

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ОБРОБКИ МОЛОЧНО-ДОЇЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ОЗОНО-ПОВІТРЯНОЮ СУМІШШЮ

Станкевич Г.М., д-р техн. наук, професор,
Кудашев С.М., канд. техн. наук, старший науковий співробітник
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса
Пушкар Т.Д., асистент
Одеський державний аграрний університет, м. Одеса

Розглянуто питання поліпшення якості молока за рахунок підвищення ефективності санітарно-гігієнічної обробки молочно-доїльного обладнання. Визначено показники озono-повітряної суміші, які впливають на якість обробки молокопроводу. Оптимізовано параметри обробки молокопроводу.

The question of improving the quality of milk by increasing the effectiveness of sanitary-hygienic treatment of dairy-the milking equipment. Defined indicators for ozone-air mixture that affect the quality of processing milk pipeline. Optimized processing parameters milk pipeline.

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

Підвищення санітарно-гігієнічної якості молока – багатофакторна задача, яка потребує постійної роботи щодо удосконалення технології та культури виробництва, дотримання правил доїння та експлуатації обладнання, використання все більш ефективних мийних і дезінфікуючих засобів. Санітарно-профілактичні заходи на фермах значно обмежені. Для дезінфекції обладнання на фермах використовують різні препарати. Але вони мають один суттєвий недолік: після їх використання вимагається проводити мийку, оскільки потрапляння дезінфікуючих засобів у молоко недопустиме. При цьому не виключене зараження обладнання мікрофлорою. Вода, яка використовується для дезінфекції часто містить мікроорганізми у кількості, яка перевищує нормативи санітарних правил [1].

Вирішення комплексу екологічних задач неможливе без співпраці у сфері охорони навколишнього середовища та виробництва. Виникає необхідність розробки нових ефективних, але в той самий час, екологічно безпечних технологій у виробництві продуктів харчування, і це – озonoві технології.

Мета роботи. Визначення оптимальних параметрів обробки молокопроводу озono-повітряною сумішшю.

Матеріали та методика дослідження. Дослідження щодо впливу озono-повітряної суміші на мікробіологічні показники молочно-доїльного обладнання проводили на лабораторній установці. Ця установка складається з накопичувальної ємкості, насоса, системи трубопроводів, озонатора. Концентрацію озону вимірювали приладом «БОЗОН–ДГФ». Досліджувана частина молокопроводу за об'ємом складала 0,0017 л. Через установку прокачували молоко, а потім проводили мийно-дезінфікуючі роботи згідно технологічним регламентом, прийнятим на молочно-товарній фермі. Ці 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 прийнятні нами концентрації. Робота озонатора залежить не тільки від його конструктивних характеристик, але й від фізичних властивостей навколишнього середовища. У наших дослідженнях озон отримували безпосередньо з повітря із параметрами: концентрація озону в озono-повітряній суміші 5...20 мг/л; температура навколишнього середовища 18...22 °С; відносна вологість 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.

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 установки більш потужного генератора озону. У даному випадку потрібно виходити з того, що генератор озону буде постійним і потрібно тільки варіювати інтенсивність розряду та потужність озонатора за кінцевим озonom. А також необхідно підбирати оптимальний часовий фактор обробки озono-повітряною сумішшю молокопроводу.

Аналіз кривих (рис.1) показує, що початкові їх частини представлені прямими лініями і відображають пропорційну залежність концентрації озону від часу роботи озонатора. Потім спостерігається відхи-

лення від прямої з поступовим переходом на плато, величина якого є насичення озонем молокопроводу при даній концентрації. На цьому етапі настає рівноважне значення концентрації озону C_p у замкнутому молокопроводі.

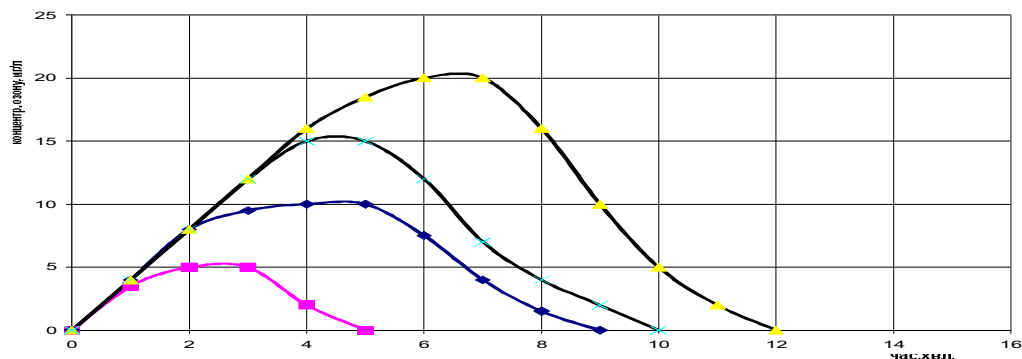


Рис. 1 – Насичення озонем молокопроводу при різних концентраціях та його розпад

При досягненні плато озонатор відключали. Після відключення озонатора озон у молокопроводі поступово розкладався до $\Gamma ДК=0,013$ 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 вищевказаною формулою, але потрібно врахувати 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 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 для визначення залишкової мікрофлори на внутрішній поверхні молокопроводу, які показані на рис. 2.

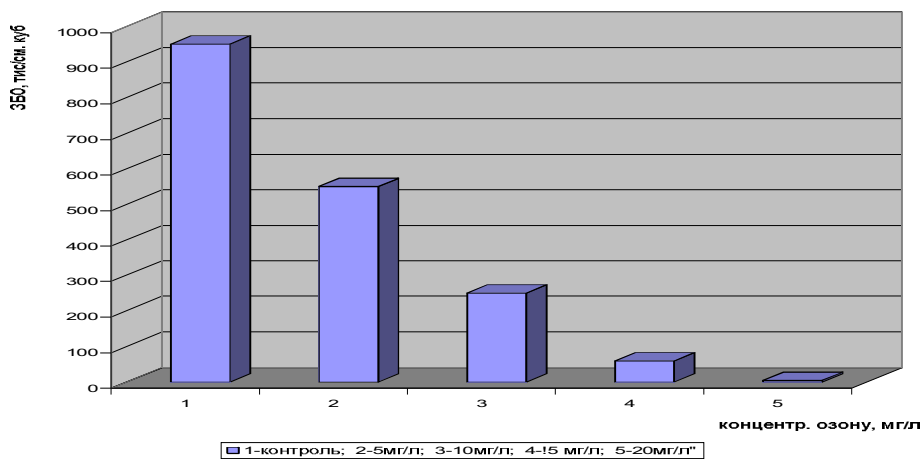


Рис. 2 – Кількість мікроорганізмів після обробки озонем

З аналізу цієї діаграми видно, що найбільш оптимальними концентраціями озону для дезінфекції молокопроводу озono-повітряною сумішшю є 10–20 мг/л. Але виходячи із ДСТУ–3662–97 «Молоко коров'яче незбиране» бажаною є концентрація 15–20 мг/л. Але, враховуючи те, що найбільш раціональним та допустимим для виробництва є постійна робота озонатора на визначеній концентрації озону без його переналаштування на інші діапазони, нами була проведена оптимізація обробки молокопроводу озono-повітряною сумішшю. Для цього був спланований повнофакторний експеримент ПФЕ – 2^3 [4]. Визначальними параметрами оптимізації були три фактори: концентрація озону в озono-повітряній суміші (X_1), тривалість оброб-

ки (X_2) та витрата озono-повітряної суміші (X_3). Величини всіх досліджуваних факторів протягом досліду були постійними. Перехід від дійсних значень факторів до кодових проводився за формулою:

$$X_1 = \frac{\bar{X}_1 - X_0}{\Delta X_i},$$

де X_1 – кодове значення фактора;

\bar{X}_1 – дійсне значення фактора;

X_0 – значення фактора на нульовому рівні;

ΔX_i – інтервал варіювання.

Результати кодування факторів процесу наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Шаг варіювання та значення рівнів факторів при плануванні експерименту ПФЕ – 2³

Рівні	Фактори		
	Концентрація ОПС, мг/л	Тривалість обробки, хв	Витрата ОПС, л/хв
Верхній	20	60	1,5
Нижній	10	20	0,5
Основний	15	40	1,0
Інтервал варіювання	5	20	0,5
Кодове позначення	X_1	X_2	X_3

Експериментальні дослідження проводили на лабораторному устаткуванні (рис. 1) у трьох повторах. Обробку отриманих даних у ході експерименту здійснювали згідно з методикою [5]. У результаті математичної обробки отримали формулу регресії:

$$y = 445,8 - 308,3x_1 - 72,5x_2 - 113,3x_3 + 74,2x_1x_2,$$

де y – загальне бактеріальне обсіменіння внутрішньої поверхні молокопроводу, тис/см³.

При цьому статистичні показники становили:

критерій Кохрена $Gp=0,7551$

номер дослідів та повторності з

максимальною похибкою $ni=1; mj=3$

критерій Стюдента $t_{кр}=2,120$

дисперсія похибки дослідів та

неадекватності $s_{2y}=1287,5000$ $s_{2aq}=698,1481$

середньоквадратичне відхилення $sy=35,8818$; $saq=26,4225$

число степенів свободи $Ns_{2y}=16$; $Ns_{2aq}=3$

критерій Фішера $Fp=1,84$; $F_{кр}=8,69$.

Аналіз статистичних показників вказує на те, що отримані рівняння, адекватно описують умови обробки молокопроводу озono-повітряною сумішшю.

Результати розрахунків дозволили визначити оптимальні параметри обробки молокопроводу озono-повітряною сумішшю: концентрація ОПС – 18 мг/л; час обробки 30 хвилин; розхід ОПС – 10 л/хв.

За цими параметрами було проведено експериментальне дослідження з обробки молокопроводу озono-повітряною сумішшю. Отримані результати, тобто загальне бактеріальне обсіменіння становило 65 тис./см³. Даний показник характеризує умови обробки молокопроводу озono-повітряною сумішшю та відповідає санітарно-гігієнічним показникам ДСТУ [3].

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 можна прогнозувати та регулювати. Оптимальні параметри обробки молокопроводу озono-повітряною сумішшю такі: концентрація озону – 18 мг/л; час обробки молокопроводу – 30 хвилин; витрати озono-повітряної суміші – 1,0 л/хв.

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».
4. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – Издат. Наука. – 1976. – 280 с.
5. Остапчук Н.В., Каминский В.Д., Станкевич Г.Н., Чучуй В.П. Математическое моделирование процессов пищевых производств. – К.: Вища школа, 1992. – 175 с.

УДК 664.83.002.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОЛИЧЕСТВА УДАЛЁННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОТ ПАРАМЕТРОВ «СУХОЙ МОЙКИ»

**Всеволодов А.Н., ассистент, Гладушняк А.К., д-р техн. наук, профессор
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса**

В статье рассмотрены вопросы, касающиеся «сухой мойки» растительного сырья. Определены некоторые параметры для проведения процесса «сухой мойки» имеющего целью сократить потребление чистой проточной воды на проведение мойки сырья непосредственно водой.

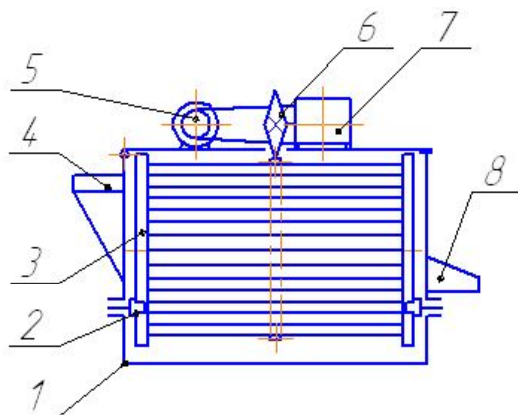
The questions concerning «a dry washing» of the vegetative raw materials are considered in this article. Some parameters for the «dry washing» processing to reduce consumption of pure flowing water (when the water properly is used) are defined.

Ключевые слова: «сухая мойка», барабан, секция.

С целью определения количества почвенных загрязнений, которое может быть удалено с поверхности растительного сырья на этапе «сухой мойки» без нарушения целостности эпидермиса и перидермы был проведен эксперимент на действующей барабанной моечной машине модели Ш24 – КМО. Машина предназначена для мойки корнеплодов.

- Техническая характеристика машины:
- производительность, кг/ч 200
- одноразовая загрузка, кг 30
- объём барабана, м³ 0,169
- число оборотов барабана, об/мин
- минимальное 9,6
- максимальное 27,2
- мощность двигателя, кВт 0,37

Для возможности регулирования числа оборотов барабана машины, в её привод был введен регулятор частоты тока ATV28HU29M2 производства компании Schneider Electric На рис. 1 схематично изображена барабанная моечная машина, используемая как секция «сухой мойки».



1 – ванна; 2 – опорные ролики; 3 – барабан; 4 – загрузочный лоток; 5 – привод; 6 – передача цепная; 7 – редуктор червячный; 8 – лоток разгрузки

Рис. 1 – Схема барабанной моечной машины (секция «сухой мойки»)