

СПОСОБИ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ БАКТЕРІАЛЬНОЇ КОНТАМІНАЦІЇ ТУШОК ПТИЦІ

Касяненко Оксана Іванівна

доктор ветеринарних наук професор
Сумський національний аграрний університет (м. Суми, Україна)
ORCID: 0000-0001-8453-1957
oksana_kasjanenko@ukr.net

Гусєв Володимир Олександрович

аспірант
Сумський національний аграрний університет (м. Суми, Україна)
gavrysha@gmail.com

В статті представлені дані аналізу стратегії контролю харчових зоонозів (*Campylobacter*, *E.coli* O157, *Enterobacteriaceae*, *Listeria*, *Salmonella*, *Enterococcus*) на основі хімічних і фізичних методів деконтамінації - зниження мікробіологічного забруднення тушок птиці в процесі обробки до допустимого рівня, на етапі переробки птиці в умовах забійних підприємств країн-членів Європейського Союзу. Проаналізовано фактори передачі збудників, що зумовлюють ризики контамінації тушок птиці під час технологічних процесів транспортування і забою птиці, нутрування, охолодження та термічної обробки тушок. Також проаналізовано наукові розробки щодо зниження ризику для здоров'я людини залежно від заходів зниження мікробіологічного забруднення збудниками харчових зоонозів м'яса бройлерів.

Ключові слова: деконтамінація, знезараження, мікробіологічне забруднення, тушки птиці.

DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.vet.2019.3.6>

Вступ. Мікробіологічна безпека харчових продуктів щодо збудників харчових зоонозів (*Campylobacter*, *E.coli*, *Enterobacteriaceae*, *Listeria*, *Salmonella*, *Enterococcus*) є актуальною проблемою. Виявлення патогенів на етапах виробництва, переробки, зберігання та реалізації продукції птахівництва вимагає розробки нових і вдосконалення існуючих методів контролю. Європейське Агентство з безпеки продуктів харчування наголошує на необхідності розробки та удосконалення національних програм контролю зоонозів. При цьому рекомендовано включати до комплексних програм управління етапи як первинного виробництва, так і процесу забою птиці та контролю бактеріальної контамінації її тушок під час переробки. Важливим аспектом стратегії контролю харчових токсикоінфекцій і токсикозів є зниження рівня мікробіологічного забруднення та недопущення перехресної контамінації тушок птиці під час технологічних процесів забою, нутрування і переробки (особливо охолодження).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Метою деконтамінації тушок птиці є їх знезараження або зниження рівня мікробіологічного забруднення до допустимого рівня. Деконтамінація тушок птиці проводиться фізичними та хімічними методами обробки. Це є додатковий метод обробки, і не замінює існуючу гігієнічну практику. Директива ЄС № 853/2004 дозволяє проведення деконтамінації тушок птиці, якщо метод обробки забезпечує одержання екологічно чистої продукції птахівництва. В країнах північної Європи застосовують термічну обробку тушок. Проведення обробки тушок птиці хімічними засобами в ЄС не регламентоване діючим законодавством, тоді як в інших країнах світу такий метод обробки широко застосовується (Directive 853/2004/EC, 2004; Georgsson and all., 2016; Rosenquist and all., 2009; Hofshagen 2010).

Мета роботи проаналізувати дані щодо ефективності стратегії контролю харчових зоонозів птиці в європейському союзі на основі способів зниження рівня мікробіологічного забруднення тушок птиці під час переробки.

Матеріали і методи досліджень. Аналітична частина роботи виконувалася на основі вивчення та систематизації літературних даних, збору інформаційних та статистичних матеріалів та звітів, опублікованих у вітчизняних та зарубіжних наукових виданнях, в офіційних збірниках Міжнародної програми ВООЗ щодо контролю та нагляду за зоонозами в Європі, EFSA (Європейського Агентства з безпеки продуктів харчування), Центру контролю захворюваності в США та нормативно-правових документів, що регламентують заходи контролю зоонозів птиці в Європейському Союзі.

Результати досліджень. Одним з напрямів щодо зниження рівня мікробіологічного забруднення є хімічні методи обробки тушок птиці. Як речовини для знезараження тушок птиці застосовують молочну і оцтову кислоти, воду хлоровану, підкислену електролізовану воду, підкислену воду з солями хлору чи фосфору. Нині жодна із згаданих сполук не дозволяється в ЄС для обробки тушок птиці, оскільки вони мають токсичні продукти розпаду, залишки яких накопичуються в продукції після обробки (EFSA, 2016). Хоча ефективність бактерицидної дії проти бактеріальних патогенів більшості із цих хімічних речовин була підтверджена в лабораторних умовах при обробці експериментально контамінованих зразків шкіри та м'яса. Фахівці наголошують на ефективності застосування саме методу занурення тушок птиці у водні розчини хімічних сполук, оскільки саме цей метод дозволяє добре обробити площу продуктів, і відповідно, ефективніше провести їх знезараження. Застосування методу на практиці ускладнює нейтралізація хімічних сполук при зв'язуванні іонів пептидами і протеїдами, що екстрагуються із м'яса. Цей факт ускладнює визначення бактерицидних концентрацій водних розчинів хімічних речовин для практичного застосування (Smulders, 2015). Хлор також реагує з органічним матеріалом, озон і перекис водню швидко розкладаються. Зважаючи на це ефективність проведення процесу де-

контамінації тушок птиці досягається короткочасною обробкою у водних розчинах. Проте нормативною документацією ЄС регламентовано лише повітряне охолодження на рамах (пірамідах) та аерозольний метод охолодження (повітряно-краплинне охолодження тушок птиці на конвеєрі) (Thomson та ін., 2008). У деяких країнах для обробки тушок птиці у ваннах і при імерсійному охолодженні традиційно застосовуються водні розчини хлору і гіпохлориту з концентрацією 50 мг/л і вище. В ЄС питана вода і та, що застосовується для обробки тушок птиці має містити не більше 5 мг/л хлору. Концентрація водних розчинів гіпохлориту, що застосовуються для імерсійної обробки тушок птиці з метою знезараження *Salmonella* і інших бактеріальних патогенів становить 50 мг/л. Промивання тушок після процесу їх нутрування навіть під холодним душем без додавання хімічних засобів також є ефективним для зниження їх мікробіологічного забруднення (Mead and all., 2010; Lin and all., 2010).

За даними досліджень Berndtson and all. (1996), проведеними на трьох бойнях, обробка тушок хімічними розчинами дозволила зменшити контамінацію тушок мікроорганізмами родини *Enterobacteriaceae* і *Salmonella*.

Дослідники стверджують, що в п'яти різних пунктах обробка водними розчинами з вмістом 40 мг/л хлору, дозволила знизити контамінацію тушок птиці бактеріальними патогенами. Проте Northcutt і ін. (2015) стверджують, що додавання хлориду спричинює підігрівання води під час обробки тушок, не забезпечуючи знезараження мікроорганізмів. Електролізована підкислена вода виробляється із хлориду натрію шляхом електролізу. Антимікробні властивості підкисленої електролізованої води досягаються синергічними ефектами низького рН і високого вмісту хлору у воді. Є дані про ефективність застосування розчинів електролізованої підкисленої води та водних розчинів гіпохлориту натрію з концентрацією активного хлору 40 мг/л як і при обробці тушок птиці, контамінованих збудниками харчових зоонозів, при зануренні у розчини, так і обробці спреями. (Norgung B., 2018).

Зниження активності електролізованої підкисленої води чи гіпохлориту натрію при обробці тушок птиці з розрахунку 4 л на знезараження чотирьох тушок птиці може відбуватися за контамінації мікроорганізмами близько 1 Іг. Тоді як при аерозольній обробці забруднених тушок цими розчинами для досягнення такого ефекту необхідно витратити 6 літрів. При проведенні експериментальних досліджень попередньо контаміновані курячі крила шістьма культурами *Campylobacter spp.* знезаражували електролізованою підкисленою водою з розрахунку 50 г курячих крил в 500 мл розчину та хлорованою водою (еквівалент до 15 л рідини на 1,5 кг маси тушок птиці). Обробку проводили з витримкою 10–30 хвилин при температурі від 23 до 42°C. Після цього життєздатних кампілобактерій не виявили, а знезараження проведено за рівня контамінації 1,5 Іг. Дослідженнями Norgung B. et al (2007) встановлено ефективність знезараження експериментально контамінованих тушок птиці за контамінації їх бактеріальними патогенами *spp.* 1,5–2,0 Іг. при обробці електролізованою підкисленою водою та хлорованою водою з вмістом активного хлору 50 мг/л. Позитивні результати одержали при витримці в розчинах для знезараження впродовж 5, 10 та 15 секунд.

Є повідомлення, що застосування оксиду хлору в процесі знезараження тушок птиці є ефективнішим засобом

порівняно з гіпохлоритом. Водний розчин оксиду хлору (ClO_2) – потужний окислювач з широкою бактерицидною дією проти бактерій, вірусів, дріжджів, грибів та найпростіших. Це газ жовто-зеленого кольору, який добре розчиняється у воді, але, на відміну від хлору, він не вступає в реакцію з водою (Richardson та ін., 2010).

Водний розчин оксиду хлору застосовується для де-контамінації переважно свіжих продуктів, є також дані про обробку риби, м'яса сільськогосподарський тварин та птиці (Boelaert F. and all., 2017).

Виплоування птиці води з концентрацією ClO_2 4,25 мг/л дозволило знизити рівень колонізації *C. jejuni* серед поголів'я птиці приблизно на 0,7 Іг. Цей препарат також успішно застосовували у вигляді спрею для обробки тушок птиці як з внутрішньої, так і з зовнішньої поверхні для зниження бактеріальної забрудненості. Hogwood J. (2008) відзначає, що зануренням тушок птиці на 10 хвилин в ClO_2 (50–100 мг/л) вдалося знизити рівень бактеріального забруднення майже на 0,99–1,21 Іг.

Кемп та ін. (2011) вивчали ефективність застосування гіпохлориту натрію при обробці контамінованих тушок птиці в умовах п'яти різних комерційних боєнь. Після обробки тушок птиці протягом 15 секунд з концентрацією 1,200 мг/л цього засобу вдалося знизити рівень мікробіологічного забруднення на 1,75 Іг. Дослідженнями, опублікованим в 2000 році, доведено ефективність обробки природно забруднених кампілобактеріями тушок птиці розчином окисленого гіпохлориту натрію (1,200 мг/л) при митті у ваннах протягом 5 секунд з розрахунку 5 тушок на 18,9 л розчину або використанням його у вигляді спрею (150 мл в 15 секунд). Встановлено, що ефективніше відбувається обробка при зануренні тушок у ванни з розчином порівняно з обробкою спреєм. Подібні результати отримували Schneider and all., (2012), Bashor and all., (2016), Bolder and all., (2017).

Оцтова та надоцтова кислоти – окисники з широким спектром протимікробної дії. На практиці застосовують водні розчини суміші, що містить оцтову кислоту, надоцтову кислоту та перекис водню. Антимікробна активність цієї сполуки полягає в пошкодженні ДНК, ліпідів, денатурації протеїнів і ензимів клітин бактерій. Bauermeister та ін. (2008) проводили обробку тушок птиці у ваннах охолодження протягом 1 години при температурі 4 °C 0,02 %-вим розчином надоцтової кислоти з розрахунку 2 тушки на 9 літрів. Після обробки вдалося знизити рівень мікробіологічного забруднення тушок птиці кампілобактеріями на 1 Іг.

Дослідженнями Bauermeister та ін. (2018) встановлено, що при обробці тушок птиці у ваннах для охолодження з сумішшю надоцтової кислоти і перекису водню (0,0085 %) вдалося зменшити рівень контамінації тушок птиці кампілобактеріями на 43 %, тоді як при обробці 0,003 %-вою хлорованою водою – лише на 13 %.

Chaveerach та ін. (2014) досліджували ефективність застосування надоцтової кислоти при обробці зразків шкіри, контамінованих *C. jejuni*. Встановлено, що при зануренні курячої шкіри в 0,004 %-вий розчин надоцтової кислоти вдається знизити рівень *C. jejuni* на 0,31 і 0,75 Іг після витримки, відповідно 2 і 15 хвилин. Corry та ін. (2007) встановили ефективність обробки спреєм суміші надоцтової кислоти 0,04 %, 0,16 % перекису водню та 0,08 % оцтової кислоти для зниження мікробної контамінації тушок птиці.

Сіль трифосфорної кислоти – надзвичайно лужна сполука (рН 12), яку використовують у вигляді водного розчину 10–12 %-вої концентрації. При обробці забруднених тушок у ваннах охолодження з 10 % солі трифосфорної кислоти (50 °С) вдалося знизити бактеріальне забруднення до 1,2–1,5 Іг. Whyte та ін. (20012) повідомили, що при обробці тушок птиці у ваннах з розрахунку 30 тушок на 40 літрів 10 %-вого розчину солі трифосфорної кислоти (20° С) вдалося знизити рівень контамінації. Отримали такі результати: витримування 15 секунд в 10 %-вому розчині солі трифосфорної кислоти контамінованих зразків шкіри забезпечило зниження рівня бактеріальних патогенів а при витримці впродовж 5 хвилин рівень контамінації зменшився до 0,5 Іг.

Bashor та ін. (2016) повідомили, що обробка забруднених тушок аерозолем 10 %-вим водним розчином солі трифосфорної кислоти в умовах чотирьох боень вдалося знизити рівень забруднення бактеріальними патогенами на 1,03–1,26 Іг. При обробці тушок птиці аерозолем 12 %-вого водного розчину солі трифосфорної кислоти було знижено рівень бактеріального забруднення приблизно на 0,5 Іг.

Досить часто для зниження мікробіологічного забруднення харчових продуктів використовують органічні кислоти в низьких концентраціях (у тому числі молочну, оцтову кислоти) як недорогі й ефективні засоби. Органічні кислоти легко проникають через мембрану, порушують цілісність бактеріальних клітин і унеможливають синтез ДНК та РНК (Heuer O.E. та ін., 2011). Оскільки молочна кислота є природним компонентом м'язових тканин, то обробка тушок її водними розчинами 1–2%-вої концентрації негативно не впливає на органолептичні показники м'яса. Багатьма дослідженнями підтверджена ефективність обробки м'яса розчинами молочної кислоти для зниження мікробіологічного забруднення (Tarjan та Guerrero, 1985; Slutsker and all., 1986; Smulders, 1995). Молочна кислота (рН 3) проявляє вищу антимікробну дію в порівнянні з еквівалентною концентрацією суміші молочної і оцтової кислоти. Rosenquist та ін. (2006) вивчали ефективність обробки аерозолем мурашиної і молочної кислоти зразків курячої шкіри. Застосування 2,5%-вої молочної кислоти (рН 3,07) та 2 %-вої мурашиної кислоти (рН 2,86) протягом однієї хвилини при кімнатній температурі вдалося знизити рівень бактеріального забруднення, відповідно на 1,69 і 1,57 Іг КУО/см³ змивів. Через 24 години зберігання при температурі 5 °С після обробки рівень бактеріальної контамінації тушок птиці знизився до 3,87 і > 4,2 Іг КУО/см³. Одночасно в контрольних групах при обробці стерильною водою реєстрували зниження рівня мікробіологічного забруднення до 0,95 Іг КУО/мл через 1 хвилину після обробки і лише на 1,03 Іг КУО/мл після 24 годин зберігання.

Подібні результати отримали Cosansu і Ayhan, (2010) при обробці 3 %-вою оцтовою кислотою та 2 %-вою молочною кислотою контамінованих зразків шкіри, при цьому рівень контамінації вдалося знизити на 1–2 Іг КУО/см³.

Doyle M.P. та ін. (2006) встановили, що 1%-ий розчин молочної кислоти проявляв недостатню бактерицидну дію щодо зависі *S. jejuni*, але обробка 0,5 %-вою оцтовою кислотою дозволила знизити кількість бактерій більше 5 Іг при витримці 2 хвилини. Обробка курячих крилець 2 %-вою оцтовою кислотою (рН 2,6) при температурі 4° С сприяло зменшенню кількості КМАФАнМ на 1,4 Іг КУО/г, тоді як при обробці

сумішню кислого сульфату кальцію, молочної кислоти, етанолу, сульфату натрію та поліпропіленгліколю протягом 15 секунд при температурі 4° С вдалося знизити на 5 Іг (Bolder and all., (2017). Застосування суміші 0,5%-вої бензойної кислоти і 0,5 %-вої молочної кислоти (рН 2,64) при обробці штучно контамінованих курячих крилець при температурі 4 °С протягом 30 хвилин дозволило знизити забруднення на 1,8 Іг КУО/г, тоді як при обробці водою – лише на 0,7 Іг КУО/г (Hwang, 2009).

За даними Ellner та ін. (1982) занурення та аерозольна обробка тушок птиці 10 %-ною молочною кислотою (10° С) впродовж 15 секунди не впливало на рівень забруднення бактеріальними патогенами, тоді як застосування 15 %-вої молочної кислоти (30 °С) дозволило знизити рівень бактеріального забруднення при аерозольній обробці до 0,8 Іг, а при зануренні в розчин – до 0,8 Іг.

Bolder та ін. (2017) вважають, що витримування тушок птиці в 2 %-вому буферному розчині молочної кислоти дозволяє знизити рівень мікробіологічного забруднення до 0,35 Іг. Нині триває вивчення антибактеріальної дії молочної кислоти по відношенню *Бактеріальних патогенів spp.* (Heuer O.E. and all., 2001; Sampers I., 2008).

Також перспективним є застосування фізичних методів обробки тушок птиці з метою зниження рівня бактеріальної контамінації. Заморожування – добре відомий метод зберігання продовольства. Крижані кристали, що утворюються під час заморожування проникають в бактеріальні клітини і знищують велику частину мікроорганізмів у м'ясі. Проте частина збудників може вижити і потенційно відновити популяцію (Georgsson et al., 2006; Jasson et al., 2009). У літературі є повідомлення про застосування методу заморожування м'яса з метою зниження рівня бактеріальних патогенів. Проте лише декілька джерел повідомляють про його випробування в індустріальному масштабі. Ефективність проведення обробки виявилася незначною: вдалося знизити рівень контамінації на 1,44 Іг КУО. Подібні результати отримані в Ісландії при знезаражуванні заморожуванням забруднених тушок птиці. Відразу після заморожування рівень бактеріальних патогенів у м'ясі бройлерів вдалося знизити на 0,91 Іг (Georgsson and all., 2016). Встановлено, що зменшення кількості мікроорганізмів у м'ясі птиці має прямопорційну залежність від часу, витраченого на заморожування. Дослідженнями встановлено, що після заморожування контамінованих тушок птиці, кількість бактеріальних патогенів залишалася на відносно постійному рівні впродовж 31–220 діб.

Sandberg та ін. (2002) також наголошували на залежності рівня знезараження від часу заморожування тушок бройлерів. Встановлено, що найефективніше відбувається процес зниження мікробіологічного забруднення тушок птиці бактеріальних патогенів при заморожуванні впродовж 3–4 тижнів, при цьому рівень контамінації знижується приблизно на 2 Іг. Заморожування м'яса бройлерів як методу знезараження при бактеріальному обсіменінні успішно проводиться в Ісландії (Georgsson і інш., 2006), Норвегії (Hofshagen, 2010) і Данії (Rosenquist і інш., 2016, 2017, 2018).

Глазурування є технікою заморожування, що застосовується для швидкого охолодження м'яса і прискорення часу дозрівання м'яса. Техніка заснована на швидкій кристалізації

води на поверхні м'яса з утворенням льодової кірки. Застосовують для цієї мети метод криогенного заморожування (використовуючи N_2 чи CO_2) або заморожування швидкими потоками холодного повітря. Вивчення в експерименті ефективності застосування методу глазурування при незараженні філе грудок показало незначне зниження рівня мікробіологічного забруднення (на 0,42 lg), при цьому температура на поверхні м'яса після обробки становила мінус 1° С. При проведенні досліджень в промислових умовах було отримано подібні результати (Rosenquist, 2018).

Термічна обробка – найпоширеніший метод зменшення рівнів патогенних бактерій в продовольстві. За даними літературних джерел, термічна обробка знищує рівень контамінації у м'ясі бройлера, оскільки вегетативні форми бактерій дуже чутливі до нагрівання. За даними Bergsma та ін. (2007) час проварювання, необхідний процес для приготування м'яса птиці, забезпечує повне незараження. Належна термічна обробка зменшує кількість бактеріальних патогенів на 6 lg. Нині розглядається навіть можливість застосування на виробництві методу занурення тушок птиці в гарячу воду для ефективного зниження мікробіологічного забруднення поверхонь тушок. Встановлено, що обробка тушок птиці впродовж 30 хвилини у ваннах при температурі води 75° С дозволить значною мірою знизити рівень бактеріального забруднення (на 1,6 lg), але при цьому є ризики розриву курячої шкіри. Для цього після витримки тушок птиці в гарячій воді їх охолоджують під душем при температурі 12–15° С впродовж 13 секунд.

У лабораторних умовах Whyte та ін. (2006) вивчали ефективність обробки тушок птиці у ваннах з гарячою водою залежно від температури і часу обробки. При обробці тушок за температури 75° С впродовж 20 секунд, 80° С і 85° С протягом 10 секунд вдалося знизити рівень бактеріальних патогенів у тушках птиці, відповідно, на 0,64 lg, 0,27 lg і 0,43 lg. Соггу та ін. (2007) в лабораторних випробуваннях оцінювали ефективність обробки гарячою водою тушок птиці попередньо контамінованих *S. jejuni*. Тушки занурювали у резервуари з гарячою водою при температурі 70° С впродовж 40 секунд, 75° С – 30 секунд і 80° С впродовж 20 секунд. Ці обробки дозволили знизити забруднення мікробами, відповідно, на 0,98 lg, 1,66 lg і 1,27 lg. В умовах виробництва за виявлення забруднених тушок на конвеєрі вдалося знизити рівень забруднення бактеріальними патогенами на 1–1,5 lg при обробці їх гарячою водою при температурі 80° С впродовж 20 секунд. Отже, незараження тушок бройлерів у резервуарах з гарячою водою забезпечує зниження тушок птиці на рівні 0,27–1,5 lg.

Також є повідомлення про застосування в умовах бойні гострої пари (90° С) для обробки контамінованих кампілобактеріями тушок птиці. За її дії впродовж 12 секунд кількість сальмонел знижувалася на 0,46 lg (Whyte і ін., 2014).

При тривалій обробці пошкоджується шкіра тушок. Вчені досліджували в експериментальних умовах ефективність застосування гарячої пари для деконтамінації тушок

птиці. Обробку їх проводили в спеціальних газових камерах. При витримці тушок протягом 12 секунд шкіра напружувалася і змінювалися її органолептичні показники. При обробці протягом 10 секунд реєстрували зниження напруженості шкіри і при цьому зменшувалося бактеріальне забруднення КМА-ФАНМ на 1,8 lg.

Результати, одержані Whyte та ін. (2018) підтвердили ефективність обробки тушок птиці гарячою парою, при цьому рівень їх мікробіологічного забруднення знизився на 0,5 lg. Нині вивчається можливість застосування нового комбінованого методу обробки тушок птиці, що ґрунтується на одночасній обробці їх гарячою парою та ультразвуком. Ультразвук підсилює бактерицидну дію гарячої пари на мікроорганізми і забезпечує їх знищення як на поверхні, так і в глибоких шарах м'язових тканин. Показники зниження кількості патогенів у тушках при обробці гарячою парою і ультразвуком мають значну різницю. Результати перших досліджень показали, що при обробці забруднених тушок за допомогою цього методу, досягається зниження кількості вегетативних форм мікроорганізмів на 2–3 lg. Проте зовнішній вигляд їх поверхні після обробки був незадовільний. Для застосування цього методу деконтамінації тушок птиці на виробництві необхідно провести ряд експериментальних досліджень в умовах лабораторії для оптимізації режимів їх обробки. Доведено бактерицидний вплив іонізуючого випромінювання на патогенну мікрофлору кишок при обробці свіжої продукції птахівництва, в тому числі і м'яса бройлерів. Для опромінення продовольства можуть застосовуватися різні технології. Згідно Кодексом стандартів щодо опромінення продовольства як іонізуючі можуть використовуватися гамма-проміння, рентгенівське проміння або електронні потоки. Гамма-проміння має вищу проникаючу здатність в біологічних тканинах порівняно з рентгенівським та електронними потоками, тому забезпечує кращий бактерицидний ефект. Проте жоден з цих методів не може застосовуватися для опромінення продовольства в бактерицидних дозах. Опромінення продовольства на рівні ЄС регулюється законодавством: Директивою 1999/2/ЄС 18 і Директивою 1999/3/ЄС 19. Директивний 1999/3/ЄС містить перелік харчових продуктів, які підлягають обробці, а також дозволені дози опромінення. У 1986 році Науковим комітетом з продовольства та EFSA з питань опромінення продовольства встановлено, що доза опромінення 7 кГр достатня для зменшення кількості вегетативних патогенів мінімум на 5 lg у замороженому м'ясі птиці. Нижчі дози були б достатні, аби досягти такого самого рівня зменшення бактеріального забруднення в охолодженому м'ясі птиці. Повідомлялося, для зниження *Salmonella*, *E.coli* *Campylobacter spp.* в замороженому і охолодженому м'ясі птиці достатні дози, відповідно 3–5 кГр і 1,5–2,5 кГр (Dincer та Baysal, 2004; Farkas, 1998; Hugas, 2007).

У табл. 1 та 2 наведено узагальнені дані щодо заходів контролю збудників харчових патогенів в харчовому ланцюзі «від лану до столу», рекомендовані та застосовуються в країнах-членах ЄС.

**Заходи контролю бактеріальних патогенів при транспортуванні та забої,
що застосовуються в Європейському Союзі**

Метод контролю	Ефективність впроваджених заходів	Можливість корекції
При транспортуванні птиці		
Витримка без корму	Різні результати і неоднозначні обґрунтування	Ні
Обробка кліток	Зниження рівня забруднення поверхонь кліток на 40-60% (5,5 log поверхні клітки)	Ні
При забої птиці		
Запобігання розриву кишковика	Зниження рівня мікробіологічного забруднення тушок птиці до 0,9 lg КУО	Ні
Виявлення тушок птиці з надзвичайно високим рівнем мікробіологічного забруднення	Зниження рівня мікробіологічного забруднення тушок птиці до 1,75 lg КУО	Ні
Фіксація клоаки, недопущення фекального забруднення	Зниження рівня мікробіологічного забруднення тушок птиці до 0,53 – 1,7 lg КУО	Ні
Планування забою в умовах бійні (визначення позитивного поголів'я птиці)	Залежить від процедури, що скорочує ризик забруднення тушок	Так

Таблиця 2

**Заходи контролю бактеріальної контамінації тушок птиці в умовах підприємств,
що займаються забоєм та переробкою птиці**

Заходи контролю	Ефективність впроваджених заходів	Корекція
Застосування хімічних сполук для обробки тушок птиці	Ризик накопичення токсичних залишків хімічних речовин в продукції	–
Обробка тушок молочною кислотою (2%)	Зниження рівня контамінації тушок птиці до 0,47 lg КУО	Так
Обробка тушок розчином підкисленого хлориту натрію (1200 мг/л)	Зниження мікробіологічного забруднення після зрошення розчином з внутрішньої і зовнішньої сторони тушок до 1,26–1,75 lg КУО	Так
Обробка тушок птиці діоксидом хлору (50-100 мг/л)	Зниження контамінації після зрошення тушок розчином до 0,49 lg; Зниження контамінації після витримки тушок в розчині до 1,21 lg КУО	Ні
Обробка тушок птиці в 10-12% розчині солі трифосфornoї кислоти (pH 12)	Зниження контамінації після зрошення розчином тушок до 1,03 lg; Зниження контамінації після витримки тушок в розчині при 50°C до 1,2 lg КУО	Так
Обробка тушок птиці підкисленою електролізованою і збагаченою киснем водою	Зниження мікробіологічного забруднення тушок до 1,07 lg КУО;	Ні
Обробка тушок птиці надацтовою кислотою	Зниження мікробіологічного забруднення тушок на 43%	Ні
Заморожування протягом декількох діб	Зниження забруднення тушок до 1,07 lg КУО	Так
Заморожування протягом трьох тижнів	Зниження забруднення тушок до 1,77–2,18 lg КУО	Так
Імерсійна обробка тушок птиці гарячою водою	Зниження забруднення тушок 1,25 lg КУО	Так
Опромінення	Зниження забруднення тушок на 6 lg	Так
Кулінарна обробка	Зниження забруднення тушок на 6 lg КУО	Так
Миттєве заморожування з утворенням глазураної кірки	Зниження забруднення тушок на 0,42 lg КУО	Ні
Обробка паром	Зниження забруднення тушок на 0,46 lg КУО	Ні
Обробка комбінованим методом із застосуванням пари та ультразвуку	Зниження забруднення тушок на 1,3–2,51 lg	Ні

У Сполучених Штатах Америки схвалено застосування режимів опромінення м'яса птиці в максимальній дозі 3 кГр, що забезпечує контроль за таким харчовими патогенами як, наприклад *E.coli*, *Listeria spp.*, *Campylobacter* і *Salmonella* (Keener and all., 2014).

Опромінення може бути використане при обробці розфасованого охолодженого або замороженого м'яса птиці (Luber та Bartelt, 2017). За результатами дослідження встановлено, що опромінення в дозі 3 кГр зменшує кількість бактеріальних патогенів близько 3–6 lg залежно від температури м'яса.

У харчовій промисловості застосовують ультрафіолетове проміння для дезінфекції поверхонь, пакувальних матеріалів або устаткування. Експериментальними дослідженнями Chun та ін. в 2010 році встановлено, що ультрафіоле-

тове проміння проявляє бактерицидну дію щодо бактеріальних патогенів. Після обробки кількість КМАФАнМ в експериментально контамінованих зразках м'яса і шкіри бройлерів знизилася до рівня 0,7–0,8 lg відповідно.

До чинників, що зумовлюють ризики поширення харчових зоонозів серед поголів'я птиці належать: вертикальна передача збудника, сезонність, обслуговуючий персонал ферми, забруднення кормів та води, комахи, дикі тварини (у тому числі гризуни) та синантропна птиця, худоба, забруднення збудником території птахоферми, щільність посадки птиці в пташнику, забруднення збудником повітря в приміщенні пташника, наявність бактеріоносійства поголів'я пташника, лікування птиці антибактеріальними препаратами, кількість пташників на території господарства та стан здоров'я птиці.

Перспективним напрямом контролю харчових зоонозів в ЄС також є селекційне розведення птиці для виведення нових порід, стійких проти зараження збудниками. Критичними точками контролю ризик-факторів поширення бактеріальних патогенів під час забою птиці є: бактеріоносійство поголів'я партії птиці, технологія та гігієна під час забою в умовах бойні, час забою. Nauta et al. (2015) та Havelaar et al. (2017) провели дослідження щодо оцінки кількісного рівня мікробіологічного забруднення м'яса бройлерів впродовж харчового ланцюга «від лану до столу» (табл. 3).

Заходами контролю харчових зоонозів під час транспортування та передзабійної витримки птиці є: передзабійна

голодна дієта птиці; миття та дезінфекція приміщень, де утримується птиця перед відправкою на забій, кліток, в які комплектується птиця на момент транспортування, а також транспортних засобів. Наукові дослідження рекомендовано проводити у промислових масштабах, вивчаючи реальну ефективність запропонованих заходів та результати щодо зниження ризику для здоров'я людини. В Європейському Співтоваристві проводиться робота щодо удосконалення ветеринарного законодавства на підставі даних постійного моніторингу збудників харчових зоонозів серед поголів'я птиці, контролю рівня контамінації м'яса бройлерів та збору технічної інформації про використання антимікробних препаратів у програмах з контролю зоонозів свійської птиці.

Таблиця 3

Зниження ризику для здоров'я людини залежно від заходів запобігання мікробіологічному забрудненню збудниками харчових зоонозів м'яса бройлерів

Заходи контролю щодо зниження кількісного рівня мікробіологічного забруднення	Точка контролю	Ефективність впроваджених заходів	Зниження випадків захворювань людей
лікування птиці	птахоферма / вирощування	зниження контамінації посліду птиці 1-2 lg КУО бактеріальних патогенів	74,4 %
запобігання розриву кишковика	забійний цех / нутрування	зниження контамінації тушок ≥ 6 lg КУО бактеріальних патогенів	71,1 %
обробка резервуару для ошпарювання	забійний цех	зниження контамінації тушок 0,3 – 2 lg КУО	12-18 %
деконтамінація тушок молочною кислотою перед охолодженням	забійний цех / переробка	зниження контамінації тушок 0,3-2 lg КУО бактеріальних патогенів	86,9 %
деконтамінація тушок сіллю трифосфорної кислоти перед охолодженням	забійний цех / переробка	зниження контамінації тушок 1,03-1,5 lg КУО бактеріальних патогенів	90,6 %
методи деконтамінація тушок: -лише занурення -занурення та обробка спреєм -заморожування -заморожування (глазурування) -опромінення -заморожування м'ясних продуктів	забійний цех / переробка	зниження контамінації тушок, КУО 0,3-2 lg 0,3-0,8 lg 0,4-1,7 lg 4,7-20,8 lg 0,9-3,2 lg	77 % 80 % 82,8 % 100 % 94,9 %
обробка засобами деконтамінації тушок: -молочною кислотою -електролізованою водою збагачено киснем	забійний цех / переробка	Зниження контамінації тушок, КУО 0,3-0,5 lg 1,1-3 lg	38-72 % 28-91 %

3 питань контролю харчових зоонозів з найбільшими у світі виробниками м'яса птиці з 2005 року працює Міжнародний союз птахівництва (International Poultry Council).

Висновки.

1. Ефективність впровадження заходів контролю бактеріальних патогенів на етапі забою птиці забезпечує зниження рівня мікробіологічного забруднення тушок птиці: запобігання розриву кишковика забезпечує зниження рівня мікробіологічного забруднення тушок птиці до 0,9 lg КУО, виявлення тушок птиці з надзвичайно високим рівнем мікробіологічного забруднення – до 1,75 lg КУО, недопущення фекального забруднення тушок за рахунок фіксації кишковика – 0,53 – 1,7 lg КУО.

2. Хімічні методи обробки тушок птиці в різній мірі забезпечують зниження рівня бактеріальної контамінації тушок птиці: обробка тушок 2% молочною кислотою знижує рівень

контамінації тушок птиці до 0,47 lg КУО, обробка розчином підкисленого хлориту натрію (1200 мг/л) – до 1,26–1,75 lg КУО, витримки в розчині діоксидом хлору (50-100 мг/л) – до 1,21 lg КУО, витримка тушок в 10–12% розчині солі трифосфорної кислоти (рН 12) при 50°C – 1,2 lg КУО, обробка підкисленою електролізованою і збагаченою киснем водою – до 1,07 lg КУО, обробка тушок птиці надощовою кислотою – на 43%.

3. Ефективною є термічна обробка тушок птиці: заморожування, іммерсійна обробка тушок птиці гарячою водою, опромінення, обробка комбінованим методом із застосуванням пари та ультразвуку. Максимальний ефект зниження забруднення тушок досягається за кулінарної обробки – 6 lg КУО, а мінімальний – за обробки паром, а також миттєвим заморожування з утворенням глазурованої кірки 0,42 lg КУО.

References:

1. Kasianenko, O.Y., Fotyna, T.Y. & Hladchenko S.M. (2014). Otsenka ryskov mykrobiolohycheskoi bezopasnosti produktsyy ptytsevodstva y oborudovaniya v usloviakh uboinykh tsekhov [Assessment of the risks of microbiological safety of poultry products and equipment in slaughterhouse conditions]. *Vestnyk Kurskoi hosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademyy [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy]*, 3, 67-69.

2. Kasianenko, O.I., Husiev, V.O., Kasianenko, S.M. & Nahorna L.V. (2019). Vyznachennia rivnia infikuvannia zabiinoi ptytsi

mikroorhanizmamy *Campylobacter* spp. [Determination of the level of infection of slaughtered poultry by microorganisms *Campylobacter* spp.] *Biuleten «Veterynarna biotekhnolohiia» [Veterinary Biotechnology Bulletin]*, 34, 59–66. DOI: https://doi.org/10.31073/vet_biotech34-07

3. Kasianenko, O.I., Fotina, T.I., Fotina, H.A. & Dvorska, Yu.E. (2014). Epizootolohichne ta epidemiolohichni znachennia kharchovykh bakterialnykh patoheniv. [Epizootological and epidemiological significance of food bacterial pathogens]. *Nauk.-tekhn. Biuleten Instytutu biolohii tvaryn i DNDKI vet. preparativ ta kormovykh dobavok [Scientific-technical Bulletin of the Institute of Animal Biology and SSCI vet. preparations and feed additives]*, 15, 2, 141-148.

4. Kasianenko, O.I., Fotina, T.I., Cobyna, M.M. & Hladchenko, S.M. (2013). Rozrobka metodu znyzhennia mikrobnioi kontaminatsii tushok ptytsi pry pererobtsi. [Development of a method for reducing microbial contamination of poultry carcasses during processing.] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]*, 9 (33), 122-126.

5. Safaei, H.G., Jalali, M., Hosseini, A., et al., (2012). The prevalence of bacterial contamination of table eggs from retail markets by *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni* and *Escherichia coli* in Shahrekord, Iran. *Jundishapur J Microbiol*, 4:2, 49-53.

6. Skarp C. P. A., Hänninen M. L., Rautelin H. I. K., et al. (2015). *Campylobacteriosis: the role of poultry meat. Clinical Microbiology and Infection*, 22 (2), 103–109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2015.11.019>.

7. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2014. (2015) *European Food Safety Authority Journal*, 13(12):4329, 31–72. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4329>.

8. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks breaks in 2015. *European Food Safety Authority Journal* 2016, 14(12):4634, 231 pp. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4634>.

9. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2016. *European Food Safety Authority Journal*, 2017, 15(12):5077, pp. 13–55. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.5077>.

10. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. *European Food Safety Authority Journal*, 2018, 16(12):5500, pp. 22–29. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5500>.

11. Umaraw P., Prajapati A., Verma A. K., et al. Control of *Campylobacter* in poultry industry from farm to poultry processing unit: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2017, vol. 57, no. 4, pp. 659–665. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.935847>.

O.I. Kasyanenko, Dr of Vet. Science, Professor, Sumy National Agrarian University (Sumy, Ukraine)

V.O. Gusev, PhD-student, Sumy National Agrarian University (Sumy, Ukraine)

Methods Of Reducing The Bacterial Contamination Of Poultry Carcasses

The article presents the data of the analysis of the control strategy of food zoonoses (*Campylobacter*, *E.coli* O157, *Enterobacteriaceae*, *Listeria*, *Salmonella*, *Enterococcus*) on the basis of chemical and physical decontamination methods at the stage of poultry processing in the conditions of slaughter enterprises of the EU. The factors of transmission of pathogens that determine the risks of contamination of poultry carcasses during the technological processes of transportation and slaughter of poultry, nutrition, cooling and heat treatment of carcasses are analyzed. It also analyzes scientific developments to reduce the risk to human health, depending on measures to reduce microbiological contamination by pathogens of broiler meat zoonoses.

The article presents data on the effective strategy poultry food control zoonoses in the European Union based on the methods of reducing microbial contamination of poultry carcasses during processing. We conducted information by analyzing statistics and materials and reports published in national and international journals, study and systematization of scientific literature, the official reports of the International Program of WHO for the control and supervision of zoonoses in Europe, ESFA (European Agency for Safety food), the Center for disease control in the USA, documents regulating controls zoonosis poultry in the European Union. Continuous monitoring of food zoonoses pathogens of poultry is effective. Collecting information on the use of antimicrobials in zoonoses control programs in poultry is important. The data on the effective control bacterial pathogens at transportation poultry and during the slaughter process are: exposure without food, sanitary treatment of cages, identification the party with an high level of microbiological contamination, fixing the cloaca and prevent faecal contamination of carcasses, plan of slaughter at the slaughterhouse (defining positive poultry). We have also analyzed the effective control measures of the bacterial contamination of poultry carcasses in terms of companies engaged in the slaughter and processing of poultry.

Key words: decontamination, disinfection, bacterial contamination of poultry carcasses.

Дата надходження до редакції: 21.01.2019 р.