

ЕШКІ ЕТІНЕН СТАРТЕРЛІК КУЛЬТУРАЛАР МЕН ТАБИҒИ АНТИОКСИДАНТТАРДЫ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП ФЕРМЕНТТЕЛГЕН ӨНІМ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ

З.Н. ТЕМИРЖАНОВА* , К.С. ИСАЕВА 

(Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, 140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: zukhra_94g@mail.ru*

Бұл зерттеуде ешкі етінен ферменттелген өнім өндіру технологиясы әзірленді. Стартерлік культуралар (*Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus carnosus*) қызылша ұнтағы мен розмарин сияқты табиғи функционалды қоспалармен үйлестірілді. Физика-химиялық көрсеткіштер (ақуыз, май, тұз, ылғал, рН, су белсенділігі), микробиологиялық параметрлер (жалпы микроорганизмдер саны, *E. coli*), текстуралық және органолептикалық қасиеттер 24 және 48 сағаттық ферментация кезеңдерінде және вакуумдық қаптамада сақтау барысында зерттелді. Нәтижелер бойынша, қызылша ұнтағы табиғи нитрат көзі ретінде өнімнің тұс тұрақтылығын арттырып, сенсорлық сапасын жақсартты. Розмарин қосу липидтік тотығуды баяулатып, микробиологиялық тұрақтылықты арттырды. Үшінші үлгіде (стартерлік мәдениеттер + қызылша ұнтағы + розмарин) ең жоғары ақуыз мөлшері 22,43% және ең төмен май үлесі 3,48% тіркелді. Бірінші үлгі микробиологиялық тұрғыдан анағұрлым тұрақты болды (48 сағатта 5,9 log КОЕ/г, *E. coli* анықталмады). Органолептикалық бағалау бойынша үшінші үлгі түсі мен хош иісі жағынан жоғары баға алды ($SI = 4,6$), ал бірінші үлгі консистенция тұрақтылығымен ерекшеленді ($SI = 4,4$). Жалпы, қызылша ұнтағы мен розмаринді стартерлік культуралармен бірге қолдану синтетикалық нитритсіз қауіпсіз, функционалды әрі бәсекеге қабілетті өнім өндіруге мүмкіндік беретіні дәлелденді.

Негізгі сөздер: ешкі еті, ферментация, стартер культуралар, қызылша, розмарин, физика-химиялық көрсеткіштер, су белсенділігі, органолептика, текстура, нитриттер.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО ПРОДУКТА ИЗ КОЗЛЯТИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАРТЕРНЫХ КУЛЬТУР И НАТУРАЛЬНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ

З.Н. ТЕМИРЖАНОВА*, К.С. ИСАЕВА

(Торайғыров университет, 140008, Республика Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64)

Электронная почта автора-корреспондента: zukhra_94g@mail.ru*

В работе представлена разработка технологии ферментированного продукта из козлятины. Стартовые культуры (*Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus carnosus*) сочетались с натуральными функциональными добавками — порошком свёклы и розмарином. Физико-химические показатели (белок, жир, влага, соль, рН, активность воды), микробиологические параметры (общее количество микроорганизмов, *E. coli*), текстурные и органолептические характеристики исследовались на 24-м и 48-м часах ферментации и после хранения в вакуумной упаковке. Результаты показали, что порошок свёклы как природный источник нитратов повышал стабильность окраски и улучшал сенсорные качества продукта. Добавление розмарина замедляло липидное окисление, увеличивало микробиологическую устойчивость и способствовало сохранению текстуры. В образце №3 (стартерные культуры + свёкла + розмарин) зафиксировано максимальное содержание белка (22,43%) и минимальная доля жира (3,48%). В образце №1 отмечена наилучшая микробиологическая безопасность (5,9 log КОЕ/г через 48 ч, *E. coli* не обнаружена). Органолептическая оценка выявила, что образец №3 получил наивысший сенсорный индекс ($SI = 4,6$) благодаря яркому цвету и аромату, в то время как образец №1 отличался плотной консистенцией ($SI = 4,4$). В целом показано, что использование порошка свёклы и розмарина совместно со стартерными культурами позволяет производить безопасные, функциональные и конкурентоспособные мясные продукты без синтетических нитритов.

Ключевые слова: козлятина, ферментация, стартовые культуры, свёкла, розмарин, физико-химические показатели, активность воды, органолептика, текстура, нитриты.

DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY FOR FERMENTED GOAT MEAT PRODUCT USING STARTER CULTURES AND NATURAL ANTIOXIDANTS

Z.N. TEMIRZHANOVA*, K.S. ISSAYEVA

(Toraighyrov University, Kazakhstan, 140008, Pavlodar, Lomov street, 64)

Corresponding author's e-mail: zukhra_94g@mail.ru*

*This study presents the development of a technology for producing fermented products from goat meat. Starter cultures (*Lactobacillus sakei* and *Staphylococcus carnosus*) were combined with natural functional additives such as beetroot powder and rosemary. Physicochemical indicators (protein, fat, salt, moisture, pH, water activity), microbiological parameters (total viable count, *E. coli*), and textural and organoleptic characteristics were analyzed during 24 and 48 hours of fermentation and after vacuum storage. The results showed that beetroot powder, as a natural source of nitrates and antioxidants, enhanced color stability and improved sensory quality. Rosemary addition slowed lipid oxidation, increased microbiological stability, and supported textural integrity. In Sample 3 (starter cultures + beetroot + rosemary), the highest protein level (22.43%) and the lowest fat content (3.48%) were recorded. Sample 1 demonstrated the best microbiological safety (5.9 log CFU/g at 48 h, no *E. coli* detected). Organoleptic evaluation confirmed that Sample 3 achieved the highest sensory index (SI = 4.6) due to bright color and aroma, while Sample 1 had a stable, dense texture (SI = 4.4). Overall, combining starter cultures with beetroot powder and rosemary proved to be an effective approach for producing safe, functional, and competitive meat products without synthetic nitrites.*

Keywords: goat meat, fermentation, starter cultures, beetroot, rosemary, physicochemical parameters, water activity, sensory evaluation, texture, nitrites.

Kіpіcne

Ешкі еті тағамдық және диеталық құндылығы жоғары өнім болып саналады. Оның құрамында жеңіл сіңірілетін ақуыздар, қанықпаған май қышқылдары, темір, фосфор, калий және В тобы дәрумендері мол, ал холестерин мөлшері төмен [1,2]. Осыған байланысты ешкі еті салауатты өмір салтын ұстанатын тұтынушылар арасында ерекше сұранысқа ие. Дегенмен, оның технологиялық тұрақтылығы шектеулі: қанықпаған май қышқылдарының және миоглобиннің көп болуы липидтік және ақуыздық тотығу процестерін жылдамдатады, нәтижесінде еттің табиғи түсі өзгереді, дәмдік және иістік сапасы нашарлайды, сақтау мерзімі қысқарады [3].

Ет өнімдерінің сапасын сақтау мақсатында тоңазыту, тұздау, модификацияланған атмосферада қаптау, жоғары қысыммен өңдеу, сәулелендіру сияқты әдістер қолданылады [4–7]. Алайда бұл технологиялар қымбат жабдықты қажет етеді және өнімнің сенсорлық қасиеттеріне кері әсер етуі мүмкін. Осыған орай консерванттарды қолдану қолжетімді әрі тиімді әдіс ретінде қалыптасқан. Дәстүрлі консерванттар – натрий нитриті мен нитраттары – өнімнің түсін тұрақтандырып, *Clostridium botulinum* сияқты қауіпті микроорганизмдердің өсуін тежейді және тотығу процестерін баяулатады [8]. Бірақ нитриттердің артық мөлшері адам денсаулығына зиянды N-нитрозаминдердің түзілуіне себеп болуы мүмкін,

олар канцерогендік және генотоксикалық қасиеттерге ие [9,10]. 2010 жылы Халықаралық қатерлі ісік агенттігі (IARC) нитраттар мен нитриттерді «ықтимал канцерогендер» (2A топ) қатарына енгізді [11].

Осы факторлар синтетикалық қоспаларды табиғи баламалармен алмастыру қажеттілігін арттырды. Соңғы жылдары өсімдік текті табиғи ингредиенттердің (розмарин, тимьян, орегано, жасыл шай, жүзім сығындысы, жеміс-жидек ұнтақтары) антиоксиданттық және анти-микробтық қасиеттері белсенді түрде зерттелуде [12,13]. Сонымен қатар, Узаков және әріптестері (2019) жылқы етінен «Қанағат» ұлттық ет өнімін биотехнологиялық әдіспен жетілдіруде табиғи антиоксиданттарды (годжи жидегі экстракты мен қарақұмық ұны) қолданудың тиімділігін дәлелдеді. Зерттеу нәтижелері мұндай тәсілдің өнімнің тотығу тұрақтылығын арттырып, органолептикалық сапасын жақсартатынын көрсетті [23]. Әсіресе қызылша ұнтағы ерекше назарға ие, себебі ол табиғи нитрат көзі ғана емес, сонымен қатар беталаиндер мен фенолдық қосылыс-тардың арқасында қосымша антиоксиданттық әсер көрсетеді [14,15].

Биотехнологиялық тәсілдердің ішінде етті ферментациялау маңызды орын алады. Ферментация барысында қолданылатын стартерлік культуралар өнімнің микробиологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етіп қана қоймай, рН деңгейін төмендетіп, липолиз және протеолиз процестерін белсендендіреді, хош иіс пен дәм

калыптастырады, биогендік аминдердің түзілуін шектейді [1,9,16]. Сонымен қатар, LAB штамдары синтетикалық нитриттердің мөлшерін азайтып, табиғи нитраттардың нитритке биотрансформациясын күшейтеді, нәтижесінде нитрозаминдер түзілу қаупін төмендетеді [2,17].

Қазақстандық ғалымдар да осы бағытта бірқатар зерттеулер жүргізуде. Мәселен, Ахметова мен Машанова ешкі етін өсімдік текті қоспалармен үйлестіріп өңдеудің сапаға әсерін зерттеп, оның тағамдық және органолептикалық қасиеттерін жақсартуға болатынын дәлелдеді [20]. Казыбаева және әріптестері ешкі етінен деликатес өнім өндіріп, оның биологиялық құндылығын бағалады, нәтижесінде бұлшықет ақуызының жоғары биологиялық тиімділігі анықталды [21]. Таева және әріптестері ет өнімдерінде стартерлік культураларды биотехнологиялық тұрғыда қолданудың тиімділігін көрсетіп, олардың нитраттарды қалпына келтіру және пробиотикалық белсенділігін сипаттады [22]. Сонымен бірге, Орынбеков пен әріптестері ферменттік препараттарды пайдалану арқылы ет құрылымын жұмсартудың тиімділігін көрсетсе [23], Рыспаева мен Байтукенова стартерлік мәдениеттерді пайдалану нәтижесінде шұжық өнімдерінің аминқышқылдық құрамы мен органолептикалық сапасының артқанын дәлелдеді [24, 25].

Осыған байланысты ешкі етін өңдеуде стартерлік мәдениеттерді табиғи антиоксиданттармен және өсімдік текті нитрат көздерімен үйлестіріп қолдану – өнімнің сақтау тұрақтылығын арттырудың, органолептикалық қасиеттерін жақсартудың және тұтынушылардың «таза жапсырма» (clean label) талаптарына жауап берудің ғылыми тұрғыдан негізделген жолы болып табылады [18, 19].

Осы зерттеудің мақсаты – ешкі етінен ферменттелген өнім өндіру технологиясын жетілдіру. Бұл үшін стартерлік мәдениеттер (*Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus carnosus*), табиғи антиоксидант ретінде розмарин және табиғи нитрат көзі ретінде қызылша ұнтағы қолданылды. Мұндай кешенді тәсіл ешкі етінің микробиологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етіп, тотығу процестерін баяулатуға, сақтау мерзімін ұзартуға және дайын өнімнің сенсорлық сапасын арттыруға бағытталған.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысаны ретінде ешкінің мойын-жауырын бөлігі алынды. Бұл бөлік жоғары ақуыз мөлшерімен және орташа майлылығымен ерекшеленеді. Ақуыздың жоғары концентрациясы бұл етті ферменттелген өнімдер өндірісі үшін

перспективалы етсе, тығыз бұлшықет талшықтары қосымша технологиялық өңдеуді қажет етті. Ет артық май мен дәнекер тіндерден тазартылып, массасы 400–460 г кесектерге бөлінді.

Экспериментте «Ем Колбаски» фирмасының (Италия) дайын стартерлік культурасы «Стартер Флора» қолданылды, оның құрамына *Lactobacillus sakei* және *Staphylococcus carnosus* штамдары енеді. Бұл микроорганизмдер ферментация барысында рН деңгейін төмендетіп, липолиз және протеолиз процестерін белсендендіріп, дәм мен хош иісті қалыптастырып, патогенді микрофлораның өсуін тежеу қабілетімен сипатталады [Laranjo et al., 2019; Talon & Leroy, 2017]. Қосымша ингредиенттер ретінде қызылша ұнтағы мен розмарин пайдаланылды. Қызылша ұнтағы зертханалық жағдайда дайындалып, шикізат жуылып, 50–55 °С температурада кептіргіш шкафта 12 сағат кептірілді, кейін ұнтақталды. Розмарин құрғақ ұнтақ түрінде қолданылды. Стартерлік мәдениеттер ферментация алдында табиғи субстраттарда инкубацияланды: екінші үлгіде – қызылша ұнтағы бар ортада, үшінші үлгіде – қызылша ұнтағы мен розмарин қосылған ортада. Инкубация су моншасында 37–40 °С температурада 1–1,5 сағат бойы жүргізіліп, стартерлік мәдениеттер белсенділігінің алғашқы белгілері пайда болғанға дейін жалғастырылды [Da Silva et al., 2024; Nguyen et al., 2024]. Бұл тәсіл LAB-тың табиғи нитраттарды нитритке биотрансформациялау қабілетін күшейтуге бағытталды.

Мясницкий тұзының құрамында 0,6 % натрий нитриті болғандықтан, ол синтетикалық консервант ретінде қарастырылды. Бұл қоспа дәстүрлі түрде ет өнімдерінде түс тұрақтандыру, тотығуды баяулату және *Clostridium botulinum* өсуін тежеу үшін қолданылады [Majou & Christieans, 2018; Flores & Toldrá, 2020]. Дегенмен, нитриттердің артық мөлшері адам ағзасында канцерогенді N-нитрозаминдердің түзілуіне әкелуі мүмкін [IARC, 2010]. Осыған байланысты зерттеуде синтетикалық нитрит мөлшерін шектеу және оны табиғи көздерден алынған нитраттармен алмастырудың тиімділігі қарастырылды.

Ингредиенттер үлгілерге қолмен енгізіліп, беткі қабат бойынша біркелкі таратылды. Дайындалғаннан кейін үлгілер +4 °С температурада 18 сағат бойы пісіп-жетілді. Ферментация 32 °С температурада 48 сағат жүргізіліп, аралық бақылау 24 сағатта жүзеге асырылды. Ферментациядан кейін №1 және №3

үлгілер вакуумдық қаптамада $+4^{\circ}\text{C}$ температурада 15 тәулік сақталды. №2 үлгі вакуумдық қаптамаға салынған жоқ, себебі қызылша ұнтағы ғана қосылған жағдайда айқын қышқыл иіс байқалды. Ал розмариннің қосылуы қышқылдықты жұмсартып, дайын өнімнің хош иісін жақсартатыны тәжірибе барысында дәлелденді.

Ферментациядан кейін әр үлгіден ет кесіліп алынып, ет тартқышта тартылды. Эксперимент барысында үлгілердің ылғал, ақуыз, май және тұздың массалық үлесі, яғни физика-химиялық көрсеткіштер Шәкәрім университетінің тағам технологиясы кафедрасы, профессор Әмірханов Қ.Ж. атындағы зертханада. *Инфраред ФТ-12 БИК* (Ресей) құрылғысында анықталды. Су белсенділігі *Water Activity Meter HD-6* (Қытай) құрылғысында өлшенді. рН деңгейі *pH-meter «pH-150M»* (Россия) аспабында анықталды.

Үлгілердің жалпы микрофлорасы мен *E. coli*-дің болуы классикалық егу әдісі арқылы анықталды. ГРМ-агар коректік ортасы нұсқаулыққа сәйкес дайындалып, автоклавта 121°C -та 15 минут зарарсыздандырылды, Петри табақшаларына құйылып, $45-50^{\circ}\text{C}$ температурада қолданылды. Зерттеу үшін 10 г еттен бастапқы

суспензия дайындалып, пептонды суда ондық сұйылтулар жасалды. Әр сұйылту көлемі 0,1 мл мөлшерде Петри табақшаларына себіліп, $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ температурада инкубацияланды.

Жалпы мезофильді аэробты және факультативті анаэробты микроорганизмдер (КМАФАнМ) 24–48 сағаттан кейін есептелді. Колония саны 25–250 аралығында болған табақшалар есепке алынды. Нәтижелер КОЕ/г және $\log$ КОЕ/г түрінде берілді. Барлық талдау МЕМСТ 10444.15–94 және МЕМСТ 10444.2–94 талаптарына сәйкес жүргізілді.

Органолептикалық бағалау бес балдық шкала бойынша дегустациялық комиссиямен жүргізілді. Сенсорлық көрсеткіштер түс, дәм, иіс және консистенцияны қамтыды, нәтижелері сенсорлық индекс (SI) арқылы есептелді. Бағалау әдістемесі МЕМСТ 9959–2015 «Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки» стандартына сәйкес жүргізілді. Текстуралық сипаттамалар СТ-2 құрылғысында (Brookfield, АҚШ) анықталды, бұл ретте максималды сығылу күші мен вариация коэффициенті тіркелді.

Зерттеу барысында үш үлгі дайындалды (Кесте 1).

Кесте 1. Зерттеу үлгілерін өңдеу ерекшеліктері

Үлгі №	Ет массасы	Стартерлік культура (<i>L. sakei</i> , <i>S. carnosus</i>)	Қосымша ингредиенттер (% массасына шаққанда)
1	450 г	0,7 %	Мясницкий тұзы – 3 %; Ас тұзы – 4 %; Розмарин – 0,5 %
2		0,7 %	Қызылша ұнтағы – 3 %; Ас тұзы – 4 %
3		0,7 %	Қызылша ұнтағы – 3 %; Розмарин – 0,5%; Ас тұзы – 4 %

Нәтижелер және оларды талқылау

Бастапқы физика-химиялық талдау нәтижелері ешкінің мойын-жауырын бөлігінде ақуыз – 19,88 %, ылғал – 67,73 %, май – 5,65 %, тұз – 1,17 %, рН – 5,7–6,0 және су белсенділігі – 0,489 деңгейінде болғанын көрсетті. Бұл деректер бастапқы шикізаттың жоғары тағамдық құндылығын дәлелдейді және ферментация процесінде жүретін өзгерістерді салыстыру үшін негіз ретінде алынды.

Ферментацияның 24 және 48 сағатында үлгілердің рН деңгейі, су белсенділігі (a_w) және физико-химиялық көрсеткіштердің бастапқы мәндермен салыстырғандағы өзгерістері тіркелді (2,3 кесте). рН динамикасы

бойынша ең айқын өзгеріс екінші үлгіде анықталды: бастапқы 6,0 деңгейінен 48 сағатта 5,3-ке дейін төмендеді, бұл сүтқышқылды бактериялардың белсенді метаболизміне дәлел болды. Үшінші үлгіде рН салыстырмалы тұрақты қалыпта 5,7 деңгейінде сақталса, бірінші үлгіде 24 сағатта уақытша 6,2-ге дейін көтеріліп, кейін 48 сағатта 5,9-ға дейін төмендеді. Су белсенділігі (a_w) динамикасы үлгілер арасында айтарлықтай айырмашылық көрсетті: бірінші үлгіде a_w 0,46-дан 0,45-ке дейін төмендеді, екінші үлгіде 0,48-ден 0,50-ге дейін сәл артты, ал үшінші үлгіде айқын өсім байқалып, 0,47-ден 0,65-ке дейін жетті. Мұндай жағдай өнімнің сақтау тұрақтылығына теріс әсер етуі мүмкін (Кесте 2).

Кесте 2. Ферментация процесіндегі рН және су белсенділігінің динамикасы

Үлгі №	рН			Aw		
	(бастапқы)	(24 сағ)	(48 сағ)	(бастапқы)	(24 сағ)	(48 сағ)
1	5,7	6,2	5,9	0,46	0,46	0,45
2	6,0	5,6	5,3	0,48	0,49	0,50
3	5,7	5,7	5,7	0,47	0,58	0,65

Ферментацияның 24 және 48 сағатынан кейінгі физика-химиялық көрсеткіштер үлгілер арасындағы, сондай-ақ бастапқыда ешкінің мойын-жауырын бөлігінде анықталған мәндермен салыстырғанда, айтарлықтай айырмашылықтарды көрсетті (Кесте 3). Бірінші үлгіде ақуыз деңгейі жоғары күйінде сақталып, тұз мөлшері жеткілікті деңгейде тұрақты болды, бұл өнімнің жақсы микробиологиялық тұрақтылығын және айқын дәмін қамтамасыз етті. Екінші үлгіде салыстырмалы түрде тұз

концентрациясының төмен болуымен қатар май үлесінің жоғарылауы тіркелді, бұл дәмді жұмсартқанымен, хош иістің қарқындылығын төмендетіп, сенсорлық сипатта-маларға әсер етті. Үшінші үлгіде 48 сағатта ақуыз мөлшерінің айтарлықтай артуы (22,43%-ға дейін) және май үлесінің төмендеуі (3,48%) байқалды. Бұл үлгіні төмен калориялы әрі жоғары тағамдық құндылығы бар диеталық өнім алу үшін болашағы зор нұсқа ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

Кесте 3. Ешкі етінің (мойын-жауырын бөлігі) бастапқы және 24, 48 сағаттық ферментациядан кейінгі физикалық-химиялық көрсеткіштері

Үлгі	Уақыт	Ақуыз (%)	Ылғал (%)	Май (%)	Тұз (%)
Ешкі еті	0 сағ	19,88	67,73	5,65	1,17
1	24 сағ	20,25	59,84	7,56	4,43
	48 сағ	20,15	57,48	11,27	4,72
2	24 сағ	18,06	64,60	10,57	2,94
	48 сағ	18,78	62,99	10,69	3,01
3	24 сағ	18,61	68,37	9,72	3,08
	48 сағ	22,43	67,06	3,48	2,60

Микробиологиялық талдау барысында дайындалған үлгілердің жалпы санитарлық жағдайы қанағаттанарлық деңгейде болды.

ГРМ-агарға егу әдісі арқылы алынған деректер үлгілердің микробиологиялық тұрақтылығы әртүрлі екенін көрсетті (Кесте 4).

Кесте 4. 48 сағаттық ферментациядан кейінгі үлгілердің микробиологиялық көрсеткіштері

Үлгі №	Жалпы микроорганизмдер саны, log КОЕ/г	<i>E. coli</i> анықталуы
1	5,9 ± 0,05	Анықталған жоқ
2	6,2 ± 0,04	Анықталған жоқ
3	6,5 ± 0,06	Анықталған жоқ

Сапа стандарттарына сәйкес (МЕМСТ 10444.15–94, МЕМСТ 10444.2–94), өнімнің санитарлық қауіпсіздігі үшін ішек таяқшасы тобының бактериялары (*coli-forms*) және *E. coli* анықталмауы тиіс. Біздің зерттеу нәтижелері бойынша барлық үлгілерде *E. coli* табылмады, бұл санитарлық-гигиеналық талаптардың сақталғанын дәлелдейді. Сонымен қатар, жалпы микрофлора деңгейінің айырмашылықтары ингредиенттердің құрамына және ферментация динамикасына байланысты екені анықталды.

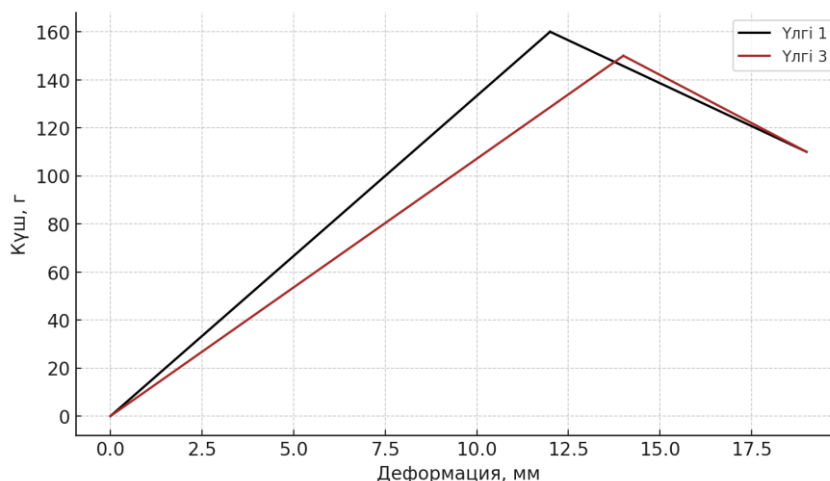
Органолептикалық бағалау нәтижелері үлгілердің сенсорлық қасиеттерінде айтарлықтай айырмашылық бар екенін көрсетті. Органолептикалық бағалау нәтижелері бойынша ең жоғары сенсорлық индекс (SI = 4,6) 3-үлгіде тіркелді, бұл оның айқын түсі мен қанық хош иісіне байланысты болды. Алайда бұл үлгінің текстуралық тұрақтылығы салыстырмалы түрде төмен болды. 1-үлгіде сенсорлық индекс SI = 4,4 деңгейінде болып, консистенциясы тығыз әрі біртекті болды, бұл оны технологиялық

тұрғыдан неғұрлым теңгерімді үлгіге айналдырды.

Сапалық сипаттамаларды талдағанда, 48 сағаттық ферментацидан кейін 1-үлгі жағымды иісімен ерекшеленсе, 2-үлгіде қышқыл иіс пен қышқылдау дәм сезілді. Ал 3-үлгіде айқын хош иіс байқалып, өнімнің органолептикалық тартымдылығын арттырды.

Текстуралық талдау нәтижелері үлгілердің сығылу кезіндегі механикалық қасиеттерін анық

көрсетті. 1-үлгіде максималды жүктеме 168 г деңгейінде тіркеліп, бұл оның құрылымының тығыз әрі механикалық тұрғыдан тұрақты екенін дәлелдейді. 3-үлгіде бұл көрсеткіш 153 г құрап, салыстырмалы түрде төмен нәтиже көрсетті. Орташа мән 160,5 г, ал вариация коэффициенті 4,7 % деңгейінде болды, бұл алынған деректердің жоғары сенімділігін растайды (Сурет 1).



Сурет 1. Текстуралық талдау нәтижелері

Графиктен көрініп тұрғандай, 1-үлгінің қисығы біртіндеп жоғары өрлеп, сығылуға қарсыласу қабілетінің жоғары екендігін байқатады. Ал 3-үлгінің сызығы салыстырмалы түрде төмен траектория көрсетіп, құрылымының жұмсақтығын және аздап серпімді екенін білдіреді. Бұл деректер органолептикалық талдау нәтижелерімен де сәйкес келеді: 1-үлгі тығыз әрі біртекті консистенцияға ие болса, 3-үлгіде шырындылығы жоғары болғанымен, құрылымдық беріктігі төмендеу.

Үлгілерді кешенді бағалау нәтижесінде органолептикалық, физика-химиялық және микробиологиялық көрсеткіштердің жиынтығы бойынша ең оңтайлысы 1-үлгі екені анықталды. Ол жоғары сапаны, төмен су белсенділігін, тұрақты рН деңгейін және жақсы қауіпсіздік

көрсеткіштерін үйлестірді. 3-үлгі органолептикалық тұрғыдан қызығушылық тудырғанымен, оның тұрақтылығын арттыру үшін су белсенділігін төмендету қажет болды.

Ферментацияның 48 сағатынан кейін 1 және 3-үлгілер вакуумдық қаптамаға салынып, +4 °C температурада 15 тәулік сақталды. 2-үлгі вакуумдалған жоқ, себебі тек қызылша ұнтағы қолданылған жағдайда айқын қышқыл иіс пайда болды. Сақтау нәтижесінде 1-үлгі тығыз құрылымын және жағымды иісін сақтап қалды, оның көрсеткіштері: $a_w = 0,53$, $pH = 6,1$ болды. 3-үлгіде керісінше ылғалдырақ консистенция байқалды ($a_w = 0,61$), $pH = 5,4$, түсі қанығырақ болғанымен, сақтау кезінде тұрақтылығы төмендеді (Кесте 5).

Кесте 5. Вакуумдық сақтауда 15 тәуліктен кейінгі көрсеткіштер

Көрсеткіштер	Үлгі 1	Үлгі 3
Ақуыз, %	23,13	17,45
Ылғал, %	59,13	57,49
Май, %	7,42	17,36
Тұз, %	4,66	3,30
a_w	0,53	0,61
pH	6,1	5,4

Осылайша, зерттеу нәтижелері стартерлік культуралардың комбинациясы, мясницкий тұзы және розмариннің бірге қолданылуы ешкі етінен алынған ферменттелген өнімнің сапасын оңтайлы деңгейде қамтамасыз ететінін көрсетті. Ал мясницкий тұзын қызылша ұнтағымен алмастыру су белсенділігін тұрақтандыру және сақтау мерзімін ұзарту үшін технологиялық режимді қосымша оңтайландыруды талап етеді.

Қорытынды

1 және 3 үлгілерді салыстырмалы талдау ешкі етінің (мойын-жауырын бөлігі) ферменттелген деликатесінің сапасына әртүрлі ингредиенттердің ықпалын бағалауға мүмкіндік берді. Мясницкий тұзы қолданылған 1-үлгі тұрақты рН (6,1) мәнімен, төмен су белсенділігімен (0,53), түс тұрақтылығымен және тығыз құрылымымен ерекшеленді. Оның органолептикалық сипаттамаларына құрғақ консистенция, жағымды иіс және тұрақты сыртқы түр жатты. Текстуromетриялық талдау нәтижесінде қысу кезіндегі максималды жүктеме 168 г болды, бұл үлгінің құрылымдық тығыздығын дәлелдеді. Вариация коэффициенті 4,7 % құрап, алынған деректердің қайталанымдылығын растады.

3-үлгіде табиғи ингредиенттер — қызылша ұнтағы мен розмарин стартерлік мәдениеттермен (*Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus carnosus*) бірге қолданылды. Бұл үлгіде су белсенділігінің оңтайлы деңгейі (0,61), рН 5,4, қанық қызыл түс және шырындырақ консистенция байқалды. Қаттылығы төмен болғанымен (максималды жүктеме 153 г), құрылымы біртекті, ал дәмі мен хош иісі айқын әрі тартымды болды. Бұл органолептикалық көрсеткіштердің жақсарғанын, бірақ текстуралық тығыздықтың сәл төмендегенін көрсетті. Өнімнің визуалды және сенсорлық қасиеттері дегустациялық комиссия тарапынан оң қабылданды.

Осылайша, табиғи ингредиенттер — қызылша ұнтағы мен розмарин сығындысы, сүтқышқылды бактериялармен бірге қолданылған жағдайда, өнімнің тұтынушылық қасиеттерін жақсартты. Алайда микробиологиялық қауіпсіздік және текстуралық тұрақтылық тұрғысынан мясницкий тұзы қосылған өнім анағұрлым сенімді болып қала береді.

Табиғилық, дәм және өнім қауіпсіздігі арасындағы тепе-теңдікке қол жеткізу үшін келесі кезеңде қызылша ұнтағының оңтайлы пропорцияларын (2%, 3%, 5%) анықтау ұсынылады, бұл оның консерванттық

қасиеттерін күшейтуге және сақтау тұрақтылығын арттыруға мүмкіндік береді.

Жалпы алғанда, қызылша ұнтағы, розмарин және *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus carnosus* негізіндегі стартерлік мәдениеттерді қолдану ешкі етінен алынатын ферменттелген деликатестің жаңа технологиясын жасауға жол ашады. Бұл технология қазіргі тұтынушылардың табиғилыққа, функционалдылыққа және жоғары органолептикалық сапаға деген сұраныстарына толық сәйкес келеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Bošković M, Šojić B, Petrović L, et al. The role of lactic acid bacteria in meat fermentation. *Food Technol Biotechnol*. 2017;55(4):518–530.
2. Laranjo M, Potes ME, Elias M. Role of starter cultures on the safety of fermented meat products. *Front Microbiol*. 2019;10:853.
3. Domínguez R, et al. Effect of storage time on physicochemical and sensory properties of cooked meat. *Foods*. 2019;8(11):495.
4. Gagaoua M, et al. Advances in meat preservation using emerging technologies. *Meat Sci*. 2021;181:108607.
5. Gagaoua M, et al. Innovative approaches to prolong meat shelf life. *Trends Food Sci Technol*. 2022;119:240–252.
6. Lamri M, et al. Modified atmosphere packaging and storage of meat products: A review. *Food Packag Shelf Life*. 2021;29:100721.
7. Ren X, et al. High pressure treatment for meat preservation: A review. *J Food Sci Technol*. 2021;58(2):389–397.
8. Majou D, Christeians S. Mechanisms of action of nitrite in curing of meat products. *Meat Sci*. 2018;145:273–284.
9. Flores M, Toldrá F. Chemistry, safety, and regulatory considerations of nitrites and nitrates in meat products. *Meat Sci*. 2020;163:108085.
10. Aro A, Nyam-Osor P, Tsuji K, et al. The role of LAB starter cultures on the quality and safety of fermented meat products. *Food Sci Technol Res*. 2010;16(3):233–238.
11. IARC. Ingested Nitrate and Nitrite, and Cyanobacterial Peptide Toxins. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lyon: WHO; 2010.
12. Pisoschi AM, Pop A, Georgescu C, et al. An overview of natural antimicrobials' role in food. *Eur J Med Chem*. 2018;143:922–935.
13. López C, Saraiva JA, Aubourg SP, et al. Application of non-thermal atmospheric plasma for meat preservation: A review. *Meat Sci*. 2019;147:108–120.
14. Da Silva DC, et al. Natural nitrate sources in meat fermentation: Functional role and consumer perception. *Food Chem*. 2024;426:137155.

15. Nguyen MH, et al. Application of beetroot in meat fermentation as a natural nitrate and antioxidant source. *J Food Sci Technol.* 2024;61(3):1452–1462.
16. Talon R, Leroy S. Diversity and safety hazards of bacteria involved in meat fermentations. *Meat Sci.* 2017;137:275–279.
17. Silva CC, Silva SP, Ribeiro SC. Application of bacteriocins and protective cultures in dairy food preservation. *Front Microbiol.* 2018;9:594.
18. Egan M, Doran G, Ross RP, Hill C. A review: bacterial stress response during food fermentation. *Int J Food Microbiol.* 2016;220:17–25.
19. Gálvez A, Abriouel H, López RL, Omar NB. Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. *Int J Food Microbiol.* 2007;120(1-2):51–70.
20. Ахметова В.Ш., Машанова Н.С. Совершенствование технологии мясного продукта на основе козьего мяса с растительными компонентами. //Вестник С. Сейфуллин атындағы ҚАТУ. 2021;2:45–52.
21. Kazhybayeva G, Agibayeva A, Kuderinova N, Zhumanova G, Bakirova L. Development of technology and assessment of nutritional value of a delicacy goat meat product. *Int J Innov Technol Explor Eng.* 2019;8(5):239–242.
22. Таева А.М., Орынбеков Д.Р., Жуманова Г.Т., Асенова Б.К. Функциональные стартовые культуры для мяса: исследование технологической и пробиотической характеристики. //Вестник Алматинского технологического университета. 2024;3:129–135.
23. Орынбеков Д.Р., Жуманова Г.Т., Асенова Б.К. Биотехнологические методы повышения качества мясного сырья с использованием ферментных препаратов. //Вестник Шәкәрім университеті. 2020;2:112–118.
24. Рыспаева У.А., Байтуkenова Б.Т. Применение заквасочных культур в технологии мясных изделий. // Вестник АТУ. 2022;1:75–82.
25. Байтуkenова Б.Т., Рыспаева У.А., Орынбеков Д.Р. Использование пропионкислых бактерий в технологии колбасных изделий. // Вестник АТУ. 2022;2:66–72.
26. Узаков Я.М., Калдарбекова М.А., Акилова Ф.Е. Повышение качества национального мясного продукта нового поколения. //Вестник Алматинского технологического университета. 2019;4:61–65.
27. Talon R, Leroy S. Diversity and safety hazards of bacteria involved in meat fermentations. *Meat Sci.* 2017;137:275–279.
28. Da Silva DC, et al. Natural nitrate sources in meat fermentation: Functional role and consumer perception. *Food Chem.* 2024;426:137155.
29. Nguyen MH, et al. Application of beetroot in meat fermentation as a natural nitrate and antioxidant source. *J Food Sci Technol.* 2024;61(3):1452–1462.
30. Majou D, Christeians S. Mechanisms of action of nitrite in curing of meat products. *Meat Sci.* 2018;145:273–284.
31. Flores M, Toldrá F. Chemistry, safety, and regulatory considerations of nitrites and nitrates in meat products. *Meat Sci.* 2020;163:108085.

REFERENCES

1. Bošković M, Šojić B, Petrović L, et al. The role of lactic acid bacteria in meat fermentation. *Food Technol Biotechnol.* 2017;55(4):518–530.
2. Laranjo M, Potes ME, Elias M. Role of starter cultures on the safety of fermented meat products. *Front Microbiol.* 2019;10:853.
3. Domínguez R, et al. Effect of storage time on physicochemical and sensory properties of cooked meat. *Foods.* 2019;8(11):495.
4. Gagaoua M, et al. Advances in meat preservation using emerging technologies. *Meat Sci.* 2021;181:108607.
5. Gagaoua M, et al. Innovative approaches to prolong meat shelf life. *Trends Food Sci Technol.* 2022;119:240–252.
6. Lamri M, et al. Modified atmosphere packaging and storage of meat products: A review. *Food Packag Shelf Life.* 2021;29:100721.
7. Ren X, et al. High pressure treatment for meat preservation: A review. *J Food Sci Technol.* 2021;58(2):389–397.
8. Majou D, Christeians S. Mechanisms of action of nitrite in curing of meat products. *Meat Sci.* 2018;145:273–284.
9. Flores M, Toldrá F. Chemistry, safety, and regulatory considerations of nitrites and nitrates in meat products. *Meat Sci.* 2020;163:108085.
10. Aro A, Nyam-Osor P, Tsuji K, et al. The role of LAB starter cultures on the quality and safety of fermented meat products. *Food Sci Technol Res.* 2010;16(3):233–238.
11. IARC. Ingested Nitrate and Nitrite, and Cyanobacterial Peptide Toxins. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lyon: WHO; 2010.
12. Pisoschi AM, Pop A, Georgescu C, et al. An overview of natural antimicrobials' role in food. *Eur J Med Chem.* 2018;143:922–935.
13. López C, Saraiva JA, Aubourg SP, et al. Application of non-thermal atmospheric plasma for meat preservation: A review. *Meat Sci.* 2019;147:108–120.
14. Da Silva DC, et al. Natural nitrate sources in meat fermentation: Functional role and consumer perception. *Food Chem.* 2024;426:137155.
15. Nguyen MH, et al. Application of beetroot in meat fermentation as a natural nitrate and antioxidant source. *J Food Sci Technol.* 2024;61(3):1452–1462.
16. Talon R, Leroy S. Diversity and safety hazards of bacteria involved in meat fermentations. *Meat Sci.* 2017;137:275–279.

17. Silva CC, Silva SP, Ribeiro SC. Application of bacteriocins and protective cultures in dairy food preservation. *Front Microbiol.* 2018;9:594.
18. Egan M, Doran G, Ross RP, Hill C. A review: bacterial stress response during food fermentation. *Int J Food Microbiol.* 2016;220:17–25.
19. Gálvez A, Abriouel H, López RL, Omar NB. Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. *Int J Food Microbiol.* 2007;120(1-2):51–70.
20. Akhmetova V.Sh., Mashanova N.S. Sovershenstvovanie tekhnologii myasnogo produkta na osnove kozego myasa s rastitelnymi komponentami [Improvement of technology of goat meat product with plant components]. *Vestnik S. Seifullin ATU.* 2021;2:45–52. (In Russian)
21. Kazhybayeva G, Agibayeva A, Kuderinova N, Zhumanova G, Bakirova L. Development of technology and assessment of nutritional value of a delicacy goat meat product. *Int J Innov Technol Explor Eng.* 2019;8(5):239–242.
22. Taeva A.M., Orynbeckov D.R., Zhumanova G.T., Asenova B.K. Funktsionalnye startovye kultury dlya myasa: issledovanie tekhnologicheskoi i probioticheskoi kharakteristiki [Functional starter cultures for meat: study of technological and probiotic characteristics]. *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta.* 2024;3:129–135. (In Russian)
23. Orynbeckov D.R., Zhumanova G.T., Asenova B.K. Biotekhnologicheskie metody povysheniya kachestva myasnogo syrya s ispolzovaniem fermentnykh preparatov [Biotechnological methods of improving the quality of meat raw materials using enzyme preparations]. *Vestnik Shakarim universiteta.* 2020;2:112–118. (In Russian)
24. Ryspaeva U.A., Baitu kenova B.T. Primenenie zakvasochnykh kultur v tekhnologii myasnykh izdelii [Application of starter cultures in the technology of meat products]. *Vestnik ATU.* 2022;1:75–82. (In Russian)
25. Baitu kenova B.T., Ryspaeva U.A., Orynbeckov D.R. Ispolzovanie propionkislykh bakterii v tekhnologii kolbasnykh izdelii [Use of propionic acid bacteria in sausage technology]. *Vestnik ATU.* 2022;2:66–72. (In Russian)
26. Uzakov Ya.M., Kaldarbekova M.A., Akilova F.E. Povyshenie kachestva natsionalnogo myasnogo produkta novogo pokoleniya [Improving the quality of the new generation national meat product]. *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta.* 2019;4:61–65. (In Russian)
27. Talon R, Leroy S. Diversity and safety hazards of bacteria involved in meat fermentations. *Meat Sci.* 2017;137:275–279.
28. Da Silva DC, et al. Natural nitrate sources in meat fermentation: Functional role and consumer perception. *Food Chem.* 2024;426:137155.
29. Nguyen MH, et al. Application of beetroot in meat fermentation as a natural nitrate and antioxidant source. *J Food Sci Technol.* 2024;61(3):1452–1462.
30. Majou D, Christieans S. Mechanisms of action of nitrite in curing of meat products. *Meat Sci.* 2018;145:273–284.
31. Flores M, Toldrá F. Chemistry, safety, and regulatory considerations of nitrites and nitrates in meat products. *Meat Sci.* 2020;163:108085.