

ОТРИМАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДІОКСИДУ ХЛОРУ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ТА ВОДИ ВІД *AEROMONAS HYDROPHILA*

Р. В. Петров к. вет. наук¹,

Т. І. Фотіна д-р вет. наук

Сумський національний аграрний університет
вул. Г. Кондратьєва, 160, м. Суми, 40021, Україна

У статті розглянуто виготовлення та застосування розчину діоксиду хлору для знезараження води, отриманої з різних джерел, технологічного обладнання та робочих поверхонь від *Aeromonas hydrophila*. Визначена ефективність застосування діоксиду хлору в концентрації 1,0 мг/дм³ для ефективного знезараження робочих поверхонь технологічного обладнання, контамінованих *Aeromonas hydrophila*: дерев'яна поверхня – експозиція 30 хв.; цегляна поверхня – експозиція 30 хв.; кахельна плитка, алюміній та пластик – експозиція 10 хв. Водопровідна та артезіанська вода знезаражується за концентрації діоксиду хлору 1,0 мг/дм³ за 20 хв., а ставкова вода – за 30 хвилин. Використання розчинів діоксиду хлору з концентраціями 3,0 мг/дм³ та 5,0 мг/дм³ були також ефективними, але мали менший економічний ефект. Знезараження технологічних поверхонь та води за допомогою розчину діоксиду хлору може бути використано в рибопереробній галузі.

Ключові слова: АЕРОМОНОЗ, *AEROMONAS HYDROPHILA*, ДЕЗІНФЕКТАНТ, ДІОКСИД ХЛОРУ, БЕЗПЕКА, ЕКОЛОГІЯ.

Дослідження останніх років довели, що екологічний стан і рівень екологічної безпеки території країни є надзвичайно важливим фактором сьогодення [1, 2, 4, 5]. Забезпечення населення доброякісними та екологічно безпечними продуктами тваринництва є однією з пріоритетних задач, що стоять перед агропромисловим комплексом України.

Дезінфікуючі засоби, які використовуються на підприємствах рибопереробної промисловості, повинні володіти певним набором характеристик. Підвищені вимоги до якості дезінфікуючих засобів у цій галузі зумовлені тим, що небезпечні бактерії, що потрапили в продукти харчування, являють пряму загрозу здоров'ю людини [3].

Аеромонади були визнані в якості потенційних харчових патогенів протягом більше 20 років. Аеромонад повсюдно визначали в прісній воді, в рибі і молюсках, а також у м'ясі і свіжих овочах [6, 8]. Сепсис у людини, викликаний бактеріями *Aeromonas* дійсно дуже небезпечний [10]. Аеромонади (в першу чергу *A. hydrophila* HG1, *A. veronii* сероваріант *Sobria* HG8/10, *A. caviae* HG4) можуть викликати виснаження, діарею, особливо у дітей [9]. До 8,1% випадків гострих кишкових захворювань в 458 пацієнтів у Росії були викликані *Aeromonas* [11]. У цьому дослідженні, ізоляти аеромонад із тими ж факторами патогенності були виділені з річкової води в дельті Волги, з риби, сирого м'яса та від пацієнтів із діареєю. Більшість ізолятів *Aeromonas* – психотропні і можуть рости за температури холодильника [7]. Це може призвести до збільшення небезпеки забруднення харчових продуктів, особливо там, де існує можливість перехресного забруднення готових до вживання харчових продуктів.

Дезінфікуючі засоби, що використовуються в харчовій промисловості, повинні мати бактерицидну, віруліцидну, фунгіцидну та спороцидну дію. З іншого боку, занадто агресивні дезінфікуючі засоби можуть викликати отруєння при попаданні в продукти. Тому речовини,

¹Науковий консультант –д. вет. н., професор Т. І. Фотіна

що використовуються в харчовій промисловості, повинні бути нетоксичними, легко змиватися водою і не затримуватися на поверхнях технологічного обладнання, інакше дезінфікуючі засоби можуть потрапити в їжу і завдати шкоди здоров'ю споживачів продукції [3].

Узагальнюючи вищевикладене, можна сказати, що виникає об'єктивна необхідність у обґрунтуванні та впровадженні у виробництво нового екологічно безпечного, дешевого дезінфікуючого засобу, яким є діоксид хлору.

Застосування діоксиду хлору для знезаражування в технологічних процесах підприємств харчової промисловості та агропромислового комплексу пов'язане з перевагами, які він має, в порівнянні з іншими дезінфікуючими препаратами:

- незалежність окиснювально-відновлювального потенціалу від рН води;
- значно нижчі концентрації, необхідні для знезаражування;
- висока біоцидна активність до всіх форм мікроорганізмів, включно з вірусами, спорами, цистами найпростіших, мікро-водоростями тощо;
- тривалий пролонгований бактерицидний ефект у замкнутих охолоджувальних циклах;
- запобігання утворенню біоплівок та їх видалення в трубопроводах;
- відсутність утворення токсичних хлорорганічних сполук;
- екологічна безпечність (хлорити як похідні діоксиду хлору в навколишньому середовищі відновлюються до хлоридів).

Діоксид хлору — неорганічна хімічна сполука хлору і кисню, молекулярна формула: ClO_2 . Молярна маса 67,457 г/моль. У нормальних умовах ClO_2 — газ жовто-зеленого кольору, з різким запахом. Температура кипіння 11 °С. Густина газу відносно повітря 2,326. Окиснювально-відновлювальний потенціал (ОВП) — 1,5 Вт. Діоксид хлору реагує з багатьма органічними сполуками і виступає сильним окиснювачем. На відміну від хлору діоксид хлору окиснює органічні речовини з утворенням органічних сполук, що містять кисень (спирти, кетони, альдегіди тощо), не утворює хлорорганічні речовини (ТГМ, хлорфеноли тощо), не реагує з аміаком та солями амонію з утворенням хлорамінів; не реагує з бромідами з утворенням броматів, на відміну від озону.

Мета досліджень — застосувати діоксид хлору для знезараження *A. hydrophila* на різних поверхнях, виробничому обладнанні та воді, отриманих з різних джерел.

Матеріали та методи. Дослідження проводили на базі кафедри ветсанекспертизи, мікробіології, зоогігієни та безпеки і якості продуктів тваринництва факультету ветеринарної медицини Сумського національного аграрного університету та ВАТ «Сумський рибокомбінат». Проведенні дослідження були частиною комплексних наукових досліджень кафедри ветсанекспертизи, мікробіології, зоогігієни та безпеки і якості продуктів тваринництва Сумського національного аграрного університету за тематичним планом науково-дослідної роботи «Розробка заходів щодо лікування та профілактики заразних хвороб риб. Удосконалення методів ветеринарно-санітарної оцінки гідробіонтів» № державної реєстрації 0112U008508.

Для перевірки ефективності знезараження діоксидом хлору обладнання, робочих поверхонь та води від *A. hydrophila* в експериментальних умовах використовували установку для приготування діоксиду хлору та реагенти Divosan CD-7,5 і Divoact H-9, виготовлені за ТУ У 20.4-36423868-009:2013 на ДП "Експериментальний завод медпрепаратів ІБОНХ НАН України".

Тест-поверхні, попередньо контаміновані *A. hydrophila*, обробляли шляхом «холодного туману» за різних експозицій (від 10 до 30 хв.) з концентрацією діоксиду хлору 1,0; 3,0 та 5,0 мг/дм³.

У воду, отриману з різних джерел, попередньо контаміновану *A. hydrophila* в дозі 1×10^6 на 1 л., вносили діоксид хлору в концентрації 1,0; 3,0 та 5,0 мг/дм³. Мікробіологічні дослідження проб води проводили за методикою, згідно з ГОСТ 18963-73 «Вода питна.

Методи санітарно-бактеріологічного аналізу». В якості контролю служила культура *A. hydrophila* на МПА без обробки.

Результати й обговорення. На першому етапі отримали розчин діоксиду хлору відповідних концентрацій безпосередньо на місці використання, за допомогою установок для отримання діоксиду хлору, виробництва компанії JürgenLöhrkeGmbH (рис.) шляхом реакції між реагентами Divosan CD-7,5 та Divoact H-9.

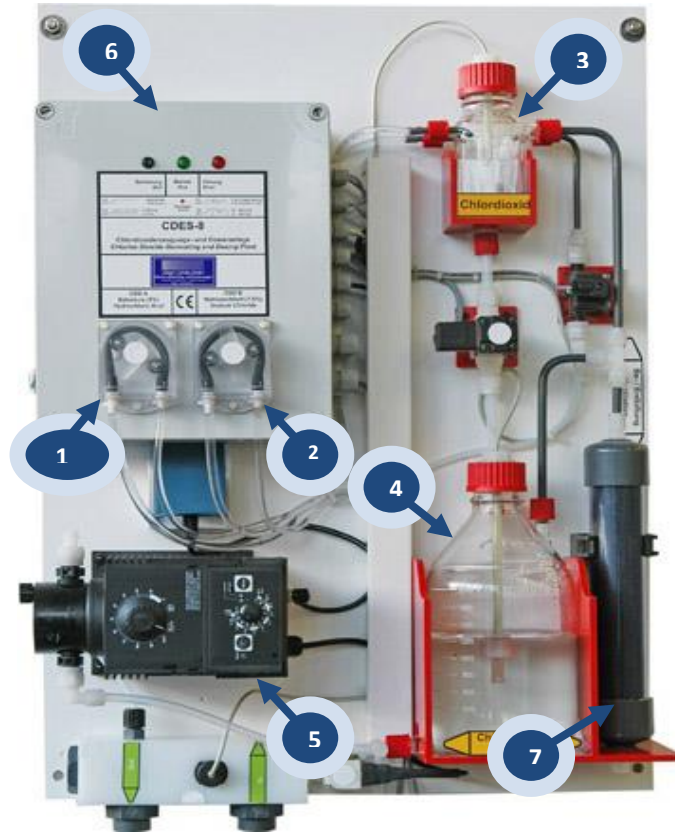


Рис. Установа для отримання діоксиду хлору, виробництва компанії JürgenLöhrkeGmbH.

① Насос перистальтичний для дозування Divoact H-9 чи Blanidas-A 9H. ② Насос перистальтичний для дозування Divosan CD-7,5 чи Blanidas - C 7,5CD. ③ Реактор з датчиками рівня. ④ Витратний резервуар. ⑤ Насос для дозування водного розчину діоксиду хлору з витратного резервуару. ⑥ Контролер. ⑦ Фільтр з активованим вугіллям.

Два дозуючих насоси ① і ② подають компоненти: Divosan CD-7,5 та Divoact H-9 (або Blanidas - C 7,5CD та Blanidas - A 9H) рівними частинами в реактор ③. Перекачані обсяги контролюються датчиками рівня в реакторі ③. Реагенти вступають в хімічну взаємодію, в результаті чого утворюється водний розчин діоксид хлору. Продуктивний цикл триває в цілому близько 13 хвилин, при цьому виробляється фіксована кількість розчину діоксиду хлору концентрацію $20000 \text{ мг/дм}^3 \pm 10\%$.

Після закінчення часу реакції вміст реактора (водний розчин діоксид хлору концентрацію $20000 \text{ мг/дм}^3 \pm 10\%$) перекачується у витратний резервуар ④ і розбавляється водою до концентрації $1500 \div 3000 \text{ мг/дм}^3$.

З витратного резервуару водний розчин ClO_2 концентрацією $1500 \div 3000 \text{ мг/дм}^3$ дозуючим насосом ⑤ подається у воду для приготування робочого розчину концентрацією $0,1 \div 5,0 \text{ мг/дм}^3$. Розрахунки для приготування робочих розчинів відповідної концентрації (по ClO_2) наведені в таблиці 1.

Робочий розчин концентрацією $0,1 \div 5,0 \text{ мг/дм}^3$ безпосередньо використовується для знезараження технологічного обладнання, трубопроводів, тари, поверхонь приміщень, повітря промислових приміщень, тушок птиці, ВРХ, ДРХ, риби, фруктів, овочів, солоду та інших

напоїв, харчових продуктів, напівфабрикатів, води та технологічних розчинів, які контактують із харчовими продуктами, чи входять до їх складу.

Таблиця 1

Розрахунки для приготування робочих розчинів ClO₂

Концентрація, мг/дм ³ (по ClO ₂)	Кількість засобу, необхідна для приготування 1000 кг робочого розчину		
	Кількість Divosan CD-7,5 (Blanidas - C 7,5CD), кг	Кількість Divoact H-9 (Blanidas - A 9H), кг	Кількість води, кг
1,0	0,025	0,025	999,95
3,0	0,075	0,075	999,85
5,0	0,125	0,125	999,75

Результати визначення стійкості штамів *A. hydrophila* під дією діоксиду хлору за експозицій від 10 до 30 хвилин наводяться в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати використання діоксиду хлору для знезараження робочих поверхонь та води від *A. hydrophila* (n=5)

Об'єкти знезараження	Час знезараження, сек.	Концентрація <i>A. hydrophila</i> до обробки	Концентрація діоксиду хлору					
			1,0 мг/дм ³		3,0 мг/дм ³		5,0 мг/дм ³	
			Після обробки, КУО	Ефективність знезараження, %	Після обробки, КУО	Ефективність знезараження, %	Після обробки, КУО	Ефективність знезараження, %
Дерев'яна поверхня	600	1×10 ⁶	23±6,0	99,9977	18±3,2	99,9982	3±0,5	99,9997
	1200	1×10 ⁶	12±3,2	99,9990	5±1,8	99,9995	-	100
	1800	1×10 ⁶	-	100	-	100	-	100
Цегляна поверхня	600	1×10 ⁶	26±4,5	99,9955	10±4,5	99,9990	2±0,5	99,9998
	1200	1×10 ⁶	16±3,8	99,9984	-	100	-	100
	1800	1×10 ⁶	-	100	-	100	-	100
Кахельна плитка	600	1×10 ⁶	-	100	-	100	-	100
	1200	1×10 ⁶	-	100	-	100	-	100
	1800	1×10 ⁶	-	100	-	100	-	100
Металева поверхня (алюміній)	600	1×10 ⁶	-	100	-	100	-	100
	1200	1×10 ⁶	-	100	-	100	-	100
	1800	1×10 ⁶	-	100	-	100	-	100
Полімерна поверхня (пластик)	600	1×10 ⁶	-	100	-	100	-	100
	1200	1×10 ⁶	-	100	-	100	-	100
	1800	1×10 ⁶	-	100	-	100	-	100
Водопровідна вода	600	1×10 ⁶	14±1,5	99,9986	4±0,5	99,9996	-	100
	1200	1×10 ⁶	-	-	-	-	-	-
	1800	1×10 ⁶	-	-	-	-	-	-
Артезіанська вода	600	1×10 ⁶	12±3,0	99,9988	6±1,0	99,9994	1±0,5	99,9999
	1200	1×10 ⁶	-	100	-	100	-	100
	1800	1×10 ⁶	-	100	-	100	-	100
Ставкова вода	600	1×10 ⁶	25,6±7,2	99,9985	15,6±4,8	99,9985	5,6±4,0	99,9995
	1200	1×10 ⁶	5±3,2	99,9995	-	100	-	100
	1800	1×10 ⁶	-	100	-	100	-	100

За аналізу даних, наведених у таблиці 2 можемо зазначити, що ефективним режимом знезараження діоксидом хлору в концентрації 1,0 мг/дм³, контамінованих аеромонадами поверхонь є: дерев'яна поверхня – експозиція 30 хв; цегляна поверхня – експозиція 30 хв.; кахельна плитка, алюміній та пластик – експозиція 10 хв. Водопровідна та артезіанська вода знезаражується за той же концентрації діоксиду хлору за 20 хв., а ставкова за 30 хвилин.

Ефективне знезараження діоксидом хлору в концентрації 3,0 мг/дм³: дерев'яна поверхня – експозиція 30 хв; цегляна поверхня – експозиція 20 хв.; кахельна плитка, алюміній та пластик – експозиція 10 хв. Водопровідна, артезіанська та ставкова вода знезаражується за 3,0 мг/дм³ концентрації діоксиду хлору за 20 хвилин.

Знезараження діоксидом хлору в концентрації 5,0 мг/дм³ скорочує час очікування після застосування зазначено розчину: дерев'яна поверхня – експозиція 20 хв; цегляна поверхня – експозиція 20 хв.; кахельна плитка, алюміній та пластик – експозиція 10 хв. Водопровідна, артезіанська та ставкова вода знезаражується за 5,0 мг/дм³ концентрації діоксиду хлору за 10 хвилин.

Виходячи з вищевикладеного, найбільш раціональним для проведення дезінфекції технологічних поверхонь та води з різних джерел є застосування діоксиду хлору в концентрації 1,0 мг/дм³, що є найбільш економічно доцільним та ефективним.

ВИСНОВКИ

1. Обґрунтована ефективність застосування діоксиду хлору в концентрації 1,0 мг/дм³ для ефективного знезараження робочих поверхонь технологічного обладнання, контамінованих *A. hydrophila* поверхонь є: дерев'яна поверхня – експозиція 30 хв; цегляна поверхня – експозиція 30 хв.; кахельна плитка, алюміній та пластик – експозиція 10 хв.

2. Доведено, що водопровідна та артезіанська вода знезаражується за концентрації діоксиду хлору 1,0 мг/дм³ за 20 хв., а ставкова вода за 30 хвилин.

3. Знезараження технологічних поверхонь та води за допомогою діоксиду хлору може бути використано в рибопереробній галузі.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується створити комплекс заходів у рибництві для забезпечення населення доброякісною і екологічно безпечною продукцією галузі.

RECEIPT AND USE OF CHLORINE DIOXIDE TO DISINFECT WORK SURFACES AND WATER FROM *AEROMONAS HYDROPHILA*

R. V. Petrov, T. I. Fotina

Sumy National Agrarian University
160, G. Kondratiev str., Sumy, 40021, Ukraine

S U M M A R Y

In the article the manufacture and use of a solution of chlorine dioxide for disinfection of water from various sources, technological equipment and work surfaces from *Aeromonas hydrophila*.

Efficiency in the use of chlorine dioxide concentration of 1.0 mg/dm³ for effective decontamination work surfaces of process equipment, contaminated surfaces *Aeromonas hydrophila* is: wooden surface – exposure 30 min.; brick surface – exposure 30 min.; tile, aluminum and plastic – exposure 10 min. Water and artesian water disinfected by chlorine dioxide concentration of 1.0 mg/dm³ for 20 min. and pond water for 30 minutes.

Use of solutions of dioxide of chlorine with concentrations 3,0 mg/dm³ and 5,0 mg/dm³ were also effective, but had a less economic effect. The disinfestation of technological surfaces and water by means of solution of chlorine dioxide can be used in industry of fish processing.

Keywords: AEROMONOSIS, *AEROMONAS HYDROPHILA*, DISINFECTANT, CHLORINE DIOXIDE, SAFETY, ENVIRONMENT.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИОКСИДА ХЛОРА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ВОДЫ ОТ *AEROMONAS HYDROPHILA*

Р. В. Петров, Т. И. Фотина

Сумской национальный аграрный университет
ул. Г. Кондратьева, 160, г. Сумы, 40021, Украина

А Н Н О Т А Ц И Я

В статье рассмотрено изготовление и применение раствора диоксида хлора для обеззараживания воды, полученной из разных источников, технологического оборудования и рабочих поверхностей от *Aeromonas hydrophila*. Определена эффективность применения диоксида хлора в концентрации 1,0 мг/дм³ для эффективного обеззараживания рабочих поверхностей технологического оборудования, контаминированных *Aeromonas hydrophila*: деревянная поверхность – экспозиция 30 мин.; кирпичная поверхность – экспозиция 30 мин.; кафельная плитка, алюминий и пластик – экспозиция 10 мин. Водопроводная и артезианская вода обеззараживается при концентрации диоксида хлора 1,0 мг/дм³ за 20 мин., а прудовая вода за 30 минуты. Использование растворов диоксида хлора с концентрациями 3,0 мг/дм³ и 5,0 мг/дм³ были также эффективными, но имели меньший экономический эффект. Обеззараживание технологических поверхностей и воды с помощью раствора диоксида хлора может быть использовано в рыбо-перерабатывающей отрасли.

Ключевые слова: АЭРОМОНОЗ, *AEROMONAS HYDROPHILA*, ДЕЗИНФЕКТАНТ, ДИОКСИД ХЛОРА, БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКОЛОГИЯ.

Л І Т Е Р А Т У Р А

1. Арсан О. М. Еколого-токсикологічні дослідження внутрішніх водоем Києва / О. М. Арсан, Ю. М. Ситник, Т. М. Шаповал // Наукові записки. Серія: біологія. Тернопільський педуніверситет. — 2001. — № 3 (14). — С. 177–179.
2. Білявський Г. О. Основи екологічних знань / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй. - К.: Либідь, 2002. – 346 с.
3. Ветеринарно-санітарний контроль, консервування та основи технології переробки риби і рибної ікри: Навчальний посібник / А. М. Труш, І. В. Яценко, М. А. Труш, Р. І. Білик. – Харків: Стиль-Издат, 2014. – 260 с.
4. Вовк Н. І. Іхтіопатологічний моніторинг рибогосподарських водоем України [Текст]: автореф. дис.... д-ра с.-г. наук : спец. 03.00.16 "Екологія" / Н. І. Вовк. — Київ, 2002 — 36 с.
5. Кучерявий В. П. Екологія / В. П. Кучерявий — Львів: Світ, 2001. — 500 с.
6. Ларцева Л. В. Роль аэромонад в санитарно-гигиеническом мониторинге гидрозкосистемы Волго-Каспийского региона / Л. В. Ларцева, О. В. Обухова, И. А. Лисицкая // Гигиена и санитария. — 2011. — № 3. — С. 15–17.
7. Fernandes C. F. Growth of inoculated psychrotrophic pathogens on refrigerated fillets of aquacultured rainbow trout and channel cat-fish / Fernandes C. F., Flick G. J., Thomas T. B. // J. Food Protect., 61. — 1998. — P. 313–317.
8. Isonhood J. H. Aeromonas species in foods / Isonhood J. H., Drake M. // J. Food Protect., 65. — 2002. — P. 575–582.
9. Kirov S. M. Investigation of the role of type IV *Aeromonas pilus* (Tap) in the pathogenesis of *Aeromonas* gastrointestinal infection / Kirov S. M., Barnett T. C., Pepe C. M., Strom M. S. // Infect. Immun., 68. — 2000. — P. 4040–4048.

10. *Lehane L.* Topically acquired bacterial zoonoses from fish: a review / Lehane L., Rawlin G. T. // *Med. J. Australia.* — 173. — 2000. — P. 256–259.

11. *Pogorelova N. P.* Bacteria of the genus *Aeromonas* as the causative agents of saprophytic infection (in Russian) / Pogorelova N. P., Zhuravleva L. A., Ibragimov F. K.H., Iushchenko G. V. // *Mikrobiol. Epidemiol. Immunobiol.*, 4, 1995. — P. 9–12.

Рецензент — А. В. Березовський, д. вет. н., професор, головний співробітник НВФ «Бровафарма».