

БАҚША ЖӘНЕ КӨКӨНІС DAҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫНАН ЛИКОПИНДІ БӨЛІП АЛУДЫҢ ТИІМДІ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ РЕЖИМДЕРІН ЗЕРТТЕУ

Г.Е. Жумалиева[✉], У.Ч. Чоманов[✉], А.Б. Байзақова[✉], Ә.К. Шоман[✉]

«Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Алматы қ., Қазақстан

✉ Корреспондент-автор: guljan_7171@mail.ru; ainel0026@gmail.com

Қызанақ және қарбыз сияқты бақша дақылдары мен көкөністерден алынатын ұнтақтар ликопиннің жоғары концентрациясымен және арзандығымен ерекшеленетін ликопин алудың тиімді шикізаты болып саналады. Дегенмен, органикалық еріткіштерді пайдаланып экстракциялау әрқашан қосылыстың максималды шығымына әкелмейді. Осыған байланысты бұл ұнтақтардан ликопинді алудың оңтайлы технологиялық режимдерін анықтау экстракция тиімділігін арттырады және процесті жеңілдетеді. Зерттеу барысында қызанақ пен қарбыздың ұнтақ үлгілері пайдаланылды. Экстракция процесі органикалық еріткіш гександы және шикізатты қолдану арқылы жүргізілді: еріткіш пен шикізат қатынасы 1:5. Оңтайлы процесс параметрлері орнатылды: температура 40 °C және ұзақтығы 45 минут. Мұндай жағдайларда ликопин концентрациясы қызанақ ұнтағы үлгілерінде 1580,4 мг-ға, қарбыз ұнтағында 1274,8 мг-ға жетті. Алынған нәтижелер алынған өнімді тамақ өндірісінде функционалдық компонент ретінде пайдалану мүмкіндігін растайды.

Түйін сөздер: ликопин, қарбыз, қызанақ, ұнтақ, экстракция

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЛИКОПИНА ИЗ БАХЧЕВЫХ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Г.Е. Жумалиева[✉], У.Ч. Чоманов, А.Б. Байзақова[✉], А.К. Шоман

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности» г. Алматы, Казахстан,

e-mail: guljan_7171@mail.ru; ainel0026@gmail.com

Порошки, полученные из бахчевых и овощных культур, таких как томат и арбуз, рассматриваются в качестве эффективного сырья для получения ликопина, который характеризуется высокой концентрацией ликопина и низкой стоимостью. Однако экстракция с использованием органических растворителей не всегда приводит к достижению максимального выхода соединения. В связи с этим актуальной задачей является разработка оптимальных технологических режимов извлечения ликопина из этих порошков, что позволит повысить эффективность экстракции и масштабировать процесс. В исследовании использовались порошкообразные образцы томатов и арбузов. Процесс экстракции проводили с использованием гексана со смесью растворителей и соотношением сырье : растворитель 1:5. Были установлены оптимальные параметры процесса: температура 40 °C и продолжительность 45 минут. При данных условиях концентрация ликопина достигла 1580,4 мг в образцах томатного порошка и 1274,8 мг в порошке арбуза. Полученные результаты подтверждают перспективность использования экстракта в качестве функционального компонента в производстве продуктов питания.

Ключевые слова: ликопин, арбуз, томат, порошок, экстракция.

STUDY OF EFFECTIVE TECHNOLOGICAL MODES OF LYCOPENE EXTRACTION FROM MELONS AND VEGETABLE CROPS

G.E. Zhumaliyeva[✉], U.Ch. Chomanov, A.B. Baizakova[✉], A.K. Shoman

¹«Kazakh research institute of processing and food industry» LTD, Almaty, Kazakhstan,

e-mail: guljan_7171@mail.ru; ainel0026@gmail.com

Powders obtained from melons and vegetables, such as tomato and watermelon, are considered as effective raw materials for obtaining lycopene, which is characterized by a high concentration of lycopene

and low cost. However, extraction using organic solvents does not always lead to achieving the maximum yield of the compound. In this regard, an urgent task is to develop optimal technological modes for extracting lycopene from these powders, which will increase the extraction efficiency and scale up the process. Powdered samples of tomatoes and watermelons were used in the study. The extraction process was carried out using hexane with a solvent mixture and a raw material : solvent ratio of 1:5. The optimal process parameters were set: temperature 40 °C and duration 45 minutes. Under these conditions, the concentration of lycopene reached 1580.4 mg in tomato powder samples and 1274.8 mg in watermelon powder. The obtained results confirm the prospects of using the extract as a functional component in food production.

Key words: lycopene, watermelon, tomato, powder, extracion.

Кіріспе. Соңғы жылдары табиғи каротиноид ликопин, күшті антиоксидант ретінде және денсаулыққа тигізетін пайдасы арқасында көбірек назар аударды. Ликопин - майда еритін каротиноид, ол тағамға сарыдан қызылға дейінгі түс береді. Ол қызанақ, қарбыз целлюлозасында (3,55–4,86 мг/100 г), қызыл грейпфрут, теңіз шырғанағы және итмұрында кездеседі. Ликопин Е-160 тағамдық қоспасы ретінде тіркелген және Ресейде, Беларусьте, АҚШ-та, Австралияда, Жаңа Зеландияда және Еуропалық Одақта пайдалануға рұқсат етілген. Эпидемиологиялық зерттеулер тәулігіне 5-20 мг ликопинді тұтынуды ұсынады, өйткені тағамнан ликопинге күнделікті арнайы қажеттілік жоқ [1]. Ликопиннің адам ағзасындағы негізгі қызметі антиоксидант болып табылады. Тотығу стрессін азайту атеросклероздың дамуын бәсеңдетеді, сонымен қатар онкогенезді болдырмайтын ДНҚ қорғанысын қамтамасыз етеді. ликопинді, сондай-ақ құрамында ликопин бар өнімдерді тұтыну адам ағзасындағы тотығу стресс маркерлерінің деңгейінің сенімді төмендеуіне әкеледі. ликопин адам қанындағы ең күшті каротиноид – антиоксидант болып табылады [2].

Ғалымдар өздерінің зерттеулерінің арқасында жастықты сақтаудың, иммунитетті арттырудың, жүрек-қан тамырлары ауруларының қаупін азайтудың, жасушааралық метаболизмді қалыпты ұстаудың және қатерлі ісік ауруының даму қаупінің сырын ашатындарына үмітін үзбейді.

Аптасына екі рет қызанақ жеу, бұл әсерді толығымен бейтараптай алмаса да, ісік қаупін 34 пайызға азайтады [1]. Ұзақ уақыт бойы каротиноидтардың биологиялық қасиеттерін зертте-

уде провитаминдік теория басым болды, оған сәйкес олардың адам ағзасындағы негізгі рөлі А дәруменінің биоконверсиясы болып табылады. Соңғы жылдары осы заттардың провитаминдік белсенділігімен байланысты емес антиоксиданттық, адаптогендік, антикарциногендік, радиопротекторлық, антимуутагендік және иммуномодуляциялық қасиеттерін көрсететін тәжірибелік деректер алынды. Бета-каротиннің адам ағзасындағы тәуелсіз рөлі анықталды, бірақ ликопиннің (ретинолға айналмайтын каротиноид) биологиялық белсенділігі туралы ақпарат іс жүзінде жоқ.

Ликопин - өсімдіктер мен кейбір микроорганизмдер синтездейтін табиғи каротиноидты пигмент. Бұл тағамдық ингредиент денеде синтезделмейді, бірақ тағамнан келеді. ликопиннің 80%-дан астамы өңделген қызанақ өнімдері мен қызанақ шырынынан алынады. ликопин қабыну реакциясын басуда маңызды рөл атқарады және оның осы бағыттағы белсенділігі ең алдымен реактивті оттегі түрлері сияқты негізгі медиаторлардың басылуымен байланысты.

Ликопиннің биологиялық белсенділігі оның антикарциногендік, иммуномодуляциялық, радиопротекторлық, антиатерогендік, радио- және фотопротекторлық әсерлеріне байланысты. ликопиннің созылмалы жүрек-қан тамырлары ауруларының алдын алудағы маңызды рөлі, әсіресе темекі шегетін адамдарда жоғары тотығу стрессі жағдайында дәлелденді[3]. Азық-түліктің басым көздері қызыл қызанақ және құрамында қызанақ бар өнімдер, ликопиннің жоғары мөлшерімен сипатталады (қызанақ пас-тасы – 28,8 мг/100 г, қызанақ пюреі – 21,8

мг/100 г, қызанақ соустары – 12,1-18,9 мг/100 г, қызанақ шырыны – 0 г/0). Құрамында 2,7 мг/100 г ликопин бар жаңа піскен қызанақтармен салыстырғанда, туралған консервіленген қызанақтарда – 5,1 мг/100 г және әртүрлі тәсілдермен пісірілген қызанақтарда (қуыру, бұқтыру, пісіру) – 3 мг/100 г жоғары мәндер бар. Қызанақтан басқа ликопиннің басқа көздері бар: гуава (5,2 мг/100 г), қарбыз (4,5 мг/100 г), папайя (1,8 мг/100 г), қызғылт және қызыл грейпфрут (1,4 мг/100 г) [4].

Қызанақ пен қарбыз ұнтақтары мен қоспалары ликопин, цитрулин, витаминдер мен минералдар сияқты биоактивті компоненттердің арқасында адам денсаулығын сақтауда тиімді. Бұл ұнтақтар мен қоспалар антиоксиданттық, қабынуға қарсы және кардиопротекторлық қасиеттерге ие, бұл оларды әртүрлі аурулардың, соның ішінде жүрек-қан тамырлары ауруларының, қатерлі ісіктердің алдын алуда, сондай-ақ қалыпты ылғалдану деңгейін ұстап тұруда және жалпы денсаулықты жақсартуда пайдалы етеді. Қызанақ пен қарбызда кездесетін ликопин созылмалы аурулардың алдын алу аясында кеңінен зерттелген ең күшті антиоксиданттардың бірі болып табылады.

Қызанақ ұнтағы - қызанақтың шоғырланған түрі, ол барлық қажетті қоректік заттарды, соның ішінде ликопинді, В дәрумендерін, С витаминін және калий сияқты минералдарды сақтайды. Қызанақ ұнтағы денсаулыққа арналған қосымша ретінде кеңінен қолданылады, себебі оның құрамында күшті антиоксиданттық қасиеттері бар каротиноид болып табылатын ликопиннің жоғары концентрациясы бар. ликопин ағзаға енген кезде жасушаларды зақымдайтын және қабыну мен аурудың дамуына ықпал ететін бос радикалдарды бейтараптандырады [5]. Зерттеулер көрсеткендей, ликопин жүрек-қан тамырлары ауруларының даму қаупін азайтады, сонымен қатар қатерлі ісік ауруларының, атап айтқанда простата, сүт безі және асқазан қатерлі ісігінің алдын алуда рөл атқарады [6]. Қызанақ ұнтағын үнемі тұтыну тотығу стрессінің деңгейін төмендетеді және қан тамырларына қорғаныс әсерін тигізеді, атеросклероздың және басқа та-

мыр ауруларының дамуын болдырмайды [7].

Қарбыз ұнтағы, қызанақ ұнтағы сияқты, барлық пайдалы заттарды, соның ішінде ликопинді, С және А дәрумендерін және амин қышқылы цитрулинді сақтайтын тиісті жемістің шоғырланған түрі. Цитрулин - қан айналымын жақсартуға, қан тамырларын кеңейтуге және қан қысымын төмендетуге көмектесетін негізгі компонент. Бұл қарбыз ұнтағын гипертония және басқа да жүрек-қан тамырлары ауруларымен ауыратын адамдар үшін пайдалы етеді [8]. Қарбыз ұнтағы су-тұз балансын қалыпқа келтіруге, ылғалдандыруды жақсартуға көмектеседі және қарқынды физикалық белсенділікпен айналысатын адамдар үшін пайдалы болуы мүмкін. Қызанақ ұнтағынан айырмашылығы, қарбыз ұнтағы ликопинді азырақ қамтиды, бірақ әлі де осы антиоксиданттың құнды көзі болып табылады, бұл оның ағзадағы қабынуды және тотығу стрессін азайту қабілетін растайды [9, 10].

Қызанақ шикізатынан ликопин алудың қолданыстағы әдістерін талдау және осы мақсаттарда қарбыз ұнтағын пайдалану мүмкіндігіне арналған басылымдар қарбыз шикізатына бейімделуі мүмкін негізгі технологиялық кезеңдерді анықтауға мүмкіндік береді. Негізгі кезеңдерге шикізатты алдын ала дайындау, еріткіш таңдау және экстракция жатады.

Бұл зерттеудің мақсаты қызанақ пен қарбыз ұнтақтарынан ликопинді алудың тиімді технологиялық режимдерін жасау болып табылады. Зерттеу объектілері 13%-дан аспайтын қалдық ылғалдылыққа дейін инфрақызыл кептіру арқылы кептірілген қызанақ пен қарбыз ұнтақтары болды.

Материалдар мен әдістер. *Шикізатты алдын ала дайындау.*

Шикізатты алдын ала дайындау келесі әдіспен жүргізілді. Қызанақтар мен қарбыздарды сұрыптап, жуып, жеуге жарамсыз бөліктерін алып, кесіп тасталды: қызанақ - сегіз бірдей тілімдерге, қарбыз - салмағы 0,01-0,03 кг тілімдерге. Үлгілер бір қабатта жайпақ ыдысқа салынып, инфрақызыл кештіргіш шкафта кептірілді. Ылғалдылық көрсеткіші 10-13% жеткенше, үш

температура режимі зерттелді: 45°C, 50°C және 60°C қалдық . Осыдан кейін кептірілген үлгілер ұнтақ күйіне дейін ұнтақталды.

Экстракция әдісі

Ликопин алдын ала дайындалған ұнтақтардан аналитикалық сортты химиялық гександы пайдалана отырып жүргізілді. Шикізат және гексанның көлемдік арақатынасын анықтауда үш қатынас зерттелді: 1 : 3, 1 : 5 және 1 : 7. Ликопин гексанмен 20-тан 40°C-дейінгі температурада және 15-60 минут аралығында экстракцияланды. Ультрадыбыстық өңдеу Bandelin Sonopuls HD 3200 гомогенизаторымен жүргізілді. Экстракцияны аяқтағаннан кейін фазалар вакуумды сүзу арқылы бөлінді, содан кейін еріткіш RV 3 эко роторлы буландырғыш (ИКА, Германия) арқылы сығындыдан шығарылды.

Сондай-ақ келесі әдістер қолданылды:

МЕМСТ 5898 – 87 қышқылдық пен сілтілілікті анықтау; МЕМСТ Р 51478-99 (ИСО 2917-74) сутегі ионының рН концентрациясын анықтау; МЕМСТ Р ISO 22935-2-2011 органолептикалық бағалаудың ұсынылатын әдістері.

Статистикалық талдау

Статистикалық талдау MS Excel және Statistica 14.0 көмегімен орындалды. Әрбір эксперимент үш рет тәуелсіз орындалды. Барлық деректер орташа мәндер ретінде берілген.

Нәтижелер мен талқылау. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде алынған ұнтақтар мен сығындылардың физика-химиялық және органолептикалық көрсеткіштеріне инфрақызыл кептірудің температуралық-уақыттық режимдерінің әсерін көрсететін тәжірибелік деректер алынды. Ұнтақтардың ылғалдылығын өзгерту нәтижелері 1-кестеде келтірілген.



a



б



в



г



д



е



ж

3-сурет. Инфрақызыл кептіру арқылы алынған қарбыз және қызанақ ұнтақтарының сыртқы түрі:

A) 40°C, B) 50°C, C) 60°C ;температурада алынған қызанақ ұнтақтары

D) 40°C, E) 50°C, F) 60°C;температурада алынған қарбыз ұнтақтары

1-кесте. Инфрақызыл кептіру режимдері және ұнтақ ылғалдылығының өзгеруі

Көрсеткіштер	Қызанақ ұнтағы			Қарбыз ұнтағы		
Қыздыру температурасы, °C	40	50	60	40	50	60
Оңтайлы ылғалдылыққа жету уақыты, сағат	23	21	20	39	37	34
Ылғалдылық, %	12.4	13.6	13.1	13.9	13.6	13.4

3-кестеде келтірілген тәжірибелік мәліметтер негізінде қалдық ылғалдылығы 10–13% қызанақ пен қарбыз ұнтақтарын алу үшін инфрақызыл кептірудің оңтайлы температуралық шарттары анықталды. Әртүрлі температуралық жағдайларда кептіру уақытын талдау, сонымен қатар органолептикалық көрсеткіштерін және дайын өнімнің сыртқы түрін зерттеу процестің рационалды технологиялық параметрлерін орнатуға мүмкіндік берді. Қызанақ ұнтағы үшін қыздыру температурасының жоғарылауымен кептіру уақытының табиғи қысқаруы байқалды: 40°C-та кептіру уақыты 23 сағат, 50°C-та - 21 сағат, ал 60°C-та - 20 сағат болды. Бұл ретте температураның 60°C дейін көтерілуі органолептикалық көрсеткіштердің нашарлауымен қатар жүрмеді. Атап айтқанда, ұнтақтың түсі қаныққан, ашық қызыл болып қалды, қараю немесе табиғи реңкті жоғалту белгілері байқалмады. Өнімнің дәмдік және хош иісті қасиеттері де тұрақты болып

қалды және кептірілген өсімдік материалдарының сапа талаптарына сай болды. Бұл бақылаулар визуалды деректермен расталады (2-сурет, С позициясы), мұнда 60 ° C температурада алынған ұнтақ біркелкі текстуралық және қарқынды түспен сипатталады. Осылайша, қызанақ шикізатын 60 ° C температурада кептіруді оңтайлы деп санау керек, өйткені бұл режим жоғары органолептикалық көрсеткіштерді сақтай отырып және термиялық бұзылу белгілерінсіз ең аз кептіру уақытын (20 сағат) қамтамасыз етеді. Қызанақ ұнтағынан айырмашылығы, қарбыз ұнтағы үшін температураның 60 ° C дейін көтерілуі өнімнің сапа көрсеткіштеріне теріс әсер етті. Кептіру уақытының 40°C-та 40 сағаттан 60°C-та 34 сағатқа дейін қысқаруына қарамастан, максималды температурада ұнтақтың айқын қараюы тіркелді, бұл шикізат компоненттерінің термиялық ыдырауының басталғанын көрсетеді. Өзіне тән түстің жоғалуы және дәм мен хош иістің

нашарлауы бұл режимді пайдалануды орынсыз етеді. Қарбыз ұнтағын кептіру үшін ең қолайлы температура режимі - 50 ° С, бұл процестің ұзақтығы 37 сағатты құрады. Егер бұл шарттар орындалса, органолептикалық қасиеттердің тұрақтылығы қамтамасыз етіледі: ұнтақ бастапқы өнімнің табиғи түсін, хош иісін және дәмін сақтайды. Көрнекі талдау деректері (2-сурет, D позициясы) 50 °С температурада өнім біркелкі құрылым мен жеңіл реңкті сақтайтынын растайды, бұл термиялық бұзылудың жоқтығын көрсетеді.

Қызанақ бойынша тәжірибелік мәліметтерді математикалық өңдеу нәтижесінде көп реттік регрессия қызанақтың кептіру уақытына $\beta = -0,75$, $p < 0,05$ және қарбыз $\beta = -1,0$, $p < 0,001$ температураның айтарлықтай кері әсер ететінін көрсетті. Екі модель де статистикалық маңызды және жоғары дәлдікке ие: қызанақ үшін $R^2 = 0,9899$

және қарбыз үшін $R^2 = 0,987$.

Қызанақ пен қарбыз ұнтақтарының органолептикалық және физика-химиялық қасиеттері (2-кесте) инфрақызыл кептіру кезінде зерттелді (қарбыз үшін 60 ° С, қызанақ үшін 50 ° С). Инфрақызыл кептіру кезінде қарбыз ұнтағының ылғалдылығы -13,1%, қызанақ ұнтағының ылғалдылығы -13,4% болды. Қарбыз ұнтағы үшін лиофильді және инфрақызыл кептіру кезінде титрленетін қышқылдық 0,38-ден 0,46 ОТ-ға дейін, ал белсенді қышқылдық 4,3-тен 5,1 бірлікке дейін және т.б.. Органолептикалық қасиеттері бойынша қызанақ пен қарбыз ұнтақтары ұнтақты түрге ие болды; түсі - ашық қызылдан ашық қызылға дейін; иісі мен дәмі – бөгде иіссіз кептірілген қызанақ пен қарбызға тән. Физика-химиялық қасиеттері бойынша қарбыз мен қызанақ ұнтақтары рұқсат етілген шектерде болды.

2-кесте. Қарбыз және қызанақ ұнтақтарының органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Қарбыз ұнтағы	Қызанақ ұнтағы
Дәмі мен иісі	ерекше қарбыз дәмі мен жағымды хош иісі бар тәтті	қышқыл және жағымды хош иісі бар жақсы анықталған қызанақ дәмі бар тәтті емес
Түсі	ашық қызғылт сары-қызыл	ашық қызыл
Консистенциясы	ұнтақ	
Ылғалдылық, %	13.1	13.4
Титрленетін қышқылдық, 0 Т	0,46	0,38
рН	5.1	4.3

Инфрақызыл кептіру арқылы қызанақ пен қарбыздың құрғақ ұнтақтарын алғаннан кейін ликопинді алу үшін еріткіш (гексан) қосылды. Ликопинді экстракциялау үшін еріткіш оның полярлығын және ликопинді экстракциялау тиімділігін ескере отырып таңдалды. Еріткіш ретінде гексан (тазалығы – химиялық таза) пайдаланылды. Экстракция ұнтақтардың (қызанақ пен қарбыз) еріткішке әртүрлі массалық қатынасында: 1:3, 1:5 және 1:7, ликопиннің ең көп экстракциясы үшін оңтайлы қатынасты анықтау үшін жүр-

гізілді. Барлық үлгілер үшін процесс 20 °С температурада 30 минут бойы жүргізілді. Нәтижелер 3-кестеде берілген.

Зерттеулердің нәтижелері ликопиннің оңтайлы экстракциясына 1:5 қатынасында қол жеткізілетінін көрсетті, бұл қарбыз ұнтағы - 694,7 мг, қызанақ ұнтағы - 968,6 мг ликопиннің ең үлкен массасын қамтамасыз етеді. Шикізат пен еріткіштің 1:5 қатынасы ретінде оңтайлы нұсқа таңдалды, бұл сығындыдағы ликопиннің ең көп алынуын қамтамасыз етті.

Келесі кезеңде экстракция температурасы 20-дан 40 °С-қа дейін өзгерді (жоғарғы шек гексанның қайнау температурасын ескере отырып анықталды), ал процестің ұзақтығы 15 минуттық қаммен 15-тен 60 минутқа дейін зерттелді. Процесс үнемі араластыру арқылы жүзеге асырылды. Нәтижелер 4-кестеде берілген.

3-кесте. Ұнтақтағы ликопиннің әртүрлі ұнтақ пен еріткіш қатынасында гексан экстракциясы арқылы сандық бағасы

Қоспадағы ұнтақтар мен гексанның көлемдік қатынасы	100 г ұнтақтағы ликопиннің массасы, мг	
	Қарбыз ұнтағы	Қызанақ ұнтағы
1:3	4 94.7	5 61.8
1:5	694,7	968.6
1:7	5 73.5	6 95.3

4 - кесте. Әртүрлі температура мен процесс ұзақтығында жүргізілген экстракция кезінде ұнтақ үлгілеріндегі ликопин мөлшері

Көрсеткіштер		100 г ұнтақтағы ликопиннің массасы, мг	
Экстракция процесінің температурасы t, °С	Экстракция процесінің ұзақтығы t, мин		
	Қызанақ ұнтағы		
	Қарбыз ұнтағы		
20	30	968.6	694,7
20	45	1108,5	755.1
20	60	1120.7	845.3
30	30	1226.3	904.4
30	45	1393.4	997.1
30	60	1440,5	1178.3
40	30	1502.3	1256,7
40	45	1580.4	1274,8
40	60	1507,1	1204.8

Ликопиннің максималды мөлшері 40°С температурада және 45 минут ұстау уақытында байқалады: 1580,4 мг (қызанақ) және 1274,8 мг (қарбыз). ликопинді экстракциялаудың оңтайлы параметрлері анықталды: температура 40°С және

ұстау уақыты 45 минут.

Математикалық өңдеу нәтижелері.

Эксперименттік мәліметтерді математикалық өңдеу нәтижесінде детерминация коэффициенті

$R^2 = 0,928$ теңдеу алынды, ол қызанақ помасынан ликопинді алу процесін сипаттауға мүмкіндік береді:

$$C_t = 434.87 + 0.931 t + 0.248 \tau$$

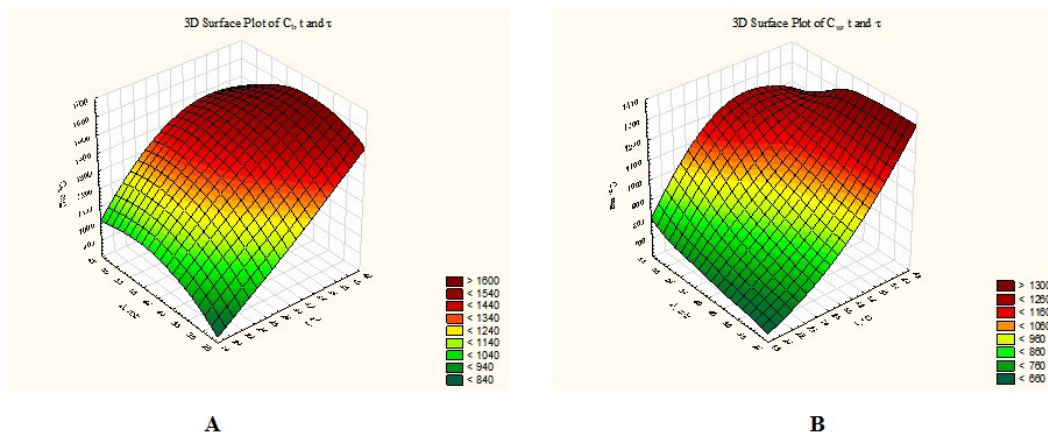
Қарбыздар үшін теңдеу $R^2 = 0,923$ анықтау коэффициентіне ие және алынған ликопиннің мөлшеріне температура мен уақыттың әсерін сипаттауға мүмкіндік береді:

$$C_w = 105.46 + 0.930 t + 0.241 \tau$$

* C_t -қызанақ ұнтағындағы ликопин мөлшері, мг/100 г; C_w -қарбыз ұнтағындағы ликопин мөл-

шері, мг/100 г;

Екі модель де статистикалық маңызды ($p < 0,001$) және шығыс параметрінің дисперсиясын түсіндірудің жоғары дәрежесімен сипатталады. Экстракция температурасы ликопиннің құрамына басым әсер етеді, ал экстракция уақыты азырақ, бірақ сенімді әсер етеді. Нәтижелердің графикалық көрсетілімі (2-сурет) жауап беттері түріндегі экстракция температурасы мен уақытының жоғарылауы өнімдегі ликопин мөлшерінің артуына ықпал ететінін растады. Ұсынылған үлгілерді экстракция шарттарын оңтайландыру және ликопинмен байытылған ұнтақтарды алудың тиімді технологиялық режимдерін әзірлеу үшін пайдалануға болады.



2-сурет. Экстракция температурасының ($^{\circ}\text{C}$) және уақыттың (мин) ликопин мөлшеріне әсерін көрсететін беттік график (Surface Plot) А) қызанақ ұнтағы үшін; В) қарбыз ұнтағы үшін

Қорытынды. Зерттеу барысында өсімдік (қызанақ) және қауын (қарбыз) шикізатынан ликопин алудың технологиялық процестері зерттелді. Қызанақ үшін 60°C және қарбыз үшін 50°C температурада инфрақызыл кептіру оңтайлы органолептикалық көрсеткіштерді, сонымен қатар 13,1-13,4% шегінде қалдық ылғалдың қолайлы деңгейін қамтамасыз ететіні анықталды.

Қызанақ пен қарбыз шикізатынан ликопинмен байытылған құрғақ ұнтақтарды алу технологиясы жасалды. ликопин гексан көмегімен ультрадыбыстық экстракция арқылы алынды. Оңтайлы экстракция шарттары ретінде танылды: шикізат пен еріткіштің қатынасы 1:5, температура 40°C және процесс ұзақтығы 45 минут.

Сығындылардағы ликопиннің максималды мөлшері қызанақ үшін 1580,4 мг және қарбыз үшін 1274,8 мг болды.

Қаржыландыру: Бұл жұмыс BR22886613 «Ауыл шаруашылығы дақылдарын өңдеу мен сақтаудың инновациялық технологияларын дамыту» ғылыми-техникалық бағдарламасы аясында жүзеге асырылатын «Онкологиялық аурулардың алдын алу үшін құны төмен және жоғары сапалы көрсеткіштері бар биологиялық белсенді функционалдық қоспаларды өндіру технологиясын әзірлеу» жобасы аясында дайындалды. Жоба 267 «Білім мен ғылыми зерттеулердің қолжетімділігін арттыру» бюджеттік бағдарламасы, Қазақстан Республикасы Ауыл

шаруашылығы министрлігінің 2024-2026 жыл- ландыру» кіші бағдарламасы бойынша қаржы- дарға арналған 101 «Ғылыми зерттеулер мен іс- ландырылады. шараларды бағдарламалық-нысаналы қаржы-

Әдебиеттер

1. Saini R.K., Rengasamy K.R.R., Mahomoodally F.M. et al. Protective effects of lycopene in cancer, cardiovascular, and neurodegenerative diseases: An update on epidemiological and mechanistic perspectives // Pharmacological Research.-2020.-Vol.155: 104730. DOI 10.1016/j.phrs.2020.104730.
2. Kulawik A., Cielecka-Piontek J., Zalewski P. The importance of antioxidant activity for the health-promoting effect of lycopene// Nutrients. - 2023. -Vol.15 (17): 3821. DOI 10.3390/nu15173821.
3. Deng Y., Zhao S., Yang X. et al. Evaluation of extraction technologies of lycopene: Hindrance of extraction, effects on isomerization and comparative analysis – A review // Trends in Food Science and Technology. -2021.-Vol.115.- P.285-296. DOI 10.1016/j.tifs.2021.06.051.
4. Ashraf W., Latif A., Lianfu Z. et al. Technological advancement in the processing of lycopene:A review//Food Reviews International.-2020.-Vol.38(5).-P.857-883. DOI 10.1080/87559129.2020.1749653.
5. Kirpichenkova E.V., Korolev A.A., Onishchenko G.G., Nikitenko E.I., Denisova E.L., Fetisov R.N., Petrova E.S., Fanda E.A. Study of consumption frequency of the main sources of lycopene and its quantification in students' diet // I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald. - 2018. -Vol.26. - P.474-483. DOI 10.23888/PAVLOVJ2018264474-483.
6. Saini R.K., Nile S.H., Park S.W. Chemical stability of lycopene in processed products: A review of the effects of processing methods and modern preservation strategies // Journal of Agricultural and Food Chemistry. -2019. -Vol.68 (3).- P.712-726. DOI 10.1021/acs.jafc.9b06669.
7. Kristal A.R., Till C., Platz E.A., Song X., King I.B., Neuhaus M.L., Ambrosone C.B., Thompson I.M. Serum lycopene concentration and prostate cancer risk: Results from the Prostate Cancer Prevention Trial // Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention.- 2011.-Vol.20(4).-P. 638-646. DOI 10.1158/1055-9965.EPI-10-1221.
8. Imran M., Ghorat F., Ul-haq I., Ur-rehman H., Aslam F., Heydari M., Shariati M.A., Okuskhanova E., Yessimbekov Z., Thiruvengadam M., Hashempur M.H., Rebezov M. Lycopene as a natural antioxidant used to prevent human health disorders // Antioxidants.- 2020.-Vol.9(8):706. DOI 10.3390/antiox9080706.
9. Morgia G., Voce S., Palmieri F., Gentile M., Iapicca G., Giannantoni A., Blefari F., Carini M., Vespasiani G., Santelli G. et al. Association between selenium and lycopene supplementation and incidence of prostate cancer: Results from the post-hoc analysis of the PROCOMB trial // Phytomedicine.- 2017. -Vol.34. -P.1-5. DOI 10.1016/j.phymed.2017.06.008.
10. Joshi B., Kar S.K., Yadav P.K., Yadav S., Shrestha L., Bera T.K. Therapeutic and medicinal uses of lycopene: a systematic review // International Journal of Research in Medical Sciences. - 2020. - Vol. 8(3): 1195. DOI 10.18203/2320-6012.ijrms20200804.

Авторлар туралы мәліметтер

Жұмалиева Г.Е. – техника ғылымдарының кандидаты, «Қазақ өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан, e-mail: guljan_7171@mail.ru;

Чоманов У.Ч. – техника ғылымдарының докторы, «Қазақ өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан, e-mail: chomanov@mail.ru;

Байзақова А.Б. - жаратылыстану ғылымдарының магистрі, ғылыми қызметкер, «Қазақ өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» Алматы, Қазақстан, e-mail: ainel0026@gmail.com;

Шоман Ә.К.- техника ғылымдарының мгістрі, аға ғылыми қызметкер, «Қазақ өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» Алматы, Қазақстан, e-mail: shoman_a@mail.ru

Information about the authors

Zhumalieva G.E. - candidate of technical sciences, LLP "Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry" Almaty, Kazakhstan, e-mail: guljan_7171@mail.ru;

Chomanov U.Ch. - doctor of technical sciences, LLP "Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry" Almaty, Kazakhstan, e-mail: chomanov@mail.ru;

Baizakova A.B. - master of natural sciences, research fellow, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Kazakhstan, e-mail: ainel0026@gmail.com;

Shoman A.K.-master of technical sciences, LLP "Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry" Almaty, Kazakhstan, e-mail: shoman_a@mail.ru