

УДК 606:577.118:595.771

МЕРЗЛОВ С.В.

БЕЗПАЛИЙ І.Ф.

КОРОЛЬ-БЕЗПАЛА Л.П.

Білоцерківський національний аграрний університет

lesy25@ukr.net

**ВСТАНОВЛЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ
УМОВ РОЗВЕДЕННЯ І РОЗВИТКУ ЛИЧИНОК *CHIRONOMUS***

Вирощування личинок *Chironomus* у штучних умовах передбачає створення в приміщенні необхідних умов, які забезпечують біологічні особливості їх розмноження, росту і розвитку. Личинка *Chironomus* є біологічно цінним кормом і джерелом білка для молодняку багатьох видів риб, що визначає підвищений попит на цей вид природного корму.

У статті представлено результати досліджень щодо встановлення оптимального співвідношення маси води і маси поживного середовища для личинок *Chironomus* та доведено вплив допоміжних засобів на відкладання яєць комарами *Chironomus*.

Дослідження проводили в умовах віварію науково-дослідного інституту харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва БНАУ. Використовували статистичні методики та методи спостереження для встановлення оптимальних технологічних параметрів.

Найбільше збереження личинок *Chironomus* спостерігали у поживному середовищі, де співвідношення маси води до маси мулу становило 1:5 та 1:6. Кількість личинок у цих варіантах була більшою на 5,6 % порівняно з контролем (співвідношення води до мулу – 1:2). У середовищі, де співвідношення маси мулу і маси води становило 1:1, загинув личинок *Chironomus* була найбільшою.

Використання в поживному середовищі допоміжних засобів має позитивний вплив на відкладання яєць *Chironomus*. Після промивання поживного середовища було встановлено, що оптимальна кількість допоміжних засобів становить 40 шт. (20 плаваючих і 20 занурених у мул). Їх застосування дає змогу збільшити кількість відкладених яєць у 1,2 раза.

Ключові слова: мул, біотехнологія вирощування личинок *Chironomus*, допоміжні засоби, співвідношення води до мулу, виживання личинки *Chironomus*, вода.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-135-141

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Важливе завдання сучасної аквакультури – одержання великої кількості якісного рибопосадкового матеріалу та рибопродукції. Вирощування риби пов'язане з низкою умов, у тому числі повноцінною годівлею, пошуком якісних та біологічно повноцінних кормів. До них належать живі корми – сукупність рослинних та тваринних гідробіонтів [1, 8, 12].

Деякі види гідробіонтів постійно знаходяться у товщі води, інші – мешкають на дні або зариваються у донні ґрунти, фіксуються на підводних частинах рослин [4, 19].

До найбільш розповсюджених представників гідробіонтів, які характеризуються великою витривалістю до несприятливих чинників середовища та беруть участь у самоочищенні водойм, належать личинки *Chironomus* [2, 9, 14].

Личинки *Chironomus* – це одна із стадій розвитку комарів родини *Chironomidae* (клас комах, підклас новокрилі, тип членистоногі, ряд двокрилі). Біомаса личинок *Chironomus* містить 12,8 % сухої речовини, з якої 48,5 % – білок, 10,9 – жири та 19,0 % – вуглеводи.

Представники роду *Chironomus* заселяють найрізноманітніші водойми – від калюж до водосховищ. Личинки *Chironomus* мешкають у мулі зарослих рослинами ставків, сильно забруднених водоймів, озер і струмків. Мул є джерелом поживних речовин для личинок [5, 10, 11].

Крім того, очерет, водорості, органічні рештки тощо на воді є механічними допоміжними засобами, які комарі використовують для відкладання яєць. На відкладання яєць у мул впливає наявність і кількість води над ним [3, 15, 21].

Питання щодо оптимального впливу співвідношення маси мулу і води та оптимальної кількості допоміжних засобів на воді для відкладання яєць і розвитку личинок *Chironomus* у штучних умовах наразі детально не вивчено.

Культивування личинок *Chironomus* передбачає створення в закритих приміщеннях необхідних умов для проходження всіх етапів росту і розвитку культури, зокрема запліднення, відк-

ладання яєць, живлення, росту личинок, лялечок, утворення та виліту імаго [6, 13, 22]. У вітчизняній та зарубіжній літературі зустрічаються поодинокі дані щодо культивування личинки *Chironomus* у штучних умовах. Сьогодні в деяких країнах світу розведення личинок *Chironomus* в природних умовах неможливе, це пов'язане з природно-кліматичними умовами (висока температура повітря, мала кількість водойм країни). Тому проводять дослідження щодо вирощування личинки *Chironomus* у штучних умовах, зокрема в теплицях [17, 20].

Від забезпечення оптимальних штучних умов культивування залежить інтенсивність розмноження та росту личинок *Chironomus* [7, 16, 18].

Метою дослідження було встановлення оптимального співвідношення мулу і води та кількості допоміжних засобів на воді, за яких відбувається оптимальне відкладання яєць і максимальне збереження личинок *Chironomus*.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили в умовах віварію науково-дослідного інституту харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва Білоцерківського національного аграрного університету в два етапи.

На першому етапі встановили оптимальне співвідношення маси мулу і води. Для цього сформували 6 груп личинок – одну контрольну і п'ять дослідних. Із нативного мулу готували поживні середовища. Личинок поміщали у поживні середовища з різним співвідношенням води і мулу (табл. 1).

У кожне поживне середовище вносили по 400 особин 3-добових личинок. Дослід проводили у 4-кратній повторності.

Таблиця 1 – Схема дослідження оптимального співвідношення маси мулу і води для вирощування личинок *Chironomus*

Група	Співвідношення маси мулу до води
Контрольна	1:2
I дослідна	1:1
II дослідна	1:3
III дослідна	1:4
IV дослідна	1:5
V дослідна	1:6

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

На другому етапі проводили дослідження зі встановлення впливу допоміжних засобів у поживному середовищі на відкладання яєць і розвиток личинок *Chironomus*.

Готували 7 ємностей з поживним середовищем, співвідношення води і мулу в яких становило 1:5. У кожну ємність поміщали різну кількість допоміжних засобів (дерев'яні палички) довжиною 9–10 см і діаметром 3–4 мм, частину яких занурювали вертикально в мул, а частина плавала на поверхні води. У контрольну групу не поміщали нічого (табл. 2).

Таблиця 2 – Схема дослідження впливу допоміжних пристроїв на відкладання яєць та розвиток личинок *Chironomus*

Група	Допоміжні пристрої	
	Занурені вертикально, шт.	Горизонтально плаваючі, шт.
Контрольна	-	-
I дослідна	5	5
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-ту добу. Температуру повітря в приміщенні витримували на рівні 19–20 °С.

Результати дослідження. Дослідження показали, що співвідношення води і мулу у поживному середовищі впливає на виживання личинок. Так, через 6 діб після заселення личинок

Chironomus кількість життєздатних особин у контрольній групі становила 375, тобто втрати популяції були на рівні 6,3 % (табл. 3).

Таблиця 3 – Підрахунок кількості личинок *Chironomus* за різного співвідношення маси води до мулу, $M \pm m$, $n=4$

Група	Кількість внесених 3-добових личинок, шт.	Кількість личинок через 6 діб, шт.	Кількість личинок через 12 діб, шт.
Контрольна	400	375±10,3	369±11,7
I дослідна	400	352±13,8*	344±15,6*
II дослідна	400	378±9,2	371±10,1
III дослідна	400	380±8,7	373±9,9
IV дослідна	400	391±6,8	390±6,2
V дослідна	400	390±6,7	390±6,3

Примітка: * $P \leq 0,05$.

За співвідношення маси мулу і води 1:1 (I дослідна група) кількість личинок *Chironomus* була на 6,1 % менша порівняно з контролем. Відносно кількості особин, яку вносили в першу добу експерименту, загибель личинок *Chironomus* була на рівні 12,0 %.

За співвідношення маси мулу і води 1:3 кількість особин була на 0,8 % більшою, ніж у контролі. Збереження личинок на 6-ту добу становило 94,5 %.

У разі, коли співвідношення маси мулу і маси води становило 1:4, кількість личинок *Chironomus* була більшою на 1,3 % порівняно з контролем. Загибель личинок *Chironomus* фіксували на рівні 5,0 %.

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

Таким чином, найкращі показники виживання личинок на 6-ту добу експерименту було встановлено для середовищ, в яких співвідношення мулу і води становило 1:5 та 1:6.

Через 12 діб від початку експерименту контрольна група личинок нараховувала 369 особин. Порівняно з 6-ю добою їх кількість зменшилась на 1,6 %, а з початку експерименту втрати становили 7,8 %.

Найвищі показники загибелі личинок фіксували у I дослідній групі, де співвідношення мулу і води становило 1:1. Порівнюючи з контролем, личинок залишилось на 6,8 % менше. Відносно даних на 6-ту добу кількість личинок зменшилась на 2,2 %. Порівняно з початком експерименту вижило 86,0 % особин.

У II дослідній групі, де співвідношення маси мулу до води було 1:3, під час перевірки виявлено зменшення личинок *Chironomus* до показника на 6-ту 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-ту 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 маси води 1:5 і 1:6, встановлено, що відносно попередніх підрахунків (6-та 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. Їх співвідношення найбільше сприяло збереженню, росту і розвитку личинок *Chironomus*.

Дослідження впливу кількості вертикальних і горизонтальних допоміжних засобів у поживному середовищі на ефективність відкладання яєць *Chironomus* показало, що чим більша кількість горизонтальних і вертикальних засобів присутня у середовищі, тим більше можливостей мають комарі *Chironomus* для відтворення.

Під час перевірки (промивання поживного середовища на ситах) встановлено, що кількість личинок *Chironomus* на 6-ту добу у контрольній групі становила 115 особин (табл. 4).

Таблиця 4 – Кількість личинок *Chironomus* за різної кількості допоміжних засобів, М±m, n=4

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

Примітка:***P<0,001.

У варіанті, де у поживне середовище поміщали по 5 дерев'яних паличок (I дослідна група), кількість личинок *Chironomus* перевищувала контрольну групу у 2,43 раза.

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

У III дослідній групі, з розміщенням у поживному середовищі по 15 допоміжних засобів, кількість личинок *Chironomus* збільшилась у 3,21 раза порівнюючи з контролем. Одержані дані у цій групі перевищували результати, отримані у I та II дослідних групах, на 32,1 та 17,4 % відповідно.

Під час перевірки кількості особин у IV дослідній групі доведено, що внесення у поживне середовище по 20 дерев'яних паличок зумовлює збільшення кількості личинок відносно контрольної групи у 3,3 раза. Відносно I–III дослідних груп у IV дослідній групі кількість личинок *Chironomus* була більшою, відповідно, на 27,0 – 35,7 %. Під час підрахунків кількості личинок *Chironomus* у V дослідній групі виявлено, що показник перевищував дані контролю у 3,27 раза. Порівнюючи з показниками у I, II та III групі, кількість личинок була більшою, відповідно, на 34,2 %; 19,3 та 1,6 %. Стосовно кількості особин у IV дослідній групі, дані були майже однаковими. Різниця становила 1,05 %. Також встановлено, що у поживному середовищі з внесенням по 30 шт. допоміжних засобів (VI дослідна група) кількість личинки *Chironomus* була більшою у 3,32 раза відносно контрольної групи. Суттєвих відмінностей між показниками IV та V дослідних груп не встановлено.

Під час підрахунку кількості личинок через 12 діб після відкладання яєць було встановлено, що в контрольній групі кількість особин становила 85 шт. Порівняно з кількістю личинок на 6-ту добу, їх загибель становила 26,0 %. У I дослідній групі, порівнюючи з контролем, личинок залишилось у 2,83 раза більше. Відносно показника на 6-ту добу після відкладання яєць *Chironomus*, то збереження личинок було на рівні 85,7 %.

Крім того, встановлено, що у II дослідній групі з внесенням у поживне середовище допоміжних засобів кількість личинок *Chironomus* перевищувала контроль у 3,34 раза. Порівнюючи з даними I групи, кількість особин була більшою на 18,3 %. Втрати личинок відносно попереднього контролю (6-та доба) становили 9,8 %.

Під час перевірки кількості личинок на 12-ту добу у III дослідній групі було з'ясовано, що показник збільшився у 4,09 раза порівняно з контролем. Відносно I і II дослідної групи спостерігали підвищення кількості личинок *Chironomus*. Втрати особин за 6 діб їх вирощування після першої перевірки становили 6,7 %.

У IV дослідній групі, де було внесено 40 шт. дерев'яних паличок, кількість личинок також перевищувала показник контролю у 4,14 раза. Різниця з I, II та III дослідними групами була в межах 2,0–46,6 %. Збереження личинок відносно даних на 6-ту добу було на рівні 92,6 %. Кількість личинок у V дослідній групі також переважала дані контролю. В VI дослідній групі кількість живих особин була більшою, ніж у контрольній групі, у 4,12 раза.

Таким чином, було виявлено, що найбільш сприятливе середовище для відкладання яєць комарами *Chironomus*, росту і розвитку їх личинок було у IV та V дослідних групах, де кількість допоміжних засобів становила 40 та 50 шт.

Висновки. 1. Найкращі показники збереження личинок *Chironomus* були у поживному середовищі, де співвідношення маси води і маси мулу становило 1:5 та 1:6. Найменше збереження личинок *Chironomus* виявлено за співвідношення маси мулу і маси води 1:1.

2. За використання 40–50 шт. допоміжних засобів (20–25 вертикальних і 20–25 горизонтальних) відкладання яєць комарами *Chironomus* найвище. Зі зменшенням кількості допоміжних засобів кількість відкладених яєць в поживному середовищі зменшується.

Перспективними дослідженнями є вивчення впливу температури повітря в приміщенні на ріст і розвиток личинок *Chironomus*.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М. Продукционная гидробиология. 2013. 343 с.
2. Алимов А.Ф. Стабильность и устойчивость водных экосистем. Гидробиол. журн. 2016. № 4 (47). С. 3–15.
3. Беляков В.П., Анурфреева Е.В., Бажора А.И., Шадрин Н.В. Влияние солёности на личинки хирономид (Diptera, Chironomidae) в гиперсолёных водах Крыма. Поволжский экологический журнал. 2017. №3. С. 240–250.
4. Голыгина В.В., Ермалаева О.В., Брошков А.Д. Хирономиды – модельный объект кардиологических исследований. Методические материалы (методическое пособие) к летней академической практике по цитологии для студентов 2-го курса биологического отделения. Новосибирск, 2013. С. 23–26.
5. Заморов В.В., Леончик С.Ю., Заморова М.П., Джуртубаев М.М. Метод оцінки потенційної чисельності і біомаси риб-бентофагів континентальних водойм за станом макрозообентосу. Гидробиол. журн. 2016. 47 (47). № 4. С. 47–55.
6. Клименко М.О., Прищеп А.М., Клименко О.М., Стецюк Л.М. Оцінювання стану водних екосистем за показниками біотестування: монографія. Рівне: НУВГП, 2014. 170 с.
7. Кононенко Р.В. Нове методичне керівництво з культивування кормових та їстівних безхребетних. Рибгосподарська наука України. 2018. № 1. С. 105–106.
8. Романенко В.Д., Гончарова М.Т., Коновець І.М., Кіпніс Л.С. Вибірковість мінеральних субстратів личинками *Chironomus riparius*. Гидробиол. журн. 2017. №1 (53). С. 104–110.
9. Федоненко О.В., Шарамок Т.С., Маренков О.М. Основи аквакультури: культивування мікрководоростей та безхребетних. навч. посіб. Дніпропетровськ, 2014. 44 с.
10. Baranov V. Effects of bioirrigation of non-biting midges (Diptera: Chironomidae) on lake sediment respiration. Sci. Rep. 6, 27329. Doi: <https://doi.org/10.1038/srep27329> (2016).
11. Beneberu G., Mengistou S. (2014). Head capsule deformities in *Chironomus* spp. (Diptera: Chironomidae) as indicator of environmental stress in Sebeta River, Ethiopia. African Journal of Ecology. 53(3). P. 268–277. Doi: <https://doi.org/10.1111/aje.12175>.
12. Deepak R. Ecological analysis of *Chironomus* larvae (Diptera: Chironomidae) collected from Ayad River in Udaipur city. International Journal of Fauna and Biological Studies. 2014. 1(5). P. 20–21.
13. Ebrahimnezhad M., Allahmoglobinakhshi E. A study on Chironomidae larvae of Golpayegan River (Isfahan-Iraq) at generic level. Iran J of Sci and Technol 2013. 1. P. 45–52.
14. Grebenjuk L. P., Tomilina I. I. (2014). 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. 7(3). P. 273–285. Doi: <https://doi.org/10.1134/S1995082914030092>.
15. 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).
16. Hölker F. et al. Tube-dwelling invertebrates: tiny ecosystem engineers have large effects in lake ecosystems. Ecol. Monogr. 2015. P. 333–351.
17. Kavanaugh R.G., Egan A.T., Ferrington L.C. Factor affecting decomposition rates of chironomid (Diptera) pupal exuviae. Chironomus: Newsletter on Chironomidae Research. 2014. 27. P. 16–24.
18. Linnol J. Decaying cyanobacteria decrease N₂O emissions related to diversity of intestinal denitrifiers of *Chironomus plumosus*. Journal Original Article. 2015. 74 (2). P. 261–271.
19. Milošević Đ. et al. (2014). Different aggregation approaches in the chironomid community and the threshold of acceptable information loss. Hydrobiologia. 727(1). P. 35–50. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10750-013-1781-5>
20. Planelló R. et al. Transcriptional responses, metabolic activity and mouth part deformities in natural populations of *Chironomus riparius* larvae exposed to environmental pollutants. Environ Toxicol. 2013. Doi: <https://doi.org/10.1002/tox.21893>.
21. Rico E., Quesada A. Distribution and ecology of Chironomids (Diptera, Chironomidae) on Byers Peninsula Maritime Antarctica. Antarct Sci. 2013. 25(2). P. 288–291.
22. Soster F. M. et al. Potential impact of *Chironomus plumosus* larvae on hypolimnetic oxygen in the central basin of Lake Erie. J. Great Lakes Res. 2015. 41. P. 348–357.

REFERENCES

1. Alymov, A.F., Bohatov, V.V., Holubkov, S.M. (2013). Produktsionnaya hydrobiologiya [Production hydrobiology]. 343 p.
2. Alymov, A.F. (2016). Stabylnost y ustoychivost vodnykh ekosystem [Stability and stability of water ecosystems]. Hydrobiol. zhurn. [Gidrobiol. journals]. no.4 (47), pp. 3–15.
3. Belyakov, V.P., Anurfreyeva, E.V., Bazhora, A.I., Shadrin, N.V. (2017). Vliyaniye solenosti na lichinki khironomid (Diptera, Chironomidae) v gipersolenykh vodoyemakh Kryma [Effect of salinity on chironomid larvae (Diptera, Chironomidae) in hypersaline waters of the Crimea]. Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal [Volga ecological journal]. no. 3, pp. 240–250.
4. Golygina, V.V., Ermalayeva, O.V., Broshkov, A.D. (2013). Khironomidy – modelnyy obyekt kariologicheskikh issledovaniy [Chironomids – a model object of cardiac research.] Metodicheskiye materialy (metodicheskoye posobiye) k letney akademicheskoy praktike po tsitologii dlya studentov 2-go kursa biologicheskogo otdeleniya [Methodical materials

(methodical manual) to the summer academic practice in cytology for students of the 2nd course of the biological department]. Novosibirsk, pp. 23–26.

5. Zamorov, V.V., Leonchik, Ye.Iu., Zamorova, M.P., Dzhurtubaiev, M.M. (2016). Metod otsinky potentsiinoi chyselnosti i biomasy ryb-bentofahiv kontynentalnykh vodoim za stanom makrozoobentosu [The method of assessing potentialities and biomass of rib-benthic continental waters behind the camp of macrozoobenthos]. Hydrobiol. zhurn. [Hydrobiol. Journals]. 47 (47), no. 4, pp. 47–55.

6. Klymenko, M.O., Pryshchepa, A.M., Klymenko, O.M., Stetsiuk, L.M. (2014). Otsiniuvannia stanu vodnykh ekosystem za pokaznykamy biotestuvannia: monohrafiia [Assessment of the state of aquatic ecosystems by indicators of biotesting: monograph]. Rivne: NUVHP, 170 p.

7. Kononenko, R.V. (2018). Nove metodychne kerivnytstvo z kultyvuvannia kormovykh ta yistivnykh bezkhrabetnykh [A new methodical guide for the cultivation of feed and edible invertebrates]. Rybohospodarska nauka Ukrainy [Fishery science of Ukraine]. no. 1, pp. 105–106.

8. Romanenko, V.D., Honcharova, M.T., Konovets, I.M., Kipnis, L.S. (2017). Vybirkovist mineralnykh substrativ lychnykamy *Chironomus riparius* [Selectivity of mineral substrates by *Chironomus riparius* larvae] Hydrobiol. zhurn. [Hydrobiol. Journ]. no.1 (53), pp. 104–110.

9. Fedonenko, O.V., Sharamok, T.S., Marenkov, O.M. (2014). Osnovy akvakultury: kultyvuvannia mikrovodorostei ta bezkhrabetnykh [Basics of aquaculture: cultivation of algae and invertebrates]. Dnipropetrovsk, 44 p.

10. Baranov, V. (2016). Effects of bioirrigation of non-biting midges (Diptera: Chironomidae) on lake sediment respiration. Sci. Rep. 6, 27329; Available at: <https://doi.org/10.1038/srep27329>

11. Beneberu, G., Mengistou, S. (2014). Head capsule deformities in *Chironomus* spp. (Diptera: Chironomidae) as indicator of environmental stress in Sebete River, Ethiopia. African Journal of Ecology. 53(3), pp. 268–277. Available at: <https://doi.org/10.1111/aje.12175>.

12. Deepak, R. (2014). Ecological analysis of *Chironomus* larvae (Diptera: Chironomidae) collected from Ayad River in Udaipur city. International Journal of Fauna and Biological Studies. 1(5), pp. 20–21.

13. Ebrahimnezhad, M., Allahmoglobinakhshi, E. (2013). A study on *Chironomidae* larvae of Golpayegan River (Isfahan-Iraq) at generic level. Iran J of Sci and Technol. 1, pp. 45–52.

14. Grebenjuk, L. P., Tomilina, I. I. (2014). 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. 7(3), pp. 273–285. Available at: <https://doi.org/10.1134/S1995082914030092>.

15. Herrero, O., Planelló, R., Morcillo, G. (2015) 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.

16. Hölker, F. (2015). Tube-dwelling invertebrates: tiny ecosystem engineers have large effects in lake ecosystems. Ecol. Monogr. pp. 333–351.

17. Kavanaugh, R.G., Egan, A.T., Ferrington, L.C. (2014). Factors affecting decomposition rates of chironomid (Diptera) pupal exuviae. Chironomus: Newsletter on Chironomidae Research. 27, pp. 16–24.

18. Limnol, J. (2015). Decaying cyanobacteria decrease N₂O emissions related to diversity of intestinal denitrifiers of *Chironomus plumosus*. Journal Original Article. 74(2), pp. 261–271.

19. Milošević, Đ. (2014). Different aggregation approaches in the chironomid community and the threshold of acceptable information loss. Hydrobiologia. 727(1), pp. 35–50. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10750-013-1781-5>

20. Planelló, R. (2013) Transcriptional responses, metabolic activity and mouthpart deformities in natural populations of *Chironomus riparius* larvae exposed to environmental pollutants. Environ Toxicol. Available at: <https://doi.org/10.1002/tox.21893>.

21. Rico, E., Quesada, A. (2013). Distribution and ecology of Chironomids (Diptera, Chironomidae) on Byers Peninsula Maritime Antarctica. Antarct Sci. 25(2), pp. 288–291.

22. Soster, F. M. (2015). Potential impact of *Chironomus plumosus* larvae on hypolimnetic oxygen in the central basin of Lake Erie. J. Great Lakes Res. 41, pp. 348–357.

Определение оптимальных биотехнологических условий разведения и развития личинок *Chironomus*

Мерзлов С.В., Безпалый И.Ф., Король-Безпала Я.П.

Выращивание личинок *Chironomus* в искусственных условиях предусматривает создание в помещении необходимых условий, обеспечивающих биологические особенности их размножения, роста и развития. Личинка *Chironomus* является биологически ценным кормом и источником белка для молодняка многих видов рыб, что определяет повышенный спрос на этот вид естественного корма.

В статье представлены результаты исследований по установлению оптимального соотношения массы воды и массы питательной среды для личинок *Chironomus* и доказано влияние вспомогательных средств на откладывание яиц комарами *Chironomus*.

Исследования проводили в условиях вивария научно-исследовательского института пищевых технологий и технологий переработки продукции животноводства БНАУ. Использовали статистические методики и методы наблюдения для установления оптимальных технологических параметров.

Наибольшее сохранение личинок *Chironomus* наблюдали в питательной среде, где соотношение массы воды к массе ила составило 1:5 и 1:6. Количество личинок в этих вариантах было больше на 5,6 % по сравнению с контролем (соотношение воды к илу – 1:2). В среде, где соотношение массы ила и массы воды составляло 1:1, гибель личинок *Chironomus* была наибольшей.

Использование в питательной среде вспомогательных средств оказывает положительное влияние на откладывание яиц *Chironomus*. После промывки питательной среды было установлено, что оптимальное количество вспомога-

тельных средств составляет 40 шт. (20 плавающих и 20 погруженных в ил). Их применение позволяет увеличить количество отложенных яиц в 1,2 раза.

Ключевые слова: ил, биотехнология выращивания личинок *Chironomus*, вспомогательные средства, соотношение воды к илу, выживание личинки *Chironomus*, вода.

Determination of favourable biotechnological conditions for *Chironomus* larva cultivation and development

Merzlov S., Bezpalyi I., Korol-Bezpala L.

The cultivation of *Chironomus* larva under artificial conditions needs necessary conditions in the vivarium to provide the biological characteristics of its reproduction, growth and development. *Chironomus* larva is biologically valuable feed and source of protein for many young species of fish. Being the natural feed it is of great demand now days.

The article presents the research results connected with the optimal water mass ratio and the nutrient medium for *Chironomus* larva. It has been proved that the auxiliary agents have positive influence on *Chironomus* mosquitoes egg laying.

The study has been conducted in the vivarium of Bila Tserkva NAU Research Institute of Food and Animal Products Processing Technologies. The observation methods and statistical techniques have been used to establish the optimal technological parameters.

It has been scoped that *Chironomus* larva survives better in the nutrient medium, where the water mass ratio of silt is 1:5 and 1:6. There is a bigger amount of larva survival in these examples (in 5.6% times) in comparison with the control group (the ratio of water to silt is 1:2). There is the biggest amount of *Chironomus* larva deathrate in the medium with the water mass ratio of silt 1:1.

The use of auxiliary agents in the nutrient medium has a positive effect on *Chironomus* egg laying. After washing the nutrient medium, it was found that the optimal amount of auxiliary agents was 40 items bigger (20 floating and 20 immersed in sludge), but their use allows to increase the number of eggs laid in 1.2 times.

Key words: silt, cultivation biotechnology, *Chironomus*, larvae, auxiliary agents, water to silt ratio, the survival of *Chironomus* larvae, water.

Надійшла 12.04.2019 р.