

Н.Р. Муслимова^{1*}, Г.Н. Нұрымхан¹, Ж.Э. Озбекова²

¹Шәкәрім университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка көш., 20 А

²Манас Қырғыз-Түрік университеті,
Қырғызстан Республикасы, Бішкек

*e-mail: muslimova.n.r@mail.ru

СИЫР ЕТІН ИЛУ-10 ЭЛЕКТРОНДЫ ҮДЕТКІШТЕ ӨНДЕУДІҢ ОҢТАЙЛЫ ПАРАМЕТРЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ САҚТАУ МЕРЗІМІНЕ ӘСЕРІ

Аңдатпа: Ет және ет өнімдерінің сапасын ұзақ уақыт сақтау көптеген факторларға, соның ішінде физика-химиялық процестерге, микроорганизмдердің белсенділігіне және сенсорлық сипаттамалардың өзгеруіне байланысты күрделі міндет болып табылады. Осыған байланысты радиациялық өңдеу микробиологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету қабілетінің арқасында ет өнеркәсібінде перспективалы әдіс ретінде қарастырылады. Бұл зерттеу төмен энергиялы электронды сәулені қолданудың тиімділігін зерттеуге бағытталған.

Зерттеу жұмысының тәжірибелік бөлімінде 5 МэВ-тан аз энергиясы бар наносекундтық электронды сәуле шығаратын ИЛУ-10 үдеткішінде сиыр етінің үлгілерін сәулелендіру қарастырылған. Сиыр етінің үлгілері 3, 6 және 9 кГр мөлшерінде өңделді. Нәтижелер 3 кГр мөлшерде микробиологиялық ластанудың айтарлықтай төмендеуін, атап айтқанда, ет бетінен патогендік микроорганизмдердің жойылуын қамтамасыз ететінін көрсетті. Радиациялық сәулелендіру мөлшерін оңтайлы параметрін қолдану үлгілердің пролонгация мерзімінде микроағзалардың пайда болмайтындығын көрсетті. Сонымен қатар, 3 кГр мөлшерінде сәулелендіру өнім сапасының интегралды көрсеткіштеріне айтарлықтай әсер еткен жоқ. Зерттеу нәтижелері электронды үдеткіштің көмегімен жүргізілген радиациялық өңдеудің тамақ өнеркәсібінде өнімнің сақтау мерзімін ұзартуға әлеуетті ықпал ететінін дәлелдейді. Осылайша, электронды үдеткіш көмегімен жүргізілген радиациялық өңдеу ет өнімдерінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуде және сақтау мерзімін арттыруда тиімді құрал бола алады.

Түйін сөздер: электронды үдеткіш, радиациялық өңдеу, өңдеудің оңтайлы параметрі, сақтау мерзімі, микробиологиялық қауіпсіздік.

Кіріспе

Қазіргі таңда әлемдік тамақ өнеркәсібінде азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету және олардың сақтау мерзімін ұзарту өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Әлем бойынша жыл сайын миллиондаған адамның тамақтан улануы және азық-түліктің микробиологиялық ластану салдарынан үлкен көлемде ысырап болуы бұл мәселенің маңыздылығын айқын көрсетеді [1]. Сақтау және тасымалдау барысында ет және ет өнімдерінің 30% астамы шығынға ұшырайды. Бұл кәсіпорындар үшін үлкен мәселе болып табылады.

Сиыр еті адам рационындағы құнды азықтық өнім болып табылады, ол жоғары сапалы ақуыздарға, темірге, В тобының витаминдеріне және басқа да маңызды нутриенттерге бай [2]. Дегенмен, сиыр етінің құрамы мен ылғалдылығы жоғары болғандықтан, ол микроағзалардың өсуіне қолайлы орта болып табылады, бұл оның тез бұзылуына және сақтау мерзімінің шектеулі болуына әкеледі [3]. Осыған байланысты, сиыр етінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету және сақтау мерзімін ұзартудың тиімді әдістерін іздестіру қажеттілігі туындайды.

Бұл зерттеудің мақсаты – ИЛУ-10 электронды үдеткішінде сиыр етін өңдеудің тиімділігін анықтау және оның сақтау мерзіміне әсерін бағалау болып табылады.

Бұл зерттеудің ғылыми жаңалығы ИЛУ-10 электронды үдеткішін қолдану арқылы сиыр етін өңдеудің оңтайлы параметрлерін ғылыми негіздеу және электронды сәулелендірудің сиыр етінің сапалық көрсеткіштері мен сақтау мерзіміне кешенді әсерін анықтау болып табылады. Бұған дейін Қазақстанда сиыр етін электронды сәулелендіру арқылы өңдеудің тиімділігі мен қауіпсіздігін жан-жақты зерттеулер жеткіліксіз болған.

Ет сою алаңдары мен ет сату базарларындағы санитарлық талаптардың жеткіліксіздігін ескере отырып, өнімнің микробиологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында электронды сәулелендіру технологиясын қолданысқа енгізудің орындылығы туындайды.

Анықталған оңтайлы параметрлер өнімнің микробиологиялық қауіпсіздігін арттыруға, сақтау мерзімін ұзартуға және азық-түлік шығынын азайтуға ықпал етеді. Сонымен қатар, алынған мәліметтер нормативтік-техникалық құжаттарды жетілдіруге және тұтынушылардың электронды сәулелендірілген өнімдерге деген сенімін арттыруға септігін тигізеді.

Электронды сәулелендірудің азық-түлік өнімдерін өңдеудегі қолданылуы және оның принциптері. Электронды сәулелендіру - азық-түлік өнімдерін иондаушы сәулелену көзімен өңдеу әдісі. Бұл процесс микроорганизмдерді, зиянкестерді жоюға және өнімнің сақтау мерзімін ұзартуға мүмкіндік береді. Электронды сәулелендірудің негізгі принципі - жоғары энергиялы электрондардың азық-түлік құрамындағы молекулалармен әрекеттесуі нәтижесінде ДНҚ-ны зақымдауы, бұл микроорганизмдердің көбеюін тоқтатады. Бұл әдіс көптеген елдерде азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етудің тиімді құралы ретінде кеңінен қолданылады[4].

ИЛУ-10 электронды үдеткішінің техникалық сипаттамасы және жұмыс істеу принципі. ИЛУ-10 – өнеркәсіптік мақсаттарда қолданылатын жоғары қуатты тікелей әсер ететін электронды үдеткіштің бір түрі. Ол электрондарды жоғары энергияға дейін үдетеді және оларды өңделетін өнімге бағыттайды [5]. ИЛУ-10 үдеткіші жоғары өнімділікке, басқарудың қарапайымдылығына және энергияны тиімді пайдалануға мүмкіндік беретін техникалық сипаттамаларға ие. Оның жұмыс істеу принципі электр өрісінің көмегімен электрондарды жылдамдатуға және магнит өрісінің көмегімен оларды қажетті бағытқа бұруға негізделген.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Зерттеу материалы ретінде 3, 6, және 9 кГр өңдеуден өткен және өңдеуге дейінгі сиыр еті үлгілері алынды. Алматы қаласындағы ШЖҚ РМК «Ядролық физика институтында» радиациялық өңдеу жүргізілді. Радиациялық өңдеу үшін импульстік жоғары жиіліктегі желілі үдеткіш ИЛУ-10 құрылғысы пайдаланылды. Өртүрлі мөлшерде өңдеуден өткен сиыр еті сынамалары микробиологиялық, физика-химиялық, минералды құрамы мен дәрумендері және аминқышқыл құрамы «Тамақ қауіпсіздігі» ҒЗИ (Алматы қ.) және «Нутритест» ЖШС (Алматы қ.) зерттеуден өтті.

Үдеткіштің генераторлармен бірге алғанда биіктігі 2,4 м. ИЛУ-10 үдеткішінде үлкенірек резонатор және екі ЖЖ генераторы бар. ЖЖ генераторлары бірдей – тікелей үдеткіш вакуумдық резервуарға орналастырылған. Резонаторлардың диаметрлері және жұмыс жиіліктері бірдей – 118 МГц, ИЛУ-10 үдеткішінің резонаторы үлкен биіктікке ие және осыған байланысты көлемі үлкенірек және жоғары сапалы фактор мен шунтқа төзімдірек болып келеді (шунтқа резонатор төзімділігі ИЛУ – 10- 9 Мом) [1].

Жоғары сапа факторының және екі ЖЖ генераторын пайдаланудың арқасында ИЛУ-10 үдеткіші 5 МэВ-тан сәл жоғары қуатта жұмыс істей алады. ИЛУ-10 үдеткішінің жұмыс энергиясының диапазоны 2,5-5 МэВ, сәулелің қуаты 5 МэВ энергиясы кезінде 40 кВт-қа дейін және жұмыс энергиясының диапазонының ортасында 50 кВт-қа дейін. ИЛУ-10 үдеткіштерінің үдеткіш жүйесі тот баспайтын болаттан жасалған вакуумдық резервуардың ішіне орналастырылған мыс тороидты резонатор (1-суретте көрсетілген) болып табылады. Үдеткіш ішіндегі жоғары вакуум магнитті разрядты сорғылардың жұмысымен қамтамасыз етеді [4].

Резонатордағы ЖЖ тербелістері екі ЖЖ генераторының көмегімен қозғалады. ЖЖ энергиясы генераторлардан резонаторға вакуумды ажырату конденсаторы арқылы ЖЖ генератор шамының анодына қосылған ілу контуры арқылы беріледі. Резонатор екі бөліктен тұрады, ішкі проекциялары олардың арасында үдеткіш саңылау құрайды. Триодты электронды пистолет жоғарғы шығыңқыда орналасқан. Үдеткіш саңылаудың анодтық бөлігін құрайтын төменгі проекциясы сәулелі босатуға арналған тесікпен жабдықталған. Бұл тесік арқылы жеделдетілген электрондар шоғы магниттік линза арқылы сәуле шығару құрылғысына өтеді. Магниттік линза үдеткіш пен шығару құрылғысындағы сәулелің жоғалуын азайту үшін сәулелің фокустайды. Шығару құрылғысы қалыңдығы 50 мкм жұқа титан фольгамен жабылған сәулелің шығыс терезесінің бойымен сканерленуін қамтамасыз етеді. Шығару терезесінің стандартты ұзындығы – 980 мм, ені – 80 мм [9.10].

Жұмыс режимі: энергия 5 МэВ, импульстік сәуле тоғы – 350 мА; орташа ток – 4,3 мА; сканерлеу ені 80 см; конвейердің жылдамдығы – 2,3 см/сек.

Радиациялық өңдеуді жүргізген кезде интегралдық мөлшерны ғана емес, оның өнім көлеміне таралуын да бақылау маңызды. Өртүрлі өңдеу режимдері өңделетін нысанның тереңдігі бойынша өртүрлі мөлшерны бөлуді талап етеді. Сондай-ақ сәулелену кезіндегі конвейердің қозғалысы, сәулелену энергиясы, конструкциясы, үлгі геометриясы, олардың тығыздығы және т.б. сияқты параметрлерді ескеру қажет.

Технологиялық процестің негізгі параметрлері 1-ші кестеде көрсетілген.

Кесте 1 – Өңдеу процесінің негізгі параметрлері

Өңдеу мөлшері	Е, МэВ	Имп, МА	f, Гц	I _{ср} , МА	Конвейер жылдамдығы, см/сек	Сәулелендіру
3 кГр	5	122	6	0,37	4	екі жағынан өңдеу
6 кГр	5	183	8	0,73	4	екі жағынан өңдеу
9 кГр	5	171	12	1,03	4	екі жағынан өңдеу

Импульсті сызықты электронды үдеткіш ИЛУ-10 энергия диапазоны – 5 МэВ; сәуленің қуаты – 50 кВт; инжектордың жұмыс режиміне жету уақыты (катодты жылыту) – 90 с энергияның тұрақсыздығы – 2%; сәулелік тоқтың тұрақсыздығы – 2%; импульс ұзақтығы – 0,5 мс. ELV-4 жоғары вольтты трансформаторлық электронды үдеткіш – энергия диапазоны – 1,0-1,5 МВ, жеделдетілген электрондардың максималды тоғы – 50 МА, сәуленің қуаты – 50 кВт; энергияның шығын өлшемі: ұзындығы 980 мм, ені 75 мм.

Зерттеу нәтижелері. Жүргізілген зерттеу барысында алынған нәтижелер төмендегідей болды.

Шикізатты өңдеуге дейінгі және әртүрлі мөлшерде өңдеуден кейінгі микробиологиялық көрсеткіштерін талдау 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2 – Сынамалардың микробиологиялық көрсеткіштері

Атауы	Бақылау үлгісі	3 кГр	6 кГр	9 кГр	Пролонгациядан кейін (t=0-4°C, 26 күн)	
					Бақылау үлгісі	Өңдеуден кейін
Clostridium spp. 0,01 гр.	Анықталды	Анықталмады	Анықталмады	Анықталмады	+	Анықталмады
КМАФАнМ, КОЕ/г	1,3x10 ²	1x10 ²	1x10 ²	Анықталмады	1,6x10 ⁵	1,0x10 ¹
Escherichia coli 1,0 гр.	Анықталмады	Анықталмады	Анықталмады	Анықталмады	+	Анықталмады
Salmonella	Анықталмады	Анықталмады	Анықталмады	Анықталмады	Анықталмады	Анықталмады

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, барлық қолданылған сәулелендіру мөлшерлерінде 0,01 гр үлгідегі Clostridium spp. анықталмады, бұл электронды сәулелендірудің аталған анаэробты бактерияларды элиминациялаудағы тиімділігін көрсетеді. КМАФАнМ көрсеткіші бақылау үлгісінде бастапқы мәнінен (1,3x10² КОЕ/г) 3 кГр және 6 кГр мөлшерлерінде сәулелендіруден кейін төмендегені байқалды, ал 9 кГр мөлшерсында анықталмады. Пролонгация кезеңінде (t=0-4°C, 26 күн) бақылау үлгісінде КМАФАнМ-нің айтарлықтай өсуі тіркелгенімен, сәулелендірілген үлгілерде, әсіресе 9 кГр мөлшерсында, олардың саны едәуір төмен күйінде қалды. Барлық сәулелендіру нұсқаларында және бақылау үлгісінде 1,0 гр үлгідегі Escherichia coli мен Salmonella анықталмады, бұл зерттелген үлгілерде аталған бактериялардың бастапқыда болмағанын немесе анықтау шегінен төмен концентрацияда болғанын көрсетеді [7, 8].

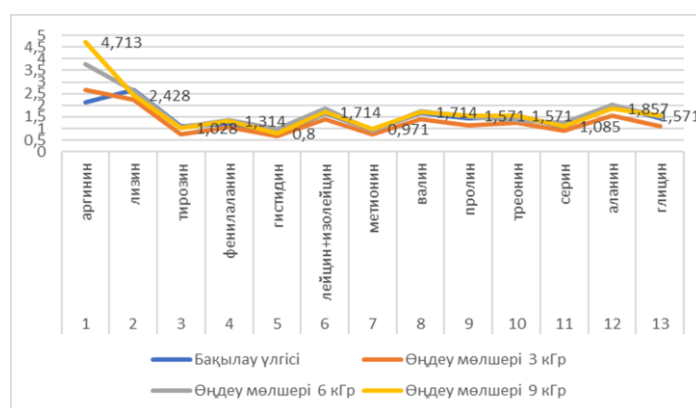
Сынамалардың физика-химиялық көрсеткіштерін, минералды элементтері және В тобының дәрумендерін зерттеу 3-кестеде көрсетілген.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері көрсеткендей, сиыр етін ИЛУ-10 электронды үдеткішінде әртүрлі мөлшерде сәулелендіру оның құрамындағы кейбір физика-химиялық және биохимиялық көрсеткіштерге ықпал етеді. Атап айтқанда, сәулелендіру мөлшерсының артуымен ақуыздың массалық үлесінің жоғарылау тенденциясы байқалды. Ол еттің құрамындағы ылғал мөлшерінің төмендеуіне байланысты. Сонымен қатар, майдың қышқылдық саны да өсу көрсеткіші 6 және 9 кГр байқалды, бұл майлардың тотығу процесінің белгілі бір деңгейде күшеюі мүмкін екенін болжайды. Минералды элементтер бойынша, мырыш мөлшерінің барлық сәулелендіру нұсқаларында бақылау үлгісімен салыстырғанда өзгерістері тіркелді, ал темір мөлшерінде айтарлықтай ауытқулар байқалмады. Дәрумендердің құрамында да сәулелендіру мөлшеріне байланысты айтарлықтай өзгеріске ұшыраған жоқ.

Кесте 3 – Физика-химиялық, минералды элементтер және В тобының дәрумендерінің әртүрлі өңдеу мөлшерінде өзгеруі

Көрсеткіштер атауы	Бақылау үлгісі	Өңдеуден кейін 3 кГр	Өңдеуден кейін 6 кГр	Өңдеуден кейін 9 кГр
Физика-химиялық көрсеткіштер: – ақуыздың массалық үлесі, % – майдың қышқылдық саны, мгКОН/г	20,91±0,05 0,42±0,002	18,95±0,08 0,45±0,003	22,33±0,08 0,60±0,005	25,06±0,08 0,65±0,005
Минералды элементтер: – Fe, мг/100 г – Zn, мг/100 г	2,83±0,05 3,75±0,08	2,95±0,05 0,55±0,05	3,92±0,03 3,97±0,08	2,80±0,05 4,01±0,05
Дәрумендер: – B ₁ , мг/100 г – B ₂ , мг/100 г – B ₆ , мг/100 г – B ₃ , мг/100 г – B ₅ , мг/100 г – B ₉ , мг/100 г	0,05±0,01 0,21±0,088 0,48±0,096 1,92±0,384 0,62±0,112 0,010±0,002	0,05±0,01 0,22±0,088 0,52±0,104 2,18±0,436 0,58±0,104 0,012±0,002	0,04±0,008 0,18±0,076 0,55±0,110 3,21±0,642 0,65±0,117 0,014±0,002	0,04±0,008 0,23±0,096 0,65±0,130 3,05±0,610 0,65±0,117 0,018±0,003

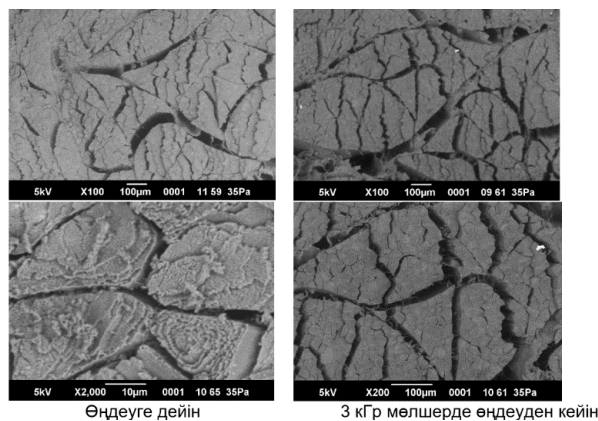
Аминқышқылдар құрамының өзгеруі 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1 – Аминқышқылдар құрамының өзгеруі

Жүргізілген зерттеу нәтижелері көрсеткендей, сиыр етін әртүрлі мөлшердегі электронды үдештікпен сәулелендіру аминқышқылдық құрамда қалыпты өзгерістер көрсетті. Атап айтқанда, аргининнің массалық үлесі сәулелендіру мөлшері жоғарылауымен бірге өсу тенденциясын көрсетті. Кейбір аминқышқылдарында, мысалы, лизин мен треонинде, сәулелендірудің әртүрлі мөлшерлерінде құрамының төмендеуі байқалды. Лейцин+изолейцин және валин сияқты аминқышқылдарында алдымен жоғарылап, кейіннен төмендеу үрдісі тіркелді. Аланин мен глициннің мөлшерінде де сәулелендірудің әр түрлі мөлшерларына байланысты елеулі ауытқулар байқалды.

Үлгілерді өңдеуге дейінгі және өңдеуден кейінгі еттің микроқұрылымы 2-суретте көрсетілген. Үлгілердің микроқұрылымы Шәкәрім университеті базасындағы «Радиоэкологиялық зерттеулер» ғылыми орталығында жүргізілді.



Сурет 2 – Сынамалардың микроқұрылымы

Жүргізілген микроқұрылымдық зерттеулер нәтижесінде ет үлгілерінің құрылымында елеулі өзгерістер анықталмады. Зерттелген тіндердің біртұтастығы сақталған, ал бұлшықет талшықтарының қалыпты орналасуы мен морфологиясы сақталғандығын көрсетеді.

Зерттеу нәтижелерін талдау

Жүргізілген тәжірибелік зерттеулер сиыр етін әртүрлі дозада электронды сәулелендірудің оның микробиологиялық, физика-химиялық, биохимиялық және құрылымдық көрсеткіштеріне әсерін кешенді түрде бағалауға мүмкіндік берді.

Микробиологиялық көрсеткіштерді талдау нәтижелері бойынша *Clostridium* spp. бактериясы сәулелендірілмеген үлгіде анықталғанымен, сәулелендірілген үлгілердің барлығында (3, 6 және 9 кГр) бұл микроорганизм анықталмады. Бұл радиациялық өңдеудің анаэробты патогендерді жоюда жоғары тиімділікке ие екенін көрсетеді. КМАФАнМ көрсеткіші сәулелендіру дозасы артқан сайын төмендеген, ал 9 кГр мөлшерінде мүлдем анықталмауы микрофлораның толық инактивацияланғанын айғақтайды. Сақтау кезеңінде ($t=0-4^{\circ}\text{C}$, 26 күн) бақылау үлгісінде микробиологиялық көрсеткіштердің едәуір өскені байқалса, сәулелендірілген үлгілерде бұл көрсеткіштердің деңгейі төмен күйінде сақталған, бұл радиациялық өңдеудің сақтау мерзімін ұзартудағы тиімділігін дәлелдейді. Сонымен қатар, *Escherichia coli* және *Salmonella* бактериялары зерттелген барлық үлгілерде анықталмады, бұл олардың бастапқыда болмауы немесе концентрациясының анықтау шегінен төмен болуымен түсіндіріледі.

Физика-химиялық және биохимиялық көрсеткіштер бойынша, ақуыздың массалық үлесі сәулелендіру дозасына байланысты жоғарылау үрдісін көрсетті. Бұл ылғалдың булануы нәтижесінде ақуыз концентрациясының артуымен байланысты болуы мүмкін. Майдың қышқылдық санының өсуі (әсіресе 6 және 9 кГр дозаларында) липидтердің тотығу реакцияларының күшеюін көрсетуі мүмкін. Минералдық элементтердің ішінде мырыш құрамында айтарлықтай ауытқулар байқалса, темір мөлшері тұрақты деңгейде қалды. В тобы дәрумендерінің құрамында сәулелендіру дозасына байланысты аздаған өзгерістер тіркелгенімен, жалпы деградация деңгейі айтарлықтай болған жоқ, бұл сәулелендірудің тағамдық құндылыққа елеулі әсер етпейтінін көрсетеді.

Аминқышқылдық құрам да белгілі бір өзгерістерге ұшырады. Аргинин аминқышқылының мөлшерінің артуы сәулелендірудің әсерінен болатын протеолиз немесе құрылымдық өзгерістерге байланысты болуы мүмкін. Ал лизин мен треонин сияқты кейбір маңызды аминқышқылдардың мөлшері азайған. Лейцин+изолейцин мен валин концентрациясының бастапқыда артып, кейін төмендеуі радиациялық өңдеудің күрделі биохимиялық процестерге ықпал ететінін көрсетеді. Бұл деректер радиациялық әсердің ақуыз құрамына селективті түрде әсер етуі мүмкін екенін болжайды.

Микроқұрылымдық зерттеулер нәтижесі бойынша, сәулелендірудің морфологиялық құрылымға айтарлықтай зиянды әсері анықталмады. Бұлшықет талшықтары мен тіндердің бүтіндігі сақталған, бұл өңделген өнімнің құрылымдық тұтастығын қамтамасыз етеді және органолептикалық көрсеткіштердің нашарламағанын көрсетеді.

Жалпы алғанда, алынған нәтижелер сәулелендірудің (әсіресе 6 және 9 кГр дозаларында) ет өнімдерінің микробиологиялық қауіпсіздігін арттыруда, сақтау мерзімін ұзартуда және тағамдық сапасын сақтауда тиімді технологиялық әдіс екенін дәлелдейді. Сонымен қатар, радиациялық өңдеу кезінде физика-химиялық және биохимиялық өзгерістердің белгілі бір шектерде сақталуы осы әдісті жартылай фабрикаттар өндіруде қолдануға болатындығын көрсетеді.

Қорытынды. Электрондық үдеткіштерді қолдануға негізделген тамақтық шикізат пен өнімдерді өңдеудің радиациялық әдістері тамақ өнімдерін «салқын пастерлеу» үшін қауіпсіз. Салқын пастерлеу технологиясы азық-түлік өнімдерін зиянды микрофлорадан зарарсыздандыру арқылы максималды сақтау мерзіміне қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Радиациялық өңдеу әдісі азық-түлік өнімдерінде температураны арттырмай залалсыздандыруға мүмкіндік береді, осылайша өнімнің бастапқы сапасын сақтайды және аз энергияны шығындарымен сақтау мерзімін арттырады.

ИЛУ-10 құрылғысында өнімдерді сәулелендіру әдісі барлық азық-түлік шикізатындағы микробиологиялық ластану мөлшерін тиімді түрде азайтып, олардың қауіпсіздігін қамтамасыз етеді және нормативтік талаптарға сай келеді. Бұл әдіс азық-түлік өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін арттыру үшін тиімді құрал болып табылады. Зерттеу нәтижелері бойынша,

шикізаттың бұзылуына әкелетін микроағзалар мен саңырауқұлақтардың өсуін тоқтату үшін 3 кГр сәулелендіру мөлшері жеткілікті болып табылады. Өңделген шикізаттан алынған жартылай фарикаттар салқындату температурасында 26 күнге дейін сақталады.

Әдебиеттер тізімі

1. Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group, 2007-15, 2015; Timmermans et al., 2014
2. Орынбеков Д.Р. Оценка эффективности обработки говядины, рыбы и рыбного полуфабриката на ускорителе электронов илу-10 в зависимости от дозиметрических показателей по отношению к *clostridium spp* / Д.Р. Орынбеков, А.Н. Нургазезова, Г.Н. Нурымхан // Вестник Университета Шакарима. Технические науки. – 2024. – № 3(15). – С. 215-222. [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3\(15\)-29](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3(15)-29)
3. Radiation surface antimicrobial processing of poultry meat and by-products using the nanosecond low-energy electron beam / R.A. Vazirov et al // Radiation Physics and Chemistry. – 2024. – № 217. – P. 111528.
4. Кодекс Алиментариус. Облученные продукты питания. Совместная программа ФАО/ВОЗ по стандартам на пищевые продукты. – М.: Весь Мир, 2007.
5. Қалибеқызы Ж.К. Сравнительный анализ качества сушеной щуки с использованием токов свч и сушкой горячим воздухом / Ж.К. Қалибеқызы, Ф.Х. Смольникова // Вестник Университета Шакарима. Технические науки. – 2024. – № 2(14). – С. 278-285. [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-2\(14\)-34](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-2(14)-34).
6. Орынбеков Д.Р. Төменгі сортты етті ферменттік препараттармен биотехнологиялық өңдеу / Д.Р. Орынбеков, К.Ж. Амирханов // Вестник Университета Шакарима. Технические науки. – 2024. – № 1(13). – С. 281-286. [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1\(13\)-35](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1(13)-35).
7. Jantaranikorn M. Reduction of red blood spots in cooked marinated chicken breast meat by combined microwave heating and steaming / M. Jantaranikorn, K. Thumanu, J. Yongsawatdigul // Poultry Science. – 2023. – Т. 102, № 1. – P. 102317.
8. Lajnaf R. Introductory Chapter: Novel Thermal and Non-Thermal Technologies for Food Processing / R. Lajnaf // Food Processing and Preservation. – IntechOpen, 2023.
9. Marra F. Combining computer aided food engineering and electro-heating applications as contribution to food processing sustainability / F. Marra // Frontiers in Sustainability. – 2023. – Т. 4. – P. 1170467.
10. Промежуточный отчет ПЦФ за 2024 год <https://is.ncste.kz/object/view/bHRUVXhnSnZWWGizRy9RWjRwTGxJUT09>

References

1. Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group, 2007-15, 2015; Timmermans et al., 2014. (In English).
2. Orynbekov D.R. Otsenka ehffektivnosti obrabotki govyadiny, ryby i rybnogo polufabrikata na uskoritele ehlektronov ilu-10 v zavisimosti ot dozimetricheskikh pokazatelei po otnosheniyu k *clostridium spp* / D.R. Orynbekov, A.N. Nurgazezova, G.N. Nurymkhan // Vestnik Universiteta Shakarima. Tekhnicheskie nauki. – 2024. – № 3(15). – S. 215-222. [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3\(15\)-29](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3(15)-29). (In Russian).
3. Radiation surface antimicrobial processing of poultry meat and by-products using the nanosecond low-energy electron beam / R.A. Vazirov et al // Radiation Physics and Chemistry. – 2024. – № 217. – R. 111528. (In English).
4. Kodeks Alimentarius. Obluchennye produkty pitaniya. Sovmestnaya programma FAO/VOZ po standartam na pishchevye produkty. – M.: Ves' Mir, 2007. (In Russian).
5. Қалибеқызы ЗН.К. Sravnitel'nyi analiz kachestva sushenoi shchuki s ispol'zovaniem tokov svch i sushkoi goryachim vozdukhom / ЗН.К. Қалибеқызы, F.KH. Smol'nikova // Vestnik Universiteta Shakarima. Tekhnicheskie nauki. – 2024. – № 2(14). – S. 278-285. [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-2\(14\)-34](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-2(14)-34). (In Russian).
6. Orynbekov D.R. Tөmengi sortty etti fermenttik preparattarmen biotekhnologiyalyқ өңдеу / D.R. Orynbekov, K.ZH. Amirkhanov // Vestnik Universiteta Shakarima. Tekhnicheskie nauki. – 2024. – № 1(13). – S. 281-286. [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1\(13\)-35](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1(13)-35). (In Kazakh).

7. Jantaranikorn M. Reduction of red blood spots in cooked marinated chicken breast meat by combined microwave heating and steaming / M. Jantaranikorn, K. Thumanu, J. Yongsawatdigul // Poultry Science. – 2023. – T. 102, № 1. – R. 102317. (In English).
8. Lajnaf R. Introductory Chapter: Novel Thermal and Non-Thermal Technologies for Food Processing / R. Lajnaf // Food Processing and Preservation. – IntechOpen, 2023. (In English).
9. Marra F. Combining computer aided food engineering and electro-heating applications as contribution to food processing sustainability / F. Marra // Frontiers in Sustainability. – 2023. – T. 4. – R. 1170467. (In English).
10. Promezhutochnyi otchet PTSF za 2024 god
<https://is.ncste.kz/object/view/bHRUVXhnSnZWWGlzRy9RWjRwTGxJUT09>. (In Russian).

N.R. Muslimova^{1*}, G.N. Nurymkhan¹, Zh.E. Ozbekova²

¹Shakarim University,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20A Glinki Street

²Manas Kyrgyz-Turkish University,
Republic of Kyrgyzstan, Bishkek

*e-mail: muslimova.n.r@mail.ru

OPTIMAL PARAMETERS FOR PROCESSING BEEF USING THE ILU-10 ELECTRON ACCELERATOR AND THEIR EFFECT ON SHELF LIFE

Long-term preservation of the quality of meat and meat products is a complex task influenced by numerous factors, including physicochemical processes, microbial activity, and changes in sensory characteristics. In this regard, radiation processing is considered a promising method in the meat industry due to its ability to ensure microbiological safety. This study focuses on evaluating the effectiveness of using low-energy electron irradiation.

In the experimental part of the study, beef samples were irradiated using the ILU-10 accelerator, which emits nanosecond electron beams with energy less than 5 MeV. The beef samples were treated at doses of 3, 6, and 9 kGy. The results showed that a dose of 3 kGy led to a significant reduction in microbial contamination, particularly eliminating pathogenic microorganisms from the surface of the meat. The application of the optimal radiation dose prevented microbial growth throughout the storage period. Moreover, irradiation at a dose of 3 kGy did not significantly affect the integral quality indicators of the product. The findings confirm that radiation processing using an electron accelerator has the potential to extend the shelf life of food products. Thus, radiation treatment with an electron accelerator can be an effective tool for ensuring the safety of meat products and extending their shelf life.

Key words: electron accelerator, radiation processing, optimal processing parameters, shelf life, microbiological safety.

Н.Р. Муслимова^{1*}, Г.Н. Нурымхан¹, Ж.Э. Озбекова²

¹Шәкәрім университет,
071412, Республика Казакстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

²Кыргызско-Турецкий Университет Манас,
Республика Кыргызстан, Бишкек

*e-mail: muslimova.n.r@mail.ru

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОБРАБОТКИ ГОВЯДИНЫ НА ЭЛЕКТРОННОМ УСКОРИТЕЛЕ ИЛУ-10 И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СРОК ХРАНЕНИЯ

Долговременное сохранение качества мяса и мясных продуктов является сложной задачей, зависящей от множества факторов, включая физико-химические процессы, активность микроорганизмов и изменения органолептических характеристик. В связи с этим радиационная обработка рассматривается как перспективный метод в мясной промышленности благодаря своей способности обеспечивать микробиологическую безопасность. Данное исследование направлено на изучение эффективности применения низкоэнергетического электронного излучения.

В экспериментальной части исследования были облучены образцы говядины на ускорителе ИЛУ-10, излучающем наносекундные электронные пучки с энергией менее 5 МэВ. Образцы говядины были обработаны в дозах 3, 6 и 9 кГр. Результаты показали, Мудые показатели качества продукции. Полученные результаты подтверждают, что радиационная обработка с использованием электронного ускорителя обладает потенциалом для увеличения срока хранения пищевых продуктов. Таким образом, радиационная обработка с помощью электронного ускорителя может служить эффективным средством обеспечения безопасности мясной продукции и увеличения срока ее хранения.

Ключевые слова: электронный ускоритель, радиационная обработка, оптимальные параметры обработки, срок хранения, микробиологическая безопасность.

Авторлар туралы мәліметтер

Назерке Рахифовна Муслимова* – техника ғылымдарының магистрі, «Тамақ технологиясы» кафедрасының докторанты, Шәкәрім университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: muslimova.n.r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2536-0590>.

Гүлнұр Несіптайқызы Нұрымхан – техника ғылымдарының кандидаты, «Тамақ технологиясы» кафедрасының қауымдас. профессоры, Шәкәрім университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: gulnu-n@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0955-3520>.

Жылдызай Эрназаровна Озбекова – PhD, доцент м.а., Манас Қырғыз-Түрік университеті, Қырғызстан Республикасы; e-mail: zhyldyzai.ozbekova@manas.edu.kg. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2471-5006>.

Сведения об авторах

Назерке Рахифовна Муслимова* – магистр технических наук, докторант кафедры «Пищевых технологий», Шәкәрім университет, Республика Казакстан; e-mail: muslimova.n.r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2536-0590>

Гулнур Несиптаевна Нурымхан – кандидат технических наук, ассоц.профессор кафедры «Пищевых технологий», Шәкәрім университет, Республика Казакстан; e-mail: gulnu-n@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0955-3520>.

Жылдызай Эрназаровна Озбекова – PhD, и.о. доцента, Кыргызско-Турецкий Университет Манас, Республика Кыргызстан; e-mail: zhyldyzai.ozbekova@manas.edu.kg. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2471-5006>.

Information about the authors

Nazereke Muslimova – Master of Technical Sciences, Doctoral Student at the Department of Food Technologies, Shakarim University, Republic of Kazakhstan; e-mail: muslimova.n.r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2536-0590>.

Gulnur Nurymkhan – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Food Technologies, Shakarim University, Republic of Kazakhstan; e-mail: gulnu-n@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0955-3520>.

Zhyldyzai Ozbekova – PhD, Acting Associate Professor, Kyrgyz-Turkish Manas University, Republic of Kyrgyzstan; e-mail: zhyldyzai.ozbekova@manas.edu.kg. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2471-5006>.

Редакцияға енуі 02.06.2025

Өңдеуден кейін түсуі 11.08.2025

Жариялауға қабылданды 18.08.2025

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-3\(19\)-39](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-3(19)-39)



FTAXP: 65.63.39

Б.С. Туганова*, Д.А. Жусупбаева, А.Ж. Агибаева

Торайғыров университеті,

140003, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ., Ломова көшесі, 64

*e-mail: tuganova65@inbox.ru

ЕШКІ ЖӘНЕ ҚОЙ СҮТІНІҢ НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛҒАН «КЕРЕКУ» ҰЛТТЫҚ ЖҰМСАҚ ІРІМШІК ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Аңдатпа: Осы мақалада жергілікті және басқа тұқымды қой сүтінің ірімшік жарамдылығына жүргізілген эксперименттік зерттеулердің нәтижелері және қой мен ешкі сүтінің қоспасынан ұлттық үй жұмсақ ірімшігінің жаңа түрін өндіру технологиясын жетілдіру туралы баяндалған. ҒЗЖ бірінші кезеңінде ұлттық сүт – ақуыз өнімдерін, оның ішінде ұлттық жұмсақ ірімшік түрлерін өндіру технологиясының даму тенденциясы мәселелері бойынша ғылыми-техникалық және патенттік әдебиеттерге шолу жасалды. Әрі қарай, ешкі мен қойдың жергілікті және де басқа тұқымды жануарлардың сүтінің ірімшікке жарамдылығына эксперименттік зерттеулер жүргізілді. «Горноалтай» тұқымының ешкі сүті және «Қазақ Солтүстік мериносының» аборигендік тұқымының қойлары, ешкі мен қой сүтінің қоспасынан «Кереку» ұлттық жұмсақ үй ірімшігінің жаңа түрін өндіру үшін негізгі шикізат ретінде таңдалды. Ешкі мен қой сүтінің қоспасынан «Кереку» ұлттық жұмсақ