

## ӨСІМДІК ТЕКТЕС КӨПКOMPONENTТІ ҚОСПАЛАРДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ГРАНОЛАНЫҢ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ

З.Н. МОЛДАҚҰЛОВА , Т.Б. АХЛАН , А.С. АБДРЕЕВА ,  
А.Қ. ҚҰРМЕТХАН , А.К. ИЗЕМБАЕВА 

(Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би, 100)  
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: moldakulovaziliha@gmail.com\*

Өсімдік тектес көпкомпонентті қоспаларды қолдану арқылы дайындалған граноланың сапасына салыстырмалы зерттеу жүргізілді (№1 және №2 үлгілер негізінде). №2 гранола үлгісі ақуыз мөлшерінің жоғары болуымен сипатталады (13,69% — №1-дегі 13,03%-ға қарсы), май (15,44% — 15,60%-ға қарсы), көмірсулар (47,84% — 44,43%-ға қарсы) және тағамдық талшықтар (8,31% — 7,42%-ға қарсы) мөлшерінің артуымен ерекшеленеді, бұл оның дәнді-өсімдік композициясы ретінде функционалдық бағыттылығын күшейтеді. Витаминдік профиль №2 үлгіде А витамині мөлшерінің (0,61 мг/100 г) №1 үлгімен (0,51 мг/100 г) салыстырғанда статистикалық тұрғыдан сенімді жоғарылағанын көрсетті, ал Е витамині мөлшері төмендеген (тиісінше 5,32 және 6,71 мг/100 г), сондай-ақ В тобы витаминдерінің арту үрдісі байқалды. №2 үлгісіндегі полифенолдар мен флавоноидтардың жалпы мөлшері тиісінше 0,91% және 0,47% болып, №1 үлгіге (0,63% және 0,41%) қарағанда жоғары екені анықталды, бұл оның антиоксиданттық әлеуетінің айқынырақ екенін көрсетеді. Минералдық талдау екі үлгіде де магний мен фосфордың жоғары деңгейін анықтады, сонымен қатар №2 үлгіде темір мөлшерінің жоғары болуы оны қан түзу және оттегін тасымалдау үдерістеріне қатысатын микроэлементтердің көзі ретінде құндылығын арттырады. Токсикологиялық бақылау өнімнің қауіпсіздігін растады: пестицидтер анықталған жоқ, кадмий, мышьяк және сынап табылмады, қорғасын мөлшері  $\leq 0,0028$  мг/кг, бұл нормативтік шектерден едәуір төмен. Зерттеу нәтижелері өсімдік тектес көпкомпонентті қоспаларды қолдану граноланың тағамдық және функционалдық құндылығын тағамдық талшықтар, витаминдер және биологиялық белсенді қосылыстар мөлшерін арттыру арқылы жақсартуға мүмкіндік беретінін, сонымен қатар өнімнің қауіпсіздігі мен жоғары органолептикалық көрсеткіштерінің сақталатынын дәлелдейді.

Негізгі сөздер: гранола, өсімдік қоспалары, тағамдық талшықтар, витаминдер, минералдар, полифенолдар, флавоноидтар, антиоксиданттар, тағам қауіпсіздігі.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА БАТОНЧИКОВ ГРАНОЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ

З.Н. МОЛДАҚҰЛОВА, Т.Б. АХЛАН, А.С. АБДРЕЕВА,  
А.Қ. ҚҰРМЕТХАН, А.К. ИЗЕМБАЕВА

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан, г.Алматы, ул. Төле би, 100)  
Электронная почта автора корреспондента: moldakulovaziliha@gmail.com\*

Проведено сравнительное исследование гранолы, изготовленной с применением растительных многокомпонентных смесей, на примере двух образцов (№1 и №2). Гранола №2 характеризуется повышенным содержанием белка (13,69% против 13,03% у №1), жира (15,44% против 15,60%), углеводов (47,84% против 44,43%) и пищевых волокон (8,31% против 7,42%), что усиливает её функциональную направленность как продукт зерново-растительной композиции. Витаминный профиль показал статистически значимое увеличение содержания витамина А в образце №2 (0,61 мг/100 г) по сравнению с №1 (0,51 мг/100 г), снижение витамина Е (5,32 и 6,71 мг/100 г соответственно) и тенденцию к повышению витаминов группы В. Суммарное содержание полифенолов и флавоноидов в №2 достигло 0,91% и 0,47%, что выше, чем у №1 (0,63% и 0,41%), указывая на более выраженный антиоксидантный потенциал. Минеральный анализ выявил высокий уровень магния и фосфора в обоих образцах, при этом содержание железа в №2 было выше, что повышает его ценность как источника микроэлементов, участвующих в

*кроветворении и транспортировке кислорода. Токсикологический контроль подтвердил безопасность продукции: пестициды не выявлены, кадмий, мышьяк и ртуть отсутствуют, свинец  $\leq 0,0028$  мг/кг, значительно ниже нормативных пределов. Результаты исследования демонстрируют, что использование растительных многокомпонентных смесей позволяет улучшать пищевую и функциональную ценность гранолы за счёт повышения содержания пищевых волокон, витаминов и биологически активных соединений при сохранении безопасности и высоких органолептических характеристик.*

**Ключевые слова:** гранола, растительные смеси, пищевые волокна, витамины, минералы, полифенолы, флавоноиды, антиоксиданты, безопасность пищевых продуктов.

## QUALITY ASSESSMENT OF GRANOLA USING PLANT-BASED MULTICOMPONENT BLENDS

Z.N. MOLDAKULOVA, T.B. AKHLAN, A.S. ABDREEVA,  
A.K. KURMETKHAN, A.K. IZEMBAYEVA

(Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100)  
Corresponding author e-mail: moldakulovaziliha@gmail.com\*

*A comparative study of granola produced using plant-based multicomponent mixtures was conducted based on two samples (No. 1 and No. 2). Granola sample No. 2 was characterized by a higher content of protein (13.69% vs. 13.03% in No. 1), fat (15.44% vs. 15.60%), carbohydrates (47.84% vs. 44.43%), and dietary fiber (8.31% vs. 7.42%), which enhances its functional orientation as a grain–plant composite product. The vitamin profile demonstrated a statistically significant increase in vitamin A content in sample No. 2 (0.61 mg/100 g) compared to No. 1 (0.51 mg/100 g), a decrease in vitamin E (5.32 and 6.71 mg/100 g, respectively), and a tendency toward increased levels of B-group vitamins. The total content of polyphenols and flavonoids in sample No. 2 reached 0.91% and 0.47%, respectively, exceeding those of sample No. 1 (0.63% and 0.41%), indicating a more pronounced antioxidant potential. Mineral analysis revealed high levels of magnesium and phosphorus in both samples, while the iron content in sample No. 2 was higher, increasing its value as a source of trace elements involved in hematopoiesis and oxygen transport. Toxicological assessment confirmed product safety: pesticides were not detected; cadmium, arsenic, and mercury were absent; and lead content ( $\leq 0.0028$  mg/kg) was significantly below regulatory limits. The study results demonstrate that the use of plant-based multicomponent mixtures improves the nutritional and functional value of granola by increasing the content of dietary fiber, vitamins, and biologically active compounds while maintaining product safety and high organoleptic characteristics.*

**Keywords:** granola, plant-based mixtures, dietary fiber, vitamins, minerals, polyphenols, flavonoids, antioxidants, food safety.

### *Kіpіcne*

Соңғы жылдары жоғары энергетикалық және тағамдық құндылығы бар, тұтынуға ыңғайлы жылдам тіскебасар өнімдерге сұраныс тұрақты түрде артып келеді. Тұтынушылардың тағам өнімдерінің сапасына деген қызығушылығы күшейіп, олардың құрамына мән беру үрдісі байқалуда. Қазіргі өмір ырғағына байланысты дайындалуына көп уақыт талап етпейтін, салауатты өмір салтына сәйкес келетін, адам денсаулығы мен қоршаған ортаға зиянсыз өндірілетін әрі барынша пайдалы өнімдерге басымдық берілуде [1].

Осы сегментте құрғақ таңғы ас өнімдері – гранола ерекше орын алады. Бұл олардың рецептураларының алуан түрлілігімен, ұзақ сақтау мерзімімен және құрамын тұқымдар,

жаңғақтар, жеміс-жидек шикізаты мен өсімдік экстрактылары сияқты өсімдік тектес ингредиенттермен мақсатты түрде байыту мүмкіндігімен түсіндіріледі. Осыған байланысты биологиялық құндылығы жоғары және тұтынушылық қасиеттері жақсартылған гранола рецептураларын әзірлеу тағам өнеркәсібі саласындағы перспективалы ғылыми бағыттардың бірі болып табылады.

Заманауи зерттеулер көпкомпонентті өсімдік қоспаларын енгізу дәнді өнімдер тағамдық құрамын және антиоксиданттық әлеуетін жақсартатынын растайды. Мысалы, амарант, сұлы және банан қабығы ұнтағы негізіндегі композициялар ақуыз,  $\beta$ -глюкан және тағамдық талшықтар мөлшерін арттырып, органолептикалық көрсеткіштерін сақтайды

[2]. Сонымен қатар, алдын ала өңделген дәнді компоненттерді қолдана отырып, кейіннен жеміс-жидек пен жаңғақ ингредиенттерін (мысалы, құрма пастасы, грек жаңғағы) қосу технологиялық тұрғыдан тиімді тәсіл болып табылады. Бұл әдіс өнімнің антиоксиданттық көрсеткіштерін арттырып, қажетті текстуралық қасиеттерін қалыптастыруға мүмкіндік береді [3].

Жидектен алынған экстрактылары мен өсімдік тектес жанама шізаттарды қолдану ерекше қызығушылық тудырады. Зерттеулер көрсеткендей, гранола құрамына мүкжидек экстрактын қосу фенолды қосылыстардың болуына байланысты оның сенсорлық тартымдылығын арттырып, функционалдық қасиеттерін жақсартады. Сонымен қатар, ғылыми дереккөздерде дәстүрлі ингредиенттерді ішінара өсімдік компоненттерімен, соның ішінде оларды қайта өңдеудің жанама өнімдерімен алмастыру арқылы өнімдердің антиоксиданттық белсенділігін күшейту және тағамдық құндылығын арттыру жолдары қарастырылған [4].

Дәнді-жаңғақ тобына жататын өнімдер үшін тек нутриенттік құндылығы ғана емес, сонымен қатар қауіпсіздік көрсеткіштерін (улы элементтер, пестицидтер) растау да аса маңызды, өйткені өсімдік шикізаты қоршаған ортадан контаминанттарды жинақтауы мүмкін. Осыған байланысты гранола рецептураларын әзірлеу тағамдық құндылығын, биологиялық белсенді заттардың мөлшерін және қауіпсіздік көрсеткіштерін кешенді бағалаумен қатар жүргізілуі тиіс [5].

Зерттеудің мақсаты – өсімдік тектес көпкомпонентті қоспаларды қолдану арқылы дайындалған граноланың (№1 және №2 үлгілер) тағамдық құндылығын, витаминді-минералдық құрамын, биологиялық белсенді заттар мөлшерін және қауіпсіздік көрсеткіштерін салыстырмалы түрде бағалау.

#### ***Зерттеу материалдары мен әдістері***

Зерттеу нысаны ретінде граноланың тәжірибелік үлгілері №1 және №2 алынды. Өнімді алу үрдісі граноланы дайындаудан тұрды, оған дәндер, жаңғақтар, тұқымдар және кептірілген жемістерді тазалау, турау және сұрыптау жұмыстары кірді, бұл біркелкі термиялық өңдеуді қамтамасыз ету үшін қажет болды. Қоспаның негізін сұлы, жүгері, күріш және қарақұмық жармалары құрады, оған жаңғақтар (бадам, грек жаңғағы, кешью), асқабақ тұқымдары, кептірілген жемістер

(мейіз, кептірілген өрік, кептірілген алма, мүкжидек, асқабақ), сондай-ақ май, мүкжидек концентраты, сірне және сорбит қосылады. Қыздыру 170–180 °С температурада 12–18 минут, арасында араластыру арқылы жүргізіледі, бұл өнімге қытырлақ текстура қалыптастыруға мүмкіндік береді. Салқындағаннан кейін өнім тұтынушылық қаптамаға оралады.

Зерттеу барысында келесі көрсеткіштер анықталды: ақуыз мөлшері – ГОСТ 10846-9, май массалық үлесі – ГОСТ 29033-91, көмірсулар мөлшері – перманганатометриялық әдіспен, тағамдық талшықтар мөлшері – ГОСТ 31675-2012, күл массалық үлесі – ГОСТ 25555. 4-91, β-каротин мөлшері – ГОСТ Р 54058–2010, органикалық қышқылдардың массалық концентрациясы – ГОСТ 32771-2014, А витамині мөлшері – ГОСТ Р 54635-2011, В тобы витаминдері мен С витамині мөлшері – ГОСТ 31483–2012, Е витамині мөлшері – ГОСТ Р 54634–2011, Са, Fe, Mg мөлшері – ГОСТ 32343–2013, фосфор мөлшері – ГОСТ 26657–97, полифенолдар мөлшері – ГОСТ Р 55488-2013, флавоноидтар мөлшері – ГОСТ Р 55312-2012.

Токсиндік элементтер саны (кадмий, қорғасын) – ГОСТ Р 51301-99, сынап мөлшері – ГОСТ 26927-86, мышьяк мөлшері – ГОСТ 26930-86, пестицидтер мөлшері – ГОСТ 23452-2015 анықталды.

Әр талдау кемінде үш қайталауда жүргізілді ( $n = 3$ ). Бөліну нормалдығын Шапиро–Уилк критеріімен бағалады, орта мәндер арасындағы айырмашылықтарды  $t$ -критерий Стюдент арқылы  $p < 0,05$  деңгейінде есептеді. Корреляциялар Пирсон бойынша есептелді.

#### ***Нәтижелері және оларды талқылау***

Зерттеу барысында өсімдік тектес көпкомпонентті қоспаларды қолдану арқылы дайындалған граноланың (№1 және №2 үлгілері) химиялық құрамы, витаминдер мен минералдық элементтер мөлшері, биологиялық белсенді заттар және қауіпсіздік көрсеткіштері салыстырмалы түрде бағаланды. Барлық нәтижелер  $M \pm SD$  ( $n = 3$ ) ретінде көрсетілген. Үлгілер арасындағы айырмашылықтардың статистикалық маңыздығы тәуелсіз  $t$ -тест арқылы  $p < 0,05$  деңгейінде бағаланды.

Тағамдық құндылықты талдау нәтижелері 1-кестеде берілген.

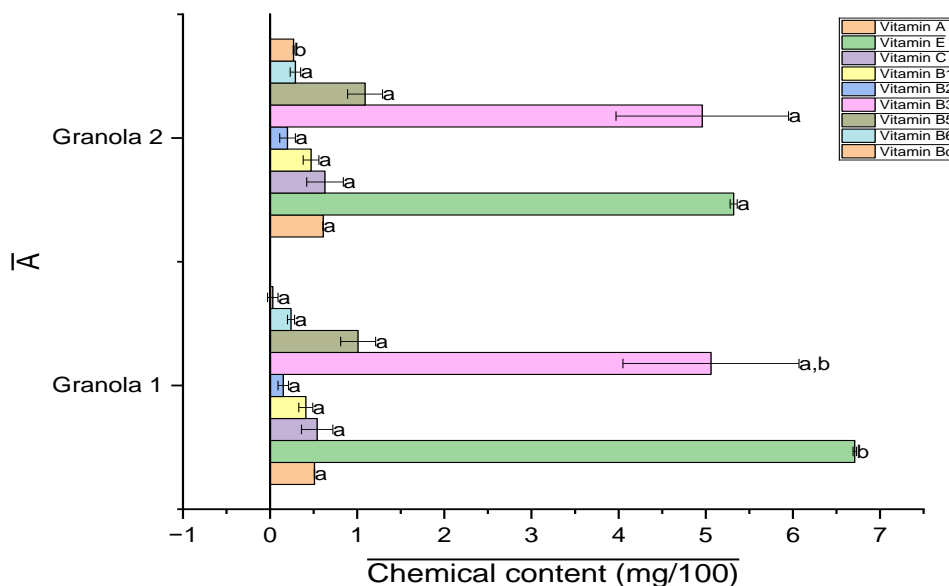
Кесте 1. Гранола таңғы асының химиялық құрамы (өнімнің 100 г-на)

Көрсеткіштің атауы	Гранола №1	Гранола №2
Ақуыз, %	13,03 ± 0,05	13,69 ± 0,08
Май, %	15,60 ± 0,35	15,44 ± 0,09
Көмірсу, %	44,43 ± 0,26	47,84 ± 1,12
Тағамдық талшық, %	7,42 ± 0,34	8,31 ± 0,64
Күлділігі, %	1,28 ± 0,05	1,48 ± 0,08
Энергетикалық құндылығы, ккал	370,24	385,08

1-кестедегі көрініп тұрғандай, зерттелген екі үлгі де ақуызға бай (13,03–13,69%), бұл жаңғақтар мен тұқымдардың өсімдік ақуызының көзі ретінде қосқан үлесін көрсетеді. Май мөлшері шамамен бір деңгейде (~15%) болып табылады. Көмірсулар негізгі компонент болып табылады, бұл дәнді компоненттер негізінде жасалған өнім болу есебінен жоғары мөлшерді көрсетеді [6,7]. №2 үлгісінде тағамдық талшықтар мөлшері жоғарырақ (8,31 ± 0,64% қарсы 7,42 ± 0,34%), бұл өнімнің функцио-

налдық бағыттылығын, яғни рациондағы тағамдық талшық үлесін арттыру тұрғысынан күшейтеді [8].

Гранола №1 және №2 үлгілеріндегі витаминдер мөлшерін анықтау нәтижелері 1-суретте көрсетілген (M ± SD, n = 3). Орта мәндер арасындағы айырмашылықтардың статистикалық маңыздығы t-критерий Стюдент арқылы p < 0,05 деңгейінде бағаланды. Витаминдер мөлшері бойынша нәтижелер 1-суретте берілген.



Сурет 1. Granola №1 және Granola №2 үлгілеріндегі витамин құрамының салыстырмалы сипаттамасы (M ± SD, n = 3)

Кесте 2. Granola №1 және Granola №2 үлгілеріндегі витаминдер мөлшерінің салыстырмалы көрсеткіші (M ± SD, n = 3)

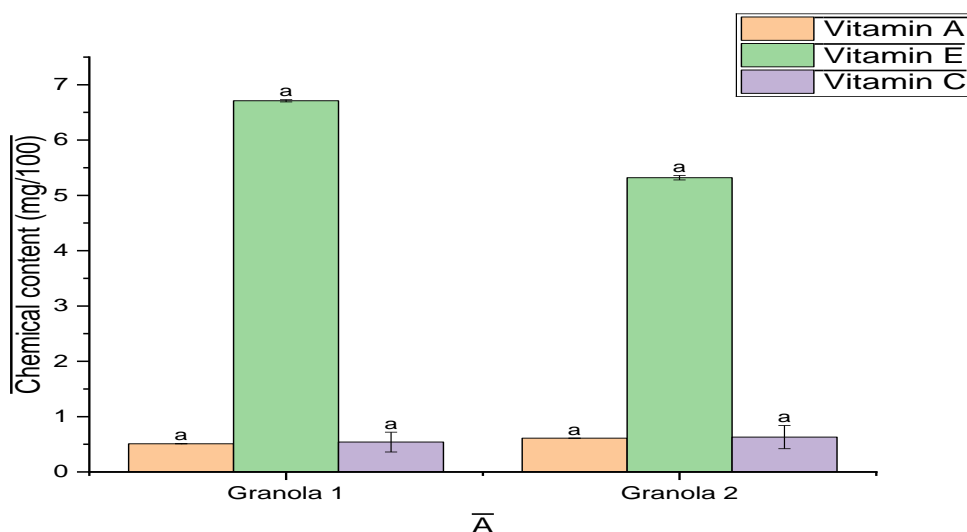
Көрсеткіш	Гранола №1 (M ± SD)	Гранола №2 (M ± SD)	t	p
А витамині, мг/100 г	0,510 ± 0,002	0,610 ± 0,003	-48,038	<0,001
Е витамині, мг/100 г	6,710 ± 0,020	5,320 ± 0,040	53,834	<0,001
С витамині, мг/100 г	0,540 ± 0,180	0,630 ± 0,210	-0,564	0,603
В <sub>1</sub> витамині, мг/100 г	0,410 ± 0,080	0,470 ± 0,090	-0,863	0,437
В <sub>2</sub> витамині, мг/100 г	0,150 ± 0,060	0,200 ± 0,090	-0,801	0,468
В <sub>3</sub> витамині, мг/100 г	5,060 ± 1,010	4,960 ± 0,990	0,122	0,908
В <sub>5</sub> витамині, мг/100 г	1,110 ± 0,200	1,090 ± 0,200	0,122	0,908
В <sub>6</sub> витамині, мг/100 г	0,240 ± 0,040	0,290 ± 0,060	-1,201	0,296
Фолий қышқылы, мг/100 г	0,031 ± 0,006	0,027 ± 0,005	0,887	0,425
β-каротин, мг/кг	4,530 ± 0,070	4,340 ± 0,080	3,096	0,036

1-сурет пен 2-кестедегі деректерге сәйкес, екі үлгіде де витаминдер (А, Е, С және В тобы) анықталды. №2 үлгісінде А витаминінің мөлшері жоғарырақ болды (0,61 мг/100 г қарсы №1-дегі 0,51 мг/100 г), сондай-ақ В<sub>1</sub> және В<sub>2</sub> витаминдерінің мөлшері жоғары болды. №2 үлгісіндегі Е витаминінің мөлшері төмен болды, бұл жаңғақ-майды компоненттердің үлесінің айырмашылығын көрсетеді. Жалпы, алынған нәтижелер гранола өнімінің витаминдік құрам таңдалған көпкомпонентті дәнді-өсімдік компоненттерінің құндылығын растайды.

В тобы витаминдерінің жоғары деңгейі бүтін дәнді және жидек компоненттердің қолданылуына байланысты, олар дәстүрлі түрде осы витаминдердің көзі болып табылады. Аталған витаминдер метаболикалық процестерде маңызды рөл атқарады, макроэлементтердің катаболизмін қамтамасыз етіп, энергия-

ның бөлінуіне ықпал етеді, бұл әсіресе жоғары энергетикалық құндылығы бар, ағзаның энергиясын тез және тиімді толықтыруға арналған өнімдерді әзірлеу кезінде өзекті. Е витамині жеткілікті мөлшерде кездеседі, бұл жаңғақ-майды компоненттердің болуымен байланысты. Токоферолдар тағамдық өнімдердің антиоксиданттық әлеуетіне үлес қосатын қосылыстарға жатады [9]. Сондықтан граноланың витаминдік құрамы оның тағамдық құндылығын елеулі түрде арттырады, өнімнің функционалдық қасиеттерін ағзаға қажетті биологиялық белсенді заттарды қамтамасыз ету арқылы күшейтеді.

Гранола №1 және №2 үлгілеріндегі минералдық элементтерді анықтау нәтижелері 3-кестеде берілген. 3-кестеге сәйкес, кальций, магний, темір және фосфор мандері көрсетілген. Минералдық заттарды талдау нәтижелері 3-кестеде берілген.



Сурет 1. Granola №1 және Granola №2 үлгілеріндегі минералдық құрамның салыстырмалы сипаттамасы ( $M \pm SD$ ,  $n = 3$ )

Минералдық құрамды талдау (3-кесте) нәтижесінде, гранола магний және фосфорға бай. Магний жүйке-бұлшықет белсенділігін және энергетикалық алмасуды реттеуге қатысады, ал фосфор сүйек тіні мен жасушалық мембраналардың фосфолипидтерінің маңызды компоненті болып табылады. Бұл элементтердің жоғары мөлшері құрамға тұқымдар мен жаңғақтардың қосылуымен байланысты. №2 гранола үлгісінде темір мөлшері аздап жоғары, бұл оны қан түзу процестері мен оттегінің ағзаға тиімді тасымалдануы үшін қажетті осы

микроэлементтің қосымша көзі ретінде құндылығын арттырады.

Осылайша, зерттелген үлгілердің минералдық құрамы олардың тағамдық құндылығын толықтырып, өнімнің функционалдық қасиеттерін кеңейтуге ықпал етеді.

Гранола №1 және №2 үлгілеріндегі биологиялық белсенді заттарды анықтау нәтижелері 3-кестеде берілген. Көрсеткіштер  $M \pm SD$  ( $n = 3$ ) ретінде көрсетілген. 3-кестедегі деректерге сәйкес  $\beta$ -каротин, органикалық қышқылдар, полифенолдар және флавоноидтар мөлшері берілген.

Кесте 3. Гранола құрамындағы биологиялық белсенді заттардың мөлшері

Көрсеткіш	Гранола №1	Гранола №2
β-каротин, мг/кг	4,53 ± 0,07	4,34 ± 0,08
Органикалық қышқылдар, %	0,12 ± 0,01	0,15 ± 0,01
Полифенолдар, %	0,63 ± 0,02	0,91 ± 0,02
Флавоноидтар, %	0,41 ± 0,02	0,47 ± 0,02

3-кестеге сәйкес, гранола құрамында полифенолдар мен флавоноидтар бар. №2 гранола үлгісіндегі полифенолдар мен флавоноидтардың жоғары мөлшері антиоксиданттық белсенділігін көрсетті, бұл дәнді және өсімдік компоненттеріндегі фенолды қосылыстар негізгі антиоксиданттық компоненттер ретінде қарастырылады [10,11]. Мүкжидек концентраттарын қолдану тағамдық жүйелердегі фенолдық құрамға үлес қосады [12]. β-каротиннің болуы өнімнің биологиялық белсенді қосылыстар мөлшерін кеңейтеді. Осылайша, көп-

компонентті өсімдік қоспаларын қолдану макро- және микронутриенттер мөлшерін артырумен қатар биологиялық белсенді қосылыстар деңгейін де жоғарылатуға ықпал етеді.

Зерттелген үлгілердің қауіпсіздік көрсеткіштерін бақылау нәтижелері 4-кестеде берілген. 5-кестедегі деректерге сәйкес, гранола №1 және №2 үлгілерінде пестицидтер мен токсиндік элементтердің (Pb, Cd, As, Hg) мөлшері нормативтік шектермен салыстырмалы түрде көрсетілген.

Кесте 4. Granola №1 және Granola №2 үлгілерінің қауіпсіздік көрсеткіштері

Көрсеткіш	Гранола №1	Гранола №2	Норматив
Пестицидтер	анықталмады	анықталмады	рұқсат етілмейді
Қорғасын	0,0025 ± 0,0002	0,0028 ± 0,0001	≤ 0,1
Кадмий	анықталмады	анықталмады	≤ 0,05
Күшән	анықталмады	анықталмады	≤ 0,2
Сынап	анықталмады	анықталмады	≤ 0,03

Нәтижесінде, токсиндік элементтердің алынған мәнделері тағам өнімдері үшін қолданыстағы нормативтік құжаттармен белгіленген шекті рұқсат етілген деңгейден едәуір төмен. Сонымен қатар, Cd, As және Hg болмауы ерекше маңызды, өйткені өсімдік ингредиенттері қоршаған ортадан контаминанттарды жинақтауы мүмкін.

Осылайша, токсикологиялық бақылау нәтижелері зерттелген үлгілердің қауіпсіздік талаптарына сәйкес келетінін растайды және оларды күнделікті тұтынуға ауыр металдардың жинақталуы тәуекелсіз рационда қолдануға болатындығын көрсетеді.

Зертханалық сынақтардың нәтижелері көрсеткендей, №2 гранола үлгісінде ақуыз 13,69%, май 15,44%, көмірсу 47,84% және тағамдық талшықтар 8,31% мөлшерінде, ал №1 гранола үлгісінде сәйкесінше 13,03%, 15,60%, 44,43% және 7,42% құрайды (1-кесте). Осылайша, №2 үлгісі тағамдық талшықтар мөлшері жоғары болғаны анықталды [8].

№2 гранола үлгісінде А витаминінің мөлшері статистикалық маңызды түрде №1 үлгісінен жоғары, ал Е витаминінің мөлшері төмен екені анықталды (2-кесте). Токоферол-

дар (Е витамині) тағамдық жүйелерде антиоксиданттық қорғанысқа қатысатын қосылыстарға жататындықтан, анықталған айырмашылықтар рецептурадағы жаңғақ-майлы компоненттер мен мүкжидек концентратының қатынасының ерекшеліктерін көрсетуі мүмкін [9].

№2 үлгідегі полифенолдар мен флавоноидтардың жалпы мөлшерінің артуы (3-кесте) дәнді дақылдар мен өсімдік компоненттері (мүкжидек концентраты) антиоксиданттық белсенділіктің көзі ретінде қарастырылатын фенолдық қосылыстар туралы мәліметтермен сәйкес келеді [10,11,12]. Өнімнің полифенолдық құрамына қосымша үлес жеміс-жидек компоненттері арқылы қамтамасыз етеді, олардың полифенолдық құрамы мен антиоксиданттық сипаттамалары сипатталған [13,14, 15].

Минералдық құрам (3-кесте) екі үлгіден де Mg және P жоғары деңгейде екенін көрсетті, сонымен қатар №2 үлгісінде Mg және Fe мөлшері салыстырғанда статистикалық маңызды түрде артқаны байқалды, бұл минералдық заттардың көзі ретінде тұқымдар мен жаңғақтардың қосылуымен байланысты.

Токсикологиялық бақылау нәтижелері зерттелген үлгілердің қауіпсіздігін растайды:

пестицидтер анықталмаған, Cd, As және Hg анықталмаған, ал Pb мөлшері нормативтік шектерден едәуір төмен (5-кесте). Жалпы алғанда, алынған деректер көпкомпонентті өсімдік қоспаларын қолдану тағамдық талшықтар мен биологиялық белсенді фенолдық қосылыстар мөлшерін арттыруға мүмкіндік беретінін, сонымен қатар тағамдық құндылықты сақтап, қауіпсіздік талаптарына сәйкес келетінін көрсетеді [11].

#### **Қорытынды**

Зерттеудің мақсаты - көпкомпонентті өсімдік қоспаларын қолдану арқылы дайындалған граноланың (№1 және №2 үлгілері) химиялық құрамы, витаминдік және минералдық сипаттамасы, биологиялық белсенді заттар мөлшері және қауіпсіздік көрсеткіштерін салыстырмалы бағалау болды. Мақсатқа жету үшін кешенді аналитикалық әдістер қолданылды: ақуыз, май, көмірсу және тағамдық талшықтар мөлшерін анықтау, витаминдер мен минералдық элементтерді аспаптық әдіспен өлшеу, биологиялық белсенді қосылыстарды (полифенолдар, флавоноидтар, β-каротин) бағалау, сондай-ақ токсиндік элементтер мен пестицидтер бойынша қауіпсіздік бақылауы және алынған нәтижелерді статистикалық өңдеу (t-тест,  $p < 0,05$ ).

Нәтижесінде, екі үлгі де ақуызға бай және май мөлшері салыстырмалы бірдей деңгейде болды. №2 үлгісі тағамдық талшықтар мөлшері жоғары болуымен ерекшеленеді, бұл өнімнің функционалдық бағыттылығын күшейтеді. Витаминдік сипаттама №2 үлгісінде А витаминінің статистикалық маңызды өсуін, Е витаминінің азаюын, ал №2 үлгідегі жалпы полифенолдар мен флавоноидтар мөлшері №1-ге қарағанда жоғары болып, фенолдық қосылыстардың антиоксиданттық белсенділігі жоғары екенін көрсетеді. Екі үлгінің минералдық құрамында Mg және P жоғары деңгейде болды, сонымен қатар №2 гранолада Mg және Fe мөлшері №1-ге қарағанда артқаны анықталды.

Токсикологиялық бағалау зерттелген үлгілердің қауіпсіздігін растады: пестицидтер анықталмаған, Cd, As және Hg жоқ, ал Pb мөлшері өте төмен деңгейде болып, қолданыстағы нормативтік шектерден едәуір төмен екені анықталды.

Жалпы, алынған нәтижелер көпкомпонентті өсімдік қоспаларын қолданған рецептураның граноланың функционалды маңыздылығы көрсеткіштерін - тағамдық талшықтар мен фенолдық қосылыстарды мақсатты түрде жақсартуға мүмкіндік беретінін көрсетеді.

#### **Алғыс, мүдделер қақтығысы, қаржыландыру**

Ұсынылған зерттеулер Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі «AP22786450 «Көп компонентті қоспалар мен биологиялық белсенді қоспаларды пайдалана отырып функционалды тағзы ас өнімдері (гранола, снектер) технологиясын жасау» 2024-2026 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобалар бойынша гранттық қаржыландыру шеңберінде жасалынды.

#### **ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**

1. Иванова И.С., Петрова А.А. Современные тенденции развития функциональных пищевых продуктов // Пищевая промышленность.-2020.-№5.-С. 12–16.
2. Бесолова Б.В.; Конько Е.А. Аналитический обзор использования пищевых продуктов для спортсменов под общим названием «гранола». //Молодой ученый, 2020.-№ 21.-С. 232–233. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/311/70557/>
3. Касьянов Г.И.; Ольховатов Е.А.; Сакибаев К.Ш. Инновации в технологии производства сухих завтраков. //Научный журнал КубГАУ.-2017.-№ 130.-С. 1–12. Режим доступа: <https://ej.kubagro.ru/2017/06/pdf/67.pdf>
4. Демченко Е.А.; Савенкова Т.В. Зерновые завтраки как неотъемлемая часть здорового питания. //Пищевая промышленность. Наука и технологии, 2021.-Т. 14. -С. 6–11.
5. Steinert, R.E.; Raederstorff, D.; Wolever, T.M. Effect of Consuming Oat Bran Mixed in Water before a Meal on Glycemic Responses in Healthy Humans—A Pilot Study. *Nutrients* 2016, 8, 524.
6. Mir, N.A.; Yousuf, B.; Gul, K.; Riar, C.S.; Singh, S. Cereals and Pseudocereals: General Introduction, Classification, and Nutritional Properties. In *Food Bioactives*; Apple Academic Press: Palm Bay, FL, USA, 2019; pp. 281–322.
7. Raut, B.N.; Sakhale, B.K.; Vairagar, P.R.; Waghchaure, R.S.; Quadri, A.S. Young Cereal Grains: The Emerging Nutraceuticals. In *Traditional Foods: The Reinvented Superfoods*; Springer: Berlin/ Heidelberg, Germany, 2024; pp. 207–223.
8. Беркотова Л.В. Содержание пищевых волокон в зерновых продуктах прикорма. //Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий, 2021. -Т. 83. -С. 154–159.
9. Górnas, P.; Radenkovs, V.; Pugajeva, I.; Soliven, A.; Needs, P.W.; Kroon, P.A. Varied Composition of Tocochromanols in Different Types of Bran: Rye, Wheat, Oat, Spelt, Buckwheat, Corn, and Rice. *Int. J. Food Prop.* 2016, 19, 1757–1764.
10. Xie, F.; Lei, Y.; Han, X.; Zhao, Y.; Zhang, S. Antioxidant ability of polyphenols from black rice, buckwheat and oats: In vitro and in vivo. *Czech J. Food Sci.* 2020, 38, 242–247.
11. Nguyen, S.N.; Drawbridge, P.; Beta, T. Distribution of cereal phytochemicals and micro-

nutrients in whole grains: A review of nutraceutical, industrial, and agricultural implications. *Cereal Chem.* 2024, 101, 903–925.

12. Zoumpoulakis, P.; Sinanoglou, V.J.; Siapi, E.; Heropoulos, G.; Proestos, C. Evaluating Modern Techniques for the Extraction and Characterisation of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Seeds Phenolics. *Antioxidants* 2017, 6, 46

13. Forney, C.F.; Kalt, W.; Jordan, M.A.; Vinqvist-Tymchuk, M.R.; Fillmore, S.A.E. Blueberry and cranberry fruit composition during development. *J. Berry Res.* 2012, 2, 169–177.

14. Kierońska, E.; Skoczylas, J.; Dziadek, K.; Pomietło, U.; Piątkowska, E.; Kopeć, A. Basic Chemical Composition, Selected Polyphenolic Profile and Antioxidant Activity in Various Types of Currant (*Ribes* spp.) Fruits. *Appl. Sci.* 2024, 14, 8882.

15. Dzah C. S., Duan Y., Zhang H., Wen C., Zhang J., Chen G., Ma H. The effects of ultrasound assisted extraction on yield, antioxidant, anticancer and antimicrobial activity of polyphenol extracts: A review. *Food Bioscience.* 2020;35:100547.

#### REFERENCES

1. Ivanova I.S., Petrova A.A. → *Sovremennyye tendentsii razvitiya funktsional'nykh pishchevykh produktov* [Modern Trends in the Development of Functional Food Products], *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2020, № 5, S. 12–16 (In Russian).

2. Besolova B.V., Kon'ko E.A. → *Analiticheskiy obzor ispol'zovaniya pishchevykh produktov dlya sportsmenov pod obshchim nazvaniem "granola"* [Analytical Review of the Use of Food Products for Athletes under the General Name "Granola"], *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], 2020, № 21, S. 232–233. Dostup: <https://moluch.ru/archive/311/70557/> (In Russian).

3. Kasyanov G.I., Ol'khovtov E.A., Sakibayev K.Sh. → *Innovatsii v tekhnologii proizvodstva sukhikh zavtrakov* [Innovations in the Technology of Breakfast Cereals Production], *Nauchnyy zhurnal KubGAU* [Scientific Journal of KubGAU], 2017, № 130, S. 1–12. Dostup: <https://ej.kubagro.ru/2017/06/pdf/67.pdf> (In Russian).

4. Demchenko E.A., Savenkova T.V. → *Zernovye zavtraki kak neot'emlemaya chast' zdorovogo pitaniya* [Cereal Breakfasts as an Integral Part of Healthy Nutrition], *Pishchevaya promyshlennost'. Nauka i tekhnologii* [Food Industry. Science and Technology], 2021, T. 14, S. 6–11 (In Russian).

5. Steinert R.E., Raederstorff D., Wolever T.M. → *Effect of Consuming Oat Bran Mixed in Water*

*before a Meal on Glycemic Responses in Healthy Humans — A Pilot Study*, *Nutrients*, 2016, 8, 524.

6. Mir N.A., Yousuf B., Gul K., Riar C.S., Singh S. → *Cereals and Pseudocereals: Genera Introduction, Classification, and Nutritional Properties*, In: *Food Bioactives*, Apple Academic Press: Palm Bay, FL, USA, 2019, pp. 281–322.

7. Raut B.N., Sakhale B.K., Vairagar P.R., Waghchaure R.S., Quadri A.S. → *Young Cereal Grains: The Emerging Nutraceuticals*, In: *Traditional Foods: The Reinvented Superfoods*, Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2024, pp. 207–223.

8. Berkotova L.V. → *Soderzhanie pishchevykh volokon v zernovykh produktakh prikorma* [Dietary Fiber Content in Cereal Complementary Foods], *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies], 2021, T. 83, S. 154–159 (In Russian).

9. Górnaś P., Radenkovs V., Pugajeva I., Soliven A., Needs P.W., Kroon P.A. → *Varied Composition of Tocochromanols in Different Types of Bran: Rye, Wheat, Oat, Spelt, Buckwheat, Corn, and Rice*, *Int. J. Food Prop.*, 2016, 19, 1757–1764.

10. Xie F., Lei Y., Han X., Zhao Y., Zhang S. → *Antioxidant Ability of Polyphenols from Black Rice, Buckwheat and Oats: In Vitro and In Vivo*, *Czech J. Food Sci.*, 2020, 38, 242–247.

11. Nguyen S.N., Drawbridge P., Beta T. → *Distribution of Cereal Phytochemicals and Micronutrients in Whole Grains: A Review of Nutraceutical, Industrial, and Agricultural Implications*, *Cereal Chem.*, 2024, 101, 903–925.

12. Zoumpoulakis P., Sinanoglou V.J., Siapi E., Heropoulos G., Proestos C. → *Evaluating Modern Techniques for the Extraction and Characterisation of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Seeds Phenolics, Antioxidants*, 2017, 6, 46.

13. Forney C.F., Kalt W., Jordan M.A., Vinqvist-Tymchuk M.R., Fillmore S.A.E. → *Blueberry and Cranberry Fruit Composition during Development*, *J. Berry Res.*, 2012, 2, 169–177.

14. Kierońska E., Skoczylas J., Dziadek K., Pomietło U., Piątkowska E., Kopeć A. → *Basic Chemical Composition, Selected Polyphenolic Profile and Antioxidant Activity in Various Types of Currant (*Ribes* spp.) Fruits*, *Appl. Sci.*, 2024, 14, 8882.

15. Dzah C. S., Duan Y., Zhang H., Wen C., Zhang J., Chen G., Ma H. The effects of ultrasound assisted extraction on yield, antioxidant, anticancer and antimicrobial activity of polyphenol extracts: A review. *Food Bioscience.* 2020;35:100547.