

FTAMP 65.59.17

С. Нұрдәулет¹ – негізгі автор, | ©
Р.У. Уажанова², Е.С. Ержигитов³



¹Докторант, ²Техн. ғылым.д-ры, профессор,

³Ауыл шаруашылығы ғылым. канд., доцент

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0001-8707-2477> ²<https://orcid.org/0000-0002-5156-5322>

³<https://orcid.org/0000-0003-2811-5910>



^{1,2,3}Алматы технологиялық университеті,



Алматы қ., Қазақстан



¹Sunkar.nurdaulet@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/DDFB5762>

ИЛУ-10 ЭЛЕКТРОНДЫҚ ҮДЕТКІШПЕН ӨНДЕГЕН ҚҰС ЕТІНІҢ МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ТАЛДАУ

Аңдатпа. Бұл зерттеуде құс етінің микробиологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында ИЛУ-10 электронды радиациялық үдеткішін қолдану тиімділігі зерттелді. 2 кГр, 4 кГр, 6 кГр, 8 кГр дозаларында сәулелендірудің *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* сияқты патогенді микроорганизмдерге әсері талданды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, сәулелендіру дозасы артқан сайын микробиологиялық ластану деңгейі айтарлықтай төмендеді, әсіресе 6-8 кГр дозаларында патогендердің толық жойылуына жақын нәтижелер байқалды. Сонымен қатар, радиациялық өндеудің құс етінің сақтау мерзіміне оң әсері анықталды. Бұл зерттеу электронды сәулелендіру технологиясының құс өнімдерінің микробиологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі тиімділігін көрсетеді және оны өнеркәсіптік қолдану мүмкіндіктерін айқындайды.

Тірек сөздер: құс еті, ИЛУ-10 электронды үдеткіш, микробиологиялық көрсеткіш, қауіпсіздік, сақтау.



Нұрдәулет, С. ИЛУ-10 электрондық үдеткішпен өңдеген құс етінің микробиологиялық көрсеткіштерін талдау [Мәтін] / С. Нұрдәулет, Р.У. Уажанова, Е.С. Ержигитов // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2025. – №1(87). – Б.10-16. <https://doi.org/10.55956/DDFB5762>

Кіріспе. Қазақстандағы құс шаруашылығы елдің ауыл шаруашылығы экономикасына айтарлықтай үлес қосып, қарқынды дамып келе жатқан сала болды. Бұл өсім құс еті мен жұмыртқасына ішкі сұраныстың артуы, ауыл шаруашылығы технологияларының жетілдірілуі және мемлекеттік қолдау саясаты есебінен болды [1].

Тамақ өнеркәсібінде құс етінің қауіпсіздігі мен сапасы патогендік микроорганизмдердің ықтимал болуына байланысты бірінші кезекте маңызды болып табылады. Термиялық пастерлеу сияқты ет қауіпсіздігін қамтамасыз етудің дәстүрлі әдістері кейде еттің тағамдық және сенсорлық қасиеттерін бұзуы мүмкін. Жаңадан пайда болған балама тағам өнімдерін залалсыздандырудың термиялық емес құралдарын ұсынатын электронды сәулелік (электрондық сәуле) сәулеленуді пайдалану болып табылады. ИЛУ-10 электронды үдеткіші осы саладағы перспективті технология болып

табылады. Бұл мақалада құс етін радиациялық өңдеуде ИЛУ-10 электронды үдеткішін қолдану зерттеледі және оның микробиологиялық көрсеткіштерге әсері зерттеледі [2,3].

ИЛУ-10 – радиациялық өңдеудегі қолданбаларға арналған өнеркәсіптік электронды үдеткіш. Ол тамақ өнімдеріне енетін, микроорганизмдердің ДНҚ-сын бұзатын және оларды белсенді емес ететін жоғары энергиялы электрондарды генерациялау арқылы жұмыс істейді. ИЛУ-10 негізгі ерекшеліктері мыналарды қамтиды:

- жоғары ену қуаты: тамақ өнімдерінің көп мөлшерін өңдеуге қабілетті;

- реттелетін қуат деңгейлері: тағамның әртүрлі түрлеріне және ластану деңгейлеріне тән арнайы өңдеулерге мүмкіндік береді;

- тиімділік: микробтардың тұрақты азаюын қамтамасыз ете отырып, жылдам және біркелкі сәулеленуді қамтамасыз етеді [4].

Құс етін радиациялық өңдеуде әсіресе *Salmonella*, *Campylobacter* және *Listeria* сияқты қоздырғыштармен инфекцияға сезімтал. Бұл бактериялар денсаулыққа айтарлықтай қауіп төндіреді және олардың құс өнімдерінде болуы тағамдық ауруларға әкелуі мүмкін. ИЛУ-10 электронды үдеткішін радиациялық өңдеуде қолдану бұл микробтық жүктемелерді жылуды қажет етпей-ақ айтарлықтай азайтады, осылайша ет сапасын сақтайды [5].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Сауда нарығынан 4 кг құс еті үлгілер алынды. Үлгілер полистирол қораптарында тасымалданады. Сәулелену процесі Алматы қаласында орналасқан Ядролық Физика Институтында орындалды, сәулеленуден кейін Тамақ қауіпсіздігі ғылыми зерттеу институтының зертханасына жеткізіліп, микробиологиялық талдаулар жүргізілді.

ИЛУ-10 электрондық үдеткішпен сәулелену. Электронды үдеткішпен сәулелену Алматы қаласында орналасқан Ядролық Физика Институтында жүргізілді. Зерттеу барысында қалыңдығы 20-дан 45 микронға дейінгі полиэтилен қаптамалары қолданылып, барлығы бес топқа бөлінді. Әр топқа электронды үдеткіштің төрт түрлі сәулелену дозасы (2 кГр, 4 кГр, 6 кГр, 8 кГр) және бақылау тобына (0 кГр) сәулеленусіз әсер қолданылды.

Микробиологиялық талдауда Мезофильді аэробты және факультативті анаэробты микроорганизмдердің санын анықтау әдісі МЕМСТ 10444.15-94, Колиформды бактерияларды (колиформды бактериялар) анықтау және санын анықтау әдісі МЕМСТ 31747-2012, Ашытқылар мен зеңдердің санын анықтау және санау әдісі МЕМСТ 10444.12-2013, *Salmonella* тұқымдас бактерияларды анықтау әдісі МЕМСТ 31659-2012, Бактерияларды анықтау әдісі *Listeria monocytogenes* ГОСТ 32031-2012 бойынша анықталады [6,7].

Salmonella тұқымдас бактерияларды анықтау әдісі. Байытылған селективті үлгіні Раппапорт-Василиадис сорпасына және Тетратионат сорпасына енгізіп, сәйкесінше 42°C және 37°C температураларда 24 сағат бойы инкубациялаймыз. Инкубация аяқталғаннан кейін алынған үлгілерді ксилоза-лизин-дезоксихолат агарына және ашық жасыл агар пластиналарына себеміз. Үлгілерді 37°C температурада 24-48 сағат бойы қайта инкубациялаймыз. Инкубациядан кейін Сальмонеллалардың типтік колонияларын визуалды түрде анықтаймыз. Болжамды колонияларды биохимиялық сынақтар арқылы верификациялап, түпкілікті растау жүргізіледі.

Колиформды бактерияларды анықтау әдісі. *E. coli* жасушаларын қалпына келтіру үшін гомогенизацияланған үлгіні 37°C температурада 24

сағат бойы инкубациялаймыз. Алдын ала байытылған селективті үлгіні 10 мл *E. coli* (EC) сорпасына енгізіп, 44,5°C температурада 24 сағат бойы инкубациялаймыз. Инкубациядан кейін байытылған үлгінің бір бөлігін Эозин-Метилен Көк (EMB) агар пластиналарына себеміз және 37°C температурада 24 сағат бойы қайта инкубациялаймыз. Металдық жасыл түсті типтік *E. coli* колонияларын визуалды түрде анықтап, биохимиялық сынақтар арқылы болжамды *E. coli* колонияларын растаймыз.

Listeria monocytogenes анықтау әдісі. Гомогенизацияланған үлгіні 30°C температурада 24 сағат бойы инкубациялап, 10 мл Фрейзер сорпасына ауыстырамыз. Үлгіні 37°C температурада 24-48 сағат бойы қайта инкубациялаймыз. Байытылған үлгінің ілмегін Оксфорд агары мен PALCAM агар пластиналарына жағып, 37°C температурада 24-48 сағат бойы инкубациялаймыз. *Listeria monocytogenes*-ке тән типтік колонияларды визуалды түрде анықтап, биохимиялық сынақтар арқылы болжамды колонияларды растаймыз [8-11].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Зерттеу барысында ИЛУ-10 электронды үдеткішімен өңделген құс етінің микробиологиялық көрсеткіштері талданды. Радиоактивті сәулелену әртүрлі дозаларда (2 кГр, 4 кГр, 6 кГр, 8 кГр) жүргізіліп, бактериялар саны мен сақтау мерзіміне әсері зерттелді. 1-кестеде мезофильді аэробты және факультативті анаэробты бактериялар санының өзгерісі көрсетілген.

Кесте 1

Мезофильді аэробты және факультативті анаэробты бактериялар санының өзгерісі

Сақтау мерзімі (тәулік)	Гигиеналық норма	Бақылау (0 кГр)	2 кГр	4 кГр	6 кГр	8 кГр
1	1,0×10 ⁴ КОЕ/г артық емес	3,4-3,9×10 ² КОЕ/г	1,9-2,1×10 ² КОЕ/г	1,8-1,9×10 ² КОЕ/г	4,5-5,0×10 КОЕ/г	3,5-4,5×10 КОЕ/г
5	1,0×10 ⁴ КОЕ/г артық емес	7,2-8,1×10 ² КОЕ/г	3,7-4,1×10 ² КОЕ/г	3,4-4,5×10 ² КОЕ/г	5,5-6,0×10 КОЕ/г	5,1-5,5×10 КОЕ/г
14	1,0×10 ⁴ КОЕ/г артық емес	1,15-2,5×10 ⁴ КОЕ/г	2,5-4,1×10 ³ КОЕ/г	4,8-5,2×10 ² КОЕ/г	6,5-7,2×10 КОЕ/г	6,3-6,0×10 КОЕ/г

Сәулеленбеген үлгілердің бактериялармен қатты ластанғаны байқалды, сойылғаннан кейінгі мезофильді аэробты және факультативті анаэробты мәні орта есеппен 3,4-3,9×10² КОЕ/г, ал 2кГр, 4кГр, 6кГр және 8кГр дозада сәулелендіру кезінде бұл көрсеткіш 1,9-2,1×10² КОЕ/г, 1,8-1,4×10² КОЕ/г, 4,5-5,0×10 КОЕ/г және 3,5-4,5×10 КОЕ/г дейін төмендеді.

5 тәуліктен кейін бақылау тобының етінде мезофильді аэробты және факультативті анаэробты индикаторы 2,1 есе өсті, ал 14 тәуліктен кейін орташа есеппен 1,15-2,5×10⁴ КҚБ/г құрады, бұл гигиеналық нормативтер мәнінен 2 есе асып түсті.

2кГр, 4кГр, 6кГр және 8кГр дозасы бар сәулеленген ет бақылау тобындағы етінен мезофильді аэробты және факультативті анаэробты мәні айтарлықтай төмен болды және бұл көрсеткіш 5 тәуліктен кейін 1.95, 2.1, 13 және 14,4 есе, ал 14 тәуліктен кейін тиісінше 4.6, 24, 177 және 182 есе аз болды.

Salmonella, *E. coli*, *Listeria* анықталу көрсеткіштері 2-кестеде берілген. *Salmonella*, *Listeria* тектес бактериялардың немесе колиформды бактериялардың (колиформды бактериялар) анықталған жоқ. Осылайша, зерттеулер көрсеткендей, 2кГр, 4кГр, 6кГр және 8кГр дозада радиациялық сәулеленумен зарарсыздандырылған құс еті салқындатылған күйде 14 тәулікке дейін сақталады. 2 кГр және одан жоғары дозаларда барлық патогендік бактериялар жойылған.

Кесте 2

Salmonella, *E. coli*, *Listeria* анықталу көрсеткіштері

Патогендік бактериялар	Гигиеналық норма	Бақылау (0 кГр)	2 кГр	4 кГр	6 кГр	8 кГр
<i>Salmonella</i>	25,0 г рұқсат етілмейді	Анық-талмады	Анық-талмады	Анық-талмады	Анық-талмады	Анық-талмады
<i>E. coli</i>	кіруге рұқсат етілмейді 0,1; 0,01 г	Анық-талмады	Анық-талмады	Анық-талмады	Анық-талмады	Анық-талмады
<i>Listeria</i>	25,0 г рұқсат етілмейді	Анық-талмады	Анық-талмады	Анық-талмады	Анық-талмады	Анық-талмады

Зең мөлшерінің өзгерісі 3-кестеде көрсетілген. Кестеде көрсетілгендей, бақылау сынамаcында (0 кГр) бактериялардың саны сақтау мерзімі ұзарған сайын жоғарылайтыны байқалды, бірақ бұл мәндер гигиеналық нормаға сәйкес, яғни 10 КОЕ/г-тан аспады. Ал сәулелену дозасының артуы (2 кГр, 4 кГр, 6 кГр, 8 кГр) бактериялардың санын айтарлықтай төмендетуге ықпал етті. Бұл нәтижелер сәулеленудің бактерияларды жоюдағы тиімділігін растайды. Сақтау мерзімі мен сәулелену дозасының үйлесімі бактериялардың санын бақылауға және құс етінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге көмектеседі.

Кесте 3

Зең мөлшерінің өзгерісі

Сақтау мерзімі (тәулік)	Гигиеналық норма	Бақылау (0 кГр)	2 кГр	4 кГр	6 кГр	8 кГр
1	≤10 КОЕ/г	≤10 КОЕ/г	<10 КОЕ/г	<10 КОЕ/г	<10 КОЕ/г	<10 КОЕ/г
5	≤10 КОЕ/г	≤10 КОЕ/г	<10 КОЕ/г	<10 КОЕ/г	<10 КОЕ/г	<10 КОЕ/г
14	≤10 КОЕ/г	≤10 КОЕ/г	<10 КОЕ/г	<10 КОЕ/г	<10 КОЕ/г	<10 КОЕ/г

Қорытынды. ИЛУ-10 электронды үдеткіші зиянды микроорганизмдерді тиімді азайтуға және жоюға қабілетті құс етін радиациялық өңдеуде қуатты құрал болып табылады. 2 кГр мен 8 кГр аралығындағы дозаларды қолдану арқылы микробтық қауіпсіздікті айтарлықтай жақсартуға қол жеткізуге болады, бұл оны тамақ өнеркәсібіндегі құнды технология етеді. Одан әрі зерттеулер мен оңтайландыру қауіпсіз және жоғары сапалы азық-түлік өнімдерін қамтамасыз ете отырып, бұл технологияны кеңірек қолданбаларға бейімдеуге көмектеседі.

Әдебиеттер тізімі

1. Петров, В.В. Радиационная стойкость изоляционных материалов магнитных систем ускорителей [Текст] / В.В. Петров, Ю.А. Пупков // Журнал технической физики. – 2016. – № 7. – С. 65.
2. Kundu D, Gill A, Lui C, Goswami N, Holley R. Use of low dose e-beam irradiation to reduce E. coli O157: H7, non-O157 (VTEC) E. coli and Salmonella viability on meat surfaces // Meat science. – 2014. – No. 96(1). – P. 413-418.
3. Gurler Z, Pamuk S, Yildirim Y, Ertas N. The microbiological quality of ready-to-eat salads in Turkey: A focus on Salmonella spp. and Listeria monocytogenes // International Journal of Food Microbiology. – 2015. – No. 196. – P.79-83.
4. Hadjilouka A, Andritsos ND, Paramithiotis S, Mataragas M & Drosinos EH Listeria monocytogenes serotype prevalence and biodiversity in diverse food products // Journal of Food Protection. – 2014. – No. 77(12). – P. 2115-2120.
5. Чиж, Т.В. Радиационная обработка как технологический прием в целях повышения уровня продовольственной безопасности [Текст] / Т.В. Чиж, Г.В. Козьмин, Л.П. Полякова, Т.В. Мельникова // Вестник Российской академии естественных наук. – 2011. – № 4. – С. 44-49.
6. Shin M.H., Lee J.W., Yoon Y.M., Kim J.H., Moon B.G., Kim J.H., Song B.S. Comparison of quality of bologna sausage manufactured by electron beam or x-ray irradiated ground pork // Korean J. Food Sci. Anim. Resour. – 2014. – No. 34(4). – P. 464-471.
7. Вазиров, Р.А. Радиационная поверхностная дезинфекция пищевой продукции наносекундным электронным пучком [Текст] / Р.А. Вазиров, С.Ю. Соковнин, М.Е. Балезин // Международная молодежная конференция: Современные проблемы радиобиологии, радиоэкологии и агроэкологии. – Россия, 2019. – С. 257-259.
8. Sweetie R., Kanatt Chawla S.P., Sharma A. Effect of radiation processing on meat tenderization // Radiation Physics and Chemistry. – 2015. – No. 111. – P. 1-8.
9. ГОСТ 31467-2012. Межгосударственный стандарт. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы отбора проб и подготовка их к испытаниям [Текст]. – Введ. 01.07.2013. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 6 с.
10. ГОСТ 31931-2012. Межгосударственный стандарт. Мясо птицы. Методы гистологического и микроскопического анализа [Текст]. – Введ. 01.01.2014. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 4 с.
11. Казиахмедов, А.С. Ветеринарно-санитарная оценка качества мяса после стерилизации ионизирующим излучением [Текст] / А.С. Казиахмедов, Т.Г. Андрианова // Журнал ветеринария и кормление «Веткорм». – 2012. – № 3. – С. 37-39.

Материал редакцияга 17.06.24 түсті, 14.03.25 қабылданды.

С. Нұрдәулет¹, Р.У. Уажанова¹, Е.С. Ержигитов¹

¹Алматынський технологический университет, г. Алматы, Казахстан

АНАЛИЗ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЯСА ПТИЦЫ, ОБРАБОТАННОГО НА ЭЛЕКТРОННОМ УСКОРИТЕЛЕ ИЛУ-10

Аннотация. В данном исследовании изучена эффективность применения электронного радиационного ускорителя ИЛУ-10 для обеспечения микробиологической безопасности мяса птицы. Рассмотрено влияние облучения в дозах 2 кГр, 4 кГр, 6 кГр, 8 кГр на патогенные микроорганизмы, такие как *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*. Результаты исследования показали, что с увеличением дозы радиационной обработки уровень микробиологического

загрязнения значительно снижался. Особенно заметен эффект при дозах 6-8 кГр, где наблюдалось практически полное уничтожение патогенов. Кроме того, установлено положительное влияние радиационной обработки на срок хранения мяса птицы. Данное исследование демонстрирует эффективность технологии электронного облучения в обеспечении микробиологической безопасности продукции птицеводства и подчеркивает её перспективы для промышленного применения.

Ключевые слова: мясо птицы, электронный ускоритель ИЛУ-10, микробиологический показатель, безопасность, хранение.

S. Nurdaulet¹, R.U. Uazhanova¹, E.S. Erzhitov¹

¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

ANALYSIS OF MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF POULTRY MEAT PROCESSED WITH ILU-10 ELECTRONIC ACCELERATOR

Abstract. This study examines the effectiveness of using the ILU-10 electron radiation accelerator to ensure the microbiological safety of poultry meat. The impact of irradiation doses 2 kGy, 4 kGy, 6 kGy, and 8 kGy on pathogenic microorganisms such as *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, and *Listeria monocytogenes* was analyzed. The results demonstrated that increasing the radiation dose significantly reduced microbiological contamination levels. Notably, doses of 6-8 kGy showed near-complete elimination of pathogens. Additionally, the positive effect of radiation processing on the shelf life of poultry meat was identified. This study highlights the effectiveness of electron beam irradiation technology in ensuring the microbiological safety of poultry products and emphasizes its potential for industrial application.

Keywords: poultry meat, electronic accelerator ILU-10, microbiological index, safety, storage.

References

1. Petrov V.V., Pupkov YU.A. Radiatsionnaya stoykost' izolyatsionnykh materialov magnitnykh sistem uskoriteley [Radiation resistance of insulating materials of magnetic systems of accelerators] // Journal of Technical Physics. – 2016. – No. 7. – P. 65. [in Russian].
2. Kundu D, Gill A, Lui C, Goswami N, Holley R. Use of low dose e-beam irradiation to reduce *E. coli* O157: H7, non-O157 (VTEC) *E. coli* and *Salmonella* viability on meat surfaces // Meat science. – 2014. – No. 96(1). – P. 413-418.
3. Gurler Z, Pamuk S, Yildirim Y, Ertas N. The microbiological quality of ready-to-eat salads in Turkey: A focus on *Salmonella spp.* and *Listeria monocytogenes* // International Journal of Food Microbiology. – 2015. – No. 196. – P.79-83.
4. Hadjilouka A, Andritsos ND, Paramithiotis S, Mataragas M & Drosinos EH *Listeria monocytogenes* serotype prevalence and biodiversity in diverse food products // Journal of Food Protection. – 2014. – No. 77(12). – P. 2115-2120.
5. Chizh T.V., Kozmin G.V., Polyakova L.P., Melnikova T.V. Radiatsionnaya obrabotka kak tekhnologicheskii priyem v tselyakh povysheniya urovnya prodovol'stvennoy bezopasnosti [Radiation treatment as a technological method for improving food security] // Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences. – 2011. – No. 4. – P. 44-49. [in Russian].
6. Shin M.H., Lee J.W., Yoon Y.M., Kim J.H., Moon B.G., Kim J.H., Song B.S. Comparison of quality of bologna sausage manufactured by electron beam or x-ray irradiated ground pork // Korean J. Food Sci. Anim. Resour. – 2014. – No. 34(4). – P. 464-471.
7. Vazirov R.A., Sokovnin S.YU., Balezin M.Ye. Radiatsionnaya poverkhnostnaya dezinfektsiya pishchevoy produktsii nanosekundym elektronnyy puchkom

- [Radiation surface disinfection of food products with a nanosecond electron beam] // International youth conference: Sovremennyye problemy radiobiologii, radioekologii i agroekologii [Modern problems of radiobiology, radioecology and agroecology]. – Russia, 2019. – P. 257-259. [in Russian].
8. Sweetie R., Kanatt Chawla S.P., Sharma A. Effect of radiation processing on meat tenderization // Radiation Physics and Chemistry. – 2015. – No. 111. – P. 1-8.
 9. GOST 31467-2012. Myaso ptitsy, subprodukty i polufabrikaty iz myasa ptitsy. Metody otboraprob i podgotovka ikh k ispytaniyam [Poultry meat, by-products and semi-finished products from poultry meat. Methods of sampling and their preparation for testing]. – Introduced. 01.07.2013. – Moscow: Standartinform, 2019. – 6 p. [in Russian].
 10. GOST 31931-2012. Myaso ptitsy. Metody gistologicheskogo i mikroskopicheskogo analiza [Poultry meat. Methods of histological and microscopic analysis]. – Introduced. 01.01.2014. – Moscow: Standartinform, 2019. – 4 p. [in Russian].
 11. Kaziakhmedov A.C., Andrianova T.G. Veterinarno-sanitarnaya otsenka kachestva myasa posle sterilizatsii ioniziruyushchim izlucheniym [Veterinary and sanitary assessment of meat quality after sterilization with ionizing radiation] // Journal of veterinary science and feeding "Vetkorm" – 2012. – No. 3. – P. 37-39. [in Russian].