

necks on 0,34 mkm at $P > 0,95$, bodies on 0,13 mkm at $P < 0,95$ and tail on 0,19 mkm at $P > 0,95$. An area and index of head appeared large for bulls with high stressresistant, accordingly on 9,61 mkm² ($P > 0,95$) and 0,10 ($P < 0,95$). A difference is set on volume heads of spermatozoa on 10,78 mkm³ at $P < 0,95$, necks on 0,28 mkm³ at $P < 0,95$, bodies on 0,17 mkm³ at $P < 0,95$, tail on 3,40 mkm³ at $P > 0,95$ and general volume of spermatozoa on 18,18 mkm³ at $P > 0,95$ with advantage of animals of high stressresistant type.

Statistically meaningful influence of factor of stressresistant is observed on : general length of spermatozoa, length of head, width of neck and tail, area of head, volume of head, neck and tail and general volume of spermatozoa within the limits of 9,9 – 42,4 % at $P > 0,95-0,999$.

Between the level of stressresistant bulls and separate morphometric indexes of spermatozoa there is statistically a meaningful line cross-correlation connection, that high stressresistant bulls accompanied greater length of head (+ 0,501 ± 0,216 at $P > 0,95$), width of neck (+ 0,539 ± 0,205 at $P > 0,95$), by volume of heads (+ 0,609 ± 0,182 at $P > 0,99$), by volume of necks (+ 0,617 ± 0,179 at $P > 0,99$) and by the general volume of spermatozoa (+ 0,581 ± 0,191 at $P > 0,95$).

Key words: stressresistant bulls, morphometric indexes of spermatozoa, correlative changeability.

Дата надходження до редакції: 12.07.2014 р.

Рецензент: доктор біол. наук, професор Ю.В.Бондарено

УДК 636.4.082.454:57.086.13

ЕФЕКТИВНИЙ ПІДХІД ДО ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕПІДИДИМАЛЬНИХ СПЕРМАТОЗОЇДІВ КНУРІВ *IN VITRO*

О. В. Щербак, к.с.-г.н., Інститут розведення і генетики тварин НААН України

Удосконалено складові ембріотехнологічної системи репродукції свиней на основі результати-вної кріоконсервації епідидимальних сперматозоїдів кнурів. Ця технологія кріоконсервації, викорис-тання якої забезпечує формування *in vitro* ембріонів свиней на рівні 53,2 %, є дієвою для реалізації завдань програм збереження генофонду сільськогосподарських тварин на клітинному рівні .

Ключові слова: збереження генофонду, свині, епідидимальні сперматозоїди, кріоконсервація, запліднення *in vitro*

Постановка проблеми у загальному ви-гляді. Наразі одним із шляхів реалізації завдань «Програми збереження генофонду основних видів сільськогосподарських тварин в Україні на період до 2015 року» є впровадження інновацій-них наукоємних розробок з молекулярної біології, генетики, біотехнології для раціонального вико-ристання репродуктивного матеріалу сільськогосподарських тварин вітчизняних порід. Ефектив-ність таких розробок щодо збереження генофонду через функціонування Банку генетичних ресу-рсів тварин Інституту розведення і генетики тварин НААН залежить від результативності складо-вих ембріотехнологічної системи репродукції сільськогосподарських тварин [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технологічні аспекти кріоконсервації яйцеклітин та сперматозоїдів є одним із раціональних і ефе-ктивних методів збереження генетичних ресурсів неконкурентоспроможних порід. Для більш пов-ного використання генетичного потенціалу самців необхідно використовувати спосіб кріоконсервації сперматозоїдів, вилучених із придатків сім'яників (епідидиміс) [1, 3]. Технологія кріоконсервації тако-го генетичного матеріалу має свою специфіку щодо технологічних прийомів підготовки, складу кріозахисних середовищ, техніки кріоконсервації та розморожування.

Слід відмітити, що такий підхід до кріоконсер-вації епідидимальних сперматозоїдів диких ви-

дів тварин застосовується на базі Всеросійського науково-дослідного інституту тваринництва при використанні гамет зубрів, вівцебиків, яків, архарів, сніжних баранів, сибірських козерогів, сайгаків [4]. Встановлено, що активність свіжовилуче-них епідидимальних сперматозоїдів цих видів тварин після їх розбавлення становить у серед-ньому 85 %, а після розморожування – 38 %. В результаті штучного осіменіння корів розмороже-ними епідидимальними сперматозоїдами яків на-родилось гібридне потомство. Показано, що за-пліднювальна здатність кріоконсервованих епі-дидимальних сперматозоїдів сибірського козеро-га за результатами штучного осіменіння кіз заа-ненської породи сягає 80 % [5].

Враховуючи вищевказане, ефективним спо-собом впровадження новітніх досягнень генетики та біотехнології у селекційно-племінній роботі є використання спермопродукції генетично цінних плідників свиней у вигляді еякульованих та епі-дидимальних сперматозоїдів.

Розроблені раніше підходи до кріоконсерва-ції еякульованої сперми кнурів не забезпечують стабільності і достатньої ефективності результа-тів. Спроби вчених кріоконсервувати сперму кну-рів за аналогічною технологією кріоконсервації сперми бугаїв не мали переконливого успіху [6]. Головними проблемами є значне зниження біоло-гічної повноцінності сперматозоїдів кнурів у про-цесі кріообробки та варіабельність здатності до

заморожування еякуляту різних кнурів [7].

Ефективну перевірку життєздатності сперматозоїдів після їх кріоконсервації забезпечують результати формування ембріонів *in vitro* та штучного осіменіння [8, 9, 10]. Аналіз вітчизняної та іноземної літератури свідчить, що у виробничих умовах наразі не досягнуто бажаних показників заплідненості свиноматок від осіменіння кріоконсервованою еякульованою спермою [9, 11]. Тому науковці продовжують дослідження з вирішення проблем вдосконалення методів кріоконсервації сперми кнурів.

Формулювання цілей статті. Метою наших досліджень було оцінити за результатами формування ембріонів поза організмом життєздатність кріоконсервованих епідидимальних сперматозоїдів кнурів за використання для розрідження середовища на лактозо-гліцерино-жовткової основі (ЛГЖ).

Матеріали і методи досліджень. Для проведення експериментальної частини досліджень сім'яники з придатками (рис. 1) відбирали зразу після кастрації трьох кнурів великої білої породи. Епідидимальні сперматозоїди отримували в



Рис. 1. Сім'яник кнура із придатком (епідидиміс)

Виклад основного матеріалу. Встановлено, що свіжоотручені епідидимальні сперматозоїди кнурів у середньому проявляли рухливість на рівні 6,3 бала (табл. 1). Для підготовки гамет до кріоконсервації їх розріджували ЛГЖ-середовищем. Після 3-годинної їх еквілібрації при +4°C цей показник підвищився в середньому на

стерильних умовах боксу. Спочатку здійснювали відділення придатків від сім'яників (рис. 2), хвостову частину епідидиміту (рис. 2) розрізали і відбирали суспензію, що виділялась. Отриману суспензію епідидимальних сперматозоїдів розріджували лактозо-гліцерино-жовтковим середовищем (з вмістом 20 % жовтка курячого яйця та 5 % гліцерину (Sigma, G 2025)). Заморожування отриманих гамет проводили у формі відкритих гранул на фторопластовій пластині.

Незрілі ооцит-кумулясні комплекси свиней отримували із яєчників і культивували поза організмом 46 годин. Видалення розріджувача та відбір рухливих епідидимальних сперматозоїдів кнурів проводили в модифікованому середовищі TALP без іонів Ca^{2+} . Епідидимальні сперматозоїди спільно інкубували поза організмом із яйцеклітинами в середовищі TALP-IVF із додаванням суміші PHE (пеніциламін, гіпотаурин та епінефрин) і розчину гепарину протягом 18 годин. Ембріони культивували *in vitro* у середовищі NCSU-23 протягом 5 – 6 днів та оцінювали ефективність їх розвитку поза організмом.



Рис. 2. Відділений придаток (епідидиміс) сім'яника. Стрілка – хвостова частина епідидиміса

6,3 %. Розморожені епідидимальні сперматозоїди кнурів проявляли рухливість в середньому на рівні 1,7 балів. Під час аналізу життєздатності після розморожування встановлено, що рухливість після розморожування сперматозоїди зберігали близько трьох годин (табл. 1).

Таблиця 1

Придатність епідидимальних сперматозоїдів кнурів до глибокого заморожування при використанні ЛГЖ-середовища

Кнур №	Активність епідидимальних сперматозоїдів, бали			Різниця, %	Вживаність після розморожування, години
	свіжоотримані сперматозоїди	перед заморожуванням	після розморожування		
1	8	7	2	- 71,43	4
2	7	7	2	- 71,43	3
3	4	6	1	- 83,33	2
Разом	6,3±1,20	6,7±0,33	1,7±0,33	- 74,60	3±0,58

Відомо, що фізичні та біохімічні фактори, в свою чергу, впливають на якість сперми та на результати запліднення в цілому [6]. Т. Нагаї із співавторами при перевірці запліднювальності здатності заморожено-розморожених епідидимальних сперматозоїдів кнурів в умовах *in vitro* вста-

новили, що рівень пенетрації ооцитів епідидимальними сперматозоїдами коливався від 0 до 40 %, а розвиток ембріонів до 2-х клітинної стадії був на рівні 51 % [12]. Іншими дослідниками при перевірці запліднювальності здатності свіжоотриманими епідидимальних сперматозоїдів від різ-

них кнурів в умовах *in vitro* показано, що рівень заплідненості такими гаметами сягав від 4,2 до 90,1 %, а загальний рівень запліднення не перевищив 49,0 % [11].

Враховуючи вищевказане, наступним етапом наших досліджень було оцінити розвиток ембріонів свиней *in vitro* в разі використання епідидимальних сперматозоїдів, розріджених перед заморожуванням ЛГЖ-середовищем.

Нами встановлено, що хоча рухливість епідидимальних сперматозоїдів після розморожу-

вання в середньому знизилась на 74,6 %, але це забезпечило формування зигот поза організмом на рівні 53,2 % (табл. 2). Після запліднення яйцеклітин свиней поза організмом сперматозоїдами із придатка сім'яника трьох кнурів одержано в середньому 46,2 % роздроблених ембріонів. Розвиток зародків свиней *in vitro*, які сформувались після використання епідидимальних гамет розріджених ЛГЖ-середовищем на стадії морули-бластоцисти в середньому становив 14,1 % від кількості осіменених яйцеклітин.

Таблиця 2

Ефективність ембріонального розвитку свиней *in vitro* при використанні епідидимальних сперматозоїдів, заморожених у ЛГЖ-середовищі

Кнур №	Кількість осіменених яйцеклітин, n	Кількість (%)		
		зигот	2-4-клітинних зародків	ранніх морул – бластоцист
1	36	22 ^a (61,1±8,1)	20 ^b (55,6±8,3)	7 ^c (19,4±6,6)
2	54	27 ^a (50,0±6,8)	22 ^b (40,7±6,7)	9 ^c (16,7±5,1)
3	66	34 ^a (51,5±6,2)	30 ^b (45,5±6,1)	6 ^c (9,1±3,5)
Разом	156	83 ^a (53,2±4,0)	72 ^b (46,2±4,0)	22 ^c (14,1±2,8)

a:a – P > 0,05, критерій χ^2 .

Відсоток сформованих зародків свиней поза організмом на стадії її морули-бластоцисти від кількості роздроблених ембріонів у наших дослідженнях сягав 30,6 %, що переконливо доводить придатність кріоконсервованих у ЛГЖ-середовищі епідидимальних сперматозоїдів до осіменіння яйцеклітин поза організмом з наступним одержанням ембріонів на доімплантаційних стадіях розвитку.

У дослідженнях Д. Раха та Х. Німана встановлено, що рівень запліднювальної здатності епідидимальних сперматозоїдів кнурів під час одержання зародків *in vitro* становив 60 % [12]. Цей показник є подібним до встановленого нами в результаті експериментальних досліджень – утворення зигот поза організмом від кількості осіменених яйцеклітин – 53,2 %.

Однією із проблем процедури кріоконсервації-деконсервації, як еякульованих, так і епідидимальних сперматозоїдів кнурів є збереження такими гаметами здатності до запліднення поза організмом та *in vivo*. Так, С. Мартечікова із співавторами показали, що рухливість кріоконсервованих еякульованих сперматозоїдів кнурів після розморожування в середньому знизилась на 43,8 %, але такий показник рухливості гамет забезпечив формування зигот поза організмом на рівні 7,7 %, при цьому рівень пенетрації ооцитів склав 13,5 % (33 ооцити із 247) [13].

Нами показано, що рухливість епідидималь-

них сперматозоїдів після розморожування може знижуватись на 71,43 – 83,33 %, але така активність гамет забезпечує формування зигот поза організмом на рівні від 50,0 до 61,1 %.

Отже, ефективність кріоконсервації епідидимальних сперматозоїдів кнурів залежить від прояву їх початкової рухливості і може бути досить високою з використанням ЛГЖ-середовища. Ця ефективність проявлялась високим рівнем збереження життєздатності сперматозоїдів після розморожування і результативністю розвитку поза організмом ембріонів свиней після *in vitro* осіменіння яйцеклітин.

Висновки та перспективи досліджень.

Встановлено, що ЛГЖ-середовище можна ефективно застосовувати в разі кріоконсервації сперматозоїдів, вилучених із придатка сім'яника кнура. Використання таких епідидимальних сперматозоїдів при заплідненні яйцеклітин свиней поза організмом забезпечує ефективне формування ембріонів *in vitro* (53,2 %), що підтверджує їх повноцінність.

За умови використання епідидимальних сперматозоїдів для запліднення дозрілих поза організмом яйцеклітин свиней рівень розвитку ембріонів дозволяє додатково використовувати генетичний потенціал тварин і удосконалювати комплексні біотехнологічні методи для реалізації завдань щодо збереження генофонду сільськогосподарських тварин в Україні.

Список використаної літератури :

1. Програма збереження генофонду основних видів сільськогосподарських тварин в Україні на період до 2015 року / заг. наук. ред. І.В. Гузева, консультація та специфікація Ю.Ф. Мельника. – К. : Арістей, 2009. – 132 с.
2. Буркат В.П. Розведення тварин і збереження їхнього генофонду // Вісн. аграрної науки. – 2006. – № 3 – 4. – С. 100 – 105.
3. Методика отримання, короткотривалого зберігання і кріоконсервування епідидимальних сперматозоїдів бугаїв та кнурів / Ковтун С.І., Мелешко Н.Я., Щербак О.В. // Методики наукових досліджень із селекції, генетики та біотехнології у тваринництві – К., – 2005. – С. 200 – 204.
4. Кріоконсервации семени и его роль в сохранении биоразнообразия животных / Эрнст Л.К., Багиров В.А.,

Насибов Ш.Н. // Материали междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы биологии воспроизводства животных». – Дубровицы – Быково, 2007. – С. 35 – 40.

5. Перспективы использования отдаленной гибридизации в животноводстве / Ш.Н. Насибов, В.А. Багиров, П.М. Кленовицкий и др. // Достижения в генетике, селекции и воспроизводстве сельскохозяйственных животных. – Санкт-Петербург, 2009. – Ч.1. – С. 33-36.

6. Ескин Г. В. Теория и практика искусственного осеменения свиней свежезятой и замороженной спермой / Ескин Г. В., Нарижный А. Г., Походня Г. С. – Белгород: «Везелица», 2007. – 253 с.

7. Влияние способов обработки спермы перед замораживанием на показатели замороженно-оттаянной спермы / Нарижный А.Г., Крейндилина, Ескин Г.В. / Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. –К., 2011. – Вип. 160, ч. 2. – С. 36–41.

8. Ковтун С.І. Одержання зародків свиней *in vitro*: стан та перспективи використання // Вісн. аграрної науки. – 2004. – № 5. – С. 52 – 54.

9. Використання свіжозятої та кріоконсервованої сперми за штучного осіменіння свиноматок / Засуха Ю.В., Лукянчук Н.В., Грищенко С.М. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. –К., 2011. – Вип. 160, ч. 2. – С. 76–83.

10. Инструкция из штучного осіменіння свиней / відп. за вип. Ю. Ф. Мельник. – К. : Аграрна наука, 2003. – 56 с.

11. Rath D. In vitro fertilization of porcine oocytes with fresh and frozen-thawed ejaculated or frozen-thawed epididymal semen obtained from identical boars / D. Rath, H. Niemann // Theriogenology. – 1997. – № 47. – P. 785–793.

12. Effect of acrosome reaction progress in frozen-thawed boar spermatozoa on the efficiency of *in vitro* oocyte fertilization / S. Martecikova, P. Hulinska1, Z. Reckova1, A. Pavlik, M. Jeseta1, M. Machatkova // Veterinarni Medicina. – 2010. – №55 (9). – P. 429–437.

13. Sperm treatment affects capacitation parameters and penetration ability of ejaculated and epididymal boar spermatozoa / C. Matás, M. Sansegundo, S. Ruiz, F.A. García-Vázquez, J. Gadea, R. Romar, P. Coy // Theriogenology. – 2010. – №74. P. 1327–1340.

Щербак О.В. ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К СОХРАНЕНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭПИДИДИМАЛЬНЫХ СПЕРМАТОЗОИДОВ ХРЯКОВ *IN VITRO*

Усовершенствованы элементы эмбриотехнологической системы репродукции свиней на основе результативной криоконсервации эпидидимальных сперматозоидов хряков. Технология криоконсервации, использование которой обеспечивает формирование *in vitro* эмбрионов свиней на уровне 53,2 %, является эффективной для реализации задач программ сохранения генофонда сельскохозяйственных животных на клеточном уровне

Ключевые слова: сохранение генофонда, свиньи, эпидидимальные сперматозоиды, криоконсервация, оплодотворение *in vitro*

Shcherbak O. V. EFFECTIVE APPROACH TO PRESERVATION AND USE THE BOAR EPIDIDYMAL SPERMATOZOA *IN VITRO*

Improved components embryotechnology reproduction of pigs based on effective sperm cryopreservation epididymal spermatozoa boars. The use this technology cryopreservation provides the formation of *in vitro* embryos of pigs on the level of 53.2 % is effective to meet the objectives of programs preserve the gene pool of farm animals at the cellular level.

It is shown that an effective way of introducing the latest advances in genetics and biotechnology in the selection and breeding work is the use of genetically valuable semen sires pigs as ejaculation sperm and removed from the tail (epididymis) appendage of the testis.

The aim of the study was to evaluate the results of the formation of embryos outside the body viability of cryopreserved epididymal spermatozoa boar by using thinning medium for lactose-yolk-glycerol-based (LYG).

For the experimental study of the appendages of the testis were taken immediately after castration three boars of Veluka Bila. Immature oocyte-cumulus complexes prepared from pig ovaries and cultured outside the body 46 hours. Removal of diluent and selection of motile epididymal spermatozoa boars were performed in a modified TALP medium without Ca^{2+} . Epididymal spermatozoa co- incubated with mature oocyte *in vitro* in TALP-IVF medium with the addition of a mixture of PHE (penicillamine, hipotaurin and epinephrine) and a solution of heparin within 18 hours. Embryos were cultured *in vitro* in NCSU - 23 medium for 5 - 6 days and assessed the effectiveness of their development *in vitro*.

Established that removed immediately epididymal spermatozoa showed motility on average at 6.3 points. Deconservation spermatozoa boars demonstrated mobility at an average of 1.7 points. It is shown that the mobility of sperm after thawing epididymal spermatozoa may decline to 71.43 - 83.33 %, but this activity provides for the formation of gametes zygotes *in vitro* at the level of 50.0 (27 zygote with 54) to 61.1 % (22 zygote with 36). The efficiency of cryopreservation epididymal spermatozoa boars depends on the initial manifestation of their mobility and can be quite high for use LYG-medium. When using epididymal spermatozoa to fertilize matured oocytes *in vitro* level of pig embryos allows further use of the genetic potential of animals and improve complex biotechnological methods to achieve the objectives to preserve the gene pool of farm animals in Ukraine.

Key words: preserve the gene pool, pigs, epididymal spermatozoa, cryopreservation, in vitro fertilization

Дата надходження до редакції: 23.04.014 р.
Рецензент: д.с.-г.н., професор Хмельничий Л.М.

УДК 639.3.043.2: [639.371.52:639.3.041]

СТИМУЛЮВАННЯ ПРИРОДНОЇ КОРМОВОЇ БАЗИ ПРИ ПІДРОЩУВАННІ ЛИЧИНОК КОРОПА

Н. М. Москаленко, науковий співробітник лабораторії гідробіології та культивування цінних безхребетних

Т. В. Григоренко, к.с.-г.н., зав. лабораторії гідробіології та культивування цінних безхребетних

А. М. Базасва, науковий співробітник лабораторії гідробіології та культивування цінних безхребетних

Н. Г. Михайленко, науковий співробітник лабораторії екологічних досліджень

Інститут рибного господарства

В статті представлено результати застосування мікродобрива «Росток» Макро для удобрення малькових ставів в період підрощування личинок коропа. Досліджено вплив мікродобрива на гідрохімічний режим, розвиток природної кормової бази, виживання молоді та рибопродуктивність ставів. Встановлено, що триразове внесення мікродобрива «Росток» Макро у малькові стави за період підрощування личинок коропа сприяло підвищенню вмісту біогенних елементів, і, зокрема, фосфору у ставовій воді, стимулювало розвиток кормових гідробіонтів. Забезпечення молоді коропа на ранніх стадіях їх розвитку у достатній кількості доступними природними кормами сприяло високому темпу росту, розвитку і виживання личинок коропа у дослідному ставі порівняно з контрольним. Середня маса життєстійкої молоді після 30 діб підрощування у досліді становила $1,32 \pm 0,06$ г, у контролі – $0,90 \pm 0,04$ г, виживання, відповідно - 63,0% та 55,0%. Рибопродуктивність у досліді була у 1,7 рази вищою і становила 831 кг/га проти 495 кг/га у контролі.

Ключові слова: природна кормова база, личинки коропа, мікродобриво «Росток» Макро, малькові стави.

Постановка проблеми. При вирощуванні товарної риби одним з найважливіших чинників є наявність високоякісного рибопосадкового матеріалу, в тому числі життєстійких личинок риб [1]. Зарибнення вирощувальних ставів непідрощеними личинками, які тільки що перейшли на змішане живлення, як відомо, дає низькі, а головне, нестабільні показники виживання цього літоку, що біологічно цілком зрозуміло. На ранніх стадіях розвитку личинки піддаються знищенню рибами, якщо такі є у водоймі, а також багатьма видами живих безхребетних, серед яких найбільшу загрозу представляють циклопи, клопи, жуки та їх личинки. Личинки риб вимогливі як до видового, так і до кількісного розвитку кормової бази. Всі личинки риб, особливо на ранніх етапах розвитку живляться переважно тваринною їжею – зоопланктоном. Першочергово личинки, як правило, споживають інфузорій та коловерток, а потім переходять на споживання гіллястовусих та веслоногих ракоподібних. Оптимальною концентрацією дрібного зоопланктону у воді для живлення личинок є 1000-1500 екз./л [цит. за [2]]. Дослідження із з'ясування механізму дії живого корму на риб показали, що ефективність живого корму пов'язана з наявністю так званого «фактору живого корму», обумовленого внутрішньоклітинними ферментативними процесами. У процесах травлення личинок, які переходять на зовнішнє живлення, прий-

мають участь не тільки власні ферменти, а і ферменти, що містяться у захоплених личинками живих кормових організмах. Було показано, що навіть застосування найбільш збалансованих і дорогих комбікормів забезпечує виживання личинок вище 50% тільки при наявності в раціоні природного корму [3-5].

З метою підвищення виживання молоді риб необхідно проводити її підрощування до життєстійких стадій в оптимальних умовах. Головним завданням при організації підрощування личинок риб є пригнічення розвитку фауни хижаків, створення оптимального режиму за основними чинниками середовища: температурним, кисневим, харчовим тощо [6-8]. Період підрощування личинок залежить від розвитку кормової бази та температурного режиму водойми і продовжується в умовах України до 30 діб. За тепліших умов він може становити 10-15 діб. Виживання личинок за період підрощування у сприятливих умовах може досягати до 60-70% [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирощування життєстійкої молоді риб, перш за все, залежить від забезпеченості їх необхідними живими кормами, а стимулювання розвитку цінних кормових організмів досягається, як правило, за рахунок внесення у стави різних добрив [1,9-10]. В результаті удобрення в ставах інтенсивно розвиваються бактерії і планктонні водорості, які