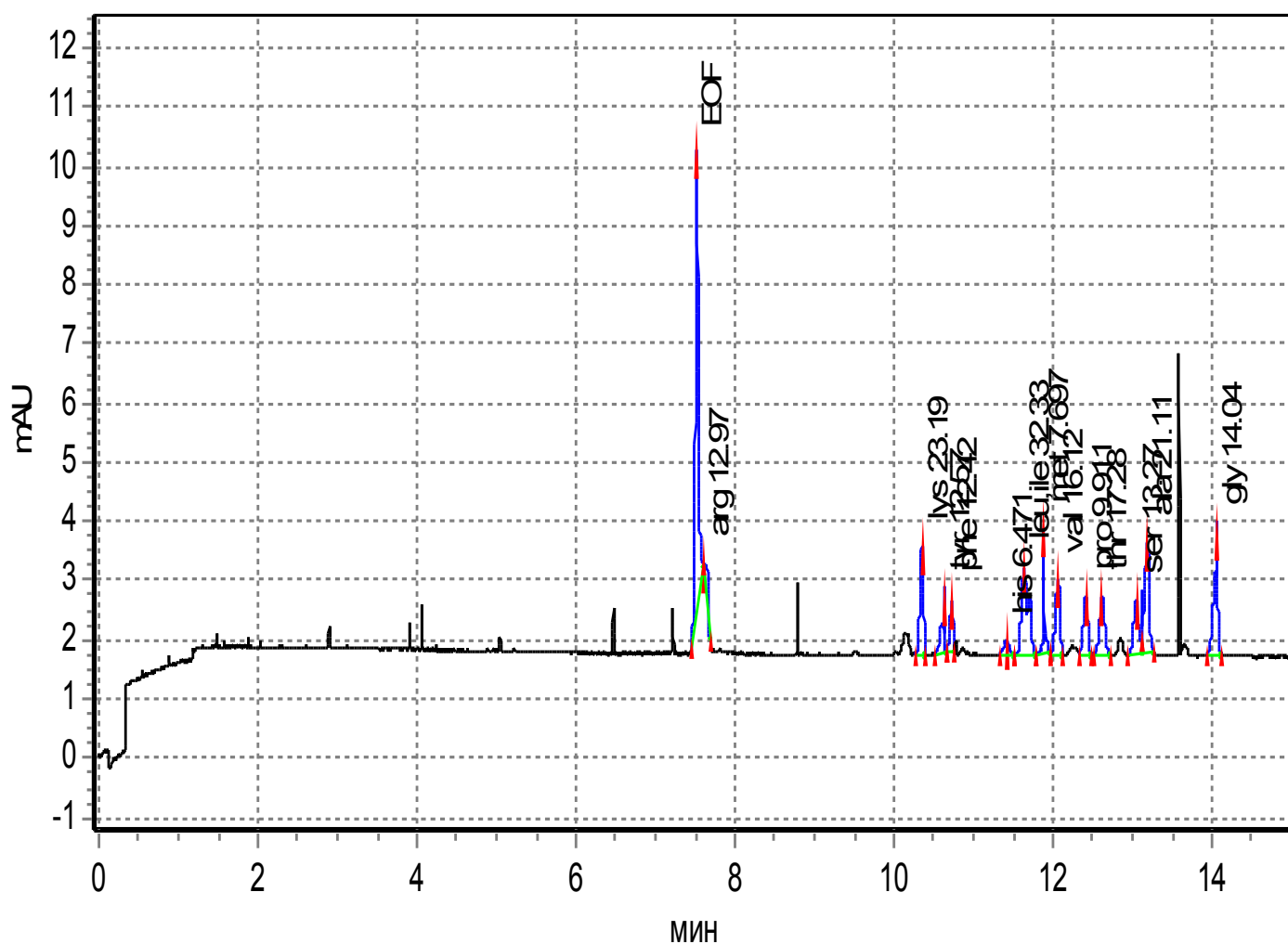


Рис.3.6. Електрофореграма результатів динаміки вмісту амінокислот.

У сухій біомасі личинок *Chironomus* виявлено значну кількість треоніну. Вміст цієї амінокислоти становив 16,3 г/кг сухої речовини, що на 25,6 % менше, порівнюючи до лізину. Встановлено, що біомаса личинок також багата на валін, порівнюючи з лізином, вміст цієї амінокислоти був менший на 30,6 %.

Виявлено, що суха біомаса личинок *Chironomus* також містить значну кількість замінної амінокислоти гліцину. Різниця із лізином становила 39,3 %. Вміст серину у біомасі личинок *Chironomus* становить 37,1 % від вмісту лізину.

Встановлено, що вміст аргініну був на рівні 12,3 г/кг сухої речовини, що на 43,8 % менше, ніж лізину. Також виявлено, що в біомасі є незначна кількість таких амінокислот як тирозин і фенілаланін. Порівнюючи до лізину, вміст цих амінокислот був меншим відповідно на 45,7 і 46,6 %.

Як видно із електрофореграми (рис. 3.6), найменше в сухій біомасі личинок *Chironomus* виявлено метіоніну і гістидину. Вміст цих амінокислот становив 7,3 та 6,1 г/кг сухої речовини. Відносно лізину вміст метіоніну та гістидину був меншим у 3 та 3,6 рази.

Отже, суха біомаса личинок *Chironomus*, яку отримали в умовах біокомплексу на поживному середовищі із вмістом дріжджованої маси шроту насіння соняшнику, містить значну кількість амінокислот – аргінін, лізин, тирозин, фенілаланін, лейцин, ізолейцин, валін, пролін, треонін, серін, аланін та гліцин. У меншій кількості міститься у біомасі личинок *Chironomus* метіоніну та гістидину.

3.3 Встановлення ефективності використання біомаси личинок *Chironomus* у складі комбікормів для мальків коропа

Одним із основних чинників, що характеризує ріст і розвиток риби, є витрата кормів. Зниження витрат корму на кожну рибу за їх стандартної живої маси навіть на декілька відсотків приводить до значного заощадження ресурсів і підвищення рентабельності виробництва в цілому.

Витрати комбікормів із вмістом біомаси личинок *Chironomus* є одним із важливих критеріїв, які характеризують ефективність застосування добавки у годівлі риби (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

Витрати корму на 1 кг приросту живої маси

Показник	Група				
	контрольна	дослідна			
		I	II	III	IV
Витрати комбікорму за період вирощування по групах, кг	6,636	6,641	6,654	6,670	6,695
Кількість витраченої біомаси личинок <i>Chironomus</i> , г	-	16,8	34,2	52,6	70,5
Витрати комбікорму на 1 кг приросту, кг	1,37	1,36	1,34	1,33	1,34
До контролю, %	-	99,2	97,8	97,1	97,8

За період дослідження корму у I дослідній групі було більше на 0,07 %, ніж в контрольній, у II дослідній – на 0,3 %, порівнюючи з контролем. У III і IV дослідних групах, відповідно, на 0,5 і 0,9 % більше, ніж в контролі.

Як видно з наведених даних, найменші витрати комбікорму на 1 кг приросту живої маси спостерігаються у III дослідній групі, цей показник був меншим, ніж в контролі, на 2,9 %.

Витрати корму на 1 кг приросту в I, II та IV дослідних групах були також меншими, порівняно з контролем, відповідно, на 0,7 і 2,2 %.

Отже, на основі проведених досліджень встановлено, що під час згодовування риби комбікорму із вмістом 0,75 % біомаси личинок *Chironomus*, затрати комбікорму зменшуються майже на три відсотки.

На початку дослідів жива маса риби контрольної та дослідних груп була майже однакова (13,8–14,1 г), відхилення від середнього арифметичного значення не перевищувало 5,0 % (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Жива маса риби, г, $M \pm m$, $n=100$

Доба експерименту	Група				
	контрольна	дослідна			
		I	II	III	IV
1-а	13,8 $\pm$ 0,21	14,1 $\pm$ 0,19	13,9 $\pm$ 0,20	13,8 $\pm$ 0,20	14,0 $\pm$ 0,20
30-а	23,0 $\pm$ 0,16	23,2 $\pm$ 0,15	24,7 $\pm$ 0,17**	26,1 $\pm$ 0,19**	25,9 $\pm$ 0,18**
60-а	48,3 $\pm$ 0,16	48,9 $\pm$ 0,11*	49,7 $\pm$ 0,18**	50,1 $\pm$ 0,21**	49,9 $\pm$ 0,13**

Примітка: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

У контрольній групі на початок експерименту середня жива маса становила 13,8 г. За перевірки через 30 діб було встановлено, що маса риби збільшилась до 23,0 г. Збільшення маси тіла становило 66,7 %.

У I дослідній групі на 30 добу, де комбікорм містив 0,25 % від маси біомаси личинок *Chironomus*, жива маса риби збільшилась на 0,9 %, порівнюючи до контролю.

Згодовування риби у складі комбікорму 0,5 % біомаси личинок *Chironomus* сприяло підвищенню її ваги на 7,4 % ($p \leq 0,01$), порівняно із контролем.

У III дослідній групі через 30 діб жива маса підвищилась на 13,5 %, порівняно з контролем. У IV дослідній групі, де до складу комбікорму вводили біомасу личинок *Chironomus* – 1,0 %, показник живої маси підвищився на 12,6 %, порівнюючи до контролю.

Експериментально встановлено, що за перевірки показників живої маси риби через 30 діб найкращі показники були в III і IV дослідних групах.

У результаті зважування риби через 60 діб було встановлено, що середня жива маса риби у контрольній групі становила 48,3 г, порівнюючи цей показник до 30 доби, маса риби збільшилась в 2,1 рази. У I дослідній групі показник живої маси, порівняно з контролем, збільшився на 1,2 %. За період вирощування в II дослідній групі жива маса риби перевищувала даний показник у контролі на 2,9 %.

У III дослідній групі, де комбікорм містив 0,75 % біомаси личинок *Chironomus*, жива маса риби збільшилась на 3,7 %, порівняно з контролем. Також встановлено, що в IV дослідній групі жива маса риби була більшою на 3,3 %, відносно показників контролю.

Порівнюючи показники одержані на 60 добу, бачимо, що середня жива маса в I і II дослідних групах збільшилась, порівнюючи із даними одержаними на 30 добу – у 2,1 та 2,01 рази. У III і IV дослідних групах різниця між показниками зважування становила, відповідно, у 1,92 та 1,93 рази.

Порівнюючи показники перевірки через 60 діб і показники живої маси риби на початок експерименту в контрольній групі виявлено, що середня вага риби за дослідний період вирощування збільшилась в 3,5 рази. У I дослідній групі жива маса риби на кінець експерименту збільшилась в 3,5 рази. У II дослідній групі показник на 60 добу

перевищував в 3,60 рази початкові дані. За зважування риби в III дослідній групі на кінець експерименту маса збільшилась в 3,63 рази. У IV дослідній групі середня маса риби також збільшилась у 3,60 рази.

Доведено, що по завершенню експерименту середня жива маса риби була вищою у всіх дослідних групах, порівняно з контрольною. Додавання до комбікорму біомаси личинок *Chironomus* на рівні 0,75 і 1,0 % в III і IV дослідних групах сприяло найбільшому зростанню маси риби. Але за використання 1,0 % біомаси личинок *Chironomus* зменшується вміст сухої речовини у комбікормі, що може бути причиною зниження маси риби, порівнюючи із тою, яка споживала корм із вмістом досліджуваної добавки 0,75 %.

Відносно живої маси спостерігалися зміни в абсолютних приростах риби. Вага контрольної групи на кінець досліді була меншою, ніж у дослідних групах (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Абсолютні прирости риби, г, $M \pm m$, $n=100$

Доба	Група				
	контрольна	дослідна			
		I	II	III	IV
30-та	9,2 $\pm$ 0,16	9,1 $\pm$ 0,20	10,8 $\pm$ 0,18	12,3 $\pm$ 0,15	11,9 $\pm$ 0,12
60-та	25,3 $\pm$ 0,12	25,7 $\pm$ 0,22	25,0 $\pm$ 0,20	24,0 $\pm$ 0,18	24,0 $\pm$ 0,19
За весь дослід	34,5 $\pm$ 0,22	34,8 $\pm$ 0,21	35,8 $\pm$ 0,23	36,3 $\pm$ 0,21	35,9 $\pm$ 0,22

На 30 добу вирощування риба в II, III та IV дослідних групах за показниками абсолютного приросту перевищувала аналогів контрольної

групи, відповідно, на 17,4; 33,6 та 29,3 %; або на 1,6; 3,1 та 2,7 г. У I дослідній групі абсолютний приріст був на 0,1 г або 1,1 % меншим, ніж у контролі.

На 60 добу досліджень виявлено, що абсолютний приріст риби у I дослідній групі перевищував контрольну групу на 1,6 %. У II, III та IV дослідних групах показник був нижчим, ніж у риби контрольної групи на 1,2 та 5,1 % в обох групах.

Загалом, за весь період вирощування найбільший абсолютний приріст встановлено у риби III дослідної групи, до комбікорму якої вводили 0,75 % біомаси личинок *Chironomus*.

Подібна закономірність спостерігалась у риби щодо середньодобових приростів живої маси. Встановлено, що згодовування біомаси личинок *Chironomus* приводить до вірогідного підвищення середньодобових приростів (табл. 3.15).

Таблиця 3.15

Середньодобові прирости риби, г, $M \pm m$, $n=100$

Період, дів	Група				
	контрольна	дослідна			
		I	II	III	IV
1–30	0,30 $\pm$ 0,220	0,30 $\pm$ 0,221	0,36 $\pm$ 0,213	0,41 $\pm$ 0,230	0,0,39 $\pm$ 0,230
30–60	0,84 $\pm$ 0,132	0,85 $\pm$ 0,231	0,83 $\pm$ 0,250	0,80 $\pm$ 0,180	0,80 $\pm$ 0,192
За весь період дослідду	0,57 $\pm$ 0,230	0,58 $\pm$ 0,240	0,59 $\pm$ 0,271	0,60 $\pm$ 0,220	0,60 $\pm$ 0,211

За згодовування рибі 0,25 % біомаси личинок *Chironomus* у I дослідній групі у період вирощування з 1-ї до 30-ї доби середньодобові прирости були однакові із контрольною групою. У II, III та IV дослідних групах середньодобові прирости перевищували контрольну, відповідно, на 20,0; 36,6 і 30,0 %, або на 0,06; 0,11 та 0,09 г.

По завершенню другого місяця вирощування, в I дослідній групі показник середньодобового приросту був більшим на 1,2 %, порівнюючи до контролю. У II дослідній групі показник середньодобового приросту був меншим ніж у контрольній групі на 1,2 %. У III та IV дослідних групах середньодобові прирости були однакові і меншими за контрольну групу на 0,04 г, або 4,7 %.

Таким чином, найбільші середньодобові прирости за весь період досліду, за згодовування комбікорму з додаванням біомаси личинки *Chironomus*, були в III та IV дослідних групах, прирости в обох групах переважали контроль на 5,3 %.

3.3.1 Приріст маси тіла риби за дії біомаси личинок *Chironomus*

Проведено дослідження щодо встановлення індексів будови тіла у риби. За основу взято проміри частин тіла риб, за якими разом із живою масою розраховували індекси будови тіла риби.

Взяття промірів проводили на початку і в кінці експерименту за допомогою мірної стрічки та пристрою для вимірювання риби, який складається з дошки для вимірювання і трикутника.

Результати промірів на початок експерименту були майже однакові у всіх групах (табл. 3.16).

Таблиця 3.16

Основні проміри тіла риб, см, $M \pm m$, $n=4$

Проміри тіла	Група									
	контрольна		I дослідна		II дослідна		III дослідна		IV дослідна	
	початок експерименту	кінець експерименту	початок експерименту	кінець експерименту	початок експерименту	кінець експерименту	початок експерименту	кінець експерименту	початок експерименту	кінець експерименту
Загальна довжина, L	9,69± 0,162	13,79± 0,180	9,71± 0,140	13,65± 0,271	9,71± 0,220	13,67± 0,250	9,69± 0,241	14,74± 0,300	9,73± 0,180	14,21± 0,270
Мала довжина, l	7,38± 0,081	9,89± 0,880	7,39± 0,080	9,93± 0,150	7,54± 0,101	10,24± 0,130	7,51± 0,111	10,43± 0,160	7,48± 0,091	10,39± 0,151
Довжина голови, С	1,47± 0,101	2,15± 0,073	1,48± 0,070	2,15± 0,121	1,51± 0,121	2,21± 0,120	1,50± 0,123	2,50± 0,131	1,48± 0,080	2,28± 0,110
Висота тіла найбільша, Н	3,46± 0,140	5,30± 0,150	3,44± 0,104	5,30± 0,111	3,50± 0,110	5,35± 0,153	3,51± 0,080	5,72± 0,130	3,48± 0,122	5,61± 0,131
Обхват тіла, О	8,47± 0,240	13,91± 0,401	8,48± 0,230	13,98± 0,320	8,48± 0,290	14,92± 0,380	8,45± 0,231	16,51± 0,370	8,38± 0,212	14,92± 0,340
Найбільша товщина тіла, m	1,30± 0,880	3,31± 0,092	1,25± 0,053	3,31± 0,120	1,29± 0,073	3,46± 0,091	1,32± 0,091	3,78± 0,110	1,28± 0,080	3,70± 0,080

У контрольній групі середня загальна довжина риби збільшилась на 42,3 % і становила 13,79 см. У I дослідній групі встановлено, що показник загальної довжини був меншим на 1,0 % порівняно із контролем.

У II дослідній групі, порівняно з контролем, проміри загальної довжини тіла також були менші, ніж в контрольній групі, на 0,9 %. У III і IV дослідних групах загальна довжина тіла у риби перевищувала контрольну групу на 6,9 і 3,0 %.

За взяття промірів малої довжини тіла було видно, що у контрольній групі через 60 діб після закінчення експерименту показник збільшився на 34,0 % і становив 9,89 см. У I і II дослідних групах, відповідно порівнюючи до контролю, показник збільшився на 0,4 і 3,5 %. У III дослідній групі мала довжина тіла збільшилась на 5,5 %, порівняно з контролем. Також у IV дослідній групі показник малої довжини тіла на 5,1 % був більшим, ніж в контролі.

У контрольній групі показник довжини голови збільшився на кінець експерименту на 46,3 % і становив 2,15 см. У I дослідній групі цей показник був на рівні з контролем. Встановлено, що у II дослідній групі промір збільшився на 2,8 % відносно контролю. Також виявлено, що в III дослідній групі проміри довжини голови були вищими, ніж в контролі, на 16,3 %. У IV дослідній групі цей показник збільшився на 6,0 % відносно даних контролю.

Встановлено, що висота тіла у контрольній групі на кінець дослідження становила 5,30 см, показник збільшився на 53,2 % від початку експерименту. У I дослідній групі проміри висоти тіла були на рівні з контролем. Виявлено, що в II і III дослідних групах досліджувані показники збільшились на 0,9 і 7,9 % відносно контролю. У IV дослідній групі цей показник збільшився на 5,8 %, порівняно з контрольною групою.

Обхват тіла риби в контрольній групі протягом дослідження збільшився на 64,2 % і становив 13,91 см. У I і II дослідних групах показник промірів збільшився на 0,5 і 7,2 %, порівняно із контролем. У III дослідній групі

дані були більшими на 18,7 %, порівняно з контролем. Також встановлено, що в IV дослідній групі цей показник збільшився на 7,3 %, ніж у контрольній групі.

Показник проміру найбільшої товщини тіла риби у контрольній групі становив 3,31 см. У I дослідній групі цей показник був на рівні з контролем. У II дослідній групі виявлено, що показник збільшився на 4,5 %, порівняно з контролем. Також встановлено, що в III і IV дослідних групах показник промірів найбільшої товщини тіла збільшився на 14,2 і 11,8 %, порівняно з контрольною групою.

Порівнюючи показники загальної довжини між групами, встановлено, що найкращий показник був у III групі, він становив 14,74 см. У I і II дослідних групах, порівнюючи до III групи, загальна довжина тіла була меншою на 7,4 та 7,8 %. IV дослідна група мала менший показник відносно III дослідної групи, різниця становила 3,6 %.

Встановлено, що за взяття промірів малої довжини тіла видно, що у III дослідній групі були найвищі показники, і становили 10,43 см. У I і II дослідних групах, відповідно, порівнюючи до III дослідної групи, показники були менші на 4,8 і 1,8 %. У IV дослідній групі показник малої довжини тіла був меншим лише на 0,4 %, ніж у III дослідній групі.

У III дослідній групі середній показник довжини голови становив 2,50 см. У II дослідній групі промір був меншим на 11,6 % відносно III дослідної групи. Виявлено, що в IV дослідній групі показник довжини голови був на 8,8 % меншим, порівнюючи до III дослідної групи.

Встановлено, що висота тіла у III дослідній групі на кінець досліду становила 5,72 см. Виявлено, що в II і IV дослідних групах досліджуваний показник був меншим, ніж в III дослідній групі, різниця становила 6,5 і 1,9 %.

Обхват тіла риби в III дослідній групі був найбільшим. У I дослідній групі показник був меншим на 15,3 % відносно III дослідної групи. В II і IV дослідних групах показник промірів був на одному рівні.

Показник проміру найбільшої товщини тіла риби у III дослідній групі становив 3,78 см. У контрольній і I дослідній групах цей показник був на одному рівні. Різниця між III дослідною групою становила 12,4 %. У II дослідній групі виявлено, що показник був меншим на 8,5 %, порівнюючи з III дослідною групою. Також встановлено, що в IV дослідній групі показник проміру найбільшої товщини тіла був майже на одному рівні із III дослідною групою, різниця становила 2,1 %.

За підрахунками індексів будови тіла видно, що найкращі показники були в III і IV дослідних групах, вони відповідали найвищим нормам для малька коропа.

3.3.2. Біохімічні показники у печінці мальків коропа

Для визначення показників білкового обміну досліджували у печінці активність ензимів, а саме: аланінамінотрансферази, аспартатамінотрансферази та лужної фосфати.

Аспарагін- та аланінтрансферази (АсАт) (АлАТ) переносять аміногрупи від аспарагінової кислоти та аланіну на альфакетоглутарову кислоту. АсАТ знаходиться в цитоплазмі й мітохондріях багатьох клітин, печінки, серця, скелетних м'язів, нирок, підшлункової залози та в еритроцитах. Активність цього ензиму в сироватці крові пропорційна ступеню ушкодження тканини. Аланінамінотрансфераза синтезується внутрішньоклітинно, в організмі її незначна кількість, бере активну участь в обміні і синтезі різних амінокислот [28, 29, 43].

Лужна фосфатаза характеризує стан фосфорно-кальцієвого обміну. Вона локалізується у плазматичній мембрані епітелію жовчовивідних шляхів і гепатоцитів. Також є цинковмісним металопротеїном, бере участь у мінеральному обміні [30].

Під час дослідження білкового обміну у печінці риб за згодовування біомаси личинок *Chironomus* було виявлено, що значне підвищення

продуктивності приростів риби у III дослідній групі супроводжується зростанням вмісту загального білка в печінці риби, показник був вищим, ніж в контролі на 19,2 %. У I дослідній групі за згодовування 0,25 % біомаси личинок *Chironomus*, вміст білка в печінці риби збільшився лише на 0,8 %, порівняно з контролем. Також встановлено, що в II дослідній групі показник вмісту білка підвищився на 4,1 % відносно контролю. У IV дослідній групі за згодовування 1,0 % біомаси личинок *Chironomus* вміст загального білка у печінці підвищується на 16,1 %, порівняно з контролем.

Встановлено, що у риби III дослідної групи активність аспартатамінотрансферази була вищою, ніж у контролі на 17,2 %. Активність АсАТ у печінці I і II дослідних груп відносно контролю збільшилась на 1,9 і 5,5 %. У IV дослідній групі активність АсАТ у печінці риби збільшилась на 12,0 % порівнюючи з контролем (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

Показники білкового обміну та активності лужної фосфатази у печінці риби, $M \pm m$, $n=4$

Показник	Група				
	контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна	IV дослідна
Вміст загального білка, мг/г	23,5 $\pm$ 1,07	23,7 $\pm$ 2,16	24,5 $\pm$ 1,97	29,1 $\pm$ 1,83***	28,0 $\pm$ 1,54***
Активність АсАт, мкмоль/г/год	15,4 $\pm$ 0,38	15,7 $\pm$ 0,64	16,3 $\pm$ 0,18	18,6 $\pm$ 0,85*	17,5 $\pm$ 0,20**
Активність АлАт, мкмоль/г/год	9,3 $\pm$ 0,16	9,8 $\pm$ 0,07*	10,9 $\pm$ 0,16**	11,9 $\pm$ 0,06***	11,1 $\pm$ 0,09***

Продовження табл. 3.17

Активність лужної фосфатази, мкмоль/г/с	5,5±0,38	4,6±0,47	4,5±0,51	4,7± 0,36	4,7± 0,34
--	----------	----------	----------	--------------	--------------

Примітка: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

Встановлено, що активність аланінамінотрансферази у III дослідній групі була найвища, порівнюючи до контролю, вона підвищилась на 21,8 %. У I дослідній групі активність АлАТ була вищою на 5,1 % відносно показника у контрольній групі. За перевірки активності АлАТ у II дослідній групі встановлено, що дані були вищими на 14,6 %, порівняно з контролем. У IV дослідній групі активність АлАТ у печінці риби перевищувала показники контролю на 16,2 %.

Згодовування дослідним групам мальків коропа комбікорму із вмістом біомаси личинок *Chironomus*, вирощених за удосконаленою біотехнологією, не супроводжувалось вірогідними змінами активності лужної фосфатази у печінці риби.

Відсутність вірогідних змін щодо активності лужної фосфатази у печінці риби із дослідних груп є підтвердженням того, що згодовування біомаси личинок *Chironomus* у складі кормів не справляє негативного впливу на обмін фосфору в організмі мальків коропа.

Для вивчення показників білкового обміну та антиоксидантного статусу у риби досліджували у її печінці вміст сечовини, сечової кислоти, креатиніну та активність каталази.

Сечовина утворюється в печінці як продукт дезамінування амінокислот. Підвищення концентрації сечовини проявляється внаслідок порушення функції нирок, шоку, підвищення катаболізму білка, гострих або хронічних інтерстиціальних захворювань нирок. Зниження концентрації сечовини спричинює дуже низький вміст білка з високим

вмістом вуглеводів, що призводить до важких захворювань печінки [31, 48].

Порівнюючи вміст сечовини у контрольній і дослідних групах не було виявлено вірогідної різниці. У риби із контрольної групи вміст сечовини у печінці становив 7,3 ммоль/г (табл. 3.18).

Таблиця 3.18

Біохімічні показники печінки риби, $M \pm m$, $n=4$

Показник	Група				
	контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна	IV дослідна
Сечовина, ммоль/г	7,3 $\pm$ 0,41	7,0 $\pm$ 0,33	6,8 $\pm$ 0,23	6,5 $\pm$ 0,37	6,7 $\pm$ 0,25
Сечова кислота, мкмоль/г	1,51 $\pm$ 0,215	1,46 $\pm$ 0,287	1,42 $\pm$ 0,091	1,37 $\pm$ 0,196	1,33 $\pm$ 0,148
Креатинін, мкмоль/г	38,7 $\pm$ 0,25	38,4 $\pm$ 0,37	37,5 $\pm$ 0,18	37,1 $\pm$ 0,24	36,7 $\pm$ 0,18
Каталаза, мкат/г	19,7 $\pm$ 1,37	19,0 $\pm$ 0,85	18,7 $\pm$ 0,97	18,4 $\pm$ 1,76	17,9 $\pm$ 1,62

За згодовування комбікорму із вмістом 0,25 % біомаси личинок *Chironomus* у печінці риби вміст сечовини різнився із контролем на 4,1 %. У печінці риби із II і IV дослідних груп досліджуваний показник був меншим, ніж у контролі, відповідно, на 6,8 та 8,2 %. Різниця не мала вірогідного прояву. Найнижчий вміст сечовини був у печінці риби із III дослідної групи. Показник був меншим, ніж у контролі на 10,9 %.

Сечова кислота є продуктом обміну пуринових основ, що входять до складу нуклеопротейдів. Утворюється під час розпаду нуклеїнових кислот організму та з продуктів, які споживаються. У позаклітинній рідині вона наявна у вигляді солей натрію в концентрації, близької до насичення, тому можлива кристалізація уратів. Сечова кислота, що виводиться з сечею, відображає надходження пуринів з їжею і розпад ендогенних пуринових нуклеотидів. Підвищений рівень може бути пов'язаний з різними захворюваннями: подагрою, лейкемією, синдромом Леша-Ніхена, хворобою Вільсона-Коновалова, цистинозом, вірусним гепатитом. Зниження рівня сечової кислоти може спричинити дефіцит фолієвої кислоти, ксантинурию, свинцеву інтоксикацію [32].

Встановлено, що у риби IV дослідної групи вміст сечової кислоти був меншим, ніж у контролі на 11,9 %. У I і II дослідних групах відносно контролю сечова кислота також була менша на 3,3 і 5,9 %. У III дослідній групі вміст сечової кислоти у печінці риби поступався показнику контролю. Вірогідної різниці у всіх дослідних груп не спостерігалось.

Креатинін є кінцевим продуктом розпаду креатину (фосфокреатину). Креатин утворюється у м'язах, залежить від м'язової маси, бере участь в обміні м'язової та інших тканин. Вільно фільтрується через клубочковий апарат нирок. При захворюванні нирок рівень креатиніну в плазмі може бути чутливішим до зміни функції клубочків, ніж кліренс креатиніну. На рівень креатиніну впливає склад корму [33].

У печінці риб за згодовування личинок *Chironomus* встановлено, що найменший вміст креатиніну був у IV дослідній групі. Показник був меншим, ніж в контролі на 5,1 %. У I дослідній групі за згодовування 0,25 % біомаси личинок *Chironomus*, вміст креатиніну в печінці риби був меншим, ніж в контролі на 0,8 %. Встановлено, що в II дослідній групі показник вмісту креатиніну був меншим на 3,1 % відносно контролю. У III дослідній групі досліджуваний показник поступався даним контролю на 4,1 %.

Каталаза – оксидоредуктаза, належить до гемінових ензимів, до складу яких входить Ферум. Каталаза є ензимом, що розкладає перекис водню, утворюваний у процесі біологічного окиснення, на воду та молекулярний Оксиген. Локалізується в особливих органоїдах клітини (пероксисомах і мікротільцях) [50].

Активність каталази була найменша у IV дослідній групі. Показник був меншим ніж в контролі на 9,1 %.

Експериментально встановлено, що за різних доз згодовування біомаси личинок *Chironomus* активність каталази не перевищує контроль. Так, у I, II і III дослідних групах активність ензиму була нижчою відносно контролю, відповідно, на 3,5; 5,1 та 6,6 %.

3.3.3. Сенсорний аналіз м'яса риби

Для оцінки якості м'яса риби проводили його сенсорний аналіз методом варіння. Оцінювали варене м'ясо риби за п'ятибальною шкалою для кожного показника. Досліджували показники бульйону під час варіння, смак і запах, зовнішній вигляд, колір та консистенцію м'яса (табл. 3.19).

Бульйон під час варіння м'яса риби контрольної і дослідних груп за сенсорними показниками не відрізнявся один від одного. Він був прозорим з дуже дрібними краплями жиру на поверхні з приємним характерним запахом. Продукт із кожної групи оцінили у 5 балів.

За смаком і запахом у всіх групах показники були властиві певному виду риб, м'ясо трішки солодкувате з приємним запахом. Усі проби відповідали нормам.

За зовнішнім виглядом риба під час варіння в усіх групах частково зберегла свою форму. В деяких місцях шкіра відділилася від м'яса, за цей показник було у всіх групах знято по 0,5 бала.

Колір м'яса риби у всіх групах на розрізі був білий і в деяких місцях світло-сірий, що відповідає вимогам. Продукт із кожної групи отримав по 5 балів.

За консистенцією м'ясо риби в контрольній і дослідних групах було м'яким і соковитим, не відрізнялось одне від одного.

Таблиця 3.19

Органолептична оцінка вареного м'яса риби

Бульйон за варіння	Смак і запах	Зовнішній вигляд	Колір	Консистенція	Загальна оцінка
м'ясо риби контрольної групи					
5,0	5,0	4,5	5,0	5,0	24,5
м'ясо риби I дослідної групи					
5,0	5,0	4,5	5,0	5,0	24,5
м'ясо риби II дослідної групи					
5,0	5,0	4,5	5,0	5,0	24,5
м'ясо риби III дослідної групи					
5,0	5,0	4,5	5,0	5,0	24,5
м'ясо риби IV дослідної групи					
5,0	5,0	4,5	5,0	5,0	24,5

Таким чином, біомаса личинок *Chironomus* у складі комбікорму для риби не спричиняє негативного впливу на смакові якості м'яса риби.

3.3.4 Економічна ефективність використання біомаси личинок *Chironomus* за вирощування риби

Виробничі випробування було проведено в умовах ТОВ «Лагуна» с. Торчиця Ставищенського району Київської області. З цією метою за принципом аналогів формували контрольну та дослідну групи по 1000 голів у кожній. Контрольна група одержувала стандартний комбікорм, а в дослідній групі до комбікорму додавали біомасу личинок *Chironomus* у кількості 0,75 % за масою.

Дані, які отримали під час науково-господарського експерименту, показують позитивний вплив уведення біомаси личинок *Chironomus* до складу комбікорму для мальків коропа. Аналізуючи економічну ефективність балансування комбікорму для риби з додаванням біомаси личинок *Chironomus* видно, що у дослідному варіанті збереження поголів'я було вищим на 1,0 % (табл. 3.20).

Таблиця 3.20

Економічна ефективність використання личинок *Chironomus* за вирощування риби

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Поголів'я риби, гол.	1000	1000
Збереженість поголів'я за період вирощування, %	98	99
Передзабійна жива маса риби, г	47,4±0,22	49,0±0,19*
Валовий приріст, кг	46,452	48,510
Витрачено комбікорму всього, кг	66,4	66,9
Витрати комбікорму на 1 кг приросту, кг	1,371	1,338
Середня вартість 1 кг комбікорму, грн	10,0	10,2
Вартість 1 кг добавки, грн	-	65
Витрачено біомаси личинок <i>Chironomus</i> , кг	-	0,502

Продовження табл. 3.20

Собівартість 1 кг приросту маси тіла риби, грн	19,18	18,73
Вартість 1 кг зарибка, грн	60,0	60,0
Рентабельність, %	118,8	127,9

Примітка: * $p \leq 0,05$.

Важливим показником є передзабійна жива маса. За використання біомаси личинок *Chironomus* передзабійна жива маса риби була вищою 3,4 % у порівнянні із контролем.

Встановлено, що валовий приріст у дослідній групі був вищим, ніж у контролі на 4,4 %.

Загальна кількість витраченого комбікорму в дослідній групі була більшою ніж в контролі на 0,7 %. Додаткове внесення до комбікорму біомаси личинок *Chironomus* зменшило витрати комбікорму на 1 кг приросту у дослідній групі на 2,4 %, порівняно з контролем.

Внесення до комбікорму біомаси личинок *Chironomus* призводить до підвищення вартості корму на 0,2 грн/кг.

За проведеним розрахунком, собівартість 1 кг приросту риби у дослідній групі була меншою, ніж в контролі на 2,3 %.

Таким чином, додавання біомаси личинок *Chironomus* до складу комбікорму для згодовування риб, сприяло підвищенню рівня рентабельності на 9,4 %, порівнюючи до контролю.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сьогодні в Україні традиційними об'єктами аквакультури залишаються коропові види риб. Вирощування коропових поширено по всій території України. Одним з основних критеріїв оцінки рівня інтенсифікації рибництва є витрати кормів на одиницю маси приросту [3, 17].

За вмісту у складі раціонів для коропових природних кормів інтенсивність росту риби збільшується [18].

Одним із таких природних кормів є личинки *Chironomus*, які забезпечують рибу високим вмістом білка. Біомаса личинок *Chironomus* багата гемоглобіном, містить 60–70 % білка і 4–5 % жирів, також вона є джерелом мікроелементів, вітаміну А, каротину, вітамінів групи В [39].

Проте, не встановлено оптимальні біотехнологічні режими вирощування личинок *Chironomus* та не досліджено збалансоване поживне середовище, на якому має вирощуватись культура. Саме цьому питанню присвячена наукова робота.

З метою вирішення зазначених наукових завдань було визнано за необхідне удосконалення біотехнології вирощування біомаси личинок *Chironomus* та встановлення ефективності її використання у складі комбікормів для мальків коропа.

Експериментальні досліді проводили в умовах Науково-дослідного інституту харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва Білоцерківського національного аграрного університету.

Враховуючи, що дані з технологічних показників вирощування личинок *Chironomus* суперечливі [39, 70], нами була запропонована схема удосконалення технології шляхом встановлення оптимальних показників. На першому етапі вивчали можливість зниження передачі бактеріальних

захворювань із мулу (природне поживне середовище) через личинок *Chironomus* до риби шляхом пастеризації мулу із р. Рось Білоцерківського району. Також вивчали ефективність заміни пекарських дріжджів на дріжджовану масу шроту насіння соняшнику. Досліджували оптимальні технологічні параметри: співвідношення маси поживного середовища до води, висоту води над поживним середовищем, температуру та наявність допоміжних пристроїв на поверхні поживного середовища для личинок *Chironomus*. Вивчали хімічний склад біомаси личинок *Chironomus*, вирощених на поживному середовищі із вмістом дріжджованої біомаси шроту насіння соняшнику.

На другому етапі досліджень встановлювали ефективність використання у складі комбікорму біомаси личинок *Chironomus* для малька коропа.

Зразки мулу відбирали з товщі дна на глибині до 8–10 см.

Посіви із нативного мулу дали змогу виявити, що у середовищі найбільше таких колоній як *Bacillus sp.*, *Pseudomonas spp.* і кокових. У нативному мулі кількість колоній становила $3,7 \times 10^8$ КУО/1 г. Найбільше колоній у нативному мулі припадало на *Pseudomonas spp.* – 45,9 %, 32,4 % колоній представлені *Bacillus sp.* і 21,7 % – коковою мікрофлорою.

З метою вирощування безпечної за інфекційними захворюваннями біомаси личинок *Chironomus* проводили вивчення впливу різних умов пастеризації на вміст мікроорганізмів у мулі. Експериментально виявлено, що найменша кількість мікроорганізмів виділялась у посівах пастеризованого мулу – за миттєвої пастеризації (95 °C), кількість бактерій складала $1,3 \times 10^6$ КУО/1 г.

За тривалої пастеризації (65 °C) кількість колонієутворюючих організмів знизилась у 13 разів, за короткочасної пастеризації (75 °C) – у 18 разів, а за миттєвої пастеризації (95 °C) кількість колонієутворюючих організмів зменшилась у 285 разів порівнюючи із нативним мулом.

Таким чином, встановлено, що у мулі знаходиться значна кількість мікроорганізмів, яку можливо регулювати шляхом проведення пастеризації.

За даними ряду авторів [69, 70], як додаткове джерело протеїну у складі поживного середовища застосовують пекарські дріжджі. Дані щодо дозування цієї добавки мали розбіжності [14]. Нами було проведено ряд досліджень із вивчення впливу різних доз дріжджів на збереження, ріст і розвиток личинок *Chironomus*. Доведено, що підвищення вмісту дріжджів більше 1,4 % від маси зумовлює утворення надмірної вуглекислоти і загибель личинок.

Враховуючи, що введення підвищених доз дріжджів у мул має негативні наслідки, а також дріжджі мають високу вартість, нами було зосереджено увагу щодо використання шроту насіння соняшнику як джерела протеїну для личинок *Chironomus*. Для досліджень застосовували шрот, який попередньо дріжджували. Вивчаючи амінокислотний склад дріжджованого шроту виявили, що у ньому вміст лізину, фенілаланіну, метіоніну, валіну, проліну, треоніну, серину, аланіну та гліцину був вищим, ніж у нативному шроті, відповідно на 29,3 %; 25,6; 57,2; 41,8; 23,3; 77,6; 34,1; 46,8 та 36,4 %. Наші дослідження щодо підвищення амінокислот шляхом дріжджування підтверджуються даними [18, 19, 59].

Враховуючи хімічний склад дріжджованої маси шроту насіння соняшнику нами було поставлено завдання встановити оптимальну дозу її у складі поживного середовища для личинок *Chironomus*. Доведено, що введення 1,0 та 1,25 % дріжджованої маси до мулу не зумовлює загибелі личинок. Крім того, маса личинок вірогідно підвищується, відповідно, на 10,2 та 10,3 % відносно показників у контролі. Отже, за рахунок оптимальної кількості амінокислот у дріжджованому шроті, які знаходяться у доступній для біооб'єкта формі, прирости личинок підвищуються.

Крім встановлення збалансованого складу поживного середовища проводили вивчення оптимальних технологічних параметрів вирощування біомаси личинок *Chironomus*. У доступній літературі [14, 64, 70] дані щодо відношення маси води до мулу та висоти мулу були розбіжними.

Досліджуючи вплив висоти води над мулом на відкладання в нього яєць комарів *Chironomi* встановлено, що на третю добу найбільша кількість личинок була у варіанті, де висота води над мулом становила 7–8 см. Показник був вищим, ніж у контролі на 3,1 %. Дана тенденція зберігалась до кінця експерименту. Таким чином, висота води 7–8 см над рівнем мулу створює оптимальні умови для відкладання яєць *Chironomus* та подальшого вирощування їх як личинок в штучних умовах.

Також досліджували вплив співвідношення маси води до маси мулу на збереження і розвиток личинок *Chironomus*. Встановлена закономірність, що чим більша маса мулу (співвідношення 1:5), тим збереження личинок краще. За меншої маси мулу із дріжджованою біомасою шроту насіння соняшнику кількість живих личинок зменшується. Поясненням цього може бути те, що більша товща поживного середовища забезпечує кращі умови створення розгалужених комірок, а також має більші запаси Оксигену на певну кількість личинок. Значна товща 1–5:7 поживного середовища також використовується дослідниками Ізраїлю [8, 105].

Проведено дослідження щодо впливу кількості вертикальних і горизонтальних допоміжних засобів на ефективність відкладання яєць *Chironomus* у поживне середовище.

За перевірки (промивання поживного середовища на ситах) кількості личинок *Chironomus* на 6 добу у контрольній групі популяція живих особин була найменшою. Виявили, що застосування плаваючих і занурених у мул допоміжних пристроїв позитивно вплинуло на відкладання яєць комарами у поживне середовище. За перевірки чисельності особин у групі, де використовували по 20 дерев'яних паличок

доведено, що кількість личинок була більшою відносно контрольної групи у 3,30 рази. Найбільш сприятливе середовище для відкладання яєць комарами *Chironomus*, росту і розвитку їх личинок було у дослідних групах, де кількість допоміжних пристроїв становила 160 шт./м². Збільшення кількості дерев'яних паличок (180 шт./м²) вірогідно не вплинуло на відкладання яєць і утворення личинок *Chironomus*.

Враховуючи, що від температури повітря і поживного середовища залежить швидкість дозрівання личинок і утворення дорослих особин [69], нами було проведено експерименти, щодо впливу температурних режимів на розвиток личинок і збільшення їх маси. У дослідних групах, де температура повітря в приміщенні була в межах 20–22 °С, кількість личинок *Chironomus* була більшою, ніж в контрольній групі, відповідно на 4,8 і 1,8 %. Проте, найкращі показники були в дослідній групі, де температура повітря приміщення становила 19–20 °С. Виявлено, що із підвищенням температури вище 24 °С загибель личинок підвищується. Поясненням цього може бути те, що підвищена температура призводить до утворення надмірної кількості шкідливих газів.

Було виявлено, що середня маса десятих личинок у контрольній групі на кінець досліду становить 0,997 г. Нами була встановлена закономірність – чим вища температура поживного середовища, тим маса личинок більша. Вага личинок із групи, де температура приміщення витримувалась у межах 24–25 °С на 10 добу була вищою, ніж у контролі на 7,4 %. Також було встановлено, що за великої температури приміщення відбувається прискорення вильоту комах. Збільшення маси личинок за підвищених температур пояснюється тим, що в організмі *Chironomus* підвищуються метаболічні процеси і швидше поживні речовини мулу та збродженої біомаси шроту насіння соняшнику трансформуються у масу тіла личинок.

Перед використанням біомаси личинок, вирощених на поживному середовищі із вмістом збродженої біомаси шроту насіння соняшнику як

кормової добавки, нами було проведено дослідження її хімічного складу. У результаті досліджень встановлено, що суха біомаса личинок *Chironomus* багата на мікроелементи. У сухій біомасі серед мінеральних елементів найбільше виявлено Кальцію – 1,56 % від сухої речовини. Також біомаса личинок є цінним джерелом Натрію, який становив 0,86 % від сухої речовини. На 10,7 % виявлено менше Калію відносно до Натрію.

Експериментально встановлено, що у сухій біомасі личинок *Chironomus* вміст лейцину та ізолейцину був на рівні 30,6 г/кг. Вміст лізину був менший, порівняно із згаданими вище амінокислотами на 28,4 %. Встановлено, що вміст аланіну в сухій біомасі личинок *Chironomus* становив 20,0 г/кг сухої речовини, що на 8,6 % менше, порівнюючи до лізину. Також виявлено, що пролін був на рівні 19,4 г/кг сухої речовини.

Отже, суха біомаса личинок *Chironomus*, яку отримали в умовах біокомплексу на поживному середовищі із вмістом дріжджованої маси шроту насіння соняшнику, містить значну кількість таких амінокислот як аргінін, лізин, тирозин, фенілаланін, гістидин, лейцин, ізолейцин, метіонін, валін, пролін, треонін, серин, аланін та гліцин.

Одержану біомасу личинок *Chironomus* згодовували у складі комбікорму для мальків коропа. Через 60 діб експерименту виявлено, що середня жива маса риби у контрольній групі становила 48,3 г.

У дослідній групі, де комбікорм містив 0,75 % біомаси личинок *Chironomus* жива маса риби збільшилась на 3,7 %, порівняно з контролем.

Доведено, що по завершенню експерименту середня жива маса риби була вищою у всіх дослідних групах, порівняно з контрольною. Додавання до комбікорму біомаси личинок *Chironomus* на рівні 0,75 і 1,0 % сприяло найбільшому зростанню маси риби. Але за використання 1,0 % біомаси личинок *Chironomus*, зменшується вміст сухої речовини у комбікормі, що може бути поясненням зниження маси риби порівнюючи із тою, яка споживала корм із вмістом досліджуваної добавки 0,75 %.

Отже, на основі проведених досліджень встановлено, що під час згодовування риби в комбікорм 0,75 % біомаси личинок *Chironomus*, затрати комбікорму зменшуються на 2,9 %.

Доведено, що за використання біомаси личинок *Chironomus* у кількості 0,75 % від маси комбікорму у печінці риби підвищується білковий обмін. Підтвердженням цього є зростання вмісту білка та активності амінотрансфераз на 19,2, 21,8 та 17,2 %. Крім того, свідченням домінування анаболічних процесів є зниження вмісту сечовини у печінці риби, яка споживала корм із біомасою личинок *Chironomus*. Не встановлено зміни активності каталази у печінці риби, що підтверджує відсутність накопичення в організмі прооксидантних сполук.

За смаком, запахом, кольором та консистенцією м'ясо риби, яка споживала біомасу личинок *Chironomus* не відрізнялось від зразків м'яса риби контрольної групи.

Згодовування мальку коропа комбікорму із вмістом 0,75 % біомаси личинок *Chironomus* дає змогу знизити собівартість 1 кг приросту на 2,3 % та підвищити рентабельність на 9,4 %.

ВИСНОВКИ

Проведено комплекс науково-практичних робіт із вдосконалення біотехнології вирощування личинок *Chironomus* шляхом оптимізації технологічних процесів та складу поживного середовища для них. Крім того, виконано перевірку щодо ефективності використання біомаси личинок *Chironomus*, одержаної за удосконаленої технології, у складі комбікормів для мальків коропа.

1. Встановлено, що у нативному мулі, як основному компоненті поживного середовища для личинок *Chironomus*, відібраному з р. Рось в межах Білоцерківського р-ну, мікроорганізми представлені колоніями *Pseudomonas spp.* – 45,9 %, *Bacillus sp.* – 32,4 % та коковою мікрофлорою – 21,7 %. За миттєвої пастеризації мулу кількість у ньому колонієутворюючих мікроорганізмів знижується у 285 разів.

2. Дріжджування шроту насіння соняшнику приводить до збільшення в ньому лізину на 29,3 % ($p \leq 0,05$), фенілаланіну – на 26,6, гістидину – на 5,6, лейцину та ізолейцину – на 24,6 ($p \leq 0,05$), метіоніну – на 57,2 ($p \leq 0,05$), валіну – на 41,8 ($p \leq 0,05$), проліну – 23,3, треоніну – на 77,6 ($p \leq 0,05$), серину – на 34,1, аланіну – на 46,8 і гліцину – на 36,4 % ($p \leq 0,001$), порівняно із нативним шротом.

3. Доведено, що включення до поживного середовища більше 1,4 % за масою пекарських дріжджів призводить до підвищення загибелі личинок *Chironomus*. Введення 1,0 % від маси мулу дріжджованого соняшникового шроту сприяє підвищенню маси личинок на 10,2 % ($p \leq 0,001$).

4. Оптимальними технологічними параметрами культивування личинок *Chironomus* є: співвідношення води до мулу 1:6, висота води над мулом 5–8 см, температура повітря 19–20 °С, наявність 160 шт. допоміжних пристроїв на м² площі поживного середовища. Використання

оптимальних технологічних параметрів дає змогу збільшити відкладання яєць *Chironomus* у поживному середовищі в 4,14 рази.

5. Вирощена біомаса личинок *Chironomus* на поживному середовищі із вмістом 1,0 % дріжджованого соняшникового шроту має наступний мінеральний склад: Калію – 0,76 %, Натрію – 0,86 %, Магнію – 0,38 %, Кальцію – 1,56 % та Сульфур – 0,24 % від сухої речовини.

6. За результатами науково-господарського експерименту доведено, що згодовування малькам коропа комбікорму із вмістом 0,75 % біомаси личинок *Chironomus* приводить до збільшення маси риби на 3,7 % ($p \leq 0,001$) та середньодобових приростів – на 5,3 %.

7. Зростання інтенсивності росту риби за споживання комбікорму із вмістом біомаси личинок *Chironomus* супроводжується підвищенням білкового обміну у її печінці, що підтверджується збільшенням активності АлАт на 21,8 % ($p \leq 0,001$), АсАт – на 17,2 % ($p \leq 0,05$), вмісту білка – на 19,2 %, та зменшенням вмісту сечовини на 10,9 %.

8. Згодовування малькам коропа комбікорму із вмістом біомаси личинок *Chironomus* сприяє зниженню собівартості 1 кг приросту на 2,3 % та підвищенню прибутку і рівня рентабельності вирощування риби, на 6,3 та 9,4 % відповідно.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. З метою підвищення відкладання кількості яєць комарами *Chironomus* у поживне середовище і збільшення інтенсивності росту та розвитку личинок *Chironomus*, необхідно використовувати наступні технологічні параметри: співвідношення води до мулу 1:6, температуру повітря 19–20 °С, наявність 160 шт. допоміжних пристроїв на м² поживного середовища. Крім того, до поживного середовища необхідно вносити 1,0 % дріжджованої біомаси шроту насіння соняшнику.

2. Для зменшення витрат кормів та підвищення приростів і рентабельності вирощування мальків коропа лускатого рекомендуємо до складу комбікорму вносити 0,75 % біомаси личинок *Chironomus*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М. Продукционная гидробиология Москва: Наука, 2013. 343 с.
2. Алимов А.Ф. Стабильность и устойчивость водных экосистем. Гидробиол. журн., 2016. Т. 47. № 4. С. 3–15.
3. Технології виробництва об'єктів аквакультури / А.І. Андрющенко та ін. Київ, 2006. 336 с.
4. Асонов Н.Р. Практикум по микробиологии. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 1988. 155 с.
5. Баубекова Д.Г. Ростстимулирующая активность микроорганизмов рода *Vasullus*: Universum. Химия и биология: электрон. научн. журн., 2014. № 7 (7).
6. Влияние солености на личинки хирономид (Diptera, Chironomidae) в гиперсоленых водоемах Крыма / В.П. Беляков и др. Поволжский экологический журнал, 2017. №3. С. 240–250.
7. Бех В.В. Економічна ефективність вирощування малолускатого внутрішньопорідного типу української рамчастої породи коропа: Рибогосподарська наука України. Київ, 2009. № 2. С. 110–113.
8. Биккулов М. Выращивание мотыля в Израиле. URL: [www.aquaristclub.org > aquaristarticles](http://www.aquaristclub.org/aquaristarticles) (дата звернення: 23. 09. 2017).
9. Бурлака В. А., Вербельчук Т. В., Меленівський О. М. Барда у раціонах коропа. Вісник ЖНАЕУ, 2015. № 1 (47), т. 1. С. 251–258.
10. Величко В.А. Корекція антиоксидантного статусу сільськогосподарських тварин мікроелементами. Львів: СПОЛОМ, 2011. 76 с.
11. Методичні рекомендації з удосконалення методів підрощування личинок коропових риб / Л.М. Гейко та ін. Київ: Видавництво ДІА, 2010. № 1. 22 с.

12. Гелетей М. В. Попередні дані щодо видового складу личинок родини Chironomidae на гірській ділянці річки Уж в межах Закарпатської області. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія. Ужгород: Говерла, 2016. Вип. 41. С. 16–19.
13. Головка А.М., Рубленко І.О. Ветеринарна санітарна мікробіологія: навч. посіб. Київ: Аграрна освіта, 2010. 284 с.
14. Годівля риб / І.М. Шерман та ін.; за ред. І.М. Шермана. Київ, 2006. 269 с.
15. Голыгина В.В., Ермалаева О.В., Брошков А.Д. Хирономиды – модельный объект кариологических исследований: метод. материалы (методическое пособие) к летней академической практике по цитологии для студентов 2-го курса биологического отделения. Новосибирск, 2013. С. 23–26.
16. Гранично допустимі значення показників якості води для рибогосподарських водойм. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм (№ 12-04-11 від 09.08.1990). Київ: Мінрибгосп СРСР, 1990. 45 с.
17. Грициняк І.І., Желтов Ю.О., Дерень О.В. З історії вивчення проблем годівлі риб ученими Інституту рибного господарства НААН. Рибогосподарська наука України, 2012. №2. С.123–125.
18. Грициняк І.І. Науково-практичні основи раціональної годівлі риб: Київ:Рибка моя, 2007. 306 с.
19. Влияние избытка аминокислот в рационе животных на биосинтетические процессы и структуру отдельных белков / М.Ф. Гулый и др. Белково-аминокислотное питание сельскохозяйственных животных. Боровск, 1987. С. 79–83.
20. Гуменюк Г.Б. Порівняльна характеристика розподілу важких металів у гідроекосистемах різного типу. Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. Спец. вип. Гідроекологія, 2010. № 2 (43). С. 139–148.

21. Євтушенко М.Ю. Технологія виготовлення стартового корму для риб із гібрида каліфорнійського черв'яка. Рибогосподарська наука України, 2011. № 3. С. 91–99.
22. Желтов Ю.А. Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах. Киев: ИНКОС, 2006. 221 с.
23. Желтов Ю.А. Организация кормления разновозрастных групп карпа в фермерских рыбных хозяйствах. Киев: ИНКОС, 2006. 285 с.
24. Желтов Ю.А. Рецепты комбикормов для выращивания рыб разных видов и возрастов в промышленном рыбоводстве. Киев: ИНКОС, 2006. 154 с.
25. Таргоня В.С., Гусар В.Г. Біологічне виробництво товарного коропа. Техніка і технології АПК, 2015. № 5 (68). С. 13–15.
26. Метод оцінки потенційної чисельності і біомаси риб-бентофагів континентальних водойм за станом макрзообентосу / В.В. Заморов та ін. Гидробиол. журн., 2016. Т. 47, № 4. С. 47–55.
27. Інструкція до набору реактивів для визначення загального білка у сироватці крові, кат. № НР010.01. Затверджена Клінічною лікарнею «Феофанія» від 30 жовтня 2012 р. 3 с.
28. Інструкція до набору реактивів для визначення активності аланінамінотрансферази у сироватці крові (метод Райтмана-Френкеля), кат. № НР001.01. Затверджена Клінічною лікарнею «Феофанія» від 30 жовтня 2012 р. 4 с.
29. Інструкція до набору реактивів для визначення активності аспартатамінотрансферази у сироватці крові (метод Райтмана-Френкеля), кат. № НР004.01. Затверджена Клінічною лікарнею «Феофанія» від 30 жовтня 2012 р. 4 с.
30. Інструкція до набору реактивів для визначення активності лужної фосфатази у сироватці крові, кат. № НР016.01. Затверджена Клінічною лікарнею «Феофанія» від 30 жовтня 2012 р. 3 с.

31. Інструкція до набору реактивів для визначення сечовини у біологічних рідинах діацетилмонооксимним методом, кат. № НР018.01. Затверджена Клінічною лікарнею «Феофанія» від 30 жовтня 2012 р. 3 с.
32. Інструкція до набору реактивів для визначення сечової кислоти у біологічних рідинах ензиматичним колориметричним методом, кат. № НР017.02. Затверджена Клінічною лікарнею «Феофанія» від 30 жовтня 2012 р. 4 с.
33. Інструкція по визначенню креатиніну у сироватці крові та сечі, кат. № НР014.01. Затверджена Клінічною лікарнею «Феофанія» від 30 жовтня 2012 р. 4 с.
34. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Калашников и др. Москва: Агропромиздат, 1985. С. 7–10.
35. Кананович Т.Ю. Характеристика некоторых физиолого-биохимических и рыбохозяйственных показателей сеголетков селекционного зеркального карпа. Рыбогосподарська наука України, 2012. №2. С. 99–103.
36. Київський національний університет ім. Т. Шевченка – Польові та лабораторні дослідження хімічного складу води річки Рось: навч. посіб. / В.К. Хільчевський та ін.; за ред. В.К. Хільчевського. Київ: Видавництво-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. 143 с.
37. Кикнадзе И.И., Истомина А.Г. Кариотипы и хромосомный полиморфизм сибирских видов хирономид (Diptera, Chironomidae). Сибирский экологический журнал, 2000. № 4. С. 445–460.
38. Клименко В.Г. Гідрологія України: навч. посіб. для студентів-географів. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010. 124 с.
39. Оцінювання стану водних екосистем за показниками біотестування: монографія / М.О. Клименко та ін. Рівне: НУВГП, 2014. 170 с.
40. Роль хирономид (Diptera, Chironomidae) в биологической миграции химических элементов в экосистеме антропогенных водоемов /

- О.К. Клишко и др. Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова, 2005. Вып.3. С. 360–367.
41. Мінеральне живлення тварин: наук. вид. / Г.Т. Кліценко та ін. Київ: Світ, 2001. С. 5–85.
 42. Клочко В.В. Екологія, систематика та антибіологічна активність *Pseudomonas batumici* і *Alteromonas macleodii* та їх зв'язок зі структурою геномів. *Мікробіологічний Журнал*, 2016. Т. 78 (6). С. 50–59.
 43. Коваль Т.В., Овчарук О.В. Біохімія тварин: навч. посіб. для студентів за напрямками “Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва” і “Ветеринарна медицина”. Кам’янець-Подільський: Видавець ПП Зволейко Д.Г., 2016. 439 с.
 44. Комбікорми, премікси, БВМД і сировина для їх виробництва. Визначення вмісту калію, натрію, магнію, амонію і кальцію методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М»: метод. реком. / І.Я. Коцюмбас та ін.; за ред. І. Я. Коцюмбас. Львів, 2015. 27 с.
 45. Корми і кормова сировина. Визначення вмісту триптофану методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М»: метод. реком. / І. Я. Коцюмбас та ін.; за ред. І. Я. Коцюмбас. Львів, 2013. 36 с.
 46. Кононенко Р.В. Нове методичне керівництво з культивування кормових та їстівних безхребетних. *Рибогосподарська наука України*, 2018. № 1. С. 105–106.
 47. Кононенко Р.В., Шевченко П.Г., Кондратюк В.М. Інтенсивні технології в аквакультури. Херсон: ОДДІ-ПЛЮС, 2016. 492 с.
 48. Кононський О.І. Біохімія тварин. Київ: Вища школа, 2006. 454 с.
 49. Корми та кормова сировина. Визначення вмісту амінокислот методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М»: метод. реком. / І. Я. Коцюмбас та ін.; за ред. І. Я. Коцюмбас. Львів, 2013. 44 с.

50. Корольок М.А., Иванова А.И., Майорова И.Т. Метод определения активности каталазы. Лабораторное дело, 1988. № 1. С. 16–19.
51. Король-Безпала Л.П. Мінеральний склад сухої біомаси личинок *Chironomus*, вирощених на поживному середовищі із вмістом дріжджованої маси шроту насіння соняшнику. Наукові горизонти «Scientific horizons». Науковий журнал Житомирського національного агроекологічного університету, 2018. Вип. 9–10 (71). С. 121–126.
52. Король-Безпала Л.П., Мерзлов С.В. Определение некоторых аминокислот в нативном и дрожжеванном шротах с целью использования их для питательной среды личинки *Chironomus*. Учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Ученые Записки. Витебск: УОВГАВМ, 2017. Вып. 4 (53). С. 9–11.
53. Характеристика штамів бактерій роду *Bacillus* з лавіцидною активністю до грибних комариків *Bradysia pilistriata* frey (Sciaridae) / Т.М. Кривицька та ін. Мікробіологія і біотехнологія. 2010. №3. С. 86.
54. Кушнір О.В., Худий О.І. Амінокислотний склад *Simoscephalus Vetulus* (Muller) за умов використання різних видів дріжджів як кормових субстратів. Гідроекологія, 2015. № 3–4 (64). С. 388–391.
55. Марценюк Н.О., Марценюк В.П. Моніторинг технологій та інноваційний потенціал виробництва рибної продукції в Україні. Київ: КОМПРИНГ, 2016. 193 с.
56. Мерзлов С.В. Безпалый І.Ф., Король-Безпала Л.П. Встановлення оптимальних біотехнологічних умов розведення і розвитку личинок *Chironomus*. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць. Біла Церква: БНАУ, 2019. Вип. 1 (147). С. 135–147.
57. Мерзлов С.В., Король-Безпала Л.П. Дослідження впливу високих доз пекарських дріжджів у складі поживного середовища на стан личинок *Chironomus*. Технологія виробництва і переробки продукції

- тваринництва: зб. наук. праць. Біла Церква: БНАУ, 2016. Вип. 2 (129). С. 74–77.
58. Мікробіологічні дослідження поживного середовища для личинок *Chironomus* за різних режимів пастеризації / С.В. Мерзлов та ін. Аграрна наука та харчові технології: зб. наук. праць. Вінниця: ВНАУ, 2018. Вип. 1 (100). С. 107–115.
 59. Мерзлов С.В., Король-Безпала Л.П. Порівняння амінокислотного складу нативного і дріжджованого шротів насіння соняшнику як складової поживного середовища для личинки *Chironomus*. Аграрна наука та харчові технології: зб. наук. праць. Вінниця: ВНАУ, 2017. Вип. 4 (98). С. 41–46.
 60. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / під ред. В.Д. Романенко. Київ: ЛОГОС, 2006. 628 с.
 61. Олексієнко О.О., Грициняк І.І. Внутрішньопорідна структура українських коропів. Рибогосподарська наука України. Київ:ТОВ «ДІА», 2007. № 1. С. 21–27.
 62. Осадчий В.І. Гідрологічні чинники формування хімічного складу поверхневих вод. Наукові праці УкрНДГМІ, 2013. Вип. 265. С. 54–65.
 63. Основи варіаційної статистики. Біометрія: посіб. / В.С. Патров та ін.; за ред. В.С. Патрова. Дніпропетровськ: Всеукраїнське державне багатoproфільне видавництво «Січ», 2000. 193 с.
 64. Спосіб удосконалення складу поживного середовища для личинки *Chironomus*: пат. 132075 Україна: МПК А23К 10/12, А23К 50/80. № 132075; заяв. 31.08.2018; опуб. 11.02.2019, Бюл. № 3.
 65. Изменения структуры кариотипа *Chironomus plumosus* (Diptera, Chironomidae) из биотопа г. Калининграда / Н.А. Петрова и др. Цитология, 2007. Т.49. № 10. С. 901–905.
 66. Плохинский А.А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва: Колос, 1969. 256 с.

67. Протасов О.О. Біогеоміка. Екосистеми світу в структурі біосфери. Інститут гідробіології НАН України. Київ: Академперіодика, 2017. 382 с.
68. Романенко В. Д., Крот Ю. Г. Биотехнологическое направление исследований в Институте гидробиологии НАН Украины. Гидробиол. журн. Hydrobiological Journal: междунар. науч. журн., 2015. Том 51, N 2. С. 23–33.
69. Вибірковість мінеральних субстратів личинками *Chironomus riparius* / В.Д. Романенко та ін. Гидробиол. журн., 2017. №1 (53). С. 104–110.
70. Романенко В.Д., Гончарова М.Т. Личинки *Chironomus Riparius* (Diptera: Chironomidae) як чутливий до міді тест-об'єкт. Гидробиол. журн., 2011. Т. 47, № 4. С. 107–108.
71. Особенности структурной организации фито- и зоопланктона при экстремально высоком содержании неорганических соединений азота в воде / В. Д. Романенко и др. Гидробиол. журн. Hydrobiological Journal : междунар. науч. журн., 2017. Том 53. N 3. С. 3–15.
72. Рыжков Л.П., Дзюбук И.М., Кучко Т.Ю. Ихтиологические исследования на водоемах: учеб. пособие для студентов эколого-биологического и агротехнического факультетов. Петроводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. 72 с.
73. Самофатова В.А., Демчук С.І. Сучасний стан та напрями розвитку рибного господарства у внутрішніх водоймах України. Економіка харчової промисловості. № 2 (2). 2015. С. 1–6.
74. Смирнюк Н.І., Чернік В.В., Буряк І.В. Сучасний стан споживання риби в Україні. Рибогосподарська наука України. 2011. № 4. С. 116.
75. Тимченко В.М. Экологическая гидрология водоемов Украины. Київ: Наук. думка, 2006. 383 с.
76. Ветеринарна мікробіологія / В.Г. Скибіцький та ін. Київ, 2012. 366 с.

77. Федоненко О.В., Шарамок Т.С., Маренков О.М. Основи аквакультури: культивування мікроводоростей та безхребетних: навч. посіб. Дніпропетровськ, 2014. 44 с.
78. Харвуд К.А. Бациллы. Генетика и биотехнология. Москва: Мир, 1992. 531 с.
79. Харченко С.М. Мікробіологія. Київ: Сільгоспосвіта, 1994. С. 120–124.
80. Хільчевський В.К., Гончар О.М. Характеристика гідрохімічного режиму річок басейну Дністра. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2011. Т. 3 (24). С. 126–137.
81. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії: підруч. Київ: Ніка-Центр, 2012. 312 с.
82. Хохрін С. Н. Корми і годівля тварин: навч. посіб. Санкт-Петербург: Видавництво «Лань», 2002. С. 210–215.
83. Чеботарь В.К. Биохимические критерии оценки агрономически значимых свойств бацилл, используемых при создании микробиологических препаратов. Сельскохозяйственная биология, 2011. №3. С. 119–122.
84. Яцик А.В. Водні ресурси України як основа сталого розвитку держави. Вісник Українського держ. ун-ту водного господарства та природокористування. Рівне, 2002. Вип. 5 (18), ч.1: Рациональне використання і охорона природних ресурсів. С. 14–175.
85. Trivinho-Strixino S., Larvas de Chironomidae. Guia de Identificac, ão. Depto Hidrobiologia. Lab. Entomologia Aquática. UFScar, São Carlos, 2011a.
86. Michilova P., Ilkova L., White K. Functional and structural rearrangements of salivary gland polytene chromosome of *Chironomus riparius* Mg. (Diptera, Chironomidae) in response to freshly neutralized aluminium. Environmental Pollution, 2010. Vol. 123 (2). P. 193–207. doi: 10.1016/S0269-7491(02)00405-0.

87. Baranov V. Effects of bioirrigation of non-biting midges (Diptera: Chironomidae) on lake sediment respiration. *Sci. Rep.*, 2016. Vol. 6. P. 27329; doi: 10.1038/srep27329.
88. Amorim R. M., Henriques-Oliveira A. L., Nessimian J. L. Distribuição espacial e temporal das larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) na seção ritral do rio Cascatinha, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. *Lundiana*, 2004. Vol. 5 (2). 119–127.
89. Henriques-Oliveira A. L., Nessimian J. L., Dorvillé L. F. M. Feeding habits of chironomid larvae (Insecta: Diptera) from a stream in the Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 2003. Vol. 63 (2). P. 269–281.
90. Mouthpart Deformities of *Chironomus plumosus* Larvae Caused by Increased Concentrations of Copper in Sediment from Carp Fish / M. Božanić et al. *Turk. J. Fish. & Aquat. Sci.*, Vol. 19(3). P. 251–259.
91. Morphological Deformities in *Chironomus* spp. (Diptera: Chironomidae) Larvae as a Tool for Impact Assessment of Anthropogenic and Environmental Stresses on Three Rivers in the Juru River System, Penang, Malaysia / S. Al-Shami et al. *Entomological Society of America*, 2010. Vol. 39(1). P. 210–222. <https://doi.org/10.1603/EN09109>.
92. Beneberu G., Mengistou S. Head capsule deformities in *Chironomus* spp. (Diptera: Chironomidae) as indicator of environmental stress in Sebeta River, Ethiopia. *African Journal of Ecology*, 2014. Vol. 53(3). 268-277. <https://doi.org/10.1111/aje.12175>.
93. Čerba D., Mihaljevid Z., Vidakovid J. Colonisation of temporary macrophyte substratum by midges (Chironomidae: Diptera). *Annales de Limnologie International Journal of Limnology*, 2010. Vol. 43(3). P. 181–190. <https://doi.org/10.1051/limn/2010015>
94. Čerba D., Mihaljevid Z., Vidakovid J. Colonisation trends, community and trophic structure of chironomid larvae (Chironomidae: Diptera) in a temporal phytoplous assemblage. *Fundamental and Applied Limnology*:

- Archiv für Hydrobiologie, 2011. Vol. 179(3). P. 203–214.
<https://doi.org/10.1127/1863-9135/2011/0179-0203>.
95. Induction of mouthpart deformities in chironomid larvae exposed to contaminated sediments / A. Di Veroli et al. Environmental Pollution, 2012. Vol. 166 P. 212–217. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.03.029>.
 96. Di Veroli A., Selvaggi R., Goretti E. Chironomid mouthpart deformities as indicator of environmental quality: a case study in Lake Trasimeno (Italy). Journal of Environmental Monitoring, 2012. Vol. 14. P. 1473–1478.
 97. Incidence of larvae mouthpart deformities in *Chironomus plumosus* (Diptera: Chironomidae) and *Procladius* sp. (Diptera: Chironomidae) from Piediluco Lake, Italy / A. Di Veroli et al. Boletim do Museu Municipal do Funchal, 2008. Vol. 13. P. 13–20.
 98. Toxicity of cadmium and lead on tropical midge larvae, *Chironomus kiiensis* Tokunaga and *Chironomus javanus* Kieffer (Diptera: Chironomidae) / W. Ebau et al. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 2012. Vol. 8(2). P. 631–634.
 99. Nair P.M., Park S.Y., Lee S.W. Differential expression of ribosomal protein gene, gonadotrophin releasing hormone gene and Balbiani ring protein gene in silver nanoparticles exposure *Chironomus riparius*. Aquatic Toxicology, 2011. Vol. 101 (1). P. 31–37. doi: 10.1016/j.aquatox.2010.08.013.
 100. Beneberu G., Mengistou S. Head capsule deformities in *Chironomus* spp. (Diptera: Chironomidae) as indicator of environmental stress in Sebeta River, Ethiopia. African Journal of Ecology, 2014. Vol. 53(3). P. 268–277. <https://doi.org/10.1111/aje.12175>.
 101. Grebenjuk L. P., Tomilina I. I. Morphological Deformations of Hard Chitinized Mouthpart Structures in Larvae of the Genus *Chironomus* (Diptera, Chironomidae) as the Index of Organic Pollution in Freshwater Ecosystems. Inland Water Biology, 2014. Vol. 7(3). P. 273–285. <https://doi.org/10.1134/S1995082914030092>.

102. Gremyatchikh V., Tomilina I. I., Grebenyuk L. P. The Effect of Mercury Chloride on Morphofunctional Parameters in *Chironomus riparius* Meigen (Diptera, Chironomidae) Larvae. *Inland Water Biology*, 2009. Vol. 1(2). P. 89–95. <https://doi.org/10.1134/S1995082909010143>.
103. Morphological abnormalities in *Chironomus tentans* exposed to cadmium and copper-spiked sediments / E. A. Martinez et al. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2003. Vol. 55(2). P. 204–212. [https://doi.org/10.1016/S0147-6513\(02\)00136-7](https://doi.org/10.1016/S0147-6513(02)00136-7).
104. Morphologic and Growth Responses in *Chironomus tentans* to Arsenic Exposure / E. A. Martinez et al. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 2006. Vol. 51(4). P. 529–536. <https://doi.org/10.1007/s00244-005-0308-0>.
105. Chironomid faunal composition represented by taxonomic distinctness index reveals environmental change in a lotic system over three decades / Đ. Milošević et al. *Hydrobiologia*, 2012. Vol. 683(1). P. 69–82. <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0941-8>.
106. Spatio-temporal pattern of the Chironomidae community: toward the use of non-biting midges in bioassessment programs / D. Milošević et al. *Aquatic Ecology*, 2013. Vol. 47(1). P. 37–55. <https://doi.org/10.1007/s10452-012-9423-y>.
107. Different aggregation approaches in the chironomid community and the threshold of acceptable information loss / Đ. Milošević et al. *Hydrobiologia*, 2014. Vol. 727(1). P. 35–50. <https://doi.org/10.1007/s10750-013-1781-5>.
108. Rezaei M., Kamali A., Shapoori M. Investigation of heavy metals (Cadmium, Lead) in Chironomidae and *Gammarus pulex* Namrood River – Tehran Province. *Journal of Chemical Health Risks*, 2011. Vol. 1(2). P. 39-44.
109. Péry A. R. R., Mons R., Garric J. Energy-based modeling to study population growth rate and production for the midge *Chironomus riparius* in

- ecotoxicological risk assessment. *Ecotoxicology*, 2004. Vol. 13(7) P. 647–56. <https://doi.org/10.1007/s10646-003-4425-0>.
110. Vedamanikam V. J. Formation of resistance in the *Chironomus plumosus* to four pesticides over 45 generations. *Toxicological Environmental Chemistry*, 2009. Vol. 91(1). P. 187–194. <https://doi.org/10.1080/02772240802075196>.
 111. Park S.Y., Chol J. Genotoxic effects of nonylphenol and bisphenol A exposure in aquatic biomonitoring species: Freshwater crustacean, *Daphnia magna* and aquatic midge, *Chironomus riparus*. *Bulletin of Environment Contaming Toxicologyc*, 2009. Vol. 83 (4). P. 463–468. doi: 10.1007/s00128-009-9745-1.
 112. Deepak R. Ecological analysis of *Chironomus* larvae (Diptera: Chironomidae) collected from Ayad River in Udaipur city. *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 2014. Vol. 1(5). P. 20–21.
 113. Cranston P. S., The Electronic Guide to the Chironomidae of Australia. Available at: www.entomology.ucdavis.edu/chirepage/index.html. (accessed March, 2008).
 114. Epler J.H. *Phytotelmatocladius*, A new genus from bromeliads in Florida (Diptera: Chironomidae: Orthoclaadiinae) / L.C. Ferrington ed. Abstracts submitted for presentation during the XV International Symposium on Chironomidae. Available at: <http://www.entomology.umn.edu/midge/AbstractsXVChironomidaeSymp.pdf> (p. 24). (accessed March, 2008).
 115. Jacobsen R.E., Bilyj B. An unusual new *Cladotanytarsus* from oligotrophic Florida Everglades marshes (Diptera: Chironomidae) / T. Anderson ed. *Contributions to the systematics and ecology of aquatic Diptera – Atribute to Ole A. Sæther*: Columbus, OH, The Caddis Press, 2007. P. 145–154.

116. Mendes H.F., Marcondes C.B., De Pinho L.C., A new phytotelmatic species of *Monopelopia* Fittkau, 1962 (Insecta: Diptera: Chironomidae: Tanypodinae) from south Brazil. *Zootaxa*, 2003. Vol. 262. P. 1–10.
117. Jacobsen R.E. A Key to the Pupal Exuviae of the Midges (Diptera: Chironomidae) of Everglades National Park, Florida: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report, 2008. Vol. 5082. 119 p.
118. Santosh P. L., Tibbetts S. M. Nutrition, Feeding, and Behavior of Fish. *Vet Clin Exot Anim*, 2009. Vol. 12. P. 361–372.
119. Seasonal variation in species composition and larval size of the benthic Chironomid communities in brackish wetlands in southern, Spain / C. Fuentes et al. *Wetlands*, 2005. Vol. 25 (2). P. 289–296.
120. Decaying cyanobacteria decrease N₂O emissions related to diversity of intestinal denitrifiers of *Chironomus plumosus* / S. Xu et al. *J. Limnol.*, 2015. Vol. 74(2). P. 261–271.
121. Ebrahimnezhad M., Allahemoglobinakhshi E. A. Study on Chironomidae larvae of Golpayegan River (Isfahan-Iraq) at generic level. *Iran J of Sci and Technol*, 2013. Vol. 1. P. 45–52.
122. Beljanina S.I., Polukonova N.V., Zinchenko T.D. Karyotype and morphology of larva of non-biting midge of the genus *Chironomus* from Caspian Sea. *Tsitologiya*, 2005 (a). Vol. 47(4). P. 331–337.
123. Beljanina S.I., Polukonova N.V., Zinchenko T.D. New species of non-biting midges of genus *Chironomus paraalbidus*, sp. n. (Chironomidae, Diptera) from Caspian Sea. *Zoologichesky Zhurnal*, 2005 (b). Vol. 85(4). P. 65–71.
124. Karmokov M.Kh., Khatukhov A.M., Polukonova N.V. Comparison of two closely related species of *Chironomus* – *Ch. riparius* Meigen (1818) and *Ch. piger* Strenzke (1959) (Diptera, Chironomidae) from Central Caucasus and Lower Volga region by ecological and geographical peculiarities, morphological characters of larva and karyotype. *Collection of scientific*

- papers of Academy of Science of Chechen Republic. Grozny, 2011. Vol. 3. P. 206–219.
125. Michailova P., Szarek-Gwiazda E., Kownacki A. Effect of contaminants on the genome of some species of genus *Chironomus* (Chironomidae, Diptera) live in sediments of Dunajec River and Czorsztyn Reservoir. *Water, Air & Soil Pollution*, 2009. Vol. 202. P. 245–258. doi: 10.1007/s11270-008-9973-8.
 126. Polukonova N.V. Discussion about status of saltish water *Chironomus albidus* Konst and Ch. *paraalbidus* Beljanina et al. 2004 in system of genus *Chironomus* Meigen 1803 (Chironomidae, Diptera). *Entomological and parasitologic researches of the Volga region*. Saratov, 2007. Vol. 6. P. 81–84.
 127. Proviz V. Comparative analysis of karyotypes of *Chironomus solitus* Linevich, Erbaeva, 1971 and *Chironomus anthracinus* Zetterstedt, 1860 (Diptera, Chironomidae) from East Siberia. *Comparative Cytogenetics*, 2015. Vol. 9(2). P. 237–248.
 128. Chromosomal organization of the ribosomal RNA genes in the genus *Chironomus* (Diptera, Chironomidae) / L. Gunderina et al. *Comparative Cytogenetics*, 2015. Vol. 9(2). P. 201–220.
 129. Insertional variability of four transposable elements and population structure of the midge *Chironomus riparius* (Diptera) / G. Zampicini et al. *Molecular Genetics and Genomics*, 2011. Vol. 286. P. 293–305. doi: 10.1007/s00438-011-0646-8.
 130. Combining next-generation sequencing and microarray technology into a transcriptomics approach for the non-model organism *Chironomus riparius* / M. Marinkovi et al. *Plos one* October, 2012. Vol. 7 Issue 10 e48096.
 131. Nair P.M.G., Choi J. Modulation in the mRNA expression of ecdysone receptor gene in aquatic midge, *Chironomus riparius* upon exposure to nonylphenol and silver nanoparticles. *Environ Toxicol Pharmacol*, 2012. Vol. 33. P. 98–106. doi: 10.1016/j.etap.2011.09.006 PMID: 22196049.

132. Bai Y. Microbial degradation and metabolic pathway of pyridine by a *Paracoccus* sp. strain BW001. *Biodegradation*, 2008. Vol. 19. P. 915–926.
133. Grebenjuk L. P., Tomilina I. I. Morphological deformations of hard chitinized mouthpart structures in larvae of the genus *Chironomus* (Diptera, Chironomidae) as the Index of organic pollution in freshwater ecosystems: *Inland Water Biology*, 2014. Vol. 7(3). P. 273–285. <https://doi.org/10.1134/S1995082914030092>.
134. Herrero O., Planelló R., Morcillo G. The plasticizer benzyl butyl phthalate (BBP) alters the ecdysone hormone pathway, the cellular response to stress, the energy metabolism, and several detoxication mechanisms in *Chironomus riparius* larvae. *Chemosphere*, 2015. (In press).
135. Park K., Kwak I.S. Gene expression of ribosomal protein mrna in *Chironomus riparius*: effects of endocrine disruptor chemicals and antibiotics. *Comp Biochem Physiol Part C: Toxicol Pharmacol*. Elsevier Inc., 2012. Vol. 156. P. 113–20. doi: 10.1016/j.cbpc.2012.05.002.
136. Transcriptional responses, metabolic activity and mouthpart deformities in natural populations of *Chironomus riparius* larvae exposed to environmental pollutants / R. Planelló et al. *Environ Toxicol*, 2013. doi: 10.1002/tox.21893.
137. Ecdysone-related biomarkers of toxicity in the model organism *Chironomus riparius* / R. Planelló et al. *Stage and Sex-Dependent Variations in Gene Expression Profiles*, 2015, plos one doi:10.1371 / journal.pone.0140239.
138. Transcriptional responses, metabolic activity and mouthpart deformities in natural populations of *Chironomus riparius* larvae exposed to environmental pollutants / R. Planelló et al. *Environ Toxicol*, 2013. doi: 10.1002/tox.21893.
139. Divalent metal addition restores sulfide-inhibited N(2)O reduction in *Pseudomonas aeruginosa* / J. Bartacek et al. *Nitric Oxide*, 2010. Vol. 23. P. 101–105.

140. Chromosomal organization of the ribosomal RNA genes in the genus *Chironomus* (Diptera, Chironomidae) / L. Gunderina et al. *Comparative Cytogenetics*, 2015. Vol. 9(2). 201–220.
141. Pathway of nitrous oxide consumption in isolated *Pseudomonas stutzeri* strains under anoxic and oxic conditions / J. Desloover et al. *Environ. Microbiol*, 2014. Vol. 16. P. 3143–3152.
142. Herrero O., Planelló R., Morcillo G. The plasticizer benzyl butyl phthalate (BBP) alters the ecdysone hormone pathway, the cellular response to stress, the energy metabolism, and several detoxication mechanisms in *Chironomus riparius* larvae. *Chemosphere*, 2015. (In press).
143. *Chironomus plumosus* larvae increase fluxes of denitrification products and diversity of nitrate-reducing bacteria in freshwater sediment / M. Poulsen et al. *Syst. Appl. Microbiol*, 2014. Vol. 37. P. 51–59.
144. Tube-dwelling invertebrates: tiny ecosystem engineers have large effects in lake ecosystems / F. Hölker et al. *Ecol. Monogr.*, 2015. Vol. 85. P. 333–351.
145. Reducing NO and N₂O emission during aerobic denitrification by newly isolated *Pseudomonas stutzeri* PCN-1 / He D. Zheng M. et al. *Bioresource Technol*, 2014. Vol. 162. P. 80–88.
146. Kavanaugh R.G., Egan A.T., Ferrington L.C. Factors affecting decomposition rates of chironomid (Diptera) pupal exuviae. *Chironomus: Newsletter on Chironomidae Research*, 2014. Vol. 27. P. 16–24.
147. FuenTes M. C., DonaTo M. Review of taxonomic status of *Polypedilum quinquesetosum* (Edwards, 1931) (Diptera, Chironomidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 2014. Vol. 73(3–4). P. 139–144.
148. Trivinho-Strixino S., Chironomidae (Insecta, Diptera, Nematocera) do Estadode São Paulo, Sudeste do Brasil. *Biota Neotrop*, 2011. (b). Vol. 11. P. 1–10.

149. Jacobsen R.E. A Key to the Pupal Exuviae of the Midges (Diptera: Chironomidae) of Everglades National Park, Florida. Ft. Lauderdale, U. S. Geological Survey Scientific Investigations Report, 2008. Vol. 5082. 119 p.
150. Different aggregation approaches in the chironomid community and the threshold of acceptable information loss / Đ. Milošević et al. *Hydrobiologia*, 2014. Vol. 727(1). P. 35–50. <https://doi.org/10.1007/s10750-013-1781-5>.
151. *Apedilum griseistriatum* comb. nov., placement of *Chironomus* (*Polypedilum*) *griseistriatum* (Diptera, Chironomidae) / D. Mariano *Zoologia*, Porto Alegre, 2015. Vol. 105(1). P. 5–11.
152. Rico E., Quesada A. Distribution and ecology of Chironomids (Diptera, Chironomidae) on Byers Peninsula Maritime Antarctica. *Antarct Sci*, 2013. Vol. 25(2). P. 288–291.
153. Potential impact of *Chironomus plumosus* larvae on hypolimnetic oxygen in the central basin of Lake Erie / F. M. Soster et al. *J. Great Lakes Res*, 2015. Vol. 41. P. 348–357.
154. Determination of larval instars in *Chironomus sancticaroli* (Diptera: Chironomidae) using novel head capsule structures / S. R. Vinicius et al. *Zoologia*, 2013. Vol. 30(2). P. 211–216.
155. Individualbased model of *Chironomus riparius* population dynamics over several generations to explore adaptation following exposure to uranium-spiked sediments / V. Beaudouin R. et al. *Ecotoxicology*, 2012. Vol. 21(4). P. 1225–1239.
156. Canteiro R.C.S.A., Albertoni E.F. Growth of immature *Chironomus calligraphus* (Diptera, Chironomidae) in laboratory conditions. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 2011. Vol. 83(4). P. 1279–1286.
157. Rebecchi D., Navarro-Silva M.A. Setting the reference for the use of *Chironomus sancticaroli* (Diptera: Chironomidae) as bioindicator: Ontogenetic pattern of larval head structures. *Zoologia*, 2012. Vol. 29(2). P. 167–171.

158. Ha M., Choi J. Effects of environmental contaminants on hemoglobin of larvae of aquatic midge, *Chironomus riparius* (Diptera: Chironomidae): a potential biomarker for ecotoxicity monitoring. *Chemosphere*, 2008. Vol. 71. P. 1928–1936.
159. Frouz J., Ali A., Lobinske R.J. Suitability of morphological parameters for instar determination in pestiferous midges *Chironomus crassicaudatus* and *Glyptotendipes paripes* (Diptera: Chironomidae) under laboratory conditions. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 2002. Vol. 18(3). P. 222–227.
160. Frouz J., Lobinske R., Ali A. Intraspecific competition of *Glyptotendipes paripes* (Diptera: Chironomidae) larvae under laboratory conditions. *Aquatic Ecology*, 2009. Vol. 43(2). P. 487–500.
161. Henriques-Oliveira A.L., Nessimian J.L. Phoresy and commensalism of Chironomidae larvae (Insecta: Diptera) in the state of Rio de Janeiro, Brazil: Lundiana, 2009. Vol. 10 (1). P. 11–18.
162. Kajak Z., Prus P. Effects of the density of larvae and type of substrate on *Chironomus plumosus* L. (Diptera: Chironomidae) population. Laboratory experiments. *Polish Journal of Ecology*, 2001. Vol. 49 (4). P. 369–378.
163. Distribution of Chironomidae (Insecta: Diptera) in polluted rivers of the Juru River Basin, Penang, Malaysia / S. A. Al-Shami *Journal of Environmental Sciences*, 2010. Vol. 22. P. 1718–1727.
164. Azevedo-Pereira H.M.V.S., Lemos M.F.L., Soares A.M.V.M. Effects of imidacloprid exposure on *Chironomus riparius* Meigen larvae: linking acetylcholinesterase activity to behaviour. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2011. Vol. 74. P. 1210–1215.
165. Induction of mouthpart deformities in chironomid larvae exposed to contaminated sediments / A. Di Veroli et al. *Environmental Pollution*, 2012 (a). Vol. 166. P. 212–217.
166. Di Veroli A., Selvaggi R., Goretti E. Chironomid mouthpart deformities as indicator of environmental quality: a case study in Lake Trasimeno

- (Italy). Journal of Environmental Monitoring, 2012 (b). Vol. 14. P. 1473–1478.
167. Rawal D. Ecological analysis of Chironomus larvae (Diptera: Chironomidae) collected from Ayad River in Udaipur city. International Journal of Fauna and Biological Studies, 2014. Vol. 1(5). P. 20–21.
 168. Response of the Chironomid larvae to the environmental condition a study on the polytene chromosomes of Chironomus striatipennis (Kieffer) / S. Bhaduri et al. The Ecoscan, 2011. Vol. 5. P. 75–80.
 169. Lethal effects of abamectin on the aquatic organisms Daphia similis, Chironomus xanthus and Danio rerio / A. Novelli et al. Chemosphere, 2012. Vol. (86). P. 36–40.
 170. Chaudhuri P.K., Hazra N., Alfred J.R.B. A checklist of Chironomid midges (Diptera: Chironomidae) of the Indian subcontinent. Oriental Insects, 2001. Vol. 35. P. 335–372.
 171. Ebrahimnezhad M., Allahemoglobinakhshi E. A study on Chironomidae larvae of Golpayegan River (Isfahan-Iraq) at generic level. Iran J of Sci and Technol, 2013. Vol. 1. P. 45–52.
 172. Henriques-Oliveira A.L., Neissimian J.L., Dorville L.F.M. Feeding habits of Chironomid larvae (Insecta: Diptera) from a stream in the Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro Brazil. Braz J Biol, 2003. Vol. 63(2). P. 269–281.
 173. Lencioni V., Marziali L., Rossaro B. Diversity and distribution of Chironomids (Diptera, Chironomidae) in pristine Alpine and pre-Alpine springs (Northern Italy). J Limnol, 2011. Vol. 70(1). P. 106–121.
 174. Biodiversity of Chironomidae (Diptera) and genome response to trace metals in the environment / P. Michailova et al. Pesticides, 2011. Vol. 1(4). P. 41–48.
 175. Diversity of larvae of littoral Chironomidae and their role as bioindicators in urban reservoirs of different trophic levels / S.S. Morais et al. Braz J Biol, 2010. Vol. 70(4). P. 995–1004.

176. Ozkan N., Camur-Elipek B. The dynamics of Chironomidae larvae and the water quality in Meric River (Edirne/Turkey). *Tiscia*, Vol. 2006. 55. P. 49–54.
177. Ozkan N., Camur-Elipek B. Moubayed B.J. Ecological analysis of Chironomid larvae (Diptera, Chironomidae) in Ergene River basin (Turkish Thrace). *Turk J Fish Aquat Sci*, 2010. Vol. 10. P. 93–99.
178. A modeling approach to link food availability growth emergence and reproduction for the midge *Chironomus riparius* / A.R.R. Pery et al. *Environ Toxicol Chem*, 2002. Vol. 21(11). P. 2507–2513.
179. Rico E., Quesada A. Distribution and ecology of Chironomids (Diptera, Chironomidae) on Byers Peninsula Maritime Antarctica. *Antarct Sci*, 2013. Vol. 25(2). P. 288–291.
180. Printes L.B., Fernandes M.N., Espíndola E.L.G. Laboratory measurements of biomarkers and individual performances in *Chironomus xanthus* to evaluate pesticide contamination of sediments in a river of southeastern Brazil. *Ecotoxicol. Environ. Saf*, 2011. Vol. 74. P. 424–430.
181. Sanseverino A.M., Nessimian J.L. The food of larval Chironomidae (Insecta, Diptera) in submerged litter in a forest stream of the Atlantic Forest (Rio de Janeiro, Brazil): *Acta Limnol Bras*, 2008. Vol. 20(1). P. 15–20.
182. Functional feeding habits of Chironomidae larvae in a lotic system from Midwestern region of Sao Paulo State Brazil / F.L. Silva et al. *Panam J Aquat Sci*, 2008. Vol. 3(2). P. 135–141.
183. Thangasamy V., Veerasamy S., Perumal S. Population density of chironomus larvae (Diptera, Chironomidae) in selected Tuticorin salt pans, Southeast coast of India. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2016. Vol. 4(4). P. 434–439.
184. Ree H.I., Yum J.H. Redescription of *Chironomus salinarius* (Diptera: Chironomidae), nuisance midges that emerged in brackish water of Jinhaeman (Bay), Kyongsangnamdo, Korea. *Korean Journal of Parasitology*, 2006. Vol. 44. P. 63–66.

185. Kawai K., Morihiro S., Imabayashi H. Transectional distribution patterns of chironomid larvae in estuaries. *Medical Entomology and Zoology*, 2000. Vol. 51. P. 215–220.
186. Modelling toxicity and mode of action of chemicals to analyse growth and emergence tests with the midge *Chironomus riparius* / A.R.R. Pery et al. *Aquatic Toxicology*, 2003. Vol. 65. P. 281–292.
187. How the salinity effects life cycle of brackish water species, *Chironomus salinarius* Kiefer (Diptera: Chironomidae) / V. Cartier et al. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2011. Vol. 405. P. 93–98.
188. Functional feeding habits of chironomidae larvae (Insecta, Dipteral) in a lotic system from Midwestern region of Sao Paulo State, Brazil / F.L. Silva et al. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 2008. Vol. 20. P. 135–141.
189. Ekrem T. Chironomid types at Museum Naational d'Histoire Naturelle, Paris: *Chironomus Newsletter on chironomidae Research*, 2000. Vol. 13. P. 15–19.
190. Deepak R. Ecological analysis of *Chironomus* larvae (Diptera: Chironomidae) collected from Ayad River in Udaipur city. *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 2014. Vol. 1(5). P. 20–21.
191. Morpho-histological characterization of immature of the bioindicator midge *Chironomus sancticaroli* Strixino and Strixino (Diptera, Chironomidae) / V.S. Richardi et al. *Entomologia*, 2015. Vol. 59. P. 240–250.
192. Michailova P., Szarek Gwiazda E., Kovnacki A. Effect of Contaminants on the Genome of soxe species of genus *Chironomus* (Chironomidae, Diptera) living in Sediments of Dunajec River and Czorsztyn Reservoir: *Water, Air and Soil Pollution*, 2009. Vol. 202. P. 245–258.
193. Habitats and trophic relationships of Chironomidae insect larvae from the Sepotuba River basin, Pantanal of Mato Grosso, Brazil / C.M.M Butakka et al. *Braz. J. Biol.*, 2014. Vol. 74, no. 2, P. 395–407.

194. Aburaya F.H., Callil C.T. Variação temporal de larvas de Chironomidae (Diptera) no Alto Rio Paraguai (Cáceres, Mato Grosso, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 2007. Vol. 24, no. 3. P. 565–572.
195. Amorim R.M., Henriques-Oliveira A.L., Nessimian J.L. Distribuição espacial e temporal das larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) na seção ritral do rio Cascatinha, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil: *Lundiana*, 2004. Vol. 5, no. 2 P. 119–127.
196. Henriques-Oliveira A.L., Sanseverino A.M., Nessimian J.L. Larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) de substrato rochoso em dois rios em diferentes estados de preservação na Mata Atlântica, RJ: *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2000. Vol. 11, no. 2. P. 17–28.
197. Henriques-Oliveira A.H., Nessimian J.L., Dorville L.F.M. Feeding habitats of Chironomid larvae (Insecta: Diptera) from a stream in the Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 2003. Vol. 63, no. 2. P. 16 p.
198. Higuti J., Takeda A.M. Spatial and temporal variation in densities of Chironomid larvae (Diptera) in two lagoons and two tributaries of the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 2002. Vol. 62, no. 4b. P. 807–818.
199. Roque F.O., Trivinho-Strixino S. *Guassutanypus oliveirai*, a new genus and species of Macropelopiini from Brazil (Insecta, Diptera, Chironomidae). *Spixiana*, 2003. Vol. 26. P. 159–164.
200. Sanseverino A.M., Nessimian J.L. Hábitats de larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) em riachos de mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro: *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2001. Vol. 13. P. 29–38.
201. Sanseverino A.M., Nessimian J.L. The food of larval chironomids in a stream of the Atlantic Forest (Rio de Janeiro, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2008. Vol. 20. P. 117–130.

202. Genotoxic effect of Phenanthrene on *Chironomus sancticaroli* (Diptera: Chironomidae) / G.S. Morais et al. J. Zoologia, 2014. Vol. 31(4). P. 323–328.
203. Stur E., Nolte U., Fittkau E.J. Chironomidae from a surface-drift habitat in an intermittent stream in tropical Brazil / O. Hoffrichter (ed.). Late 20TH Century research on Chironomidae. Aachen: Shaker Verlag., 2000. P. 425–432.
204. Stur E., Fittkau E.J., Serrano M.A. *Parapentaneura bentogomensis* gen. n., sp. n., a new Tanypodinae (Diptera, Chironomidae) from Brazil. Zootaxa, 2006. Vol. 1384. P. 59–68.
205. Trivinho-Strixino S., Correia L.C., Sonoda K.C. Phytophilous Chironomidae (Diptera) and other macroinvertebrates in the ox-bow Infernão Lake (Jataí Ecological Station, Luiz Antônio, SP, Brazil). Brazilian Journal of Biology, 2000. Vol. 60, no. 3. P. 527–535.
206. Trivinho-Strixino S., Sanseverino A.M. *Tanytarsus rhabdomantis*: New combination for *Nimbocera rhabdomantis* Trivinho-Strixino and Strixino, 1991 (Diptera: Chironomidae). Zootaxa, 2003. Vol. 389. P. 1–10.
207. Trivinho-Strixino S., Strixino G. Chironomidae (Diptera) do Rio Ribeira (Divisa dos Estados de São Paulo e Paraná) numa avaliação ambiental faunística. Entomologia y Vectores, 2005. Vol. 12, no. 2. P. 243–253.
208. Trivinho-Strixino S. Larvas de Chironomidae: guia de identificação. São Carlos. Laboratório de Entomologia Aquática, 2011. /PPG-ERN/UFSCar.
209. Yeager P. E., Foreman C. L., Sinsabaugh R. L. Microbial community structure and function in response to larval chironomid feeding pressure in a microcosm experiment. Hydrobiologia, 2001. Vol. 448. P. 71–81.
210. Stevens M.M., Helliwell S., Cranston P.S. Larval chironomid communities (Diptera: Chironomidae) associated with establishing rice crops in southern New South Wales, Australia. Hydrobiologia, 2006. Vol. 556. P. 317–325.

211. Vala J., Moubayed J., Langton P. H. Chironomidae des rizie` res de Camargue, donne` es faunistiques et e` cologiques (Diptera). Bulletin de la Socie´ te´ entomologique de France, 2000. Vol. 105. P. 293–300.
212. Genotoxicity in *Chironomus kiiensis* (Chironomidae: Diptera) after exposure to polluted sediments from rivers of north peninsular Malaysia / S.A. Al-Shami et al. Implication for ecotoxicological monitoring. River Research and Applications, 2013. Vol. 29 (9). P. 1195–1204. doi: 10.1002/rra.2594
213. Helliwell S., Stevens M. M. Efficacy and environmental fate of alphacypermethrin applied to rice fields for the control of chironomid midge larvae (Diptera: Chironomidae). Field Crops Research, 2000. Vol. 67. P. 263–272.
214. Kim J., Lee J., Ree H. Seasonal population dynamics of chironomid midges (Diptera: Chironomidae) emerging from reclaimed rice fields in Seosan, Korea in 1997–1999. Korean Journal of Entomology, 2001. Vol. 31. P. 225–232.
215. An image analysis technique for assessing resistance in rice cultivars to root-feeding chironomid midge larvae (Diptera: Chironomidae) / M. M. Stevens et al. Field Crops Research, 2000. Vol. 66. P. 25–36.
216. Stevens M. M., Warren G. N., Braysher B. D. Oviposition response of *Chironomus tepperi* Skuse (Diptera: Chironomidae) to nitrogenous compounds and bioextracts in two-choice laboratory tests. Journal of Chemical Ecology, 2003. Vol. 29. P. 911–920.
217. Wang X. Nuisance chironomid midges recorded from China (Diptera) / O. Hoffrichter (ed.). Late 20th Century Research on Chironomidae. An Anthology from the 13th International Symposium on Chironomidae, Freiburg, 5–9 September 1997. Shaker Verlag, Aachen, 2000. P. 653–658.
218. Epler J.H. Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina. North Carolina Dep. Envir. Natural Resources.

- North Carolina: Div. Water Quality, 2001. Available from: <http://www.esb.enr.state.nc.us/BAUwww/Chironomid.htm>
219. Sanseverino A.M., Nessimian J.L. Th food of larval Chironomidae (Insecta, Diptera) in submerged litter in a forest stream of the Atlantic Forest (Rio de Janeiro, Brazil). *Acta Limnol. Bras.*, 2008. Vol. 20, no. 1 P. 15–20.
 220. Hall-Jr R.O., Wallace J.B., Eggert S.L. Organic matter flw in stream food webs with reduced detrital resource base. *Ecology*, 2000. Vol. 81, no. 12. P. 3445–3463.
 221. Ingvason H.R., Ólafsson J.S., Gardasson A. Food selection of Tanytarsus gracilentus larvae (Diptera: Chironomidae): An analysis of instars and cohorts. *Aquat. Ecol.*, 2004. Vol. 38. P. 231–237.
 222. Arceo-Carranza D., Chiappa-Carrara X. Feeding ecology of juvenile marine fish in a shallow coastal lagoon of southeastern Mexico. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 2015. Vol. 43(4). P. 621–631.
 223. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review / M. Elliott et al. *Fish Fish.*, 2007. Vol. 8. P. 241–268.
 224. Geni expression patterns and life cycle responses of toxicant exposed chiromids / M. Marinkovic et al. *Environmental Science Techhnology*, 2012. Vol. 46(22). P. 1267–1286. doi: 10.1021/ es3033617.
 225. Froese R., Pauly D. FishBase. [www.fishbase. org]. Reviewed: 2014. 8 January 2015.
 226. Hajisamaea S. Trophic ecology of bottom fishes assemblage along coastal areas of Thailand. *Estuar: Coast. Shelf Sci.*, 2009. Vol. 82. P. 503–514.
 227. Laegdsgaard P., Johnson C.R. Why do juvenile fish utilize mangrove habitats. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 2001. Vol. 257. P. 229–253.
 228. Ramírez-Luna V., Navia A.F., Rubio E.A. Food habits and feeding ecology of estuarine fish assemblage of northern Pacific coast of Ecuador. *Panamjas*, 2008. Vol. 3(3). P. 361–372.

229. Niamul Naser M., Roy D. Feeding ecology of *Chironomus* larvae (insecta:diptera) collected from different habitat of Dhaka, Bangladesh: Bangladesh J. Zool, 2012. Vol. 40(1). P. 129–133.
230. Walberg E. Effect of increased water temperature on warm water fish feeding behavior and habitat use: Journal of Undergraduate Research at Minnesota State University. Mankato, 2011. Vol. 11, Article 13.
231. Behrens M.D., Lafferty K.D. Temperature and diet effects on omnivorous fish performance: implications for the latitudinal diversity gradient in herbivorous fishes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2007. Vol. 64. P. 867–873.
232. Non-native fishes and climate change: predicting species responses to warming temperatures in a temperate region / J.R. Britton et al. Freshwater Biology, 2010. Vol. 55. P. 1130–1141.
233. Figueira W.F., Booth D.J. Increasing ocean temperatures allow tropical fishes to survive overwinter in temperate waters. Global Change Biology, 2010. Vol. 16. P. 506–516.
234. Variations in water temperatures and levels in the St. Lawrence River (Quebec, Canada) and potential implications for three common fish species / C. Hudon et al. Hydrobiologia, 2010. Vol. 647. P. 145–161.
235. Andriiash G.S., Zabolotna G.M., Shulga S.M. Regulation and intensification ways of lysine biosynthesis. Mikrobiologiya ta biotekhnologiya, 2012. Vol. 4. P. 6–17.
236. Fayyaz U., Chaloupka J. Regulation of formation of proteases in *Bacillus megaterium* iv. The formation of the enzyme in the sporogenous strain KM: Folia Microbiol, 1995. Vol. 15 (4). P. 264–274.
237. Genotoxic effect of Phenanthrene on *Chironomus sancticaroli* (Diptera: Chironomidae) / G.S. Moraisi PesentiII et al. Zoologia, 2014. Vol. 31 (4). P. 323–328.
238. Adam, an artificial fresh water for the culture of zooplankton / B. Kluttgen et al. Wat. Res., 1994. Vol. 28, №. 3. P. 743–746.

239. Kumar P., Khare S., Dubey R. Diversity of Bacilli from Disease Suppressive Soil and their Role in Plant Growth Promotion and Yield Enhancement. New York Science Journal, 2012. № 5 (1). P. 90–111.
240. Kutsenko M. The Chironomus tentans genome sequence and the organization of the Balbiani ring genes: BMC Genomics, 2014. Vol. 15(8). P. 2–12. 15:819 <http://www.biomedcentral.com/1471-2164/15/819>.
241. Limnol J. Decaying cyanobacteria decrease N₂O emissions related to diversity of intestinal denitrifiers of Chironomus plumosus. Journal Original Article, 2015. Vol. 74(2). P. 261–271.
242. Quantification of pumping rate by Chironomus plumosus larvae in real burrows / M. R. Morad et al Aquatic Ecology, 2010. Vol. 44. P. 143–153.
243. Karyotype characteristics and chromosomal polymorphism of Chironomus “annularius” sensu Strenzke (1959) (Diptera, Chironomidae) from the Caucasus region / Kh. Mukhamed et al. CompCytogen, 2018. Vol. 12(3). P. 267–284. doi: 10.3897/CompCytogen.v12i3.25832 <http://compcytogen.pensoft.net>.
244. Warrina E., Vedamanikama V., Shazillia N. Toxicity of three forms of copper to the Chironomus tentans in both the aquatic and sediment media: Toxicological & Environmental Chemistry, 2009. Vol. 91. P. 297–304.

ДОДАТКИ

Додаток А.



Продовження додатку А.

(11) **132075**(19) **UA**

(51) МПК

A23K 10/12 (2016.01)**A23K 50/80 (2016.01)**(21) Номер заявки: **u 2018 09055**(22) Дата подання заявки: **31.08.2018**(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **11.02.2019**(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **11.02.2019, Бюл. № 3**(72) Винахідники:
**Мерзлов Сергій Віталійович, UA,
Король-Безпала Леся
Петрівна, UA**(73) Власники:
**Мерзлов Сергій Віталійович,
вул. Героїв Чорнобиля, 5, кв.
143, м. Біла Церква, Київська
обл., 09111, UA,
Король-Безпала Леся
Петрівна,
вул. Героїв Чорнобиля, 5, кв.
33, м. Біла Церква, Київська
обл., 09111, UA**

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ УДОСКОНАЛЕННЯ СКЛАДУ ПОЖИВНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ЛИЧИНКИ CHIRONOMUS

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб удосконалення складу поживного середовища для личинок Chironomus, що включає додавання до поживного середовища білоквмісної добавки, який **відрізняється** тим, що як білоквмісну добавку до поживного середовища для личинок Chironomus додають дріжджовану масу шроту насіння соняшнику.

Додаток Б.

Склад та поживність 100 г комбікорму для мальків коропа

Компонент комбікорму	Уміст, %	Показники хімічного складу та поживності	Уміст, %
Шрот соняшниковий	15,0	Обмінна енергія, ккал	286,0
Жмих соєвий	36,0	Сира клітковина, %	5,410
Пшениця	25,4	Жир сирий, %	3,430
Рибне борошно	20,0	Сирий протеїн, %	36,990
Клітини крові (гемоглобін)	2,6	Метіонін, %	0,730
Премікс	1,0	Метіонін + Цистин, %	1,210
Всього	100	Лізин, %	2,230
		Треонін, %	1,470
		Триптофан, %	0,460
		Линолева кислота, %	1,220
		Аргинін, %	2,390
		Кальцій, %	1,250
		Фосфор (пол), %	1,180
		Фосфор (засв), %	0,920
		Натрій, %	0,260
		Вітамін А, МЕ	10000,000
		Вітамін Е, мг	80,000
		Вітамін Д ₃ , МЕ	1200,00
		Вітамін К ₃ , мг	10,000
		Вітамін В ₁ , мг	15,000
		Вітамін В ₂ , мг	25,000
		Ніацин (В ₃ , РР), мг	70,000
		Холін-хлорид (В ₄), мг	500,000
		Вітамін В ₅ , мг	30,000
		Вітамін В ₆ , мг	10,000
		Вітамін В ₁₂ , мг	0,030
		Вітамін В _с , мг	0,500
		Вітамін Н, мг	0,250
		Вітамін С, мг	75,000

Додаток В.

Експертний висновок № 013975 д.т./к/16



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З ПИТАНЬ БЕЗПЕЧНОСТІ
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ

ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ КОНТРОЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ВЕТЕРИНАРНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА КОРМОВИХ ДОБАВОК

Р/р 26004000091244, філія АТ "Укресімбанк" у м. Львові
МФО 325718, ЗКПО 00485670
Україна, 79019, м. Львів, вул. Донецька, 11

Тел. (032) 252-33-72
Факс (032) 252-27-78
dir@scivp.lviv.ua

16.05.18 № 1865-д/06
на № _____ від _____

Атестат акредитації НААУ
№ 2Н461 від 20.01.2014 р.



Протокол випробувань

Об'єкт(и) випробувань: Зразок № 1 – Личинка Chironomus із додаванням білкової добавки (із шроту насіння соняшника холодного віджиму)

Термін проведення дослідження: 25.04.2018 р. – 14.05.2018 р.

Результати випробувань:

Назва показника	Личинка Chironomus із додаванням білкової добавки (із шроту насіння соняшника холодного віджиму)
Аргінін (arg), %	1,23
Лізин (lys), %	2,19
Тирозин (tyr), %	1,19
Фенілаланін (phe), %	1,17
Гістидин (his), %	0,61
Лейцин + ізолейцин (Leu, ile), %	3,06
Метіонін (met), %	0,73
Валін (val), %	1,52
Пролін (pro), %	1,94
Треонін (thr), %	1,63
Серін (ser), %	1,25
Аланін (ala), %	2,00
Гліцин (gly), %	1,33
Калій, %	0,763
Натрій, %	0,855
Магній, %	0,382
Кальцій, %	1,56
Сірка, %	0,283
Фосфор, %	< 0,005

- Примітки:
1. Експертний висновок стосується тільки продукції, зразки якої піддані випробуванням.
 2. Експертний висновок не підлягає повному або частковому передрукуванню без дозволу випробувальної лабораторії.
 3. Результати розраховано, як середнє арифметичне $n=5$. Метод капілярного електрофорезу СКЕ «Капель-105М»

Заст. директора
ДНДКІ ветеринарних препаратів
та кормових добавок

Виконавець: Аспірант БНАУ Ривак Р.О.



Т.Р.Левицький

Додаток Г.

Затверджую:

проректор з наукової та інноваційної
діяльності, професор



Варченко О.М.

2019 р.

щодо проведення науково-господарського дослід з вивчення впливу різних
доз біомаси личинок *Chironomus* на продуктивність риби

Ми, що нижче підписались завідувач віварієм БНАУ І.І. Шулько; науковий керівник, доктор с.-г. наук, професор С.В. Мерзлов; старший лаборант кафедри харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва Г.М. Гудзікевич; аспірант кафедри харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва Л.П. Король-Безпала стверджуємо, що за період з 15 травня до 15 липня 2018 року в умовах віварію Білоцерківського національного аграрного університету був проведений науково-господарський дослід щодо використання біомаси личинок *Chironomus* у складі комбікормів для годівлі риб.

З цієї метою за принципом аналогів було створено п'ять груп по 100 голів малька коропа лускатого у кожній. Кожну групу утримували в спеціальних басейнах на 800 л. Годували рибу із додержанням усіх вимог постановки зоотехнічних експериментів за схемою двічі на добу (вранці та ввечері) гранульованими комбікормами. Рибі із контрольної групи годували повнораціонний комбікорм, а у дослідні групи в комбікорм додавали біомасу личинок *Chironomus*.

Продовження додатку Г.

Для I дослідної групи використовували комбікорм із вмістом 0,25 % біомаси личинок *Chironomus*. Риба із II дослідної групи споживала комбікорм який містив 0,5 % біомаси личинок *Chironomus*. В комбікормі для риби із III дослідної групи було 0,75 % біомаси личинок *Chironomus*. Для риби із IV дослідної групи використовували комбікорм де біомаса личинок *Chironomus* була на рівні 1,0 %.

За введення до комбікорму кормової добавки біомаси личинок *Chironomus* використовували метод вагового дозування та багатоступеневого змішування. Температура води, хімічний склад, вміст Оксигену і газів у контролі та дослідних групах були ідентичними.

Показники мікроклімату у приміщенні були ідентичними для риби всіх груп і відповідали встановленим гігієнічним нормативам.

Результати досліджень наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники дослідження використання різних доз личинок *Chironomus* для годівлі риб

Група	Середня маса, г	Витрати корму на 1 кг приросту живої маси, кг
Контрольна	48,3±0,16	1,37
I дослідна	48,9±0,11*	1,36
II дослідна	49,7±0,18***	1,34
III дослідна	50,1±0,21***	1,33
IV дослідна	49,9±0,13***	1,34

Найвища продуктивність молодняку риби була у III дослідній групі. Показник був вищим ніж у контролі на 3,7 %.

Висновки

1. Використання 0,75 % біомаси личинок *Chironomus* у комбікорм для годівлі риби сприяє підвищенню продуктивності на 3,7 % у III дослідній групі порівняно з аналогами контрольної групи.

Продовження додатку Г.

2. Введення біомаси личинок *Chironomus* 0,75 % до складу комбікормів для згодовування риби, сприяє зменшенню витрат кормів на 1 кг приросту живої маси на 2,9 % порівняно до контролю.

Науковий керівник

доктор с.-г. наук, професор



С.В. Мерзлов

Зав. віварієм БНАУ



І.І. Шулько

Ст. лаборант кафедри

харчових технологій і технологій

переробки продукції тваринництва



Г.М. Гудзікевич

Аспірант кафедри харчових

технологій і технологій переробки

продукції тваринництва



Л.П. Король-Безпала

Додаток Г. 1

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор з виробництва

ТОВ «Лагуна»

2019 р.



Акт

про виробничу перевірку
впливу біомаси личинки *Chironomus*
у складі комбікорму
на ріст і розвиток риби

Ми, що нижче підписались, директор ТОВ «Лагуна» І.М. Ясінська, науковий керівник доктор с.-г. наук, професор С.В. Мерзлов; аспірант кафедри харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва Л.П. Король-Безпала стверджуємо, що впродовж серпня-вересня 2018 року у ТОВ «Лагуна» с. Торчиця Ставищенського району Київської обл. було проведено виробничу перевірку щодо використання 0,75 % біомаси личинок *Chironomus* в складі комбікорму для годівлі риби.

З цією метою за принципом аналогів формували контрольну та дослідну групи. Групи утримували в садках. Контрольна група одержувала стандартний комбікорм без додаткового внесення личинок *Chironomus*. Дослідній групі до складу комбікорму вводили 0,75 % личинок *Chironomus*.

Продовження додатку Г. 1

Результати виробничої перевірки вирощування риби наведені у таблиці

1.

Таблиця 1 – Господарські показники вирощування риби

Показники	Група	
	контрольна	дослідна
Посаджено на вирощування, гол	1000	1000
Збереженість поголів'я, %	98	99
Передзабійна жива маса риби, г	47,4±0,22	49,0±0,19*
Витрати комбікорму на 1 кг приросту, кг	1,371	1,338

Примітка: * $P \leq 0,05$.

Період досліду тривав 60 діб. Як видно із таблиці 1 продуктивність риби у дослідній групі порівняно із контролем, була вищою 3,4 %. Витрати корму під час згодовування риби комбікорму із вмістом біомаси личинок *Chironomus* були меншими у дослідній групі на 2,4 % порівняно з контролем.

Висновки

1. Згодовування риби комбікорму із внесенням біомаси личинок *Chironomus* сприяє підвищенню продуктивності на 3,4 %.

2. Під час згодовування риби корм із додаванням личинок *Chironomus* зменшуються витрати комбікорму на 1 кг приросту на 2,4 %.

Директор ТОВ «Лагуна»



І.М. Ясінська

Науковий керівник

доктор с.-г. наук, професор

С.В. Мерзлов

Аспірант кафедри харчових технологій

і технологій переробки

продукції тваринництва

Л.П. Король-Безпала

Додаток Г. 2

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор з виробництва



ТОВ «Лагуна»

2019 р.

Акт

впровадження результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських та технологічних робіт

Тема роботи: «Удосконалення біотехнології вирощування личинки *Chironomus* та використання її у рибництві».

Підприємство де здійснюється впровадження: ТОВ «Лагуна» с. Торчиця Ставищенського району Київської обл.

1. Вид запроваджувальних результатів: впровадження методів удосконалення годівлі риби шляхом додавання до складу комбікормів 0,75 % біомаси личинок *Chironomus*.
2. Характер масштабів впровадження: дослідження були поставлені на 500 гол. Результати досліджень впроваджено в цьому господарстві на 2000 гол. риби.
3. Новизна результатів досліджень: вперше вивчено та встановлено ефективність використання личинок *Chironomus* за вирощування риби.
4. Соціальний, науково-технічний та екологічний ефект: під час використання 0,75 % біомаси личинок *Chironomus*, досягнуто підвищення

Продовження додатку Г. 2

рентабельності виробництва продукції рибництва за рахунок підвищення продуктивності та заощадження кормів.

Директор ТОВ «Лагуна»



І.М. Ясінська

Аспірант кафедри харчових технологій

і технологій переробки
продукції тваринництва

Л.П. Король-Безпала