

## ВПЛИВ ОЗОНО-ПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ НА САНІТАРНИЙ СТАН МОЛОЧНО-ДОЇЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Пушкар Т.Д., асистент

*Одеський державний аграрний університет*

*Розглянуто питання поліпшення якості молока за рахунок підвищення ефективності санітарно-гігієнічної обробки молочно-доїльного обладнання. Показано перспективність озонових технологій для дезінфекції технологічного обладнання.*

**Ключові слова:** озон, молочно-доїльне обладнання, озono-повітряна суміш, молокопровід, санітарно-гігієнічні показники, мікрофлора, мийка, дезінфекція.

У технологічному процесі доїння та первинної обробки молока особливе місце, з точки зору забезпечення якості одержуваної продукції, займає мийка та дезінфекція обладнання. Саме мийка призначена для видалення не лише звичайного забруднення, а й небажаних утворень. Наприклад, обробка доїльної апаратури лужним розчином миючого засобу призначена для видалення білково-жирової плівки, кислотним миючим засобом – для видалення «молочного каменю». В той час, як режим ополіскування доїльного обладнання призначений лише для видалення залишків молока або залишків миючої рідини [1].

Ці дві обов'язкові технологічні операції в первинній переробці молока вимагають чималих грошових витрат і одночасно є чи не основними забруднювачами навколишнього середовища. Тому, виникає необхідність у розробці нових ефективних, але, у той же час, екологічно безпечних технологій у виробництві продуктів харчування і це – озонові технології.

**Мета роботи.** Визначити можливість поліпшення санітарно-гігієнічних показників молочно-доїльного обладнання при його дезінфекції озono-повітряною сумішшю після мийки.

Завдання дослідження:

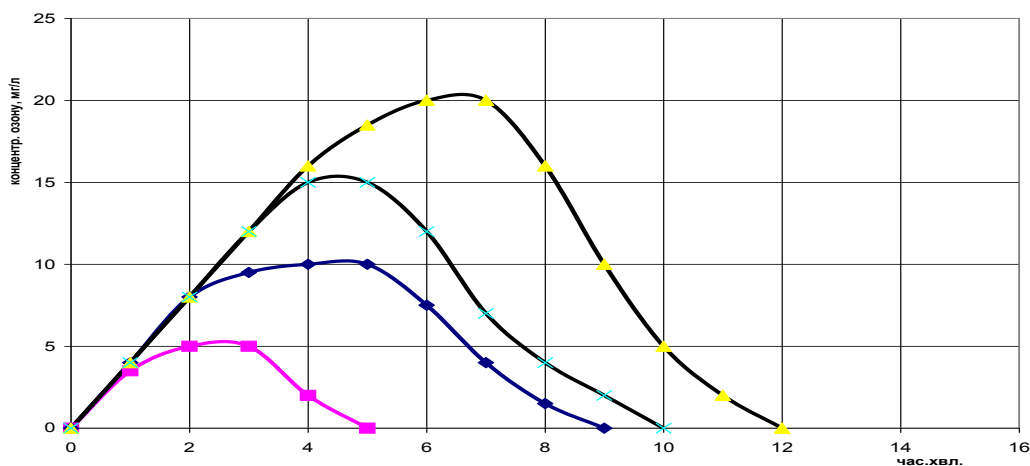
1. Розробити експериментальне обладнання для обробки молокопроводу озono-повітряною сумішшю (ОПС).
2. Визначити концентрацію, час обробки та витрати ОПС при обробці молокопроводу.
3. Вивчити час розпаду озону до ГДК у молокопроводі.
4. Виявити залишкову мікрофлору після обробки молокопроводу ОПС та тенденцію її розвитку в молокопроводі.

**Матеріали та методика дослідження.** Дослідження з вивчення впливу озono-повітряної суміші на мікробіологічні показники змивів з молочно-доїльного обладнання проводили на розробленій лабораторній установці. Дана установка складається з накопичувальної ємкості, насосу, системи трубопроводів, озонатора та вимірювача концентрації озону «БОЗОН». Об'єм

досліджуваної частини молокопроводу складав 0,0017 л. Згідно схеми досліджень, через установку прокачували молоко, а потім проводили мийно-дезінфікуючі роботи, згідно технологічного регламенту прийнятого на молочнотоварній фермі. Дані регламентні роботи були прийняті за контроль. На етапі дезінфекції молокопровід обробляли озono-повітряною сумішшю з різною концентрацією озону – 5; 10; 15; 20 мг/л.

**Результати дослідження.** Обробку молокопроводу проводили у чотири етапи з налаштуванням озонатора на зазначені концентрації. Режим та якість роботи озонатора залежить не тільки від його конструктивних характеристик, але й від фізичних властивостей навколишнього середовища. В наших дослідженнях озон отримували безпосередньо з повітря із параметрами: 15; 20 мг/л при температурі навколишнього середовища 18...22°C; відносній вологості повітря 60...80%. Задану концентрацію озону в озono-повітряній суміші створювали, регулюючи інтенсивність бар'єрного розряду.

Етапи обробки та насичення озonom молокопроводу представлені на рис.1.



**Рис.1 Насичення озonom молокопроводу при різній концентрації та його розпад**

Як видно із даного графіка, концентрація озону в озono-повітряній суміші досягає 5% за 2 хвилини, 10% за 3 хвилини, 15% за 4 хвилини, 20% за 6 хвилин. Очевидно, чим вища концентрація озону в озono-повітряній суміші, тим більше часу вимагається для його синтезу або встановлення більш потужного генератора озону. У даному випадку необхідно виходити з того, що генератор озону буде постійним, тому інтенсивність розряду та потужність озонатора за кінцевим озonom необхідно самостійно регулювати в автоматичному чи ручному режимі. Слід також підбирати оптимальний часовий фактор обробки озono-повітряною сумішшю молокопроводу.

Аналіз кривих (рис.1) вказує на початкові частини, що представлені прямими лініями і відображають пропорційну залежність концентрації озону від часу роботи озонатора. В подальшому спостерігається відхилення від прямої з поступовим переходом на плато, величина якого є насичення озonom молокопроводу при даній концентрації. На даному етапі настає рівноважне значення концентрації озону  $C_p$  у замкнутому молокопроводі.

При досягненні плато озонатор відключали. Після відключення озонатора озон у молокопроводі поступово розкладався до ГДК=0,013 мг/л перетворюючись на кисень.

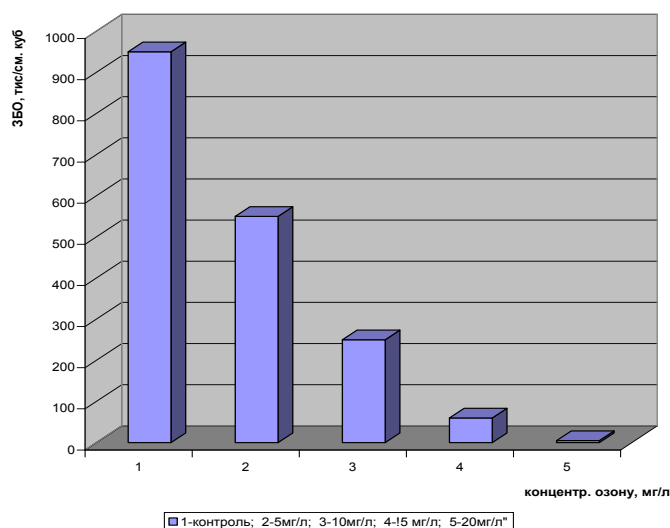
Динаміка розпаду озону описується формулою [2]:

$$C(t) = C_p \exp(-\lambda t),$$

де  $\lambda = \frac{0,693}{T}$ ,  $1/c$  константа розпаду озону за нормальних умов ( $t$  – період напіврозпаду озону).

Хоча розпад озону в молокопроводі описується вищенаведеною формулою, але необхідно враховувати і той фактор, що озон розкладається на поверхнях із різною швидкістю. У наших дослідженнях у молокопроводі використовувались скло та харчова нержавіюча сталь.

Швидкість розпаду озону також залежить від ступеня забруднення молокопроводу мікроорганізмами, температури навколишнього середовища, відносної вологості. Після обробки молокопроводу контрольними параметрами та озono-повітряною сумішшю при різних концентраціях були проведені дослідження з визначення залишкової мікрофлори на змивах з внутрішньої поверхні молокопроводу, які викладені на рис.2.



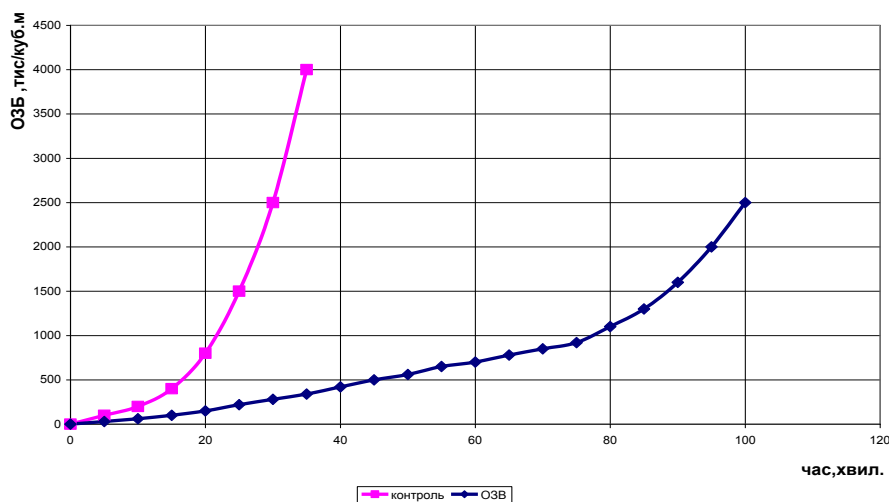
**Рис.2 Кількість мікроорганізмів після обробки озоном**

З аналізу даної діаграми видно, що найбільш оптимальними концентраціями озону для дезінфекції молокопроводу озono-повітряною сумішшю є 10-20 мг/л. Але, враховуючи вимоги ДСТУ–3662–97 «Молоко коров'яче незбиране», допустиме бактеріальне забруднення для молока вищого гатунку становить  $\leq 300$  тис. мікроорганізмів на  $\text{см}^2$ , тому бажаною концентрацією озону є 15-20 мг/л. Слід також враховувати, що в проведених експериментах експозиція обробки озono-повітряною сумішшю складала одну хвилину.

Для більш наглядного відображення процесу розвитку мікрофлори в молокопроводі, були проведені дослідження з визначення інтенсивності розвитку мікрофлори на внутрішній поверхні молокопровода, як після обробки контрольними параметрами, так і озono-повітряною сумішшю, з одного

вихідного показника, без урахування стабільного стану після обробки. Дані результати представлені на рис.3.

При досягненні озону в молокопроводі до ГДК, стан внутрішньої поверхні у молокопроводі в продовж 40...60 хв. за вмістом мікроорганізмів залишався стабільним, потому спостерігали за розвитком мікрофлори. Інтенсивність розвитку мікрофлори в досліджуваній ділянці молокопроводу була значно меншою в порівнянні з контрольною. Насамперед, такий ефект пов'язаний з тим, що внутрішня поверхня дослідної частини молокопроводу залишалась сухою і не мала контакту з повітрям навколишнього середовища.



**Рис.3** Розвиток мікрофлори після обробки озono-повітряною сумішшю

Враховуючи контрольні параметри обробки виникає необхідність проведення додаткової дезінфекції. З цією метою молокопровід обробляли гарячою водою (+ 70...75°C). Лише в цьому випадку концентрація мікрофлори наближалася до результатів, які отримували при обробці молокопроводу озono-повітряною сумішшю з концентрацією озону 15...20%. Після дезінфекції молокопроводу гарячою водою, її видаляли з системи і залишали молокопровід наповнений повітрям із навколишнього середовища. Стабільність за вмістом мікрофлори на внутрішній поверхні молокопроводу складала лише 10...15 хвилин, а в подальшому спостерігався інтенсивний розвиток мікроорганізмів (рис.3). Вочевидь, це пов'язане з тим, що внутрішня поверхня молокопроводу мала підвищену вологість і контактувала з повітрям навколишнього середовища, що потрапляв до замкнутої системи після зливу гарячої води.

**Висновки.** Проведені дослідження вказують на ефективність обробки молокопроводу озono-повітряною сумішшю з концентрацією озону 15...20%. Час обробки молокопроводу озono-повітряною сумішшю можна регулювати в залежності від конструктивних параметрів озонатора і вихідних даних. Обробка молокопроводу озono-повітряною сумішшю не чинить негативного впливу на навколишнє середовище, тому що розпад озону до ГДК можливо прогнозувати та регулювати. У випадках залишкової підвищеної концентрації озону, молокопровід слід просто продути очищеним повітрям.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дегтерев Г.П. Современные технологии в молочном животноводстве России и их влияние на качество сырого молока.// Молочная река – 2004. – Зима. – с. 12-15.
2. Четвергов Н.А. Расчет динамических характеристик концентрации озона в воздухе помещений при работе в них озонаторов различной производительности.// Техническая физика – 2005 – с. 111 – 115.
3. ДСТУ – 3662 – 97 «Молоко коров'яче незбиране»

**Пушкарь Т.Д. Влияние озono-воздушной смеси на санитарное состояние молочно-доильного оборудования**

*Рассмотрен вопрос улучшения качества молока за счет повышения эффективности санитарно-гигиенической обработки молочно-доильного оборудования. Показана перспективность озонных технологий для дезинфекции технологического оборудования.*

**Ключевые слова:** озон, молочно-доильное оборудование, озono-воздушная смесь, молокопровод, санитарно-гигиенические показатели, микрофлора, мойка, дезинфекция.

***T.D. Pushkar The influence of ozone - air mixture in the sanitary condition of dairy - the milking equipment***

*The question of improving the quality of milk by increasing the effectiveness of sanitary - hygienic treatment of dairy - the milking equipment. The prospects of ozone technology to disinfect manufacturing equipment.*

**Key words:** ozone, dairy - milking equipment, ozone - air mixture, the milk, sanitary - hygienic properties and microflora, cleaning, disinfection.