ҒТАМР 65.63.33

**АҚ ҚАЙЫҢ ҚАБЫҒЫНАН ТРИТЕРПЕНОИДТАРДЫ БӨЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ**

**1С.А. Карденов[ircid icon](https://orcid.org/0000-0001-6198-1189)🖂, 2С.Б. Байтукенова[ircid icon](https://orcid.org/0000-0001-8200-4280), 1Ш.Б. Байтукенова[ircid icon](https://orcid.org/0000-0003-0200-8455), 1Э.Ч. Базылханова[ircid icon](https://orcid.org/0000-0002-7854-1523),**

**1Ж.С. Ажгереева[ircid icon](https://orcid.org/0000-0002-9004-2903)**

*1С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан,*

*2Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан*

**🖂**Корреспондент-автор: [Askerbekovsk@mail.ru](mailto:Askerbekovsk@mail.ru)

Өсімдік тектес заттар тағамдық қоспалар мен медицина саласында дәрі-дәрмектер ретінде кеңінен қолданылады. Ақ қайың қабығының химиялық құраммы, тритерпеноидтарды бөліп алу әдістері және олардың биологиялық белсенділігі бойынша зерттеулер жасалы. Қайың қабығынан тритерпеноидтарды бөліп алудың тиімді әдісі ұсынылды. Тритерпеноидтарды ультрадыбыстық белсендіру және экстракциялау басқа әдістермен салыстырғанда, экологиялық таза және тиімді әдіс болып табылды.

Отандық шикізаттың орасан зор қоры, қайың қабығынан алынған биологиялық белсенді заттардың зерттеу бойынша жүйелі жұмыстары аз болғандықтан экстрактивті заттар кешенінің қасиеттерін, олардың физика-химиялық сипаттамаларын зерттеуді жалғастыруға көп мүмкіндік береді. Тритерпеноидтар ағзаға ір түрлі пайдалы қасиеттері бар биологиялық белсенді органикалық қосылыстар. Тағамға биологиялық белсенді тритерпеноидтарды қосу өнімнің сапасын жақсартады, өнімдердің қышқылдылығын төмендетіп, олардың сақтау мерзімін ұзартады.

Қайың қабығынан алынған тритерпеноидтар сүтқышқылды өнімдердің сапасы мен пайдалы қасиеттерін жақсарта алатын функционалды ингредиент ретінде сүтқышқылды өнімдер өндірушілердің назарын аударуда. Алынған нәтижелерді қортындылай келе, қайың қабығынан бөлінген тритерпеноиды бар экстрактіге физика-химиялық талдау жасалды (сығындының балқу температурасы еру температурасы сығынды құрамындағы дәрумендер таниндер құрғақ заттар анықталды). Сығындының тазалығы құрамы ИҚ және УФ спектроскопиясы арқылы анықталды. Сығындының микробиолгиялық талдау жасалып, оның Staphylococcus aureus Bacillus subtilis Escherichia coli Pseudomonas aeruginosa Candida albicans Lactobacillus plantarum микроорганизімдеріне қарсы антимикробтық белсенділігі және олардың бактериялардың, вирустардың және саңырауқұлақтардың өсуін жоятыны немесе тоқтататаны анықталды.

**Түйін сөздер:** тритерпеноид, бетулин, мацерация, сүтқышқылды өнімдер, айран, қымыз.

**ТЕХНОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ТРИТЕРПЕНОИДОВ ИЗ БЕЛОЙ БЕРЕЗЫ**

**1С.А. Карденов, 2С.Б. Байтукенова, 1Ш.Б. Байтукенова, 1Э.Ч. Базылханова, 1Ж.С. Ажгереева**

*1НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина» Астана, Казахстан,*

*2АО «Казахский университет технологии и бизнеса им. К. Кулажанова» Астана, Казахстан,*

e-mail:[Askerbekovsk@mail.ru](mailto:Askerbekovsk@mail.ru)

Растительные вещества широко используются в качестве пищевых добавок и лекарственных средств в медицине. Проведены исследования химического состава коры белой березы, методов выделения тритерпеноидов и их биологической активности. Предложен эффективный метод выделения тритерпеноидов из коры березы. Установлено, что ультразвуковая активация и экстракция тритерпеноидов является экологически чистым и эффективным методом по сравнению с другими методами.

Огромные запасы отечественного сырья в сочетании с отсутствием системных работ по изучению биологически активных веществ, извлекаемых из березы, предоставляют широкие возможности для дальнейшего изучения свойств комплекса экстрактивных веществ и их физико-химических характеристик. Тритерпеноиды — биологически активные органические соединения, обладающие разнообразными полезными свойствами для организма. Добавление в пищевые продукты биологически активных тритерпеноидов улучшает качество продукции, снижает кислотность продуктов и увеличивает сроки их хранения. Тритерпеноиды из березы привлекают внимание производителей кисломолочных продуктов как функциональный ингредиент, способный улучшить качество и полезные свойства кисломолочных продуктов.

Обобщая полученные результаты, был проведен физико-химический анализ экстракта, содержащего тритерпеноиды, выделенные из коры березы (определены температура плавления экстракта, температура растворения, содержание витаминов, дубильных веществ и сухих веществ в экстракте). Чистоту экстракта определяли методами ИК- и УФ-спектроскопии. Микробиологический анализ экстракта показал, что он обладает антимикробной активностью в отношении микроорганизмов Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Candida albicans и Lactobacillus plantarum, а также убивает или подавляет рост бактерий, вирусов и грибков.

**Ключевые слова:** тритерпеноид, бетулин, мацерация, кисломолочные продукты, кефир, кумыс.

**USE OF TRITERPENOIDS FROM WHITE BIRCH IN FERMENTED MILK PRODUCTS**

**1S.A. Kardenov, 2S.B. Baitukenova, 1Sh.B. Baitukenova, 1E.Ch. Bazylkhanova, 1Zh.S. Azhgereeva**

*1«Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin», Astana, Kazakhstan,*

*2«Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov», Astana Kazakhstan,*

e-mail: [Askerbekovsk@mail.ru](mailto:Askerbekovsk@mail.ru)

Plant substances are widely used as food additives and medicines in medicine. Studies have been conducted on the chemical composition of white birch bark, methods for isolating triterpenoids and their biological activity. An effective method for isolating triterpenoids from birch bark is proposed. It is established that ultrasonic activation and extraction of triterpenoids is an environmentally friendly and effective method compared to other methods.

Huge reserves of domestic raw materials, combined with the lack of systematic work on the study of biologically active substances extracted from birch, provide ample opportunities for further study of the properties of the complex of extractive substances and their physicochemical characteristics. Triterpenoids are biologically active organic compounds that have a variety of beneficial properties for the body. Birch triterpenoids are attracting the attention of dairy producers as a functional ingredient capable of improving the quality and beneficial properties of fermented milk products.

Summarizing the obtained results, a physicochemical analysis of the extract containing triterpenoids isolated from birch bark was carried out (the melting point of the extract, the dissolution temperature, the content of vitamins, tannins and dry substances in the extract were determined). The purity of the extract was determined by IR and UV spectroscopy. Microbiological analysis of the extract showed that it has antimicrobial activity against the microorganisms Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Candida albicans and Lactobacillus plantarum, and also kills or inhibits the growth of bacteria, viruses and fungi.

**Keywords:** Triterpenoid, betulin, maceration, fermented milk products, kefir, kumiss.

**Кіріспе.** Қазіргі таңда амдамдардың денсаулығын сақтау және нығайту кез-келген өркениетті елдердің маңызды міндеті болып табылады. Елімізде соңғы жылдарда тамақ өндірісі саласында халықты пайдалы тағаммен қамтамсыз ету мақсатында функциональды ингредиенттермен байытылған жаңа өнімдерді дайындау қарқынды дамуда.Өнімдердің тағамдық құндылығы – ағзаның қоректік заттармен қанағаттандырылуы олардың энергетикалық құндылығымен, дәмдік қасиеттерімен және құрамымен айқындалатын дәрежесі болып табылады.

Осыған байланысты соңғы жылдары өсімдік шикізатынан биологиялық белсенді тағамды қоспаларды дайындау мен зерттеу жұмыстары ғалымдар арасында үлкен қызығушылық тудыруда.Солардың бірі ақ қайың қабығының құрамында кездесетін белсенді заттар.

Ғылыми зерттеу жұмысыың өзектілігі: Қайың қабығынан тритерпеноидтарды бөлу технологиясын жетілдіру және оларды биологиялық белсенді компоненттер мен функционалды ингредиенттер ретінде пайдалануды ұсыну.

Ғылыми зерттеу жұмысының жаңалығы: Заманауи технологияларды қолдана отырып, ақ қайың қабығынан тритерпеноидтарды бөліп алудың оңтайлы параметрлерін құрастыру.

Ғылыми зерттеу жұмысының міндеттері:

- заманауи технологияларды пайдалана отырып, қайың қабығынан тритерпеноидтарды бөліп алу әдістерін жасау;

- тритерпеноидтарды сандық анықтау үшін заманауи аналитикалық әдістерді (ЖҚХ, ИҚ спектрофотометр) қолдану арқылы ақ қайың қабығына фитохимиялық зерттеу жүргізу;

- тритерпеноидтардың биологиялық белсенділігін зерттеу;

- тритерпеноидтардың антимикробтық белсенділігін зерттеу;

- тритерпеноидтардың антиоксидантық белсенділігін зерттеу;

- тритерпеноидтардың тағамның функционалдық қасиеттеріне әсерін зерттеу;

- қайыңнан тритерпеноидтарды бөліп алу мақсатында ультрадыбысты активацияның оңтайлы параметрлерін әзірлеу [1].

**Материалдар мен әдістер.** Өсімдік тектес шикізаттардың құрамында кездесетін антиоксиданттар майлы сүт өнімдерінің тотығу бұзылу процестерін басуға қабілетті. Табиғи антиоксиданттар табиғи метаболикалық агенттер ретінде дененің химиялық гомеостазын бұзбайды және иммундық жүйенің реакциясын тудырмайды. Дегенмен кейбір табиғи антиоксиданттарды қолдануда белгілі бір қиындықтар бар.

Олардың ерекшелігі – сығындылар өсімдіктің өзіне тән дәмі мен иіс қасиеттерін сақтайды, бұл дайын өнімнің органолептикалық көрсеткіштеріне теріс әсер етуі мүмкін. Осыған орай бүгінгі таңда оңтайлы антиоксиданттарды іздеу сүт өнеркәсібі үшін өзекті мәселе. Перспективалы табиғи антиоксиданттардың бірі - бетулин. Химиялық жағынан бұл лупан сериясының пентациклді тритерпенді спирті. Ол өнімдердің тотығуға төзімділігін арттырады, бір мезгілде ең күшті табиғи консервант, эмульгатор, антисептикалық және биостимулятор болып табылады [2].

Негізгі зерттеу нысаны реттінде ақ қайың қабығы алынды. Зерттеуде Қостанай өлкесінде өсетін Betula Pendula жаңа кесілген қайың қабығы пайдаланылды. Қайың қабығының ылғалдылығы 3,05%, Қайыңның қабығы қабынуға, вирусқа, бактерияға қарсы және адам денсаулығына басқа да пайдалы қасиеттері бар бетулин және оның туындылары сияқты тритерпеноидтардың құнды көзі болып табылады.

**Нәтижелер және талқылау.** Қайың әр түрлі салалар үшін бағалы шикізат болып табылады және оның барлық бөлшкетері – бұтақтары, бүршіктері, жапырақтары, қайың қабығы, шырындары әсіресе сыртқы қабығы кеңінен пайдаланылады [3].

Эксперименттік зерттеулер бетулин сүт ортасының ашытуын өзгертпейтінін, сүтте кездесетін аминқышқылдарымен әрекеттеспейтінін және жақсы тұрақтандырғыш бола отырып, сүт пен сүтқышқылды өнімдердің қауіпсіздігіне әсер ететін аминқышқылдарының тұрақтандырғыш қасиеттерін күшейтетінін көрсетті. Соңғысы термиялық өңдеуге ұшыраған сүт пен сүтқышқылды өнімдердің сақтау мерзімін ұзарту үшін де маңызды, өйткені сүт өнімдеріндегі сүт пен сүт фракциясының бөлінуіне әкелетін процестерге әсер ететін аминқышқылдарының тұрақтандырғыш қасиеттерінің төмендеуі олардың сақтау мерзімін қысқартады. Сүт өңдеу зауыттарында сүтті және сүт өнімдерін өңдеудің технологиялықпроцесінде бетулинді қолдану гомогенизация процесінің ұзақтығын қысқартуға мүмкіндік береді, осылайша нативті ксантиноксидазаның сүттің сулы фазасына түсу ықтималдығын азайтады. Бетулин иіссіз, сондықтан сүттің органолептикалық қасиеттерін өзгертпейді, оның өзіне тән иммуномодуляциялық, гастро және гепатопротекторлық қасиеттеріне байланысты оның тағамдық құндылығын арттырады. Қайың қабығы сығындысының сүт қышқылы микроорганизмдерінің дамуына әсері зерттелді [4].

Қайың ағаштарының кең таралғандығына байланысты бұл ағаштың қабығы өнеркәсіптік масштабта тритерпеноидтарды алу үшін қолжетімді шикізат болып табылады. Сонымен қатар, қайың қабығын пайдалану қоршаған ортаға зиян тигізбейді, өйткені оны өңдеу улы химиялық заттарды қолдануды қажететпейді. Көптеген зерттеулер қайың қабығынан алынған тритерпеноидтардың тиімділігі мен қауіпсіздігін растайды, бұл оны дәрілік заттар мен тағамдық қоспаларды өндіру үшін құнды шикізат етеді.

Зерттеуде келесі негізгі аналитикалық жабдықтар пайдаланылды:Тазартылған және кептірілген қайын қабығын ұнтақтау мақсатында зертханалық ұсақтағыш dr. Корнер, II модельі қолданылды.

Қайың қабығын активтендіру үшін Ningbo Lawson Smarttech компаниясы шығарған маркасы DH-3000F-370.Ультрадыбыстыдиспергатор қолданылды. Құрылғының корпусы тот баспайтын болаттан жасалған, бұл оның беріктігін және коррозияға төзімділігін қамтамасыз етеді. Құрылғының ішкі бөлігі ультрадыбыстық түрлендіргіш циркуляциялық сорғы мен өңдеу контейнерінен тұрады. DH-3000F-370 ультрадыбыстық толқындар әсерінен пайда болатын кавитация принципі бойынша жұмыс істейді [5].

Қайың қабығын экстракциялап тритерпеноидтарды бөліп алу мақсатында Сокслет аппараты қолданылды. Сокслет экстракторы үздіксіз еріткіш экстракция процесін пайдалана отырып, қатты шикізаттан нақты қосылыстарды бөліп алу үшін пайдаланылатын негізгі құрал болып табылады. Экстрактор штативтен, конденсатордан және колба мен құмды моншадан тұрады. Экстрагент іретінде келесі еріткіш спирттер пайдаланылды: этанол, ацетон, хлораформ метанол. Қабықтан бөлінген экстрактіні тазалап тек тритерпеноидтарды бөліп алу үшін бағанлы хроматография мен ЖҚХ әдісі қолданылды. Тритерпеноидтарды жұқа қабат хроматографиясы (ЖҚХ/ТСХ) арқылы сәйкестендіру үшін, PTSKH-AF-A алюминий субстратында Sorbfil маркалы пластиналарды қолдандық. Элюция жүйесі іретінде гексан қолданылды [6].

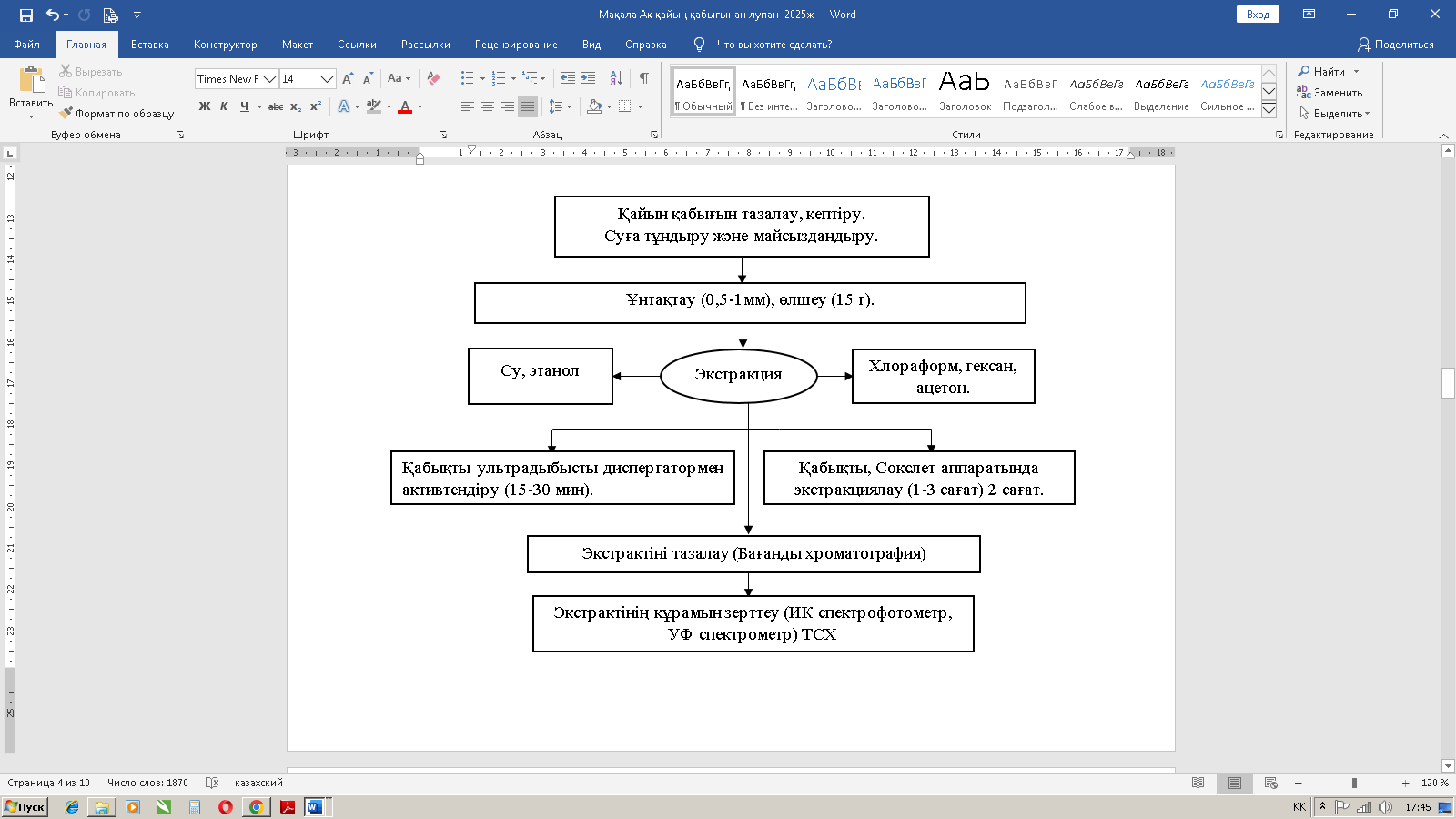
Ультрадыбыстық белсендендіруді пайдаланып, эксперименттер жасау әдісі оңтайландырылды. Ультрадыбыстық қуаты, өңдеу уақыты және экстракция температурасының параметрлері өзгертілді. Тритерпеноидтерді алу тиімділігі ең жоғары 150 Вт қуатта, 30 минут ультрадыбыстық өңдеу уақыты және 50 0С температурада жетті. Осы жағдайда шығым классикалық әдістермен салыстырғанда 35% дейін артты.

Тиртерпеноидты сандық талдау үшін жоғары тиімділікті сұйықты хроматография ултокүлгін детокторы қолданылды. Ультродыбыстық экстракция мақсатты қосылыстардың жоғары концентрациясын қамтамасыз етті: бетулинның мөлшері құрғақ шикізаттың 1 грамында 12,5 мг-ға жетті.

ИҚ-спектрофтометр сығындыларға тән тритерпеноидты функционалды топтардың болуын нақтылады.

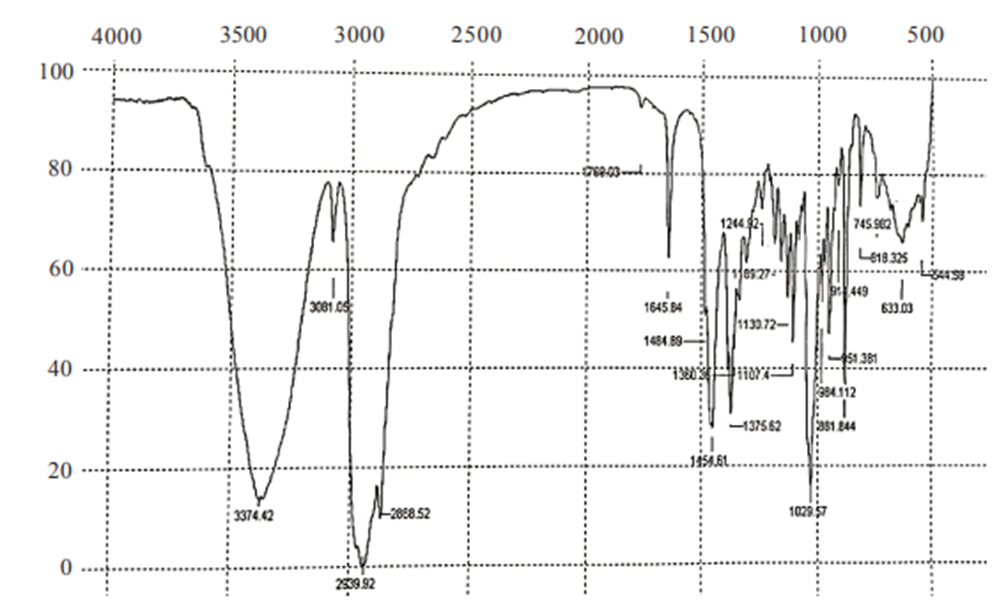
Оңтайлы ультрадыбыстық белсендіру параметрлерін пайдалану арқылы алынған сығындылар маңызды биологиялық белсенділікті көрсетті. Олар тритерпеноидтардыңжоғары концентрациясына жататын DPPH талдауларында айқын антиоксиданттық әсер көрсетті.

Зерттеудің негізгі нысаны тритерпеноидтар зертханада алынғандықтан қосылыстарды бөліп алу барысында қателіктер кетеді. Осы себепті тритерпеноидтардың химиялық құрылымынның дәлдігін анықтау үшін WTW компаниясышығарған, маркасы PhotoLab 7100 спектрометрі қолданылды. Тритерпеноидты қаңқалардың бірнеше түрі ИҚ спетрометр арқылы анықталды. Қайың қабығынан тритерпеноидтарды бөліп алудың технологиясы 1-суретке сәйкес келеді.



**1- сурет.**  **Қайынның қабығынан тритерпеноидтарды бөліп алудың технологиялық сұлбасы**

Алынған сығындының тазалығын тәжірибенің дәлдігін тексеру және әр тритерпеноидтың сығындыдағы мөлшерін анықтау үшін спектрофотометрия әдісі қолданылды.



**2- сурет. Бетулин мен оның қосылыстарының спектрі**

Қайың сығындысының құрамында гидроксил және α, β қаныққан карбонилді қосылыстағы топтардан тұратын тритерпоноид бар екендігі анықталды. 3200-3500 см (-1) аймағындағы кең жолақ гидросикл топтарындағы О-Н баланыстарының созылу тербелістердің жұтылуына сәйкес келеді. Ол бетулин молекуласында бірнеше гидропкил топтарының болатынын көрсетеді. 1680-1690 см (-1) аймағындағы жолақ α, β қанықпаған карбонилді қосылыстағы С=О байланысының созылу тербелістерінің жұтылуына сәйкес келеді. Ол дегеніміз қайың сығындысындағы бетулинді құрайтын α, β қанықпаған кетондарға тән екені анықталды. Қайың сығындысының құрамындағы функционалдық топтар 1-кестеде көрсетілген.

**1-кесте. Спектр негізіндегі қайың сығындысының құрамындағы функционалды топтар**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Тритерпеноид атауы** | **Тритерпеноидтарға сәйкес шыңдар (пик) (см^(-1))** | **Интерпертация** |
| 1 | Бетулин | 17,6903 | α, β қанқықпаған карбонилді қосылыстағы карбонил тобының созылу тербелісі. |
| 2 | Бетанол | 16,4584 | α, β қанықпаған қосылыстардағы тербелісі С=C қас байланыстың созылу тербелістері. |
| 3 | Лупеол | 14,8489 | Метилен топтарының деформациялық тербелістері. |
| 4 | Олеанол қышқылы | 13,6036 | Метил топтарының деформация тербелісі. |
| 5 | Бетулин қышқылы | 11,3072 | Карбоксил топтарындағы С-О байланысының созылу тербелістері. |

Бетулинді басқа ұқсас қосылыстрдан ерекшелендіретін негізгі артықшылықтары, қолжетімді шикізат базасы, шикізаттағы негізгі заттың жоғары мөлшері, тритерпеноитарды бөліп алудың қарапайымдылығы. Бетулин – ол дәмсіз, иіссіз ұнтақ, түсі ақшыл ашық. Бетулиннің балқу температурасы 240-2600С, молекуласының инертті қасиеттері қасиеттерін өзгертпей ұзақ сақтау мерзімін қамтамасыз етеді, улы емес, оттегі мен күн сәулесіне төзімді. Бетулин органикалық ерткіштерде ериді, эмульциялаушы және құрылым түзуші қасиетке ие, май және май эмульциясын түзелі. Мұндай технологиялық қасиеттер бетулинді зерттеушілер үшін тиімді етеді, өйткені олардайын өнімнің дәміне әсер етпейді және пробиотиктерге қарағанда өнімді термиялық өңдеуге мүмкіндік береді. Сығындыны қолданудың қауіпсіздігі В.В. Закусов атындағы Ресей медицина ғылымдары академиясының Фармакология ғылыми зерттеу институтының дәрілік токсиология зертханасында, жаңа фармакологиялық қойылатын талаптарға сәйкес дәлелденеді. Экстракт улы, мутагенді емес, репродуктивті, уыттылық және аллергендік қасиеті жоқ. Осы аталған зертханада қабынуғы қарсы қаиеттері мен ашық антиаллергиялық әсерлері расталды. Халықаралық жіктеу бойынша ол аз уытты заттардың төртініші класына жатады. Тағамдық қоспалар және тамақ өнеркәсібі үшін шикізат ретінде бетулиннің микробиологиялық көрсеткіштеріне жүргізілен зерттеулер бетулиннің СанЕмН 2.3.2.1078 талаптарына сәйкес келеді [7].

Азық-түлікке бетулин қоспасын енгізу өнімнің сапасын жақсартады антиоксиданттық әсері бар өнімдерге енгізгенде қышқыл мен пероксид санын азайтады, өнімнің сақтау мерзімін арттырады. Бетулиннің күнделікті диеталық өнімдерге қосылуы функционалы пайдалы тағам өнімдерін, арнайы мақсаттағы функционалды өнімдерді әзірлеуге мүмкіндік береді. Бетулин қосылған функционалдық тағамдарды тұтыну кезінде адам ағзасына емдік-профилактикалық әсер етеді. Толықтықтан, асқазан-ішек жолдарының ауруларынан қорғайды, қан ментіндердегі холестеринді, қатерлі ісік және басқа да көптеген аурулардың пайда болу қаупін төмендетеді [8].

Ақ қайың (Betula pendula) қабығы – тритерпеноидтарға, әсіресе бутулин мен оның туындыларына бай табиғи шикізат көзі екені анықталған. Бұл қосылыстар микробтарға қарсы, қабынуға қарсы және антиоксиданттық қасиеттерімен ерекшеленеді. Ол дегеніміз, функционалды тағам өнімдерін байытуда және табиғи қоспалар ретінде қолдануға мүмкіндік береді. Ультрадыбыстық активацияны қолдана отырып, қайың қабығынан тритерпеноидтарды тиімді бөліп алу үшін оңтайлы технологиялық параметрлер анықталды.

Ультрадыбыстық экстракцияның артықшылықтары: Экологиялық қаупсіз – органикалық еріткіштердің көлемі азаяды; Қысқа уақыт ішінде жоғары шығымы – жасуша қабырғаларын тиімді бұзады; Дәстүрлі әдістермен салыстырғанда энергия шығыны төмен; Биологиялық белсенді заттар ыдырамайды.

**2-кесте. Оңталы параметрлерді таңдау**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | **Параметр** | **Ұсынылатын диапазон** | **Ескерту** |
| 1 | Ультрадыбыстық қуат | 100-300 Вт | Параметрлер шикізаттың ұнтақталу дәрежесіне және тиртерпеноид түріне байланысты өзгеруі мүмкін |
| 2 | Жұмыс жиілігі | 10-40 кГц |
| 3 | Экстракция уақыты | 20-40 минут |
| 4 | Еріткіш түрі | Этанол (70%) немесе эанол-су қоспасы |
| 5 | Шикізат / еріткіш қатынасы | 1:10 – 1:20 (массалық қатынас) |
| 6 | Температура | 30-50 0С (жоғары емес) |

Ультрадыбыстық активация – қайың қабығынан тритерпеноидтарды бөліп алудың тиімді, жылдам және экологиялық таза әдісі. Технологиялық параметрлерді оңтайландыру арқылы өнімнің шығымын арттырып, сапалы биологиялық белсенді қоспалар алуға мүмкіндік береді. Авторлардың зерттеулері бойынша ултардыбыспен өсімдіктен экстарция жасаудың тиімділігі экдистероидтар мен флаваноидтардың шығымдарымен негізделген [9].

Физика-химиялық қасиеттеріне, сондай-ақ биологиялық фармаколиялық белсенділігінің кең спектріне байланысты бетулин әр түрлі тағам өнімдеріне қосуға болатын переспективалы табиғи биологиялық белсенді қоспа болып табылады. Сол себепті де тритерпеноидтар суда нашар еритіндігінен майлы сүт өнімдеріне тағамдық қоспа ретінде енгізген жөн. Эксперименттік зерттеулер бетулин сүт ортасының ұюын өзгертпейтінін, сүтте кездесетін амин қышқылдарымен әрекеттеспейтінін және жақсы тұрақтандырғыш бола отырып сүт өнімдерінің қаупсіздігіне әсер ететін аминқышқылдарының тұрақтандырығыш қасиеттерін күшейтетінін көрсетті. Соңғысы термиялық өңдеуге ұшыраған сүт өнімдерінің сақтау мерзімін ұзарту үшін де маңызды. Өйткені сүт өнімдеріндегі сүт пен сүт фракциясының бөлінуіне әкелетін үдерістерге әсер ететін аминқышқыларының тұрақтандырғыш қасиеттерінің төмендеуі олардың сақтау мерзімін қысқартады. Сүт және сүтқышқылды өнімдерді өңдеу зауттарында сүт өнімдерін өңдеудің технологиялық үдерістерінде бетулинді қолдану гомогенизация үдерісінің ұзақтығын қысқартуға мүмкіндік береді [10].

**Қорытынды.** Экстракция процессі мен экстрактінің сапасына тікелей әсер ететін барлық параметрлер: қайың қабығының ылғалдылығы мен ұнтақталу дәрежесі, температура ультрадыбыстың жиілігі мен қуаты, экстракция уақыты зерттеліп, қайың қабығынан тритерпеноидтарды бөліп алудың оңтайлы параметрлері анықталды. Сығындының антооксиданттық белсенділігіне талдау жүргізіліп, тритерпеноидтар тотығу стрессін және жасуша зақымдануын тудыратын бос радикалдарды бейтараптандырады. Жасушаларды ультракүлгін сәулеленуден, токсиндерден және басқа зиянды факторлардан туындаған зақымданудан қорғап, иммундық жүйені күшейтетіні анықталды.

Сығындыны сүт қышқылды өнімдерге қосудың тиімділігі қымыздың сақтау мерзімін 15 күнге ал айраннынның сақтау мерзімін 7 күннен 10 күнге ұзартатыны анықталды.

**Әдебиеттер**

1. Погребняк Л. В., Погребняк А. В. Перспективы использования внешней коры деревьев и кустарников семейства берёзовые (Betulaceae) в качестве источника биологически активных и вспомогательных веществ //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. -2015. - Т.17 (5-1). - С. 174-178.

2. Юферова А. А., Сударева М. А., Дубняк Я. В. Применение природных антиоксидантов в технологии молочных продуктов//Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. - 2021. - №. 2. - С. 98-107.

3. Косяков Д. С., Ульяновский Н. В., Фалев Д. И. Определение тритерпеноидов коры березы методом жидкостной тандемной хроматомасс-спектрометрии //Масс-спектрометрия. - 2013. - Т. 10(4). - С. 237-242.

4. Белякова А. Ю., Погребняк А. В., Погребняк Л. В. Физико-химические и биологические свойства компонентов внешней коры березы //Современные проблемы науки и образования. – 2015. - №. 2(2). -С. 492-492.

5. Зобкова З.С., Федотова О.Б., Фурсова Т.П., Зенина Д.В., Гаврелина А.Д., Щелигинова Н.Р. Исследование антимикробных свойств бетулиносодержащего экстракта в молочных продуктах //Молочная промышленность. - 2017. - №. 1. - С. 50-52.

6. Тургенбаева Ш.Ш. Хатибаева А.Ш. Получение экстрактивных веществ берёзы. // Universum: химия и биология электронный научный журнал. -2020. № 8 (74).

7. Миназова Г. И. Тонкослойная хроматография в анализе природного сырья //Башкирский химический журнал. - 2010.- Т.17(5). - С. 105-107.

8. Юферова А. А., Сударева М. А., Дубняк Я. В. Применение природных антиоксидантов в технологии молочных продуктов//Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК–продукты здорового питания.- 2021.- №. 2.- С. 98-107.

9. Зибарева Л. Н., Филоненко Е. С. Влияние ультразвукового воздействия на экстракцию биологически активных соединений растений семейства Caryophyllaceae //Химия растительного сырья. - 2018. - №. 2. - С. 145-151.

10. Москалев Е. В., Поняев А. И. Здоровые продукты питания с применением биологически активной добавки-бетулина // Балтийский морской форум: материалы VII Междунар. Балт. мор. форума, 7-12 окт. 2019 г.- 2019. - Т.5.- С. 73-77.

**References**

1. Pogrebnjak L. V., Pogrebnjak A. V. Perspektivy ispol'zovanija vneshnej kory derev'ev i kustarnikov semejstva berjozovye (Betulaceae) v kachestve istochnika biologicheski aktivnyh i vspomogatel'nyh veshhestv //Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. -2015. - T.17 (5-1). - S. 174-178. [in Russian]

2. Juferova A. A., Sudareva M. A., Dubnjak Ja. V. Primenenie prirodnyh antioksidantov v tehnologii molochnyh produktov//Tehnologii pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti APK-produkty zdorovogo pitanija. - 2021. - №. 2. - S. 98-107. [in Russian]

3. Kosjakov D. S., Ul'janovskij N. V., Falev D. I. Opredelenie triterpenoidov kory berezy metodom zhidkostnoj tandemnoj hromatomass-spektrometrii //Mass-spektrometrija. - 2013. - T. 10(4). - S. 237-242. [in Russian]

4. Beljakova A. Ju., Pogrebnjak A. V., Pogrebnjak L. V. Fiziko-himicheskie i biologicheskie svojstva komponentov vneshnej kory berezy //Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2015. - №. 2(2). -S. 492-492. [in Russian]

5. Zobkova Z.S., Fedotova O.B., Fursova T.P., Zenina D.V., Gavrelina A.D., Shheliginova N.R. Issledovanie antimikrobnyh svojstv betulinosoderzhashhego jekstrakta v molochnyh produktah //Molochnaja promyshlennost'. - 2017. - №. 1. - S. 50-52. [in Russian]

6. Turgenbaeva Sh.Sh. Hatibaeva A.Sh. Poluchenie jekstraktivnyh veshhestv berjozy. // Universum: himija i biologija jelektronnyj nauchnyj zhurnal. -2020. № 8 (74).

7. Minazova G. I. Tonkoslojnaja hromatografija v analize prirodnogo syr'ja //Bashkirskij himicheskij zhurnal. - 2010.- T.17(5). - S. 105-107. [in Russian]

8. Juferova A. A., Sudareva M. A., Dubnjak Ja. V. Primenenie prirodnyh antioksidantov v tehnologii molochnyh produktov//Tehnologii pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti APK–produkty zdorovogo pitanija.- 2021.- №. 2.- S. 98-107. [in Russian]

9. Zibareva L. N., Filonenko E. S. Vlijanie ul'trazvukovogo vozdejstvija na jekstrakciju biologicheski aktivnyh soedinenij rastenij semejstva Caryophyllaceae //Himija rastitel'nogo syr'ja. - 2018. - №. 2. - S. 145-151. [in Russian]

10. Moskalev E. V., Ponjaev A. I. Zdorovye produkty pitanija s primeneniem biologicheski aktivnoj dobavki-betulina // Baltijskij morskoj forum: materialy VII Mezhdunar. Balt. mor. foruma, 7-12 okt. 2019 g.- 2019. - T.5.- S. 73-77. [in Russian]

***Сведения об авторах***

Карденов С.А. - т.ғ.к. қауым. профессор м.а., С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: [Askerbekovsk@mail.ru](mailto:Askerbekovsk@mail.ru);

Байтукенова С.Б. - т.ғ.к., қауым. профессор, Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Казахстан, e-mail:  saule7272 @mail.ru;

Байтукенова Ш.Б. - т.ғ.к., қауым. профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: [baytukenova75@mail.ru](mailto:baytukenova75@mail.ru);

Базылханова Э.Ч. - PhD доктор, қауым. профессор м.а., С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: [66bel@bk.ru](mailto:66bel@bk.ru);

Ажгереева Ж.С. - т.ғ.м., оқытушы С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: [zhuldyz\_09.11@mail.ru](mailto:zhuldyz_09.11@mail.ru).

***Information about the authors***

Kardenov S.A. - Candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan, e-mail: [Askerbekovsk@mail.ru](mailto:Askerbekovsk@mail.ru);

Baitukenova S.B. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: [s.baitukenova@mail.ru](mailto:s.baitukenova@mail.ru);

Baitukenova Sh.B. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan, e-mail: [baytukenova75@mail.ru](mailto:baytukenova75@mail.ru);

Bazylkhanova E.Ch. - PhD doctor, Acting Associate Professor, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan, e-mail: [66bel@bk.ru](mailto:66bel@bk.ru);

Azhgereeva Zh.S. - Master of Technical Sciences, lecturer, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan, e-mail: [zhuldyz\_09.11@mail.ru](mailto:zhuldyz_09.11@mail.ru).

МРНТИ 65.63.33

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЙОГУРТ, ОБОГАЩЕННЫЙ ЭКСТРАКТОМ**

**ПОЛИФЕНОЛОВ ИЗ СКОРЛУПЫ АРАХИСА**

**1Т.Ч.Тултабаева[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0003--2483-7406), 1У.Т.Жуманова[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0001-9992-9749)🖂, 1Б.Ч.Тултабаев[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0002-1407-0953), 2А.Е. Шоман[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0002-7844-8601),**

**1А.Сагандык[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0001-5480-933X), 1А.Мулдашева[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0003-0116-0260),1Д.Айкен[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0003-1791-0206), 1Н.Батталова[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0009-0007-2630-014X),3М.Тултабаев[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0002-8552-5425)**

*1Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина, Астана, Казахстан,*

*2Научно-инновационного центра Agro Tech - Astana IT University, Астана, Казахстан,*

*3Казахский университет технологии и бизнеса им. К.Кулажанова, Астана, Казахстан*

**🖂**Корреспондент-автор: yrath2510@gmail.com

Целью данного исследования было изучение применения полифенолов скорлупы арахиса для обогащения молочного йогурта, а также их влияние на физико-химические и органолептические свойства йогурта. Полифенолы были извлечены из скорлупы арахиса и добавлены в состав йогурта в количестве 0,25%, 0,5%, 0,75%. Добавление полифенолов скорлупы арахиса повысило влагоудерживающую способность, снизило синерезис и улучшило стабильность в течение периода хранения (15 дней) по сравнению с контрольным образцом. Титруемая кислотность увеличивалась в течение срока хранения, а влагоудерживающая способность улучшалась при добавлении экстракта полифенолов. Органолептический анализ показал, что йогурт, обогащённый 0,5%-ной добавкой полифенолов скорлупы арахиса, был предпочтительнее по органолептическим параметрам. Эти результаты дают представление о том, как оптимизировать обогащение йогурта полифенолами арахиса для улучшения его физико-химических и органолептических свойств.

**Ключевые слова**: полифенолы, арахис, йогурт, экстрактация, обогащение.

**СЫҒЫНДЫМЕН БАЙЫТЫЛҒАН ФУНКЦИОНАЛДЫ ЙОГУРТ**

**ЖЕРЖАҢҒАҚ ҚАБЫҒЫНАН ЖАСАЛҒАН ПОЛИФЕНОЛДАР**

**1Т.Ч.Тултабаева , 1У.Т.Жуманова🖂, 1Б.Ч.Тултабаев , 2А.Е. Шоман,**

**1А.Сагандык, 1А.Мулдашева,1Д.Айкен, 1Н.Батталова,3М.Тултабаев**

*1С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Казахстан,*

*2Agro Tech ғылыми-инновациялық орталық-Astana IT University, Астана, Казахстан,*

3*Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*

e-mail:yrath2510@gmail.com

Бұл зерттеудің мақсаты сүт йогуртын байыту үшін жержаңғақ қабығының полифенолдарын қолдануды, сондай-ақ олардың йогурттың физика-химиялық және органолептикалық қасиеттеріне әсерін зерттеу болды. Полифенолдар жержаңғақ қабығынан алынып, йогурт құрамына 0,25%, 0,5%, 0,75% мөлшерінде қосылды. Жержаңғақ қабығының полифенолдарын қосу бақылау үлгісімен салыстырғанда сақтау кезеңінде (15 күн) ылғал ұстау қабілетін арттырды, синерезисті азайтты және тұрақтылықты жақсартты. Титрленетін қышқылдық сақтау мерзімі ішінде өсті, ал полифенол сығындысы қосылған кезде ылғал сақтау қабілеті жақсарды. Органолептикалық талдау көрсеткендей, жержаңғақ қабығының 0,5% полифенол қоспасымен байытылған йогурт органолептикалық параметрлер бойынша қолайлы болды. Бұл нәтижелер физикалық-химиялық және органолептикалық қасиеттерін жақсарту үшін йогуртты жержаңғақ полифенолдарымен байытуды қалай оңтайландыру керектігі туралы түсінік береді.

**Түйін сөздер:** полифенолдар, жержаңғақ, йогурт, экстракция, байыту.

**FUNCTIONAL YOGURT ENRICHED WITH EXTRACT**

**POLYPHENOLS FROM PEANUT SHELLS**

**1T.Tultabayeva, 1U.Zhumanova🖂, 1B.Tultabayev, 2A.Shoman, 1A.Sagandy, 1A.Muldasheva,**

**1D.Aiken, 1N.Battalova, 3M.Tultabayev**

*1S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan,*

*2 Scientific and Innovation Center Agro Tech , Astana IT University, Astana, Kazakhstan,*

*3 K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,*

e-mail:yrath2510@gmail.com

The aim of this study was to investigate the application of peanut shell polyphenols for enriching dairy yogurt and their impact on the yogurt's physicochemical and organoleptic properties. Polyphenols were extracted from peanut shells and incorporated into the yogurt at concentrations of 0.25%, 0.5%, and 0.75%. The addition of peanut shell polyphenols increased water-holding capacity, reduced syneresis, and improved stability during a 15-day storage period compared to the control sample. Titratable acidity increased over the storage period, while water-holding capacity improved with the addition of polyphenol extract. Organoleptic analysis revealed that yogurt enriched with 0.5% peanut shell polyphenols was preferred in terms of organoleptic properties. These findings provide insights into optimizing yogurt enrichment with peanut polyphenols to enhance its physicochemical and organoleptic characteristics.

**Keywords:** polyphenols, peanuts, yogurt, extraction, enrichment.

**Введение.** Полифенолы - это одна из самых многочисленных и широко распространенных групп веществ растительного мира, вторичные метаболиты которых имеют более 8000 фенольных структур. Полифенольные соединения присутствуют в рационе человека, и их регулярное употребление является необходимым для здорового питания [1].  Источники пищевых полифенолов в природе многочисленны, и их можно найти в различных продуктах растительного происхождения, включая злаки, орехи, специи, ягоды, овощи и фрукты.

Общепризнанные и научно обоснованные преимущества полифенолов для здоровья человека вызывают большой интерес исследователей в областипитания*.* В настоящее время доказано, что некоторые полифенолы, принимаемые в качестве добавок или вместе с пищей, действительно могут улучшить состояние здоровья пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Кроме того, многие исследования, проведённые в лабораторных условиях или на животных, показывают, что длительное употребление в пищу продуктов, богатых полифенолами, может предотвратить некоторые виды рака, диабет второго типа, нейродегенеративные заболевания и ухудшение работы мозга [2]. Доказано, что многие полифенолы обладают антиоксидантной, гепатопротекторной, противовоспалительной, противоопухолевой и противовирусной активностями.  Полифенольные соединения обладают функциональными свойствами и биологической активностью (антивозрастной, противовоспалительной, антиоксидантной и антипролиферативной), которые эффективно укрепляют здоровье человека [3].

Растительные продукты и продукты их переработки хорошо известны как важные источники фенольных соединений. Однако в последние годы возрос интерес к отходам пищевой промышленности как к источникам полифенолов. Многочисленные исследования в этой области показали, что побочные продукты переработки пищевых продуктов содержат большее количество биологически активных соединений по сравнению с исходным сырьём [4,5].

Побочные продукты сельскохозяйственной продукции часто являются более богатыми источниками фенольных соединений, чем соответствующие исходные материалы или пищевые продукты [6,7].

Побочным продуктом переработки очищенного арахиса является его скорлупа (в некоторых источниках используют термин «шелуха»). Скорлупа составляет около 30% от общего веса бобовых, на 1 кг арахисового ореха приходится около 200-300 г скорлупы [8]. Ежегодно во всем мире производится около 11 000 000 тонн таких отходов арахисовой промышленности, основная часть которых в прежние годы выбрасывалась или сжигалась [9].

В последние годы разрабатываются новые способы использования сельскохозяйственных отходов, производимых при переработке арахиса, в различных отраслях, в том числе и в пищевой промышленности. Большой интерес представляет скорлупа арахиса, как источник биоактивных и функциональных соединений, которые являются безопасными для человека при их потреблении [10].

Основные полифенолы, обнаруженные в скорлупе арахиса, представляют собой флавоноиды, фенольные кислоты и стильбены. Было показано, что скорлупа арахиса различных корейских сортов содержит большое количество антиоксидантов: от 428,1 до 739,8 мкг эквивалентов галловой кислоты/г для полифенолов, от 142,6 до 568,0 мкг эквивалентов кверцетина/г для флавоноидов и от 5,76 до 34,56 мг/г аминокислот [11].

Сообщается, что общее содержание фенолов в скорлупе арахиса составило 41,8, 19,9 и 7,3 мг/г при экстракции метанолом, этанолом и ацетоном соответственно. Основным флавоноидным соединением скорлупы арахиса является лютеолин [12]. При изучении фенольных соединений в шелухе арахиса четырёх разных сортов установлено, что содержание лютеолина составляло от 0,95 до 3,16 мг/г скорлупы, а общее содержание фенольных соединений - от 4,2 до 10,2 мг/г скорлупы [13]. Таким образом, побочные продукты переработки арахиса богаты фенольными соединениями, а в скорлупе арахиса основным фенольным соединением является лютеолин.

Побочные продукты арахиса пока еще не нашли широкого практического применения в пищевой промышленности, но в последние годы проводятся многочисленные исследования по возможности использования кожуры и скорлупы арахиса, а также извлеченных из них экстрактов полифенолов в составе продуктов питания.

Одним из направлений применения экстрактов полифенолов из растительного сырья является их использование для улучшения фенольного уровня йогурта. Йогурт хорошо известен своей превосходной усвояемостью и биодоступностью белка, калия, кальция и витаминов группы B, поэтому он является важным дополнением к рациону [14]. Йогурт популярен как полезный ферментированный продукт, однако он не содержит в своем составе полифенолы, поэтому для улучшения фенольного уровня йогурта применяются растительные добавки. В работе [15] в качестве функциональных компонентов для обогащения йогуртов использовали этанольные экстракты четырех различных сортов винограда и виноградный каллюс. В другом исследовании [16] было показано, что обогащение йогурта полифенольным экстрактом клубники в количестве 0,5 мг/мл в семь раз увеличивает антиоксидантную активность продукта по сравнению с контролем.

Джени и соавторы [17] обнаружили, что включение экстракта кожуры граната в состав йогурта повышает содержание фенольных соединений, таких как флавоноиды и антоцианы, что усиливает питательную ценность и антиоксидантные характеристики продукта. В исследовании [18] было установлено, что добавление полифенольного экстракта из кожуры зеленого банана оказывает значительное влияние на такие параметры йогурта, как pH, титруемая кислотность, вязкость, способность удерживать воду, синерезис и общее содержание сухих веществ. При этом различия в цвете между контрольными и обогащенными образцами не наблюдались. Альмехизиа и др.[19] показали, что использование полифенолов из кожуры имбиря в функциональном йогурте улучшает его способность удерживать влагу и снижает синерезис. Кроме того, текстура йогурта с добавлением экстракта была лучше спустя три недели хранения по сравнению с контрольным образцом. Исследователи считают, что полифенолы из кожуры имбиря можно успешно микрокапсулировать для повышения стабильности продукта при хранении в холодильнике. В работе [20] показано, что добавление экстрактов полифенолов бенгальской акации приводит к улучшению питательных и органолептических свойств функционального йогурта. Таким образом, экстракты полифенолов из растительного сырья являются ценным компонентом для обогащения йогурта.

Однако до сих пор не проводилось исследований по использованию экстракта полифенолов из скорлупы арахиса в кисломолочных продуктах.  Целью данного исследования была разработка йогурта, обогащенного полифенолами из скорлупы арахиса, а также изучение влияния экстракта полифенолов из скорлупы арахиса на физико-химические и органолептические свойства йогурта.

**Материалы и методы.**

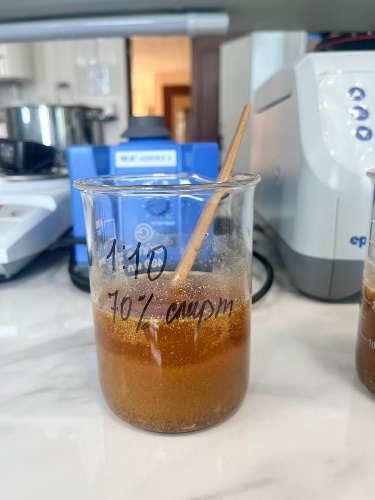
*Сырьевые материалы*

Свежий арахис (*Arachis hypogaea* L.) и цельное коровье молоко были куплены на местном рынке города Астаны. Использовалась бактериальная закваска Yolactis Classic, производитель ТОО «European Food Company», Казахстан. Эксперименты проводились в лаборатории КАТИУ им. С.Сейфуллина.

*Приготовление экстракта полифенолов из скорлупы арахиса.*

Скорлупу арахиса очистили от загрязнений и трижды промыли водой, после чего высушили в вакуумной печи при температуре 55 °C в течение 36 часов до достижения постоянного веса. Высушенную скорлупу арахиса измельчили в порошок с помощью дробилки и просеяли через сито из нержавеющей стали с размером ячеек 0,095–0,995 мм. Перед использованием все образцы порошка хранились в эксикаторе в холодильнике при температуре 5 °C.

Для ультразвуковой экстракции в химический стакан на 400 мл добавили 20,0 г порошка из скорлупы арахиса и 200 мл 70% этилового спирта (рис.1,а) Образцы подвергли ультразвуковой обработке при мощности ультразвука 200 Вт и частоте в диапазоне 10 кГц в течении 30 минут (рис.1,б). Этанольный экстракт отфильтровали с помощью центрифугирования и выпарили до 1/4 от первоначального объема с помощью роторного испарителя при температуре 35 °C. (рис.1,в)  Концентрированный раствор лиофилизирован с помощью сублимационной сушки для получения порошков. В данном исследовании все эксперименты по экстракции проводились и анализировались в трёхкратной повторности.

а б в

**Рис.1 - Последовательность процесса экстракции полифенолов из скорлупы арахиса,**

**где: а- суспензия измельченной скорлупы арахиса в 70% этиловом спирте, б- ультразвуковая экстракция, в- роторный испаритель**

*Приготовление функционального йогурта*

[Йогурт был приготовлен из](https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/pasteurized-milk)цельного молока, которое нагревали в течение 5-10 минут при температуре 95 °C, а затем охлаждали до 45 °C. Закваска была равномерно распределена в молоке в количестве 2 % (по массе) и перемешана. Были взяты четыре образца молока, в которое была добавлена закваска (контрольный и три экспериментальных образца). Приготовление функционального йогурта проводилось с использованием 3 концентраций экстракта полифенолов скорлупы арахиса (ЭПС): С1 - 0,25%; С2 - 0,5% и С3 - 0,75%. В контрольном образце йогурта (С) не было добавок. После этого образцы разлили по предварительно стерилизованным стаканчикам и инкубировали при температуре 42-45 °C в течение 4-8 часов. Характеристики йогурта изучали в течение 15 дней при температуре около 4 ± 1 °C.

*Физико-химический анализ функционального йогурта.**pH и титруемая кислотность*

Для определения pH образца йогурта, обогащенного полифенолами, использовался цифровой pH-метр (HI-2211, Hanna Instruments, Румыния). К образцу объемом 5 мл добавили 10 мл дистиллированной воды. Для калибровки pH-метра использовались три значения pH буферного раствора.

Для определения кислотности йогурта использовалось кислотно-щелочное титрование. Образец массой 10 г смешали с 10 мл горячей дистиллированной воды и оттитровали 0,1 н раствором гидроксида натрия с 0,5 % фенолфталеином в качестве индикатора.

*Влагоудерживающая способность.*

Влагоудерживающую способность измеряли с помощью метода, описанного в работе [21], при котором образец йогурта весом 20 г центрифугировали при 5000 об/мин в течение 10 минут при температуре 20 °C. Отделившуюся сыворотку сливали, а образец взвешивали в граммах. Влагоудерживающую способность рассчитывали по формуле (1):

ВУС (%) = (М-Мс/М)×100% (1)

где Мс – вес сыворотки после центрифугирования (г), М - вес йогурта (г)

*Синерезис.*

Образцы йогурта были отделены от сыворотки, затем для сведения к минимуму нарушения структуры сгустка постепенно было добавлено 25 мл застывшего йогурта в центрифужные пробирки объёмом 50 мл при температуре 5 °C. Затем их центрифугировали в течение 20 минут при 3394 об/мин в центрифуге(CM-6MT). В качестве показателя синерезиса сыворотки использовалась массовая доля надосадочной жидкости (мл/100 г йогурта), которую рассчитывали по следующей формуле (2):

Синерезис (%) = Vc/V ×100 (2)

где Vc - обьем надосадочной жидкости, V - начальный объем йогурта.

*Органолептическая оценка функционального йогурта*

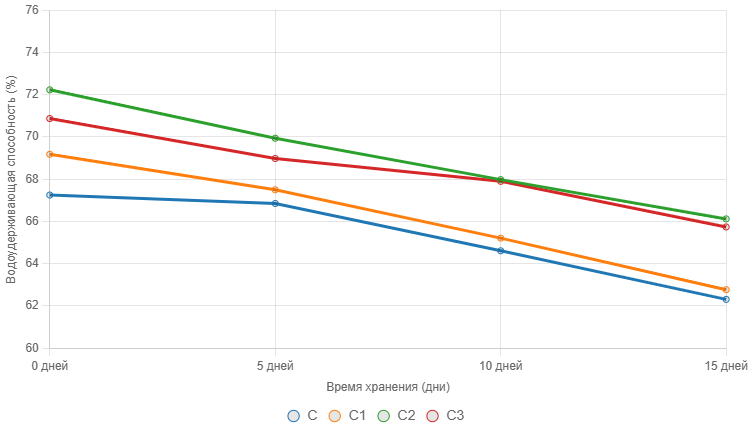
Органолептическую оценку исследуемых образцов проводили в сравнении с контролем. В качестве дескрипторов выбраны вкус, цвет, запах, внешний вид и консистенция изделий. Данные параметры оценивали по пятибалльной шкале.

**Обсуждение и результаты.** Синерезис и влагоудерживающая способность - два важных показателя качества йогурта. Пробы C, С1, С2 и С3 показали изменения влагоудержи -

живающей способности; значения варьировались от 67,25 до 62,31; от 69,18 до 62,77; от 72,23 до 66,12 и от 70,87 до 65,74 процентов (табл.1).

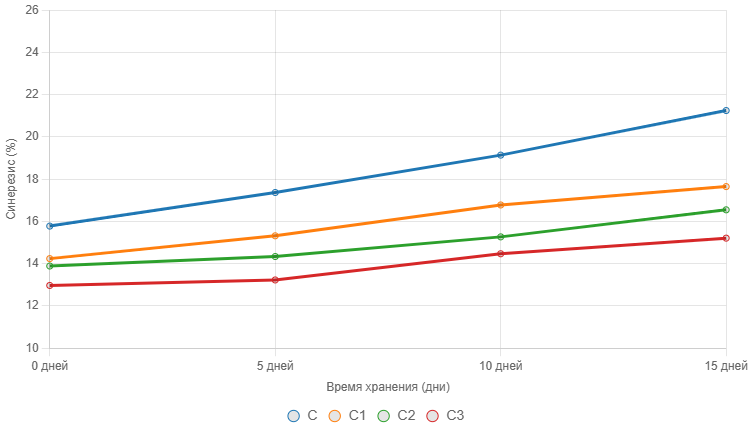
**Таблица 1. Физико-химические показатели образцов йогурта**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показатели** | **Образцы** | **Сроки хранения (сутки)** | | | |
| **0** | **5** | **10** | **15** |
| Водоудерживающая способность (%) | C | 67,25 | 66,85 | 64,61 | 62,31 |
| С1 | 69,18 | 67,50 | 65,21 | 62,77 |
| С2 | 72,23 | 69,94 | 67,98 | 66,12 |
| С3 | 70,87 | 68,98 | 67,9 | 65,74 |
| Синерезис (%) | C | 15,78 | 17,37 | 19,14 | 21,25 |
| С1 | 14,24 | 15,32 | 16,78 | 17,65 |
| С2 | 13,89 | 14,34 | 15,27 | 16,55 |
| С3 | 12,97 | 13,23 | 14,47 | 15,21 |
| рН | C | 4,69 | 4,66 | 4,62 | 4,55 |
| С1 | 4,67 | 4,63 | 4,54 | 4,49 |
| С2 | 4,65 | 4,62 | 4,56 | 4,49 |
| С3 | 4,61 | 4,57 | 4,49 | 4,37 |
| Титруемая кислотность | C | 0,75 | 0,82 | 0,85 | 0,89 |
| С1 | 0,81 | 0,86 | 0,95 | 1,02 |
| С2 | 0,91 | 0,98 | 1,04 | 1,13 |
| С3 | 1,05 | 1,12 | 1,17 | 1,25 |

В контрольном образце йогурта в первый день существенно снижалась способность удерживать воду по сравнению с образцами С1, С2 и С3. Было замечено, что ЭПС обеспечивает преимущества в плане сохранения и повышения способности удерживать воду. Изначально образец С3 обладал более высокой способностью удерживать воду по сравнению с йогуртом из контрольной группы (рис.2) На способность йогурта удерживать воду может влиять множество факторов, таких как тип используемого молока, способ обработки, а также любые дополнительные добавки или стабилизаторы, используемые в процессе производства. Содержание воды в йогурте влияет на его кремообразную текстуру. Исследование выявило положительную корреляцию между добавлением ЭПС и способностью удерживать воду, при этом на эту способность также влияет тип используемой бактериальной культуры.  ****

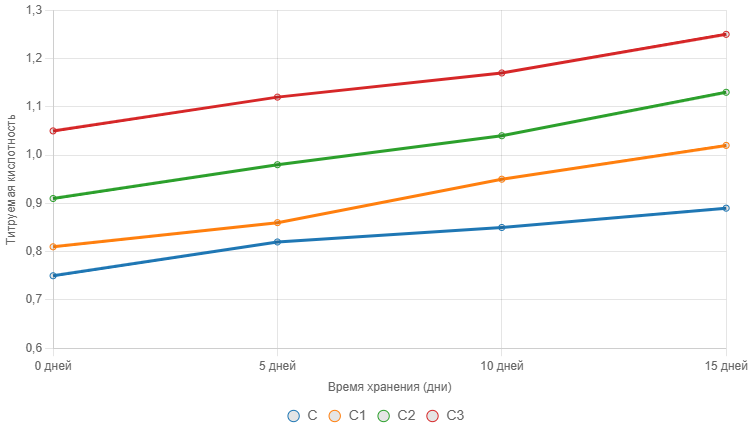
**Рис.2 - Изменение влагоудерживающей способности в процессе хранения в контрольном (С) и обогащенных ЭПС образцах йогурта (С1 - 0,25%; С2 - 0,5% и С3 -0,75%.)**

Наряду с влагоудерживающей способностью, синерезис - нежелательное отделение сыворотки в йогуртах - считается показателем качества. Согласно полученным результатам синерезис увеличивается в процессе хранения и обратно пропорционален содержанию ЭПС. На начальный момент в контрольном образце (C0) наблюдался более высокий синерезис (15,78) по сравнению с йогуртами, обогащёнными ЭПС. Образцы С1, С2 и С3 (14,24, 13,21 и 12,57 соответственно) продемонстрировали наименьшее количество синерезиса (рис.3)



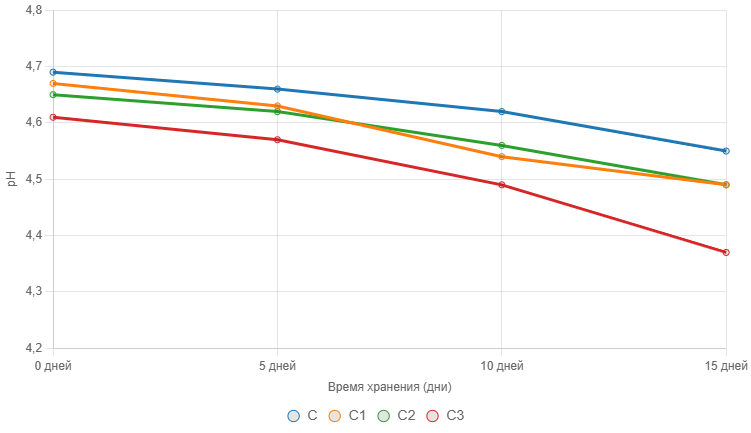
**Рис.3 - Изменение синерезиса в процессе хранения в контрольном (С) и обогащенных ЭПС образцах йогурта (С1 - 0,25%; С2 - 0,5% и С3 -0,75%.)**

[В](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502225000253#tbl0004) таблице 1 представлены результаты влияния различных дозировок ЭПС на титруемую кислотность йогурта в течение 15-дневного периода хранения. Показано, что с увеличением концентрации ЭПС в процессе хранения наблюдалось значительное повышение титруемой кислотности.  Изменения титруемой кислотности йогурта, обогащённого полифенолами, необходимо учитывать для контроля качества продукта в процессе хранения (рис.4)



**Рис.4 - Изменение титруемой кислотности в процессе хранения в контрольном (С) и обогащенных ЭПС образцах йогурта (С1 - 0,25%; С2 - 0,5% и С3 -0,75%.)**

Изменения pH в йогуртах, обогащённых полифенольным экстрактом, проходили с интервалом в 5 дней в течение 15 дней (табл. 1). На протяжении всего периода хранения значения pH йогурта неуклонно снижались, при этом не наблюдалось существенных различий между обработанными и контрольным образцами. В начале хранения значения pH образцов С1, С2 и С3 составили 4,67; 4,65 и 4,61 соответственно. Контрольный йогурт, напротив, имел более высокий pH — 4,69. В течение 15-дневного периода хранения в образце С3 наблюдалось самое значительное снижение рН (5,17 %), в то время как в контрольном образце (C0) снижение было наименьшим (2,63 %). Также в течение 15-дневного периода хранения снизился pH всех образцов (рис.5).



**Рис.5- Изменение рН в процессе хранения в контрольном (С) и обогащенных ЭПС образцах йогурта (С1 - 0,25%; С2 - 0,5% и С3 -0,75%.)**

 Поскольку ЭПС является кислотой, pH йогурта снижался по мере увеличения уровня ЭПС. Непрерывное превращение лактозы в молочную кислоту бактериями, которые вырабатывают молочную кислоту во время хранения, обусловлено микробной активностью [17]. Этот процесс приводит к постепенному снижению pH по мере того, как бактерии в йогурте испытывают метаболические изменения. На этот естественный процесс могут влиять температура, кислотность молока и условия хранения.

Цвет, вкус, текстура и общая приемлемость функционального йогурта оценивались путем сравнения образцов, обогащенных экстрактом полифенолов скорлупы арахиса (ЭПС), с контрольными образцами. Образцы были идентифицированы по характерному белому цвету с кремовым оттенком, однородной кремообразной текстуре и безошибочно узнаваемому вкусу и аромату коровьего молока. Между образцами, обработанными ЭПС, и контролем были выявлены заметные различия. По цвету С3 получил наивысшую оценку, а по вкусу, текстуре и общей приемлемости — С2.  По цвету, текстуре и общей приемлемости все обогащенные йогурты были идентичны контрольному образцу.  Эти результаты подчёркивают положительное влияние ЭПС на органолептические свойства, указывая на то, что количество ЭПС в образце йогурта С2 (0,5%) является наиболее эффективным для улучшения органолептических свойств функционального йогурта.

**Выводы.** Применение экстракта полифенолов скорлупы арахиса для обогащения функционального йогурта привело к улучшению его физико-химических и органолептических характеристик.  На протяжении всего срока хранения все обогащённые йогурты показали лучшие результаты по сравнению с контрольным образцом по таким показателям, как pH, титруемая кислотность, снижение синерезиса, увеличение влагоудерживающей способности.

Результаты органолептической оценки показали, что добавление ЭПС в количестве 0,5% в йогурт улучшило его текстуру и вкусовые качества. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об эффективности использования экстракта полифенолов скорлупы арахиса для разработки функционального йогурта.

***Финансирование****. Данное исследование было профинансировано Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан, грант № BR22883587 “Совершенствование и разработка технологий глубокой переработки сельскохозяйственного сырья для укрепления продовольственной безопасности Республики Казахстан”.*

**Литература**

1. Abbaszadeh H., Keikhaei B., Mottaghi S. A review of molecular mechanisms involved in anticancer and antiangiogenic effects of natural polyphenolic compounds// Phyther Research. -2019 Vol. 33 (8).- P.2002-2014. DOI 10.1002/ptr.6403.
2. Cory H., Passarelli S., Szeto J., Tamez M., Mattei J.. The role of polyphenols in human health and food systems: a mini-review// Frontiers in Nutrition. - 2018 - Vol. 5. - Article 87. DOI 10.3389/fnut.2018.00087.
3. Yahfoufi N., Alsadi N., Jambi M., Matar C. The immunomodulatory and anti-inflammatory role of polyphenols// Nutrients. - 2018 - Vol. 10(11). - P.1-23. DOI 10.3390/nu10111618.
4. Shahidi F. Nutraceuticals and functional foods: Whole versus processed foods// Trends Food Science & Technology. - 2009 - Vol. 20. - P.376-387. DOI [10.1016/j.tifs.2008.08.004](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.08.004).
5. Amin, T., Bashir, O., Bhat, S.A., & Malik, M.A. (Eds.). (2022). Integrated Waste Management Approaches for Food and Agricultural Byproducts (1st ed.)//Apple Academic Press. - New York.-2023.- 258 p.ISSN 9781003282327. DOI 10.1201/9781003282327
6. De Oliveira W.P., Biasoto A.C.T., Marques V.F., Dos Santos I.M., Magalhaes K., Correa L.C., Negro-Dellacqua M., Miranda M.S., de Camargo A.C., Shahidi F. Phenolics from winemaking by-products better decrease VLDL-cholesterol and triacylglycerol levels than those of red wine in Wistar rats.// Jоurnal of Food Science. - 2017- Vol. 82. -P.2432-2437. DOI 10.1111/1750-3841.13841.
7. Volstatova T., Marsik P., Rada V., Geigerova M., Havlik J. Effect of apple extracts and selective polyphenols on the adhesion of potential probiotic strains of Lactobacillus gasseri R and Lactobacillus casei FMP.// Journal of Functional Foods. - 2017- Vol. 35. -P.391-397. DOI 10.1016/j.jff.2017.06.005.
8. Sorita G.D.; Leimann F.V.; Ferreira S.R.S. Biorefinery approach: Is it an upgrade opportunity for peanut by-products?// Trends in Food Science& Technology.- 2020**. -**Vol.105 (4). - P.56–69 DOI10.1016/j.tifs.2020.08.011.
9. Perea-Moreno M.A., Manzano-Agugliaro F., Hernandez-Escobedo Q., Perea-Moreno A.J. Peanut shell for energy: Properties and its potential to respect the environment.// Sustainability. – 2018- Vol.10(9). - P. 3254. DOI 10.3390/su10093254.
10. Isanga J., Zhang G.N. Biologically active components and nutraceuticals in peanuts and related products: Review // Food Reviews International. - 2007. - Vol. 23(2). - P.123-140. DOI: 10.1080/87559120701224956.
11. Adhikari B., Dhungana S.K., Ali MW, Adhikari A, Kim I-D and Shin D-H. Antioxidant activities, polyphenol, flavonoid, and amino acid contents in peanut shell.// Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. - 2019 - Vol.18(4). -P.437-442. DOI 10.1016/j.jssas.2018.02.004
12. Duh P.D., Yeh D.B. and Yen G.C. Extraction and Identification of an Antioxidative Component from Peanut Hulls.// Journal of the American Oil Chemists' Society. -1992- Vol. 69(12). - P. 814–818. DOI 10.1007/BF02635922.
13. Yen G.C., and Duh P.D. Antioxidant activity of methanolic extracts of peanut hulls from various cultivars.// Journal of the American Oil Chemists' Society.-1995 – Vol.72. - P.1065–1067. DOI 10.1007/BF02660723.
14. Rahman M.N., Islam M.N., Mia M.M., Hossen S., Dewan M.F., Mahomud M.S. Fortification of set yoghurts with lemon peel powders: An approach to improve physicochemical, microbiological, textural and sensory properties.//Applied Food Research .- 2024.- Vol.4 (1):100386. DOI 10.1016/j.afres.2023.100386
15. Karaaslan M., Ozden M., Vardin H. et al. Phenolic fortification of yogurt using grape and callus extracts.// LWT-Food Science Technology. - 2011- Vol. 44 (4). - P.1065-1072. DOI [10.1016/j.lwt.2010.12.009](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.12.009).
16. Singh R., Kumar R., Venkateshappa R. et al. Studies on physicochemical and antioxidant properties of strawberry polyphenol extract-fortified stirred Dahi// International Journal of Dairy Technology. - 2013 - Vol. 66(1). - P.103-108. DOI [10.1111/j.1471-0307.2012.00874.x](http://dx.doi.org/10.1111/j.1471-0307.2012.00874.x).
17. Jany J.F., Nupur A.H., Akash S.I., Karmoker P., Mazumder M.A.R., Alim M.A. Fortification of functional yogurt by the phytochemicals extracted from pomegranate peel.// Applied Food Research. - 2024.- Vol.4(2):100479. DOI 10.1016/j.afres.2024.100479.
18. Mahomud M.S., Islam M.N., Hossen D., Wazed M.A., Yasmin S., Sarker M.S.H. Innovative probiotic yogurt: Leveraging green banana peel for enhanced quality, functionality, and sensory attributes.// Heliyon. - 2024- Vol. 10 (19):38781. DOI 10.1016/j.heliyon.2024.e38781.
19. Almehizia A.A., Al-Omar M.A., Naglah A.M., Zen A.A., Rouf M.A., Nupur A.H., et al. Incorporation of ginger peel polyphenol into yogurt inproves its stability: Physicochemical and microbiological characterization.// Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia. - 2025. - Vol.39 (2). - P.201-213. DOI 10.4314/bcse.v39i2.2.
20. Pramanika T., Mazumdera M. A. R., Janya J. F., Akasha S. I., Rahmana A., Bhuiyanb M. K. H. Functional yogurt: An approach to fortify yogurt by polyphenols extracted from Bengal currant //Applied Food Research. - 2025. - Vol. 5 (1):100715. DOI 10.1016/j.afres.2025.100715.
21. Zhou W., Cao X., Islam M.N., Zheng H., Li J., Liu F., Dai Y. Comparison of hydrability, antioxidants, microstructure, and sensory quality of barley grass powder using ultra-micro-crushing combined with hot air and freeze drying.// Food Science and Nutrition. – 2021. - Vol. 9 (4). - P.1870-1880. DOI 10.1002/fsn3.2138.

***Сведения об авторах***

Тултабаева Т.Ч. - профессор, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан, е-mail: [tultabayeva.tamara567@gmail.com](mailto:tultabayeva.tamara567@gmail.com);

Жуманова У.Т. - ответственный за научные проекты, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан, е-mail: [umyt.zhumanova@mail.ru](mailto:umyt.zhumanova@mail.ru);

Тултабаев Б.Ч. - главный инженер по научным проектам, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан, е-mail: baha-baha63@mail.ru;

Шоман А.Е. - директор Научно-инновационного центра Agro Tech, Astana IT University, Астана, Казахстан, е-mail: a.shoman@astanait.edu.kz;

Сагандык А. – докторант, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан, е-mail: [assema.bukeyeva@gmail.com](mailto:assema.bukeyeva@gmail.com);

Мулдашева А. – докторант, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина, Астана, Казахстан, е-mail: aknurmuldasheva@gmail.com;

Айкен Д. - магистр технических наук, младший научный сотрудник,Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан, е-mail: Didi\_dom@mail.ru;

Батталова Н. - Магистр технических наук, младший научный сотрудник, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан, е-mail: sasha\_battalova@mail.ru .

Тултабаев М. - профессор- исследователь, Казахского университет технологии и бизнеса им. К.Кулажанова, Астана, Казахстан, е-mail: yrath2510@gmail.com.

***Information about the authors***

Tultabaeva T.Ch. - Professor, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan, e-mail: tultabayeva.tamara567@gmail.com;

Zhumanova U.T. - Head of Scientific Projects, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan, e-mail: umyt.zhumanova@mail.ru;

Tultabaev B.Ch. - Chief Engineer for Scientific Projects, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan, e-mail: baha-baha63@mail.ru;

Shoman A.E. - Director of the Agro Tech Scientific and Innovation Center, Astana IT University, Astana, Kazakhstan, e-mail: a.shoman@astanait.edu.kz;

Sagandyk A. -Doctoral Student, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan, e-mail: assema.bukeyeva@gmail.com;

Muldasheva A. - PhD student, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan, e-mail: aknurmuldasheva@gmail.com;

Aiken D. - мaster of Technical Sciences, Junior Researcher, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan, e-mail: Didi\_dom@mail.ru;

Battalova N. - мaster of Technical Sciences, Junior Researcher, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan, e-mail: sasha\_battalova@mail.ru.

M. Tultabaev - Research Professor, K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: yrath2510@gmail.com.

МРНТИ 65.59.91

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕЛКОВО-ЖИРОВОЙ ЭМУЛЬСИИ ИЗ КУРИНЫХ СУБПРОДУКТОВ**

**1А.К. Суйчинов**[C:\Users\user\AppData\Local\Temp\ksohtml14788\wps1.jpg](https://orcid.org/0000-0003-4862-3293)**, 2Э.К. Окусханова**[C:\Users\user\AppData\Local\Temp\ksohtml14788\wps2.jpg](https://orcid.org/0000-0001-5139-9291)**, 1Г.А. Капашева**[C:\Users\user\AppData\Local\Temp\ksohtml14788\wps3.jpg](https://orcid.org/0009-0001-0735-9783)**🖂 , 1Ж.С.Есимбеков**[C:\Users\user\AppData\Local\Temp\ksohtml14788\wps4.jpg](https://orcid.org/0000-0002-8556-9954)

*1Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Семей, Казахстан,*

*2 НАО «Шәкәрім Университеті», Семей, Казахстан*

**🖂** Корреспондент-автор: [gena.89.89@mail.ru](mailto:gena.89.89@mail.ru)

В статье представлена разработка белково-жировой эмульсии (БЖЭ) на основе субпродуктов птицы: куриной кожи, куриного жира и белкового гидролизата. Целью исследования являлось создание стабильной эмульсионной системы с оптимальными функционально-технологическими свойствами для использования в составе мясных продуктов. Были изучены четыре варианта рецептуры с разным содержанием куриного жира (13,5-15,0 %), гидролизата (5,3- 6,8 %), при постоянном содержании куриной кожи (36,4 %) и воды (43,3 %). Активность воды в образцах БЖЭ составила от 0,9798 до 0,9968, что указывает на высокую влажность и необходимость строгого соблюдения условий хранения. Значения pH варьировались в пределах 4,82-4,99, соответствуя требованиям микробиологической безопасности. Наиболее высокая влагоудерживающая способность (78,74 %) зафиксирована у варианта 1, в то время как жироудерживающая способность достигла максимума у варианта 4 (62,4 %). Эмульгирующая способность увеличивалась от 46 % до 56 %, а стабильность эмульсии колебалась от 10 % до 22 %. Органолептические исследования показали, что все образцы имели однородную консистенцию и характерный мясной аромат, при этом вариант 3 был признан наиболее сбалансированным по внешнему виду, текстуре и запаху. Таким образом, рецептура 3 обеспечивает оптимальное соотношение функциональных и органолептических свойств. Разработанная технология БЖЭ позволяет рационально использовать побочное сырье птицы, снижать себестоимость продукции и расширять ассортимент мясных изделий за счёт внедрения безотходных технологий.

**Ключевые слова:** куриная шкурка, куриный жир, активность воды, pH, белково-жировая эмульсия, гидролизат, функционально-технологические свойства.

**ТАУЫҚ СУБӨНІМІНЕН АЛЫНҒАН АҚУЫЗ-МАЙ ЭМУЛЬСИЯСЫНЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ**

**1А.К. Суйчинов, 2Э.К. Окусханова, 1Г.А. Капашев🖂, 1Ж.С.Есимбеков**

*1*[*Қaзақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми зерттеу институты*](https://rpf.kz/?lang=kk)

*(Семей филиалы), Семей, Қазақстан,*

*2«Шәкәрiм Университетi» КЕҚ, Семей, Қазақстан,*

e-mail: [gena.89.89@mail.ru](mailto:gena.89.89@mail.ru)

Мақалада құс субөнімдеріне негізделген ақуыз-май эмульсияның (АМЭ) жасалуы ұсынылған. Құрамында тауық терісі, тауық майы және ақуыз гидролизаты бар, бұл эмульсияны әзірлеудегі мақсат - ет өнімдерінде қолдануға жарамды, тұрақты және оңтайлы функционалды-технологиялық қасиеттері бар эмульсиялық жүйе жасау. Зерттеу барысында тауық майы (13,5-15,0 %) мен гидролизаттың (5,3-6,8 %) мөлшері әртүрлі төрт рецептура нұсқасы қарастырылды, ал тауық терісі (36,4 %) мен су (43,3 %) тұрақты компоненттер ретінде сақталды. АМЭ үлгілеріндегі су активтілігі 0,9798-0,9968 аралығында болды, бұл олардың ылғалдылығының жоғары екенін және сақтау шарттарын қатаң сақтаудың маңыздылығын көрсетеді. pH мәндері 4,82-4,99 шегінде ауытқып, микробиологиялық қауіпсіздік талаптарына сәйкес келді. Ең жоғары ылғал ұстау қабілеті 1-нұсқада (78,74 %) байқалса, ең жоғары май ұстау қабілеті 4-нұсқада (62,4 %) тіркелді. Эмульгирлеу қабілеті 46 %-дан 56 %-ға дейін артты, ал эмульсия тұрақтылығы 10 %-дан 22 %-ға дейін ауытқыды. Органолептикалық зерттеулер барлық үлгілердің біртекті консистенциясы мен тән ет иісіне ие екенін көрсетті, ал 3-нұсқа сыртқы түрі, құрылымы және иісі жағынан ең теңгерімді деп танылды. Осылайша, 3-рецептура функционалды және органолептикалық қасиеттердің оңтайлы арақатынасын қамтамасыз етеді. Жасалған АМЭ технологиясы құс қалдықтарын тиімді пайдаланып, өнімнің өзіндік құнын төмендетуге және ет өнімдерінің ассортиментін кеңейтуге мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** тауық терісі, тауық майы, су активтілігі, pH, белокты-майлы эмульсия, гидролизат, функционалды-технологиялық қасиеттер.

**DEVELOPMENT AND RESEARCH OF FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PROTEIN-FAT EMULSION FROM CHICKEN OFFAL**

**1A. K. Suichinov, 2E.K. Okuskhanova, 1G. A. Kapasheva🖂, 1Zh.S.Yesimbekov**

*1Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry*

*(Semey branch), Semey, Kazakhstan,*

*2 NJC «Shakarim University», Semey Kazakhstan,*

e-mail: : [gena.89.89@mail.ru](mailto:gena.89.89@mail.ru)

This article presents the development of a protein-fat emulsion (PFE) based on poultry by-products: chicken skin, chicken fat, and protein hydrolysate. The aim of the study was to create a stable emulsion system with optimal functional and technological properties for use in meat products. Four formulation variants were studied with varying contents of chicken fat (13.5-15.0%) and hydrolysate (5.3-6.8%), while maintaining constant levels of chicken skin (36.4%) and water (43.3%). The water activity in the PFE samples ranged from 0.9798 to 0.9968, indicating high moisture content and the need for strict storage conditions. The pH values varied between 4.82 and 4.99, meeting microbiological safety requirements. The highest water-holding capacity (78.74%) was recorded in variant 1, while the fat-holding capacity reached a maximum in variant 4 (62.4%). The emulsifying capacity increased from 46% to 56%, and the emulsion stability ranged from 10% to 22%. Sensory evaluations showed that all samples had a uniform consistency and characteristic meat aroma, with variant 3 being recognized as the most balanced in terms of appearance, texture, and aroma. Thus, formulation 3 provides an optimal balance of functional and sensory properties. The developed PFE technology allows for the rational use of poultry by-products, reducing product cost and expanding the range of meat products through the implementation of zero-waste technologies.

**Keywords:** chicken skin, chicken fat, water activity, pH, protein-fat emulsion, hydrolysate, functional and technological properties.

**Введение.** В современной пищевой промышленности одной из приоритетных задач является повышение качества продукции при одновременном снижении себестоимости. В этом направлении особое значение приобретает эффективное использование побочного сырья, образующегося при переработке мяса птицы, включая куриную кожу. Являясь дешёвым и богатым белком сырьём, куриная кожа встречается в больших объёмах, однако высокое содержание жировой и соединительной тканей ограничивает её прямое применение в готовых мясных изделиях [1]. Для преодоления этих ограничений предлагается использовать куриную кожу в составе белково-жировых эмульсий. Такой подход позволяет вовлечь в переработку низкосортное, но функционально ценное сырьё, экономить качественное мясное сырьё и расширять ассортимент мясной продукции [2].

Совершенствование технологий переработки мясного сырья, включая субпродукты, представляет собой не только производственную, но и социально значимую задачу. Эффективное использование имеющихся ресурсов открывает возможности для создания нового поколения качественных и доступных пищевых продуктов [3]. Использование куриной кожи при создании белково-жировой эмульсии обеспечивает пищевую промышленность недорогим белоксодержащим сырьём, позволяет высвободить часть высококачественного мясного сырья, а также расширить ассортимент мясной продукции. В связи с этим применение куриной кожи в производстве белково-жировой эмульсии представляет собой актуальное направление безотходной технологии [4].

Куриная кожа считается одним из основных видов побочного сырья, образующегося в процессе переработки мяса птицы. Её химический состав характеризуется высоким содержанием жира - около 45 % [5] и белка - около 9 % (во влажной массе), что делает её перспективным источником для получения липидов, белков и их производных. Особенно ценна кожа с области шеи и бёдер, так как она содержит 1-17 % белков, 20-25 % жира, а также обогащена витаминами (A, B1, B2, B3, PP, C, E) и кальцием [6,7].

В производстве мясной продукции широко используются эмульсии на основе белково-жировых и водно-жировых смесей, способствующие улучшению текстурно-механических характеристик, функционально-технологических показателей, а также повышению пищевой и биологической ценности изделий [8]. Эмульсия представляет собой многокомпонентную дисперсную систему, в которой дисперсной фазой является жир, а дисперсионной средой — вода [1]. Для достижения наилучших результатов при использовании таких систем важно обеспечить совместимость ингредиентов за счёт рационального подбора их функциональных свойств [9].

Таким образом, куриная кожа, являясь побочным продуктом переработки мяса птицы, представляет собой ценный источник белка, жира, витаминов и минеральных веществ. Несмотря на морфологические особенности, затрудняющие её прямое использование в мясных изделиях, создание белково-жировой эмульсии на основе куриной кожи является эффективным технологическим решением. Белково-жировая эмульсия способствует стабилизации сырья, улучшению функционально-технологических свойств мясных продуктов, а также снижению себестоимости производства за счёт вовлечения низкокачественного сырья. Такой подход расширяет ассортимент мясных изделий, обеспечивает рациональное использование ресурсов и способствует внедрению безотходных технологий, что делает его актуальным направлением в пищевой промышленности.

Целью данной работы является разработка белково-жировой эмульсии из субпродуктов птицы и оценка её функционально-технологических свойств.

**Материалы и методы.** Объектами исследования являлись белково-жировые эмульсии из субпродуктов птицы, приготовленные с использованием куриного жира, куриной кожи, белкового гидролизата и воды по четырём рецептурным вариантам для каждого типа продукции.

В рамках разработки белково-жировой эмульсии на основе куриных субпродуктов были сформированы четыре рецептурных варианта с изменяющимся содержанием куриного жира и гидролизата. Постоянными компонентами служили куриная кожа и вода, обеспечивающие стабильность текстурных и эмульгирующих характеристик. Изменение концентраций жирового компонента и белкового гидролизата позволило оценить их влияние на функционально-технологические свойства готовой эмульсии. В таблице 1 представлены разные варианты рецептуры.

**Таблица 1 – Состав белково-жировой эмульсии**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Компоненты** | **Вариант рецептуры, %** | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| Куриный жир | 13,5 | 14 | 14,5 | 15 |
| Куриная шкурка | 36,4 | 36,4 | 36,4 | 36,4 |
| Гидролизат | 6,8 | 6,3 | 5,8 | 5,3 |
| Вода | 43,3 | 43,3 | 43,3 | 43,3 |
| Итого | 100 | 100 | 100 | 100 |

*Методика приготовления белково-жировой эмульсии.*

*Технологический процесс - Подготовка ингредиентов:*

В качестве основных компонентов использовались белковый гидролизат, вода, куриная кожа и куриный жир. Все ингредиенты предварительно очищались, а при необходимости - измельчались до требуемого размера.

*Обработка куриной кожи:*

Куриная шкурка замачивалась в 3%-ном растворе уксусной кислоты при температуре 4-6 °C в течение 12-24 часов. Такая обработка способствовала размягчению соединительных тканей и снижению микробной обсеменённости сырья.

Белковый гидролизат из куриных ног готовили согласно патента № 9667 от 11.10.2024г. Гидролизат предварительно растворяли в воде при температуре 16-18 °C и перемешивали до получения однородной массы. Куриная кожа и куриный жир измельчались на мясорубке до размера частиц 2-3 мм. Гидролизат объединяли с измельчённой куриной шкуркой и жиром. Смесь тщательно перемешивали в течение 1-2 минут до получения однородной эмульсии. Полученную эмульсионную массу охлаждали до температуры 0-4 °C. Время охлаждения составляло 1,5-2 часа для стабилизации текстуры и повышения устойчивости эмульсии. Готовую эмульсию помещали в герметичные контейнеры и хранили при температуре 0-4 °C не более 48 часов.

Контрольные испытания проводились через 2-4 часа после приготовления. Оценивались физико-химические показатели, влаго- и жироудерживающая способность, эмульгирующая способность, стабильность эмульсии, активная кислотность (pH), вязкость, напряжение сдвига, а также органолептические характеристики.

*Определение активности воды*

Определение активности воды (aw) - с использованием прибора LabTouch-aw (Италия) [10].

*Определение рН.*Активную кислотность среды (рН) определяли потенциометрическим методом на приборе рН-метр-Seven2GoTM, погружением электрода в раствор с фиксацией значения рН на шкале прибора. Раствор (водную вытяжку) готовили из измельченного продукта с водой (в соотношении 1:10). рН измеряли после настаивания в течение 30 минут при температуре 200С [11].

*Органолептическая оценка.* Органолептическую оценку проводили в соответствии с ГОСТ 31470–2012 [12].

*Определение функционально-технологических свойств*

Функционально-технологические свойства белково-жировой эмульсии, такие как влагоудерживающая способность (ВУС), жироудерживающая способность (ЖУС), эмульгирующая способность (ЭС) и стабильность эмульсии (СЭ), определялись по методике Тимошенко и соавторов [13].

*Статистический анализ*

Обработку результатов измерений осуществляли с помощью программы Microsoft Excel 2016. Результаты анализов были статистически значимы при p ≤ 0,05. Данные представлены как среднее значение ± стандартное отклонение.

**Обсуждение и результаты.** *Исследование активности воды*

С целью оценки микробиологической устойчивости и стабильности белково-жировых эмульсий, полученных по рецептуре, была проведена регистрация показателей активности воды (aw) в четырёх вариантах образцов. Результаты представлены в таблице 2.

**Таблица 2 - Результаты измерения активности воды в БЖЭ**

|  |  |
| --- | --- |
| **№ образца** | **Активность воды** |
| Вариант 1 | 0,9798 |
| Вариант 2 | 0,9912 |
| Вариант 3 | 0,9851 |
| Вариант 4 | 0,9968 |

Анализ полученных данных показывает, что активность воды в образцах БЖЭ варьируется в пределах от 0,9798 до 0,9968. Эти значения характерны для эмульсионных продуктов с высоким содержанием влаги. Показатель aw выше 0,95 свидетельствует о потенциальной возможности роста микроорганизмов, поэтому при производстве и хранении данных эмульсий необходимо строго соблюдать температурный режим и сроки хранения.

*Определение активной кислотности среды (pH)*

Для оценки кислотности белково-жировых эмульсий, приготовленных по четырём различным вариантам рецептуры, была проведена серия измерений значения рН при комнатной температуре. Результаты представлены в таблице3.

**Таблица 3 - Определение концентрации водородных ионов в БЖЭ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показатель** | **Вариант 1** | **Вариант 2** | **Вариант 3** | **Вариант 4** |
| рН | 4,82 | 4,99 | 4,85 | 4,82 |
| t, °C | 25 | 22,9 | 23 | 21,1 |

По полученным данным значения рН всех образцов находились в диапазоне 4,82–4,99, что указывает на слабокислую среду в эмульсиях. Незначительные колебания температуры не оказали существенного влияния на итоговые показатели кислотности. Эти значения соответствуют допустимым нормам для мясных эмульсионных систем и обеспечивают микробиологическую стабильность продукта.

*Исследование функционально-технологических свойств белково-жировых эмульсий (БЖЭ).* В рамках исследования были проведены испытания по оценке функционально-технологических характеристик разработанных белково-жировых эмульсий (БЖЭ). Анализу подверглись следующие показатели: влагоудерживающая способность (ВУС, %), жироудерживающая способность (ЖУС, %), эмульгирующая способность (ЭС, %) и стабильность эмульсии (СЭ, %). Результаты исследования функционально-технологических свойств БЖЭ приведены в рисунке 1.

**Рис. 1 - Экспериментальные данные по различным вариантам БЖЭ**

Все данные представлены в виде сравнительной диаграммы для четырёх экспериментальных вариантов.

Максимальное значение ВУС зафиксировано у варианта 1 (78,74%), что свидетельствует о высокой способности данной эмульсии связывать воду. По мере перехода к варианту 4 этот показатель постепенно снижался до 73,6%. Показатель ЖУС продемонстрировал рост от 41% (вариант 1) до 62,4% (вариант 4), что указывает на улучшенное удержание жира в последних рецептурах. Эмульгирующая способность (ЭС) возрастала от варианта 1 к вариантам 3 и 4, достигая наибольшего значения 56%. Это свидетельствует о более эффективной стабилизации жира в водной фазе при соответствующей рецептуре. Стабильность эмульсии (СЭ) варьировалась от 10% у варианта 4 до 22% у варианта 3, что указывает на различную степень насыщения эмульсий воздухом, влияющую на консистенцию и текстуру продукта.

На основании полученных данных можно заключить, что варианты 2 и 3 обеспечивают оптимальный баланс между исследуемыми показателями. ни характеризуются высокой влаго- и жироудерживающей способностью, а также хорошей стабильностью и взбиваемостью. Эти рецептуры представляют практический интерес для использования в производстве мясных продуктов.

*Органолептическое исследование белково-жировой эмульсии*

В рамках оценки качества разработанных белково-жировых эмульсий (БЖЭ) были проведены органолептические исследования по следующим показателям: внешний вид, консистенция, запах и цвет. Результаты представлены в таблице 4.

**Таблица 4 - Органолептические показатели БЖЭ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование показателя** | **Характеристика** | | | |
| **Вариант 1** | **Вариант 2** | **Вариант 3** | **Вариант 4** |
| Внешний вид | Однородная масса светло-кремового цвета | Однородная масса с глянцем | Однородная масса светло-кремового цвета | Однородная масса светло-кремового цвета |
| Консистенция | Мягкая, умеренно плотная | Более эластичная и плотная | Ещё более густая и пластичная | Плотная, с характерной жирностью |
| Запах | Умеренный мясной запах | Сильнее выражен аромат куриного жира | Сбалансированный мясной и жировой запах | Ярко выраженный куриный жирный запах |
| Цвет | Светло-жёлтый с розоватым оттенком | Кремовый | Светло-бежевый | Светло-бежевый |

Внешний вид: во всех вариантах эмульсия имела однородную структуру, вариант 2 выделялся наличием глянца, придающего массе привлекательный внешний облик.

Консистенция: с увеличением доли жира наблюдалось повышение плотности и пластичности эмульсии. Вариант 4 имел наиболее плотную текстуру с выраженной жирностью, тогда как вариант 1 характеризовался как мягкий и умеренно плотный.

Запах: у варианта 2 аромат куриного жира выражен сильнее всего. Вариант 3 отличался наиболее сбалансированным мясным и жировым ароматом. Вариант 4 имел ярко выраженный запах куриного жира, а у варианта 1 аромат был умеренным.

Цвет: эмульсии имели светлые оттенки от светло-жёлтого с розоватым подтоном (вариант 1) до светло-бежевого (варианты 3 и 4).

Таким образом, все образцы обладают приемлемыми органолептическими свойствами, а вариант 3 признан наиболее сбалансированным по совокупности признаков.

**Обсуждение и результаты.** Результаты исследования показали, что изменения в рецептурном составе БЖЭ оказывают существенное влияние на её физико-химические и органолептические характеристики. Значения активности воды (0,9798-0,9968) указывают на необходимость соблюдения строгих условий хранения для предотвращения микробиологической порчи. Измерения pH (4,82-4,99) свидетельствуют о слабокислой среде, способствующей повышению микробиологической устойчивости эмульсий.

Функционально-технологические свойства изменялись в зависимости от соотношения компонентов. С увеличением доли жира повышалась жироудерживающая способность (от 41 до 62,4%), тогда как влагоудерживающая способность снижалась (от 78,74 до 73,6%). Эмульгирующая способность и стабильность варьировались в пределах 50-56% и 10-22% соответственно, демонстрируя улучшение при оптимальном балансе белка и жира.

Органолептическая оценка показала, что вариант 3 обладает наилучшим сочетанием запаха, консистенции и внешнего вида. Эти данные подтверждают, что рецептуры 2 и 3 обладают наилучшими потребительскими и технологическими характеристиками, обеспечивая стабильность, функциональность и привлекательность продукта.

**Выводы.** Разработка белково-жировой эмульсии на основе куриной кожи, жира и гидролизата показала высокую эффективность использования побочного сырья птицы. Проведённые исследования подтвердили, что такие эмульсии обладают приемлемыми технологическими и потребительскими характеристиками, а вариант 3 рецептур является оптимальным. Полученные результаты могут быть использованы в производстве мясных изделий с целью снижения себестоимости, расширения ассортимента и внедрения безотходных технологий. Работа представляет практическую ценность для предприятий мясоперерабатывающей отрасли.

***Финансирование.*** *Данные исследования проводились в рамках проекта № BR24992938 - «Научное обоснование, разработка и внедрение прогрессивных технологических процессов, методов и решений комплексной переработки тушек птицы Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан на 2024- 2026 год*

**Литература**

1. Дашиева Л. Б. Диссер.Разработка белково-жировой эмульсии для рубленых полуфабрикатов из мяса птицы.Автореферат дис.. канд.техн.наук: 05.18.04.-Улан-Удэ, 2013.- 110 c.

2. Smolinska T., Wieslaw K., Kopec W. Effect of skin addition on the technological properties of comminuted chicken meat emulsions// International Journal of Food Science & Technology. -2007. -Vol. 23(5). -P.441 - 446. DOI [10.1111/j.1365-2621.1988.tb00600.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1988.tb00600.x).

3. Суйчинов А.К., Окусханова Э.К., Капашева Г.А., Жүзжасарова Г.Е., Туменов С.Н. Физико-химические показатели мяса курицы и утки и их субпродуктов// Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки. -2025. –T.1(17). -С. 179-186. [DOI 10.53360/2788-7995-2025-1(17)-23](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-1(17)-23).

4. Мансветова Е. В. Разработка технологии вареных колбасных изделий с использованием белково-жировых эмульсий на основе камедей. Автореферат дис..канд.техн.наук: 05.18.04 –Москва. -2010. -157c.

5. Прянишников В.В. Эмульсия из куриной шкурки в технологиях мясных продуктов // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. -2016. -№ 5. -C. 27-29.

6. Farmani J., Roshani S., Hosseini Gabous H. Physicochemical properties of chicken fat as affected by rendering condition // Advances in Food Sciences. -2016. -Vol. 38 (1). -P. 35-43.

7. Jamshid F., [Mohammadnezhad](https://onlinelibrary.wiley.com/authored-by/Mohammadnezhad/Sedigheh) S. Rheological and functional characterization of gelatin and fat extracted from chicken skin for application in food technology // Food Science and Nutrition. -2025. -Vol. 10 (6). -P. 1908-1920. DOI [10.1002/fsn3.2807](https://doi.org/10.1002/fsn3.2807).

8. Жаринов А.И., Юрков С.Г. Технико-технологические аспекты приготовления мясных эмульсий // Мясная индустрия. -2006. -№1. -С. 31-35.

9. Окусханова Э.К., Асенова Б.К., Ребезов М.Б., Есимбеков Ж.С., Зинина О.В. Разработка технологии и рецептуры мясорастительного паштета с применением белкового обогатителя // Вестник Алматинского технологического университета. -2017. -№ 1. -С. 51-57.

10. ГОСТ ISO 21807-2015. Микробиология пищевой продукции и кормов. Определение активности воды/М.: Стандартинформ. - 2016. -9 с. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293754/4293754690.pdf-> Дата обращения: 21.05.2025

11. СТ РК ИСО 2917-2009. Мясо и мясные продукты. Определение рН. Контрольный метод/ Астана: Госстандарт Республики Казахстан. -2010. -16 с. http://standarts.nism.gov.kg/uploads/demo/pdf/555e6c26b5edc1e20ca0287aab664679.pdf. Дата обращения 21.05.2025

12. ГОСТ 31470- 2012. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы Методы органолептических и физико-химических исследований/М.: Стандартинформ. -2013. -4 с. <https://internet-law.ru/gosts/gost/52629/.Дата> обращения: 21.05.2025

13. Тимошенко Н. В., Патиевой А. М., Патиевой С. В., Нестеренко А. А., Н.В.Кенийз. Методические указания к лабораторно-практической работе «Идентификация качественного состава мясных изделий» //Краснодар. КубГАУ. -2015 -32 с.

**References**

1.Dashieva L. B. Disser.Razrabotka belkovo-zhirovoj jemul'sii dlja rublenyh polufabrikatov iz mjasa pticy.Avtoreferat dis.. kand.tehn.nauk: 05.18.04.-Ulan-Udje, 2013.- 110 c. [in Russian]

2. Smolinska T., Wieslaw K., Kopec W. Effect of skin addition on the technological properties of comminuted chicken meat emulsions// International Journal of Food Science & Technology. -2007. -Vol. 23(5). -P.441 - 446. DOI [10.1111/j.1365-2621.1988.tb00600.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1988.tb00600.x).

3. Sujchinov A.K., Okushanova Je.K., Kapasheva G.A., Zhүzzhasarova G.E., Tumenov S.N. Fiziko-himicheskie pokazateli mjasa kuricy i utki i ih subproduktov// Vestnik Universiteta Shakarima. Serija tehnicheskie nauki. -2025. -T.1(17). -S. 179-186. DOI 10.53360/2788-7995-2025-1(17)-23.[in Russian]

4. Mansvetova E. V. Razrabotka tehnologii varenyh kolbasnyh izdelij s ispol'zovaniem belkovo-zhirovyh jemul'sij na osnove kamedej. Avtoreferat dis..kand.tehn.nauk: 05.18.04 –Moskva. -2010. -157c. [in Russian]

5. Prjanishnikov V.V. Jemul'sija iz kurinoj shkurki v tehnologijah mjasnyh produktov // Racional'noe pitanie, pishhevye dobavki i biostimuljatory. -2016. -№ 5. -C. 27-29. [in Russian]

6. Farmani J., Roshani S., Hosseini Gabous H. Physicochemical properties of chicken fat as affected by rendering condition // Advances in Food Sciences. -2016. -Vol. 38 (1). -P. 35-43.

7. Jamshid F., [Mohammadnezhad](https://onlinelibrary.wiley.com/authored-by/Mohammadnezhad/Sedigheh) S. Rheological and functional characterization of gelatin and fat extracted from chicken skin for application in food technology // Food Science and Nutrition. -2025. -Vol. 10 (6). -P. 1908-1920. DOI [10.1002/fsn3.2807](https://doi.org/10.1002/fsn3.2807).

8. Zharinov A.I., Jurkov S.G. Tehniko-tehnologicheskie aspekty prigotovlenija mjasnyh jemul'sij // Mjasnaja industrija. -2006. -№1. -S. 31-35. [in Russian]

9. Okushanova Je.K., Asenova B.K., Rebezov M.B., Esimbekov Zh.S., Zinina O.V. Razrabotka tehnologii i receptury mjasorastitel'nogo pashteta s primeneniem belkovogo obogatitelja // Vestnik Almatinskogo tehnologicheskogo universiteta. -2017. -№ 1. -S. 51-57. [in Russian]

10. GOST ISO 21807-2015. Mikrobiologija pishhevoj produkcii i kormov. Opredelenie aktivnosti vody/M.: Standartinform. - 2016. -9 s. https://meganorm.ru/Data2/1/4293754/4293754690.pdf- Data obrashhenija: 21.05.2025. [in Russian]

11. ST RK ISO 2917-2009. Mjaso i mjasnye produkty. Opredelenie rN. Kontrol'nyj metod/ Astana: Gosstandart Respubliki Kazahstan. -2010. -16 s. http://standarts.nism.gov.kg/uploads/demo/pdf/555e6c26b5edc1e20ca0287aab664679.pdf. Data obrashhenija 21.05.2025. [in Russian]

12. GOST 31470- 2012. Mjaso pticy, subprodukty i polufabrikaty iz mjasa pticy Metody organolepticheskih i fiziko-himicheskih issledovanij/M.: Standartinform. -2013. -4 s. https://internet-law.ru/gosts/gost/52629/.Data obrashhenija: 21.05.2025[in Russian]

13. Timoshenko N. V., Patievoj A. M., Patievoj S. V., Nesterenko A. A., N.V.Kenijz. Metodicheskie ukazanija k laboratorno-prakticheskoj rabote «Identifikacija kachestvennogo sostava mjasnyh izdelij» //Krasnodar. KubGAU. -2015 -32 s. [in Russian]

***Сведения об авторах***

Суйчинов А.К. - ассоц. профессор, PhD, Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Семей Казахстан, e-mail: [asuychinov@gmail.com](mailto:asuychinov@gmail.com);

Окусханова Э.К. - ассоц. профессор, PhD, НАО «Шәкәрім Университет», Семей, Казахстан,

e-mail: [eokuskhanova@gmail.com](mailto:eokuskhanova@gmail.com);

Капашева Г.А. - магистр технических наук; Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Семей, Казахстан, e-mail: [gena.89.89@mail.ru](mailto:gena.89.89@mail.ru);

Есимбеков Ж.С. - ассоц. профессор, PhD, Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Семей, Казахстан, e-mail: [ezhanibek@mail.ru](mailto:ezhanibek@mail.ru).

***Information about the authors***

Suychinov A.K. - assoc. Professor, PhD; Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Semey Branch). Semey, Kazakhstan, e-mail: [asuychinov@gmail.com](mailto:asuychinov@gmail.com);

Okuskhanova E.K. - assoc. Professor, PhD, NJC «Shakarim University», Semey, Kazakhstan, e-mail: [eokuskhanova@gmail.com](mailto:eokuskhanova@gmail.com);

Kapasheva G.A. - Master of Technical Sciences; Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Semey Branch). Semey, Kazakhstan, e-mail: [gena.89.89@mail.ru](mailto:gena.89.89@mail.ru);

Yessimbekov Z.S. - assoc. Professor, PhD, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Semey Branch). Semey, Kazakhstan, e-mail: [ezhanibek@mail.ru](mailto:ezhanibek@mail.ru).

МРНТИ 65.59.03

**ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛУКОПЧЁНОЙ КОЛБАСЫ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО ЗАМЕНИТЕЛЯ МЯСА С ДОБАВЛЕНИЕМ ПЛАЗМЫ КРОВИ**

**Э.Т. Кансейтова** [D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0002-8275-5786)**🖂, Ж.С. Желеуова** [D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0001-5171-7392)**, А.Ж. Шиналиева** [D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0009-0001-8656-0302)**, М.Д. Абишев** [D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0001-8929-4401)**,**

**И.Р. Садырбаева**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0009-0007-7020-3435)

*Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан*

**🖂**Корреспондент-автор: kanseitova@bk.ru

В данной работе представлена разработка технологии полукопчёной колбасы функционального назначения с использованием растительного сырья (соевый изолят и нут) и добавлением плазмы крови убойных животных в качестве компонента животного происхождения. Проведены исследования влияния различных концентраций плазмы крови (1%, 2%, 3%) на пищевую ценность, органолептические, микробиологические и физико-химические показатели колбасных изделий. Установлено, что добавление 2% плазмы крови приводит к умеренному увеличению водосвязывающей способности (ВСС) и водоудерживающей способности (ВУС), а также положительно влияет на органолептические показатели образца. Такое улучшение функционально-технологических свойств происходит за счёт усиления гелеобразования и повышения сочности продукта. Однако при увеличении доли плазмы до 3 % наблюдается чрезмерное уплотнение текстуры, что негативно отражается на потребительских свойствах продукта.

Установлено, что добавление 2% плазмы крови обеспечивает оптимальное соотношение белков, углеводов, влаги и жира, улучшает влагоудерживающую способность и сохраняет стабильную консистенцию продукта. При этом продукт соответствует санитарно-гигиеническим требованиям и сохраняет высокие органолептические характеристики в течение срока хранения. Результаты подтверждают технологическую и биологическую целесообразность использования плазмы крови в составе растительных колбасных изделий для повышения их функциональной и пищевой ценности.

**Ключевые слова:** плазма крови, соя, нут, полукопченая колбаса, заменитель мяса, растительное сырье.

**ӨСІМДІК ТЕКТІ ЕТ АЛМАСТЫРҒЫШЫ ҚОСЫЛҒАН ҚАН ПЛАЗМАСЫМЕН ЖАРТЫЛАЙ ЫСТАЛҒАН ШҰЖЫҚТЫҢ МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

**Э.Т. Кансейтова🖂, Ж.С. Желеуова, А.Ж. Шиналиева, М.Д. Абишев,**

**И.Р. Садырбаева**

*М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан,*

e-mail: [kanseitova@bk.ru](mailto:kanseitova@bk.ru)

Бұл жұмыста жануар тектес компонент ретінде сойыс малдарының қанының плазмасын қосып, өсімдік текті шикізат (соя изолятты және ноқат) негізінде функционалды мақсаттағы жартылай ысталған шұжық технологиясы әзірленді. Әртүрлі концентрациядағы қан плазмасының (1%, 2%, 3%) шұжық өнімдерінің тағамдық құндылығына, органолептикалық, микробиологиялық және физика-химиялық көрсеткіштеріне әсері зерттелді.

Зерттеу нәтижелері бойынша, 2% қан плазмасын енгізу су байланыстыру (СБҚ) және су ұстау қабілетін (СҰҚ) орташа деңгейде арттырып, органолептикалық қасиеттерін жақсартатыны анықталды. Функционалды-технологиялық көрсеткіштердің мұндай артуы өнімнің гель түзу қабілетінің күшеюімен және шырындылығының жоғарлауымен байланысты. Алайда плазма үлесі 3%-ға дейін арттырылғанда, текстураның шамадан тыс тығыздануы байқалып, бұл өнімнің тұтынушылық қасиеттеріне кері әсер етті.

Осылайша, 2% плазма қосу ақуыздар, көмірсулар, ылғал және майдың оңтайлы арақатынасын қамтамасыз етеді, су ұстау қабілетін арттырады және өнімнің тұрақты консистенциясын сақтайды. Сонымен қатар, шұжық санитарлық-гигиеналық талаптарға сәйкес келеді және сақтау мерзімі бойы жоғары органолептикалық сипаттамаларын сақтайды. Алынған нәтижелер қан плазмасын өсімдік негізіндегі шұжық өнімдерінің құрамында қолданудың технологиялық және биологиялық тұрғыдан мақсатқа сай екенін дәлелдейді.

**Түйін сөздер:** қан плазмасы, соя, ноқат, жартылай ысталған шұжық, ет алмастырғыш, өсімдік тектi шикізат.

**STUDY OF MICROBIOLOGICAL AND PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF SEMI-SMOKED SAUSAGE MADE FROM A PLANT-BASED MEAT SUBSTITUTE WITH THE ADDITION OF BLOOD PLASMA**

**E.T. Kanseitova🖂, Zh.S. Zheleuova, A.Zh. Shinalieva, M.D. Abishev, I.R. Sadyrbayeva**

*M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan,*

e-mail: kanseitova@bk.ru

This article presents the development of a technology for semi-smoked sausages of functional purpose, based on plant raw materials (soy isolate and chickpea) with the addition of animal-derived plasma. The effect of different concentrations of blood plasma (1%, 2%, 3%) on the nutritional value, organoleptic, microbiological, and physicochemical parameters of sausage products was investigated.

It was found that the addition of 2% blood plasma moderately increased water-binding capacity (WBC) and water-holding capacity (WHC), while also improving the organoleptic characteristics of the samples. This improvement in functional-technological properties is associated with enhanced gel formation and increased juiciness of the product. However, when the plasma content was increased to 3%, excessive texture densification was observed, negatively affecting the consumer qualities of the sausage.

Thus, the addition of 2% plasma ensures an optimal balance of proteins, carbohydrates, moisture, and fat, improves water-holding capacity, and maintains a stable product consistency. At the same time, the sausage meets sanitary and hygienic requirements and retains high organoleptic characteristics throughout its shelf life. The obtained results confirm the technological and biological feasibility of using blood plasma in plant-based sausage products to enhance their functional and nutritional value.

**Keywords:** blood plasma, soy, chickpea, semi-smoked sausage, meat substitute, plant-based raw materials.

**Введение.** Современные потребности потребителей и переход на растительные альтернативы замены мяса неуклонно растет в последние несколько лет, как в дальнем, так и в ближнем зарубежье. Растительную альтернативу мясных продуктов производят так, чтобы сымитировать вкус, внешний вид, текстуру, пищевую ценность и белковую основу.

Обеспечение качества и безопаснос

ти пищевых продуктов остается одной из приоритетных задач пищевой промышленности и санитарного надзора, новых разработанных изделий. В этой связи исследование микробиологических и физико-химических показателей полукопченой колбасы из растительного заменителя мяса с добавлением плазмы сельскохозяйственных животных представляет собой важное направление в области контроля качества и безопасности пищевых продуктов, способствующее повышению эффективности технологических процессов и защите здоровья населения [1].

Одним из важнейших показателей, определяющих органолептическую оценку и экономическую эффективность производства, является влагоудерживающая (ВУС) и влагосвязывающая (ВСС) способность фарша. Не способность удерживать влагу при внешнем воздействии и степень фиксации влаги в структуре белков на молекулярном уровне, может привести к потере массы при термообработке, ухудшению структуры, сочности и внешнего вида.

Таким образом, результаты исследования микробиологических и физико-химических показателей, влагоудерживающей и влагосвязывающей способности полукопчёной колбасы из растительного заменителя мяса с добавлением плазмы, влияющих на данные характеристики, имеют значение при совершенствовании технологии, повышении качества и конкурентоспособности.

В колбасном производстве используют широкий ассортимент крови убойных животных и ее компонентов, которая является ценным источником животного белка и других необходимых человеку компонентов - жиров, углеводов, ферментов, витаминов и минеральных веществ. Кровь животных содержит 60-70% плазмы и 30-40% взвешенных эритроцитов по весу [2].

По литературным данным плазма – жидкая часть, не содержащая клеток крови [3], содержит 91% воды, 7% белков, 1% минеральных веществ, в ней присутствуют все белки крови, за исключением гемоглобина [4]. При этом в ней содержится более 100 различных белков, из которых наиболее представительными являются сывороточные белки альбумин, γ-глобулины, α-глобулины, β-глобулины и фиброген [5], которые используются из-за различных функциональных свойств [6].

Результаты исследований [7, 8] показывают, что использование белков плазмы крови можно рассматривать как связующее вещество для производства различных пищевых продуктов.

**Материалы и методы.** Объектами исследования служили опытные образцы полукопчёной колбасы из растительного заменителя мяса с добавлением плазмы сельскохозяйственных животных, основным сырьем которых являлись соя, нут и кровь убойных животных.

Полукопчёная колбаса из растительного заменителя мяса с добавлением плазмы была приготовлена в соответствии с существующими технологическими инструкциями, технологический процесс осуществлялся с соблюдением санитарных правил для предприятий мясной промышленности при первичной обработке растительного сырья (соя, нут) в соотношении 70/30 [9, 10]. Приготовление фарша на растительной основе проводили в мешалке с внесением плазмы (1%, 2%, 3%), добавлением поваренной соли, растительного масла (подсолнечное и кокосовое) и пряностей (перец душистый и кориандр молотый), перемешивая в течение 8-10 мин. Затем наполняли оболочку, обвязывая батоны, после усадки проводили термообработку, сушку, обжарку, варку, охлаждение при температуре 20оС и ниже, копчение проводили при температуре 43±7оС, 12-24 ч, далее проводили сушку и отправляли на хранение.

Приразделении фракции цельной крови использовали метод центрифугирования (Stegler СМ-300-06, 4000 об/мин, 15 мин) с добавлением антикоагулянта в соотношении 1:10 (4% раствор цитрата натрия и лимонной кислоты).

Влагосвязывающую и влагоудерживающую способность образцов определяли в испытательной лаборатории АО «Алматинский технологический университет», методом прессования и Вартаняна соответственно.

Микробиологическую оценку опытного образца проводили в испытательной лаборатории ТОО «Нутритест» по общепринятым методикам определения БГКП (ГОСТ 31747-2012), сульфитредуцирующих клостридий (ГОСТ 29185-2014) 31746-2012), бактерий вида Staphylococcus aureus (ГОСТ 31746-2012), токсичных элементов (свинец, кадмий (ГОСТ30178-96), мышьяка (ГОСТ 31628-2012), ртуть (ГОСТ 26927-86)), пестицидов, ДДТ и его метаболитов (СТ РК 2011-2010), микотоксинов (ГОСТ 30711-2001).

Определение физико-химических показателей - массовой доли белка (ГОСТ 26889-86), влаги (ГОСТ 9793-2016), жира (ГОСТ 23042-2015) и углеводов (И.М. Скурихин, вып.1, 1978) - опытных образцов проводили по общепринятым методикам.

**Обсуждение и результаты.** Разработана технология получения полукопченой колбасы функционального назначения из продуктов животного (плазмы - крови сельскохозяйственных животных) и растительного происхождения (соевый изолят и нут).

В ходе исследования были определены органолептические характеристики полукопченой колбасы из растительного сырья с добавлением плазмы крови убойных животных. Установлено, что добавление плазмы крови в указанных дозировках не оказывало существенного влияния на такие показатели, как внешний вид, вкус и цвет продукта. Эти параметры во всех опытных образцах соответствовали установленным требованиям для данного вида колбасных изделий.

Исследованы пищевая безопасность, микробиологические, органолептические и физико-химические показатели полученных функциональных полукопченых колбас из растительного заменителя мяса.

Исследования пищевой ценности проводили для оценки влияния добавления плазмы крови в различных концентрациях (1%, 2%, 3%), таблица 1.

**Таблица 1 – Пищевая ценность полукопченой колбасы из растительного заменителя мяса**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование показателей** | **Полукопченая колбаса из растительного заменителя мяса (контроль)** | **Полукопченая колбаса из растительного заменителя мяса с добавлением 1% плазмы крови**  **(1 образец)** | **Полукопченая колбаса из растительного заменителя мяса с добавлением 2% плазмы крови**  **(2 образец)** | **Полукопченая колбаса из растительного заменителя мяса с добавлением 3% плазмы крови**  **(3 образец)** |  |
| **Массовая доля влаги, %** | **49,95±2,5** | **47,28±2,36** | **47,27±2,36** | **47,3±2,37** |  |
| **Массовая доля жира, %** | **3,34±0,2** | **3,39±0,2** | **4,49±0,67** | **5,8±0,35** |  |
| **Массовая доля углеводов, %** | **19,81±1,0** | **22,69±1,13** | **22,56±1,13** | **20,07±1,0** |  |
| **Массовая доля белка, %** | **16,90±1,0** | **24,34±1,46** | **24,49±1,47** | **24,54±1,47** |  |
| **Энергетическая ценность, ккал** | **183,99** | **214,94** | **215,51** | **228,08** |  |

В таблице 1 представлены данные о влиянии добавления плазмы крови в различных концентрациях (1%, 2%, 3%) на показатели пищевой ценности полукопченой колбасы, изготовленной из растительного заменителя мяса. В качестве контрольного образца выступает продукт без добавления плазмы.

С увеличением доли плазмы крови наблюдается тенденция к снижению массовой доли влаги по сравнению с контрольным образцом от 49,95% в контроле до 47,3% при всех уровнях добавления, что свидетельствует о более плотной структуре продукта за счет увеличения содержания белков и жиров.

Массовая доля жира повышается по мере увеличения дозировки плазмы от 3,34% в контрольной группе до 5,8% при добавлении 3% плазмы, что может быть связано с содержанием липидов в плазме крови.

Содержание углеводов, увеличивается при добавлении 1% и 2% плазмы, однако при добавлении 3% снижается, приближаясь к контрольному значению.

Наиболее значительные изменения наблюдаются в содержании белка с 16,9% в контрольной пробе до 24,54 при добавлении плазмы крови, что свидетельствует об эффективности использования плазмы как белкового обогатителя.

Соответственно энергетическая ценность колбасы возрастает с 183,99 ккал до 228,08 ккал при максимальной концентрации плазмы (3%).

Таким образом, добавление плазмы крови способствует повышению пищевой и энергетической ценности растительной полукопченой колбасы за счет увеличения содержания белка и жира. Добавление плазмы крови привело к росту калорийности продукта, это объясняется увеличением содержания белков в зависимости от концентрации плазмы крови.

Функционально-технологические характеристики опытных образцов описаны в таблице 2.

**Таблица 2 - Функционально-технологические характеристики**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование показателей** | **Полукопченая колбаса из растительного заменителя мяса с добавлением 1% плазмы крови**  **(1 образец)** | **Полукопченая колбаса из растительного заменителя мяса с добавлением 2% плазмы крови**  **(2 образец)** | **Полукопченая колбаса из растительного заменителя мяса с добавлением 3% плазмы крови**  **(3 образец)** |
| ВСС, % | 44,89±0,59 | 49,38±0,73 | 54,78±0,73 |
| ВУС, % | 42,47±0,55 | 47,89±0,61 | 48,92±0,51 |

По данным таблицы 2, при увеличении содержания плазмы от 1 до 2% наблюдается значительное повышение как ВСС (на 4,49%), так и ВУС (на 5,42%). Максимальные значения ВСС (54,78%) и ВУС (48,92%) зафиксированы при добавлении 3% плазмы.

**Рис. 1 - Диаграмма функционально-технологических характеристик образцов**

По данным таблицы 2 и рисунка 1 наблюдается умеренное увеличение ВСС и ВУС, но наблюдается изменение органолептических показателей. Установлено, что добавление 2% плазмы крови приводит к умеренному увеличению водосвязывающей способности (ВСС) и водоудерживающей способности (ВУС), а также положительно влияет на органолептические показатели образца. Такое улучшение функционально технологических свойств происходит за счет усиления гелеобразования и повышения сочности продукта. Однако при увеличении доли плазмы до 3 % наблюдается чрезмерное уплотнение текстуры, что негативно отражается на потребительских свойствах продукта.

Однако влияние добавки плазмы крови прослеживалось в изменении структурно-механических свойств, в частности консистенции ухудшения текстуры продукта, проявляющееся в виде рыхлой консистенции, что может свидетельствовать о нарушении оптимального соотношения компонентов и ухудшении структурной целостности колбасы.

**Таблица 3 - Результаты микробиологического исследования и пищевой безопасности**

|  |  |
| --- | --- |
| **Исследуемый показатель** | **Результаты исследования** |
| Сульфитредуцирующие клостридии, в 1г | не обнаружено в 1 г продукта |
| БГКП | не обнаружено в 1 г продукта |
| бактерии вида Staphylococcus aureus | не обнаружено в 1 г продукта |
| Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов | 0,82х103 КОЕ/г |
| Свинец | не обнаружено |
| Кадмий | не обнаружено |
| Мышьяк | не обнаружено |
| Ртуть | не обнаружено |
| Афлатоксин В1 | не обнаружено |
| ГХЦГ (α, β, γ-изомеры) | не обнаружено |
| ДДТ и его метаболиты | не обнаружено |

БГКП (ГОСТ 31747-2012), (ГОСТ 29185-2014) 31746-2012), бактерии вида Staphylococcus aureus (ГОСТ 31746-2012), токсичные элементы (ГОСТ30178-96), (ГОСТ 31628-2012), (ГОСТ 26927-86)), пестициды, ДДТ и его метаболиты (СТ РК 2011-2010).

По результатам микробиологической оценки в опытном образце с добавлением 2% плазмы присутствие БГКП, сульфитредуцирующих клостридии, бактерии вида Staphylococcus aureus, токсичных элементов (свинец, кадмий, мышьяк, ртуть), пестицидов (ГХЦГ (α, β, γ-изомеры), ДДТ и его метаболиты), микотоксинов (афлатоксин В1) не было выявлено. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов 0,82х103 КОЕ/г, что значительно меньше нормативного показателя

Из выше полученных данных наиболее сбалансированным и технологически целесообразным является добавление двух процентов плазмы крови, при котором достигается оптимальное соотношение органолептических и функционально-технологических характеристик полукопченой колбасы на растительной основе.

Добавление плазмы крови в рецептуру полукопченой колбасы значительно улучшает пищевую и биологическую ценность продукта. Все образцы демонстрируют улучшенные показатели пищевой ценности и могут рассматриваться как альтернатива традиционным мясным ингредиентам с целью повышения белка.

**Добавление плазмы крови в количестве 1, 2, 3 %** в рецептуру полукопчёной колбасы на растительной основе **способствует повышению пищевой и биологической ценности продукта,** в частности, увеличению массовой доли белка (до 24,5 %) и энергетической ценности (до 228,08 ккал).

Установлено, что **наиболее сбалансированным вариантом с точки зрения функционально-технологических, органолептических и микробиологических показателей является образец с добавлением 2 % плазмы крови.** Данный образец демонстрирует влагоудерживающую способность (47,89 %), стабильную консистенцию, отсутствие отклонений по микробиологическим и санитарно-гигиеническим нормам.

Органолептические исследования показали, что **внешний вид, вкус и цвет продукта не изменяются** при введении плазмы крови, а консистенция ухудшается только при максимальной дозировке (3 %).

Установлено, что добавление 2% плазмы крови приводит к умеренному увеличению водосвязывающей способности (ВСС) и водоудерживающей способности (ВУС), а также положительно влияет на органолептические показатели образца. Такое улучшение функционально-технологических свойств становится возможным за счет усиления гелеобразования и повышения сочности продукта. Однако при увеличении доли плазмы до 3 % наблюдается чрезмерное уплотнение текстуры, что негативно отражается на потребительских свойствах продукта.

**Выводы**. Результаты, полученные в ходе проведенных исследований, позволяют сделать следующие выводы: установлена возможность и целесообразность использования плазмы крови при производстве полукопчёной колбасы из растительного заменителя мяса.

Проведённые микробиологические испытания образца, где подтверждена безопасность образцов с добавлением 2% плазмы крови, свидетельствуют о том, что продукт пригоден для употребления и соответствует нормативным требованиям.

Таким образом, **использование 2% плазмы крови** в производстве полукопчёной колбасы из растительного заменителя мяса является **оптимальным решением**, позволяющим **повысить белковую ценность продукта,** улучшить его технологические свойства и сохранить безопасность и стабильность в течение срока хранения.

***Финансирование.*** *Данные исследования проводились в рамках проекта АР19679729 «Разработка технологии полукопченой колбасы из растительного заменителя мяса функционального назначения» и финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.*

**Литература**

1. Ахметова В.Ш., Машанова Н.С. Функционалдык тамактануга арналган к¥рама ет 0німінін технологиясы// Вестник Университета Шакарима.- 2020. -№ 4(92). - С.108-111.

2.Ofori J.A., Yun-Hwa Hsieh P. Issues related to the use of blood in food and animal feed //Critical reviews in food science and nutrition.-2014.- Vol.54(5).- P.687-697.

DOI 10.1080/10408398.2011.605229.

3. Zaitsev S. Dynamic surface tension measurements as general approach to the analysis of animal blood plasma and serum // Advvances in colloid interface science.- 2016.-Vol.235.-P.201-213. DOI 10.1016/j.cis.2016.06.007.

4. Del Hoyo P., Moure F., Rendueles M., Díaz M. Demineralization of animal blood plasma by ion exchange and ultrafiltration//Meat science.-2007.-Vol.76(3).-P.402-410.

DOI 10.1016/j.meatsci.2006.06.014.

5. Tarté R. Meat Protein Ingredients // Woodhead Publishing Limited.- 2011 - Chapter: 4. - P.56-91. DOI 10.1533/9780857093639.56.

6. Clara S.F. Bah, Alan Carne, Michelle A. McConnell, Sonya Mros, Alaa El-Din A. Bekhit, Production of bioactive peptide hydrolysates from deer, sheep, pig and cattle red blood cell fractions using plant and fungal protease preparations//Food Chemistry.-2016.-Vol.202.-P. 458-466. DOI 10.1016/j.foodchem.2016.02.020.

7. Chiroque R. G. S., Santiago H. P. C., Espinoza L. E., Quispe L. A. M., Tirado L. R. P., Villegas L. M. N., Villegas M. A. N., A Review of Slaughterhouse Blood and its Compounds, Processing and Application in the Formulation of Novel Non-Meat Products // Current Research Nutrition and Food Science. -2023.-Vol.11(2).- P.534-548. DOI [10.12944/CRNFSJ.11.2.06](http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.2.06)

8. Suter D.A., Sustek E., Dill C.W., Marshall W.H., Carpenter Z.L. A method for measurement of the effect of blood protein concentrates on the binding forces in cooked ground beef patties // Journal of Food Science. -1976.-Vol.41 (6).-P.1428-1432. DOI 10.1111/j.1365-2621.1976.tb01188.x

9. Желеуова Ж.С., Кансейтова Э.Т., Тасполтаева А.Р., Балабекова А.С., Қоштаева Г.Е. Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжықтың аминқышқылдары мен май қышқылдарының құрамын зерттеу// Механика және технологиялар.-2024.- №3(85). - Б.115-127. [DOI 10.55956/ZZIV9315](https://doi.org/10.55956/ZZIV9315)

10. Желеуова Ж.С., Шингисов А.У., Тасполтаева А.Р., Кансейтова Э.Т., Бердембетова А.Т. Исследование органолептических показателей и минерального состава полукопченой колбасы из растительного сырья. Вестник Университета Шакарима.-2024.- № 3(15).- C.118-127. [DOI 10.53360/2788-7995-2024-3(15)-17](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3(15)-17).

**References**

1. Ahmetova V.Sh., Mashanova N.S. Funkcionaldyk tamaktanuga arnalgan kуrama et оnіmіnіn tehnologijasy// Vestnik Universiteta Shakarima.- 2020. -№ 4(92). - S.108-111.[in Kazakh]

2.Ofori J.A., Yun-Hwa Hsieh P. Issues related to the use of blood in food and animal feed //Critical reviews in food science and nutrition.-2014.- Vol.54(5).- P.687-697.

DOI 10.1080/10408398.2011.605229.

3. Zaitsev S. Dynamic surface tension measurements as general approach to the analysis of animal blood plasma and serum // Advvances in colloid interface science.- 2016.-Vol.235.-P.201-213. DOI 10.1016/j.cis.2016.06.007.

4. Del Hoyo P., Moure F., Rendueles M., Díaz M. Demineralization of animal blood plasma by ion exchange and ultrafiltration//Meat science.-2007.-Vol.76(3).-P.402-410.

DOI 10.1016/j.meatsci.2006.06.014.

5. Tarté R. Meat Protein Ingredients // Woodhead Publishing Limited.- 2011 - Chapter: 4. - P.56-91. DOI 10.1533/9780857093639.56.

6. Clara S.F. Bah, Alan Carne, Michelle A. McConnell, Sonya Mros, Alaa El-Din A. Bekhit, Production of bioactive peptide hydrolysates from deer, sheep, pig and cattle red blood cell fractions using plant and fungal protease preparations//Food Chemistry.-2016.-Vol.202.-P. 458-466. DOI 10.1016/j.foodchem.2016.02.020.

7. Chiroque R. G. S., Santiago H. P. C., Espinoza L. E., Quispe L. A. M., Tirado L. R. P., Villegas L. M. N., Villegas M. A. N., A Review of Slaughterhouse Blood and its Compounds, Processing and Application in the Formulation of Novel Non-Meat Products // Current Research Nutrition and Food Science. -2023.-Vol.11(2).- P.534-548. DOI [10.12944/CRNFSJ.11.2.06](http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.2.06)

8. Suter D.A., Sustek E., Dill C.W., Marshall W.H., Carpenter Z.L. A method for measurement of the effect of blood protein concentrates on the binding forces in cooked ground beef patties // Journal of Food Science. -1976.-Vol.41 (6).-P.1428-1432. DOI 10.1111/j.1365-2621.1976.tb01188.x

9. Zheleuova Zh.S., Kansejtova Je.T., Taspoltaeva A.R., Balabekova A.S., Қoshtaeva G.E. Өsіmdіk negіzіndegі et almastyrғyshtan zhasalғan zhartylaj ystalғan shұzhyқtyң aminқyshқyldary men maj қyshқyldarynyң құramyn zertteu// Mehanika zhәne tehnologijalar.- 2024.- №3(85). - B.115-127. DOI 10.55956/ZZIV9315. [in Kazakh]

10. Zheleuova Zh.S., Shingisov A.U., Taspoltaeva A.R., Kansejtova Je.T., Berdembetova A.T. Issledovanie organolepticheskih pokazatelej i mineral'nogo sostava polukopchenoj kolbasy iz rastitel'nogo syr'ja. Vestnik Universiteta Shakarima.-2024.- № 3(15).- C.118-127. DOI 10.53360/2788-7995-2024-3(15)-17. [in Russian]

***Сведения об авторах***

Кансейтова Э.Т.- кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, e-mail: kanseitova@bk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8275-5786>.

Желеуова Ж.С.-PhD, доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, e-mail: zhozi\_tima@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5171-7392.

Шиналиева А.Ж. - докторант, Южно-Казахстанский университет им.М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, e-mail: [ainur\_09\_09@mail.ru](mailto:ainur_09_09@mail.ru); . ORCID: https://orcid.org/0009-0001-8656-0302

Абишев М.Д. - кандидат технических наук, доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, e-mail: marat.abishev.63@ mail.ru;

ORCID: [https://orcid.org/0000-0001-8929-4401](https://orcid.org/0000-0002-0286-4721)

Садырбаева И.Р.- старший преподаватель, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, e-mail: [indirasadyrbaeva76@mail.ru](mailto:indirasadyrbaeva76@mail.ru). ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7020-3435>

***Information about authors***

Kanseitova E.T. - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: [kanseitova@bk.ru](mailto:kanseitova@bk.ru);

Zheleuova Zh. S. – PhD, Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: zhozi\_tima@mail.ru;

Shinaliyeva A. Zh. - Doctoral Student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: ainur\_09\_09@mail.ru;

Abishev M. J/ - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: marat.abishev.63@ mail.ru;

Sadyrbaeva I. R. - Senior Lecturer, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: indirasadyrbaeva76@mail.ru

IRSTI 65.59.23

**STUDY OF THE INFLUENCE OF PLANT-BASED COMPONENTS ON THE PHYSICOCHEMICAL AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES OF MEAT PRODUCT**

**1Sh.Y. Kenenbay**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0002-0239-9110)**🖂, 2M. Korzeniowska**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0002-0300-0407)**, 1A.N.Tortai**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0009-0008-0756-2766)**, 1A.S Krasnikov**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0009-0008-7246-4396)

*1Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,*

*2Wroclaw University of Environmental and Biological Sciences, Wroclaw, Poland*

C**🖂**orresponding author: [sh.kenenbai@atu.edu.kz](mailto:sh.kenenbai@atu.edu.kz)

The aim of the work was to study the complex of humic-fulvic acids, calamus rhizome and pumpkin seed cake as antioxidants on physicochemical and organoleptic parameters of meat product.The methodology included the application of a factorial experiment design with varying concentrations of plant components, wet salting, heat treatment and evaluation of quality parameters. The results showed that the addition of humic-fulvic acids and calamus rhizome reduced pH and TBA, pumpkin seed cake reduced cooking loss and improved organoleptic properties. The most balanced indicators were recorded in the sample with 3 % of calamus and 0.7 % of humic-fulvic acids: pH - 5.57; TBA - 0.43 mg MDA/kg; Cookloss - 17.01 %; organoleptic score - 4.92. The plant components can be effectively used as antioxidants and acid regulators contributing to the improvement of stability, quality and consumer characteristics of meat products.

**Keywords:** horse meat**,** meatroulade**,** humic-fulvic acids, calamus rhizome, pumpkin seed cake, functional meat product.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСНОГО ПРОДУКТА**

**1Ш.Ы. Кененбай🖂, 2М. Коржениовска, 1А.Н. Тортай, 1А.С. Красников**

*1Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан,*

*2Вроцлавский университет природных и биологических наук, г. Вроцлав, Польша,*

e-mail: [sh.kenenbai@atu.edu.kz](mailto:sh.kenenbai@atu.edu.kz)

Целью работы было изучение комплекса гуминовых и фульвовых кислот, корневища аира и жмыха тыквенных семечек в качестве антиоксидантов на физико-химические и органолептические показатели продукта из конины. Методология включала применение факторного экспериментального плана с варьированием концентраций растительных компонентов, мокрый посол, термическую обработку и оценку показателей качества. Результаты показали, что добавление гуминовых и фульвовых кислот и корневище аира снижало показателиpH и TBA, а тыквенный жмых уменьшал потери при тепловой обработке и улучшал органолептические свойства. Наиболее сбалансированные показатели были зафиксированы в образце с 3 % аира и 0,7 % гуминовых и фульвовых кислот: pH - 5,57; TBA - 0,43 мг MDA/кг; потери при варке - 17,01 %; органолептическая оценка - 4,92. Исследования показало что, растительные компоненты могут эффективно использоваться в качестве антиоксидантов, способствующих улучшению стабильности, качества и потребительских характеристик мясных продуктов из конины.

**Ключевые слова:** конина, мясной рулет, гуминовые и фульвовые кислоты, корневище аира, жмых тыквенных семечек, функциональный мясной продукт.

**ӨСІМДІК ТЕКТІ КОМПОНЕНТТЕРДІҢ ЕТ ӨНІМІНІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ОРГАНОЛЕПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ**

**1Ш.Ы. Кененбай🖂, 2М. Коржениовска, 1А.Н. Тортай, 1А.С. Красников**

*1Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан,*

*2Вроцлав қоршаған орта және тіршілік ғылымдары университеті, Вроцлав, Польша,*

e-mail: [sh.kenenbai@atu.edu.kz](mailto:sh.kenenbai@atu.edu.kz)

Зерттеу жұмысы мақсаты - гуминді және фульвон қышқылдары кешенінің, аир тамыр сабағы мен асқабақ дәні күнжарасының жылқы еті негізіндегі ет өнімінің физика-химиялық және органолептикалық көрсеткіштеріне антиоксидант ретінде әсерін зерттеу болды. Зерттеу әдістемесі өсімдік текті компоненттердің әртүрлі концентрацияларымен факторлық эксперименттік жоспарды қолдануды, дымқыл тұздауды, термиялық өңдеуді және сапа көрсеткіштерін бағалауды қамтыды. Зерттеу нәтижелері гуминді-фульвон қышқылдары мен аир тамыр сабағының қосылуы pH және TBA көрсеткіштерін төмендететінін көрсетті, ал асқабақ дәні күнжарасы жылумен өңдеу кезіндегі шығынды азайтып, органолептикалық қасиеттерін жақсартты. Ең оңтайлы нәтижелер 3 % аир мен 0,7 % гуминді-фульвон қышқылдары қосылған үлгіде тіркелді: pH - 5,57; TBA - 0,43 мг MDA/кг; пісіру кезіндегі шығын - 17,01 %; органолептикалық бағалау – 4,92. Зерттеу нәтижелері өсімдік текті компоненттерді жылқы етінен жасалған ет өнімдерінің тұрақтылығын, сапасын және тұтынушылық сипаттамаларын жақсартуға бағытталған тиімді антиоксиданттар ретінде пайдалануға болатынын көрсетті.

**Түйін сөздер:** жылқы еті, ет рулеті, гуминді-фульвон қышқылдары, аир тамыр сабағы, асқабақ дәні күнжарасы, функционалды ет өнімі.

**Introduction.** In the conditions of modern food industry increasing attention is paid to the development of functional meat products using natural components with biologically active properties. In this regard, promising directions are the inclusion in the formulation of meat products of plant raw materials with antioxidant, immunostimulating and antimicrobial activity. Such components include acorus calamus rhizome, pumpkin seed cake, as well as a complex of humic and fulvic acids.

Acorus calamus rhizome is a valuable source of biologically active substances, including essential oils (α-asarone, β-asarone), phenolic compounds and glycosides with pronounced antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory activity. Studies by scientist Evdokimov and his colleagues have shown that the addition of calamus extracts to meat products helps to reduce microbial contamination and increase shelf life by inhibiting lipid oxidation [1]. In addition, calamus components have a positive effect on digestion by modulating intestinal microflora and have a carminative effect.

Pumpkin seed cake (Cucurbita pepo L.) is a rich source of dietary fibre (up to 15-20%), proteins (about 30%), polyunsaturated fatty acids, especially linoleic acid, as well as tocopherols and phytosterols. It also contains phenolic compounds with high antioxidant activity that protect lipids from oxidation in meat matrices. A study by scientist Leichtweis and colleagues showed that the use of pumpkin seed cake in meat products helps to increase the overall antioxidant activity, improve the texture and nutritional value of the product [2]. In addition, it reduces the glycemic index and improves the lipid profile of the final product.

Complex of humic and fulvic acids is a bioactive mixture of humic acids, fulvic acids and humins. These substances have a high complexing ability, binding metal ions and improving their bioavailability, which contributes to the trace element enrichment of the meat product. According to studies in recent years, the addition of humic-fulvic acids to poultry diets or meat products contributes to a decrease in lipid oxidation, an increase in the activity of antioxidant enzymes (catalase, glutathione peroxidase) and a decrease in the activity of lipoxygenases [3,4].

In a study by Simakova and her colleagues, scientists emphasize that humic substances can perform a preserving function, increasing the shelf life of poultry meat without the addition of synthetic antioxidants [5]. In the study of the scientist Mao, it was found to improve the immune status of animals and increase meat productivity, which makes humic-fulvic acids a promising additive for use in the technology of functional meat products [6].

The aim of the present work is to study the effect of humic-fulvic acid complex and calamus rhizome on physicochemical and organoleptic parameters of meat product.

**Materials and methods.** For the investigation of the impact of plant components on the quality attributes of meat products, horse meat-based roll (roulade) samples were prepared at the Educational and Scientific Center of Meat Processing of the Almaty Technological University.

The following components of plant origin were purchased for the experiment:

- calamus Rhizome - dried crushed raw material with a specific aroma and bitter-spicy flavor;

- complex of humic and fulvic acids ‘T8 Tayga Stone’ - a natural concentrated product containing active humic and fulvic acids with antioxidant properties;

- pumpkin seed cake is a secondary plant product after oil pressing, characterized by a high content of dietary fibre, minerals and antioxidants.

The selection of Acorus calamus rhizome and the complex of humic-fulvic acids was based on their known functional properties, including the potential ability to lower the pH and reduce the thiobarbituric acid (TBA) value, thereby slowing lipid oxidation processes. Additionally, the humic-fulvic acids were expected to contribute to meat tenderness by modifying muscle tissue structure. Pumpkin seed cake was utilized to enhance the sensory profile-specifically flavor and aroma-while simultaneously acting as a barrier coating, thus reducing moisture loss during thermal treatment.

For the study, horse meat was purchased from the local market, which was visually characterised by signs of increased pH, which was confirmed by organoleptic indicators (dark red colour, dry and hard surface and reduced elasticity) indicating possible changes as a result of storage. After acquisition, the meat was subjected to technological operations: cutting, deboning. Next, the meat was cut into 200 g pieces with a weight of about 1 cm thick and prepared for the wet salting process.

A brine base including 1.5 litres of water, 75 g table salt and 0.3 g sodium nitrite was made to prepare the brine. Portions of meat were placed in a specially purchased plastic dish (GN1/6 polypropylene/Schneider/Germany) and poured 100 ml of the prepared brine base. Then, humic-fulvic acid complex and, previously brewed in hot water and cooled to room temperature, calamus rhizome (100 ml) were introduced into the brine. The amount of plant-based components was calculated according to the experimental matrix as a percentage of the meat weight (200 g). The total volume of brine for each sample was 200 ml.

The brining process was carried out at 2 ± 2°C and lasted 24 hours.

After completion of the salting process, the meat samples were removed from the brine and further prepared for heat treatment. The pumpkin seed cake was ground to powder using a nano-crusher (Grindomix GM 200, Retsch, Germany) to obtain a homogeneous fine structure. Then, water was gradually added to the obtained powder, mixing thoroughly until a homogeneous paste-like consistency was achieved, which was convenient for application to the surface of meat.

The obtained paste from pumpkin seeds evenly covered the surface of each meat sample in the amount of 5% of the weight of meat raw material, after which the products were formed in the form of rolls. The prepared rolls were hermetically wrapped in thin aluminium foil and placed in a heat chamber (UK-3\1M100, Techtron+, Russia). Heat treatment was carried out at 110°C until the temperature in centre of the roll reached 78°C, which was monitored using a thermometer with a probe.

After completion of thermal treatment, the rolls were cooled to room temperature (20±2°C) in air. Then the finished samples were placed in storage at refrigerator temperature (2±2°C) until the organoleptic evaluation and laboratory tests aimed at studying the effect of plant components on the quality parameters of the meat product.

Laboratory analyses of the final products were conducted at the accredited testing laboratory “Food Safety” of Almaty Technological University (Certificate accreditation No.KZ. T.02.E1158).

Thiobarbituric acid number (TBA) was determined according to GOST R 55810-2013. The method is based on spectrophotometric measurement of the intensity of colouration arising from the interaction of fat oxidation products with thiobarbituric acid, which allows to assess the degree of oxidative damage of the fat component of meat.

The pH value was determined by potentiometric method. The essence of the method is the direct measurement of hydrogen ion activity using a glass electrode potentiometer, which allows to quickly and accurately determine the acidity of the meat sample under study.

The mass loss of meat samples was calculated from the sample weight values before heat treatment, and the sample weight values after heat treatment. The mass loss reflected the weight of the sample after heat treatment (B) as a percentage of the weight of the sample before heat treatment (A), as shown by the equation below:

100

The organoleptic evaluation of the meat product was carried out in accordance with GOST 9959-2015 “Meat and meat products. General requirements for organoleptic evaluation.”The analysis involved 10 employees and master's degree students of the Department of Food Technology of Almaty Technological University (Kazakhstan), who are already familiar with the criteria for assessing organoleptic characteristics of products. Participation in the analysis was voluntary and participants provided verbal consent for the sensory evaluation. The assessment took place in a well-ventilated room with adequate lighting and no distractions. Food samples were evenly sliced and chilled to 20°C±2°C, then placed in labeled white plastic plates. For sensory tests, participants used warm water to cleanse the palate between samples to eliminate the influence of the previous evaluation on the next sample. The results of the coded samples were presented as a sensory scale from 0 to 5 points, where 1 point denotes the lowest score and 5 points denotes the highest score. This method involves the systematic assessment of sensory characteristics such as appearance, color, smell, texture, and taste.The overall score was calculated as the arithmetic mean of these five parameters.

This study was carried out using the Black Box method. X1 - mass fraction of Acorus calamus rhizome (1%, 3%, 5%) and X2 - mass fraction of humic-fulvic acid complex (0.3%, 0.5%, 0.7%) were selected as variable factors of the experiment. To investigate the effect of these factors on pH and thiobarbituric acid (TBA) values, a second-order fractional-factorial experimental design was applied to obtain reliable results with a limited number of experimental points. From the total number of variants, only samples corresponding to key combinations of variables were physically analyzed. The remaining values were interpolated on the basis of the constructed regression equations reflecting the dependence of the studied indicators on the levels X1and X2.

All experiments were performed at least three times (n ≥ 3). Results are presented as «mean±standard deviation» (M±SD).

Values obtained by calculation using multiple regression equations are marked with an asterisk in the tables and graphs to distinguish between measured and modelled data.

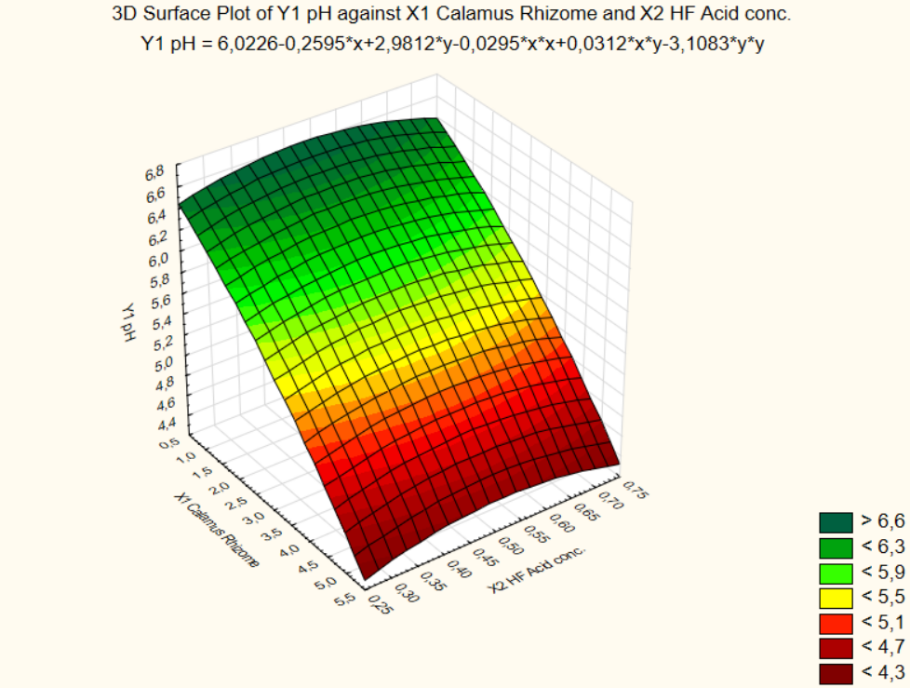
The values of meat loss weight after heat treatment and organoleptic characteristics were determined using a full factorial experiment.

**Results and discussion.** Following the completion of laboratory analyses and the calculation of values using the regression equation, an experimental matrix was constructed containing all values of the resulting factors. (Table 1).

**Table 1 - Matrix of factorial experiment with the values of resulting quality indicators of the meat product**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Name of samples | Х1 | Х2 | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 |
| Calamus  Rhizome,  % | HF Acid  conc., % | pH | TBA,  mg MDA/kg | Cookloss, % | Organoleptic score, points |
| Sample 1 | 1 | 0,3 | 6,38±0,52 | 0,55±0,03 | 18,89±0,14 | 4,46±0,39 |
| Sample 2 | 1 | 0,5 | 6,36±0,54 | 0,52\*±0,03 | 25,58±0,15 | 4,58±0,35 |
| Sample 3 | 1 | 0,7 | 6,34±0,56 | 0,48±0,03 | 16,51±0,13 | 4,65±0,36 |
| Sample 4 | 3 | 0,3 | 5,58\*±0,49 | 0,49\*±0,03 | 19,63±0,13 | 4,79±0,37 |
| Sample 5 | 3 | 0,5 | 5,82±0,45 | 0,50±0,03 | 21,5±0,12 | 4,84±0,35 |
| Sample 6 | 3 | 0,7 | 5,57\*±0,42 | 0,43±0,03 | 17,01±0,13 | 4,92±0,34 |
| Sample 7 | 5 | 0,3 | 4,67±0,38 | 0,41±0,03 | 16,82±0,15 | 4,16±0,38 |
| Sample 8 | 5 | 0,5 | 4,74\*±0,36 | 0,38\*±0,03 | 13,86±0,13 | 4,25±0,41 |
| Sample 9 | 5 | 0,7 | 4,68±0,31 | 0,33±0,02 | 14,42±0,12 | 4,37±0,37 |
| Control sample | 0 | 0 | 6,58±0,56 | 0,39±0,02 | 33±0,21 | 3,91±0,35 |
| ***Note:*** \* - values calculated using the regression equation | | | | | | |

Surface Plot of Y1(pH) against X1(Calamus Rhizome) and X2(HF Acid conc.) is shown in Figure 1.



**Fig. 1 - 3D Surface Plot of Y1(pH) against X1(Calamus Rhizome) and   
X2(HF Acid conc.)**

The regression equation for Y1(pH) as a function of X₁ (Calamus Rhizome) and X₂ (HF Acid conc.):

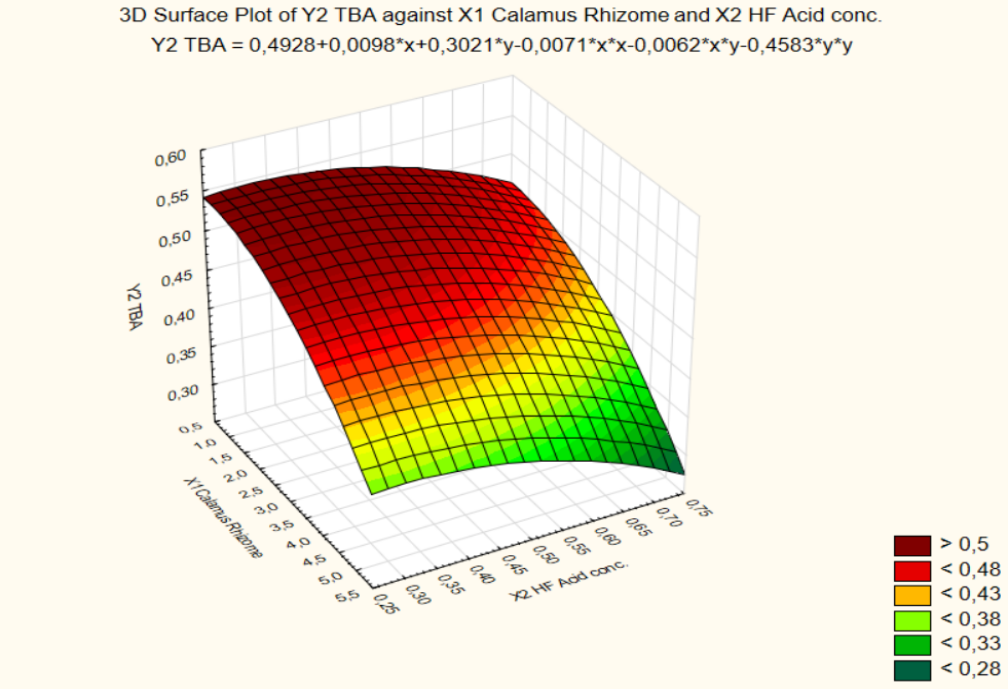
Y1(pH) = 6,7469-0,3417X₁ + 0,3698X₂ - 0,0229X2₁ + 0,1088X₁X₂ - 0,7985X2₂

Regression model performance metrics:R² = 0,9732; R²\_adj = 0,9334;MSₑ = 0,0516;

The response surface analysis (Figure 1) shows that the value of Y₁ (pH) decreases systematically with increasing levels of factors X₁ (Calamus Rhizome) and X₂ (HF Acid concentration). The maximum pH value (6,58) is observed at zero values of the factors, i.e. in the control sample. The minimum pH values (4,68) were recorded at maximum additive dosages of X₁ = 5% and X₂ = 0.7% (p<0,05).

As the doses of both X₁ and X₂ increase, a stable and progressive decrease in pH value is observed. And the greatest dynamics of decrease is fixed at simultaneous increase of both factors. This indicates a synergistic effect of plant components aimed at acidification of the medium. In the technological context, this can be a positive factor, since a controlled decrease in pH improves the stability of the product and affects its structural and mechanical properties.

Surface Plot of Y2(TBA) against X1(Calamus Rhizome) and X2(HF Acid conc.) is shown in Figure 2.



**Fig.2 - 3D Surface Plot of Y2(TBA) against X1(Calamus Rhizome) and   
X2(HF Acid conc.)**

The regression equation for Y2(TBA) as a function of X₁ (Calamus Rhizome) and X₂ (HF Acid conc.):

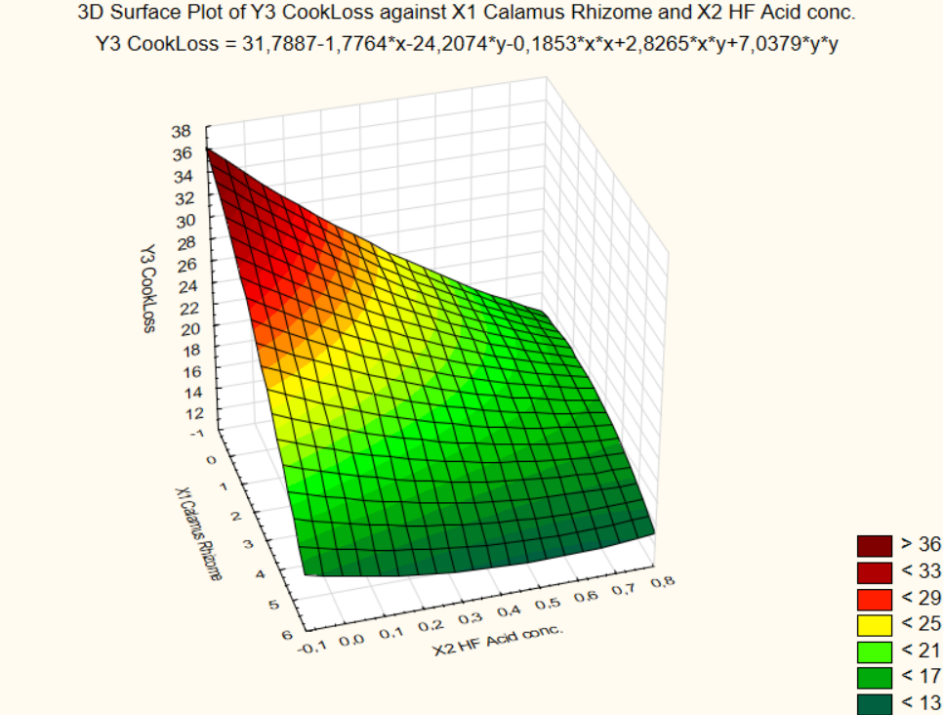
Y2 (TBA) = 0,3945 + 0,021X₁ + 0,6567X₂ - 0,008X2₁ - 0,0168X₁X₂ - 0,772X2₂

Regression model performance metrics:R² = 0,9434; R²\_adj = 0,9116;MSₑ = 0,0484;

Response surface analysis (Figure 2) demonstrates that the Y₂ value (TBA) decreases with increasing concentrations of X₁ (Calamus Rhizome) and X₂ (HF Acid conc.). According to the experimental matrix data, the maximum value of TBA is 0,55 mg MDA/kg and it was recorded in sample 1 at minimum levels of factors (X₁ = 1%, X₂ = 0.3%). The minimum TBA value of 0,33 mg MDA/kg is observed in sample 9 at maximum values of X₁ = 5% and X₂ = 0.7% (p<0,05).

The response surface has a steady downward profile reflecting a progressive decrease in lipid oxidation rate as the concentrations of plant components increase. The most pronounced decrease of Y₂ values is observed at simultaneous increase of both factors, which indicates their combined influence on the TBA indicator.

Surface Plot of Y3(CookLoss) against X1(Calamus Rhizome) and X2(HF Acid conc.) is shown in Figure 3.



**Fig.3 - 3D Surface Plot of Y3(CookLoss) against X1(Calamus Rhizome) and   
X2(HF Acid conc.)**

The regression equation for Y3(CookLoss) as a function of X₁ (Calamus Rhizome) and X₂ (HF Acid conc.):

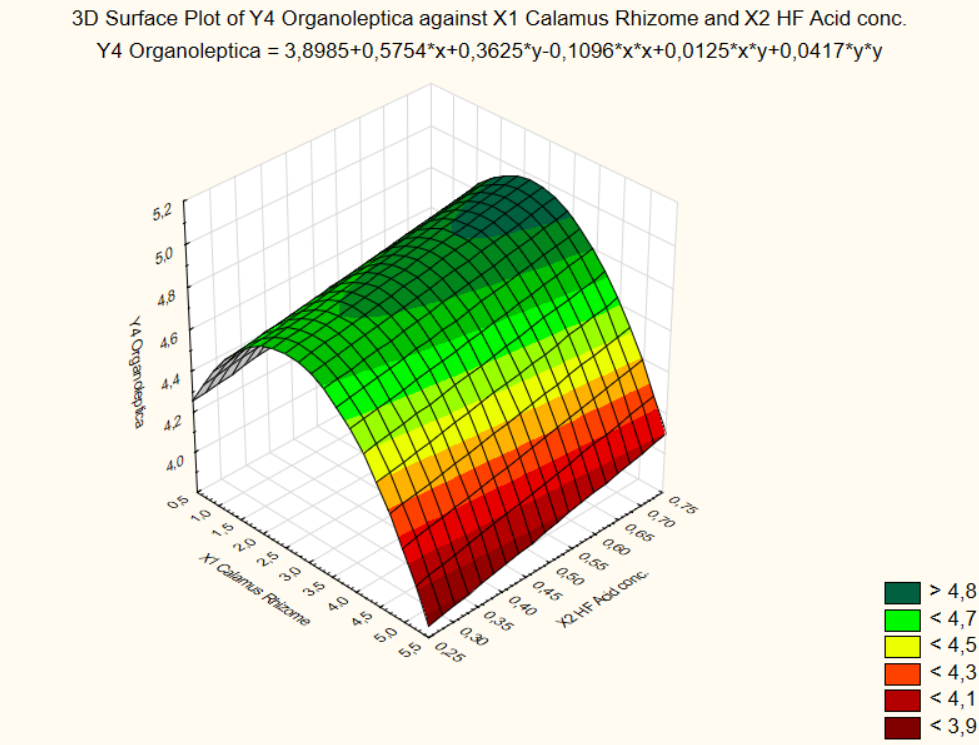
Y3(CookLoss) = 31,7887 - 1,7764X₁ - 24,2074X₂ - 0,1853X2₁ + 2,8265X₁X₂ + 7,0379X2₂

Regression model performance metrics:R² = 0,9816; R²\_adj = 0,9636;MSₑ = 0,0476;

The analysis of the response surface reflecting the dependence of the mass loss index after heat treatment (Y₃, Cookloss) on the concentrations of calamus rhizome (X₁) and humic-fulvic acid complex (X₂) shows a clear tendency to decrease the values of Y₃ with increasing levels of the studied factors. The maximum weight loss was recorded in the control sample (X₁ = 0%, X₂ = 0%) and was 33.00%, indicating significant moisture loss in the absence of vegetable additives. The minimum Cookloss value was observed at the maximum levels of both factors, X₁ = 5% and X₂ = 0.5-0.7%, and was 13.42-13.86% (samples 8 and 9) (p<0,05).

The response surface is characterised by a uniform decrease in mass loss as the dosages of both X₁ and X₂ increase. A particularly pronounced decrease is observed in the region of high concentrations of humic-fulvic acids, which confirms their contribution to moisture retention in the structure of the meat product. The model shows a stable negative relationship between the level of vegetable additives and weight loss, indicating an improvement in the moisture retention capacity of the meat semi-finished product when they are used.

Surface Plot of Y4(Organoleptic) against X1(Calamus Rhizome) and X2(HF Acid conc.) is shown in Figure 4.



**Fig.4 - 3D Surface Plot of Y4(Organoleptic) against X1(Calamus Rhizome) and   
X2(HF Acid conc.)**

The regression equation for Y4(Organoleptic) as a function of X₁ (Calamus Rhizome) and X₂ (HF Acid conc.):

Y4 (Organoleptic) = 3,9095 + 0,5742X₁ + 0,3228X₂ - 0,1095X2₁ + 0,0137X₁X₂+ 0,0768X2₂

Regression model performance metrics:R² = 0,9524; R²\_adj = 0,9126;MSₑ = 0,0541;

Analysis of the response surface (Figure 4) illustrating the dependence of organoleptic score (Y₄) on the concentrations of aira rhizome (X₁) and humic-fulvic acids (X₂) showed the presence of a clearly defined optimum. The maximum value of Y₄ was 4,92 points and was observed in sample 6 at X₁ = 3% and X₂ = 0.7%. The minimum value of organoleptic evaluation, 3,91 points, was recorded in the control sample (X₁ = 0%, X₂ = 0%) where there were no plant additives (p<0,05).

The response surface has a dome-shape, indicating the presence of a region of optimal values of the factors. At low levels of X₁ and X₂, the meat was characterised by a tough consistency and poor flavour, which is reflected in a low consumer evaluation. On the contrary, at excessive dosages of vegetable components (in particular, X₁ = 5%), a sour and bitter flavour was observed, caused by the saturation of the product with biologically active compounds, which also reduced the overall perception. The highest organoleptic indices corresponded to medium levels of factors. At these ratios, the product was characterised by a balanced flavour, moderate textural tenderness and harmonious aroma.

The joint decrease in pH and TBARS achieved by combining the HFA complex with Acorus calamus rhizome is consistent with two complementary chemical levers – polyprotic acid donation and transition-metal chelation. Humic/fulvic matrices are rich in carboxyl and phenolic sites that both release H⁺ (lowering pH and shifting buffers) and sequester Fe²⁺/Fe³⁺, Cu²⁺, curbing metal-catalysed initiation of lipid peroxidation [7-9]. Likewise, Klein O.I. et al. systematically demonstrated that humic materials display peroxyl-radical scavenging linked to their phenolic/carboxyl functionality, supporting the dual proton-donor/chelator role [10].

From the perspective of oxidation control, TBARS reduction follows the canonical pathway in which iron catalysis governs initiation and propagation in muscle lipids. In technologically similar emulsion systems, Jittrepotch N. et al. showed that the chelator EDTA suppresses non-heme-iron-catalysed oxidation in sausages, highlighting that metal control alone can substantially depress TBARS. HFA in research provides a natural chelation platform with added acidity to modulate the matrix environment [11]. Consistently, the review by Bellucci E.R.B. et al. collates multiple meat-product studies where phenolic extracts lower TBARS via radical scavenging and partial metal binding, a mode that parallels the HFA + calamus pairing [12].

The acidifying effect observed is attributable to the polyprotic nature of humic/fulvic structures (multiple pK\_a domains) and the phenolic pool in calamus. Proton release reduces the effective buffer capacity of the meat system and can reposition protein solubility relative to the myofibrillar isoelectric region-mechanistic features consistent with the spectroscopy-guided view of humic reactivity [13]. In parallel, Parki A. et al. documented that *A. calamus* essential oil compositions vary seasonally yet retain pronounced radical-quenching potential, aligning with our use of calamus as a phenolic proton source and antioxidant partner to HFA [14].

Regarding the pumpkin seed cake, our findings reflect the well-known trade-off between matrix-level water binding and PUFA enrichment. The cake’s dietary fibres and proteins create capillary and gel-type binding sites that limit thermal drip, which rationalises the cooking-loss decrease. At the same time, the high linoleic (ω-6) fraction heightens the oxidative liability unless antioxidant protection is present [15]. Likewise, Öztürk & Turhan reported that pumpkin seed kernel flour used in beef meatballs improved cooking yield but altered TBARS dynamics during storage due to PUFA enrichment [16]. Similarly, Gadekar Y.P. et al. summarised that 3% pumpkin seed flour can replace fat and improve yield while necessitating oxidation management-a balance we achieve here by coupling the cake with HFA + calamus [17].

The additional TBARS decrease when calamus accompanies HFA is credibly ascribed to polyphenolic radical quenching that complements HFA chelation [18]. In concordance, Dinev T. et al. showed strong antioxidant capacity for methanolic *A. calamus* extracts, and clinical-pharmacognosy summaries note potent DPPH and β-carotene/linoleate antioxidant activity for calamus essential oil-evidence that translates to meat systems where lipid-radical propagation drives TBARS accumulation. Thus, our dual-mode intervention (chelation + radical quenching) mirrors the combined strategies that outperform single-mode antioxidants in comminuted meats [19].

On sensory and yield, the net improvement at moderate calamus levels is consistent with phenolic–protein network effects and matrix water immobilisation: modest phenolic inputs can tighten the heat-set network without introducing off-notes, while the cake’s fibres/proteins supply structural water binding that offsets the pH-induced shift toward lower WHC. Likewise, de Melo F.A.B. et al. reported that pumpkin-derived solids enhance yield in burger systems at practical inclusion levels, provided that oxidation is actively managed—a condition satisfied in our design by the HFA + calamus synergy [20].

Based on data from technological regulatory documents for meat products, quality parameter limits were established to ensure an optimal balance between safety, stability, and organoleptic characteristics. In particular, the optimal pH range was determined to be 5.6–6.0, which provides both safety and acceptable texture. The threshold value for TBA should not exceed 0.5 mg MDA/kg, as higher values indicate the development of oxidative processes. Cook loss should be minimized, as it directly affects the juiciness and yield of the final product. Conversely, the organoleptic score should approach the maximum level, reflecting the flavor, aroma, and texture perceived by consumers. According to the combined assessment of all four parameters, the best result was obtained for Sample 6, which contained 3% Acorus calamus rhizome and 0.7% humic-fulvic acid complex: pH - 5.57, TBA - 0.43 mg MDA/kg, cook loss - 17.01%, and organoleptic score - 4.92, making it the optimal formulation in terms of the qualitative characteristics of the meat product.

**Conclusion.** The results of this study clearly demonstrate the high effectiveness of plant-based components-acorus calamus rhizome, a humic-fulvic acid complex, and pumpkin seed press cake—in the production of meat products. It was established that the addition of the humic-fulvic acid complex and Acorus calamus rhizome enables controlled reduction of pH and TBA due to their acidic, chelating, and antioxidant properties, thereby strengthening oxidative and physicochemical stability of the product.The pumpkin seed press cake exhibited functional and technological properties as a moisture-retaining matrix, significantly reducing mass loss and improving flavor and aroma characteristics.

Based on the integrated analysis of all measured parameters and considering the established technological limits, the sample containing 3% Acorus calamus rhizome and 0.7% of the humic-fulvic acid complex, with the following values: pH - 5.57, TBA - 0.43 mg MDA/kg, cook loss - 17.01%, and organoleptic score - 4.92 was identified as the optimal formulation.

For a comprehensive assessment of the functionality of the studied plant components, further research is needed to investigate the stability of the meat product during storage, including the dynamics of changes in acid, peroxide, and thiobarbituric values over time. The current findings confirm the antioxidant potential of Acorus calamus rhizome and the humic-fulvic acid complex, justifying their application as natural inhibitors of oxidative processes in meat products.

**References**

1. Evdokimov N. S., Kalmanovich S. A., Ivanova T. N. Vliyanie termicheskoi obrabotki na antioksidantnuyu aktivnost' ingredientov kompozitsionnoi smesi dlya plavlenykh syrov // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya.- 2019.-№ 4(370).- S.23-27. DOI 10.26297/0579-3009.2019.4.6. [in Russian]

2. Leichtweis M. G., et al. Biological activity of pumpkin byproducts: Antimicrobial and antioxidant properties //Molecules. -2022.-Vol. 27(23):8366. DOI [10.3390/molecules27238366](https://doi.org/10.3390/molecules27238366).

3. Semjon B., et al. Multiple factorial analysis of physicochemical and organoleptic properties of breast and thigh meat of broilers fed a diet supplemented with humic substances // Poultry Science. - 2020.-Vol. 99(3). - P. 1750 -1760. DOI 10.1016/j.psj.2019.11.012.

4. Disetlhe A.R.P. et al. Effects of dietary humic acid and enzymes on meat quality and fatty acid profiles of broiler chickens fed canola-based diets // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. - 2019.-Vol. 32(5).- P. 711-720. DOI 10.5713/ajas.18.0408.

5. Simakova I.V., et al. Role of humic substances in formation of safety and quality of poultry meat //Humic Substances. IntechOpen. - 2021.-P.55-72. DOI 10.5772/intechopen.96595.

6. Mao Y. Modulation of the growth performance, meat composition, oxidative status, and immunity of broilers by dietary fulvic acids // Poultry Science.-2019. -Vol. 98(10). - P. 4509-4513. DOI [10.3382/ps/pez281](https://doi.org/10.3382/ps/pez281).

7. Akaichi A., et al. Effects of humic acid and organic acids supplements on performance, meat quality, leukocyte count, and histopathological changes in spleen and liver of broiler chickens // Research in Veterinary Science.-2022.-Vol. 150.-P.179-188. DOI [10.1016/j.rvsc.2022.07.001](https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2022.07.001).

8. Bai H.X., et al. Effects of fulvic acid on growth performance and meat quality in growing-finishing pigs // Livestock Science. -2013. -Vol. 158(1-3).- P.118-123. DOI [10.1016/j.livsci.2013.10.013](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.10.013).

9. Velichkova K., Sirakov I., Valkova E. The effect of sweet flag (Acorus calamus L.) supplemented diet on growth performance, biochemical blood parameters and meat quality of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss W.) and growth of lettuce (Lactuca sativa L.) cultivated in aquaponic recirculation system // Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation. -2020. -Vol. 13(6). -P. 3840-3848.

10. Klein O. I., et al. A systematic study of the antioxidant capacity of humic substances against peroxyl radicals: Relation to structure //Polymers. -2021. -Vol. 13 (19):3262. [DOI 10.3390/polym13193262](https://doi.org/10.3390/polym13193262).

11. Jittrepotch N., Ushio H., Ohshima T. Effects of EDTA and a combined use of nitrite and ascorbate on lipid oxidation in cooked Japanese sardine (Sardinops melanostictus) during refrigerated storage //Food chemistry. -2006. -Vol. 99 (1). –P. 70-82. [DOI 10.1016/j.foodchem.2005.07.021](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.021).

12. Bellucci E. R. B., et al. Addition of natural extracts with antioxidant function to preserve the quality of meat products //Biomolecules. -2022. -Vol 12 (10):1506. [DOI 10.3390/biom12101506](https://doi.org/10.3390/biom12101506).

13.Domínguez-Negrete A., et al. Effect of the addition of humic substances as growth promoter in broiler chickens under two feeding regimens//Animals. -2019. -Vol. 9(12):1101. DOI [10.3390/ani9121101](https://doi.org/10.3390/ani9121101).

14. Parki A., et al. Seasonal variation in essential oil compositions and antioxidant properties of Acorus calamus L. accessions //Medicines. -2017. -Vol. 4 (4):81. [DOI 10.3390/medicines4040081](https://doi.org/10.3390/medicines4040081).

15. Nikolić I., et al. Possibility of the production of functional low-fat food spread of hull-less pumpkin seed flour from rheological and textural aspect // Journal of Texture Studies. -2014. -Vol. 45(4). - P. 324-333. DOI [10.1111/jtxs.12078](https://doi.org/10.1111/jtxs.12078).

16. Öztürk T., Turhan S. Physicochemical properties of pumpkin (Cucurbita pepo L.) seed kernel flour and its utilization in beef meatballs as a fat replacer and functional ingredient //Journal of food processing and preservation. – 2020. – Vol. 44 (9): e14695.   [DOI 10.1111/jfpp.14695](https://doi.org/10.1111/jfpp.14695).

17. Gadekar Y. P., et al. Utilisation of pumpkin seed (Cucurbita maxima) as a meat matrix preservative: Influence on colour and lipid stabilities //Meat Science. -2025. -Vol. 223: 109769. [DOI 10.1016/j.meatsci.2025.109769](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2025.109769).

18. Liu L., et al. Effects of fulvic acid on broiler performance, blood biochemistry, and intestinal microflora // Poultry Science.- 2024.-Vol.103(2):103273. DOI [10.1016/j.psj.2023.103273](https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103273).

19. Dinev T., et al. Antifungal and antioxidant potential of methanolic extracts from Acorus calamus L., Chlorella vulgaris Beijerinck, Lemna minuta Kunth and Scenedesmus dimorphus (Turpin) Kützing //Applied Sciences. -2021. -Vol. 11 (11): 4745. DOI [10.3390/app11114745](https://doi.org/10.3390/app11114745).

20. de Melo F. A. B. R., et al. Development and evaluation of nutritional and quality standard of beef burger supplemented with pumpkin (Cucurbita moschata) seed flour //Foods. -2024. -Vol. 13 (11): 1702. DOI [10.3390/foods13111702](https://doi.org/10.3390/foods13111702).

***Information about the authors***

Kenenbay Sh.Y.- Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: [sh.kenenbai@atu.edu.kz](mailto:sh.kenenbai@atu.edu.kz);

Korzeniowska M. - Doctor of Science, Professor, Wrocław University of Environmental and Biological Sciences, Wrocław, Poland, e-mail: [malgorzata.korzeniowska@upwr.edu.pl](mailto:malgorzata.korzeniowska@upwr.edu.pl);

Tortai A.N. - Master of Technical Sciences, PhD student, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: [tortay.arsen@gmail.com](mailto:tortay.arsen@gmail.com);

Krasnikov A.S.-Master’s student, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: [krasnikovsasha98@gmail.com](mailto:krasnikovsasha98@gmail.com).

***Сведения об авторах***

Кененбай Ш.Ы. - кандидат технических наук, доцент, ассоциированный профессор, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: [sh.kenenbai@atu.edu.kz](mailto:sh.kenenbai@atu.edu.kz);

Коржениовска М. - доктор наук (Dr. of Sc.), профессор, Вроцлавский университет природных и биологических наук, Вроцлав, Польша, e-mail: [malgorzata.korzeniowska@upwr.edu.pl](mailto:malgorzata.korzeniowska@upwr.edu.pl);

Тортай А.Н. - магистр технических наук, докторант, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: [tortay.arsen@gmail.com](mailto:tortay.arsen@gmail.com);

Красников А.С. - магистрант, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: [krasnikovsasha98@gmail.com](mailto:krasnikovsasha98@gmail.com).

ҒТАМР 65.29.33

**ЖАРМА ДАҚЫЛДАРЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ҚҰРҒАҚ ТАҢҒЫ АСТЫҢ САПАСЫ**

**МЕН ТАҒАМДЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІ**

**М.Ж.Султанова** [D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0002-4313-1540)**🖂, Ф.З.Сеитова**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0002-4010-6382)

*Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан*

**🖂**Корреспондент-автор: [sultanova.2012@mail.ru](mailto:sultanova.2012@mail.ru)

Қазіргі таңда функционалдық және диеталық тағам өнімдерін өндіру тағам өнеркәсібінің негізгі даму бағыттарының бірі болып отыр. Дәнді дақылдар негізіндегі құрғақ таңғы ас өнімдері кеңінен қолданысқа ие, себебі олар жеңіл дайындалады, қоректік құндылығы жоғары және әртүрлі жас топтарына қолайлы. Дегенмен дәстүрлі дәнді өнімдердің витаминдік-минералдық құрамы шектеулі болғандықтан, олардың биологиялық құндылығын арттыру үшін өсімдік текті қоспаларды қолдану өзекті мәселе болып табылады.

Бұл жұмыста дәнді дақылдар негізінде (күріш, жүгері, арпа) дайындалған және өсімдік қоспаларымен (сәбіз және қызылша ұнтағы) байытылған құрғақ таңғы ас өнімдерінің сапасы мен тағамдық қауіпсіздігі зерттелді. Экструзиялық өңдеу оңтайлы параметрлерде жүргізілді: температура-170 °C, ылғалдылық-18 %, бұранда айналу жылдамдығы – 180 айн/мин. Зерттеу нәтижелері бақылау үлгісімен салыстырғанда тәжірибелік нұсқаларда ақуыз (7,82 %-дан 8,49 %-ға дейін), көмірсулар (72,6 %-дан 75,07 %-ға дейін) және дәрумендердің (B₁, B₂, B₃, B₆, C) деңгейі айтарлықтай артқанын көрсетті. Минералдық құрам бойынша кальций, магний, калий және темір мөлшері едәуір жоғарылады. Токсикологиялық және радиологиялық бақылау нәтижелері ауыр металдар (Pb, Cd, As, Hg) мен радионуклидтердің (K-40, Cs-137) анықталмағанын көрсетті, бұл өнімнің толық санитарлық қауіпсіздігін дәлелдеді.

Зерттеу нәтижелері сәбіз және қызылша ұнтақтарының қосылуы құрғақ таңғы ас өнімдерінің тағамдық құндылығын және профилактикалық маңызын арттыратынын көрсетті. Алынған өнімдер санитарлық-гигиеналық талаптарға толық сәйкес келеді және функционалдық, диеталық тамақтану үшін перспективті болып табылады.

**Түйін сөздер:** құрғақ таңғы ас, жарма дақылдары, экструзия, сәбіз ұнтағы, қызылша ұнтағы, тағамдық құндылық, витаминдік құрам, минералдық құрам, тағамдық қауіпсіздік.

**КАЧЕСТВО И ПИЩЕВАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СУХИХ ЗАВТРАКОВ НА ОСНОВЕ КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР**

**М. Ж.Султанова🖂, Ф.З.Сеитова**

*Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан,*

e-mail: [sultanova.2012@mail.ru](mailto:sultanova.2012@mail.ru)

В настоящее время производство функциональных и диетических пищевых продуктов является одним из основных направлений развития пищевой промышленности. Продукты сухих завтраков на основе зерновых культур широко применяются, так как они легко готовятся, обладают высокой пищевой ценностью и подходят для различных возрастных групп. Однако, витаминно-минеральный состав традиционных зерновых продуктов ограничен и использование растительных добавок для повышения их биологической ценности является актуальной задачей.

В данной работе исследованы качество и пищевая безопасность сухих завтраков, приготовленных на основе зерновых культур (рис, кукуруза, ячмень) и обогащённых растительными добавками (морковный и свекольный порошки). Экструзионная обработка проводилась при оптимальных параметрах: температура-170 °C,влажность-18 %, скорость вращения шнека-180 об/мин. Результаты исследования показали, что по сравнению с контрольным образцом в опытных вариантах значительно повысилось содержание белка (с 7,82 % до 8,49 %), углеводов (с 72,6 % до 75,07 %) и витаминов (B₁, B₂, B₃, B₆, C). Минеральный состав также улучшился: увеличилось количество кальция, магния, калия и железа. Токсикологический и радиологический контроль показал отсутствие тяжёлых металлов (Pb, Cd, As, Hg) и радионуклидов (K-40, Cs-137), что подтверждает полную санитарную безопасность продукта.

Результаты исследования показали, что добавление морковного и свекольного порошков повышает пищевую и профилактическую ценность сухих завтраков. Полученные продукты полностью соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям и являются перспективными для применения в функциональном и диетическом питании.

**Ключевые слова:** сухие завтраки, зерновые культуры, экструзия, морковный порошок, свекольный порошок, пищевая ценность, витаминный состав, минеральный состав, пищевая безопасность.

**QUALITY AND FOOD SAFETY OF DRY BREAKFASTS BASED ON CEREALS**

**M.Zh. Sultanova🖂 , F.Z. Seitova**

*Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,*

e-mail: [sultanova.2012@mail.ru](mailto:sultanova.2012@mail.ru)

Currently, the production of functional and dietary food products is one of the main directions in the development of the food industry. Ready-to-eat breakfast cereals based on grain crops are widely consumed due to their ease of preparation, high nutritional value, and suitability for different age groups. However, the vitamin and mineral composition of traditional cereal products is limited, which makes the use of plant-based additives to enhance their biological value a relevant task.

This study investigated the quality and food safety of breakfast cereals prepared from grain crops (rice, corn, barley) and enriched with plant additives (carrot and beetroot powders). Extrusion processing was carried out under optimal parameters: temperature – 170 °C, moisture – 18 %, screw speed – 180 rpm. The results demonstrated that, compared to the control sample, the experimental formulations showed significant increases in protein (from 7.82 % to 8.49 %), carbohydrates (from 72.6 % to 75.07 %), and vitamins (B₁, B₂, B₃, B₆, C). The mineral profile was also improved with elevated levels of calcium, magnesium, potassium, and iron. Toxicological and radiological analyses confirmed the absence of heavy metals (Pb, Cd, As, Hg) and radionuclides (K-40, Cs-137), thereby proving the complete sanitary safety of the products.

The findings indicate that the incorporation of carrot and beetroot powders enhances the nutritional and preventive value of breakfast cereals. The developed products fully comply with sanitary and hygienic requirements and are promising for use in functional and dietary nutrition.

**Keywords:** breakfast cereals, grain crops, extrusion, carrot powder, beetroot powder, nutritional value, vitamin composition, mineral composition, food safety.

**Кіріспе.** Қазіргі уақытта әлемдік тағам өнеркәсібінде функционалды және диеталық өнімдерге сұраныс артып кее жатыр. Бұл тенденция халық арасында пайдалы, теңдестірілген және дайын тағамдарға сұраныстың артуымен байланысты. Бұл өнімдердің ішінде жоғары деңгейде дайындалған таңғы ас өнімдері ерекше орын алады. Олар қолжетімділігімен, ыңғайлылығымен және әртүрлі жас топтарына бейімделуімен сипатталады [1].

Дегенмен, дәстүрлі жарма негізіндегі таңғы ас өнімдерінің витаминдік және минералды құрамы шектеулі. Күріш, жүгері, арпа сияқты дәнді дақылдар көмірсулар мен энергия көзі ретінде негізгі құндылыққа ие, бірақ белгілі бір дәрумендер мен микроэлементтердің жетіспеушілігі өнімнің биологиялық құндылығын төмендетеді [2]. Осыған байланысты, соңғы жылдары табиғи өсімдік тектес қоспаларды тағамға енгізу өзекті мәселе болып саналды [3].

Өсімдік ұнтақтарын (сәбіз, қызылша және басқа да көкөністерді) қосу өнімнің тағамдық құндылығын арттырып қана қоймай, оның функционалдық қасиеттерін жақсарта алады. Бұл қоспалар бета-каротинге, аскорбин қышқылына, витаминдерге, минералдарға және антиоксиданттарға бай, олар ағзаның қорғаныштық қасиетін жақсартады, метаболикалық процестерді жақсартады және созылмалы аурулардың алдын алуда маңызды қызмет атқарады [4, 5]. Сонымен қатар, өсімдік тектес қоспалар өнімге табиғи түс пен ерекше дәм береді, бұл тұтынушылар арасында тартымдылығын арттырады [6].

Тағамның сапасы тағамдық құндылығымен ғана емес, қауіпсіздік стандарттарымен де анықталады. Қазіргі қоршаған орта жағдайында ауыр металдарды (қорғасын,кадмий,сынап) және радионуклидтерді (К-40, Cs-137) тағам тізбегіне енгізу қаупі әрқашан жоғары болып келеді. Сондықтан тағамдық өнімдердің санитарлық-гигиеналық көрсеткіштерін бағалау олардың сапасын кешенді талдаудың маңызды бөлігі болып табылады [7].

Зерттеу тобы күріш жармашығы мен өсімдік ұндары (сәбіз және қызылша) негізінде функционалды бағыттағы экструдирленген таңғы ас технологиясын әзірлеген. Зерттеу нәтижелері өсімдік ұндарының 10% мөлшерде қосылуы өнімнің биологиялық құндылығын арттырып, табиғи түс пен дәм сапасын жақсартатынын көрсетті. Сонымен қатар, стевия экстрактісінің енгізілуі қарапайым қанттарды алмастырып, гликемиялық индексі төмен, денсаулыққа пайдалы өнім алуға мүмкіндік берген. Экструзия процесі оңтайлы температура мен қысымда жүргізіліп, алынған өнімдердің құрылымдық және органолептикалық сипаттамалары жақсы болған. Бұл зерттеу өсімдік тектес шикізаттарды тиімді қолдану арқылы функционалды таңғы ас өнімдерін өндірудің ғылыми негізін қалыптастырған [8].

Осыған байланысты сәбіз және қызылша ұнтағымен байытылған жарма негізіндегі таңғы астың сапасы мен тағамдық қауіпсіздігін зерттеу бүгінгі күні өзекті болып табылады. Бұл жұмыс өнімнің физика-химиялық, витаминдік және минералды құрамын, сондай-ақ оның утыттылығын және радиологиялық қауіпсіздігін бағалауға бағытталған.

**Материалдар мен әдістер.** Жарма негізі ретінде күріш, жүгері және арпа пайдаланылды (МЕМСТ 6292-93; МЕМСТ 6002-2022; МЕМСТ 26312,1-84). Байыту үшін сәбіз және қызылша ұнтақтарц пайдаланылды. Ұнтақ конвекті кептіру әдісімен 55-60 температурада кептіріліп, бөлшектердің біркелкі мөлшеріне (<0,5 мм) ұнтақтау арқылы дайындалды.

Рецептураның құрамы бойынша 4 негізгі нұсқа әзірленді:

Бақылау моделі – өсімдік қоспаларынсыз;

Рецепт №1 - 5% сәбіз және 5% қызылша ұнтағы;

Рецепт №2 - 10% сәбіз ұнтағы;

Рецепт №3 - 10% қызылша ұнтағы.

Шикізат електен өткізіліп, құрамы бойынша өлшеніп, біртекті масса болғанша дейін араластырылды. Қоспа 18% ылғалдылықпен ылғалдандырылады және ылғалды біркелкі тарату үшін 20-30 минутқа қалдырылады.

Процесс келесі оңтайлы параметрлері бар зертханалық екібұрандалы экструдерде жүргізілді: шығыс экструдаттар ауада салқындатылды, содан кейін қалдық ылғалдылығы ≤8% - дан аз болғанша 90-100 температурада кептірілді. Жабдық ретінде MESI-20/28 маркалы зертханалық екібұрандалы экструдер қолданылды. Өндіруші – «China Lab 1» Қытай Халық Республикасы. Экструдер өнім қоспасын жоғары температура мен қысымда өңдеуге, бұрандалардың айналу жылдамдығын және температураны дәл реттеуге мүмкіндік береді. Дайын өнім ылғалға төзімді көпқабатты қаптамаға салынған.

Таңғы астық сынамаларының сапасы мен қауіпсіздігін жан-жақты бағалау үшін келесі әдістер қолданылды:

Ақуыздың массалық үлесі (%) - Кьельдаль әдісімен анықталды (МЕМСТ 10846-91).

Майдың массалық үлесі (%) - экстракциялық-гравиметриялық әдісімен анықталды (МЕМСТ 29033-91).

Көмірсулардың массалық үлесі (%) – перманганатометриялық әдісімен (зертханалық технология) зерттелді.

Витаминдер (B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, Bc, C, мг/100 г) - жоғары тиімділік сұйықтықты хроматография (ЖТСХ), титриметриялық және флуориметриялық әдістер арқылы анықталды (МЕМСТ 31483–2012).

Минералды элементтер (Fe, Na, Mg, Ca, K, мг/100 г) - атомдық-абсорбциялық спектрометрия әдісімен өлшенді (МЕМСТ 23243–2013).

Қорғасын (Pb) және кадмий (Cd, мг/г) – атомдық-абсорбциялық әдіспен анықталды (МЕМСТ 30178–96).

Мышьяк (As, мг/г) - молибденді-көк фотометриялық әдіс бойынша зерттелді (МЕМСТ 26930-86).

Сынап (Hg, мг/г) - газразрядтық спектроскопия әдісімен анықталды (МЕМСТ ГОСТ 26927–86).

Радионуклидтер (K-40, Cs-137, Бк/кг) - гамма-спектрометрия әдісі арқылы анықталды (МЕМСТ 32161–2013).



**1 - сурет. Әр түрлі құрамдағы экструдатталған таңғы ас түрлері**

*1 - өсімдік қоспасы қосылмаған бақылау үлгісі; 2 - 5% сәбіз және 5% қызылша ұнтағы бар үлгі; 3 - 10% сәбіз ұнтағы бар үлгі; 4 - 10% қызылша ұнтағы бар үлгі*.

1-суретте бастапқы күйінде экструдатталған таңғы астың төрт эксперименттік үлгісі көрсетілген. Барлық өнімдер жарма қоспасынан (күріш, жүгері, арпа) өсімдік ұнтақтарының әртүрлі қоспаларымен ыстық экструзия әдісімен дайындалады. Өнімдердің түсінің айырмашылығы табиғи бояғыштардың болуына байланысты.

Бақылау үлгісі өсімдік текті қоспалар қосылмаған дәстүрлі дәнді қоспа негізінде дайындалды. Оның құрамы ГОСТ талаптарына сәйкес таңдалды және дәнді дақылдардың стандартты үлгілеріне негізделді:

Күріш жармасы - 40 % (ГОСТ 6292–93 «Күріш жармасы. Техникалық шарттар»);

Жүгері жармасы - 40 % (ГОСТ 6002–2022 «Жүгері жармасы. Техникалық шарттар»);

Арпа жармасы - 20 % (ГОСТ 5784–60 «Арпа жармасы. Техникалық шарттар»).

Бақылау үлгісі өсімдік қоспалары қосылған тәжірибелік нұсқалармен салыстыру үшін негізгі эталон ретінде пайдаланылды. Барлық үлгілердің дайындалуы және өңделуі бірыңғай технологиялық режимде жүргізілді. Бақылау үлгісі өсімдік қоспалары қосылмаған дәстүрлі «Құрғақ таңғы ас» (ГОСТ Р 50365-92) стандартына сәйкес дайындалды.

Барлық тәжірибелер үш қайталымда жүргізілді. Алынған нәтижелер орташа арифметикалық мән және стандарттық ауытқу (±SD) түрінде көрсетілді. Мәліметтердің сенімділігін бағалау үшін дисперсиялық талдау (ANOVA) әдісі қолданылды. Топтар арасындағы айырмашылықтар p < 0,05 деңгейінде статистикалық тұрғыдан мәнді деп есептелді. Статистикалық есептеулер мен графикалық өңдеу үшін Microsoft Excel 2021 бағдарламалық пакеті пайдаланылды.

**Нәтижелер мен талқылау.**  Зерттеулер жарма негізіндегі таңғы ас үлгілерінің тағамдық және биологиялық құндылығын жан-жақты бағалауға бағытталған. Алынған нәтижелер өнім сапасының негізгі көрсеткіштерін қамтыды: физика-химиялық көрсеткіштер, витаминдік-минералды құрам, сондай-ақ санитарлық-гигиеналық қауіпсіздік деңгейі.

Зерттеу жүргізу барасында бақылау үлгісі (өсімдік қоспалары жоқ) және тәжірибелік үлгілер (сәбіз және қызылша ұнтағы қосылған) талданды. Бұл салыстыру өсімдік тектес қоспалардың тағамдық құндылығына әсерін анықтауға және олардың функционалдық әлеуетін бағалауға жағдай жасады.

Физика-химиялық көрсеткіштердің өзгеруі әсіресе маңызды, өйткені олар өнімнің технологиялық тұрақтылығы мен тұтынушылық қасиеттерін айқындайды. Сонымен қатар, витамин-минералды профильдің кеңеюі биологиялық белсенді заттардың сақталуы мен қосылуын көрсетеді. Ал уыттылықты анықтаудың нәтижелері өнімнің қауіпсіздік пен санитарлық нормаларға сәйкестігін анықтауға мүмкіндік береді.

**2- сурет. Құрғақ диеталық таңғы ас рецептеріндегі негізгі көрсеткіштердің даму динамикасы**

Зерттеу барысында бақылау және эксперименттік үлгілердің негізгі тағамдық компоненттерінің – ақуыздардың, майлардың және көмірсулардың массалық үлесі анықталды. Алынған мәліметтер бойынша өнімнің тағамдық құндылығы мен функционалдық әлеуетін бағалауға мүмкіндік берді (1-Сурет).2).

Бақылау үлгісіндегі ақуыз деңгейі 7,82% болғанда, эксперименттік нұсқаларда оның құрамының жоғарылауы байқалды. Әсіресе №2 рецептінде (10% сәбіз ұнтағы) ақуыздардың үлесі 8,49% - ға жетті, бұл барлық нұсқалардың ішіндегі ең жоғарысы болып табылады. Бұл сәбіздің ақуыздық құндылығымен және өсімдік қоспаларының дәнді дақылдармен толықтырушы әсерімен түсіндіріледі.

Майдың үлесі барлық үлгілерде төмен болып қалды (0,59-0,74%). Алайда, қызылша ұнтағы қосылған №3 рецептінде майдың үлесі бақылау моделіне қарағанда жоғарылау болды. Бұл қызылшаның табиғи құрамындағы майдың аздығына байланысты.

Барлық эксперименттік үлгілер бақылаулармен салыстырғанда көмірсулар үлесінің артқанын көрсетті. бақылау үлгісі мен үш түрлі рецептурадағы көмірсулардың арақатынасы көрсетілген. Барлық зерттелген үлгілерде күрделі көмірсулардың үлесі қарапайым көмірсуларға қарағанда жоғары екені байқалады. Бұл әзірленген рецептуралардың тағамдық құндылығының артқанын және олардың физиологиялық тұрғыдан толыққанды екенін көрсетеді.

**3 - сурет. Өсімдік қоспаларымен байытылған таңғы астың витаминдік құрамы**

Зерттеу нәтижелері құрғақ таңғы ас үлгілерінің витаминдік профилінде айқын айырмашылықтар бар екенін көрсетті. Бақылау үлгісіндегі дәрумендердің шектеулі деңгейімен олардың үлесі өсімдік ұнтақтарын қосқанда эксперименттік нұсқаларда едәуір өсті (3-сурет).

В дәрумені (тиамин). Көмірсулар алмасуында негізгі кофермент рөлін атқаратын тиамин деңгейі бақылау үлгісінде 0,102 мг/100 г құрады. №2 рецептурада (сәбіз ұнтағы 10%) бұл көрсеткіш 0,168 мг/100 г дейін өсті және шамамен 65% - ға өсті.

В₂ дәрумені (рибофлавин). Бақылаудағы рибофлавиннің мөлшері 0,029 мг/100 г болса, эксперименттік үлгілерде оның деңгейі 0,050–0,053 мг/100 г-ға жетті. Бұл жасушалық тыныс алуды және антиоксиданттық қорғанысты күшейтуге мүмкіндік береді.

В дәрумені (ниацин). Энергия алмасуына қатысатын ниацин бақылау үлгісінде 1,0 мг/100 г, ал эксперименттік үлгілерде 1,2–1,3 мг/100 г болды.

В дәрумені (пантотен қышқылы). Барлық үлгілерде пантотен қышқылы 0,38-0,403 мг/100 Г диапазонында тіркелді. №2 формуласында сәл жоғары деңгейлер байқалды.

В дәрумені (пиридоксин). Аминқышқылдарының метаболизмі үшін маңызды пиридоксин бақылау үлгісінде 0,157 мг /100 г дейін, ал №3 рецептурада 0,182 мг/100 г жоғарылаған.

Фолий қышқылы (Вс). Тәжірибелік үлгілердегі фолий қышқылының деңгейі 0,010-0,011 мг/100 г құрады, бұл анемия мен жасушалардың бөлінуін болдырмау үшін маңызды. С дәрумені (аскорбин қышқылы). Бақылау үлгісінде мүлде табылмаған аскорбин қышқылы эксперименттік нұсқаларда тіркелді. Ең үлкен мән № 2-1, 28 мг/100 г формулада байқалды. Бұл сәбіз және қызылша ұнтағының табиғи құрамына байланысты.

Бета-каротиннің мөлшері тәжірибелік үлгілерде бақылау үлгісіне қарағанда айтарлықтай жоғары. Әсіресе №1 және №2 рецептураларында оның мөлшері сәйкесінше 1,01 және 1,49 мг/100 г құрайды, бұл өнімдердің антиоксиданттық қасиеттерінің артуын көрсетеді. Бета-каротин ағзада А дәруменіне айналып, көру қабілетін, тері мен иммундық жүйенің жағдайын жақсартады.

**4 - сурет. Өсімдік қоспаларымен байытылған таңғы астың минералды құрамы**

Зерттеу нәтижелері құрғақ таңғы ас үлгілеріне өсімдік қоспаларын енгізу минералды құрамды едәуір байытқанын көрсетті (4-сурет). Бақылау үлгісінде магнийдің мөлшері 28,4 мг/100 г құрады, эксперименттік үлгілерде ол 41,6–43,2 мг/100 г диапазонында тіркелді. Бақылаудағы кальций деңгейі 21,5 мг/100 г құрады және эксперименттік нұсқаларда 32,8–34,1 мг/ 100 г дейін өсті. Калий концентрациясы ең жоғары өсімі бақылау үлгісінде 162,3 мг/100 болғанда, №1 және №2 рецептураларда 342,5-356,7 мг/100, яғни екі еседен астам өсті. Бақылаудағы темірдің мөлшері 2,1 мг / 100 г, тәжірибелік үлгілерде–2,8-3,0 мг / 100 г болды. Натрийдің үлесі барлық нұсқаларда қалыпты шектерде қалды және 12,4-15,6 мг /100 г құрады. Бұл деректер ұнтақталған сәбіз мен қызылшаны қосу өнімнің минералды құрамын айтарлықтай жақсартатынын және оның биологиялық құндылығын арттыратынын көрсетеді.

**1-кесте. Өсімдік қоспалары бар құрғақ таңғы ас үлгілеріндегі улы элементтер мен радионуклидтердің көрсеткіштері**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Көрсеткіштердің атауы, өлшем бірлігі | Құрғақ таңғы ас (бақылау үлгісі ГОСТ Р 50365-92) | Құрғақ таңғы ас (рецептура №1) | Құрғақ таңғы ас (рецептура №2) | Құрғақ таңғы ас (рецептура №3) |
| 1 | Pb, мг/г | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады |
| 2 | Cd, мг/г | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады |
| 3 | As, мг/г | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады |
| 4 | Hg, мг/г | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады |
| Радионуклидтер | | | | | |
| 1 | K-40, Бк/кг | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады |
| 2 | Cs-137, Бк/кг | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады |

Зерттеу барысында құрғақ таңғы ас үлгілерінің тағамдық қауіпсіздігі толығымен тексерілді (1-кесте). Барлық сынақ үлгілерінде (қорғасын, кадмий, мышьяк, сынап) улы элементтер табылған жоқ. Радиологиялық талдау кезінде сонымен қатар радионуклидтердің (K-40, Cs-137) құрамын анықтаған жоқ. Яғни, барлық бақылау үлгілерінде және эксперименттік нұсқаларда бұл көрсеткіштер "анықталмады". Бұл нәтижелер дәнді дақылдар мен пайдаланылатын өсімдік шикізатының экологиясын, сондай-ақ экструзиялық өңдеу технологиясының қауіпсіздігін дәлелдейді. Осылайша, дайын өнім санитарлық-гигиеналық талаптарға толық сәйкес келеді және "Тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі туралы "ТР ТС 021/2011 техникалық регламентінің стандарттарына сәйкес келеді.

Зерттеу нәтижелері құрғақ жарма негізіндегі таңғы ас өнімдеріне өсімдік ұнтақтарын енгізудің тиімділігін көрсетті. Эксперименттік нұсқаларда бақылау үлгісімен салыстырғанда ақуыз мөлшері 7,82%-дан 8,49% - ға, көмірсулар 72,6% - дан 75,07% - ға дейін артқаны анықталды. Бұл өзгерістер өнімнің тағамдық құндылығын арттырады және оның функционалдық әлеуетін жақсартады. Май мөлшерінің айтарлықтай өзгермеуі (0,59 - 0,74%) өнімнің энергия балансын сақтайтынын көрсетті.

Витаминдік құрамды талдау кезінде В дәруменінің деңгейі бақылау үлгісінде 0,102 мг/100 г дейін және сәбіз ұнтағы бар үлгіде 0,168 мг/100 г дейін өсті, Ал В және В дәрумендерінің мөлшері де айтарлықтай өсті. Бақылау үлгісінде анықталмаған С дәрумені эксперименттік нұсқаларда тіркелді, оның ең жоғары деңгейі №2 (1,28 мг/100 г) рецептурасында байқалды. Бұл табиғи өсімдік шикізатының құрамындағы дәрумендердің сақталатынын және экструзиялық өңдеу кезінде толығымен жойылмайтынын көрсетеді.

Минералды құрамы да айтарлықтай жақсарды: магний мен кальций деңгейі шамамен 1,5 есе өсті, ал калий концентрациясы бақылау деңгейінен екі есе жоғары болды (342,5-356,7 мг/100 г). Бұл жүрек-қантамыр жүйесін қолдау және элементтердің жетіспеушілігін болдырмау үшін маңызды. Темірдің құрамын 2,1 мг/100 г-нан 2,8-3,0 мг/100 г-ға дейін арттыру қан түзу процесін жақсартқанымен, натрий деңгейінің шамалы жоғарылауы физиологиялық нормадан аспады.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, тәжірибелік рецептуралардағы жалпы көмірсулар мөлшері бақылау үлгісіне шамалас деңгейде болғанымен, олардың сапалық құрамы өзгеріске ұшырады. Тәжірибелік өнімдерде қарапайым қанттарға қарағанда полисахаридтердің үлесі артқаны байқалады. Бұл көрсеткіш рецептура құрамына күрделі көмірсуларға бай шикізаттардың енгізілуімен түсіндіріледі. Полисахаридтердің артуы өнімнің физиологиялық тұрғыдан құндылығын арттырып, энергияның біртіндеп бөлінуін қамтамасыз етеді және ас қорыту процесін жақсартады. Осылайша, тәжірибелік үлгілердегі полисахаридтер үлесінің жоғарылауы өнім сапасын жетілдірудің оң нәтижесі болып табылады.

Тағамдық қауіпсіздігіне келетін болсақ, барлық үлгілерде ауыр металдар (Pb, Cd, As, Hg) және радионуклидтер (K-40, Cs-137) табылған жоқ. Бұл пайдаланылатын шикізаттың экологиялық тазалық деңгейін, сондай-ақ экструзия технологиясының қауіпсіздігін дәлелдейді.

Осылайша, жүргізілген зерттеулер таңғы құрғақ астың тағамдық құндылығы мен профилактикалық маңыздылығы өсімдік ұнтақтарын қосу арқылы айтарлықтай артқанын көрсетті. Сонымен қатар, нәтижелер өнімнің экологиялық таза және денсаулық үшін қауіпсіз екенін дәлелдейді және оны функционалды тамақтану үшін пайдаланудың ғылыми негізін қамтамасыз етеді.

**Қорытынды.** Зерттеу нәтижелері дәнді дақылдарға өсімдік ұнтақтарын (сәбіз және қызылша) енгізу құрғақ таңғы ас өнімдерінің тағамдық құндылығы мен функционалдық әлеуетін едәуір ұлғайтатынын көрсетті. Физика - химиялық талдау сынамалардағы ақуыздар мен көмірсулардың көбеюін, витаминдерді зерттеу - В тобындағы дәрумендер мен С витаминінің едәуір жоғарылауын, ал минералды құрам – магний, кальций, калий және темір деңгейінің айқын жоғарылауын көрсетті. Бұл өзгерістер өнімнің профилактикалық құндылығын арттырады және оны функционалды тамақтануда қолдануға негіз болады.

Тағамдық қауіпсіздігі тұрғысынан барлық үлгілерде ауыр металдардың (Pb, Cd, As, Hg) және радионуклидтердің (K-40, Cs-137) болмауы шикізаттың экологиялық беріктігі мен қолданатаын технологиялық процестің қауіпсіздігін дәлелдеді.

Осылайша, әзірленген құрамдардың технологиялық тұрғыдан енгізілгені, тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары және санитарлық-гигиеналық талаптарға толық жауап беретіні анықталды. Мұндай өнімдерді диеталық және профилактикалық тамақтану ретінде кеңінен қолдануға болады.

**Әдебиеттер**

1. Ali I. M. et al. Effects of extrusion process conditions on nutritional, anti‐nutritional, physical, functional, and sensory properties of extruded snack:A review//Food Science & Nutrition.- 2024.-Vol. 12 (11).-P. 8755-8761. [DOI 10.1002/fsn3.4472](https://doi.org/10.1002/fsn3.4472)

2. Zhao Y. et al. Understanding the Impact of Extrusion Treatment on Cereals:Insights from Alterations in Starch Physicochemical Properties and In Vitro Digestion Kinetics//Animals.– 2024.-Vol.14(21).-P.3144. [DOI 10.3390/ani14213144](https://doi.org/10.3390/ani14213144).

3. Ajala O. et al. Hazardous chemicals in extruded food: A comprehensive review of their occurrence, detection, toxicity, and mitigation strategies//Journal of Food Composition and Analysis.-2025.–Vol. 144(12).-P.107685. DOI 10.1016/j.jfca.2025.107685.

4. Morantes G., Ek P., Ganjyal G. M. Food safety in extrusion processing//Extrusion Cooking.-Woodhead Publishing.-2020.-P.507-521. DOI [10.1016/B978-0-12-815360-4.00016-X](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815360-4.00016-X).

5. Egal A., Oldewage-Theron W. Extruded food products and their potential impact on food and nutrition security //South African Journal of Clinical Nutrition.-2019.-Vol.33(4).-P.142-143. DOI [10.1080/16070658.2019.1583043](https://doi.org/10.1080/16070658.2019.1583043).

6. Kamau E. H., Nkhata S. G., Ayua E. O. Extrusion and nixtamalization conditions influence the magnitude of change in the nutrients and bioactive components of cereals and legumes//Food science & nutrition.-2020.-Vol. 8(4).-P.1753-1765. DOI 10.1002/fsn3.1473

7. Xu Y. et al. The Impact of Extrusion Cooking on the Physical Properties, Functional Components, and Pharmacological Activities of Natural Medicinal and Edible Plants: A Review //Foods.-2025.Vol.14.(11).-P.1869. [DOI 10.3390/foods14111869](https://doi.org/10.3390/foods14111869).

8. Султанова М.Ж., Aкжaнов Н., Сәдуакас А., Камали А., Якияeвa М.A. Күріш жармашығы мен өсімдік ұнынан экструдирленген таңғы ас өндіру. Алматы технологиялық университетінің хабаршысы.-2025.- Т.148(2).- Б.82-89. DOI 10.48184/2304-568X-2025-2-82-89.

**References**

1. Ali I. M. et al. Effects of extrusion process conditions on nutritional, anti‐nutritional, physical, functional, and sensory properties of extruded snack:A review//Food Science & Nutrition.- 2024.-Vol. 12 (11).-P. 8755-8761. [DOI 10.1002/fsn3.4472](https://doi.org/10.1002/fsn3.4472)

2. Zhao Y. et al. Understanding the Impact of Extrusion Treatment on Cereals:Insights from Alterations in Starch Physicochemical Properties and In Vitro Digestion Kinetics//Animals.- 2024.-Vol.14(21).-P.3144. [DOI 10.3390/ani14213144](https://doi.org/10.3390/ani14213144).

3. Ajala O. et al. Hazardous chemicals in extruded food: A comprehensive review of their occurrence, detection, toxicity, and mitigation strategies//Journal of Food Composition and Analysis.-2025.-Vol. 144(12).-P.107685. DOI 10.1016/j.jfca.2025.107685.

4. Morantes G., Ek P., Ganjyal G. M. Food safety in extrusion processing//Extrusion Cooking.-Woodhead Publishing.-2020.-P.507-521. DOI [10.1016/B978-0-12-815360-4.00016-X](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815360-4.00016-X).

5. Egal A., Oldewage-Theron W. Extruded food products and their potential impact on food and nutrition security //South African Journal of Clinical Nutrition.-2019.-Vol.33(4).-P.142-143. DOI [10.1080/16070658.2019.1583043](https://doi.org/10.1080/16070658.2019.1583043).

6. Kamau E. H., Nkhata S. G., Ayua E. O. Extrusion and nixtamalization conditions influence the magnitude of change in the nutrients and bioactive components of cereals and legumes//Food science & nutrition.-2020.-Vol. 8(4).-P.1753-1765. DOI 10.1002/fsn3.1473

7. Xu Y. et al. The Impact of Extrusion Cooking on the Physical Properties, Functional Components, and Pharmacological Activities of Natural Medicinal and Edible Plants: A Review //Foods.-2025.Vol.14.(11).-P.1869. [DOI 10.3390/foods14111869](https://doi.org/10.3390/foods14111869).

8.Sultanova M.Zh., Akzhanov N., Sәduakas A., Kamali A., Jakijaeva M.A. Kүrіsh zharmashyғy men өsіmdіk ұnynan jekstrudirlengen taңғy as өndіru. Almaty tehnologijalyқ universitetіnің habarshysy.-2025.T.148(2).B.82-89.DOI 10.48184/2304-568X-2025-2-82-89.[in Kazakh].

***Авторлар туралы мәліметтер***

Султанова М. - Алматы технологиялық университетінің докторанты, Алматы, Қазақстан, e-mail: sultanova.2012@mail.ru;

Сеитова Ф.З. - филология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессоры, Алматы технологиялық университетінің, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: me.fatme@mail.ru.

***Information about the authors***

Sultanova M. - doctoral student of Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: sultanova.2012@mail.ru;

Seitova F.Z. - candidate of philological Sciences, associate professor of Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: me.fatme@mail.ru.

МРНТИ 65.59.31

**ӨНДІРІЛГЕН МАШ ЕЗБЕСІН КҮРКЕТАУЫҚ ЕТ ӨНІМДЕРІ ТЕХНОЛОГИЯСЫНДА ҚОЛДАНУ**

**З.К.Конарбаева**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0002-5469-455X)**, З.Т.Нурсеитова**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0002-1057-533X)**🖂, Г.Ж. Нурынбетова**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0002-2391-3633)**, Б.Ж.Мулдабекова**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0003-1848-4288)**, А.Қ.Әбді**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0009-0003-6566-182X)

*М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан*

**🖂**Корреспондент-автор: [nur.zeinep@mail.ru](mailto:nur.zeinep@mail.ru)

Биологиялық белсенді құрам бөліктердің жетіспеуі және тапшылығы бар теңестірілмеген тамақтану алиментарлық сипаттағы аурулардың пайда болуына және ағзаның тозуына алып келеді. Теңестірілген тамақтануға арналған жаңа тамақ өнімдерін жасаудың ілгерлемелі бағыттарының бірі ет шикізатын ішінара өсімдік текті шикізаттарға алмастыра отырып, қолданылатын қоректік заттардың базасын кеңейту. Бұл жұмыста отандық «Жасыл дән» сұрыпына жататын маш дақылының (бұршақ дақылдылар ішіндегі Винга тобы) езбесін күрке тауық етінен жасалған жартылай шикізатқа қосу ұсынылған. Күрке тауық етінен жасалған езбеге машты қосу етті-өсімдікті езбенің келесідей технологиялық қасиеттерін жақсартатыны байқалған: маштың езбесі мөлшерінің артуымен рН мөлшері артады, ылғал байланыстырғыштық қабілеті 60%-дан 71%-ға дейін артады, ылғал ұстап тұрғыштық қабілеті 55%-дан 61,2%-ға дейін артады. Күрке тауық етінен жасалған ет езбесіне машты қосу жартылай шикізаттар құрамындағы ақуыздардың, майлардың, көмірсулардың мөлшерінің артуына алып келеді. Күрке тауық етінен жасалған жартылай шикізаттың ең жақсы сапа көрсеткіштеріне маш езбесін 15% мөлшерінде қосу нәтижесінде қол жеткізілді. Ет жартылай шикізаттарының рецептурасында машты өңдеу өнімін қолдану құрамында теңестірілген құнды заттары бар тамақтану өнімдерінің түрін арттырады, алынған ет езбесі жүйесінің технологиялық, құрылымдық қасиеттерін жақсартады.

**Түйін сөздер:** теңестірілген тамақтану, қоректік заттар, күрке тауық еті, маш езбесі, технология, нутриенттік әлеует

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОРОЩЕННОЙ ПАСТЫ ИЗ МАША В ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ИЗ МЯСА ИНДЕЙКИ**

**З.К.Конарбаева, З.Т.Нурсеитова🖂, Г.Ж.Нурынбетова, Б.Ж. Мулдабекова, А.Қ.Әбді**

*Южно-Казахстанский университет им. М.Ауезова, Шымкент, Казахстан,*

[e-mail: nur.zeinep@mail.ru](mailto:e-mail:%20nur.zeinep@mail.ru)

Несбалансированное питание при недостатке и дефиците биологически активных компонентов может вызывать заболевания алиментарной природы и в целом может привести к истощению организма. Перспективным направлением в разработке новых пищевых продуктов для сбалансированного питания является расширение базы используемых питательных веществ за счет частичной замены мясного сырья на растительное. В данной работе был предложен и изучен полуфабрикат из мяса индейки с добавлением пюре кашица из зернобобовой культуры маш (вид рода Вигна семейства Бобовые) сорта отечественной селекции- «Жасыл Дән». Было выявлено, что при введении в фарш из индейки пюре из маша улучшаются технологические характеристики мясо-растительного фарша: с увеличением концентрации пюре из маша увеличивалось значение рН, влагосвязывающая способность возросла с 60 % до 71 %, влагоудерживающая способность возросла с 55 % до 61,2 %. Добавление пюре из маша в состав фарша из индейки приводит к увеличению содержания в полуфабрикатах белков, жиров, углеводов. Наилучшее качество полуфабриката из мяса индейки выявлено в образце с 15% добавкой пюре из маша. Использование пюре из маша при производстве мясных полуфабрикатов расширяет ассортимент продуктов питания с повышенной сбалансированностью питательных веществ, улучшает структурные, технологические свойства полученных фаршевых систем.

**Ключевые слова:** сбалансированное питание, питательные вещества, мясо индейки, пюре из маша, технологический, нутриентный потенциал.

**APPLICATION OF SPROUTED MUNG BEAN PASTE IN THE TECHNOLOGY OF TURKEY MEAT PRODUCTS**

**Z.K.Konarbaeva, Z.T.Nurseytova🖂, G.Zh.Nurynbetova, B.Zh.Muldabekova, A.K.Abdi**

*SKU named after M.Auezov, Shymkent, Kazakhstan,*

[e-mail: nur.zeinep@mail.ru](mailto:e-mail:%20nur.zeinep@mail.ru)

An unbalanced diet with a lack and deficiency of biologically active components can cause diseases of an alimentary nature and, in general, can lead to exhaustion of the body. A promising direction in the development of new food products for a balanced diet is to expand the base of nutrients used by partially replacing meat with vegetable raw materials. In this work, we proposed and studied a semi—finished product of turkey meat with the addition of purеe from the leguminous culture of mash (a species of the genus Vigna of the Legume family) of a variety of domestic breeding - "Zhasyl Dan". It was found that when mash purеe is introduced into turkey minced meat, the technological characteristics of minced meat and vegetable meat improve: with an increase in the concentration of mash purеe, the pH value increased, the moisture binding ability increased from 60% to 71%, and the moisture retention ability increased from 55% to 61.2%. The addition of mash puree to turkey minced meat leads to an increase in the content of proteins, fats, carbohydrates in semi-finished products. The best quality of the turkey meat semi-finished product was revealed in a sample with 15% added puree from mash. The use of mash puree in the production of semi-finished meat products expands the range of food products with an increased balance of nutrients, improves the structural and technological properties of the resulting stuffing systems.

**Keywords:** balanced nutrition, nutrients, turkey meat, mung bean purеe, technological, nutritional potential

**Кіріспе.** Тамақ өнеркәсібіндегі дамытудың бағыттарының бірі жаңа өнімдер жасау. Жаңа тамақтану өнімдерін жасау оның тағамдық және биологиялық құндылығын, физико-химиялық және функциональдық қасиеттерін, қауіпсіздігін жақсартуға және тамақ өнімдерінің қол жетімділігін арттыруға бағытталған.

Еліміздегі тұрғындарды қауіпсіз азық-түлік өнімдерімен қамтамасыз етудің ең маңызды мәселесі ол ақуызбен қамтамасыз ету. Ақуыздардың бірқатар альтернативтік нұсқаларына қарамастан, жануартекті ақуыздар әлі күнге дейін негізгі ақуыздың көзі болып саналады. Адамның тамақтануындағы еттің маңызын асыра бағалау өте қиын. Ол тек ғана ақуыздар мен калорияның көзі ғана емес, сонымен қатар, адам ағзасына қажетті дәрумендердің, оңай сіңетін темір мен мырыштыңда көзі болып саналады. Қазіргі уақытта адамның тамақтану рационында ең кең таралған жануартекті ақуыздар олар құс етіне тән [1].

Құс еттерінің ішінде әсіресе күркетауық етіне соңғы жылдары ерекше назар аударылуда.

Күркетауық еті аминқышқылды құрамы теңестірілген ақуыздың көзі болып саналады, соның нәтижесінде ол жақсы қорытылады және жақсы сіңеді. Күркетауық етінің биологиялық толық құндылығына оның құрамында жоғары мөлшерде кездесетін триптофан және оксипролин аминышқылдары кепіл бола алады [2, 3].

Еттің осы түріне деген еліміздегі сұраныстың күн санап артуына байланысты Қазақстан Республикасының ауыл шаруашылық министрлігі күркетауық етін шығаратын жеті кәсіпорынды салуды жоспарлаған. 2020 жылы жаңа құс фермасы ашылды: Алматы облысында, Атырау облысында, Жамбыл облысында, Қостанай облысында, Маңғыстау облысында, Түркістан облысында және Солтүстік Қазақстан облысында. Ашылған фермалардың барлығының өнімділігі жылына 50 мың тоннаны құрайды. Түркістан облысының Бадау ауылында «Ордабасы құс» ЖШС құс фермасы кешенінде жылына 4830 мың тонна күркетауық өсіру мен оның етін өңдеу жүргізіледі.

Күркетауық етін өндіру саласы Қазақстанда да, әлемде де жақсы перспективаға ие. Бұл салауатты тамақтанудың белең алуымен және күркетауық етінен жасалған өнімдерге деген сұраныстың артуымен байланысты [4].

Соңғы жылдары, жануарлар мен өсімдіктекті шикізаттарды бірге қолдану бойынша тенденцияның артқанын байқауға болады. Себебі, адамдар жануар текті өнімдерінің қоршаған ортаға әсері туралы және өсімдік текті өнімдерді көп мөлшерде пайдаланудың пайдасы туралы көбірек біле түсуде. Бұршақ дақылдары мен дәнді дақылдарды пайдалана отырып жасалған құрама ет өнімдері құрамында қаныққан майлар мен холестериннің мөлшері аз, алмаспайтын амин қышқылдарының мөлшері жоғары, құрамы тағамдық талшықтар мен фитохимиялық заттарға бай экономикалық тұрғыда тиімді өнім болып саналады.

Маш немесе жасыл бұршақ негізінен Қазақстанда, Азия елдерінде және әлемнің басқа елдерінде өсірілетін бұршақ дақылдас өсімдік. Бұл құрамында оңай сіңетін ақуыздар ( 20-32%), көмірсулар (53,3-67,1%), майлар (0,71-1,85%), дәрумендер, минералды заттар мен жасунық мөлшері жоғары болатын ылғал сүйгіш бұршақ дақылды өсімдік. Маштың құрамында танин, фитин қышқылы, гемагглютин, полифенол және өте аз мөлшерде трипсин ингибиторлары болатын антинутриенттер болады. Бұған қоса маштың құрамында қабынуға қарсы, микробка қарсы сияқты фармацевтикалық маңызды қасиеттерге ие алкалоидтер, флавоноидтер, сапониндер, фенолдар, гликозидтер мен пептидты биоактивтер сияқты фитохимиялық заттар болады [5].

Машты зерттеу бойынша жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмыстарын қорытындылай келе, машты табиғи күйінде де және кез-келген өңделген күйде пайдалану адам денсаулығы үшін маңызды рөл атқарады және функциональды бағыттағы түрлі өнімдер жасауда қолданылуы мүмкін [6].

Жұмыстың мақсаты машты өңдеу өнімін күрке тауық етінен жасалған ет өінімі өндірісінде қолданудың технологиялық және нутриенттік потенциалын зерттеу және негіздеу.

Зерттеу нысаны келесілер: 1 сұрыпты күрке тауық еті («Дәмді ет» тауарлық маркасы арқылы тіркелген «Ордабасы құс» ЖШС өнімі), маш езбесін 10-нан 20-ға дейін қосу арқылы алынған ет езбесі және одан алынған жартылай шикізат. Қазіргі таңда Қазақстан Республикасында маштың «Жасыл дән» селекциясына жататын жалғыз сұрыпы қолданылады [7].

**Материалдар мен әдістер.** Зерттеу материалдары ретінде күркетауықтың сан сүбе еті (МЕМСТ 31473-2012 бойынша) [8] мен бауырын қосу арқылы өндірілген маш езбесімен (МЕМСТ 35050-2023 бойынша) [9] байытылған ет өнімі қолданылды. Ет езбесінің ылғал байланыстырғыштық қабілеті оның технологиялық дайындаудың түрлі сатыларындағы қасиетін анықтайды және дайын ет өнімдерінің су ұстағыштық қабілетіне, олардың сапасы мен шығымына әсер етеді. Оларды Грау-Гамм әдісін қолдана отырып анықтайды. Әдісте етті фильтр қағазының үстіне қойып ақырындап сығымдау барысында бөлінетін су дағының мөлшерімен анықталады. Дақ мөлшері еттін су ұстағыштық қабілетіне байланысты болады. Алдымен еттің ылғалдылығын анықтап алады. Содан соң барып ет сынамасының 0,3 г диаметрі 15-20 мм болатын полиэтиленнен жасалған пиалаға салады, содан соң барып оны фильтр қағазына салады бұл ретте фарт полиэтилен пиаланың астында болуы тиіс. Сынама бетіне тура астындағыдай пластинкамен жабады және оның үстіне салмағы 1 кг болатын жүкті 10 мин қояды. Содан соң барып жүкті алады, фильтр қағазынан ет езбесін алады және фильтр қағазындағы дақты қаламмен сызып оны олшеп алады. Тәжірибелік тұрғыдан 1 см2 аудан 804 мл суды сіңірген деп қабылдау ұсынылған. Байланысқан су мөлшері келесі формула арқылы анықталады:

В1 =[ ( А – 8,4 ×Б) ×100] :M (1)

B2 =[ ( А – 8,4 ×Б) ×100 ]:A (2)

мұндағы В1 – байланысқан ылғалдың мөлшері, % ет салмағына қатысты;

В2 – байланысқан ылғалдың мөлшері, % жалпы ылғалға байланысты;

А – сынамадағы ылғал мөлшері, мг;

8,4 – 1 см ылғал дақтағы су мөлшері, мг;

Б – ылғал дақтың ауданы, см2;

М – ет езбесі сынамасының салмағы, мг.

Ылғал ұстап тұрғыштық қабілеті өнімнің ылғалдылығынан байланысқан ылғал мөлшерін алып тастау арқылы келесі формуламен анықталады:

ЫҰҚ = Wылғ – ЫБҚ (3)

Жартылай шикізаттың органолептикалық сапасы (дәмі, иісі, консистенциясы, сыртқы түрі) дегустациялау әдісімен бес балдық шкала бойынша МЕМСТ 9959-2015 [10] сай анықталды.

рН мөлшері станционарлы зертханалық рН метрде анықталды.

Майдың салмақтық үлесі МЕМСТ 23042-2015 сай анықталады. Ылғалдың салмақтық үлесі анықтағаннан кейінгі алынған кептірілген сынаманы арнайы бюкстерге салып, үстінен еріткіш ретінде 10-15 мл этил эфирін құяды. Өнім құрамындағы майды экстрациялау әр бір 3-4 минут сайын 4-5 рет қайталау арқылы жүргізілді. Еріткішті соңғы рет төгіп тастаған соң, ауада буландырады. Майсыздандырылған сынамасы кептіргіш шкафта 10 минут бойына 1050С температура кептіру арқылы анықтадық [11].

Ақуыздың мөлшерін МЕМСТ 25011-2017 сай Кельдаль әдісімен анықтадық. Әдіс органикалық қосылыстарды концентрлі күкірт қышқылымен минерализациялап, ары қарай азоттың мөлшерін аммиактың жалпы мөлшері бойынша анықтауға негізділген [12].

Көмірсулардың салмақтық үлесі есептеу арқылы анықталды. Зерттеудің стандартты және арнайы әдістері қолданылды.

Зерттеу жұмыстары М.Әуезов атындағы ОҚУ «Тамақ инженериясы» кафедрасының базасында жүргізілді.

Әр бір сапа көрсеткішті анықтау үш реттен жүргізіліп, оның арифметикалық ортасы алынды.

Зертханалық жағдайда маш дақылын өндірдік. Ол үшін 500 г маш дәні өлшеп алынды. Оны минеральды және өзгеде қоспаларынан тазалап, температурасы 25 0С сумен жудық. Содан соң барып оны жалпақ ыдысқа салып, қараңғы жерге, бөлме температурасына 3 тәулікке қалдырып қойдық. Әр тәулік сайын температрурасы 25 0С суды маштың бетіне себелеп тұрдық. Маштың өскінділері 2-3 мм болған кезде алып, ақырын суда мұхият бір жуып алдық. Өндірілген машты зертханалық блэндрге салып, біркелкі масса пайда болғанша майдалап алдық.

Ет езбесін келесідей сатылардан тұрады: шикізаттарды сұрыптау және дайындау, бланширлеу, майдалау, құрамына өнділірген маш езбесін 10-нан 20-ға дейін қосу арқылы және өзгеде рецептуралық құрам бөліктермен араластыру, ыдыстарға құю, стерилдеу және суыту. алынған ет езбесі.

**Нәтижелер мен талқылаулар.** Күркетауық еті - салауатты өмір салтын ұстанғысы келетіндер үшін ең жақсы таңдау. Тамақтану саласындағы әлемдік сарапшылар күрке тауық етін пайдаланудың артқышлығын дәлелдеген. Күркетауық етінің орташа порциясы дәрумендерге деген қажіттіліктің 60% қамтамасыз етеді. Күркетауық етінің құрдамында К, Е, Д, РР, В тобының дәрумендері, тіршілікке маңызды минералдар - калий, кальций, магний, натрий, фосфор, мырыш, йод, күкірт, селен, марганец және т.б. жоғары мөлшерде бар. Күркетауық еті мен басқа құс еттерінің химиялық құрамы мен тағамдық құндылығын салыстырмалы талдауы 1-кестеде көрсетілген [13].

**1-кесте. Құс етінің химиялық құрамы мен тағамдық құндылығы**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Құс түрлері** | **Балапандар** | | **Қаздар** | | **Күрке -тауық** | | **Тауықтар** | | **Үйректер** | |
| Санат | 1-ші | 2-ші | 1-ші | 2-ші | 1-ші | 2-ші | 1-ші | 2-ші | 1-ші | 2-ші |
| Су, мл | 63,8 | 67,7 | 45 | 54,4 | 57,3 | 64,5 | 61,9 | 68,1 | 5,6 | 56,7 |
| Ақуыздар, г | 18,7 | 19,7 | 15,2 | 17 | 19,5 | 21,6 | 18,2 | 21,2 | 15,8 | 17,2 |
| Майлар, г | 16,1 | 11,2 | 39 | 27,7 | 22 | 12 | 18,4 | 8,2 | 38 | 24,2 |
| Зола, г | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,1 | 0,8 | 0,9 | 0,6 | 0,9 |
| Минералды заттар, мг | | | | | | | | | | |
| Na | 70 | 88 | 91 | 99 | 90 | 100 | 70 | 79 | 58 | 90 |
| K | 236 | 242 | 240 | 274 | 210 | 257 | 194 | 240 | 156 | 160 |
| Ca | 14 | 12 | 12 | 14 | 12 | 18 | 16 | 18 | 10 | 12 |
| Mg | 19 | 22 | 30 | 34 | 19 | 25 | 18 | 21 | 15 | 13 |
| P | 160 | 175 | 165 | 179 | 200 | 227 | 165 | 190 | 136 | 156 |
| Fe | 1,3 | 1,7 | 2,4 | 2,4 | 1,4 | 1,8 | 1,6 | 1,5 | 1,9 | 1,9 |
| Дәрумендер, мг | | | | | | | | | | |
| А | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,07 | 0,07 | 0,05 | 0,05 |
| В1 | 0,09 | 0,11 | 0,08 | 0,09 | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,12 | 0,18 |
| В2 | 0,15 | 0,16 | 0,23 | 0,26 | 0,22 | 0,19 | 0,15 | 0,14 | 0,17 | 0,19 |
| РР | 6,1 | 6,4 | 5,2 | 5,6 | 7,8 | 8 | 7,7 | 7,8 | 5,8 | 6 |

1-кестедегі мәліметтерді талдай отырып, күркетауық етінің құрамындағы ақуыз, натрий, фосфор басқаларға қарағанда көп екендігін және майдық үлесі аз, сол арқылы басқа құс еттерімен «бәсекеге қабілетті» көрсеткіштерге ие деп айта аламыз.

Құрамында ақуыз мөлшері жоғары жаңа дақылды іздеу және оның химиялық құрамын жақсарту мақсатында машты зерттедік. Өңдеудің саналуан түрлері маштың химиялық құрамына және оның функциональды қасиетінің өзгеруіне алып келуі мүмкін.

Маштың химиялық құрамы басқа бұршақ дақылдарына ұқсас, бірақ өзіндік ерекшеліктері бар. Маш дәнінде ақуыз мөлшері 24-28% шамасында болып, ол ноқат (20-22%) пен бұршақтан (20-25%) жоғары. Көмірсулар үлесі машта орташа (55-60%), бұл көрсеткіш ноқат пен фасольмен шамалас. Май мөлшері машта аз (1-2%), ол соямен салыстырғанда әлдеқайда төмен (18–20%). Маш минералды заттарға (темір, магний, калий) және дәрумендерге бай, ас қорытуға жеңіл әрі аллергенділігі төмен [14].

Маш дақылы адамдардың физиологиялық ерекшелігіне байланысты аллергия тудыруы мүмкін. Алайда, машттың аллергиялық қасиетінен құтылуға болады. Ол үшін оны өндіру керек [15, 16].

Соңғы жылдары өндірілген маш өнімін пайдалану тенденциясы салауатты тамақтану принциптерін ұстанған адамдар арасында кеңінен таралуда.

Өндірілген машты зертханалық майдалағышқа салып, біркелкі масса пайда болғанша майдалап алдық. Ары қарай оны күркетауық еті негізіндегі езбе өніміні өндірісінде қолдану үшін пайдаландық.

Бірақ оған дейін, маш пен өндірілген маштың химиялық құрамы мен минералды құрамы салыстырмалы түрде анықталды (2-кесте).

**2-кесте. Маш және өндірілген маштың химиялық құрамын салыстырмалы түрде анықтау нәтижесі**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Көрсеткіш атауы** | **Маштағы салмақтық үлесі, %** | |
| **Өндірілмеген маш** | **Өндірілген маш** |
| Ылғалдың салмақтық үлесі | 12,0 | 57,9 |
| Күлділік | 2,02 | 5,04 |
| Ақуыздар | 20,6 | 28,9 |
| Майлар | 2,5 | 0,7 |
| Көмірсулар | 3,5 | 1,3 |

2-кестеден көріп тұрғанымыздай, өндірілген маш құрамында өндірілмеген машпен салыстырғанда ақуыздың және күлдің мөлшері жоғары болды. Зерттеулер көрсеткендей маш дақылын өндіру барысында оның ылғалдығы артады, ферменттік жүйенің белсендірілуі нәтижесінде көмірсулар гидролиз жүреді (көмірсулар мөлшері 3,5 тен 1,3 ке дейін азаяды). Бұл функциональды бағыттағы өнім алуда өндірілген машты қолданудың мақсаттылығын айқындайды.

Ет езбесінің тәжірибелік сынамаларында күркетауық саны сүбесінің жалпы рецептуралық мөлшерінен 5, 10 және 15% өндірілген маш езбесі қосылады.

Өнімге сұранысты қалыптастыру барысында шешуші рөлді оны органолептикалық сапа көрсеткіштері алады, ал оның химиялық құрамы мен тағамдық құндылығы көбінесе екінші кезекте болады.

Сондықтанда, өндірілген маш езбесінің күркетауық паштетінің органолептикалық сапа көрсеткіштеріне әсері анықталды, анықтау нәтижесі 3-кестеде берілген.

**3-кесте. Ет өнімінің** **сынамаларының органолептикалық сапа көрсеткіштерін анықтау нәтижесі**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Көрсеткіш атауы** | **Бақылау сынамасы** | **10% маш езбесі қосылған сынама** | **15% маш езбесі қосылған сынама** | **20 % маш езбесі қосылған сынама** |
| Консистенциясы | Нәзік, жағылғыш, барлық көлемі бойынша біркелкі | Нәзік, жағылғыш, барлық көлемі бойынша біркелкі | Нәзік, жағылғыш, барлық көлемі бойынша біркелкі | Тығыздау, барлық көлемі бойынша біркелкі емес |
| Иісі | Паштетке тән хош иісті, бөгде иіссіз | Аздап ғана өсімдікті-жаңғақты иіс сезіледі | Өсімдікті-жаңғақты иіс жақсы сезіледі | Өсімдікті-жаңғақты иіс анық сезіледі |
| Дәмі | Нәзік етті, тұздылау, өнімге тән | Аздап машқа тән дәм сезіледі, толық емес | Ет пен өсімдік дәмі теңескен, толық | Өсімдік дәмі қанық сезіледі |
| Сыртқы көрінісі | Майда дисперсті, барлық көлемі бойынша бірдей, күкетауық етіне тән түске ие | Майда дисперсті, барлық көлемі бойынша бірдей, аздап жасыл реңге ие | Майда дисперсті, барлық көлемі бойынша бірдей, жасыл-ашық қоңыр реңге ие | Майда дисперсті, барлық көлемі бойынша бірдей, қоңыр-жасыл реңге ие |

Ет өнімі құрамында өндірілген маш езбесінің мөлшерінің артуымен дайын өнімнің түсі ашық жасылдан қоңыр жасыл түске дейін өзгереді. Бұл маш құрамында өнімге түс беретін хлорофилл мен антиоксиданттардың болуынан. Құрамына 10 және 15% мөлшерінде маш езбесі қосылған тәжірибелік сынамалардың консистенцясы бақылау сынамасымен бірдей нәзік, жағылғыш, барлық көлемі бойынша біркелкі болады. Ал ет езбесінің консистенциясы маш езбесінің мөлшері 20%-ға дейін артуымен тығыздау бола бастайды. Сонымен қатар, ет езбесі құрамындағы күркетауық бауырын күркетауық жүрегімен алмастырудан пашттеттің консистенциясының аздап тығыздалуна алып келеді.

Ет езбесі сынамаларының құрамында өндірілген маш езбесінің мөлшерінің артуымен өнімнің дәмі мен иісінде өсімдікке тән дәм мен иіс күшейе түседі, 10% мөлшерінде маш езбесі қосылған тәжірибелік сынамада аздап ғана өсімдікті-жаңғақты иіс сезілсе, 15% мөлшерінде маш езбесі қосылған тәжірибелік сынамада ет пен өсімдік дәмі теңескен, толық болады. Ал 20% мөлшерінде маш езбесі қосылған тәжірибелік сынамада өндірілген маштағы ферментативтік үрдістердің белсенуінен өсімдік дәмі қанық сезіледі.

Ары қарай алынған жартылай шикізаттардың физико-химиялық және технологиялық қасиеттері анықталды.

Құрамына 10%, 15% және 20% қосылған етті-өсімдікті жартылай шикізаттардың дайындалған сынамалары функционалдық және технологиялық қасиеттері бойынша бағалану үшін рН мөлшері бойынша, ылғал ұстап тұрғыштық қабілеті, ылғал байланыстырғыштық қабілеті бойынша бағаланды. Ары қарай сынамалар құрамындағы негізгі құрам бөліктердің мөлшері анықталды, бұл ретте ақуызды құрам бөліктердің мөлшерінің артуына баса назар аударылды (1-сурет және 4-кесте).

**4-кесте. Етті-өсімдікті жартылай шикізаттың негізгі технологиялық көрсеткіштері**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Көрсеткіштер атауы** | **Бақылау сынамасының мәні** | **Өндірілген маш езбесін әр түрлі мөлшерде қосылған етті-өсімдікті жартылай шикізаттың тәжірибелік сынамалары** | | |
| **10%** | **15%** | **20%** |
| рН | 6,84±0,01 | 6,88±0,01 | 6,91±0,01 | 6,94±0,01 |
| Ылғал ұстап тұрғыштық қабілеті | 55±0,2% | 60,4±0,2% | 60,9±0,1% | 61,2±0,1% |
| Ылғал байланыстырғыштық қабілеті | 60 ±0,2% | 62 ±0,2% | 70±0,2% | 71±0,2% |

**1-сурет. Етті-өсімдікті жартылай шикізаттың негізгі технологиялық көрсеткіштері**

4 кестедегі және 1-суреттегі мәліметтерге сай күрке тауық етінен жасалған ет езбесіне маш езбесі қосу етті-өсімдікті езбенің технологиялық сипаттамаларын жақсартатынын көрсетті: маш ұнының мөлшері артуымен рН мөлшері артады, ылғал байланыстарғыштық қабілеті 60%-дан 71%-ға дейін артады, ылғал ұстап тұрғыштық қабілеті 55%-дан 61,2%-ға дейін артады. Бұл өзгерістер өсімдік қоспасында крахмалдың, жасунықтың және ақуыздың көп мөлшерде болуымен түсіндіріледі, олар өнімді технологиялық өңдеу барысында ет езбесі жүйесінде бос ылғалды ұстап тұруға мүмкіндік береді.

Күрке тауық ет езбесі құрамына маш езбесін қосу жартылай шикізаттар құрамындағы ақуыздардың, майлардың, көмірсулардың және тағамдық талшықтардың мөлшерінің артуына алып келеді (5-кесте).

Ет өнімінің тәжірибелік сынамасының құрамына өндірілген маш езбесі күркетауық саны сүбесінің жалпы мөлшерінің 15% шегере отырып қосты және ет өнімінің дәстүрлі рецептурасындағы бауыр күркетауық жүрегімен алмастырылды.

Ет өнімінің бақылау сынамасы дәстүрлі рецептура негізінде күркетауық еті мен бауырынан жасалынды.

**5-кесте. Ет өнімінің** **сынамаларының химиялық құрамын салыстырмалы түрде анықтау нәтижелері**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Көрсеткіштердің атауы** | **Бақылау үлгісі** | **Тәжірибелік үлгі** |
| Ылғалдың салмақтық үлесі, %/100 г | 65.2 ± 0.15 | 70.0 ± 0.20 |
| Ақуыздың салмақтық үлесі, %/100 г | 15.6 ± 0.10 | 25.8 ± 0.25 |
| Майдың салмақтық үлесі, %/100 г | 4.5 ± 0.05 | 4.6 ± 0.05 |
| Көмірсулардың салмақтық үлесі, %/100 г | 7.1 ± 0.08 | 9.4 ± 0.10 |

5-кестеден көрініп тұрғандай, ет өнімінің тәжірибелік сынамаларының құрамындағы ақуыздардың, күлдің, көмірсулардың салмақтық үлесінің бақылау сынамасымен салыстырғанда айтарлықтай үлкен болған. Ет өнімінің тәжірибелік сынамаларындағы ылғалдың салмақтық үлесі өндірілген маштың ылғал байланыстырғыш қабілетінің жоғары болуынан бақылау сынамасымен салыстырғанда жоғары болған. Ақуыздың салматық үлесі бақылау сынамасымен салыстырғанда 10% артқан. Бұл күркетауық жүрегі мен өндірілген маштың ақуызды құрамының бай болуымен тікелей байланысты.

**Қорытынды.** Күрке тауық етінен жасалған жартылай шикізаттың ең жақсы сапа көрсеткішіне 15% маш езбесі қосылған сынама ие болды. Ет жартылай шикізатының құрамына 15% мөлшерінде маш езбесін қосу бақылау сынамасымен (маш езбесі қосылмаған жартылай шикізаты) салыстырғанда ылғалдың мөлшерін 4,8%-ға, ақуыздардың мөлшерін 10,2%-ға мүмкіндік береді. Май мен көмірсулардың мөлшеріде маш езбесі қосылған сынамаларда (сәйкесінше 4,6% және 9,4%) жоғары болды.

Ет жартылай шикізаттары өндірісінде маш езбесін қолдану құрамында теңестірілген қоректік заттарының мөлшері жоғары тамақтану өнімінің ассортиментік түрін арттырады, алынған ет езбесі жүйесінің құрылымдық, технологиялық қасиеттерін жақсартады.

**Әдебиттер**

1. Окусханова Э.К. Разработка технологии мясного паштета с применением акустических методов обработки мясного и вторичного сырья: диссертационная работа д-ра философии (PhD). Семей. -2018. - 153 с.

2. Ахмедова Т.П. Использование пищевых волокон для обогащения пищевых продуктов // Орел: Изд-во ОрелГИЭТ. - 2012. - С. 18–22.

3. Зачесова И.А., Страхова С.А., Кузина А.А. Разработка рецептуры паштета из креветок с использованием пшеничной // Вестн. КрасГАУ. -2019. -№ 2. -С. 139–142.

4. Kozhabayeva S.А., Sartanova N.T. POULTRY SUBCOMPLEX OF KAZAKHSTAN: PRODUCTION OF TURKEY MEAT// Problem of AgriMarket. -2021. -№3. -P. 100-107. [DOI 10.46666/2021-3.2708-9991.11](https://doi.org/10.46666/2021-3.2708-9991.11).

5. Sá A.G.A., Moreno Y.M.F., Carciofi B.A.M. Food processing for the improvement of plant proteins digestibility//Critical Reviews in Food Science and Nutrition . -2020. –Vol. 60 (20). –P.3367– 3386. [DOI 10.1080/10408398.2019.1688249](https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1688249).

6. Chandel K.P.S, Lester R.N., Starling R.J. The wild ancestors of urid and mung beans (Vigna mungo (L.) Hepper and V. radiata (L.) Wilczek)// Botanical Journal of the Linnean Society. -2008. –Vol. 89 (1). –P. 85 - 96. DOI [10.1111/j.1095-8339.1984.tb01002.x](http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8339.1984.tb01002.x).

7. Айтбаев Т.Е. Маш — перспективная культура для Казахстана / Agro-mart. URL: <https://agro-mart.kz/mash-perspektivnaya-kultura-dlya-kazahstana>. –Қаралған күні: 21.08.2025.

8. ГОСТ 31473-2012 Мясо индеек (тушки и их части). Общие технические условия. -2013. -12c.

9. ГОСТ 35050-2023 Маш. Технические условия (с Поправкой).-2024. -14с.

10. ГОСТ 9959-2015 Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценкию -2016. -28с.

11. ГОСТ 23042-86 Мясо и мясные продукты. Методы определения жира. -2010. -6с.

12. ГОСТ 25011-2017. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка. -2018. -25с.

13. Дубровская В.И., Гоноцкий В.А. Продукты из мяса индейки // Птица и птицепродукты. - 2013. - №3. - С. 30–32.

14. Kim JW., Kim H.S. Extraction and characterization of mung bean proteins using different alkaline solutions// Food Sci Biotechnol. -2024. -Vol.33(13). -P.3047-3056. DOI 10.1007/s10068-024-01624-x.

15. Эргашев А.Ш., Додаев К.О., Кобилова Г.И., Максумова Д.К. Использование муки из проросших зёрен маш в производстве соус-паст // Universum: технические науки. -2022. -№6(99). -С. 34-37. DOI 10.32743/UniTech.2022.99.6.13893.

16. Мирходжаева Д.Д., Джахангирова Г.З. Анализ качества и биологическая ценность

машевой муки как потенциального сырья для хлебопекарного производства // Universum: технические науки. -2020. -№ 8(77). -С. 29-30.

**References**

1. Okushanova Je.K. Razrabotka tehnologii mjasnogo pashteta s primeneniem akusticheskih metodov obrabotki mjasnogo i vtorichnogo syr'ja: dissertacionnaja rabota d-ra filosofii (PhD). Semej. -2018. - 153 s.

2. Ahmedova T.P. Ispol'zovanie pishhevyh volokon dlja obogashhenija pishhevyh produktov // Orel: Izd-vo OrelGIJeT. - 2012. - S. 18–22.

3. Zachesova I.A., Strahova S.A., Kuzina A.A. Razrabotka receptury pashteta iz krevetok s ispol'zovaniem pshenichnoj // Vestn. KrasGAU. -2019. -№ 2. -S. 139–142.

4. Kozhabayeva S.А., Sartanova N.T. POULTRY SUBCOMPLEX OF KAZAKHSTAN: PRODUCTION OF TURKEY MEAT// Problem of AgriMarket. -2021. -№3. -P. 100-107. [DOI 10.46666/2021-3.2708-9991.11](https://doi.org/10.46666/2021-3.2708-9991.11).

5. Sá A.G.A., Moreno Y.M.F., Carciofi B.A.M. Food processing for the improvement of plant proteins digestibility//Critical Reviews in Food Science and Nutrition . -2020. –Vol. 60 (20). –P.3367– 3386. [DOI 10.1080/10408398.2019.1688249](https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1688249).

6. Chandel K.P.S, Lester R.N., Starling R.J. The wild ancestors of urid and mung beans (Vigna mungo (L.) Hepper and V. radiata (L.) Wilczek)// Botanical Journal of the Linnean Society. -2008. –Vol. 89 (1). –P. 85 - 96. DOI [10.1111/j.1095-8339.1984.tb01002.x](http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8339.1984.tb01002.x).

7. Ajtbaev T.E. Mash — perspektivnaja kul'tura dlja Kazahstana / Agro-mart. URL: https://agro-mart.kz/mash-perspektivnaya-kultura-dlya-kazahstana. –Date of access: 21.08.2025.

8. GOST 31473-2012 Mjaso indeek (tushki i ih chasti). Obshhie tehnicheskie uslovija. -2013. -12s.

9. GOST 35050-2023 Mash. Tehnicheskie uslovija (s Popravkoj).-2024. -14s.

10. GOST 9959-2015 Mjaso i mjasnye produkty. Obshhie uslovija provedenija organolepticheskoj ocenkiju -2016. -28s.

11. GOST 23042-86 Mjaso i mjasnye produkty. Metody opredelenija zhira. -2010. -6s.

12. GOST 25011-2017. Mjaso i mjasnye produkty. Metody opredelenija belka. -2018. -25s.

13. Dubrovskaja V.I., Gonockij V.A. Produkty iz mjasa indejki // Ptica i pticeprodukty. - 2013. - №3. - S. 30–32.

14. Kim JW., Kim H.S. Extraction and characterization of mung bean proteins using different alkaline solutions// Food Sci Biotechnol. -2024. -Vol.33(13). -P.3047-3056. DOI 10.1007/s10068-024-01624-x.

15. Jergashev A.Sh., Dodaev K.O., Kobilova G.I., Maksumova D.K. Ispol'zovanie muki iz prorosshih zjoren mash v proizvodstve sous-past // Universum: tehnicheskie nauki. -2022. -№6(99). -S. 34-37. DOI 10.32743/UniTech.2022.99.6.13893.

16. Mirhodzhaeva D.D., Dzhahangirova G.Z. Analiz kachestva i biologicheskaja cennost'

mashevoj muki kak potencial'nogo syr'ja dlja hlebopekarnogo proizvodstva // Universum: tehnicheskie nauki. -2020. -№ 8(77). -S. 29-30.

***Авторлар туралы мәліметтер***

Конарбаева З.К. - PhD, М.Әуезов атындағы оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан, e-mail: [z.konarbayeva@auezov.edu.kz](mailto:z.konarbayeva@auezov.edu.kz);

Нурсеитова З.Т. - т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан, e-mail: [nur.zeinep@mail.ru](mailto:nur.zeinep@mail.ru);

Нурынбетова Г.Ж. - магистр, оқытушы. М.Әуезов атындағы оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан, e-mail: [gulnur\_ailan@mail.ru](mailto:gulnur_ailan@mail.ru);

Мулдабекова Б.Ж.- т.ғ.к., профессор, алматы Технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: [bayan\_1004@mail.ru](mailto:bayan_1004@mail.ru);

Әбді А.Қ. – магистрант, М.Әуезов атындағы оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан, e-mail: [erkewa2001@icloud.com](mailto:erkewa2001@icloud.com).

***Information about the authors***

Konarbayeva Z.K. - PhD, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: [z.konarbayeva@auezov.edu.kz](mailto:z.konarbayeva@auezov.edu.kz);

Nurseitova Z.T. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: [nur.zeinep@mail.ru](mailto:nur.zeinep@mail.ru);

Nurynbetova G.Zh. - Master, Lecturer. M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: [gulnur\_ailan@mail.ru](mailto:gulnur_ailan@mail.ru);

Muldabekova B.Zh. - Candidate of Technical Sciences, Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan e-mail: [bayan\_1004@mail.ru](mailto:bayan_1004@mail.ru);

Abdi A.K. – Master's student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: [erkewa2001@icloud.com](mailto:erkewa2001@icloud.com).

IRSTI 65.59.03

**EXPERIMENTAL STUDIES OF THE GASTROINTESTINAL SYSTEM –**

**QARTA OF THE HORSE**

**1A.T. Kostanova** [D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0001-5682-2423)**🖂 , 1Sh.B. Baytukenova** [D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0003-0200-8455)**, 2S.B. Baytukenova** [D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0001-8200-4280)

*1NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Astana, Kazakhstan,*

*2JSC « K.Kulazhanov Kazakh University of Technology»,Astana, Kazakhstan*

# **🖂**Corresponding author: [anel\_kostanova@mail.ru](mailto:%20anel_kostanova@mail.ru)

The present study provides a comprehensive investigation into the biochemical, nutritional, and physicochemical properties of qarta, the terminal segment of the horse’s gastrointestinal tract, traditionally consumed in Kazakh cuisine. Despite its cultural importance and increasing market interest, little is known about the compositional profile of this intestinal material. Boiled qarta samples were analyzed for mass fraction of moisture, fat, protein, ash, pH, water activity (aw), and functional properties such as water-holding, water-binding, and fat-hiding capacities. Furthermore, cholesterol levels, free amino acid profiles, and fatty acid composition were determined using standardized GOST protocols and modern analytical equipment.

The results revealed that qarta is characterized by a low cholesterol content (29.9±0.72 mg/100g), a high proportion of unsaturated fatty acids (MUFA - 42.5%, PUFA – 17.7%), and a substantial amount of free and essential amino acids (total 41.3%). Functional parameters such as water and fat-binding capacities remained high after boiling, indicating technological suitability for meat processing.

These findings highlight qarta as a valuable source of high-quality protein and lipids, with potential applications in health-oriented and functional food products. The study contributes new insights into the valorization of underutilized meat by-products and supports the development of novel formulations basedon equine tissues.

**Key words:** horse meat, qarta,gastrointestinal system, nutritional composition.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА**

**ЛОШАДИ ҚАРТА**

**1А.Т. Костанова🖂, 1Ш.Б. Байтукенова, 2С.Б. Байтукенова**

*1НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», Астана, Казахстан,*

*2АО «Казахский университет технологий и бизнеса им. К.Кулажанова», Астана, Казахстан,*

[e-mail: anel\_kostanova@mail.ru](mailto:e-mail:%20anel_kostanova@mail.ru)

В настоящем исследовании дана всесторонняя характеристика химического состава, пищевой и физико-химической ценности қарта – терминального отдела желудочно-кишечного тракта лошади, традиционно употребляемого в казахской кухне. Несмотря на культурное значение и растущий интерес со стороны рынка, состав этого субпродукта остается малоизученным. Образцы қарта были проанализированы по показателям массовой доли влаги, содержании жира, белка, золы, pH, водной активности (aw), а также по функциональным свойствам - влагоудерживающей, водосвязывающей и жироудерживающей способности. Кроме того, были определены уровни холестерина, профиль свободных аминокислот и состав жирных кислот с применением стандартов ГОСТ и современных аналитических методов.

Результаты показали, что қарта характеризуется низким содержанием холестерина (29.9±0.72 мг/100г), высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот (МНЖК - 42.5%, ПНЖК - 17.7%) и значительным уровнем свободных и незаменимых аминокислот (всего 41.3%). Функциональные свойства сохранялись после термообработки, что указывает на технологическую пригодность қарта для переработки в мясной промышленности.

Полученные данные позволяют рассматривать қарта как ценный источник полноценного белка и липидов с высоким потенциалом для производства деликатесных мясных продуктов питания.

**Ключевые слова:** конина, қарта, желудочно-кишечный тракт, пищевая ценность.

**ЖЫЛҚЫНЫҢ АСҚАЗАН-ІШЕК ЖОЛЫ - ҚАРТАНЫ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ**

**1А.Т. Костанова🖂, 1Ш.Б. Байтукенова, 2С.Б. Байтукенова**

*1«С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан,*

*2«Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті» АҚ, Астана, Қазақстан,*

[e-mail: anel\_kostanova@mail.ru](mailto:e-mail:%20anel_kostanova@mail.ru)

Бұл зерттеу жұмысы дәстүрлі қазақ деликатесі саналатаын қарта өнімінің - жылқының тоқ ішек бөлігінің - химиялық, тағамдық және физика-химилық қасиеттерін кешенді түрде сипаттайды. Мәдени маңыздылығына қарамастан және нарықта қызығушылықтың артуына қарамастан, бұл өнім түрінің құрамы жеткілікті дәрежеде зерттелмеген. Қарта үлгілері ылғалдың массалық үлесі, май, ақуыз, күл, pH, су белсенділігі (aw), сонымен қатар технологиялық қасиеттері - ылғал-май ұстағыштық пен су байланыстыру қабілеті бойынша зерттелді. Сонымен қатар холестерин мөлшері, бос аминқышқылдары мен май қышқылдарының құрамы анықталды (СТ ҚР стандарттары және заманауи аналитикалық әдістерімен).

Зерттеу нәтижелері бойынша қарта төмен холестерин құрамымен (29.9±0.72 мг/100г), жоғары моно- және полиқанықпаған май қышқылдарымен (МНМҚ - 42.5%, ПНМҚ - 17.7%) және едәір мөлшердегі бос және алмастырылмайтын аминқышқылдарымен (41.3%) ерекшеленетіні анықталды. Термоөңдеуден кейін де технологиялық қасиеттері жоғары деңгейде сақталған.

Осы нәтижелер қарта өнімін ақуыздар мен майлардың толыққанды көзі ретінде және денсаулыққа пайдалы функционалды өнімдерге арналған шикізат ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** жылқы еті, қарта, ішек-қарын жүйесі, тағамдық құндылық.

**Introduction.** Horses are unique hindgut fermenters, utilizing a well-developed caecum and colon for microbial digestion of structural carbohydrates and absorption of volatile fatty acids. Despite widespread knowledge of their digestive anatomy, the biochemical composition of equine intestinal tissues, particularly the final segment (rectum, known as qarta in Kazakh culture), remains underexplored. While muscle, adipose, and milk tissues of horses have been frequently characterized for amino and fatty acid profiles [1], little is known about the free amino acids, lipid fractions, and physicochemical properties of qarta.

In Kazakhstan and other Central Asian countries, growing attention has been paid to the valorization of traditional meat by-products as sources of high value nutrients and functional materials. The rational use of edible offal contributes to sustainable meat processing and the creation of functional semi-finished products rich in bioactive compounds. Similar studies emphasize the importance of domestic research in developing technologies for the efficient utilization of by-products within national meat industries [2].

Building upon this background of sustainable processing and traditional product valorization, several domestic studies have focused on improving the quality and sustainability of national meat products. Recent works have demonstrated the development of new-generation Kazakh horse-meat products enriched with natural antioxidants such as goji extract and buckwheat flour, which enhanced oxidative stability and product quality [3].

In Central Asian cuisine, qarta has long been consumed for its unique texture and rich nutritional content. Preliminary evidence suggests that equine intestines may contain high levels of unsaturated fatty acids and free amino acids beneficial for health and digestion (e.g., glutamic acid, taurine, oleic and linoleic acids).

The chemical composition of horse gastrointestinal tissues - measured by their content of water, fat, protein, minerals, carbohydrates, and other substances - offers essential insight into the nutritional quality of horse meat. These intestinal by-products are increasingly valued in the market due to their distinctive levels of proteins, fats, and glycogen. The high concentration of essential amino acids, balanced fatty acid profiles, and the presence of both macro- and micronutrients make horse meat and its gastrointestinal components especially suitable for individuals with higher nutritional requirements.

Horse meat is particularly digestible due to its high protein, vitamin B12, and iron content, coupled with a low fat (approximately 3%) and cholesterol level [4]. Meat quality is a comprehensive measure that includes nutritional, sensory, hygienic, technological, and processing characteristics [5]. Compared to ruminant or pig meat, horse meat and its intestinal parts are richer in water, proteins, glycogen, iron, and water-soluble vitamins, while containing lower levels of lipids and fat-soluble vitamins, giving them distinct dietary advantages [6].

Regional studies conducted in Kazakhstan confirm that horse meat and its by-products possess a favorable amino acid balance, high digestibility, and good safety indicators under local production conditions. These findings reinforce the nutritional benefits of horse-derived products for functional and health-oriented food applications [7].

With muscle fibers comprising about 70% of horse meat and minimal fat tissue, the meat has favorable dietary properties. Fat content typically ranges between 0.5% and 3.0%, with unsaturated fatty acids accounting for a larger proportion (approximately 56-60%) than saturated ones (around 40%) [8]. Key unsaturated fatty acids include linoleic, linolenic, palmitic, and oleic acids.

Qarta, also known as digestive system in Kazakh culture, is a traditional delicacy prepared from the terminal portion of the horse’s large intestine, including the rectum. It is distinct in structure, consisting of a dense outer layer of connective tissue and a fat-rich inner surface, which contributes to its unique texture and taste after cooking. Traditionally, qarta undergoes thorough cleaning and multiple soaking steps to remove odors. It is typically boiled in salted water, often with spices like black pepper and bay leaf, although variations include smoking or drying. Once prepared, it is sliced and served as an appetizer or main dish. In Kazakh culture, qarta is highly valued as a symbol of hospitality, often served to esteemed guests during festive gatherings.

From a nutritional standpoint, qarta differs notably from lean horse meat. While horse meat is recognized for its high protein, low fat, and favorable unsaturated fatty acid profile, qarta contains significantly higher fat levels on its inner surface, increasing its energy value and influencing its sensory properties. Analytical data from experimental studies that horse meat, including gastrointestinal components.

Research by Dufey and Segato et al. [9,10] found that as horses age, fat content increases while water and protein levels decline, though cholesterol levels remain stable throughout aging.

Fat accumulation also increases with age. The proportion of abdominal fat rises from 9.4% at 6 months to 14.2% by 30 months. Similarly, subcutaneous and visceral fat increase with age, whereas intramuscular fat decreases-from 51.4% at 6 months to 43.8% at 30 months.

Genetics significantly influence both the efficiency of horse meat production and the meat's quality. Although no horse breeds are raised exclusively for meat, heavy cold-blooded breeds are well-suited for this purpose. Meat is also sourced from warm-blooded horses that are no longer viable due to age or injury. Existing studies confirm a strong relationship between genotype and both qualitative and quantitative slaughter traits. For example, analyzed slaughter performance across five French heavy horse breeds aged between 12 and 30 months, demonstrating these genetic correlations.

**Materials and methods.** In accordance with the set goal and objectives the scheme of research organisation was developed. Experimental work of the research was carried out in the laboratories of the departments of «Technology of food and processing industries», accredited testing laboratory «Food safety», «Research laboratory for quality assessment and safety of food products», «National Center for Biotechnology» at the «Laboratory of genetics and biochemistry of microorganisms». Theoretical and practical skills were learnt during an internship abroad at the Swedish University of Agricultual Sciences, Department of «Molecular Sciences», Uppsala, Sweden.

The study was conducted on gastrointestinal raw materials of equine origin - specifically, the terminal segment of the large intestine (rectum), traditionally referred to as Qarta in Kazakh culture. Samples were obtained from clinically healthy horses aged 1 to 3 years post-slaughter at a certified meat-processing facility.

Determination of the total composition of meat and meat products. Determination of the chemical composition gives the opportunity to get an idea of the quality of meat and meat products, their nutritional value, depending on the quantitative ratio of moisture, protein fat and mineral substances. The content of basic nutrients in meat products is determined by their recipe and the nature of technological processing.

Determination of moisture content. GOST 9793-2016 [11]. Methods for determining moisture. A sample of ground product weighing 3-5 g, taken to an accuracy of 0.001, dried in a metal bouquet with a glass rod in a desiccator at 150oC for 1 hour or in the apparatus SAL at 150оC for 15 min.

Moisture content is calculated according to the formula:



where, x1 - moisture content, %;

m1 - weight of the bunker with the sample before drying, g;

m2 - mass of the bucket with the sample after drying, g;

m - weight of the bucket, g.

Determination of fat content. GOST 23042-2015 [12]. Methods of fat determination. The dried sample after determination of moisture is quantitatively transferred into a bouquet and poured 10-15 ml of solvent (petroleum or ethyl ether). Extraction of fat is carried out for 3-4 min with 4-5 times repeated frequency. During the process the suspension is periodically stirred with a glass rod and the solvent is poured each time with the extracted fat. After the last pour the residual solvent is evaporated in air. Buex with defatted sample is dried in a desiccator at 105oC for 10 min.

The fat content is determined according to the formula:



where, x2 - fat content, %;

m1 - weight of bouquet with sample after drying before degreasing, g;

m2 - mass of the bunker with the sample after degreasing, g;

m0 - weight of the sample, g.

Determination of ash content. GOST 31727-2012 [13]. Method for determining the mass fraction of total ash. After degreasing the contained bunks are transferred into a pre-calcined and weighed crucible. The residue of the suspension from the walls of the bouquet is washed off with a small amount of solvent, which is then removed by heating on a water bath until it disappears. In the crucible to the dry defatted suspension add 1 ml of magnesium acetate.

The crucible with the suspension is charred on an electric cooker, then placed for 30 min in a muffle furnace, inside which the temperature is 500-600oC.

In the same way 1 ml of magnesium acetate is mineralised.

Ash content is calculated according to the formula:



where, x3 - ash content, %;

m1 - mass of ash, g;

m2 - mass of magnesium oxide obtained after mineralisation of magnesium acetate solution, g;

m0 - mass of suspension, g.

Determination of protein content. GOST 25011-2017 [14]. Methods for determining the mass fraction of protein. Protein content is determined by calculation according to the formula:



where, x - protein content, %;

x1 - moisture content, %;

x2 - fat content, %.

Ash content, petroleum or ethyl ether, magnesium acetate solution.

GOST 32886-2014 [15]. Determination of cholesterol content by gas chromatographic method. This method is used to quantify the amount of cholesterol present in various meat and poultry samples. The standard outlines the procedures for sample preparation, analysis, and calculation of results, ensuring consistent and reliable measurements of cholesterol levels.

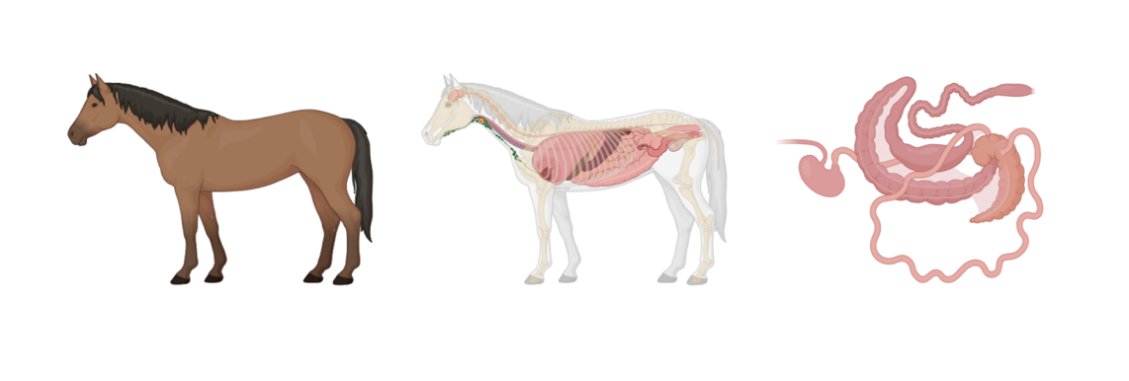
Determination of amino acids composition. GOST 34132-2017 [16]. Chromatographic method for determining the amino acid composition of meat proteins, including poultry meat, offal, meat and meat-containing products, as well as products made from poultry meat.

Determination of fatty acid composition. GOST 34987-2023 [17]. This standard applies to slaughter products (meat, offal) of all types of slaughtered animals and poultry, as well as meat products (including canned meat and meat–containing products), including poultry meat (hereinafter referred to as meat products), and establishes the following methods for determining fatty acid composition: - a method for determining the mass fraction of fatty acids in the form of methyl esters using gas chromatography with a flame ionization detector (GC-PID) with a measurement range from 0.1% to 100% - a method for determining the mass fraction of saturated fatty acids using near-infrared spectroscopy (BIC spectroscopy) with a measurement range from 0.4% to 80.0 %.

Determination of fat-holding capacity (FHC). GOST 23042-2015 [18]. This standard applies to meat and meat products and establishes methods for determining fat content and fat-holding capacity (FHC), as well as moisture-holding capacity (MHC). The fat-holding capacity is determined by thermal treatment of the sample followed by gravimetric analysis of fat released. The moisture-holding capacity is calculated based on mass loss after heating in a water bath at 70±2oC for 15 minutes and subsequent pressing and weighing.

GOST 25179-90 [19]. This standard describes a refractometric method for determining the protein mass fraction, which. Is widely adapted in research and analytical practice for meatraw material. In meat analysis, this method is used to estimate the refractive index of aqueous meat extracts, indirectly reflecting the protein content, and is applied to assess moisture-retaining properties.

Determination of water-binding capacity (WBC). Method of Vartanyan (Pressing Method) [20]. This mthod is used for determining the water-binding capacity (WBC) of meat and is based on compressing a ground meat sample between filter paper layers under a standardized pressure (1 kg load for 10 minutes at room temperature). The moisture area (exudate) formed is measured using planimetry.

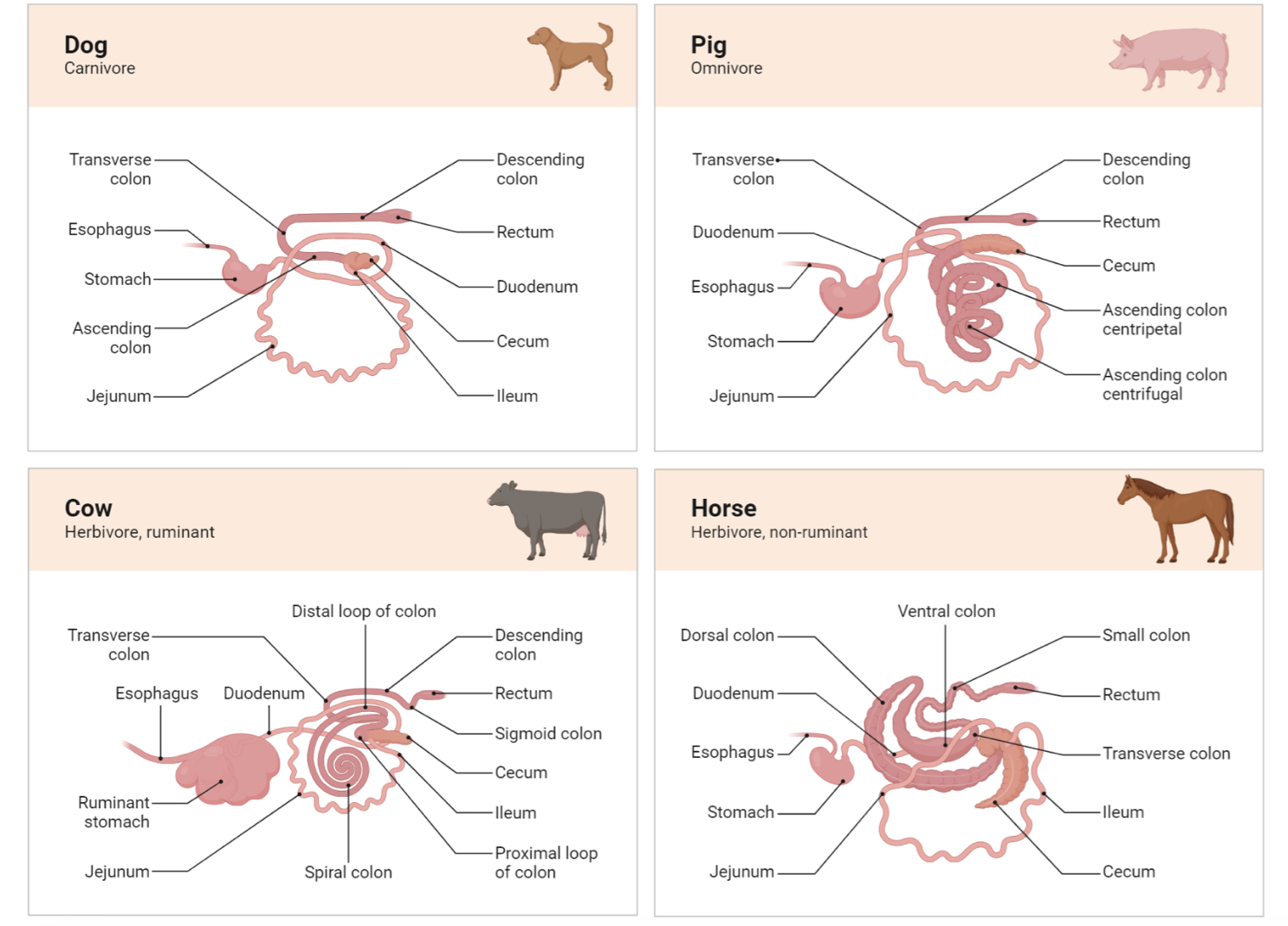


|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Horse (1-3 years)** | **Carcass of horse** | **Digestive system of horse** |

**Fig. 1 - Anatomical diagram of the horse and its gastrointestinal system**

Figure 1 provides a schematic overview of the horse’s digestive anatomy. The entire gastrointestinal tract is depicted, highlighting the large intestine and its terminal section – the rectum – traditionally known as qarta in Kazakh culture. The caecum, colon, and rectum are clearly visualized, establishing anatomical context for the studied tissue.

A detailed figure 2 of the horse’s large intestine, emphasizing the colon’s length, thickness, and internal structural features. The image offers visual clarity for understanding where qarta originates and its relation to other digestive organs.



**Fig. 2 - The anatomy of the gastrointestinal tract in horse**

Figure 3 shows the external and internal surface of qarta. The outer layer appears dense and fibrous, composed largely of connective tissue, while the inner layer displays visible fat deposits – a key contributor to qarta’s flavor and texture upon cooking.



1. b)

**Fig. 3 - Intestinal raw materials of horse meat - qarta (a) external; b) internal)**



**Fig. 4 - Cross-sectional view of Qarta, showing fat-muscle structure**

The cross-section reveals the layered architecture of qarta: a fatty inner surface juxtaposed with muscular and connective tissue structures. This figure 4 reinforces qarta’s technological characteristics relevant for culinary and meat-processing applications.

**Results and discussion.** Chemical composition of fresh gastrointestinal tractfrom cattle, pig, and horse, as well as the boiled products derived from these animals. Their analysis revealed that the water activity (aw) values in boiled meats from bovine, horse, and pig are consistent with expected standards for such products. Notably, the pH levels were generally high, except in the case of horse meat, which may indicate ongoing proteolytic activity driven by endo- and exoenzymes produced by microorganisms involved in the curing and ripening process (Table 1, 2).

Fresh qarta demonstrated high moisture (60.46%) and fat (21.61%) content, with moderate protein levels (9.56%). The pH value (6.12%) and high water acivity (0.94%) suggest susceptibility to microbial growth, requiring proper processing. Functional indicators (WHC, WBC, FHC) were relatively high, indicating good technological potential.

**Table 1 - pH,** **aw  content of fresh gastrointestinal tract of horse after thawing**

|  |  |
| --- | --- |
| **Name of indicators, unit of measurement** | **Actual results** |
| pH under the hood, % | 6.12±0.06 |
| aw, % | 0.94±0.01 |
| Mass fraction of moisture, % | 60.46±0,91 |
| Mass fraction of proteins, % | 9.56±0.14 |
| Mass fraction of fats, % | 21.61±0.32 |
| Water-holding capacity (WHC) , % | 45.87±0.20 |
| Water-binding capacity (WBC) , % | 24.96±0.96 |
| Fat-holding capacity (FHC) , % | 44.91±0.14 |
| Ash, % | 1.3±0.09 |

Boiling led (Table 2) to a reduction in moisture (52.10%) and fat (15.84%), while protein content increased significantly to 19.11% due to water loss. Functional parameters (WHC, WBC, FHC) slightly decreased but remained within acceptable technological limits. Ash content increased to 7.7% reflecting mineral concentration after cooking.

**Table 2 - pH, aw  and approximate content in final boiled gastrointestinal tract**

|  |  |
| --- | --- |
| **Name of indicators, unit of measurement** | **Actual results** |
| pH under the hood, % | 5.81±0.15 |
| aw, % | 0.90±0.02 |
| Mass fraction of moisture, % | 52.10±0.93 |
| Mass fraction of proetins, % | 19.11±0.28 |
| Mass fraction of fats, % | 15.84±0.24 |
| Water-holding capacity (WHC) , % | 38.41±0.57 |
| Water-binding capacity (WBC) , % | 18.84±0.28 |
| Fat-holding capacity (FHC) , % | 38.41±0.57 |
| Ash, % | 7.7±0.22 |

Among all the meats studied, boiled horse meat exhibited the lowest cholesterol content, a finding of particular nutritional interest. Horse meat stood out for its notably significant level of polyunsaturated fatty acids. Meat products had a moderate level of these fatty acids, whereas bovine products had the lowest (Table 3). Cholesterol level was measured at 29.9mg/100g, which is notably low compared to traditional red meats.This reinforces the dietary suitability of horse-derived gastrointestinal products for individuals with cardiovascular concerns.

**Table 3 - Levels of cholesterol (mg/100 g) in final boiled meat products**

|  |  |
| --- | --- |
| **Name of indicators, unit of measurement** | **Actual results** |
| Cholesterol, % | 29.9±0.72 | |

The fatty acid profile of boiled qarta showed dominance of monounsaturated (MUFA – 42.5%) and polyunsaturated fatty acids (PUFA – 17.7%), especially oleic and linoleic acids. Saturated fatty acids (SFA) accounted for 39.84%. This composition highlights qarta’s favorable lipid profile with potential health benefits (Table 4).

**Table 4 - Content of fatty acids (%) of gastrointestinal raw material of final boiled qarta**

|  |  |
| --- | --- |
| **Name of indicators, unit of measurement** | **Actual results** |
| Saturated fatty acids (SFA), % |  |
| C10:0 capric fatty acid | 0.095±0.005 |
| C12:0 lauric fatty acid | 0.159±0.009 |
| C14:0 miristinic fatty acid | 3.265±0.163 |
| C15:0 pentadecanoic fatty acid | 0.492±0.025 |
| C16:0 palmitic fatty acid | 28.996±1.450 |
| C17:0 margaric fatty acid | 0.606±0.030 |
| C18:0 stearic fatty acid | 5.892±0.295 |
| C21:0 geneticosanic fatty acid | 0.170±0.009 |
| C22:0 behenoic fatty acid | 0.055±0.003 |
| C23:0 tricosanoic fatty acid | 0.113±0.006 |
| Monounsaturated fatty acid (MUFA), % |  |
| C14:1 (cis-9) myristoleic fatty acid | 0.229±0.011 |
| C15:1 (cis-10) pentadecenoic fatty acid | 0.046±0.002 |
| C16:1 (cis-9) palmitoleic fatty acid | 5.999±0.300 |
| C17:1 (cis-10) margarinoleic fatty acid | 0.632±0.032 |
| C18:1 (trans-9) oleinic fatty acid | 0.023±0.001 |
| C18:1 (cis-9) oleinic fatty acid | 35.025±1.751 |
| C20:1 (cis-11) eicosenoic fatty acid | 0.393±0.020 |
| C22:1 (cis-13) erucic fatty acid | 0.048±0.002 |
| C24:1 (cis-15) selacholic fatty acid | 0.059±0.003 |
| Polyunsaturated fatty acid (PUFA), % |  |
| C18:2n6c linoleic fatty acid | 14.420±0.721 |
| C18:3n6 Y- linoleic fatty acid | 3.012±0.151 |
| C18:3n3 linoleic fatty acid | 0.035±0.002 |
| C20:3n6c (cis-8,11,14) eicosatrienoic fatty acid | 0.235±0.012 |
| Total SFA | 39.843±1.995 |
| Total MUFA | 42.454±2.122 |
| Total PUFA | 17.702±0.886 |

Boiled qarta contained a high total level of free amino acids (13 177.93 mg/100g), including essential amino acids (5 455.56mg/100g or 41.3%). Dominant amino acids included glutamic fatty acid, aspartic fatty acid and leucine. This confirms qarta as a valuable source of high-quality, bioavailable protein.

**Table 5 - Free amino acids (mg/100g) in final boiled qarta**

|  |  |
| --- | --- |
| **Name of indicators** | **Actual results** |
| ASP | 1334.96±133.50 |
| THR | 645.45±64.55 |
| SER | 607.69±60.77 |
| GLU | 2056.64±205.66 |
| PRO | 647.45±24.55 |
| GLY | 602.09±60.21 |
| ALA | 722.37±72.24 |
| VAL | 487.06±48.71 |
| CYS | 210.48±21.05 |
| MET | 330.76±33.08 |
| ILE | 558.74±55.87 |
| LEU | 1044.75±104.48 |
| TYR | 480.41±48.04 |
| PHE | 599.30±59.93 |
| LYS | 1216.08±121.61 |
| HIS | 573.42±57.34 |
| ARG | 975.52±97.55 |
| TOTAL | 13 177.93 |
| Essential amino acids (%) | 5 455.56 (41.3%) |

**Conclusion.** The present study comprehensively characterizes the biochemical, nutritional, and functional properties of qarta, as traditional Kazakh meat delicacy derived from the terminal segment of the horse’s gastrointestinal tract. The analysis revealed that qarta is a valuable source of high-quality protein (notably rich in essential amine acids), unsaturated fatty acids (particularly oleic and linoleic acids), and minerals. Despite its anatomical origin, qarta displayed favorable technological characteristics, including strong water- and fat-binding capacities, even after thermal processing.

Notably, qarta contains significantly lower cholesterol levels than conventional red meats, while offering a superior lipid profile – making it a promising ingredient for health-oriented and delicatessen food products. The considerable content of free and essential amina acids further enhances its biological value and digestibility, supporting its potential role in dietary formulations for vulnerable or nutritionally demanding populations.

These findings contribute novel scientific data to the underexplored area of equine by-product utilization and offer a foundation for the valorization of qarta in meat science, gastronomy, and food technology. Given the increasing market demand for culturally rooted, protein-rich, and nutritionally balanced foods, qarta holds considerable potential both as a traditional product and as a functional ingredient in modern meat processing and product development.

**Литература**

1. Petrov K. A. Dudareva, L. V., Nokhsorov, V. V., Stoyanov, K. N., & Makhutova, O. N.  Fatty acid content and composition of the Yakutian horses and their main food source: living in extreme winter conditions //Biomolecules.-2020.-Vol. 10(2). - P. 315.  [DOI 10.3390/biom10020315](https://doi.org/10.3390/biom10020315).

2. Alibekov R. S. Alibekova Z. I., Bakhtybekova A. R., Taip F. S., Urazbayeva K. A., Kobzhasarova Z. I. Review of the slaughter wastes and the meat by-products recycling opportunities // Frontiers in Sustainable Food Systems. -2024.- Vol.8.- P. 1-17. [DOI 10.3389/fsufs.2024.1410640](https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1410640).

3. Uzakov Y. M., Kaldarbekova M. A., Kuznetsova O. N. Improved technology for new-generation Kazakh national meat products // Foods and Raw Materials.- 2020.-Vol.8(1)- P.76–83. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2020-1-76-83.

4. Dobranić V. et al. Chemical composition of horse meat //MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu. – 2009. - Vol.11.(1)1. - P. 62-38.

5. Martin-Rosset W., Boccard R., Jussiaux M., Robelin J., Trillaud-Geyl C. (1980): Rendement et composition des carcasses du poulain de boucherie // Bulletin Technique Centre de Recherches Zootechniques et Veterinaires de Theix. -1980.- № 41. P. 57-64. ISSN 0395-7519.

6. Martin-Rosset W. (2001)Horse meat production and characteristics. 52 nd Annual Meeting EAAP, Budapest,- P.26-29.

7. Maikanov B. S., Ismagulova G. T., Auteleyeva L. T., Kemeshov Z. O., Zhanabayeva D. K. Assessment of quality and safety of meats from various animal species in the Shuchinsk-Burabay resort zone, Kazakhstan//Veterinary World.-2021- Vol.14(6).- P.1615-1621. DOI 10.14202/vetworld.2021.1615-1621.

8. Makray S. et al. Evaluation of dietary value of horse meat //Acta agriculturae Slovenica. Supplement. - 1998. – Vol. 30. - С. 209-212. DOI 10.14720/aas-s.1998.30.19628

9. Dufey P. A. Proprietes sensorielles et physico-chimiques de la viande de chevaux de differentes categories d'age //Revue suisse d'agriculture.-1999.- Vol.31(3)- P.157-161.

10. Segato, S., Cozzi, G., & Andrighetto, I. (1999) Effect of animal morphotype, sex and age on quality of horse meat imported from Poland. In: Proceedings of the ASPA XIII Congress (pp. 674-676), Piacenza (Italy), June 21st–24th.

11. ГОСТ 9793-2016. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги. - М.: Стандаринформ, 2016. - 6 с.

12. ГОСТ 23042-2015. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли жира. - М.: Стандаринформ, 2015. - 10 с.

13. ГОСТ 31727-2012. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли золы. - М.: Стандаринформ, 2012. - 8 с.

14. ГОСТ 25011-2017. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли белка. - М.: Стандаринформ, 2017. - 9 с.

15. ГОСТ 32886-2014. Мясо и мясные продукты. Определение содержания холестерина методом газовой хроматографии. - М.: Стандаринформ, 2014.

16. ГОСТ 34132-2017. Мясо и мясные продукты. Метод определения аминокислотного состава методом ионообменной хроматографии. - М.: Стандаринформ, 2017. - 18 с.

17. ГОСТ 34987-2023. Продукты убоя животных и птицы. Метод определения жирнокислотного состава (ГХ–ПИД, NIRS). - М.: Стандаринформ, 2023. - 22 с.

18. ГОСТ 23042-2015. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли жира / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. - М.: Стандаринформ, 2016. - 13 с.

19. ГОСТ 25179-90. Молоко и молочные продукты. Рефрактометрический метод определения белка / Госкомитет СССР по стандартам. - М.: Издательство стандартов, 1991. - 7 с.

20. Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. - М.: Колос, 2001.- 376 с. ISBN 5-10-003612-5

**References**

1. Petrov K. A. Dudareva, L. V., Nokhsorov, V. V., Stoyanov, K. N., & Makhutova, O. N.  Fatty acid content and composition of the Yakutian horses and their main food source: living in extreme winter conditions //Biomolecules.-2020.-Vol. 10(2). - P. 315.  [DOI 10.3390/biom10020315](https://doi.org/10.3390/biom10020315).

2. Alibekov R. S. Alibekova Z. I., Bakhtybekova A. R., Taip F. S., Urazbayeva K. A., Kobzhasarova Z. I. Review of the slaughter wastes and the meat by-products recycling opportunities // Frontiers in Sustainable Food Systems. -2024.- Vol.8.- P. 1-17. [DOI 10.3389/fsufs.2024.1410640](https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1410640).

3. Uzakov Y. M., Kaldarbekova M. A., Kuznetsova O. N. Improved technology for new-generation Kazakh national meat products // Foods and Raw Materials.- 2020.-Vol.8(1)- P.76–83. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2020-1-76-83.

4. Dobranić V. et al. Chemical composition of horse meat //MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu. – 2009. - Vol.11.(1)1. - P. 62-38.

5. Martin-Rosset W., Boccard R., Jussiaux M., Robelin J., Trillaud-Geyl C. (1980): Rendement et composition des carcasses du poulain de boucherie // Bulletin Technique Centre de Recherches Zootechniques et Veterinaires de Theix. -1980.- № 41. P. 57-64. ISSN 0395-7519.

6. Martin-Rosset W. (2001)Horse meat production and characteristics. 52 nd Annual Meeting EAAP, Budapest,- P.26-29.

7. Maikanov B. S., Ismagulova G. T., Auteleyeva L. T., Kemeshov Z. O., Zhanabayeva D. K. Assessment of quality and safety of meats from various animal species in the Shuchinsk-Burabay resort zone, Kazakhstan//Veterinary World.-2021- Vol.14(6).- P.1615-1621. DOI 10.14202/vetworld.2021.1615-1621.

8. Makray S. et al. Evaluation of dietary value of horse meat //Acta agriculturae Slovenica. Supplement. - 1998. – Vol. 30. - С. 209-212. DOI 10.14720/aas-s.1998.30.19628

9. Dufey P. A. Proprietes sensorielles et physico-chimiques de la viande de chevaux de differentes categories d'age //Revue suisse d'agriculture.-1999.- Vol.31(3)- P.157-161.

10. Segato, S., Cozzi, G., & Andrighetto, I. (1999) Effect of animal morphotype, sex and age on quality of horse meat imported from Poland. In: Proceedings of the ASPA XIII Congress (pp. 674-676), Piacenza (Italy), June 21st-24th.

11. GOST 9793-2016. Mjaso i mjasnye produkty. Metod opredelenija massovoj doli vlagi. - M.: Standarinform, 2016. - 6 s. [in Russian]

12. GOST 23042-2015. Mjaso i mjasnye produkty. Metod opredelenija massovoj doli zhira. - M.: Standarinform, 2015. - 10 s. [in Russian]

13. GOST 31727-2012. Mjaso i mjasnye produkty. Metod opredelenija massovoj doli zoly. - M.: Standarinform, 2012. - 8 s. [in Russian]

14. GOST 25011-2017. Mjaso i mjasnye produkty. Metod opredelenija massovoj doli belka. - M.: Standarinform, 2017. - 9 s. [in Russian]

15. GOST 32886-2014. Mjaso i mjasnye produkty. Opredelenie soderzhanija holesterina metodom gazovoj hromatografii. - M.: Standarinform, 2014. [in Russian]

16. GOST 34132-2017. Mjaso i mjasnye produkty. Metod opredelenija aminokislotnogo sostava metodom ionoobmennoj hromatografii. - M.: Standarinform, 2017. - 18 s. [in Russian]

17. GOST 34987-2023. Produkty uboja zhivotnyh i pticy. Metod opredelenija zhirnokislotnogo sostava (GH–PID, NIRS). - M.: Standarinform, 2023. - 22 s. [in Russian]

18. GOST 23042-2015. Mjaso i mjasnye produkty. Metod opredelenija massovoj doli zhira / Mezhgosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii. - M.: Standarinform, 2016. - 13 s. [in Russian]

19. GOST 25179-90. Moloko i molochnye produkty. Refraktometricheskij metod opredelenija belka / Goskomitet SSSR po standartam. - M.: Izdatel'stvo standartov, 1991. - 7 s. [in Russian]

20. Antipova L. V., Glotova I. A., Rogov I. A. Metody issledovanija mjasa i mjasnyh produktov. - M.: Kolos, 2001.- 376 s. ISBN 5-10-003612-5. [in Russian]

# ***Information about the authors***

Kostanova A.T.- PhD student, NJSC «S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University», Astana, Kazakhstan, e-mail: [anel\_kostanova@mail.ru](mailto:anel_kostanova@mail.ru);

Baytukenova Sh. B. - candidate of technical sciences, associate professor, NJSC «S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University», Astana, Kazakhstan, e-mail: baytukenova75@mail.ru;

# Baytukenova S.B. - candidate of technical sciences, associate professor, JSC «K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business», Astana, Kazakhstan, e-mail: [saule7272@mail.ru](mailto:saule7272@mail.ru).

***Сведения об авторах***

Костанова А.Т.- докторант НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», Астана, Казахстан, e-mail: [anel\_kostanova@mail.ru](mailto:anel_kostanova@mail.ru);

БайтукеноваШ.Б.- кандидат технических наук, и.о. ассоциированного профессора НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», Астана, Казахстан, e-mail: baytukenova75@mail.ru;

Байтукенова С.Б.- кандидат технических наук, и.о. ассоциированного профессора АО «Казахский университет технологии и бизнеса им. К. Кулажанова», Астана, Казахстан, e-mail: [saule7272@mail.ru](mailto:saule7272@mail.ru).

ҒТАМР 65.65.03

**ӨСІМДІК ШИКІЗАТЫ НЕГІЗІНДЕ ЭМУЛЬСИЯЛЫҚ ӨНІМДЕРДІ АЛУ**

**ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ**

**1М.Е. Смагулова**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0001-5793-0813)**,2 Ш.Ж. Жасқайрат**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0009-0008-2472-4210)**🖂, 2Н.С.Машанова**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0001-8664-5173)**, 2М.Е. Бекболатова**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0009-0006-9352-8294)

*К.Кулажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*

*С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан*

**🖂**Корреспондент-автор: [shynarai\_92@mail.ru](mailto:shynarai_92@mail.ru)

Бұл мақалада өсімдік шикізаты негізінде эмульсиялық өнімдерді алу технологиясын әзірлеуде эмульсиялық өнімнің рецептурасы, органолептикалық және физико-химиялық көрсеткіштері, сонымен қатар өнімнің тағамдық және энергетикалық құндылығы май қышқылдық құрамының талдау нәтижелері көрсетілген. Талдау нәтижелері бойынша эмульсиялық өнімнің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері дәстүрлі тұздықпен салыстыра отырып анықталды, яғни сыртқы түрі қаймақ тәрізді, консистенциясы біртекті, иіс пен дәм бойынша нәзік дәм, ащы емес, қышқылдау, ашық сары түске ие. Эмульсиялық өнімдердің физика-химиялық көрсеткіштері: ылғалдылығы - 51,3%, pH қышқылдығы - 3,6, эмульсия тұрақтылығы - 100 %. Эмульсиялық өнімнің тағамдық құндылығы: май - 45%, ақуыз - 3%, көмірсу - 4%, энергетикалық құндылығы – 432 ккал. Эмульсиялық өнімнің май қышқылдық құрамы: линолен кышқылы – 9,8; линол қышқылы – 27,2 көрсетті, яғни ω-3:ω-6 полиқанықпаған май қышқылдарының қатынасы 1:4-ке тең.

**Түйін сөздер**: майонез, физико-химиялық көрсеткіштер, органолептикалық көрсеткіштер, энергетикалық құндылық, тағамдық құндылық, май қышқылдық құрам

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДСОЛНЕЧНОГО И ЛЬНЯНОГО МАСЕЛ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЭМУЛЬСИОННЫХ ПРОДУКТОВ**

**1М.Е. Смагулова, 2Ш.Ж. Жасқайрат🖂, 2Н.С. Машанова, 2М.Е. Бекболатова**

*1Казахский университет технологии и бизнеса им. К.Кулажанова, Астана, Казахстан,*

*2Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина, Астана, Казахстан,*

e-mail: [shynarai\_92@mail.ru](mailto:shynarai_92@mail.ru)

В данной статье представлены рецептура, органолептические и физико-химические показатели эмульсионного продукта при разработке технологии получения эмульсионных продуктов на основе растительного сырья, а также результаты анализа жирнокислотного состава пищевой и энергетической ценности продукта. По результатам анализа были определены органолептические и физико-химические показатели эмульсионного продукта по сравнению с традиционным соусом, т. е. по внешнему виду кремообразный, по консистенции однородный, по запаху и вкусу тонкий вкус, не горький, не кисловатый, имеет светло-желтый цвет. Физико-химические показатели эмульсионных продуктов: влажность-51,3%, кислотность pH - 3,6, стабильность эмульсии - 100%. Пищевая ценность эмульсионного продукта: жиры-45%, белки - 3%, Углеводы - 4%, Энергетическая ценность - 432 ккал. Жирнокислотный состав эмульсионного продукта:линоленовая кислота - 9,8; линолевая кислота - 27,2, т. е. соотношение ω-3:ω-6 полиненасыщенных жирных кислот равно 1: 4.

**Ключевые слова**: майонез, физико-химические показатели, органолептические показатели, энергетическая ценность, пищевая ценность, жирнокислотный состав

**INVESTIGATION OF SUNFLOWER AND LINSEED OILS IN THE PRODUCTION OF EMULSION PRODUCTS**

**1M.E. Smagulova, 2Sh.Zh. Zhaskairat🖂, 2N.S. Mashanova, 2M.E. Bekbolatova**

*1K. Kulazhanov1Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,*

*2Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University Astana, Kazakhstan,*

e-mail: [shynarai\_92@mail.ru](mailto:shynarai_92@mail.ru)

This article presents the formulation, organoleptic and physicochemical indicators of the emulsion product in the development of technology for obtaining emulsion products based on plant raw materials, as well as the results of the analysis of the fatty acid content of the food and energy value of the product. According to the results of the analysis, the organoleptic and physico-chemical indicators of the emulsion product were determined in comparison with traditional sauce, that is, the appearance is creamy, the consistency is homogeneous, the taste is delicate in smell and taste, not bitter, souring, has a light yellow color. Physico-chemical indicators of emulsion products: humidity - 51.3%, PH acidity - 3.6, emulsion stability - 100 %. Nutritional value of the emulsion product: fat - 45%, protein - 3%, carbohydrate - 4%, energy value - 432 kcal. Fatty acid composition of the emulsion product: linolenic acid – 9.8; linoleic acid – 27.2, i.e. the ratio of ω-3:ω-6 polyunsaturated fatty acids is 1:4.

**Keywords:** mayonnaise, physico-chemical indicators, organoleptic indicators, energy value, nutritional value, fatty acid content

**Кіріспе.** Эмульсиялық май өнімдерін пайдалану - бұл халықтың тамақтану құрылымын оңтайландыру және диетаны қажетті майлармен толтыру тәсілі. Өсімдік майлары ағзаны адамның физиологиялық белсенді май қышқылдарымен қамтамасыз етеді, қандағы холестеринді төмендетеді және атеросклероздың алдын алуға көмектеседі. Дегенмен, дәстүрлі түрде еліміздің халқы күнбағыс майын тамақ үшін пайдаланады, ал өндірушілер майонез өнімдерін дайындау үшін де тек күнбағыс майын пайдаланады. Майды тұтыну май қышқылдары мен биологиялық белсенді заттардың құрамын ескерусіз жүреді. Өсімдік майларының биологиялық құндылығы - фосфолипидтер, стеролдар, майда еритін дәрумендер, эфир майларына байланысты [1].

Эмульсиялық тамақ өнімдерінің тұтынушылық қасиеттерін қалыптастыру кезінде жоғары беріктігі бар шоғырланған және жоғары концентрацияланған эмульсияларды алу міндеті қойылады. Егер тек май мен су фазалары гомогенизацияланса, жүйе әртүрлі механизмдер, соның ішінде тамшылардың флоккуляциясы, коалесценция, Оствальдтың жетілуі және гравитациялық бөліну арқылы тез бұзылады. Сондықтан тамақ эмульсияларының формулаларында дисперсті жүйенің фазаларының бірінде еритін эмульгаторларды қолдану қажет [2].

Майонез құрамының көп компонентті болуын және эмульгаторлық компонент ретінде шикізаттың түрлі ассортиментін пайдалану мүмкіндігін ескерсек, өңдірілетін өнім ассортиментін кеңейту перспективалары өте әсерлі болып табылады. Азық-түлік технологиясын дамытудағы негізгі үрдіс физиологиялық функционалды тамақтануға арналған өнімдерді өндіру болып табылады [3].

Майонез, осы тұрғыдан алғанда, перспективалы тағам болып табылады. Бұл күрделі, көп компонентті жүйе, сондықтан рецептке дайын өнімнің биологиялық құндылығын арттыратын қоспаларды енгізу мүмкіндігі бар. Мұндай қоспалар ретінде ақуыздар, майлар, көмірсулар, дәрумендер, минералдар бар табиғи кешендерді енгізу өте тиімді. Майонездің компоненттік құрамы оларды функционалдық ингредиенттердің барлық түрлерімен байытуға мүмкіндік береді: тағамдық талшықтармен, витаминдермен, минералды заттармен, омега - 3 май қышқылдарымен, майда еритін антиоксиданттармен және т. б. [4].

Майонез және соған ұқсас тұздықтар құрамында полиқанықпаған май қышқылдары және түрлі дәмдік қоспалары жоғары сұйық өсімдік майларына негізделген көп компонентті өнімдер болып табылады. Майонез өнімдерінде ақуыз, май ингредиенттерінің, судың болуы биохимиялық және автокаталитикалық тотығу реакцияларының белсендірілуіне әкелетін микробиологиялық, гидролитикалық, тотығу процестерінің қатар жүруіне мүмкіндік береді. Бұл тамақ өнімдерінің органолептикалық қасиеттерінің нашарлауына әкеліп соқтырады, сонымен қатар оның тағамдық құндылығын, соның ішінде биологиялық құндылығын төмендетеді, бұл өмірлік маңызды май қышқылдарының тотығуымен, сондай-ақ каротиноидтардың, токоферолдардың және басқа биологиялық белсенді заттардың жойылуымен байланысты [5].

**Материалдар мен әдістер.** Зерттеу нысаны ретінде С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің «Тамақ және қайта өңдеу өндірісінің технологиясы» кафедрасындағы «Майлы дақылдарды қайта өңдеуге арналған тәжірибелік-өндірістік цехында» өндірілген зығыр және күнбағыс майлары алынды. Жұмыс барысында қолданылатын барлық компоненттер қолданыстағы нормативтік-техникалық құжаттаманың талаптарына сәйкеc.

*Эмульсиялық өнімді зерттеу әдістері.* Өнімнің эмульсиялық тұрақтылығын анықтау ГОСТ 31762-2012. Эмульсияның тұрақтылығының көрсеткіші – күшті механикалық және жылулық әсерлердің нәтижесінде майонезден бөлінетін майдың мөлшері. Майонез эмульсиясы жоғары температурада (45°С-тан жоғары) тұрақты емес және қыздырылған кезде құрамға кіретін басқа өнімдердің тамшы тәрізді ұсақ, анық көрінетін қоспалары бар таза өсімдік майына оңай ыдырайды.

Ылғалдың массалық үлесі ГОСТ 31762-2012 сәйкес анықталды. Бұл әдіс өнім сапасы жағынан күдіктер туғызғанда және ылғалдың массалық үлесі 1,0%-дан 95,0%-ға дейінгі аралықта болғанда қолданылады.

Өнімнің pH – көрсеткішін анықтау. Потенциометриялық әдіс талданатын үлгіге батырылған екі электродтың (өлшеу және эталондық электрод) арасындағы потенциалдар айырмасын өлшеуге негізделген.

Өнімнің энергетикалық құндылығы макронутриенттердің мөлшерін энергетикалық құндылық факторларымен (кДж) қайта есептеу арқылы анықталды: ақуыздар мен көмірсулар үшін - 4, майлар үшін - 9.

Дайын өнімнің органолептикалық көрсеткіштерін бағалау ГОСТ 28283-2015 сәйкес дегустация әдісімен өткізілді. Келесі көрсеткіштер бақыланады: иісі, дәмі, консистенциясы, сыртқы түрі және түсі, олар сандық балл арқылы өрнектелді. Бағалау 5 балдық шкала бойынша жүргізілді, содан кейін профилограммалар салынды.

Өнімнің май қышқылды құрамын анықтау – капиллярлық газ хроматографиясы әдісі арқылы орындалды.

Сығынды үлгілерін зерттеу әдістері. Primula veris (L.) сығындыларында жеке фенолдық қосылыстар өнімділігі жоғары сұйық хроматография (HPLC) әдісімен анықталды.

Сығындының құрамындағы суда еритін дәрумендерді анықтау үшін жоғары тиімді сұйық хроматография (HPLC) әдісі ГОСТ 34151-2017 сәйкес қолданылды. С дәруменінің құрамы L(+)-аскорбин және L(+)-дегидроаскорбин қышқылдарының қосындысы түрінде анықталады.

**Нәтижелер мен талқылау.** Primula veris сығындысын дайындау және оның эмульсиялық өнімге әсері. Primula veris L. кептірілген жапырақтары IKA type A 11 негізгі аналитикалық диірменінде ұсақталды , содан кейін 100 г ұсақталған материал өлшеніп, экстракциялық колбаларға салынып, 500 мл еріткішпен араластырылды. 1 а, ә, б, в - суретте Primula veris сығындысын дайындалуы көрсетілген.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| а | ә | б | в |

**1- сурет. Primula veris сығындысын дайындау**

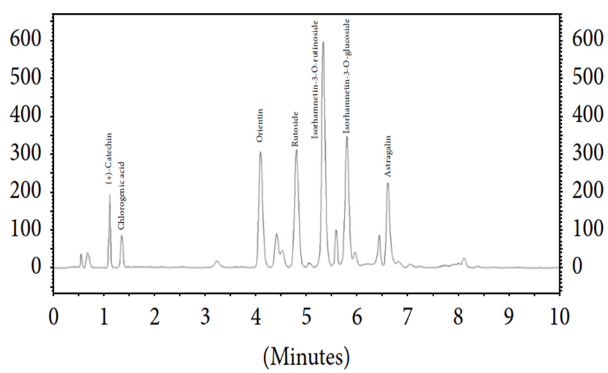
Термостат функциясы бар Polsonic Sonic 22 ультрадыбыстық ваннасына 70 °C температурада 60 минутқа орналастырылды. Экстракция үшін 1:3 қатынасында дистилденген су және 70% спирт бар этанол қолданылды. Ультрадыбыспен экстракция аяқталып, кейін алынған сығынды сүзгі қағазы арқылы сүзілді. Содан кейін RV 10 digital V айналмалы буландырғышта сүзінді 30 минут ішінде айдалып, тұнған сұйықтық, яғни алынған дайын қою сығынды бөлек таза пробиркаларға құйылды. Primula veris сығындысын дайындауда Tarapatskyy M т.б. авторлар терең зерттеулер жүргізген [6,7].

P. Veris-те анықталған фенолдық қосылыстар мөлшері 1-кестеде көрсетілген.

**1-кесте. - P. Veris-те анықталған фенолдық қосылыстар (мг/100 г)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Атаулары** | **Мөлшері** |
| Катехин | 312,11 |
| Ориентин | 204,23 |
| Рутозид | 630,83 |
| Изорамнетин-рутинозид | 740,24 |
| Изорамнетин-гликозид | 448,45 |
| Астрагалин | 185,07 |
| Хлорген қышқылы | 72,84 |

1-кестеде көрсетілгендей P. Veris-те анықталған фенолдық қосылыстардың ішінде ең көп изорамнетин-рутинозид - 740,24 және рутозид - 630,83 флавоноидтары байқалды. 5-ші суретте Primula veris сығындысындағы фенолды қосылыстардың хроматограммасы келтірілген.



**2-сурет. Primula veris сығындысындағы фенолды қосылыстардың хроматограммасы**

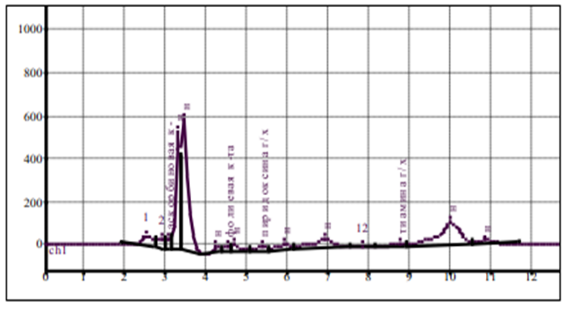
Иванова Д.Ф. ғылыми-тәжірибелік жұмысында Primula veris сығындысының құрамындағы фенолды қосылыстар мен аскорбин қышқылын анықтаған [8]. Зерттеу нәтижесінде сығынды құрамында алты флавоноидты қосылыстардың болуын растайды, атап айтқанда: ориентин (лютеолин-8-C-глюкозид), рутозид (кверцетин 3-О-рутинозид), изорамнетин-3-о-рутинозид, изорамнетин-3-о-глюкозид, астрагалин (кемпферол-3-О-глюкозид) және (+)- катехин. Сонымен қатар басқа ғалымдардың еңбектерінен тиамин (B1), рибофлавин (B2), ниацин (B3), пантотен қышқылы (B5), пиридоксин (B6), фолий қышқылы (B9), цианокобаламин (B12) және аскорбин қышқылы (C) сияқты басқа да витаминдерді тиімді анықтауға болатыны көрсетілген [9,10].

P. Veris-те анықталған витаминдердің мөлшері 2-кестеде көрсетілген.

**2 – кесте. P. Veris-те анықталған суда еритін витаминдер (мг/100 г) [8].**

|  |  |
| --- | --- |
| Атаулары | Мөлшері |
| Аскорбин қышқылы | 3,01 |
| Фолий қышқылы | 4,47 |
| Пиридоксина гидрохлорид | 5,29 |
| Тиамина гидрохлорид | 8,74 |

3-ші суретте Primula veris сығындысындағы суда еритін витаминдердің хроматограммасы келтірілген [8].



**3 - сурет. Primula veris сығындысындағы суда еритін витаминдердің хроматограммасы**

Рецепт құрамына кіретін шикізаттың оңтайлы қатынасын және эмульсиялық өнім дайындаудың технологиялық параметрлерін таңдау үшін күнбағыс майы мен зығыр майының қасиеттері мен эмульсиялық өнімнің сапасына әсерін зерттеуге бағытталған жұмыстарға талдау жасалды.

Осы мақсатта «Салатный» майонезді соусының негізгі шикізаттарына зығыр майын 25% мөлшерде ауыстыра отырып, сынама майонезді соус дайындау жүзеге асырылды. 3-кестеде эмульсиялық өнімнің рецетурасы көрсетілген.

**3- кесте. Эмульсиялық өнімдердің рецептуралары**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Шикізат атауы** | **Бақылау үлгісі** | **Май қоспасынан жасалған өнім** |
| Күнбағыс майы, л | 450 | 337,5 |
| Зығыр майы, л | - | 112,5 |
| Қант, кг | 20 | 15 |
| Ас тұзы, кг | 20 | 13 |
| Лимон қышқылы, кг | - | 6,5 |
| Сірке қышқылы, л | 8 | - |
| Жұмыртқа ұнтағы, кг | 50 | 48 |
| Қыша ұнтағы, кг | 10 | 7,5 |
| Крахмал, кг | 22 | - |
| Су, л | 420 | 445 |
| Экстракт, кг | - | 15 |
| Жалпы: | 1000 | 1000 |

Зертханалық жағдайда тәжірибе үлгісі мен бақылау үлгілері алынып, талданды. Өнімнің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері сыртқы түрі, консистенция, иіс пен дәм бойынша дәстүрлі тұздықпен салыстыра анықталды. 4-кестеде өнімнің органолептикалық көрсеткіштері келтірілген.

**4- кесте. Эмульсиялық өнімдердің органолептикалық көрсеткіштері**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Көрсеткіштер** | **Тәжірибе үлгісі** | **Бақылау үлгісі** | **Орташа балл** | |
| **Тәжірибе** | **Бақылау** |
| Сыртқы түрі, консистенциясы | Біртекті қаймақ тәрізді, біртекті | Біртекті қаймақ тәрізді, біртекті | 4,9 | 4 |
| Дәмі мен иісі | Нәзік дәм, ащы емес, қышқылдау | Жағымды, өткірлеу, қышаның дәмі бар | 4,98 | 3,9 |
| Түсі | Ашық сары | Ақ | 5 | 4,5 |

Дайын өнімнің органолептикалық көрсеткіштері С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің Тамақ және қайта өңдеу өндірісінің технологиясы кафедрасының меңгерушісіне, оқытушыларына дегустация жүргізіп, тәжірибе үлгісін оңтайлы деп анықталды. Кестелерде көрсетілген деректер өнім үлгілерінің барлық мәндер үшін ГОСТ Р 53590-2009 және ГОСТ 31761-2012 сәйкестігін көрсетеді. 5-ші кестеде өнімнің физика-химиялық көрсеткіштері келтірілген.

**5 –кесте. Эмульсиялық өнімдердің физика-химиялық көрсеткіштері**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Көрсеткіштер атауы | Тәжірибе үлгісі | Бақылау үлгісі |
| Ылғалдылық, % | 51,3 | 50,5 |
| pH | 3,6 | 3,9 |
| Эмульсия тұрақтылығы, % | 100,0 | 98,0 |

Әзірленген өнімнің тағамдық құндылығы маңызды май қышқылдары мен фосфолипидтердің, органикалық қышқылдар, таниндер, сапониндер, С және Е дәрумендері болуына негізделген.

Эмульсиялық өнімнің ақуыз, көмірсу және майдың массалық үлестері бойынша өнімнің энергетикалық құндылығы өздеріне тиеселі коэффиценттерге көбейтіле отырып есептелді және 6 - кестеге салынды.

**6- кесте. Эмульсиялық өнімнің тағамдық және энергетикалық құндылығы**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Өнім | Массалық үлесі, % | | | Энергетикалық құндылық (100 г.) | |
| май | ақуыз | көмірсу | Ккал | кДж |
| Зерттеу үлгісі | 45,0 | 3,0 | 4,0 | 432 | 1808 |

Әзірленген өнімнің тағамдық құндылығы Е витаминінің көзі болып табылатын, омега қышқылдары бойынша теңдестірілген майлардың қоспасы болып табылатын май негізін рецептураға қосумен және денсаулықты сақтау үшін қажетті биологиялық белсенді заттардың қосылуымен байланысты. 7 - кестеде эмульсиялық өнімдердің май қышқылдық құрамы көрсетілген.

**7- кесте. Эмульсиялық өнімдердің май қышқылдық құрамы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Май қышқылының атауы | Белгіленуі | Нәтижесі | |
| Бақылау үлгісі | Тәжірибе үлгісі |
| Миристин | С14:0 | 0,03 | 0,02 |
| Пальмитин | С16:0 | 3,30 | 2,40 |
| Пальмитолеин | С16:1 | 0,06 | 0,07 |
| Стеарин | С18:0 | 2,93 | 2,05 |
| Олеин | С18:1 | 12,37 | 10,24 |
| Линол | С18:2 | 35,10 | 27,20 |
| Линолен | С18:3 | 0,05 | 9,80 |
| Арахин | С20:0 | 0,25 | 0,11 |
| Гондоин | С20:1 | 0,07 | 0,06 |
| Беген | С22:0 | 0,25 | 0,32 |
| Лигноцерин | С24:0 | 0,04 | 0,05 |

Кестедегі зерттеу нәтижесі бойынша зерттеу үлгісінде линолен кышқылы – 9,8; линол қышқылы – 27,2 көрсетті, яғни ω-3:ω-6 полиқанықпаған май қышқылдарының қатынасы 1:4-ке тең, бұл дұрыс тамақтану үшін ұсынылған нормаға сәйкес келуін дәлелдейді. Ал, бақылау үлгісінде линолен қышқылы -0,05; линол қышқылы - 35,10; сәйкесінше бұл нәтиже нормадан ауытқып кеткенін байқадық.

**Қорытынды.** Жаңа эмульсиялық өнімнің шикізаты ретінде ω-3:ω-6 полиқанықпаған май қышқылдарының адам ағзасына пайдалы қатынасы ескеріле отырып, қолданылатын күнбағыс майы мен зығыр майының оңтайлы қатынасы 75%:25% екені анықталды. Эмульсиялық өнімдерді өндіруде өсімдік тектес компоненттерді қолданудың орындылығы негізделді, еңгізілген Primula veris сығындысы майонез тұздығымен үйлесетіндігі, оның органолептикалық және реологиялық көрсеткіштерін жақсартатаны анықталды. Зерттеу нәтижелері кестелерде келтірілген, сонымен қатар алынған эмульсиялық өнім «Эмульсия тәрізді майлы тағамдық өнім» ҚР пайдалы модель патентімен расталды [11].

**Әдебиеттер**

1. Гаврилова Д. В. Разработка и товароведная оценка майонеза и майонезного соуса для здорового питания с пектином //дис.. канд. тех. наук: 05.18.15 - Москва, 2014. - 147 c.

2. Феофилактова О. В. Научное и практическое обоснование технологии фортификации биоактивными комплексами эмульсионных пищевых продуктов //дис. докт.тех.наук: 4.3.3 – Екатеринбург, 2024. - 310 c.

3. Журавко Е.В., Грузинов Е.В. Майонез «Диабетический» с экстрактом стевии // Масложировая промышленность. -№ 2.-2004. -С. 41-42.

4. D Guzey and D. J. McClements. Formation, stability and properties of multilayer emulsions for application in the food industry // Advances in Colloid and Interface Science 128. -2006.- Vol. 128-130. -Р.227-248. DOI 10.1016/j.cis.2006.11.021.

5. Жакова К. И., Бабодей В.Н., Пчельникова А.В. Окислительные процессы в жировых эмульсионных продуктах прямого типа. Анализ качественных показателей сырья, используемого при производстве эмульсионных продуктов прямого типа //Пищевая промышленность: наука и технологии.-2025.- Т.17(4). - С. 35-43.

6. Tarapatskyy M., Gumienna A., Sowa P., Kapusta I., Puchalski C. Bioactive Phenolic Compounds from Primula veris L.// Influence of the Extraction Conditions and Purification. Molecules. - 2021. - 26(4). - 997. DOI 10.3390/molecules26040997.

7. Tatiana B. Schreiner, Madalena M. Dias, Maria Filomena Barreiro and Simão P. Pinho.Saponins as Natural Emulsifiers for Nanoemulsions // Journal of Agricultural and Food Chemistry. -2022. -Vol.70(22). -P.6573-6590. DOI 10.1021/acs.jafc.1c07893.

8. Иванова Д. Ф.. Фитохимическое изучение, разработка и стандартизация лекарственных средств на основе первоцвета весеннего (primula veris l.) // дис... кан. тех. Наук: 14.04.02-Уфа, 2017. -194 c.

9. Sori C.A., Fayissa G.R. Comparative investigation of the level of vitamin C in wild edible plants consumed at North Shoa Zone, Oromia region, Ethiopia//Discov Food.-2025.-Vol.5(300).- P.1-13/ [DOI 10.1007/s44187-025-00614-0](https://doi.org/10.1007/s44187-025-00614-0)

10. Meos A., Saage P., Arak E. Content of ascorbic acid in common cowslip (Primula veris L.) compared to common foodplants and orange juices. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, -2017. -Vol.1(59). -P.113–120. DOI 10.1515/abcsb-2016-0020.

11. Эмульсия тәрізді майлы тағамдық өнім. Пайдалы модельге патент №7144, 27.05.2022

**References**

1. Gavrilova D. V. Razrabotka i tovarovednaja ocenka majoneza i majoneznogo sousa dlja zdorovogo pitanija s pektinom //dis.. kand. teh. nauk: 05.18.15 - Moskva, 2014. - 147 c. [in Russian]

2. Feofilaktova O. V. Nauchnoe i prakticheskoe obosnovanie tehnologii fortifikacii bioaktivnymi kompleksami jemul'sionnyh pishhevyh produktov //dis. dokt.teh.nauk: 4.3.3 – Ekaterinburg, 2024. - 310 c. [in Russian]

3. Zhuravko E.V., Gruzinov E.V. Majonez «Diabeticheskij» s jekstraktom stevii // Maslozhirovaja promyshlennost'. -№ 2.-2004. -S. 41-42. [in Russian]

4. D Guzey and D. J. McClements. Formation, stability and properties of multilayer emulsions for application in the food industry // Advances in Colloid and Interface Science 128. -2006.- Vol. 128-130. -Р.227-248. DOI 10.1016/j.cis.2006.11.021.

5. Zhakova K. I., Babodej V.N., Pchel'nikova A.V. Okislitel'nye processy v zhirovyh jemul'sionnyh produktah prjamogo tipa. Analiz kachestvennyh pokazatelej syr'ja, ispol'zuemogo pri proizvodstve jemul'sionnyh produktov prjamogo tipa //Pishhevaja promyshlennost': nauka i tehnologii.-2025.- T.17(4). - S. 35-43. [in Russian]

6. Tarapatskyy M., Gumienna A., Sowa P., Kapusta I., Puchalski C. Bioactive Phenolic Compounds from Primula veris L.// Influence of the Extraction Conditions and Purification. Molecules. - 2021. - 26(4). - 997. DOI 10.3390/molecules26040997.

7. Tatiana B. Schreiner, Madalena M. Dias, Maria Filomena Barreiro and Simão P. Pinho.Saponins as Natural Emulsifiers for Nanoemulsions // Journal of Agricultural and Food Chemistry. -2022. -Vol.70(22). -P.6573-6590. DOI 10.1021/acs.jafc.1c07893.

8. Ivanova D. F.. Fitohimicheskoe izuchenie, razrabotka i standartizacija lekarstvennyh sredstv na osnove pervocveta vesennego (primula veris l.) // dis... kan. teh. Nauk: 14.04.02-Ufa, 2017. -194 c. [in Russian]

9. Sori C.A., Fayissa G.R. Comparative investigation of the level of vitamin C in wild edible plants consumed at North Shoa Zone, Oromia region, Ethiopia//Discov Food.-2025.-Vol.5(300).- P.1-13/ [DOI 10.1007/s44187-025-00614-0](https://doi.org/10.1007/s44187-025-00614-0)

10. Meos A., Saage P., Arak E. Content of ascorbic acid in common cowslip (Primula veris L.) compared to common foodplants and orange juices. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, -2017. -Vol.1(59). -P.113–120. DOI 10.1515/abcsb-2016-0020.

11. Эмульсия тәрізді майлы тағамдық өнім. Пайдалы модельге патент №7144, 27.05.2022.

***Авторлар туралы мәліметтер***

Смагулова М.Е. – химия ғылымдарының кандидаты, жетекші ғылыми қызметкер, К.Кулажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан, қаласы, e-mail: [mirgul.smagulova@bk.ru](mailto:mirgul.smagulova@bk.ru);

Жасқайрат Ш.Ж.- т.ғ.м., С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің 3-курс докторанты, Астана Қазақстан, e-mail: [shynarai\_92@mail.ru](mailto:shynarai_92@mail.ru);

Машанова Н.С. - техника ғылымдарының докторы, аға оқытушы, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: [nurmashanova@gmail.com](mailto:nurmashanova@gmail.com);

Бекболатов М.Е. - т.ғ.м., С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің 3-курс докторанты, Астана, Қазақстан, e-mail: [mariambekbolatova93@gmail.com](mailto:mariambekbolatova93@gmail.com).

***Information about the authors***

Smagulova M. E.- candidate of chemical sciences, Leading Researcher, K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business , Astana, Kazakhstan, e-mail: [mirgul.smagulova@bk.ru](mailto:mirgul.smagulova@bk.ru);

Zhaskairat Sh. Zh. - мaster of technical sciences, Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, 3rd-year PhD student, Astana, Kazakhstan, e-mail: [shynarai\_92@mail.ru](mailto:shynarai_92@mail.ru);

Mashanova N.S. - doctor of technical sciences, senior lecturer, Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan , e-mail: nurmashanova@gmail.com;

Bekbolatova M.E. - master of technical sciences, Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, 3rd-year PhD student, Astana, Kazakhstan , e-mail: [mariambekbolatova93@gmail.com](mailto:mariambekbolatova93@gmail.com).

МРНТИ 65.65.03

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА, ОБОГАЩЕННОГО МИКРОНУТРИЕНТАМИ ЯГОД МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭКСТРАКЦИИ**

**1Ж.И.Сатаева** [C:\Users\admin\Desktop\иконка (1).png](https://orcid.org/0000-0001-8327-3474)**🖂,1Н.Д.Кундызбаева** [C:\Users\admin\Desktop\иконка (1).png](https://orcid.org/0000-0002-6346-5986)**, 1М.Е.Смагулова** [C:\Users\admin\Desktop\иконка (1).png](https://orcid.org/0000-0001-5793-0813)

*1ТОО «НПП «NutriTech», Астана, Казахстан*

**🖂**Корреспондент автор: julduz.kaynar@mail.ru

В данной статье представлены результаты исследования по разработке подсолнечного масла холодного отжима, обогащённого природными антиоксидантами из дикорастущих ягод шиповника и клюквы с использованием ультразвуковой экстракции. Современные тенденции в области питания ориентированы на создание функциональных продуктов, способных не только удовлетворять базовые потребности организма, но и обеспечивать профилактическое воздействие за счёт содержания биологически активных веществ. Шиповник и клюква обладают высоким содержанием флавоноидов, витамина С, каротиноидов и других фитонутриентов, проявляющих выраженную антиоксидантную активность. В качестве экстрагирующего агента использовалось подсолнечное масло, что позволило избежать применения органических растворителей и обеспечить безопасность полученного продукта.

Результаты показали, что оптимизированными условиями были: мощность ультразвукового воздействия 18-20 кГц масла и температура 35°С. Полученные образцы масла были исследованы на соответствие физико-химическим показателям, окислительную стабильность и срок хранения. В результате установлено, что обогащённые образцы соответствуют требованиям ГОСТ 1129-2013 и ТР ТС 024/2011. Показатели кислотного числа (1,6–2,2 мг КОН/г) и перекисного числа (3,3-5,1 мэкв/кг) в течение 12 месяцев хранения не превышали нормативные значения. Масла демонстрировали улучшенные органолептические характеристики, повышенную устойчивость к окислению и более длительный срок годности.

Таким образом, использование ультразвуковой экстракции с применением дикорастущих ягод позволяет эффективно обогащать растительные масла, создавая функциональные продукты с высокой пищевой и биологической ценностью. Разработанный подход представляет собой перспективное направление для масложировой отрасли и индустрии здорового питания.

**Ключевые слова**: подсолнечное масло, дикорастущие ягоды, ультразвуковая экстракция, показатели пищевой безопасности, жирные кислоты.

**УЛЬТРАДЫБЫСТЫҚ ЭКСТРАКЦИЯ ӘДІСІМЕН ЖИДЕКТЕРДІҢ МИКРОНУРИЕНТТЕРМЕН БАЙЫТЫЛҒАН КҮНБАҒЫС МАЙЫН ЗЕРТТЕУ**

**1** **Ж.И.Сатаева🖂 , 1Н.Д.Кундызбаева, 1М.Е.Смағұлова**

*1«NutriTech» Ғылыми-өндірістік кәсіпорны» ЖШС, Астана, Қазақстан,*

e-mail:julduz.kaynar@mail.ru

Бұл мақалада ультрадыбыстық экстракцияны қолдану арқылы жабайы итмұрын мен мүкжидектен табиғи антиоксиданттармен байытылған суық сығымдалған күнбағыс майын әзірлеу бойынша зерттеу нәтижелері берілген. Ағымдағы тамақтану тенденциялары организмнің негізгі қажеттіліктерін қанағаттандырып қана қоймай, сонымен қатар олардың биобелсенді заттары арқылы профилактикалық артықшылықтарды қамтамасыз ететін функционалды өнімдерді жасауға бағытталған. Итмұрын мен мүкжидектің құрамында флавоноидтар, С дәрумені, каротиноидтар және басқа да фитонутриенттер бар, олар айқын антиоксиданттық белсенділікті көрсетеді. Органикалық еріткіштерді пайдалануды болдырмайтын және алынған өнімнің қауіпсіздігін қамтамасыз ететін экстракциялық агент ретінде күнбағыс майы пайдаланылды.

Нәтижелер оңтайландырылған шарттарды көрсетті: ультрадыбыстық қуат 18-20 кГц және майдың температурасы 35°C. Алынған май үлгілері физикалық-химиялық көрсеткіштерге, тотығу тұрақтылығына және жарамдылық мерзіміне сәйкестікке сыналған. Байытылған үлгілер МемСТ 1129-2013 және ТР КО 024/2011 талаптарына сәйкес келетіні анықталды. Қышқылдың мөлшері (1,6-2,2 мг KOH/г) және асқын тотығының мәні (3,3-5,1 мэкв/кг) 12 ай сақтау кезінде стандартты мәндерден аспады. Майлар жақсартылған органолептикалық сипаттарды, тотығу тұрақтылығын жоғарылатты және сақтау мерзімін ұзартты.

Осылайша, жабайы жидектермен ультрадыбыстық экстракцияны қолдану өсімдік майларын тиімді байытуға, тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары функционалды өнімдерді жасауға мүмкіндік береді. Әзірленген тәсіл май өнеркәсібі мен салауатты тамақ өнеркәсібі үшін перспективалы бағытты білдіреді.

**Түйін сөздер**: күнбағыс майы, жабайы жидектер, ультрадыбыстық экстракция, тағамдық қауіпсіздік көрсеткіштері, май қышқылдары.

**RESEARCH OF SUNFLOWER OIL ENRICHED WITH BERRY MICRONUTRIENTS BY ULTRASONIC EXTRACTION**

**1Zh.I.Satayeva🖂, 1N.D.Kundyzbayeva, 1M.E.Smagulova**

*1«NutriTech» Research and Production Enterprise LLC, Astana, Kazakhstan,*

e-mail: [julduz.kaynar@mail.ru](mailto:julduz.kaynar@mail.ru)

This article presents the results of the research on the development of cold-pressed sunflower oil enriched with natural antioxidants from wild rose hips and cranberries using ultrasonic extraction. Current nutrition trends are focused on creating functional products that not only satisfy the body's basic needs but also provide preventative benefits through their bioactive substances. Rosehips and cranberries are high in flavonoids, vitamin C, carotenoids, and other phytonutrients, which exhibit pronounced antioxidant activity. Sunflower oil was used as the extracting agent, eliminating the use of organic solvents and ensuring the safety of the resulting product.

The results showed that the optimized conditions were: an ultrasonic power of 18-20 kHz and a temperature of oil 35°C. The resulting oil samples were tested for compliance with physicochemical parameters, oxidative stability, and shelf life. As a result, it was established that the enriched samples comply with the requirements of GOST 1129-2013 and TR CU 024/2011. The acid number (1.6-2.2 mg KOH/g) and peroxide number (3.3-5.1 meq/kg) indicators did not exceed the standard values during 12 months of storage. The oils demonstrated improved organoleptic characteristics, increased oxidation stability, and a longer shelf life.

Thus, the use of ultrasonic extraction with wild berries allows for the effective enrichment of vegetable oils, creating functional products with high nutritional and biological value. The developed approach represents a promising direction for the oil and fat industry and the healthy food industry.

**Key words:** sunflower oil, wild berries, ultrasonic extraction, food safety indicators, fatty acids.

**Введение**. В настоящее время имеются пищевые коммерческие растительные масла, обогащенные или ароматизированные биологически активными соединениями из трав, специй или других растительных материалов, для улучшения их пищевой ценности и органолептических качеств, а также продления срока годности. Потребление этих продуктов вызывает все больший интерес во многих странах благодаря их особым возможностям по профилактике заболеваний с помощью здорового питания, их универсальность, удобство и широкий спектр вкусов.

В развитых странах питание в большей степени сосредоточено на дополнительных аспектах, чем просто на удовлетворении основных потребностей компонентов. Из-за этого так называемые красные фрукты или ягоды в последнее время привлекают большое внимание благодаря своим антиоксидантным свойствам, которые связаны с высокой концентрацией присутствующих в них полифенолов. Кроме того, их потребление во всем мире, как известно, увеличилось, и красные фрукты в настоящее время потребляются не только в свежем виде, но также используются в косметике и пищевых добавках.

Чтобы извлечь выгоду из этих молекул в функциональных продуктах, необходимо провести экстракцию, чтобы получить концентрат, богатый антиоксидантами, из различных съедобных ягод. Обычная цель состоит в том, чтобы получить максимальный выход при извлечении представляющих интерес соединений, которые обладают большей антиоксидантной активностью и, следовательно, способны быть более полезными для здоровья человека, а также заменять синтетические консерванты.

Антиоксиданты - это химические соединения группы вторичных метаболитов, которые предотвращают окисление плода из-за факторов окружающей среды, таких как свет, воздух, кислород и микробиологические воздействия. Фенольные антиоксиданты вмешиваются в процесс окисления как терминаторы свободных радикалов, а иногда и как хелаторы металлов.

Полифенолы обладают различными биологическими свойствами, такими как антипролиферативные, антидиабетические, противораковые, антимикробные, противовоспалительные, противовирусные, и особенно антиоксидантные.

Масла холодного прессования обладают высокими питательными свойствами и ценятся как полезные продукты для здоровья. 100 г масла из семян подсолнечника, льна составляет 884 ккал. Это составляет 62,8 % от суточной потребности в энергетических затратах взрослого человека. В столовой ложке содержится 17 г масла и 150,3 ккал, в десертной 13,6 г и 120,2 ккал, в чайной 4,5 г и 39,8 Ккал.

Пищевая ценность растительных масел определяется количественным содержанием незаменимой линолевой и линоленовой кислоты. Они не могут синтезироваться в организме человека из промежуточных продуктов обмена и должны поступать с пищей. По этой причине их называют незаменимыми, так как они регулируют обмен веществ, отвечают за синтез гормонов, поддержание иммунитета. Именно поэтому нерафинированные растительные масла холодного отжима непременно должно входить в рацион питания человека любого возраста, даже младенца.

Шиповник (Rosa spp.)-широко распространённое дикорастущее и культивируемое растение, ценное как источник полифенолов (танины, флавоноиды, кемпеферол, рутин, кверцетин), каротиноидов (ликопин, бета-каротин), тритерпеновых кислотам, незаменимых жирных кислот, галактолипидов, фолатов, витамина C (90,8%), А (91%), β-каротин (98%), В2 (16,7%), B5 (16%), K (21,6%) и E (25,3%), минералов (Ca, Mg, K, S, Si, Se, Mn и Fe) и т. д. [1].

В созревших плодах шиповника, произрастающего в Португалии, общее содержание токоферолов достигало около 80 мг на 100 г сухого вещества, тогда как в семенах оно составляло лишь 1,70 мг/100 г СВ [2]. Для шиповника различных видов, выращенного в Швеции, содержание токоферолов варьировало в пределах 116,7-248,1 мкг/г СВ [3].

Последние достижения и исследование биологически активных свойств шиповника приводятся в работе [4], где раскрыт функциональный и [нутрицевтический](https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/nutraceutical) потенциал плодов шиповника.

Плоды обладают выраженными фитонцидными, бактерицидными и антиоксидантными свойствами. С XVI века используются как поливитаминное и антицинготное средство.

Клюква (Oxycoccus spp. / Vaccinium spp.) - ценное дикорастущее и культивируемое растение, используемое как витаминное, пищевое и лекарственное средство. Отличается высоким содержанием органических кислот и витаминов. Клюква сушеная содержит: витамин C - до 17% суточной нормы; витамин K-4,3%; марганец - до 18%; органические кислоты (лимонная, бензойная); флавоноиды, антоцианы, пектины [5].

Клюква обладает противовоспалительными, антибактериальными, антисептическими и антиоксидантными свойствами.

Несмотря на широкий ассортимент красных фруктов в производстве и использовании в качестве пищевых добавок, ягоды привлекают внимание и стали невероятно популярными из-за их повышенного содержания полезных микронутриентов - антоцианов, которые защищают клетки от разрушения дыма и радиации.

В исследованиях [6] была проведена оценка стабилизирующего эффекта липофильных экстрактов облепихи и шиповника на окислительную стабильность подсолнечного масла.

Исследование включало идентификацию продуктов окисления с использованием ЖХ-МС/МС (в положительном и отрицательном режимах), где ключевыми соединениями были определены пентаналь, гексаналь, гептаналь, октаналь и нонаналь. Изучено влияние параметров экстракции каротиноидов, установленных из ягод, на окислительную стабильность подсолнечного масла. Установлено, что липофильные экстракты сохраняли стабильность при 4 °C в течение 12 месяцев в темноте.

Ультразвуковая экстракции является нетепловой техникой, в которой используются частоты, равные или превышающие 20 кГц.  Этот метод привлек особое внимание из-за дешевизны оборудования, простоты и более высокой эффективности по сравнению с экстракцией растворителем из-за снижения затрат на тепло и растворители. Это позиционирует его как более экологичный метод добычи. Механизм заключается в следующем: ультразвук вызывает кавитацию, которая вызывает разрушение клеточной стенки. Это позволяет проникать внутриклеточным соединениям и, следовательно, выделять антиоксиданты и другие молекулы.

Переосмысление роли побочных продуктов переработки фруктов и овощей способствовало росту интереса к экологически чистым технологиям, таким как ультразвуковая экстракция. Этот метод эффективно извлекает биологически активные соединения без разрушения их структуры, поддерживая устойчивое производство и рациональное использование ресурсов [7].

Поскольку антоцианы представляют собой вакуолярные пигменты, которые накапливаются в центральной вакуоли растительной клетки, кавитация и разрушение клеток, вызванные ультразвуковыми волнами, могут усиливать массоперенос от твердого матрикса к растворителю, улучшая экстракцию антоцианинов.

Результаты показали, что оптимизированными условиями были: мощность ультразвукового воздействия 0,67 Вт/г масла и температура 35°С. Параметры оптимизации этого «зеленого» процесса обеспечивают значительно улучшенное обогащение пищевого масла с точки зрения количества и продолжительности процесса от 33,83 мг/л экстракта за 90 минут, полученного обычной экстракцией, до 51,64 мг/л экстракта всего за 20 минут. Выделение каротиноидов с помощью ультразвука из побочных продуктов представляется простой, быстрой и устойчивой альтернативой традиционным процедурам [8].

В плодах лоха зонтичного (Elaeagnus umbellata), собранных в Западной Грузии, содержание ликопина варьировало от 35,25 до 60,21 мг/100 г. Для его извлечения оптимизирована ультразвуковая экстракция с использованием подсолнечного масла как зелёного растворителя (1:50, 30 °C, 40 % амплитуда, 85 Вт, 10 мин). ИК-Фурье спектроскопия подтвердила наличие ликопина, а анализ качества масла (кислотное, перекисное числа и p-анизидин) и DPPH-тест показали улучшение антиоксидантных свойств масла с добавлением ликопина [9].

В исследовании [10] разработаны наноэмульсии на основе масел подсолнечника и шиповника с использованием фосфолипидов и эмульгаторов. Обе системы имели высокую концентрацию наночастиц (10¹³ частиц/мл) и низкий воспалительный потенциал. Изменения в составе стабилизаторов повлияли на проникновение масел, цитотоксичность и скорость заживления, демонстрируя потенциал таких систем в трансдермальной доставке.

Методы ультразвуковой (УЗЭ) и микроволновой экстракции (МЭ) продемонстрировали высокую эффективность при извлечении масел из соевых зародышей и микроводорослей, богатых ДГК. Наилучшие результаты достигнуты с использованием прототипа «кавитирующей трубки» (19 кГц, 80 Вт), обеспечившего максимальный выход и сокращение времени экстракции до 10 раз по сравнению с традиционными методами; УЗЭ особенно эффективно разрушала клеточные стенки водорослей, увеличив выход масла с 4,8% до 25,9% [11].

Целью исследования является получение и исследование обогащенного ягодами растительного масла методом ультразвуковой экстракции.

Объектами исследований являются подсолнечное масло холодного отжима, ягоды шиповника и клюквы.

Повышение ценности некачественных пищевых продуктов важно для пищевой промышленности. Это делается путем добавления ингредиентов, таких как каротиноиды, которые извлекаются инновационным применением прямой экстракции путем мацерации ягод в пищевом масле без растворителя и исключения операций по испарению и экстракции. С помощью ультразвука полное извлечение теперь может быть завершено за считанные минуты с высокой воспроизводимостью, снижая расход растворителя, упрощая манипуляции и обработку, обеспечивая более высокую чистоту конечного продукта.

**Материалы и методы**. Для исследований в качестве базового растительного масла выбрали нерафинированное подсолнечное холодного отжима, полученное из семян подсолнечника свежего урожая на шнековом маслопрессе марки 6YL-150, а также сушеные ягоды шиповника и клюквы. Данные продукты были произведены в ТОО «НПП «Nutritech.

Определение жирнокислотного состава исходного подсолнечного масла проводилось в РГП «центр санитарно-эпидемиологической экспертизы» Медицинского центра Управления делами Президента РК» по ГОСТ 31663-2012 «Масла растительные и жиры животные. Определение проводилось методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот».

Содержание токсичных элементов (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, медь, железо), микотоксины (афлатоксин В1), пестициды (ГХЦГ (α, β, γ-изомеры), ДДТ и его метаболиты), радионуклиды (цезий-137, стронций-90) определяли по соответствующему нормативному документу в Карагандинском филиале АО «Национальный центр экспертизы и сертификации».

Были проведены анализы физико-химических показателей: цветное число-по ГОСТ 5477-2015 на колориметре, массовая доля влаги и летучих веществ-методом высушивания по ГОСТ 11812-66, кислотное и перекисное число – методом титрования по ГОСТ 31933-2012 и ISO 3960-2013 соответственно, Массовая доля нежировых примесей и отстоя - по ГОСТ 5481-2014, показатель преломления-рефрактометрическим методом по ГОСТ ISO 6320-2012, исходя из показателя преломления высчитали йодное число.

Для экстракции и гомогенизации обогащенного масла использовали ультразвуковой экстрактор-гомогенизатор фирмы «BIOBASE» объемом емкости 5 л.

а) б)

**Рис. 1 - Оборудования**

*а – шнековый маслопресс 6YL-150; б - ультразвуковой экстрактор-гомогенизатор*

Для исследований мы выбрали нерафинированное подсолнечное масло, полученное методом холодного отжима и сушеные плоды шиповника и клюквы для обогащения масла микронутриентами и продления срока хранения. Ягоды добавляли в подсолнечное масло по 5, 10 и 15% в реакторе ультразвуковой экстракции и гомогенизации.

Были получены растительные масла, обогащенные ценными биологически активными веществами:

- нерафинированное подсолнечное масло с шиповником;

- нерафинированное подсолнечное масло с клюквой.

**Результаты и обсуждение**. Главным показателем растительных масел является их жирнокислотный состав. Результаты определения насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот подсолнечного масла приведены в таблице 1.

**Таблица 1 - Жирнокислотный состав подсолнечного масла холодного отжима, %**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование жирных кислот** | **Норма по НД** | **Фактическое значение** |
| *Насыщенные жирные кислоты (НЖК)* | | |
| C 14:0 Миристиновая | до 0,2 | - |
| С15:0 Пентадециловая кислота | - | 0,207 |
| С 16:0 Пальмитиновая | 5,6-7,6 | 5,608 |
| С 17:0 Маргариновая | - | - |
| С 18:0 Стеариновая | 2,7-6,5 | 4,49 |
| С 20:0 Арахиновая | до 0,5 | 0,227 |
| С 22:0 Бегеновая | 0,3-1,5 | 0,25 |
| С 24:0 Лигноцериновая | до 0,5 | 0,32 |
| *Мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК)* | | |
| С16:1 Пальмитолеиновая | до 0,3 | 0,05 |
| С 17:1 (cis-10) Гептадеценовая | - | - |
| С 18:1 (trans-9) Элаидиновая | 14,0-39,4 | 17,60 |
| С 18:1 (cis-9) Олеиновая | 3,95 |
| С 20:1 Гадолеиновая | - | 0,22 |
| *Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК)* | | |
| С 18:2n61 Линолеидиновая | 48,3-77,0 | 65,61 |
| С 18:2n6с Линолевая | 0,08 |
| С 18:3n3 α-Линоленовая | 0,1 | 0,03 |
| С 18:3n6 γ-Линоленовая | - |

Из данных, приведенных в таблице 1 видно, что в пробе подсолнечного масла содержится в сумме насыщенных жирных кислот 11,1%, мононенасыщенных жирных кислот 21,8%, в том числе олеиновой кислоты 3,95%, полиненасыщенных жирных кислот 65,72%, где содержание линолевой кислоты составляет 65,69%. Эти показатели подтверждают то, что подсолнечное масло является источником олеиновой кислоты (ω-9) и линолевой кислоты (ω-6), которые способствуют снижению уровня холестерина и уменьшению риска сердечных заболеваний.

В работе [12] приведены результаты определения жирнокислотного состава подсолнечного масла с высоким содержанием олеиновой кислоты (52,21%). В южных регионах во время созревания подсолнечника происходит наибольшее накопление линолевой кислоты, в северных регионах – олеиновой кислоты.

Подсолнечное масло содержит высокую концентрацию токоферолов (648,9 ppm), которые являются важнейшими антиоксидантами.

Полиненасыщенные жирные кислоты, особенно в составе фосфолипидов, подвержены быстрому окислению из-за слабых CH-связей в аллильных и бисаллильных позициях. Хотя рафинация снижает содержание фосфолипидов и повышает окислительную стабильность масел, это сопровождается потерей их биологической ценности, включая фитостерины и другие полезные компоненты [13,14].

Одной из эффективных стратегий замедления окисления липидов в пищевых продуктах является применение природных антиоксидантов. Наибольший интерес представляют липофильные экстракты из ягодных растительных порошков, содержащие широкий спектр биологически активных соединений [15-17].

После ультразвуковой обработки масла обладали приятным вкусом, запахом и цветом. Органолептические показатели представлены в таблице 2.

**Таблица 2 - Органолептические характеристики обогащенных растительных масел**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Показатели** | **Подсолнечное масло** | |
| **с шиповником** | **с клюквой** |
| Цвет | Желтый с зеленоватым оттенком | |
| Вкус и запах | Свойственный подсолнечному маслу с запахом и привкусом шиповника | Свойственный подсолнечному маслу с запахом и привкусом клюквы |
| Прозрачность | Прозрачный без осадка | Прозрачный без осадка |

Добавление шиповника и клюквы в подсолнечное масло придает темный оттенок, что подтверждает переход фитонутриентов в масло.

Обогатив подсолнечное масло методом ультразвуковой экстракции, мы получили ароматные, вкусные, суперполезные для здоровья человека продукты. Всего лишь одна ложка обогащенного растительного масла, добавленная в кашу, смузи, молочные продукты, салаты, гарниры, соки, бальзамы, соусы, к мясу, рыбе и даже выпечке, придаст блюду свежий аромат, сделает его вкус насыщеннее и пикантнее.

Важными характеристиками являются показатели пищевой безопасности полученных продуктов (Таблица 3).

**Таблица 3-Показатели безопасности нерафинированного подсолнечного масла**

**холодного отжима, обогащенного клюквой и шиповником**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование показателей, единицы измерений** | **НД на методы испытаний** | **Норма по НД** | **Подсолнечное масло с клюквой** | **Подсолнечное масло с шиповником** |
| *Токсичные элементы, мг/кг, не более* | | | | |
| Свинец | ГОСТ 33824-2016 | 0,1 | менее 0,02 | менее 0,02 |
| Мышьяк | ГОСТ 26930-86 | 0,1 | менее 0,025 | менее 0,025 |
| Кадмий | ГОСТ 33824-2016 | 0,05 | менее 0,003 | менее 0,003 |
| Ртуть | ГОСТ 26927-86 | 0,03 | менее 0,005 | менее 0,005 |
| Медь | ГОСТ 33824-2016 | 0,4 | менее 0,03 | менее 0,03 |
| Железо | ГОСТ 26928-86 | 5,0 | менее 0,05 | менее 0,05 |
| *Микотоксины, мге/кг, не более* | | | | |
| Афлатоксин В1 | ГОСТ 30711-2001 | 0,005 | менее 0,003 | менее 0,003 |
| *Пестициды, мг/кг, не более* | | | | |
| ГХЦГ (α, β, γ-изомеры) | СТ РК 2011-2010 | 0,2 | менее 0,005 | менее 0,005 |
| ДДТ и его метаболиты | СТ РК 2011-2010 | 0,2 | менее 0,005 | менее 0,005 |
| *Радионуклиды, Бк/кг, не более* | | | | |
| Цезий-137 | ГОСТ 32161-2013 | 40 | 1,236 | 1,287 |
| Стронций-90 | ГОСТ 32161-2013 | 80 | 1,152 | 1,206 |

Из таблицы 3 следует, что содержание токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов, радионуклидов отвечают требованиям ТР ТС на масложировую продукцию 024/2011.

**Таблица 4-Физико-химические показатели нерафинированного подсолнечного масла**

**холодного отжима, обогащенного клюквой и шиповником**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование показателей, единицы измерений** | **НД на методы испытаний** | **Норма по НД** | **Подсолнечное масло с клюквой** | **Подсолнечное масло с шиповником** |
| Цветное число, мг йода, не более | ГОСТ 5477-2015 | 25 | 38 | 42 |
| Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более | ГОСТ 11812-66 | 0,20 | 0,15 | 0,12 |
| Кислотное число,  мг КОН/г, не более | ГОСТ 31933-2012 | 4,0 | 1,6 | 1,9 |
| Массовая доля нежировых примесей и отстоя, %, не более | ГОСТ 5481-2014 | 0,10 | 0,03 | 0,04 |
| Перекисное число, мэкв активного кислорода/кг, не более | ГОСТ ISO  3960-2013 | 10,0 | 3,3 | 3,4 |
| Показатель преломления | ГОСТ ISO  6320-2012 | 1,4740-1,4780 | 1,4746 | 1,4746 |
| Йодное число, г J2/100 | ГОСТ ISO  3961-2020 | 119-145 | 131 | 130 |

Как видно из данных таблицы 4, физико-химические показатели исследуемых растительных масел соответствуют нерафинированному подсолнечному маслу первого сорта и соответствует требованиям ГОСТ 1129-2013.

Обогащенные микронутриентами ягод растительные масла доказали свою эффективность в сохранении высокой концентрации каротиноидов в оптимальных условиях без каких-либо потерь или деградации каротиноидов или изменений в профилях жирных кислот масла.

Разработанная ягодная комбинация подсолнечного масла может быть использована при создании биологически активных добавок на основе растительных масел.

Окисление липидов в пищевых продуктах-это сложный процесс, зависящий от множества факторов, включая химический состав, условия хранения и наличие антиоксидантов. Оно не только ухудшает органолептические свойства и пищевую ценность продуктов, но также представляет серьёзную токсикологическую опасность, способствуя развитию хронических заболеваний [18]. Ягоды оказывают стабилизирующее действие на подсолнечное масло. Токоферолы и токотриенолы-мощные липофильные антиоксиданты, способные усиливать действие каротиноидов в защите ненасыщенных жирных кислот от окисления [19]. Хотя ягоды шиповника и клюквы содержат токоферолы, их вклад в липофильные экстракты незначителен по сравнению с подсолнечным маслом, богатым α-токоферолом, поэтому улучшенная стабильность экстрактов обусловлена каротиноидами.

Полярные антиоксиданты ягод, такие как фенолы и аскорбиновая кислота, в масло не переходят. Каротиноиды проявляют высокую антиоксидантную активность благодаря делокализованной электронной системе, позволяющей стабилизировать реактивные радикалы и карбокатионы. Их способность нейтрализовать синглетный кислород и свободные радикалы зависит главным образом от числа сопряжённых двойных связей и, в меньшей степени, от структуры концевых групп и заместителей [20]. Динамика окисления подсолнечного масла зависит от состава жирных кислот, а также активности антиоксидантов и прооксидантов. Авто окисление начинается с фосфолипидов, содержащих ненасыщенные жирные кислоты, и продолжается до тех пор, пока антиоксидант не прерывает цепную реакцию, но его защитное действие ограничено, так как он постепенно расходуется.

Изменение физико-химических показателей обогащенного ягодами подсолнечного масла в процессе хранения 12 месяцев представлены в таблице 5.

**Таблица 5 - Изменение физико-химических показателей подсолнечного масла**

**в процессе хранения**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показатель** | **Период хранения** | | | |
| **1-3 месяца** | **4-6 месяцев** | **7-9 месяцев** | **10-12 месяцев** |
| Кислотное число,  мг КОН/г | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,2 |
| Перекисное число, мэкв активного кислорода/кг | 3,3 | 3,8 | 4,6 | 5,1 |

Кислотное число указывает на степень окислительной и гидролитической деградации масла под действием тепла. В процессе хранения обогащенного подсолнечного масла значение кислотного числа увеличивалось в пределах 1,6-2,2 мг КОН/г, что свидетельствует о накоплении свободных жирных кислот без превышения установленных нормативами пределов (макс. 4,0 мг КОН/г масла).

Перекисное число определяет степень стабильности масла. В процессе хранения перекисное число обогащенного подсолнечного масла увеличивалась в диапазоне от 3,3 до 5,1 без превышения установленных нормативами пределов (макс. 10,0 мэкв активного кислорода/кг). Срок хранения для нерафинированного подсолнечного масла по ГОСТу 1129-2013 составляет 4-6 месяцев. Анализ изменений физико-химических свойств обогащенного микронутриентами ягод подсолнечного масла при хранении в течение 12 месяцев при температуре 4 °C и отсутствии света показал, что в этих условиях каротиноиды шиповника и клюквы положительно влияли на окислительную стабильность полученного масла.

Cкорость окисления растительных масел существенно зависит от температуры и наличия кислорода: при низкой температуре и ограниченном доступе кислорода окисление замедляется, что повышает стабильность масла.

Срок хранения нерафинированных обогащенных растительных масел-300 дней. Хранить в защищенном, сухом месте, вдали от попадания прямых солнечных лучей. После вскрытия упаковки хранить плотно закрытым в холодильнике при Т=+4+6°С и использовать не более 12 месяцев.

**Выводы.** В ходе проведённого исследования были получены образцы подсолнечных масел, обогащённых биологически активными веществами ягод шиповника и клюквы с использованием метода ультразвуковой экстракции. Установлено, что применение ультразвукового воздействия способствует более эффективному высвобождению ценных компонентов из растительного сырья в масляную фазу, что подтверждается улучшенными органолептическими и функционально-технологическими характеристиками, а также показателями безопасности по сравнению с исходным подсолнечным маслом. Полученные результаты подтверждают перспективность использования ультразвуковой экстракции для создания новых функциональных масложировых продуктов с повышенной биологической ценностью.

***Финансирование****. Данные продукты получены в* *ТОО «НПП «Nutritech» в рамках реализации грантового финансирования коммерциализации РННТД, финансируемого за счет денежных средств ГУ «Комитет науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан»*

**Литература**

1. Калорийность. Шиповник. Химический состав и пищевая ценность. URL: <https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/443.php>. -Дата обращения: 02.09.2025.

2. Barros L., Carvalho A.M., Ferreira I. Exotic fruits as a source of important phytochemicals: Improving the traditional use of Rosa canina fruits in Portuga//Food Res. Int.-2011.-Vol.44(7).-P.2233-2236. DOI 10.1016/j.foodres.2010.10.005.

3. Kallio H., Yang B., Peippo P. Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols, and tocotrienols in sea buckthorn (Hippophae rhamnoides) berries// J. Agric. Food Chem. -2002.- Vol.50(21).- P. 6136-6142. DOI 10.1021/jf020421v.

4. Negrean O. R. et al. Recent advances and insights into the bioactive properties and applications of Rosa canina L. and its by-products // Heliyon.- 2024.- Vol.10.(9):e30816

DOI 10.1016/j.heliyon.2024.e30816.

5. Калорийность. Клюква сушеная. Химический состав и пищевая ценность. URL:<https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/442.php>.- Дата обращения: 02.09.2025.

6. Ghendov-Mosanu A. et al. Stabilization of sunflower oil with biologically active compounds from berries //Molecules.- 2023.-Vol. 28(8). - P. 3596. DOI 10.3390/molecules28083596.

7. Kumar K., Srivastav S., Sharanagat V. S. Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: A review//Ultrasonics sonochemistry.-2021.- Vol.70: 105325. DOI 10.1016/j.ultsonch.2020.105325.

8. Chemat F. et al. Enrichment of edible oil with sea buckthorn by‐products using ultrasound‐assisted extraction //European Journal of Lipid Science and Technology.- 2012.-Vol.114(4).-P. 453- 460. DOI 10.1002/ejlt.201100349.

9. Surmanidze N. et al. Optimization of the method of ultrasonic extraction of lycopene with a green extract from the fruit of Elaeagnus umbellata, common in Western Georgia //Food Science & Nutrition.-2024.-Vol.12.(5). -P. 3593-3601. DOI 10.1002/fsn3.4030.

10. Pereira Oliveira C. N. et al. Nanoemulsions based on sunflower and rosehip oils: the impact of natural and synthetic stabilizers on skin penetration and an ex vivo wound healing model //Pharmaceutics.- 2023.-Vol. 15 (3):999. DOI 10.3390/pharmaceutics15030999

11. Cravotto G. et al. Improved extraction of vegetable oils under high-intensity ultrasound and/or microwaves//Ultrasonics sonochemistry.- 2008.-Vol.15(5).- P.898-902.

DOI 10.1016/j.ultsonch.2007.10.009.

12. Satayeva Z. I. Organic product with balanced composition of ω-6 and ω-3 fatty acids// //Science Bulletin of the S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University. -2020.-Vol.3(106).-P.253-260. DOI 10.47100/herald.v.1i3.94.

13. Lamas D.L., Crapiste G.H., Constenla D.T. Changes in quality and composition of sunflower oil during enzymatic degumming process//-LWT-Food Sci. Technol. 2014.-Vol.58(1).-P.71-76. DOI 10.1016/j.lwt.2014.02.024.

14. Reis A., Spickett C.M. Chemistry of phospholipid oxidation.//Biochim. Biophys. Acta Biomembr.-2012.-Vol.1818(10).-P.2374-2387. DOI 10.1016/j.bbamem.2012.02.002.

15. Popovici V., Radu O., Hubenia V., Kovaliov E., Capcanari T., Popovici C. Physico-Chemical and Sensory Properties of Functional Confectionery Products with Rosa canina Powder. Ukr. Food J.-2019.-Vol.8.- P.815-827. DOI 10.24263/2304-974X-2019-8-4-12.

16. Ghendov-Moşanu A., Sturza R., Opriş O., Lung I., Popescu L., Popovici V., Soran M.-L., Patraş A. Effect of Lipophilic Sea Buckthorn Extract on Cream Cheese Properties. J. Food Sci. Technol.-2020.-Vol.57.- P.628-637. DOI 10.1007/s13197-019-04094-w.

17. Cristea E., Ghendov-Mosanu A., Patras A., Socaciu C., Pintea A., Tudor C., Sturza R. The Influence of Temperature, Storage Conditions, PH, and Ionic Strength on the Antioxidant Activity and Color Parameters of Rowan Berry Extracts//Molecules.-2021.-Vol.26(13):3786. DOI 10.3390/molecules26133786.

18. Anguelova T., Warthesen J. Degradation of Lycopene, β-Carotene, and α-Carotene during Lipid//Peroxidation.J.FoodSci.-2000.-Vol.65.- P.71-75. DOI 10.1111/j.1365-2621.2000.tb15958.x.

19. Barouh N., Bourlieu-Lacanal C., Figueroa-Espinoza M.C., Durand E., Villeneuve P. Tocopherols as antioxidants in lipid-based systems: The combination of chemical and physicochemical interactions determines their efficiency.-2022.- Vol.21(1).- P.1-47. DOI 10.1111/1541-4337.12867.

20. Sturza R., Druţă R., Covaci E., Duca G., Subotin I. Mechanisms of sunflower oil transforming into forced thermal oxidation processes.//Eng.Sci.-2020.-Vol.47.- P.239 - 251.

DOI 10.5281/zenodo.3949716.

**References**

1. Kalorijnost'. Shipovnik. Himicheskij sostav i pishhevaja cennost'. URL: https://health-diet.ru/base\_of\_food/sostav/443.php. - Data obrashhenija: 02.09.2025. [in Russian]

2. Barros L., Carvalho A.M., Ferreira I. Exotic fruits as a source of important phytochemicals: Improving the traditional use of Rosa canina fruits in Portuga//Food Res. Int.-2011.-Vol.44(7).-P.2233-2236. DOI 10.1016/j.foodres.2010.10.005.

3. Kallio H., Yang B., Peippo P. Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols, and tocotrienols in sea buckthorn (Hippophae rhamnoides) berries// J. Agric. Food Chem. -2002.- Vol.50(21).- P. 6136-6142. DOI 10.1021/jf020421v.

4. Negrean O. R. et al. Recent advances and insights into the bioactive properties and applications of Rosa canina L. and its by-products // Heliyon.- 2024.- Vol.10.(9):e30816

DOI 10.1016/j.heliyon.2024.e30816.

5. Kalorijnost'. Kljukva sushenaja. Himicheskij sostav i pishhevaja cennost'. URL:https://health-diet.ru/base\_of\_food/sostav/442.php.- Data obrashhenija: 02.09.2025. [in Russian]

6. Ghendov-Mosanu A. et al. Stabilization of sunflower oil with biologically active compounds from berries //Molecules.- 2023.-Vol. 28(8). - P. 3596. DOI 10.3390/molecules28083596.

7. Kumar K., Srivastav S., Sharanagat V. S. Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: A review//Ultrasonics sonochemistry.-2021.- Vol.70: 105325. DOI 10.1016/j.ultsonch.2020.105325.

8. Chemat F. et al. Enrichment of edible oil with sea buckthorn by‐products using ultrasound‐assisted extraction //European Journal of Lipid Science and Technology.- 2012.-Vol.114(4).-P. 453- 460. DOI 10.1002/ejlt.201100349.

9. Surmanidze N. et al. Optimization of the method of ultrasonic extraction of lycopene with a green extract from the fruit of Elaeagnus umbellata, common in Western Georgia //Food Science & Nutrition.-2024.-Vol.12.(5). -P. 3593-3601. DOI 10.1002/fsn3.4030.

10. Pereira Oliveira C. N. et al. Nanoemulsions based on sunflower and rosehip oils: the impact of natural and synthetic stabilizers on skin penetration and an ex vivo wound healing model //Pharmaceutics.- 2023.-Vol. 15 (3):999. DOI 10.3390/pharmaceutics15030999

11. Cravotto G. et al. Improved extraction of vegetable oils under high-intensity ultrasound and/or microwaves//Ultrasonics sonochemistry.- 2008.-Vol.15(5).- P.898-902.

DOI 10.1016/j.ultsonch.2007.10.009.

12. Satayeva Z. I. Organic product with balanced composition of ω-6 and ω-3 fatty acids// //Science Bulletin of the S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University. -2020.-Vol.3(106).-P.253-260. DOI 10.47100/herald.v.1i3.94.

13. Lamas D.L., Crapiste G.H., Constenla D.T. Changes in quality and composition of sunflower oil during enzymatic degumming process//-LWT-Food Sci. Technol. 2014.-Vol.58(1).-P.71-76. DOI 10.1016/j.lwt.2014.02.024.

14. Reis A., Spickett C.M. Chemistry of phospholipid oxidation.//Biochim. Biophys. Acta Biomembr.-2012.-Vol.1818(10).-P.2374-2387. DOI 10.1016/j.bbamem.2012.02.002.

15. Popovici V., Radu O., Hubenia V., Kovaliov E., Capcanari T., Popovici C. Physico-Chemical and Sensory Properties of Functional Confectionery Products with Rosa canina Powder. Ukr. Food J.-2019.-Vol.8.- P.815-827. DOI 10.24263/2304-974X-2019-8-4-12.

16. Ghendov-Moşanu A., Sturza R., Opriş O., Lung I., Popescu L., Popovici V., Soran M.-L., Patraş A. Effect of Lipophilic Sea Buckthorn Extract on Cream Cheese Properties. J. Food Sci. Technol.-2020.-Vol.57.- P.628-637. DOI 10.1007/s13197-019-04094-w.

17. Cristea E., Ghendov-Mosanu A., Patras A., Socaciu C., Pintea A., Tudor C., Sturza R. The Influence of Temperature, Storage Conditions, PH, and Ionic Strength on the Antioxidant Activity and Color Parameters of Rowan Berry Extracts//Molecules.-2021.- Vol.26(13):3786. DOI 10.3390/molecules26133786.

18. Anguelova T., Warthesen J. Degradation of Lycopene, β-Carotene, and α-Carotene during Lipid//Peroxidation.J.FoodSci.-2000.-Vol.65.- P.71-75.DOI 10.1111/j.1365-2621.2000.tb15958.x.

19. Barouh N., Bourlieu-Lacanal C., Figueroa-Espinoza M.C., Durand E., Villeneuve P. Tocopherols as antioxidants in lipid-based systems: The combination of chemical and physicochemical interactions determines their efficiency.-2022.-Vol.21(1).- P.1-47. DOI 10.1111/1541-4337.12867.

20. Sturza R., Druţă R., Covaci E., Duca G., Subotin I. Mechanisms of sunflower oil transforming into forced thermal oxidation processes.//Eng.Sci.-2020.-Vol.47.- P.239 - 251.

DOI 10.5281/zenodo.3949716.

***Сведения об авторах***

Сатаева Ж.И.- PhD, директор ТОО «НПП «Nutritech», Астана, Казахстан, e-mail:[julduz.kaynar@mail.ru](mailto:julduz.kaynar@mail.ru);

Кундызбаева Н.Д.- к.т.н., научный консультант ТОО «НПП «Nutritech», Астана, Казахстан,

e- mail:[kundyzbaeva@mail.ru](mailto:kundyzbaeva@mail.ru);

Смагулова М.Е.- к.х.н., химик ТОО «НПП «Nutritech», Астана, Казахстан, e-mail:[mirgul.smagulova@bk.ru](mailto:mirgul.smagulova@bk.ru).

***Information about the authors***

Satayeva Zh.I.- PhD, Director of NPP Nutritech LLP, Astana, Kazakhstan, e-mail:julduz.kaynar@mail.ru;

Kundyzbayeva N.D.- Ph.D., scientific consultant of NPP Nutritech LLP, Astana, Kazakhstan,

e-mail:kundyzbaeva@mail.ru;

Smagulova M.E.- Ph.D., chemist of NPP Nutritech LLP, Astana, Kazakhstan, e-mail:mirgul.smagulova@bk.ru.

МРНТИ 65.09.01

**APPLICATION OF MOLECULAR HYDROGEN IN FOOD PRODUCTION AND PRESERVATION: CURRENT TRENDS AND FUTURE PROSPECTS (REVIEW)**

**A.A.Melissova**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0009-0002-8215-2595.)**, A.D.Daiyrbekova** [D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0009-0004-8622-0609)**, M.Zh.Nurbekova**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0009-0003-9237-2644)**, A.R.Okassov**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0009-0009-4591-7318)**,**

**B.T.Bolkenov** [D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0002-5356-7874)**, K.S.Bekbayev** [D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0001-9591-0370)**🖂**

*Shakarim University, Semey, Kazakhstan*

**🖂**Corresponding-authors: [k\_bekbaev@mail.ru](mailto:k_bekbaev@mail.ru)

The modern food industry faces many challenges, including accelerated processes of oxidative degradation of lipids and proteins, active reproduction of pathogenic microflora, limited shelf life and accumulation of toxic compounds, which necessitates the introduction of innovative and environmentally friendly technologies to ensure the quality and safety of products. In this context, molecular hydrogen (H₂) is considered a promising functional agent due to its high diffusion capacity and selective antioxidant activity, which allows it to effectively neutralize the most reactive radicals without interfering with natural biochemical processes. Studies show that the use of H₂ in the meat and dairy industries helps to slow down peroxidation processes, preserve nutritional value and organoleptic characteristics, reduce the formation of biogenic amines and inhibit the development of microbial flora, and its role in storage and freezing technologies is expressed in stabilizing tissue structures, preventing darkening of vegetables and fruits and reducing vitamin losses. The use of hydrogen in modified gas environments and biopolymer coatings opens up new opportunities for extending shelf life and increasing microbiological safety, while integration into plant-based raw material processing and beverage production processes helps preserve antioxidant potential, optimize fermentation, and reduce the formation of undesirable by-products. The totality of the data obtained confirms that molecular hydrogen is an environmentally friendly and effective tool for the sustainable development of food technologies.

**Keywords:** molecularhydrogen, food preservation, antioxidant activity, antimicrobial properties, biogenic amines, meat and dairy products, hydrogen-rich water (HRW), food safety.

**ТАМАҚ ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУДЕ ЖӘНЕ САҚТАУДА МОЛЕКУЛАЛЫҚ СУТЕКТІ ҚОЛДАНУ: ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ҮРДІСТЕР МЕН ПЕРСПЕКТИВАЛАР (ШОЛУ)**

**А.А.Мелісова, А.Д.Дайырбекова, М.Ж.Нұрбекова, А.Р.Окасов, Б.Т.Болкенов, Қ.С.Бекбаев🖂**

*Шәкәрім университеті, Семей, Қазақстан,*

e-mail: [k\_bekbaev@mail.ru](mailto:k_bekbaev@mail.ru)

Қазіргі заманғы тамақ өнеркәсібі липидтер мен ақуыздардың тотығу тозуының жеделдетілген процестерін, патогенді микрофлораның белсенді көбеюін, сақтау мерзімінің шектелуін және уытты қосылыстардың жинақталуын қоса алғанда, көптеген сын-қатерлерге тап болады, бұл өнімнің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін инновациялық және экологиялық таза технологияларды енгізу қажеттілігін негіздейді. Бұл контексте молекулалық сутек (H₂) өзінің жоғары диффузиялық қабілеті мен селективті антиоксиданттық белсенділігінің арқасында перспективалы функционалдық агент болып саналады, бұл оған табиғи биохимиялық процестерге араласпай, ең реакцияға қабілетті радикалдарды тиімді бейтараптандыруға мүмкіндік береді. Зерттеулер H₂ ет және сүт өнеркәсібінде пайдалану тотығу процестерін баяулатуға, қоректік құндылығы мен органолептикалық сипаттамаларын сақтауға, биогендік аминдердің пайда болуын азайтуға және микробтық флораның дамуын тежеуге көмектесетінін және оның сақтау және мұздату технологияларындағы рөлі тіндердің құрылымын тұрақтандырудан, көкөністер мен жемістердің қараңғылануын болдырмаудан және ысырапты азайтудан көрінеді дәрумендер. Түрлендірілген газ ортасы мен биополимерлік жабындарда сутекті пайдалану жарамдылық мерзімін ұзарту және микробиологиялық қауіпсіздікті арттыру үшін жаңа мүмкіндіктер ашады, ал өсімдік шикізатын қайта өңдеу және сусындарды өндіру процестеріне интеграциялау антиоксиданттық әлеуетті сақтауға, ферменттеуді оңтайландыруға және жағымсыз жанама өнімдердің пайда болуын азайтуға көмектеседі. Алынған деректердің жиынтығы молекулярлық сутегі тамақ технологияларын тұрақты дамытудың экологиялық таза және тиімді құралы болып табылатынын растайды.

**Түйін сөздер:** молекулалық сутек, тамақ өнімдерін консервациялау, антиоксиданттық белсенділік, микробқа қарсы қасиеттер, биогендік аминдер, ет және сүт өнімдері, сутегіге байытылған су (HRW), тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі

**ПРИМЕНЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДОРОДА В ПРОИЗВОДСТВЕ И СОХРАНЕНИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ (ОБЗОР)**

**А.А.Мелісова, А.Д.Дайырбекова, М.Ж.Нурбекова, А.Р.Окасов, Б.Т.Болкенов, К.С.Бекбаев🖂**

*Шәкәрім Университет, Семей, Казахстан,*

e-mail: k\_bekbaev@mail.ru

Современная пищевая промышленность сталкивается со многими вызовами, включая ускоренные процессы окислительной деградации липидов и белков, активное размножение патогенной микрофлоры, ограниченный срок хранения и накопление токсичных соединений, что обуславливает необходимость внедрения инновационных и экологически чистых технологий для обеспечения качества и безопасности продукции. В этом контексте молекулярный водород (H₂) считается перспективным функциональным агентом благодаря своей высокой диффузионной способности и селективной антиоксидантной активности, что позволяет ему эффективно нейтрализовать наиболее реакционноспособные радикалы, не вмешиваясь в естественные биохимические процессы. Исследования показывают, что использование H₂ в мясной и молочной промышленности помогает замедлить процессы перекисного окисления, сохраняют питательную ценность и органолептические характеристики, уменьшают образование биогенных аминов и тормозят развитие микробной флоры, и его роль в технологиях хранения и замораживания выражается в стабилизации структур тканей, предотвращение потемнения овощей и фруктов и снижение потерь витаминов. Использование водорода в модифицированных газовых средах и биополимерных покрытиях открывает новые возможности для продления срока годности и повышения микробиологической безопасности, а интеграция в процессы переработки растительного сырья и производства напитков помогает сохранить антиоксидантный потенциал, оптимизировать ферментацию и уменьшить образование нежелательных побочных продуктов. Совокупность полученных данных подтверждает, что молекулярный водород является экологически чистым и эффективным инструментом устойчивого развития пищевых технологий.

**Ключевые слова:** молекулярный водород, консервация пищевых продуктов, антиоксидантная активность, антимикробные свойства, биогенные амины, мясные и молочные продукты, вода обогащенная водородом (HRW), безопасность пищевых продуктов.

**Introduction.** Modern food production faces many challenges that directly affect their quality and safety: accelerated oxidation of fats and proteins, growth of pathogenic microflora, reduction of shelf life and formation of toxic compounds. All this prompts the search for new, effective and environmentally friendly preservation methods. In this context, molecular hydrogen (H₂) is considered as an extremely promising tool that can extend shelf life, stabilize food matrices and improve food safety [1]. Research interest in the use of H2 in food technology is due to its physicochemical properties - small molecule size and high diffusion capacity, which ensures free penetration through cell membranes and uniform distribution in tissues, which allows hydrogen to interfere with the oxidation-reduction balance and prevent deterioration of the organoleptic and nutritional characteristics of food [2]. One of the key features of hydrogen application is its antioxidant activity. It is highly selective: it effectively neutralizes only the most reactive and toxic radicals, such as •OH (hydroxyl radical) and ONOO⁻ (peroxynitrite), without affecting normal cellular signaling and metabolic processes [3].

****

**Fig. 1 – Applications of Molecular Hydrogen in Food Production and Preservation**

In the meat industry, saturation of products with molecular hydrogen or the use of hydrogen-containing films helps reduce lipid and protein peroxidation, slow down the growth of microbial flora and increase product freshness. In the dairy and fat industry, H₂ helps preserve organoleptic properties and prevent rancidity, which is confirmed by studies using butter and margarines as an example [4].

Food packaging plays a vital role in food industry by maintaining product quality, extending shelf life and ensuring food safety. However, conventional food packaging systems are limited in their ability to inhibit bacterial growth, prevent oxidative spoilage, and preserve product freshness [5,6]. The use of H2 in packaging and storage technologies is also promising. The introduction of molecular hydrogen into modified gas environments and the development of hydrogen-containing biopolymer films enhance the barrier properties of packaging, reducing oxidation and microbial contamination, thereby increasing the shelf life and safety of products [7].

Another important area is the reduction of the formation of biogenic amines and carcinogenic compounds. For example, saturation of meat raw materials with hydrogen reduces the accumulation of histamine, tyramine and other biogenic amines - markers of microbiological spoilage and potential danger to humans. In addition, the use of hydrogen as a fuel when frying meat reduces the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons and volatile organic compounds, reducing the carcinogenic load [8].

The topic is actively developing at the international level: in Japan, South Korea and China, fundamental and applied research is being conducted on the implementation of hydrogen technologies in food production, while in Europe and the USA, attention is focused on the safety and technological integration of H₂ into existing lines [9]. Thus, the existing studies allow us to consider molecular hydrogen as a promising technological factor that simultaneously ensures an increase in shelf life, microbiological safety and preservation of the sensory properties of products. Generalization and in-depth analysis of the areas of application of H₂ in the food industry is an important task of modern science [10].

The objective of this review is to assess the existing and recent advances in the use of molecular hydrogen in food production and safety, provide a summary of the main research directions, and determine the feasibility of its practical implementation in the food production industry.

1. *Antioxidant properties of molecular hydrogen*

The problem of oxidative processes in food is fundamental: they are the ones that cause loss of freshness, formation of rancid taste, darkening of color, appearance of foreign odors and destruction of nutrients. The most vulnerable are fats and proteins, which undergo peroxidation, resulting in the formation of toxic by-products. These reactions not only reduce shelf life, but also directly affect the safety of finished products. Therefore, the search for new antioxidant solutions that could be both effective and safe remains one of the priority tasks of modern nutrition science [11].

Antioxidant properties of molecular hydrogen (H₂) are now considered one of the key factors determining the prospects of its use in the food industry. The key feature of molecular hydrogen is its selective antioxidant activity. Unlike vitamins (ascorbic acid, tocopherols) or synthetic antioxidants (butylhydroxyanisole, butylhydroxytoluene), which act non-specifically and can interfere with beneficial metabolic processes, H₂ reacts exclusively with the most aggressive radicals. These include the hydroxyl radical (•OH) and peroxynitrite (ONOO⁻) - highly reactive molecules that damage lipids, proteins, nucleic acids and initiate avalanche-like chain reactions of oxidation. At the same time, H₂ does not affect the superoxide anion or hydrogen peroxide, which perform important physiological functions, such as participation in cellular signaling. This selectivity distinguishes hydrogen favorably from all known antioxidants and makes it extremely attractive for applied use [12].

The use of H2 in food technology has demonstrated its effectiveness in a wide range of products. For example, in the meat industry, hydrogen treatment of raw materials reduced the level of malondialdehyde, a marker of lipid peroxidation, thereby preserving the taste and smell of products for longer. In the dairy industry, saturation of butter with hydrogen prevented rancidity, slowed down texture changes, and preserved the characteristic aroma. In studies with grain products, it was shown that treatment of rice with hydrogen nanobubble water improved storage, reduced the accumulation of volatile substances, and prevented the formation of unpleasant odors. In vegetables and fruits, the use of H2 allowed the preservation of bright color, reduced darkening, and preserved the content of vitamins C and E, which are usually quickly destroyed by oxygen [4].

The antioxidant properties of molecular hydrogen also have a pronounced sanitary and hygienic significance. Lipid oxidation products, such as aldehydes and ketones, can accumulate in the body and provoke the development of inflammatory processes and chronic diseases. For the food industry, this is not only a quality problem, but also an important safety issue: products with high concentrations of secondary oxidation products are potentially dangerous for consumers. The use of H₂ can significantly reduce the level of these compounds in finished products, minimizing health risks and increasing confidence in products on the market [7].

An important area of ​​research is the study of the stability of the antioxidant effect of H₂ in various matrices. It has been shown that in fat systems (oils, margarines), H₂ effectively prevents rancidity and preserves the texture of the product, and in protein systems (meat, dairy products), it inhibits the formation of carbon derivatives and increases resistance to microbiological spoilage. In beverages, especially functional ones (juices, energy and sports drinks), the use of hydrogen-rich water (HRW) has shown high efficiency in preserving the antioxidant potential and prolonging shelf life. These data expand the boundaries of hydrogen application and make it a universal tool for different segments of the food industry [8].

The complex of antioxidant properties of molecular hydrogen covers various levels of protection of food matrices: it prevents rancidity of lipid components, stabilizes the color and texture characteristics of protein structures and thereby maintains the organoleptic quality of products [13]. Considering H₂ as an innovative preservative, we can talk about its potential to partially replace or supplement existing antioxidant systems. In the future, this will contribute to the gradual rejection of excessive use of synthetic additives and the formation of "clean" and environmentally sustainable food production technologies.

2. *Antimicrobial action of molecular hydrogen*

Microbiological safety of food products remains one of the most pressing issues in the food industry, since it is the growth of pathogenic and opportunistic microflora that is the main reason for the reduction of shelf life, changes in organoleptic characteristics and the emergence of risks to human health [14]. The presence of microorganisms such as Salmonella spp., Listeria monocytogenes, Escherichia coli O157:H7 and Staphylococcus aureus leads to serious product losses and threatens the epidemiological situation. Traditional control methods are based on heat treatment, the addition of preservatives or the use of a modified gas environment, but their effectiveness is limited: heating destroys nutrients and vitamins, chemical additives reduce the environmental friendliness of the product and raise safety concerns, and gas mixtures do not always prevent the development of resistant forms of microorganisms. Against this background, molecular hydrogen (H₂) has emerged as a promising agent capable of providing an antimicrobial effect without negative consequences for food quality [15].

The antimicrobial effect of hydrogen is not associated with direct cell destruction, but with the regulation of the redox balance and a decrease in the level of oxidative stress in the environment. This leads to the suppression of the activity of membrane enzymes of microorganisms and the inhibition of cell division processes. Unlike antibiotics or traditional preservatives, H₂ does not disrupt beneficial microbiota and does not cause the formation of resistant strains, which makes its use safer and more environmentally friendly [16]. Experiments have shown that the use of hydrogen during the storage of meat products slows the growth of psychrotrophic bacteria and allows to extend their shelf life by several days. In addition, hydrogen reduces the formation of biogenic amines, such as histamine, tyramine and cadaverine, which are formed during the microbiological decomposition of proteins and can cause serious poisoning in humans [4].

Positive results have also been recorded in the dairy industry: saturation of dairy products with hydrogen inhibits the rapid development of acid-forming bacteria, which prevents premature fermentation and souring. When processing butter and margarines, hydrogen suppressed the growth of microorganisms and thereby slowed down the spoilage process, preserving the aroma and consistency of fatty products longer than the standard shelf life [8]. In seafood, treatment with hydrogen water reduced the rate of formation of amines and sulfur compounds, which are the result of protein degradation and determine the characteristic smell of spoilage. Similar effects were observed in the processing of vegetables and fruits, where hydrogen reduced the development of fungal microflora, helped to preserve the appearance of the fruit and prevented darkening of the surface [17].

An additional significance of the antimicrobial action of H2 is the reduction of the toxicological load of products. When hydrogen was used as a fuel in the heat treatment of meat, a reduction in the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons and volatile organic compounds with carcinogenic properties was recorded [9]. Thus, hydrogen not only inhibits the growth of microorganisms, but also reduces the formation of hazardous chemical compounds, which makes it especially valuable for comprehensive safety.

The totality of available data allows us to conclude that molecular hydrogen is an effective factor capable of significantly increasing the microbiological safety of food products. It simultaneously slows down the growth of pathogenic microflora, prevents the formation of toxic metabolites and helps preserve the freshness and quality of products. These properties make H₂ a promising tool for the development of new storage and processing technologies focused on sustainability, environmental friendliness and consumer health protection [10].

3*. Use of hydrogen in the meat and dairy industries*

The meat and dairy industries are traditionally considered the most vulnerable segments of the food industry, as their products are prone to rapid oxidation and microbiological spoilage. The high content of proteins, lipids and moisture creates a favorable environment for the development of pathogenic flora and also accelerates oxidation processes. This is why meat, sausages, milk and dairy products have a limited shelf life and require the use of preservation technologies. Traditional methods include heat treatment, pasteurization, vacuum packaging and the use of preservatives, but they do not always ensure the preservation of organoleptic properties and often lead to the destruction of valuable nutrients. Against this background, molecular hydrogen (H₂) is considered an innovative and environmentally friendly tool that can provide comprehensive protection against oxidative and microbiological changes without compromising product quality [4].

The use of H2 in the meat industry demonstrates a number of positive effects. One of the main ones is the suppression of lipid peroxidation, which is the cause of rancidity and the formation of an unpleasant odor. Studies have shown that saturating meat raw materials with hydrogen or storing it in an atmosphere containing H2 reduces the level of malondialdehyde, a marker of lipid peroxidation, and slows down the formation of secondary oxidation products. As a result, meat retains its fresh color, characteristic taste, and elastic texture longer. In addition, H2 treatment prevents the destruction of proteins and amino acids, which helps preserve the nutritional value of the product. It is especially important that the effect is achieved without changing the organoleptic profile and without the need to use synthetic antioxidants such as butylhydroxyanisole or butylhydroxytoluene, the use of which is restricted by law [8].

Of additional importance is the effect of H2 on the microbiological stability of meat products. Experiments have shown that treating chilled meat with a hydrogen environment slows the growth of psychrotrophic bacteria, which increases the shelf life by 2-3 days. In sausages, the introduction of hydrogen reduced the formation of biogenic amines - histamine, tyramine, and cadaverine - which are formed during the microbial decomposition of proteins. These compounds not only worsen organoleptic characteristics, but also pose a serious risk to human health, causing allergic reactions and food poisoning. Thus, hydrogen ensures both sensory and sanitary-hygienic stability of meat products [4].

No less impressive results have been obtained in the dairy industry. Butter and margarine are particularly susceptible to rancidity due to the high concentration of unsaturated fatty acids, which are easily oxidized. Saturation of such products with H₂ significantly slows down their spoilage, prevents the formation of an unpleasant odor and bitter taste, and also maintains a soft consistency. In milk, hydrogen reduces the activity of acid-forming bacteria, which prevents rapid souring and extends shelf life without the use of antibiotics or preservatives. Moreover, experiments have shown that hydrogen treatment prevents the destruction of vitamins A and E, which are usually lost as a result of oxidative processes, which increases the nutritional value of dairy products [9].

The possibility of using H2 in modified gas mixtures for food packaging attracts particular attention from researchers. The introduction of hydrogen into the gas composition together with carbon dioxide and nitrogen provides an additional level of protection against oxidative processes and microbial contamination. This approach allows for simultaneously extending the shelf life and preserving the organoleptic qualities of meat and dairy products. Moreover, the development of active packaging technologies using hydrogen-containing biopolymer films opens up new prospects: such materials not only create a barrier for oxygen and microorganisms but also act as an active preservative [10].

An interesting area is the use of hydrogen as a fuel in the thermal processing of meat products. It has been shown that the use of hydrogen for frying meat reduces the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and volatile organic compounds with carcinogenic properties. At the same time, the product retains its usual sensory characteristics, such as taste and aroma. This makes the technology especially valuable for meat processing plants seeking to improve product safety and reduce health risks for consumers [8].

Taken together, the results of numerous studies confirm that molecular hydrogen is an effective tool for extending shelf life and improving the quality of meat and dairy products. Its use allows for the simultaneous solution of problems of antioxidant protection, microbiological stability and toxicological safety. Unlike traditional methods, H₂ provides a comprehensive effect and is environmentally safe, which makes its implementation particularly relevant in the context of the global trend towards “clean label” and sustainable production technologies [9].

4.*Use of Hydrogen in Freezing and Storage Technologies*

Freezing and refrigerated storage are basic methods of preserving food products, but their effectiveness is limited by a number of serious problems [18]. At low temperatures, the oxidation of fats and proteins slows down, but does not stop completely, which leads to a gradual deterioration in organoleptic characteristics. Meat and fish darken, lose elasticity and aroma, dairy products acquire a rancid taste, vegetables and fruits lose color and freshness. An additional problem is the formation of ice crystals in tissues: when frozen, they damage cell membranes, disrupt water-holding capacity and worsen the texture of products after defrosting. These changes not only reduce consumer properties, but also increase the volume of food waste. Against this background, molecular hydrogen (H₂) is increasingly considered as an innovative factor that can improve storage efficiency and minimize damage that occurs during the freezing process [4].

The use of H₂ in storage technologies has demonstrated high efficiency in the meat and fish industries. Studies have shown that saturation of meat raw materials with hydrogen before freezing reduces the intensity of lipid peroxidation, which helps preserve the natural color and aroma of the meat. Similar results were obtained in the storage of seafood. Experiments with dried shrimp showed that the use of a modified atmosphere with H₂ effectively slows down quality deterioration during accelerated storage, extending shelf life without the use of synthetic preservatives. At the same time, the products retained their characteristic taste and texture, which is especially important for premium products aimed at export [19].

The effectiveness of hydrogen has also been confirmed in the storage of plant products. Fruits and vegetables are very sensitive to oxidative processes and enzymatic darkening, which is associated with the activity of polyphenol oxidase. When processing strawberries with a hydrogen-containing packaging atmosphere, it was possible to significantly slow down the loss of vitamins, prevent darkening, and preserve the fresh aroma of the berries throughout the entire storage period. Such results demonstrate the potential of H₂ as an environmentally friendly tool for the transportation and sale of perishable plant products [20].

Additional studies on fresh-cut fruits showed that hydrogen can protect products even under conditions of high tissue metabolism. Thus, when storing apples in an atmosphere with H₂, there was a slowdown in browning, an improvement in texture, and the preservation of antioxidant activity. Hydrogen not only extended the shelf life, but also preserved the functional properties of the product, making it more useful for consumers. These results are especially important for the fresh-cut sector, where the shelf life is usually limited to a few days [21].

The use of H₂ in the dairy industry has also yielded convincing results. In experiments with butter and margarine, it was shown that hydrogen saturation slows the rate of rancidity, reduces the accumulation of biogenic amines, and allows for an extension of shelf life to 30 days without changing sensory characteristics. The products retained a soft consistency and natural taste, making H₂ an effective tool for increasing the stability of fatty products. In fresh milk and fermented milk drinks, H₂ slowed the development of acid-forming bacteria, prevented premature souring, and increased stability during storage under refrigerated conditions [22].

Particular attention is paid to the combined use of H₂ with modern methods of active packaging. Hydrogen can be included in modified gas mixtures (MAP), together with nitrogen and carbon dioxide, providing multi-level protection: from oxidative processes, microbial contamination and enzymatic changes. Experiments have shown that MAP with H₂ allows preserving the freshness of vegetables, fruits and seafood much longer than traditional gas mixtures. In addition, the development of hydrogen-containing biopolymer films opens up new possibilities in the field of "smart packaging", where the material not only isolates the product from the external environment, but also actively maintains its quality during storage [23].

The body of evidence suggests that hydrogen could become a key factor in storage and freezing technologies. It reduces the rate of oxidation processes, stabilizes tissue structure, prolongs freshness and increases product safety. In the future, hydrogen storage technologies could play an important role in the sustainable development strategy of the food industry, reducing food losses and minimizing the use of chemical additives.

5. *Hydrogen and Packaging Technologies*

Modern food packaging technologies are rapidly evolving, moving from a simple barrier approach to the concept of active and “smart” packaging. Today, packaging materials must not only protect the product from oxygen, moisture, light and microorganisms, but also actively influence the preservation of its quality, nutritional and sensory characteristics. In this context, molecular hydrogen (H₂) is a promising tool that can be integrated into various packaging solutions due to its unique antioxidant and antimicrobial properties, as well as high diffusion capacity [23].

One of the most studied areas is modified atmosphere packaging (MAP), where hydrogen is used in combination with traditional gases – nitrogen and carbon dioxide. Adding H₂ to MAP can significantly extend the shelf life of perishable products. Studies on strawberries have shown that hydrogen reduces the activity of enzymes responsible for browning, slows down the loss of antioxidants and preserves the freshness, taste and aroma of berries [20]. Similar results were obtained for fresh-cut apples, where H₂ prevented oxidative browning, preserved vitamin C and improved the texture of the product throughout the entire storage period [21].

Promising data have also been obtained for seafood. Experiments with dried shrimp demonstrated that MAP with hydrogen reduced the rate of lipid oxidation and rancid odor formation, significantly increasing shelf life under accelerated testing conditions [19]. These results highlight the versatility of H₂, applicable not only to fruits and vegetables, but also to protein products with a high degree of susceptibility to oxidative spoilage.

Much attention is paid to the development of active biopolymer films enriched with molecular hydrogen. Such materials work as “smart packaging”: they create a physical barrier and simultaneously ensure product stabilization due to antioxidant and antimicrobial action. Biopolymer coatings with H₂ are especially in demand for meat and dairy products, where maximum slowdown of microbiological activity and reduction of the rate of oxidative processes are required. This approach opens up opportunities for abandoning synthetic preservatives and meets modern trends for “clean label” [19].

The use of micro- and nanobubble water enriched with hydrogen (HRW) deserves special attention. Nanobubbles have high stability and a large specific surface area, which ensures the gradual release of H₂ in the packaging environment. This allows for a long-term maintenance of the antioxidant and antimicrobial effect, reducing microbial contamination and preserving the nutritional value of products. Studies have shown that HRW slows down the loss of texture and nutrients in fruits and vegetables during storage [2]. Moreover, HRW can be used in combination with MAP and active coatings, creating a multi-level protection system.

Importantly, hydrogen packaging technologies combine efficiency and environmental friendliness. They reduce the use of synthetic additives, extend the shelf life of products, reduce food losses and increase consumer confidence in natural products. In addition, due to the flexibility of application, H₂ can be used for different product categories - from fresh fruits and vegetables to meat, dairy products and seafood. All this makes molecular hydrogen a powerful tool for the transition to sustainable and innovative storage technologies [10].

6. *Hydrogen in the processing of plant foods and beverages*

Processing of plant raw materials and beverages is one of the most dynamically developing sectors of the food industry. The key tasks here are the preservation of nutrients, aromatic compounds, color and texture of products, as well as ensuring their microbiological stability during long-term storage. In recent years, molecular hydrogen (H₂) has been actively considered as an innovative agent capable of significantly improving the quality of plant foods and beverages due to its antioxidant and antimicrobial action, as well as participation in metabolic stabilization [10].

One of the most significant areas is the use of H2 to stabilize juices, nectars, and functional beverages. Experiments have shown that enriching fruit juices with molecular hydrogen slows down the degradation of vitamin C and polyphenols, which are important biologically active components. At the same time, beverages retain their fresh taste and aroma longer, and their antioxidant potential remains high even after long-term storage [22]. Such results allow us to consider hydrogen as a promising alternative or supplement to traditional preservation methods.

Much attention is also paid to preserving the quality of freshly cut vegetables and greens. Hydrogen-rich water (HRW) treatment reduces the rate of darkening of leafy greens, cucumbers and tomatoes, reduces moisture loss and prevents the accumulation of toxic metabolites. At the same time, the cellular structure of tissues is preserved, which is directly related to the prolongation of freshness and an increase in the shelf life of products. In the conditions of the fresh-cut market, where visual appeal and nutritional value are critically important, such approaches have high practical potential [9].

Promising research is also being conducted in the field of storing grapes, berries and citrus fruits. Hydrogen exhibits the ability to slow down the processes of glycolysis and enzymatic darkening, reduce the activity of polyphenol oxidase and catalases, which has a positive effect on the preservation of color and aroma. In particular, when storing grapes, the use of HRW and modified media with H₂ made it possible to reduce weight loss and preserve antioxidant properties throughout the entire storage period [2].

An equally important area is winemaking and the production of fermented beverages. Hydrogen enrichment of wort or intermediate semi-finished products helps reduce oxidative reactions that often worsen the aromatic profile of wine and beer. It has also been shown that H₂ can modulate yeast activity, increase fermentation efficiency while reducing the accumulation of unwanted by-products [17]. These data open up new prospects for the use of H₂ in the high-value-added beverage industry.

The totality of available studies confirms that the use of molecular hydrogen in the processing of plant-based raw materials and beverages can become a breakthrough direction, combining the tasks of maintaining quality, increasing shelf life and forming functional value. In the long term, such technologies will reduce food losses, increase the competitiveness of products and bring to market new categories of beverages and plant-based products with improved characteristics [10].

**Conclusion.** Molecular hydrogen (H₂) has evolved in recent years from an object of fundamental medical research into a promising tool for the food industry. The unique properties of H₂, including selective antioxidant activity, the ability to reduce microbiological load and a positive effect on the preservation of organoleptic characteristics, make it a universal agent applicable in a wide range of food processing and storage segments.

The data reviewed show that hydrogen can be effectively used to extend the shelf life of meat, dairy and plant products, as well as to improve the stability of beverages. It demonstrates advantages in modified atmosphere packaging (MAP), in active biopolymer films and in technologies using hydrogen micro- and nanobubble water. Such approaches can significantly reduce the use of chemical preservatives, improve product quality and safety, and increase consumer confidence in clean label products.

Particular attention should be paid to the potential of hydrogen in the beverage and fresh-produce industries: the use of H₂ helps slow down browning, preserve texture, taste and antioxidant properties of products. In the long term, these technologies can make a significant contribution to reducing food losses and increasing the sustainability of the agro-industrial sector.

Despite the positive results, it should be noted that the field of application of molecular hydrogen in the food industry is at the stage of active development. For full implementation, large-scale research into the mechanisms of its action, standardization of technologies and assessment of economic feasibility are required. An important area will also be the development of a regulatory framework defining the permissible conditions and methods of using hydrogen in food technologies.

Molecular hydrogen is thus an innovative and environmentally friendly tool that can change the approach to ensuring the quality and safety of food products. Its implementation in the practice of processing, storage and packaging opens up new horizons for the creation of sustainable and functional solutions in the food industry of the future.

***Funding:*** *This research was funded by the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (grant No. BR24992914).*

**References**

1. Alwazeer D. et al. Molecular hydrogen: a sustainable strategy for agricultural and food production challenges // Frontiers in Food Science and Technology. - 2024. - Vol.4:1448148. DOI 10.3389/frfst.2024.1448148.

2. Cai C. et al. Molecular Hydrogen Improves Rice Storage Quality via Alleviating Lipid Deterioration and Maintaining Nutritional Values//Plants.-2022.-Vol.11(19):2588. DOI 10.3390/plants11192588.

3.Yıldız F., LeBaron T.W., Alwazeer D. A comprehensive review of molecular hydrogen as a novel nutrition therapy in relieving oxidative stress and diseases: Mechanisms and perspectives // Biochemistry and Biophysics Reports.- 2025.-Vol.41:101933. DOI 10.1016/j.bbrep.2025.101933.

4. Alwazeer D., Engin T. Moleküler Hidrojenin Gıda Teknolojilerinde Kullanımı // Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology.- 2022.- Vol.10(7).-P.1205-1213. DOI 10.24925/turjaf.v10i7.1205-1213.5100.

5. Zhang Z., Xu G., Hu S. A comprehensive review on the recent technological advancements in the processing, safety, and quality control of Ready-to-Eat meals // Processes.- 2025.-Vol.13(3): 901. DOI 10.3390/pr13030901.

6. Yan M.R., Hsieh S., Ricacho N. Innovative Food Packaging, Food Quality and Safety, and Consumer Perspectives // Processes.-2022.-Vol.10(4):747 DOI 10.3390/pr10040664.

7. Akbar U. et al. Hydrogen assisted technologies in food processing, preservation and safety: A comprehensive review // Food Control.- 2025.-Vol.178:111535. DOI 10.1016/j.foodcont.2025.111535.

8. Russell G., Nenov A., Hancock J.T. How hydrogen (H₂) can support food security: from farm to fork // Applied Sciences.- 2024. - Vol.14(7): 2877. DOI 10.3390/app14072877.

9. Hancock J.T., Russell G., Stratakos A.C. Molecular Hydrogen: The Postharvest Use in Fruits, Vegetables and the Floriculture Industry // Applied Sciences. - 2022. - Vol. 12(20):10448. DOI [10.3390/app122010448](https://doi.org/10.3390/app122010448?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26medium%3Darticle)

10. Alwazeer D. et al. Editorial:Recent knowledge on the applications of molecular hydrogen in plant physiology, crop production, and food processing // Frontiers in Food Science and Technology. - 2024. - Vol. 4: 1501046. DOI 10.3389/frfst.2024.1501046.

11. Ohsawa I. et al. Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals // Nature Medicine. - 2007. - Vol. 13.- P. 688-694. DOI 10.1038/nm1577.

12. Hirayama M. et al. Inhalation of hydrogen gas elevates urinary 8-hydroxy-2′-deoxyguanine in Parkinson’s disease // Medical Gas Research. - 2019.-Vol. 8(4).- P.152-158. DOI 10.4103/2045-9912.248264.

13. Akbar U. et al. Hydrogen assisted technologies in food processing, preservation and safety: A comprehensive review//Food Control.-2025.-Vol.178:111535. DOI 10.1016/j.foodcont.2025.111535.

14. Alegbeleye O. et al. Microbial spoilage of vegetables, fruits and cereals // Applied Food Research// - 2022. - Vol. 2(1): 100122. DOI 10.1016/j.afres.2022.100022.

15. Ohta S. Molecular hydrogen as a preventive and therapeutic medical gas: Initiation, development and potential of hydrogen medicine // Pharmacology and Therapeutics.- 2014. -Vol.144(1).- P.1-11. DOI 10.1016/j.pharmthera.2014.04.006.

16. Ichihara M. et al. Beneficial biological effects and the underlying mechanisms of molecular hydrogen: Comprehensive review of 321 original articles // Medical Gas Research. - 2015. - Vol.5(1): 12. DOI 10.1186/s13618-015-0035-1.

17. Alwazeer D. et al. Molecular hydrogen: a sustainable strategy for agricultural and food production challenges // Frontiers in Food Science and Technology.-2024.-Vol.4:1448148. DOI 10.3389/frfst.2024.1448148.

18. Lisboa H.M., Pasquali M.B., Dos Anjos A.I. Innovative and sustainable food preservation techniques: enhancing food quality, safety, and environmental sustainability // Sustainability. - 2024. – Vol. 16(18):8223. DOI 10.3390/su16188223.

19. Jiang K. et al. Hydrogen-based modified atmosphere packaging delays the deterioration of dried shrimp (Fenneropenaeus chinensis) during accelerated storage // Food Control.-2023.-Vol.152: 109897. DOI 10.1016/j.foodcont.2023.109897.

20. Lei T., Qian J., Yin C. Equilibrium modified atmosphere packaging on postharvest quality and antioxidant activity of strawberry // International Journal of Food Science & Technology. - 2022. - Vol. 57(11): 6981-6990. DOI 10.1111/ijfs.16052.

21. Jin S. et al. Fresh apple slice preservation driven by molecular hydrogen // Food Chemistry. - 2025. - Vol. 488: 144886. DOI 10.1016/j.foodchem.2025.144886.

22. Alwazeer D. et al. Hydrogen incorporation into butter improves its microbial and chemical stability, biogenic amine safety, quality attributes, and shelf-life // LWT. - 2024.- Vol. 206: 116550. DOI 10.1016/j.lwt.2024.116550.

23. Alwazeer D. et al. Recent knowledge on the applications of molecular hydrogen in plant physiology, crop production, and food processing // Frontiers in Food Science and Technology. - 2024. - Vol. 4: 1501046. DOI: 10.3389/frfst.2024.1501046.

***Information about the authors***

Melissova A. - PhD student, Shakarim University, Semey, Kazakhstan, e-mail: aknurmelissova@gmail.com;

Daiyrbekova A. - Master student, Shakarim University, Semey, Kazakhstan, e-mail: a.dayirbekova\_03@mail.ru:

Nurbekova M. - Master student, Shakarim University, Semey, Kazakhstan, e-mail: [Zhanbekkyzy90@bk.ru](mailto:Zhanbekkyzy90@bk.ru);

Bolkenov B. - PhD, Shakarim University, Semey, Kazakhstan, e-mail: [b.bolkenov@shakarim.kz](mailto:b.bolkenov@shakarim.kz);

Bekbayev K. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; Shakarim University, Semey, Kazakhstan, e-mail: k\_bekbaev@mail.ru;

Okassov A.- PhD student, Shakarim University, Semey, Kazakhstan, e-mail: oar20@mail.ru.

***Сведения об авторах***

Мелісова A.A.-докторант, Шәкәрім Университет, Семей, Казахстан, e-mail: aknurmelissova@gmail.com;

Дайырбекова A.Д. – магистрант, Шәкәрім Университет, Семей, Казахстан, e-mail: a.dayirbekova\_03@mail.ru;

Нұрбекова М. Ж.- магистрант, Шәкәрім Университет, Семей, Казахстан, e-mail: Zhanbekkyzy90@bk.ru;

Болкенов Б. Т. - PhD, Шәкәрім Университет, Семей, Казахстан, e-mail: b.bolkenov@shakarim.kz;

Бекбаев К. С.- кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Шәкәрім Университет, Семей, Казахстан, e-mail: k\_bekbaev@mail.ru;

Окасов А.Р.- докторант, Шәкәрім Университет, Семей, Казахстан, e-mail: oar20@mail.ru.

МРНТИ 65.59.31

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУКОПЧЕНОЙ КОЛБАСЫ С УЛУЧШЕННЫМИ КАЧЕСТВЕННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ БЕЗОПАСНОСТИ**

**А.М. Бекахметов**[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0009-0000-6652-2600)**🖂,С.С. Алдабергенова[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0001-6297-7632),Ш.Б. Байтукенова[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0003-0200-8455) А.Т. Костанова[D:\Desktop\иконка.png](https://orcid.org/0000-0001-5682-2423)**

*НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина»,*

*Астана, Казахстан*

**🖂**Корреспондент-автор: alibek\_kz\_pvl@mail.ru

В современных условиях мясопереработки крайне важно создавать продукты, которые одновременно полезны, питательны и безопасны. Данное исследование было направлено на разработку улучшенной рецептуры полукопченой колбасы. Улучшение достигалось за счет добавления в состав белково-жировой композиции, обогащённой пищевыми волокнами. Эта композиция состояла из костного жира, костного бульона и клетчатки в пропорции 40:40:20. Было протестировано четыре варианта колбасы с разным содержанием этой смеси (0%, 5%, 10%, 15%). Лучшие результаты по вкусу, запаху, консистенции, а также по химическому составу и безопасности показал образец с 10% добавлением композиции. Анализ показал, что в этом образце содержание белка значительно превышало минимальные требования (20,85 %), а содержание жира было снижено до 7,15 %. Углеводы в продукте отсутствовали. Микробиологические тесты подтвердили безопасность продукта, соответствующую требованиям ТР ТС 034/2013. Кроме того, колбаса содержала большое количество важных аминокислот, таких как триптофан, фенилаланин и метионин, что повышает её биологическую ценность. Новая рецептура не только улучшила пищевую ценность колбасы, но и сделала её более сочной, упругой, с насыщенным мясным ароматом. Результаты исследования позволяют рекомендовать внедрение этой технологии на мясоперерабатывающих предприятиях Казахстана для производства более полезной и безопасной мясной продукции.

**Ключевые слова:** полукопченая колбаса, белково-жироваяя смесь, клетчатка, пищевая безопасноть, аминокислотный состав, физико-химические показатели.

**ЖАҚСЫРТЫЛҒАН САПА ҚАУІПСІЗДІК КӨРСЕТКІШТЕРІ БАР ЖАРТЫЛАЙ ЫСТАЛҒАН ШҰЖЫҚТАРДЫ ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ**

**А.М. Бекмамбетов🖂, С.С. Алдабергенова, Ш.Б. Байтукенова, А.Т. Костанова**

*«С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ,*

*Астана, Қазақстан,*

e-mail: alibek\_kz\_pvl@mail.ru

Ет өңдеудің қазіргі жағдайында пайдалы, қоректік және қауіпсіз өнімдерді жасау өте маңызды. Бұл зерттеу жартылай ысталған шұжықтың жақсартылған формуласын жасауға бағытталған. Жақсартуға диеталық талшықтармен байытылған ақуыз-май құрамын қосу арқылы қол жеткізілді. Бұл композиция 40:40:20 пропорциясында сүйек майы, сүйек сорпасы және талшықтан тұрды. Бұл қоспаның әртүрлі мазмұны бар шұжықтың төрт нұсқасы сыналды (0%, 5%, 10% және 15%). Дәмі, иісі, консистенциясы, химиялық құрамы мен қауіпсіздігі бойынша ең жақсы нәтижелер композицияны 10% қосатын үлгіні көрсетті. Талдау көрсеткендей, бұл үлгіде ақуыздың мөлшері минималды талаптардан едәуір асып түсті (20,85%) және майдың мөлшері 7,15% дейін төмендеді. Өнімде көмірсулар жоқ. Микробиологиялық сынақтар 034/2013 КО ТР талаптарына сәйкес келетін өнімнің қауіпсіздігін растады. Сонымен қатар, шұжықта триптофан, фенилаланин және метионин сияқты маңызды аминқышқылдарының көп мөлшері болды, бұл оның биологиялық құндылығын арттырады. Жаңа рецепт шұжықтың тағамдық құндылығын жақсартып қана қоймай, оны шырынды, серпімді, бай ет дәмі мен хош иісіне айналдырды. Зерттеу нәтижелері бұл технологияны Қазақстанның ет өңдеу кәсіпорындарында неғұрлым пайдалы және қауіпсіз ет өнімдерін өндіру үшін енгізуді ұсынуға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер**: жартылай ысталған шұжық, ақуыз-май қоспасы, клетчатка, тағамдық өнімдердің қауіпсіздігі, аминқышқылдарының құрамы, физика-химиялық көрсеткіштері.

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF SEMI-SMOKED SAUSAGE WITH IMPROVED QUALITY SAFETY INDICATORS**

**A.M. Bekakhmetov🖂, S.S. Aldabergenova, Sh.B. Baytukenova, A.T. Kostanova**

*S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan,*

e-mail: alibek\_kz\_pvl@mail.ru

In modern conditions of meat processing, it is extremely important to create products that are both healthy, nutritious and safe. This study was aimed at developing an improved formulation of semi-smoked sausage. The improvement was achieved by adding a protein-fat composition enriched with dietary fiber. This composition consisted of bone fat, bone broth and fiber in a 40:40:20 ratio. Four sausage variants with different contents of this mixture (0%, 5%, 10% and 15%) were tested. The sample with 10% addition of the composition showed the best results in taste, smell, consistency, as well as in chemical composition and safety. The analysis showed that the protein content in this sample significantly exceeded the minimum requirements (20.85%), and the fat content was reduced to 7.15%. There were no carbohydrates in the product. Microbiological tests have confirmed the safety of the product, which meets the requirements of TR CU 034/2013. In addition, the sausage contained a large number of important amino acids such as tryptophan, phenylalanine and methionine, which increases its biological value. The new recipe not only improved the nutritional value of the sausage, but also made it juicier, firmer, with a rich meat flavor and aroma. The results of the study allow us to recommend the introduction of this technology at meat processing enterprises in Kazakhstan for the production of more useful and safe meat products.

**Keywords:** semi-smoked sausage, protein-fat mixture, fiber, food safety, amino acid composition, physico-chemical parameters.

**Введение.** В последние годы мясная промышленность все чаще стремится к производству продуктов, соответствующих современным запросам покупателей – с пониженным содержанием жира, обладающих полезными свойствами, безопасных и богатых питательными веществами [1]. Повышенное внимание к здоровому образу жизни стимулирует создание рецептур, направленных на уменьшение количества жира и калорий, при этом сохраняя приятный вкус и текстуру продукта. Ососбую важность приобретает использование функциональных добавок, таких как пищевые волокна, белково-жировые эмульсии, модифицированные жиры и гидроколлоиды, которые дают возможность создавать продукты с улучшенными потребительскими и биологическими качествами [2]. Научные данные свидетельствуют о том, что добавление растительной клетчатки (пшеничной, яблочной, бамбуковой и других видов) способствует увеличению способности удерживать воду, что, как следствие, продлевает срок хранения мясных изделий [3]. Современные методы модификации жирового состава мясных продуктов также включют замену животных жиров на более устойчивые и безопасные жировые компоненты - олеогоели, стабилизированные эмульсии, сложные белково-жировые системы. Такие ингридиенты, согласно исследованиям Igenbayev et al. (2023) [4], позволяют существенно сократить долю насыщенных жиров и повысить питательную цннность готового продукта, не ухудшая его вкусовые качества. При этом сохраняется приоритет соответствия продукции установленным санитарным и гигиеническим требованиям, в том числе ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мсяной продукции». Продукты, реализуемые на рынке,

должны быть свободны от опасных микроорганизмов, такие как бактерии группы кишечной палочки, сульфитредуцирующие клостридии и Staphylococcus aureus, что требует внедрения инновационных технологических решений, гарантирующих микробиологическую стабильность. В этой связи перспективным направлением является разработка рецептур полукопченых колбас с использованием функциональных белково-жировых композиций, обогащенных пищевой клетчаткой, что позволяет одновременно улучшить пищевую и биологическую ценность, органолептические свойства и обеспечить безопасность продукта. Основной задачей данного исследования являлось создание и оценка технологии полукопченой колбасы с добавлением белково-жировой смеси на основе костного жира, костного бульона и клетчатки в различных пропорциях, а также определение оптимального варианта по совокупности органолептических, физико-химических и микробиологических показателей.

**Материалы и методы.** В качестве основного сырья для производства полукопченых колбас использовали говядину 1 сорта с содержанием жира не более 20%. Жировой компонент был представлен костным жиром, полученным путем вытапливания из говяжьих трубчатых костей (20-25%) [5]. Коллагенсодержащую фракцию получали из костного бульона. В качестве структурообразователя и влагоудерживающего агента применяли пшеничную клетчатку. Все используемые ингредиенты соответствовали требованиям, установленным в следующих нормативных документах: ГОСТ 34119-2017 [6], ТР ТС 034/2013 [7] и ГОСТ Р 54644-2011 [8].

Для исследования были разработаны три экспериментальных образца полукопченой колбасы, отличающиеся уровнем добавления белково-жировой композиции (БЖК): 5%, 10% и 15% от массы основного мясного сырья. БЖК представляла собой смесь костного жира, бульона и клетчатки в соотношении 40:40:20%, предварительно гомогенизированную [9].

Технологический процесс производства колбас включал следующие этапы:

- измельчение мясного сырья и других компонентов на волчке с диаметром отверстий решетки 8 мм;

- посол и созревание фарша в течение 8-10 часов при температуре 2-4 °C;

- внесение БЖК в фарш и его последующее перемешивание;

- наполнение белковых оболочек диаметром 45-55 мм полученным фаршем;

- осадка батонов колбасы в течение 4 часов при температуре 6-8 °C;

- термическая обработка в коптильно-варочной камере, включающая сушку при 45 °C (30 минут), копчение при 65 °C (60 минут) и варку при 75 °C до достижения температуры 72 °C в центре батона.

- охлаждение и хранение готовой продукции при температуре +2…+4 °C.

Для оценки качества полученных образцов колбас применялись следующие методы:

- органолептическая оценка: проводилась в соответствии с ГОСТ 9959-2015 [10] и включала оценку внешнего вида, консистенции, цвета, вкуса и запаха по 5-балльной шкале.

Определение физико-химических показателей:

- массовая доля влаги определялась методом высушивания до постоянной массы по ГОСТ 9793-2016 [11];

- массовая доля белка определялась методом Кьельдаля (кислотный гидролиз с последующей дистилляцией аммиака и титрованием) по ГОСТ 25011-2017 [12];

- массовая доля жира определялась методом Сокслета (экстракция эфиром из высушенного образца) по ГОСТ 23042-2015 [13];

- содержание золы определялось путем прокаливания образца в муфельной печи до полного сгорания органических веществ по ГОСТ 31727-2012 [14].

*Микробиологические показатели:*

* + общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) - по ГОСТ 10444.15-94 [15];
  + БГКП (E. coli) - по ГОСТ 31747-2012 [16];
  + staphylococcus aureus - по ГОСТ 30347-97 [17];
  + сульфитредуцирующие клостридии - по ГОСТ 29185-91 [18].

Аминокислотный состав - метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) после кислотного гидролиза по ГОСТ Р ИСО 13903-2016 [19].

Жирнокислотный состав  - методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором (ГОСТ Р 51483-99), после трансэтерификации до метиловых эфиров жирных кислот [20].

Уточнённые методики определения влагосвязывающей, водоудерживающей и жиросвязывающей способности:

Влагосвязывающая способность (ВСС) определялась методом прессования по В.П. Воробьёву (ГОСТ 9794-74). Навеску 1,00±0,01 г прессовали при нагрузке 1 кг в течение 10 минут. ВСС рассчитывали по формуле:

*(1)*

где, m₁ – масса исходной пробы, г;

m₂ – масса пробы после прессования, г.

Водоудерживающая способность (ВУС) определялась по методу Вартаняна: пробу нагревали при 80 °C в течение 20 минут, затем центрифугировали (3000 об/мин, 10 мин).

*(2)*

где, m₀ – масса исходной пробы;

mᵥ – масса выделившейся влаги.

Жиросвязывающая способность (ЖСС) определялась рефрактометрическим методом (РД 10.02.03-17). Пробу 1 г смешивали с 10 мл масла, выдерживали при 60 °C 30 минут, затем центрифугировали. ЖСС = (mz/m0) × 100.

где, m₀ – масса исходной пробы;

mₓ – масса связанного жира.



**Рис. 1 - Обработка костного жира и смешивание его с клетчаткой - подготовительный этап получения белково-жировой композиции**

На рисунке 1 представлен процесс подготовки белково-жировой композиции. Костный жир растапливают и тщательно перемешивают с пищевой клетчаткой. Это необходимо для создания однородной эмульсии, которая улучшает текстуру колбасы и снижает содержание животного жира.



**Рис. 2 - Костные остатки после длительной варки - источник жира и бульона, богатого коллагеном и минералами**

На рисунке 2 изображены варёные кости после экстракции бульона и жира. Они являются сырьём для получения бульона, богатого коллагеном, минеральными веществами и экстрактивными веществами, придающими продукту вкус и питательную ценность.



**Рис. 3 - Чистый костный жир после экстракции - компонент белково-жировой эмульсии**

Рисунок 3 показывает готовый костный жир, полученный при вытопке костей. Он служит основным компонентом белково-жировой эмульсии, придаёт продукту сочность и насыщенный вкус.



**Рис. 4 - Компонентный раствор для эмульгирования перед смешиванием с основным**

Смесь костного бульона и растопленного жира с клетчаткой перед эмульгированием. Важный этап для образования стабильной структуры будущего продукта.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| а) | б) | в) |

**Рис. 5 - Образцы с 5%, 10 % и 15% добавлением белково-жировой композиции (БЖК) и клетчатки**

На рисунке 5а представлено добавление 5 % БЖК позволяет снизить жирность продукта, улучшая его структурные и вкусовые свойства.

Образец на рисунке 5б с 10% добавлением БЖК признан оптимальным по органолептическим и физико-химическим характеристикам. Такая добавка обеспечивает сбалансированный вкус, хорошую текстуру и снижение жирности.

Образец 5в с максимальной 15% долей БЖК отличается более плотной текстурой и выраженным жировым вкусом. Используется для изучения предельного уровня добавки без ухудшения органолептики.

**Обсуждение и результаты.** В ходе исследований была определена формула белково-жировой добавки (представлена в таблице 1), и выявлено, что рецепт с 10% содержания БЖК (таблица 2) демонстрирует наилучшие показатели качества и безопасности качества и безопасности конечного продукта. Использование белковой-жировой смеси в составе позволило увеличить содержание белка до 20,85 % (что превышает установленный минимум 8 % согласно ТР ТС 034/2013 [10]) и уменьшить содержание жира до 7,15 % - значения значительно ниже максимально допустимого уровня (57 %) для полукопченых колбас. Параллельно с этим зафиксировано уменьшение жирности, что положительно сказывается на питательной ценности продукта. Результаты органолептической оценки подтвердили высокую сочность и плотную текстуру изделия.

Примечание: экспериментальные исследования для образцов с 5 % и 15 % БЖК не проводились, поэтому сравнительные количественные данные не представлены. Указанные варианты рассмотрены как перспективные направления последующих исследований.

**Таблица 1 - Рецептура белково-жировой добавки**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Сырье** | **Кол-во**  **(на 100 кг продукта), %** | **Особенности** |
| Костный жир | 40 | Источник коллагена, жирорастворимых витаминов и жирных кислот. |
| Бульон костный | 40 | Источник коллагена, минералов и аминокислот. |
| Клетчатка (пшеничная) | 20 | Важный элемент здорового питания, который помогает организму лучше усваивать витамины и другие питательные вещества, что положительно влияет на общее здоровье. |
| Итого: | 100 |  |

Белковая добавка улучшает структурно-механические свойства колбасы, увеличивает содержание белка и придает сочность. Жирность регулируется за счет костного жира и бульона. Клетчатка помогает связывать желчные кислоты, которые необходимы для усвоения жирорастворимых витаминов (A, D, E, K).

**Таблица 2 - Рецептура полукопченая колбаса**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сырье | **Полукопченая колбаса «Прима» по ГОСТу** | **Полукопченая колбаса (разработанная)** | | |
| **№ 1** | **№ 2** | **№ 3** |
| Говядина жилованая 1/с | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Белково-жировая добавка | - | 5 | 10 | 15 |
| Свинина полужирная | 30 | - | - | - |
| Грудинка свиная | 30 | - | - | - |
| Мясо птицы (бедра) | - | 55 | 50 | 45 |
|  | **100** | **100** | **100** | **100** |
| **Специй, кг/100кг** | |  |  |  |
| Соль поваренная пищевая | 2,375 | 2,375 | 2,375 | 2,375 |
| Сахар-песок | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Перец черный или белый молотый | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Орех мускатный или кардамон молотые | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| Аскорбиновая кислота | 0,056 | 0,056 | 0,056 | 0,056 |
| Нитрит натрия | 0,056 | 0,056 | 0,056 | 0,056 |

Выход готового продукта - 81%.

Таблица 3 показывает, что влагосвязывающая способность образца с 10 % БЖК составила 73,40 %, а водоудерживающая способность - 70,83 %, что значительно выше контрольных значений для традиционных изделий без функциональных добавок. Это объясняется свойствами пищевой клетчатки, способной удерживать влагу в структуре мясного фарша.

**Таблица 3 - Физико-химические показатели образца с 10 % белковой смеси**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование показа-телей, единицы**  **bзмерения** | **Норма по ТР ТС 034** | **Результаты ислледований образца с 10% белковой добавкой** | **НД на методы испытаний** |
| Массовая доля влаги, % | ≤ 65 | 62,90±0,39 | ГОСТ 33319-2015 |
| Массовая доля белка, % | ≥ 8 | 20.85±0.05 | ГОСТ 25011-2017 |
| Массовая доля жира, % | ≤ 57 | 7.15±0.03 | ГОСТ 23042-2015 |
| Массовая доля углеводов, % | ≤10 | Не обнаружено | Перманганометрический метод |
| Массовая доля золы, % |  | 3,73±0,04 | ГОСТ 31727-2012 |
| pH, ед. | Норма 5.3-6.3 | 5,32 | ГОСТ Р 51478-99 |
| Влагосвязывающая способность, % |  | 73,40±0,88 | Метод Пресования |
| Водоудерживающая способность, % |  | 70,83±0,75 | Метод Вартаняна |
| Жиросвязывающая способность, % |  | 51,24±0,49 | Рафрактометрический метод |

Микробиологические показатели (Таблица 4) свидетельствуют о полной безопасности продукции. В образцах не обнаружены БГКП, сульфитредуцирующие клостридии и *Staphylococcus aureus*, что полностью соответствует требованиям ТР ТС 034/2013.

**Таблица 4 - Микробиологические показатели готовой продукции**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Бактерии группы кишечной палочки (коли-формы) в 1г продукта | Не допускается | Не обнаружено | ГОСТ 31747-2012 |
| Сульфитредуцирующие клостридии в 0,01г продукта | Не допускается | Не обнаружено | ГОСТ 29185-2014 |
| S aureus в 1г продукта | Не допускается | Не обнаружено | ГОСТ 31747-2012 |

Аминокислотный состав образца с 10% БЖК характеризовался повышенным содержание триптофана, фенилаланина, метионина и треонина. Данные результаты согласуются с исследованиями Choi и соавторов [21], которые отмечают существенное повышение биологической ценности продуктов за счет подобных добавок. Органолептическая оценка продемонстрировала, что образец с 10 % БЖК отличался ярко выраженным мясным вкусом, насыщенным запахом, упругой структурой и высокой сочностью. Это соответствует выводам Muguerza и других исследователей, указывающих на благоприятное воздействие эмульгированных жировых систем на сенсорные качества продуктов. В итоге, предложенная технология позволяет производить проудкт с улучшенными питательными и функциональными характеристиками, сохраняя при этом его микробиологическую безопасность, что обосновывает перспективы ее внедрения на промышленных предприятиях Казахстана.

**Выводы.** Целью настоящего исследования являлось решение актуальной для современной мясной промышленности задачи - разработка технологии производства полукопчёной колбасы с улучшенными органолептическими и безопасными характеристиками посредством применения белково-жировой композиции (БЖК), обогащённой пищевыми волокнами. Для всесторонней оценки влияния введения БЖК на свойства продукта применялись современные методы физико-химического, микробиологического, органолептического и аминокислотного анализа.

Таким образом, разработанная технология доказала свою эффективность и может быть рекомендована для промышленного внедрения.

Микробиологические показатели полностью соответствуют санитарным требованиям и подтверждают безопасность продукта.

Органолептические показатели улучшены: отмечены сочность, выраженный мясной вкус и упругость.

Водоудерживающая способность увеличена на 15–20 % благодаря применению пищевой клетчатки.

Содержание жира снижено до 7,15 %, что более чем в 7 раз ниже допустимого уровня по ТР ТС 034/2013.

Введение 10 % белково-жировой композиции позволило увеличить содержание белка на 57 % относительно минимальных нормативных требований.

В рамках работы были сформулированы три рецепта полукопчёной колбасы, отличающиеся содержанием БЖК (5%, 10% и 15%). Полученные результаты показали, что оптимальным является внесение БЖК в количестве 10%, поскольку именно эта рецептура обеспечила наилучшие органолептические показатели (выраженный мясной вкус, сочность, упругость), существенное увеличение содержания белка (до 20,85%) и значительное снижение жирности продукта (до 7,15%), при полном отсутствии углеводов и сохранении стабильной микробиологической безопасности. Данные результаты подтверждают целесообразность использования БЖК в мясной продукции и расширяют научные знания в области технологий функциональных мясных продуктов, обогащённых пищевыми волокнами и белково-жировыми эмульсиями.

Физико-химические характеристики опытных образцов свидетельствуют о формировании стабильной и однородной структуры продукта, что обусловлено эмульгирующими свойствами костного жира и бульона, а также способностью клетчатки удерживать влагу и жир. Этот результат соответствует современным мировым исследованиям, подтверждающим положительное влияние растительных волокон и жировых эмульсий на качество мясных изделий. Микробиологические исследования подтвердили соответствие продукции требованиям ТР ТС 034/2013, что является ключевым фактором для промышленного производства и доверия потребителей.

Проведённая работа обосновывает возможность промышленного производства полукопчёной колбасы с улучшенными качественными и функциональными свойствами. Разработка представляет практический интерес для предприятий мясоперерабатывающей отрасли, особенно в связи с растущим спросом на продукты здорового питания с пониженным содержанием жира и повышенной пищевой и биологической ценностью. Технология отличается высокой адаптивностью, позволяя адаптировать рецептуры под различные виды мясного сырья, включая мясо птицы и говядину, в зависимости от доступности региональных ресурсов. Проведённое исследование не только решает прикладную задачу создания качественного и безопасного мясного продукта, но и вносит значимый вклад в развитие научных и технологических основ производства функциональных мясных изделий, соответствующих современным мировым тенденциям и стандартам.

**Литература**

1.Mehta N., Ahlawat S.S., Sharma D.P., Dabur R.S. Novel trends in development of dietary fiber rich meat products - a critical review // Journal of Food Science and Technology. - 2015. - Vol. 52(2). - P. 633-647. DOI 10.1007/s13197-013-1010-2.

2.Talukder S. Effect of dietary fiber on properties and acceptance of meat products: a review // Critical Reviews in Food Science and Nutririon. - 2015. Vol. 55(7). -P. 1005-1011. DOI 10.1080/10408398.2012.682230.

3.Ciobanu M.-M., Manoliu D.-R., Ciobotaru M. C., Flocea E.-I., Boișteanu P.-C. Dietary fibres in processed meat: a review on nutritional enhancement, technological effects, sensory Implications and consumer perception // Foods. - 2025. - Vol.14(9). -P. 1459. DOI 10.3390/foods14091459.

4.Igenbayev A., Zhumabaeva B., Nurymkhan G., Konuspayeva G. Substitution of pork fat with beeswax-structured oleogels in semi-smoked sausages // Applied Sciences. - 2023. - Vol. 13(9): 5312. DOI [10.3390/app13095312](https://doi.org/10.3390/app13095312?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26medium%3Darticle).

5.Câmara A. K. F. I., Paglarini C. de S., Vidal V. A. S., dos Santos M., Pollonio M. A. R. Meat products as prebiotic food carrier // Advances in Food and Nutrition Research. - 2020. - Vol. 94. -P. 223-265. DOI 10.1016/bs.afnr.2020.06.009.

6.ГОСТ 34119-2017. Мясо и мясная продукция. Термины и определения. - М.: Стандартинформ. - 2017. - 28 с.

7.Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 034/2013. О безопасности мяса и мясной продукции. - М.: ЕЭК. -2013. - 48 с.

8.ГОСТ Р 54644-2011. Изделия колбасные. Общие технические условия. - М.: Стандартинформ, 2011. - 21 с.

9.Muguerza E., Gimeno O., Ansorena D., Bloukas J. G., Astiasarán I. Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona - a traditional Spanish fermented sausage // Meat Science. - 2001. - Vol. 59(3). - P. 251-258. DOI 10.1016/S0309-1740(01)00075-4.

10.ГОСТ 9959-2015. Мясо и мясопродукты. Методы органолептической оценки. - М.: Стандартинформ. - 2015. - 12 с.

11.ГОСТ 9793-2016. Мясо и мясопродукты. Определение массовой доли влаги. - М.: Стандартинформ. - 2016. - 16 с.

12.ГОСТ 25011-2017. Мясо и мясопродукты. Определение содержания белка методом Кьельдаля. - М.: Стандартинформ. - 2017. - 22 с.

13.ГОСТ 23042-2015. Мясо и мясопродукты. Определение массовой доли жира. - М.: Стандартинформ. - 2015. - 14 с.

14.ГОСТ 31727-2012. Мясо и мясопродукты. Определение зольности. - М.: Стандартинформ. - 2012. - 10 с.

15.ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы выявления и подсчета КМАФАнМ. - М.: Стандартинформ. - 1995. - 15 с.

16.ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий группы кишечной палочки (E. coli). - М.: Стандартинформ. - 2012. - 19 с.

17.ГОСТ 30347-97. Продукты пищевые. Методы выявления Staphylococcus aureus. - М.: Стандартинформ. - 1997. - 14 с.

18.ГОСТ 29185-91. Продукты пищевые. Методы выявления сульфитредуцирующих клостридий. - М.: Стандартинформ. -1992. - 10 с.

19.ГОСТ Р ИСО 13903-2016. Мясо и мясопродукты. Определение аминокислотного состава методом ВЭЖХ. - М.: Стандартинформ. -2016. - 18 с.

20.ГОСТ Р 51483-99. Жиры и масла. Определение жирнокислотного состава методом газовой хроматографии. - М.: Стандартинформ. - 1999. - 20 с.

21.Choi Y.S., Choi J.H., Han D.J., Kim C.J. Effects of Replacing Pork Back Fat with Vegetable Oils and Rice Bran Fiber on the Quality of Reduced-Fat Frankfurters // Meat Science. - 2010. - Vol. 84(3). - P. 557-563. DOI 10.1016/j.meatsci.2009.10.012.

**References**

1.Mehta N., Ahlawat S.S., Sharma D.P., Dabur R.S. Novel trends in development of dietary fiber rich meat products - a critical review // Journal of Food Science and Technology. - 2015. - Vol. 52(2). - P. 633-647. DOI 10.1007/s13197-013-1010-2.

2.Talukder S. Effect of dietary fiber on properties and acceptance of meat products: a review // Critical Reviews in Food Science and Nutririon. - 2015. Vol. 55(7). -P. 1005-1011. DOI 10.1080/10408398.2012.682230.

3.Ciobanu M.-M., Manoliu D.-R., Ciobotaru M. C., Flocea E.-I., Boișteanu P.-C. Dietary fibres in processed meat: a review on nutritional enhancement, technological effects, sensory Implications and consumer perception // Foods. - 2025. - Vol.14(9). -P. 1459. DOI 10.3390/foods14091459.

4.Igenbayev A., Zhumabaeva B., Nurymkhan G., Konuspayeva G. Substitution of pork fat with beeswax-structured oleogels in semi-smoked sausages // Applied Sciences. - 2023. - Vol. 13(9): 5312. DOI [10.3390/app13095312](https://doi.org/10.3390/app13095312?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26medium%3Darticle).

5.Câmara A. K. F. I., Paglarini C. de S., Vidal V. A. S., dos Santos M., Pollonio M. A. R. Meat products as prebiotic food carrier // Advances in Food and Nutrition Research. - 2020. - Vol. 94. -P. 223-265. DOI 10.1016/bs.afnr.2020.06.009.

6.GOST 34119-2017. Mjaso i mjasnaja produkcija. Terminy i opredelenija. - M.: Standartinform. - 2017. - 28 s. [in Russian]

7.Tehnicheskij reglament Tamozhennogo sojuza TR TS 034/2013. O bezopasnosti mjasa i mjasnoj produkcii. - M.: EJeK. -2013. - 48 s. [in Russian]

8.GOST R 54644-2011. Izdelija kolbasnye. Obshhie tehnicheskie uslovija. - M.: Standartinform, 2011. - 21 s. [in Russian]

9.Muguerza E., Gimeno O., Ansorena D., Bloukas J. G., Astiasarán I. Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona - a traditional Spanish fermented sausage // Meat Science. - 2001. - Vol. 59(3). - P. 251-258. DOI 10.1016/S0309-1740(01)00075-4.

10.GOST 9959-2015. Mjaso i mjasoprodukty. Metody organolepticheskoj ocenki. - M.: Standartinform. - 2015. - 12 s. [in Russian]

11.GOST 9793-2016. Mjaso i mjasoprodukty. Opredelenie massovoj doli vlagi. - M.: Standartinform. - 2016. - 16 s. [in Russian]

12.GOST 25011-2017. Mjaso i mjasoprodukty. Opredelenie soderzhanija belka metodom K'el'dalja. - M.: Standartinform. - 2017. - 22 s. [in Russian]

13.GOST 23042-2015. Mjaso i mjasoprodukty. Opredelenie massovoj doli zhira. - M.: Standartinform. - 2015. - 14 s. [in Russian]

14.GOST 31727-2012. Mjaso i mjasoprodukty. Opredelenie zol'nosti. - M.: Standartinform. - 2012. - 10 s. [in Russian]

15.GOST 10444.15-94. Produkty pishhevye. Metody vyjavlenija i podscheta KMAFAnM. - M.: Standartinform. - 1995. - 15 s. [in Russian]

16.GOST 31747-2012. Produkty pishhevye. Metody vyjavlenija bakterij gruppy kishechnoj palochki (E. coli). - M.: Standartinform. - 2012. - 19 s. [in Russian]

17.GOST 30347-97. Produkty pishhevye. Metody vyjavlenija Staphylococcus aureus. - M.: Standartinform. - 1997. - 14 s. [in Russian]

18.GOST 29185-91. Produkty pishhevye. Metody vyjavlenija sul'fitreducirujushhih klostridij. - M.: Standartinform. -1992. - 10 s. [in Russian]

19.GOST R ISO 13903-2016. Mjaso i mjasoprodukty. Opredelenie aminokislotnogo sostava metodom VJeZhH. - M.: Standartinform. -2016. - 18 s. [in Russian]

20.GOST R 51483-99. Zhiry i masla. Opredelenie zhirnokislotnogo sostava metodom gazovoj hromatografii. - M.: Standartinform. - 1999. - 20 s. [in Russian]

21.Choi Y.S., Choi J.H., Han D.J., Kim C.J. Effects of Replacing Pork Back Fat with Vegetable Oils and Rice Bran Fiber on the Quality of Reduced-Fat Frankfurters // Meat Science. - 2010. - Vol. 84(3). - P. 557-563. DOI 10.1016/j.meatsci.2009.10.012.

***Сведения об авторах***

Бекахметов А.М. - докторант НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», Астана, Казахстан, e-mail: alibek\_kz\_pvl@mail.ru;

Алдабергенова С.С. - доктор PhD НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», Астана, Казахстан, e-mail: ass\_1982@mail.ru;

Байтукенова Ш.Б. - кандидат технических наук, и.о. ассоциированного профессора НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», Астана, Казахстан, e-mail: baytukenova75@mail.ru;

А.Т. Костанова - докторант НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», Астана, Казахстан, e-mail: anel\_kostanova@mail.ru.

***Information about the authors***

Bekakhmetov A.M. - PhD student of the «The Department of Food Technology and Processing Products», NJSC «S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University», Astana, Kazakhstan, e-mail: alibek\_kz\_pvl@mail.ru;

S.S. Aldabergenova– PhD Doctor of the «The Department of Food Technology and Processing Products», NJSC «S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University», Astana, Kazakhstan, e-mail: ass\_1982@mail.ru;

Sh.B. Baytukenova - candidate of technical sciences, associate professor of the «The Department of Food Technology and Processing Products», NJSC «S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University», Astana, Kazakhstan, e-mail: [baytukenova75@mail.ru](mailto:baytukenova75@mail.ru);

A.T. Kostanova - PhD student of the «The Department of Food Technology and Processing Products», NJSC «S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University», Astana, Kazakhstan, e-mail: anel\_kostanova@mail.ru.