

УДК 534.29:66.084

Л.І. ШЕВЧУК, канд.техн.наук, доц., НУ «Львівська політехніка»,
Інститут хімії та хімічної технології, Львів
І.С. АФТАНАЗІВ, докт. техн. наук, проф., НУ «Львівська політехніка»,
Інститут математики і фундаментальних наук, Львів
О.І. СТРОГАН, інж. I кат., НУ «Львівська політехніка»,
Інститут математики і фундаментальних наук, Львів

ВІБРОКАВІТАТОР ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ТА АЕРАЦІЇ ВОДИ ВІДКРИТИХ ВОДОЙМ

Приведено опис конструкції нового вібраційного кавітатора для знезараження патогенної флори води із одночасною її аерацією. Віброкавітатор розташовують на плавучій платформі, відтранспортовують на забруднені ділянки відкритих водойм, де здійснюють інактивацію шкідливих бактерій, в тому числі і провокуючих літні замори риби цитобактерій. Пристрій високопродуктивний, маневренний, не залежний від стаціонарних джерел живлення.

Ключові слова: кавітація, вода, водойма, бактерії, знезараження, аерація

Приведено описание констукции нового вибрационного кавитатора для обеззараживания патогенной флоры воды с одновременной ее аэрацией. Виброкавитатор располагают на плавучей платформе, оттранспортировывают на загрязненные участки открытых водоемов, где осуществляют инактивацию вредных бактерий, в том числе и провоцирующих летние заморы рыбы цитобактерий. Оборудование высокопроизводительно, маневренно, не зависит от стационарных источников питания.

Ключевые слова: кавитация, вода, водоем, бактерии, обеззараживание, аэрация.

Description of a new vibratory cavitator construction for pathogenic flora disinfection of the water with its simultaneous aeration has been described. Vibrocavitator are placed on a floating platform and sent on contaminated areas of the reservoir where the inactivation of harmful bacteria is carried out including causing summer destruction of fish citobacteria. The device is a high productivity, maneuvers and is not dependent on the stationary source of power.

Key words: cavitation, water, reservoir, bacteria, disinfection, aeration.

1. Вступ

У середині минулого ХХ століття в Швейцарії, якій завжди бала притаманна висока культура сільського господарства, в тому числі і тваринництва, сталася дивна і доволі прикра пригода. У спекотний літній день двоє пастухів пригнали до невеликого озерця до водопою стадо корів. Корови, хоч і із невеликою охотою, та через нестерпну спеку все ж попили води, один із пастухів скупався у водоймі і стадо погнали до корівника. Лихо сталося пізніше. Ввечері загинула, із невідомих на той час причин, добра половина стада, а що найприкріше, на наступний день в муках помер і пастух, що купався у озерці. Зрозуміло, що цей прикрий випадок не міг залишитись без належної уваги, було проведено ґрунтовні аналізи води водойми, які засвідчили наявність в ній високої концентрації цитобактерій, провокуючих, за народним висловом, «цвітіння» води. Подальші дослідження засвідчили, що продуктами життєдіяльності

цитобактерій є сильнодіючі токсини ціаніди, які миттєво у великих концентраціях та дозах викликають цероз печінки. Очевидно, купаючись пастух теж ковтнув цієї смертоносної води.

Було виявлено, що основними чинниками, які спонукають «цвітіння» води, тобто активне розмноження цитобактерій, є три властиві переважно спекотному засушливому літу, складові: «стояча», тобто за відсутності течії та видозміни, вода, її висока, понад 20⁰С, температура, а головне – наявність у воді розчинених фосфатів, які є основним продуктом життєдіяльності цитобактерій. Прикро, та їм властива дуже висока швидкість розмноження за сприятливих умов. Так, встановлено, що із 1 грама фосфатів, як на поживному середовищі, за доволі короткий проміжок часу розмножується до 1кг смертоносних цитобактерій. Переважно фосфати потрапляють у відкриті водойми із стічними та ґрунтовими водами як відходи фосфатовмістимих миючих засобів та рідин для промивання стічних і каналізаційних систем. Щорічно цих засобів продукують та застосовують мільйони тон і до відкритих водойм їх потрапляння у великих кількостях неминуче. Можливо саме тому із цього часу в Швейцарії, а за нею і в Німеччині на урядовому рівні проводиться активна робота щодо обмеження використання фосфатів для миючих засобів, а у Німеччині з початку нашого століття їх застосування взагалі заборонено!

2. Постановка проблеми.

Згубною є наявність цитобактерій у воді відкритих водойм і для риборозплідних господарств. Адже їх активна життєдіяльність, як і для переважної більшості бактерій, нерозривно пов'язана із поглинанням з води кисню, що приводить до стрімкого зменшення у воді розчиненого повітря і, як наслідок, до хвороби, а подекуди і заморів риби. Своєю чергою, розкладання замореної риби супроводжуються активацією розмноження цілої низки інших шкідливих бактерій та мікроорганізмів, які знову ж таки переважно поглинають із води кисень, провокуючи тим самим наростаючу інтенсивність літніх заморів риби. Цілком не виключено і те, що перебування навіть здорової риби у зараженій цитобактеріями воді може супроводжуватись і насиченням ціанідами її жаберних кришок, нутрощів та м'яса. На щастя, може через незначну концентрацію ціанідів у м'ясі риби, випадків захворювання людей через вживання виловленої із «зацвілої» води риби не виявлено, та теоретично припустити небезпеку споживання такої риби для здоров'я людей цілком реально.

Запобігати активному «цвітінню» води, тобто розмноженню в ній цитобактерій, можна виключно її швидкою водозаміною, та не завжди водогосподарства мають таку можливість просто через обмежені водні ресурси в спекотне засушливе літо. Адже хімічні методи знешкодження цитобактерій у риборозплідних господарствах не придатні через можливе затруєння риби, а аерація, тобто насичення води повітрям, тільки сприятиме ще швидшому розмноженню цитобактерій. Втішним тут є лише той факт, що для наших кліматичних умов збіг трьох вище відзначених чинників активного «цвітіння» води не є тривалим у часі і доволі розповсюдженим явищем, та все ж запобігати йому необхідно.

Тому доречними та актуальними видаються дослідження, спрямовані на розробку методів знезараження вод відкритих водойм, придатних для широкого виробничого застосування.

3. Формулювання мети та постановка задач дослідження

Метою даного дослідження є створення нового методу знезараження та аерації води, придатного для ефективної боротьби із заморами риби у відкритих біологічно забруднених, в тому числі і цитобактеріями, водоймах, розробка конструктивних та технологічних схем високопродуктивного обладнання для його реалізації.

Об'єктом дослідження були технологічні операції водопідготовки та водоочищення, вивчення кінематики впливу параметрів кавітаційних полів на мікроорганізми у водних субстанціях, їх життєдіяльність та репродуктивну здатність.

Предметом дослідження – промислове устаткування та дослідне обладнання для біологічного знезараження води, пристрої для збурення кавітації в рідинах, гідродинаміка та енергетичні впливи параметрів кавітаційних полів на мікроорганізми.

Методики дослідження – мікробіологічні методи визначення концентрації мікроорганізмів у водних розчинах, рН-метрія для визначення рН води та водних розчинів, швидкісна відеозйомка для дослідження динаміки резонансної пружної підвіски, елементів приводу та збурювачів кавітації вібраційного кавітатора.

4. Аналіз досліджень та публікацій

Необхідно відзначити, що спроби застосування енергії кавітаційного поля для біологічного знезараження води здійснювались доволі значною групою дослідників і раніше. Найбільш ґрунтовно цю проблему досліджено проф. Вітенько Т.М., котра на прикладі гідродинамічної кавітації теоретично та експериментально переконливо підтвердила можливість та ефективність кавітаційної інактивзації патогенної флори води. Так в роботі [1] приведено результати її досліджень впливів гідродинамічної кавітації на біологічне забруднення природної води Тернопільського міського озера. Встановлено, що 30-ти хвилинна кавітаційна обробка на 78% понижує у пробах води вміст лактозопозитивних кишкових паличок, на 90% вміст кишкової палички *E.coli* та на 25% вміст ентерококів. Однак, автор визнає, що «... 100%-вої дезінфекції води із поверхневих водойм не досягнуто, тому альтернативою залишається комбінований спосіб обробки з хімічними окисниками».

Здійснювались і спроби застосування для біологічного знезараження великих обсягів води і значно потужнішої ультразвукової кавітації. Авторами роботи [3] для цього запропонований так званий комплексний метод знезараження, який поєднує використання ультразвукової чи гідродинамічної кавітації у поєднанні із озонуванням. Їх експериментальні дані засвідчили, що таке поєднання дозволяє «... інактивувати широкий діапазон мікроорганізмів ...», не тільки суттєво понижуючи загальне мікробне число, а і зменшуючи чисельність шкідливих *Escherichia coli* та *Str. Faecalis*. При цьому, що вагомо для промислового застосування даних дослідження, було виявлено, що при «... комбінації ультразвукового кавітаційного різка й озону або гідродинамічної

кавітації й озону, концентрація озону, необхідного для знезараження, була зменшена до половини або однієї третьої, залежно від типу мікроорганізмів» [2].

Відзначені методи кавітаційного знезараження прогресивні та ефективні для водопідготовки та водоочищення значних обсягів води, наприклад басейнів, аквапарків, технічних водойм тощо, та малопридатні для риборозплідних відкритих водойм, озер та ставків. Адже гідродинамічні пристрої маломаневренні і переважно стаціонарні, що виключає можливість оперативної обробки тільки ділянок водойм із забрудненою цитобактеріями водою, переробка ж всієї води водойми довготривала в часі, а головне, -- економічно затратна. Ультразвукові пристрої в сукупності із генеруючою ультразвукові коливання апаратурою, та ще і за використання недешевого озону, дуже вартісні, енергозатратні та ще і малопродуктивні. Тому зрозуміло, що для ефективної боротьби із «цвітінням» води для риборозплідних господарств необхідні кардинально нові пристрої знезаражувальної дії, спроможні поєднати в собі високу ефективність інактивації шкідливої мікрофлори кавітаційним полем, незначну собівартість водоочищення, простоту, а головне, безпеку в експлуатації для мешканців водойм та обслуговуючого персоналу, високу маневреність і незалежність від стаціонарних джерел живлення.

5. Виклад основного матеріалу дослідження.

Певною мірою цим вимогам відповідає розроблений в університеті «Львівська політехніка» віброкавітарор для знезараження та аерації води відкритих водойм. Принципова схема віброкавітатора для знезараження та аерації води відкритих водойм зображена на рис. До його складу входять розміщена на встановленому на водоймі на торовому пневмобалоні 1 платформа 2 із центральним отвором для розташування віброприводу 3. Вібропривід складається із корпусу 4 з розміщеним всередині набраним із листового заліза статором 5, на осердя 6 якого жорстко закріплено котушку обмотки 7 приводу. Статор 5 із котушкою обмотки 7 формують електромагніт. До корпусу 4 на пружних елементах 8 із можливістю здійснення прямолінійних коливань рухів вздовж перпендикулярної рівню оброблюваної води осі прикріплено якор 9 віброприводу. До якоря 9 вздовж його вертикальної осі жорстко прикріплено пустотілу циліндричну трубу 10, яка одним кінцем вільно пронизує осердя статора 5 і центрується в корпусі 4 віброприводу на підшипниках ковзання 11. Інший кінець труби 10 занурено у оброблювану воду. На зануреному у воду кінці пустотілої труби 10 закріплено виготовлені у формі конічної поверхні збурювачі кавітації 12 із отворами 13 для перетікання оброблюваної води, діаметр яких рівний амплітуді коливань якоря 9 віброприводу. Верхній кінець труби 10 жорстко з'єднано із пружною мембраною 14, яку герметично защемлено між корпусом 4 віброприводу та корпусом 15 повітрязбірника. Замкнутий корпус 15 повітрязбірника з одного боку обмежено пружною мембраною 14, а з іншого в ньому розміщено кульковий впускний клапан 16 із з'єднанням з атмосферою конічним отвором 17, підпружиненою пружиною 18 розміщеною в конічному отворі кулькою 19 та регулювальним гвинтом 20. Аналогічний випускний клапан 21 розміщено всередині корпусу 15 повітрязбірника над мембраною 14 і

з'єднано із трубою 10. Таким чином, система подачі повітря включає встановлений на корпусі 15 повітрязбірника впускний клапан 16, мембрану 14 приводу коливних рухів, випускний клапан 21 та занурену в оброблювану воду пустотілу трубу 10. Її впускний клапан 16 з'єднано із атмосферою, випускний 21 -- із трубою 10 і через її внутрішній отвір із оброблюваною водою. Електроживлення на обмотку котушки 7 подається від встановленого на платформі 2 акумулятора 22 із тиристорною схемою керування частотою живлення електромагніту (АБ) та перетворювачем постійного струму на змінний (Пр), підзарядку якого періодично здійснюють або від стаціонарного зарядного пристрою, або від сонячної батареї (на рис.1 не відображені). Для розміщення платформи 2 в належному для обробки води місці водойми служить кріпильний якір 24, який утримується за дно водойми, а в разі потреби за допомогою кріпильної лінви 25, намотаної на бобіну 23, піднімається на платформу 2. Від потрапляння сторонніх предметів, намулу та бруду нижній кінець опущеної у воду труби 10 із конічними збурювачами кавітації 12 захищено захисною сіткою 26.

Робота вібраційного кавітатора для знезараження та аерації води відкритих водойм здійснюється наступним чином. Наповнюють повітрям пневмобалон 1 до набуття платформою 2 плавучості і за допомогою плавального засобу відтранспортовують її до потрібної ділянки водойми із біологічно забрудненою чи збідненою на розчинений кисень водою. За допомогою опущеного на дно водойми кріпильного якоря 24 встановлюють платформу 2 в необхідному місці водойми і подають змінну напругу на обмотку котушки 7 віброприводу кавітатора. При подачі напруги на обмотку котушки 7 намагнічується листове залізо статора 5 і електромагніт, долаючи опір пружних елементів 8, притягує до статора 5 якір електромагніта 9. Разом із якорем 9 в напрямних підшипника ковзання 11 переміщуються вгору жорстко з'єднані з якорем труба 10, конічні збурювачі кавітації 12, мембрана 14 та впускний клапан 21.

При від'ємному значенні синусоїди перемінної напруги живлення обмотки котушки 7 під дією сил пружності пружних елементів 8 якір 9 відштовхується від статора 5 і переміщається у крайнє нижнє положення.

Як і при русі вгору, разом із якорем 9 переміщуються жорстко з'єднані з ним труба 10, конічні збурювачі кавітації 12, мембрана 14 та впускний клапан 21. При наступному циклі змінної напруги вказаний цикл зворотно-поступальних переміщень якоря 9 повторюється знову, утворюючи таким чином двомасну коливну систему або, так званий, вібропривід. Меншою за обсягом першою коливною робочою масою тут постають якір 9, труба 10, конічні збурювачі кавітації 12 та впускний клапан 21, другою масивною реактивною масою – платформа 2 із розміщеними на ній бобіною 23, акумулятором 22, корпусами віброприводу 4 та повітрязбірника 15, статором 5 із котушкою обмотки 7. Пружною системою, що з'єднує ці дві коливні маси, є пружні елементи 8, жорсткість яких для мінімальних енерговтрат розраховано на резонансний режим роботи. Частота коливань коливних мас віброприводу співпадає із частотою змінної напруги живлення, а амплітуда коливань обумовлена співвідношенням коливних мас, зазором між якорем 9 та статором 5

віброприводу та жорсткістю пружної системи 8. Амплітуду коливань робочої маси, куди входять і конічні збурювачі кавітації 12, призначають із діапазону 2—2,5 мм. При цьому, при русі якоря 9 і з'єднаної з ним труби 10 вниз, разом з ними в крайнє нижнє положення переміщається і прикріплена до труби 10 середня частина мембрани 14 повітрязабірника 15. Всередині корпуса повітрязабірника 15 утворюється розрідження, під дією якого через впускний кульковий клапан 16 в повітрязабірник 15 із атмосфери всмоктується певна порція повітря. При русі якоря 9, труби 10 і мембрани 14 вверх підпружинена пружиною 18 кулька 19 впускного клапана 16 перекриває впускний отвір 17. Всередині корпуса повітрязабірника 15 утворюється

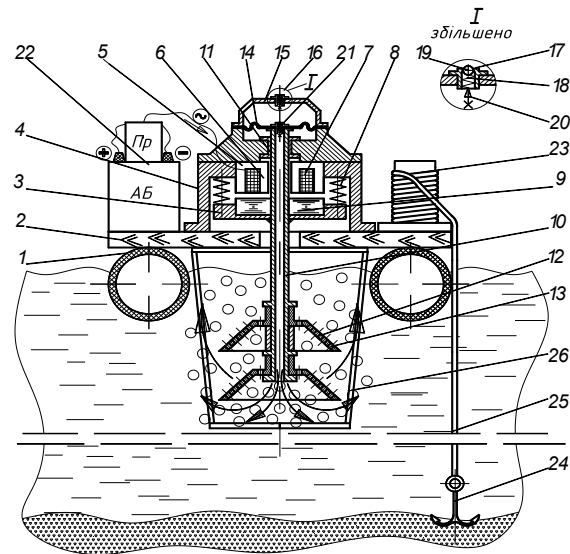


Рис. Принципова схема вібраційного кавітатора для знезараження та аерації води

надлишковий тиск, під дією якого повітря, долаючи опір клапанної пружини 18 впускного клапана 21, переміщає кульку 19, відкриваючи тим самим впускний отвір клапана. Певна порція повітря проникає всередину впускного клапана 21, а з нього у внутрішню порожнину труби 10. Оскільки рекомендована частота коливань якоря 9 віброприводу знаходиться в межах 50 – 100 Гц, із такою ж частотою в трубу 10 з атмосфери напompується повітря, трансформуючись у направлений повітряний струмінь, який через трубу 10 запompується в оброблювану воду в робочу зону, де розміщені конічні збурювачі кавітації 12.

Конічні збурювачі кавітації 12 жорстко з'єднані із трубою 10 і її вертикальні коливання передаються їм. Гострі кромки отворів 13 в конічній поверхні збурювачів кавітації 12 із швидкістю $V=2 A f = (2 \text{ :-: } 5) \text{ м/с}$, де $A=2 \text{ :-: } 2,5 \text{ мм}$ – амплітуда, $f=50 \text{ – } 100 \text{ Гц}$ – частота їх коливань, перетинають потік оброблюваної води, збурюючи в ній кавітацію, яка супроводжується інтенсивним зародженням та подальшим схлопуванням у воді великої кількості кавітаційних мікробульбашок. Схлопування мікробульбашок супроводжується інтенсивним формуванням сферичних імпульсних ударних мікрохвиль, утворенням хімічно активних радикалів гідроксилу OH^- та пероксиду водню, взаємодія яких із наявними у воді шкідливими мікроорганізмами приводить до втрати клітинами репродуктивної здатності, до їх руйнування. Під дією інтенсивного кавітаційного поля відбувається значне руйнування оболонки клітини, яка стає рихлою, втрачає чіткість контурів, між собою клітини немов би склеюються. При цьому проходить зміна цитоплазми клітини, внаслідок чого відбувається її дегенерація, яка супроводжується перетворенням осібних клітин у безформні скупчення. «Це може бути викликано прискоренням транспортування реагентів у клітину, окисненням білків цитоплазми речовинами, що утворюються в кавітаційному

полі, механічним руйнуванням оболонки клітини внаслідок підвищення чутливості озвучених організмів» [1].

Як наслідок, відбувається знезараження води, її освітлення, а завдяки супроводжувачому кавітаційну обробку насиченню води киснем, і покращення її споживчих властивостей.

Як і в результаті інтенсивного впливу на воду магнітного поля, вплив на неї кавітаційного поля супроводжується змінами в електронній структурі молекул води завдяки збільшенню рухливості молекул води, а отже, і послабленню енергії водневих зв'язків між ними. В усіх цих випадках, завдяки потужному енергетичному впливу на воду формується нова її структура, в якій міститься переважна більшість молекул у вільному (незв'язаному) стані. А саме в мономолекулярному стані воді притаманна підвищена хімічна активність, яка і є показником її засвоюваності живими організмами. Саме цим пояснюється відчутне покращення якості та споживчих властивостей обробленої кавітаційним полем води.

Однак, на відміну впливу магнітному, кавітаційному полю притаманна активна знезаражувальна дія внаслідок впливу на шкідливі мікроорганізми імпульсних ударних мікрохвиль, що супроводжують сплескування кавітаційних мікробульбашок. Адже кавітаційний процес в рідинах супроводжується одночасним потрійним впливом на оброблюване середовище, а саме механічним, який проявляється імпульсними ударними хвилями, фізичним, якому притаманне миттєве формування у мікроскопічних об'ємах рідини потужних іскрових мікророзрядів та супроводжуваних їх магнітних полів, та хімічним, якому властиве, із поміж цілого ряду інших проявів, утворення у водному середовищі хімічно активних радикалів OH^\cdot . Всі три прояви впливів, що супроводжують кавітацію, на воду не є уособленими, а органічно поєднані між собою, що в кінцевому і забезпечує синергетичний ефект впливу кавітаційного поля на оброблюване середовище. Так, що інтенсивніша сформована кавітаційним полем ударна мікрохвиля, тим вищий ступінь електризації середовища, який проявляється у вищому рівні мікронапруг іскрових мікророзрядів, що вища напруженість електричного поля, то інтенсивніше утворення радикалів OH^\cdot , а отже і вища хімічна активність середовища. Своєю чергою, чим вища хімічна активність середовища, тим активніше вода набуває властивостей апротонного розчинника, які проявляються у подрібненні кластерних згруповань молекул води до стану мономолекул, у середовищі яких, завдяки послабленню сил міжмолекулярної взаємодії, розповсюдження ударних мікрохвиль відбувається значно інтенсивніше. Саме тому кавітаційним явищам властивий лавиноподібний прояв розповсюдження та розширення меж кавітаційного поля, який однак, по мірі віддалення від джерела збурення кавітації, нівелюється силами міжмолекулярних зв'язків рідини, силами її поверхневого натягу.

Тому, очевидно, і прояв кавітаційного впливу на воду багатогранний і не зрівняний із жодним з інших відомих фізичних чи хімічних впливів, і поряд із знезаражувальною дією проявляється у переструктуризації її молекулярного стану від неупорядкованого кластерного до мономолекулярного, наближаючи її

до структури славнозвісної «живої» води. Адже відомо, що саме у мономолекулярному стані вода найкраще засвоюється живими організмами.

Після завершення знезараження та аерації води на даній ділянці водойми вібропривід знеструмлюють, піднімають з дна водойми фіксуючий платформу 2 кріпильний якір 24 і відтранспортовують її до іншої ділянки водойми із забрудненою стоячою водою, де цикл знезараження води повторюють в описаній вище послідовності.

Продуктивність та якість знезаражувальної обробки води, при цьому, залежать від амплітуди та частоти коливань збурювачів кавітації 12, їх площі, кількості і площі розміщених на них перепускних отворів 13, кількості поданого в зону обробки повітрязбірником 15 повітря, потужності електромагніту приводу та часу обробки. Зміною цих параметрів і регулюють кількісні та якісні показники обробки води, тобто ступені її знезараження та аерації. Так при амплітуді $A = 2$ мм, частоті $f = 50$ Гц коливань, площі кожного з двох збурювачів кавітації $S_k = 0,05\text{ м}^2$, площі кавітаційних отворів кожного з них $S_0 = 0,01\text{ м}^2$ щохвилини крізь них перепомповується біля 100 літрів води, забезпечуючи при цьому загальну продуктивність знезараження в межах $6\text{ м}^3/\text{год}$. При збільшенні тиристорною схемою керування частоти живлення електромагніту до 100 Гц вона зростає до $8 - 10\text{ м}^3/\text{год}$.

Перевагами даного віброкавітатора для знезараження та аерації води відкритих водойм порівняно із відомими є:

- висока продуктивність, придатність для обробки значних обсягів води, в тому числі і на відкритих водоймах, завдяки наявності великої кількості перепускних кавітаційних отворів на поверхні збурювачів кавітації, перетікання крізь які із високою швидкістю води сприяє формуванню інтенсивного кавітаційного поля;

- незалежна і одночасна із коливаннями конічних збурювачів кавітації високопродуктивна подача повітря в зону обробки забезпечує насичення оброблюваної води розчиненим повітрям та киснем, мікропухирці яких не тільки постають зародками кавітації, а і здійснюють аерацію води;

- завдяки відсутності в запропонованому кавітаторі обертових та перетворюючих механізмів, автономного обладнання для подачі в зону обробки повітря він не тільки надійніший та довговічніший від відомих, а і значно енергоощадніший, а отже, і економічніший.

6. Висновки

Забруднення цитобактеріями відкритих водойм риборозплідних господарств може супроводжуватись не тільки економічними втратами від захворювань та літніх заморів риби, а і таїть небезпеку для здоров'я людей. Враховуючи, що хімічні методи біологічного знезараження води через небезпеку затруєння риби тут малоприменні, крен у пошуку ефективних методів інактивації забрудненої цитобактеріями води доречно здійснити в бік фізичних методів знешкодження патогенної мікрофлори води.

Вібраційний кавітатор для знезараження та аерації води відкритих водойм, завдяки збуренню інтенсивного кавітаційного поля у супроводі активної подачі в зону обробки води повітря, не тільки забезпечує її очищення від шкідливих

мікроорганізмів, а і підвищення якості та споживчих властивостей води, сприяючи тим самим росту риби. Можливості використання кавітарора не обмежуються виключно риборозплідними водоймами, а із не меншою ефективністю можуть бути розповсюдженими для вирощування та відгодовування чутливих до якості води птиці, пушних звірів, молоді тваринництва.

Перспективними видаються і подальші більш ґрунтовні дослідження можливостей застосування віброкавітатора і для водопідготовки переробних сільськогосподарських підприємств, де якість використовуваної води не менш вагомий за якість продуктів чинник і тільки вдале поєднання цих двох складових регламентує, в кінцевому, високі споживчі властивості готового продукту.

Список літератури: 1. *Вітенько Т.М.* Гідродинамічна кавітація у масообмінних, хімічних і біологічних процесах: монографія / Т.М. Вітенько. – Тернопіль, в-во ТДТУ ім. І. Пулюя, 2009. – 224с. 2. *Вітенько Т.М.* Механізм та кінетичні закономірності інтенсифікуючої дії гідродинамічної кавітації у хіміко-технологічних процесах. Дис. на здоб. наук. ступ. док. техн. наук, -- Львів, 2010. 3. *Jyoti K.K.* Effect of cavitation on chemical disinfectioiv effi ciency. / Jyoti K.K., Pandit A.B.// Wat.Res.,38,2004a, P. 2249—2258

Поступила в редколлегию 06.11.2011

УДК [613. 292 : 664.144] : 796.077. 2

Н.В. ПРИТУЛЬСЬКА, докт. техн. наук, проф., зав.каф., Київський національний торговельно-економічний університет, Київ

Л. І. СЕНОГОНОВА, канд.техн.наук, доц., Луганський національний університет ім. Т. Шевченка, Луганськ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЦУКЕРОК ДЛЯ СПОРТСМЕНІВ

Представлені результати досліджень фізико-хімічних показників якості цукерок для спортсменів «Енергія спорту», «Імпульс» і «Драйв», збагачених біологічно активними речовинами. Встановлено, що за фізико-хімічними показниками вони є цілком безпечними та придатними для споживання спортсменами різних видів спорту.

Ключові слова: цукерки для спортсменів, фізико-хімічні показники якості, безпечність.

Представлены результаты исследований физико-химических показателей качества конфет для спортсменов «Энергия спорта», «Импульс» и «Драйв», обогащенных биологически активными веществами. Установлено, что по физико-химическим показателям они являются полностью безопасными и пригодными для потребления спортсменами разных видов спорта.

Ключевые слова: конфеты для спортсменов, физико-химические показатели качества, безопасность.

The results of researches of physical and chemical indexes of quality of candies are presented for sportsmen «sport Energy», «Impulse» and «Drive», enriched bioactive matters. It is set that on physical and chemical indexes they are fully the safe and suitable for a consumption sportsmen of different types of sport.

Keywords: candies for sportsmen, physical and chemical indexes of quality, safety.

1. Вступ

Головним завданням вітчизняної харчової індустрії є швидке насичення товарного ринку країни новими, високоякісними і безпечними функціональними