

ДӘНДІ ДАҚЫЛДАРДЫ ҚАЙТА ӨНДЕУДІҢ ЕКІНШІЛІК ШИКІЗАТЫНЫҢ ҚАМЫРДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ

¹М.Ж. ЕСЕМБЕК* , ¹Б.К. ТАРАБАЕВ , ²А.М. ОМАРАЛИЕВА ,
²Ж.Т. БОТБАЕВА , ¹М.М. КАКИМОВ 

(¹«С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті»,

Қазақстан, 010000, Астана қ., Жеңіс даңғ., 62

²«Қазақ технология және бизнес университеті»,

Қазақстан, 010000, Астана қ., Қайым Мұхамедханов, 37а)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: yessembek.madina@gmail.com*

Тағамдық құндылығы жоғары нан-тоқаш өнімдерінің технологиялары мен жаңа рецептураларын әзірлеу тамақ өнеркәсібі үшін перспективалы бағыт болып табылады. Ассортименттің кеңейі қосымша шикізатты енгізу арқылы жүзеге асырылады, оның нұсқаларының бірі – күріш пен қарақұмық ұншығы. Күріш пен қарақұмық ұншығының құрамында биологиялық белсенді заттардың кең спектрі бар, олар тағамға енгізілген кезде адамның азғасына пайдалы әсер етеді. Зерттеудің негізгі объектілері - бірінші сұрыпты наубайханалық бидай ұнын, күріш және қарақұмық ұншығын келесідей пайыздық қатынасында араластыру арқылы алынған ұнның композициялық қоспалары болды: 95:2:3, 90:3:7, 85:4:11, 80:5:15, 75:6:19 сәйкесінше. Зерттеудің мақсаты күріш және қарақұмық ұншығын функционалды мақсаттағы нан өнімдерін өндіруге енгізуді негіздеу үшін қамырдың реологиялық қасиеттеріне әсерін зерттеу болды. Жартылай фабрикат үлгілерін зерттеу келесідей құрылғыларды пайдалана отырып жүргізілді: Chopin фирмасының альвеографы (альвеолинк префиксі бар NG) және Миксолаб 2 (CHOPIN Technologies, Франция). Қамыр үлгілерінің реологиялық қасиеттерін зерттеу дәнді дақылдардың екіншілік шикізатын – күріш пен қарақұмық ұншығын бидай нанының рецептурасына тиісінше 4% - 11% мөлшерінде енгізу қамырдың реологиялық және физика-химиялық қасиеттерін жақсартқанын көрсетті, бұл байытылған нанның жаңа түрінің рецептурасы мен технологиясын жасауға ықпал етті.

Негізгі сөздер: екіншілік шикізат, күріш ұншығы, қарақұмық ұншығы, реологиялық қасиеттері, альвеограмма, миксола.

ВЛИЯНИЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕСТА

¹М.Ж. ЕСЕМБЕК*, ¹Б.К. ТАРАБАЕВ, ²А.М. ОМАРАЛИЕВА,
²Ж.Т. БОТБАЕВА, ¹М.М. КАКИМОВ

(¹«Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина»,

Қазақстан, 010000, г. Астана, проспект Женис, 62

²«Казахский университет технологии и бизнеса»,

Қазақстан, 010000, г. Астана, Қайым Мухамедханов, 37а)

Электронная почта автора корреспондента: yessembek.madina@gmail.com*

Разработка технологий и новых рецептур хлебобулочных изделий с повышенной пищевой ценностью является перспективным направлением для пищевой промышленности. Расширение ассортимента происходит за счет внесения дополнительного сырья, одним из вариантов которого являются рисовая и гречневая муки. Они содержат широкий спектр биологически активных веществ, которые при внесении в продукты питания оказывают благотворное влияние на организм человека. Основными объектами исследований выступали мучные комбинированные смеси, полученные путем смешивания муки пшеничной хлебопекарной первого сорта, рисовой и гречневой муки в процентном соотношении 95:2:3, 90:3:7, 85:4:11, 80:5:15, 75:6:19 соответственно. Целью исследования являлось

изучение влияния вторичного сырья переработки зерновых культур на реологические свойства теста для обоснования их внедрения в производство хлебобулочных изделий функционального назначения. Исследование образцов полуфабриката проводилось с использованием приборов: альвеографа фирмы Chopin (NG с приставкой альвеолинк) и Миксолаб 2 (CHOPIN Technologies, Франция). Изучение реологических свойств исследуемых образцов теста показало, что внесение вторичного сырья зерновых культур – рисовой и гречневой муки в рецептуру пшеничного хлеба в дозировке от 4% - 11% соответственно улучшало реологические и физико-химические свойства теста, что способствовало разработке рецептуры и технологии нового вида обогащенного хлеба.

Ключевые слова: вторичное сырье, рисовая мука, гречневая мука, реологические свойства, альвеограмма, миксолаб.

THE INFLUENCE OF SECONDARY RAW MATERIALS OF GRAIN PROCESSING ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF THE DOUGH

¹M.Zh. YESSEMBEK*, ¹B.K. TARABAYEV, ²A.M. OMARALIEVA,
²Zh.T. BOTBAEVA, ¹M.M. KAKIMOV

(¹ «S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University»,
Kazakhstan, 010000, Astana, Zhenis Ave., 62

² «Kazakh University of Technology and Business»,
Kazakhstan, 010000, Astana, Kayym Mukhamedkhanov str., 37a)
Corresponding author e-mail: yessembek.madina@gmail.com*

The development of technologies and new recipes for bakery products with increased nutritional value is a promising direction for the food industry. The expansion of the assortment is due to the introduction of additional raw materials, one of the options of which is rice and buckwheat flour. Rice and buckwheat flour contain a wide range of biologically active substances that, when added to food, have a beneficial effect on the human body. The main objects of research were flour composite mixtures obtained by mixing wheat flour of the first grade, rice, and buckwheat flour in a percentage ratio of 95:2:3, 90:3:7, 85:4:11, 80:5:15, 75:6:19, accordingly. The aim of the study was to study the influence of secondary raw materials of grain processing on the rheological properties of the dough to justify their introduction into the production of bakery products for functional purposes. The study of semi-finished product samples was carried out using the following devices: Chopin alveograph (NG with the prefix alveolink) and Mixolab 2 (CHOPIN Technologies, France). The study of the rheological properties of the test samples under study showed that the introduction of secondary raw materials of grain crops – rice and buckwheat flour into the formulation of wheat bread in a dosage of 4% - 11%, respectively, improved the rheological and physico-chemical properties of the dough, which contributed to the development of the formulation and technology of a new type of enriched bread.

Keywords: secondary raw materials, processed products of rice, processed products of buckwheat, rheological properties, alveogram, mixolab.

Kіpіcne

Нан-тоқаш өнімдерін байытудағы келешегі үлкен бағыт жарма өндірісінің екіншілік шикізатын пайдалану болып табылады. Астықты жармаға өңдеудің жанама өнімдері көптеген пайдалы заттардың құрамындағы астықтан асып түседі. Сонымен қатар, мұндай өнімдерді байытқыш ретінде пайдалану ресурстарды үнемдейтін технология болып табылады және өнімнің өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік береді. Бұл өнімдерді биологиялық белсенді заттармен байытып қана қоймайды, сонымен қатар олардың сапасын жақсартуға ықпал етеді [1,2].

Нан-тоқаш өнімдерінің рецептураларында екіншілік шикізат ресурстарын пайдалану ұнның келесідей қасиеттеріне әсер етеді: глю-

теннің мөлшері мен сапасы, автолитикалық белсенділік, суды сіңіру және газ түзу қабілеті.

Дәнді дақылдарды қайта өңдеудің екіншілік шикізатының негізгі түрлеріне астық қалдықтары, ұншық, қауыз, ұрық және кебек жатады, бұл ретте аталған қалдықтар тамақ өнеркәсібінде тиісті тәжірибелік қолданыста емес.

Күріш - ең маңызды дәнді дақылдардың бірі. Бидаймен бірге ол жер шарының тұрғындары үшін маңызды тамақтану көзі болып табылады. Күріш дәнін жармаға өңдеу кезінде ұншық пайда болады, оның шығымы шамамен 11% - ды құрайды. Күріш ұншығының құрамында 11,8% ақуыз, құнды май қышқылының құрамы бар майдың көп мөлшері (12,01%), сонымен қатар дәрумендер мен минералдар:

алюминий, кальций, хлор, темір, магний және марганец сияқты қоректік заттарға бай [3,4].

Сонымен қоса қарақұмық дәндерін қайта өңдеу өнімдері: қауыз бен ұншықты зерттеу болашағы зор бағыт болып табылады. Астықты жармаға өңдеу кезінде қауыздың үлесі 19,3-20,8%, ұншық - 3,5-6,0% құрайды [5]. Қарақұмық ұншығында 30% - ға дейін ақуыз, бұл жалпы дәннің құрамына қарағанда 2,5 есе жоғары, май (7,5%) және жасұнық (14,2%) бар. Құрамында калийдің мөлшері бойынша ұншық астықтан 2,7 есе, кальцийдің мөлшері – 6,6 есе, фосфордың мөлшері – 2,5 есе артық. Қарақұмық ұншығының құрамында поликанықпаған май қышқылдары, токоферолдар, каротиноидтар бар екендігі анықталды, және бұл оны тағамды байыту үшін физиологиялық функционалды ингредиенттердің көзі ретінде ұсынуға мүмкіндік береді [6].

Жоғарыда келтірілген деректерге байланысты функционалдық мақсаттағы азық-түлік ассортиментін кеңейту және дәнді дақылдарды қайта өңдеудің қалдықсыз технологиясын қамтамасыз ету үшін тағамдық құндылығы жоғары нан өнімдері технологиясында күріш пен қарақұмық ұншығынан тұратын кешенді өсімдік қоспасын пайдалану өзекті болып табылады.

Осылайша, күріш пен қарақұмық ұншығын қолдана отырып, қамырдың реологиялық қасиеттерін зерттеу ұнның сапасын, оның мақсатын тез және жоғары сенімділікпен бағалауға және белгілі бір дәрежеде дайын нан өнімдерінің сапасын болжауға мүмкіндік береді.

Зерттеу мақсаты - дәнді дақылдарды қайта өңдеудің екіншілік шикізатының қамырдың реологиялық қасиеттеріне әсерін зерттеу.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысандары бірінші сұрыпты наубайханалық бидай ұны, күріш пен қарақұмық ұншығын келесідей пайыздық қатынасында араластыру арқылы алынған ұнның композициялық қоспалары болды: 95:2:3, 90:3:7, 85:4:11, 80:5:15, 75:6:19 сәйкесінше.

Жартылай фабрикат үлгілерінің реологиялық қасиеттерін зерттеу келесідей құрылғыларды пайдалана отырып жүргізілді: Chopin фирмасының альвеографы (альвеолинк префиксі бар NG) және Миксолаб 2 (CHOPIN Technologies, Франция).

Альвеографпен сынақ жүргізу барысында көпіршік түрінде үрленген қамырдың серпімділік қасиеттері анықталады. Әдіс қамырды кезең-кезеңмен илеуге, экструзияға, қамыр дайындамаларын жаюға және пішіндеуге, толқысытуға және қамырды көпіршік түрінде үр-

леу арқылы деформациялауға негізделген. Бұл процесс ашыту және қамырды көтеру кезінде көмірқышқыл газының әсерінен болатын қамырдың деформациясын жаңғыртады [7].

Миксолаб 2 құрылғысында (CHOPIN Technologies, Франция) реологиялық қасиеттерді бағалау "Chopin+" хаттамасына сәйкес жүргізілді, ол зерттеу жүргізілетін температураның 5 аралығын болжайды. Миксолабты қолдана отырып, ұнтақталған дәннен немесе ұннан жасалған қамырдың су сіңіру және реологиялық қасиеттерін анықтау қамыр илегіштегі ұнтақталған дәннен/ұннан және судан қамыр илеу кезінде илеу қалақтарының жетегінде пайда болатын айналу моментін (Н•м) өлшеу болып табылады, оның температурасы құрылғының бағдарламалық жасақтамасына енгізілген белгілі бір алгоритм бойынша өзгереді [8].

Әдебиетке шолу

Тамақтанудың тепе-теңдігі тұжырымдамасы негізінде дұрыс тамақтануды қалыптастыру тағамдық құндылығы жоғары тағамдарды құру қажеттілігін тудырады. Тағамдардың, атап айтқанда нан-тоқаш және кондитерлік өнімдердің тағамдық құндылығын арттырудың бір жолы олардың технологиясы мен рецептурасында биологиялық құнды өсімдік шикізатын пайдалану болып табылады [9,10,11]. Байытылған нан-тоқаш және кондитерлік өнімдер технологияларын дамытуға шетелдік және отандық ғалымдар үлкен үлес қосты [12,13,14].

Ғалымдар агроазық-түлік қалдықтарынан фенолдық қосылыстарды алу әдістерін ұсынды және нан-тоқаш өнімдерін жемістер, көкөністер және дәнді дақылдардың қалдықтарымен байытуды зерттеді. Нан-тоқаш өнімдерінің эксперименттік деректері агроазық-түлік қалдықтарын қосу деңгейі фенолдардың және антиоксиданттық қабілетінің жоғарылауымен өзара оң байланысатынын көрсетті [15,16].

Өсімдік тектес шикізаттардың жанама өнімдерінің биологиялық белсенділігі, олардың функционалды нанның қасиеттеріне әсері және тұтынылған кезде денсаулыққа әсер ету биожетімділігі талданды. Зерттеулерде көп жағдайда құрамында өсімдік тектес шикізаттардың жанама өнімдерінен алынған ұн қосылған нанда жасұнық пен биологиялық белсенді қосылыстардың жоғары екендігін көрсетті. Нанның дәмі мен тағамдық құндылығына келетін болсақ, өсімдік тектес жанама өнімдерден алынған ұнның орта есеппен 5% - ы қосылған рецептуралар қолайлы дәмі бар нанды алуға мүмкіндік береді [17].

Функционалдық мақсаттағы азық-түлік ассортиментін кеңейту және дәнді дақылдарды өңдеудің қалдықсыз технологиясын қамтамасыз ету үшін нан-тоқаш өнімдерінің рецептураларында қарақұмық ұншығын қолдану бойынша зерттеулер жүргізілді. Қарақұмық ұншығын қосқанда нанның антиоксиданттық белсенділігі 12,5%-ға, тағамдық талшықтар мөлшері 21,0% - ға және минералды заттар 15,0-39,5% - ға, сондай-ақ өнімнің өзіндік құны 44,5% - ға төмендегені анықталды. Ал әзірленген нан функционалдық мақсаттағы азық-түлік ассортиментін кеңейтіп дәнді дақылдарды өңдеудің қалдықсыз технологиясын қамтамасыз ете алады.

Қарақұмық ұншығын 30% мөлшерінде бидай ұнымен қосу, бидай ұнының сақталу ұзақтығына оң әсер ететіні және дайын өнімнің ескіру процесінің жылдамдығын төмендететіні анықталды [18]. Алайда, бұл жағдайда дайын нан сапасының физикалық-химиялық көрсеткіштері, мысалы, меншікті көлем, кеуектілік төмендейді.

Зерттеу жұмысында [19] бидай ұнын 10, 15, 20 және 25% тұрақтандырылған күріш ұншығымен алмастырудың жартылай фабрикаттың және дайын өнімнің сапа көрсеткіштеріне әсері зерттелді. Нәтижелер күріш ұншығын пайдалану нанның ерімейтін тағамдық талшықтарын, фитин қышқылын, жалпы полифенолдарды, γ -оризанолды, γ -аминомай қышқылын және антиоксиданттық қасиеттерін арттырғанын көрсетті, алайда оның су сіңіру қабілетін, серпімділігін, көлемін, β -глюкандар мен еритін тағамдық талшықтар мөлшерін азайтты. Сонымен қатар, бидай ұнын 15% күріш ұншығымен алмастыру наның органолептикалық көрсеткіштеріне (түсі, иісі, дәмі) едәуір әсер ететіндігін көрсетті. Бұл зерттеу бидай нанының тағамдық және функционалдық қасиеттерін арттыруда күріш ұншығының нан өнімдеріне қолданудың оң әсерін көрсетеді.

Ғалымдармен жүргізілген зерттеулер күріш ұншығының денсаулыққа пайдалы әсерін анықтады, бұл оның функционалды құрамдас бөліктеріне, соның ішінде тағамдық талшықтарға, ақуызға және гамма-оризанолға байланысты. Күріш ұншығы диабетке қарсы, гиполипидемиялық, антиоксиданттық және қабынуға қарсы сияқты денсаулыққа пайдалы әсер ететін қасиеттерді қамтиды, ал оны тұтыну ішектің жұмысын жақсартады. Бұл артықшылықтар азық-түлік құрамындағы күріш ұншығының адам ағзасында метаболиттік қауіпті факторларды азайтуда қоректік

құрал ретінде пайдалануға болатындығын көрсетті [20, 21, 22].

Ғалымдар бидай ұнына күріш ұншығын 2-20% мөлшерінде қосудың фаринограф, консистограф және альвеограф көмегімен қамырдың реологиялық қасиеттеріне әсері бойынша зерттеулер жүргізді. Ұншықты 20% мөлшерінде қосқанда қамырдың физика-химиялық қасиеттері айтарлықтай өзгеріске ұшырады. Бидай ұнына күріш ұншығын қосу қоспаның құрамына теріс әсер етті, бұл суды сіңіру қабілетінің және қамырдың сапасының төмендеуіне әкелді. Тұтастай алғанда, ұншық мөлшері жоғарылаған сайын өнімнің түсі, иісі және дәмі сияқты органолептикалық көрсеткіштері төмендеді. Жүргізілген зерттеулер нан-тоқаш өнімдерін өндіру кезінде күріш ұншығының рұқсат етілген ең жоғары мөлшерін анықтауға мүмкіндік берді, ол 10% құрайды [23].

Осылайша, күріш пен қарақұмық ұншығынан тұратын кешенді өсімдік қоспасын нан өнімдерінің құрамына енгізу бойынша зерттеулер іс жүзінде зерттелмеген. Осыған байланысты астық шикізатының қасиеттерін және дайын өнімнің сапасын бағалау үшін дәнді дақылдарды қайта өңдеудің екіншілік шикізаты – күріш пен қарақұмық ұншығынан тұратын кешенді өсімдік қоспасының қамырдың реологиялық қасиеттеріне әсерін анықтау үшін зерттеулер жүргізу қажет.

Нәтижелер және оларды талқылау

Бидай ұнынан жасалған қамыр ұнның басқа түрлерінен алынған қамырдың реологиялық қасиеттерін салыстырмалы сипаттау үшін эталон болып саналатыны белгілі. Бірінші сұрыпты бидай ұны ұстағанда жұмсақ, майда қылып тартылған, құрамында глютен мөлшері өте жоғары болып келеді, бұл қамырды серпімді етеді, ал дайын өнімге жақсы пішінді, үлкен көлемді, жағымды дәм мен хош иіс береді.

Басқа дәнді дақылдардың ақуыздары бидай ұнына қарағанда, суда және тұзды ерітінділерде жақсы ериді және глютен түзбейді. Бірақ олар жоғары тағамдық құндылығымен және төмен технологиялық көрсеткіштерімен сипатталады.

Әдеби деректерден бидай ұнымен қосылған композициялық қоспалардағы күріш пен қарақұмық ұншығы қамырдың қасиеттерінің өзгеруіне әсер етеді деген қорытынды жасауға болады. Оны тәжірибелік негіздеу үшін күріш пен қарақұмық ұншығы қосылған

бидай ұнынан жасалған қамырдың үлгілері бойынша зерттеулер жүргізілген [24, 25].

Альвеограф құрылғысында жасалған қамырдың реологиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1. Күріш пен қарақұмық ұншығының қамырдың реологиялық қасиеттеріне әсері

Үлгі	Қоспалардың мөлшері	Альвеограф көрсеткіштері				
		Деформацияға - төзімділігі, мм (P)	Созылғыштығы, мм (L)	Наубайханалық қабілеті (W)	Қисық биіктігінің оның ұзындығына қатынасы (P/L)	Серпімділік коэффициенті (le)
Бақылау	-	161	70	418	2,3	56,8
Екіншілік шикізат қосылған	2% күріш және 3% қарақұмық ұншығы	184	86	558	2,14	59,5
	3% күріш және 7% қарақұмық ұншығы	219	67	561	3,27	61,2
	4% күріш және 11% қарақұмық ұншығы	263	29	346	9,07	0
	5% күріш және 15% қарақұмық ұншығы	203	28	251	7,25	0
	6% күріш және 19% қарақұмық ұншығы	129	23	142	5,61	0

Алынған нәтижелер (1-кесте) ұншықты қолдану қамырдың серпімділік қасиеттеріне әсер ететіндігін көрсетеді, бұл қамырды толықсыту процесі мен нан пісірудің бірінші кезеңі үшін өте маңызды.

Қамырдың деформацияға төзімділігі бидай ұны, күріш ұншығы және қарақұмық ұншығының – сәйкесінше 80:5:15 қатынасына дейін артатындығы байқалады.

Қамырдың созылғыштығы бидай ұны, күріш ұншығы мен қарақұмық ұншығының шамалы қатынасында - сәйкесінше 95:2:3 артады, ал ұншық мөлшерінің жоғарылауымен, керісінше, азаяды.

Наубайханалық қабілеті (W) ұнның күші ретінде сипатталады және ол бақылаумен салыстырғанда, бидай ұны, күріш ұншығы және қарақұмық ұншығының сәйкесінше 85:4:11 қатынасынан бастап төмендейді.

Қамырдың физикалық қасиеттерінің көрсеткіштерінің тепе-теңдігін сипаттайтын қисық биіктігінің оның ұзындығына қатынасы айтарлықтай артады. Ал қамырдың серпімділік коэффициенті бидай ұны, күріш ұншығы және қарақұмық ұншығының сәйкесінше 90:3:7 қатынасына дейін артады, алайда ұншық мөлшерінің одан әрі жоғарылауымен олардың коэффициенті нөлге тең болады.

Алынған нәтижелерді қоспалардағы липидтердің едәуір мөлшерімен түсіндіруге болады, бұл серпімді глютенді жақтаудың пайда болуына жол бермегендіктен қамырдың икемділігін жоғалтуға және ұнның беріктігін төмендетуге әкеледі.

Ұнның наубайханалық қасиеттері көптеген факторларға байланысты, ал оның сапасы өзара байланысты және бір-біріне тікелей немесе жанама әсер ететін технологиялық және биохимиялық көрсеткіштердің жиынтығымен анықталатындықтан, интегралды индекстер арқылы көптеген көрсеткіштерді бағалаудың заманауи әдістерін қолдану үлкен қызығушылық тудырады. Осындай кешенді тәсілді Миксолаб 2 құрылғысын (CHOPIN Technologies, Франция) пайдалану кезінде қамтамасыз етуге болады [26, 27].

Үлгілер стандартты Chopin + хаттамасы негізінде бағаланды. 2-кестеде графиктің талданатын нүктелеріндегі өлшенетін момент әртүрлі биохимиялық процестерді сипаттайды.

Илеудің бірінші кезеңінде (C1 нүктесі – қамырдың түзілуі) құрылғы 30°C температурада 1,1+0,05 Н•м консистенциясы бар қамырдың түзілуін қамтамасыз етеді. Бұл фазаның ұзақтығы 8 мин. Оңтайлы консистенция қос-

ылған судың мөлшерін таңдау арқылы қалыптасады.

Илеудің екінші және үшінші фазаларында қамырды 90°C дейін қыздырған кезде оның консистенциясының өзгеруі тіркеледі (С2 нүктесі – қамырды сұйылту, ұзақтығы – 15 мин; С3 нүктесі – крахмалдың клейстер түзуінің максималды жылдамдығы, ұзақтығы – 7 мин). Осы фазалар кезінде қамыр илегіште 90°C тұрақты температура сақталады.

Төртінші және бесінші фазаларда қамырдың консистенциясы 50°C дейін салқындаған

Кесте 2. Chopin+ хаттамасының негізгі көрсеткіштері

Үлгі	Қоспалардың мөлшері	ҚССҚ, %	Тұрақтылығы, мин	Сипаттамалық нүктелер				
				С1	С2	С3	С4	С5
Бақылау	-	58,4	10,40	1,180	0,622	1,914	1,690	2,569
Екіншілік шикізат қосылған	2% күріш және 3% қарақұмық ұншығы	60,5	11,70	1,157	0,624	1,960	1,789	2,652
	3% күріш және 7% қарақұмық ұншығы	60,6	11,40	1,224	0,653	1,964	1,886	2,912
	4% күріш және 11% қарақұмық ұншығы	61,7	9,90	1,246	0,565	1,847	1,771	2,837
	5% күріш және 15% қарақұмық ұншығы	62,1	10,00	1,270	0,566	1,830	1,720	2,808
	6% күріш және 19% қарақұмық ұншығы	63,7	10,00	1,230	0,548	1,784	1,650	2,571

2 – кестеден күріш ұншығы мен қарақұмық ұншығының мөлшерін арттырған сайын ҚССҚ мәні жоғарылайтынын көруге болады, бұл ұншықтағы ақуыз бен перифериялық бөліктердің жоғары болуына байланысты.

Қамырдың тұрақтылығы 9,90 минуттан (4% күріш және 11% қарақұмық ұншығы қосылған) 11,70 минут (2% күріш және 3%

кезде өлшенеді және осы температурада 5 минут ұсталады (С4, С5 нүктелері – крахмалдың ретроградациясының басталуы мен аяқталуы). Талдау үшін биохимиялық реакциялардың жылдамдығын сипаттайтын көлбеу бұрыштардың есептік мәндері α , β , γ , сонымен қатар қамырдың суды сіңіру қабілеті (ҚССҚ, %), түзілу ұзақтығы (мин) және тұрақтылығы (мин) қолданылды.

Зерттеу барысында барлық үлгілер үшін қамырдың реологиялық көрсеткіштерінің мәндері анықталды (2, 3 – кесте).

қарақұмық ұншығы қосылған) аралығын қамтыды. Амиллиздің ең жоғары жылдамдығы бақылау және 2% күріш және 3% қарақұмық ұншығы қосылған үлгіде анықталды: сәйкесінше – 0,040 және -0,036 Н•м/мин, бұл басқа үлгілермен салыстырғанда осы үлгілердегі амилазаның жоғары белсенділігін жанама түрде көрсетуі мүмкін.

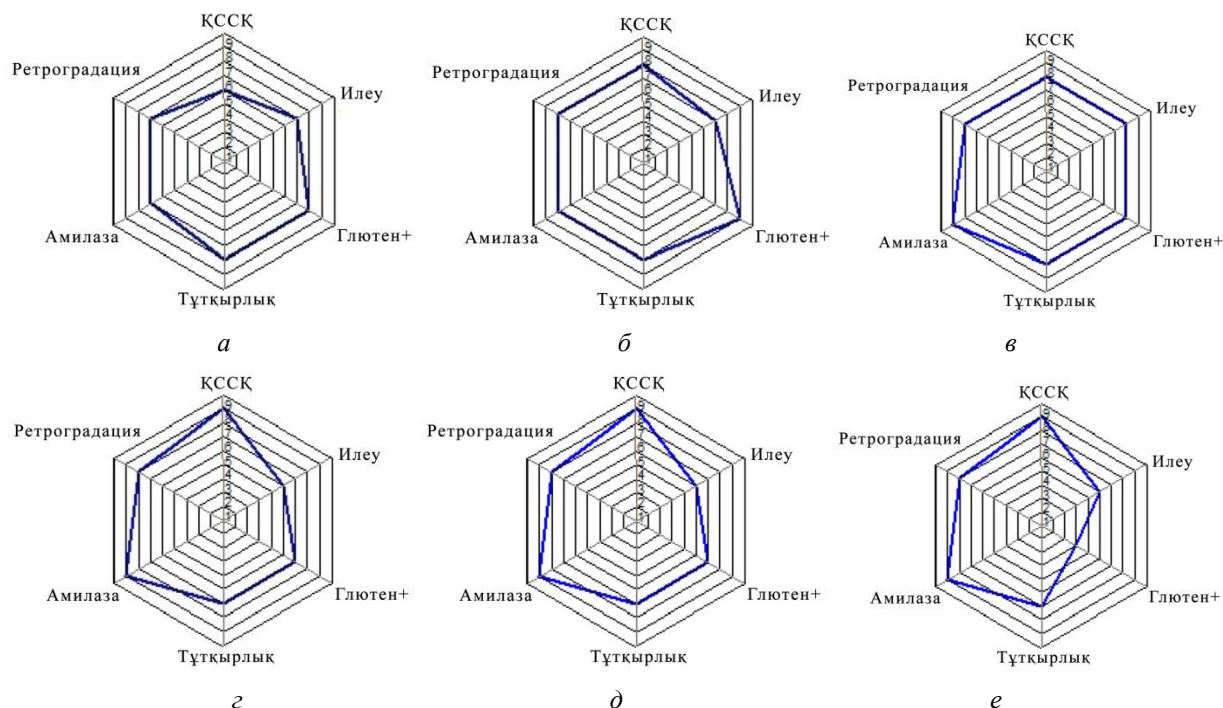
Кесте 3. Биохимиялық реакциялар жылдамдығы сипаттамаларының есептік мәндері

Үлгі	Қоспалардың мөлшері	α	β	γ
Бақылау	-	-0,066	0,406	-0,040
Екіншілік шикізат қосылған	2% күріш және 3% қарақұмық ұншығы	-0,070	0,452	-0,036
	3% күріш және 7% қарақұмық ұншығы	-0,090	0,502	-0,012
	4% күріш және 11% қарақұмық ұншығы	-0,110	0,426	-0,012
	5% күріш және 15% қарақұмық ұншығы	-0,124	0,414	-0,012
	6% күріш және 19% қарақұмық ұншығы	-0,130	0,434	-0,030

3-кестеде биохимиялық реакциялар α (сұйылту), β (клейстер түзу), γ (амилолиз) жылдамдықтарының сипаттамаларының есептік мәндері келтірілген. Алынған нәтижелер бойынша күріш ұншығы мен қарақұмық ұншығының мөлшерін арттырған сайын тек α (сұйылту) жылдамдығының есептік мәні 2 есе жоғарлағанын көруге болады.

С1, С2, С3, С4, С5 нүктелеріндегі айналу моментінің мәнін және ұнның ҚССҚ деңгейін

өлшеу нәтижелері негізінде бағдарлама қамырдың реологиялық профилін (профайлер) қалыптастырады. Профайлер радиалды диаграмма болып табылады, оның сәулелері бойынша 0 – ден 9 – ға дейінгі пропорцияда келесі мәндер сызылады: ҚССҚ, илеу – С1, глютен + – С2, тұтқырлық – С3, амилаза – С4, ретроградация – С5 (1 – сурет).



Сурет 1. Үлгілердің профайлерлері: *a* –бақылау; *б*–2% күріш және 3% қарақұмық ұншығы қосылған; *в* –3% күріш және 7% қарақұмық ұншығы қосылған; *г* –4% күріш және 11% қарақұмық ұншығы қосылған; *д* – 5% күріш және 15% қарақұмық ұншығы қосылған; *е* –6% күріш және 19% қарақұмық ұншығы қосылған.

Алынған нәтижелер (1-сурет) бойынша бақылаумен салыстырғанда сынақ үлгілерінде ұншық мөлшерінің артуымен ҚССҚ индексінің жоғарлауын байқауға болады, бұл қамырдың шығымын арттыруға мүмкіндік береді.

Илеу индексі қамырдың илеу кезіндегі жағдайына, әсіресе тұрақтылығына байланысты. Индекс неғұрлым жоғары болса, қамыр илеу кезінде соғұрлым тұрақты болады. 4% күріш және 11% қарақұмық ұншығын қосқаннан бастап және одан әрі қоспаның мөлшерін арттыру илеу индексіні төмендетіні анықталды.

Тәжірибе жүргізу барысында ең төменгі глютен+ индексі күріш пен қарақұмық ұншығының сәйкесінше 5:15, 6:19 қатынастарында қосылған үлгілерінде байқалды.

Тұтқырлық индексі неғұрлым жоғары болса, пісіру кезінде қамырдың консистенциясы соғұрлым жоғары болады. Тұтқырлық индексінің төмендеуі сондай-ақ күріш пен қарақұмық ұншығының сәйкесінше 5:15, 6:19 қатынастарында қосылған үлгілерінде де байқалды.

Бақылау үлгісінде амилаза индексі бойынша ең аз амилолитикалық белсенділік байқалды, ал күріш және қарақұмық ұншығы қосылған кезде, олардың мөлшеріне қарамастан жоғары болды.

Үлгілер арасында крахмалдың кристалдану дәрежесін сипаттайтын ретроградация индексі бойынша айтарлықтай айырмашылықтар анықталған жоқ.

Қорытынды

Осылайша, алынған мәліметтерден дәнді дақылдарды қайта өңдеудің екіншілік шикізатын бірінші сұрыпты бидай ұнымен композициялық қоспа түрінде қосу жартылай фабрикаттардың сапа көрсеткіштерін жақсартады деген қорытынды жасауға болады. Альвеограммаға сәйкес, наубайханалық қабілеті (W) бойынша бақылаумен салыстырғанда, бидай ұны, күріш ұншығы және қарақұмық ұншығының сәйкесінше 85:4:11 қатынасынан бастап төмендей бастайды. Қамырдың деформацияға төзімділігі бидай ұны, күріш және қарақұмық ұншығының сәйкесінше 80:5:15 қатынасына дейін өсті.

Миксолаб 2 құрылғысының деректері бойынша қамырдың реологиялық көрсеткіштерін талдау астық шикізатының қасиеттерін жоғары сенімділікпен бағалауға және дайын өнімнің сапасын болжауға мүмкіндік берді. Профайлер индекстерін талдау нәтижелері бойынша күріш және қарақұмық ұншығының мөлшерін арттырған сайын қамырдың суды сіңіру индекстері жоғарылайтыны анықталды, бұл қамырдың шығымын арттыруға мүмкіндік

береді. Бидай ұны, күріш және қарақұмық ұншығының сәйкесінше 85:4:11 қатынасынан бастап илеу индексінің төмендеуі байқалды. Ең төменгі глютен+ және тұтқырлық индекстері күріш пен қарақұмық ұншығының сәйкесінше 5:15, 6:19 қатынастарында қосылған үлгілерінде белгіленді.

Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, дәнді дақылдардың екіншілік шикізатын – күріш және қарақұмық ұншығын бидай нанының рецептурасына сәйкесінше 4% - 11% мөлшерінде енгізу қамырдың реологиялық және физика-химиялық қасиеттерін жақсартады және байытылған нанның жаңа түрін жасауға ықпал етеді деп айтуға болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Luithui, Y., Baghya Nisha, R., Meera, M. S. Cereal by-products as an important functional ingredient: effect of processing. *Journal of food science and technology*, vol. 56, 1. (2019): 1-11. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-018-3461-y>
2. Usenko, N.I., Khlestkina, E.K., Asavasanti, S., Gordeeva, E.I., Yudina, R.S., Otmakhova, Y.S. Possibilities of enriching food products with anthocyanins by using new forms of cereals. *Foods and Raw materials*, vol. 6, 1. (2018): 128-135. <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-128-135>
3. Есембек М.Ж., Тарабаев Б.К., Омаралиева А.М., Ботбаева Ж.Т., Какимов М.М. Нан өндірісінде пайдалану үшін дәнді – дақылдарды қайта өңдеудің екіншілік шикізатын зерттеу. // Алматы технологиялық университетінің хабаршысы. - 2022. - №1. - С. 29-35. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-1-29-35>
4. Tolstoguzov, V.B., Lemisova, L.V., Chimirov, J.U.I., Braudo, E.E., Tsyrtjapkin, V.A., Volnova, A.I., Kozmina, E.P. Artificial groats from rice-processing by-products. *Food/Nahrung*, vol. 24, 10. (1980): 951-962. <https://doi.org/10.1002/food.19800241004>
5. Alekhina, N.N., Ponomareva, E.I., Lukina, S.I., Smirnykh, A.A. Grain bread with buckwheat bran flour for a healthy diet. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 11, 12. (2016): 2623-2627.
6. Nevzorov, V., Matskevich, I., Salykhov, D., Bezyazikov, D. Resource-saving grain husking technology. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 659. (2021): 012052. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/659/1/012052>
7. DIN EN ISO 27971-2015 Cereals and cereal products - Common wheat (*Triticum aestivum* L.) - Determination of alveograph properties of dough at constant hydration from commercial or test flours and test milling methodology.
8. AFNOR NF EN ISO 17718-2015 Wholemeal and flour from wheat (*Triticum aestivum* L.) - Determination of rheological behaviour as a function of mixing and temperature increase.
9. Myroshnyk, Y., Dotsenko, V., Sharan, L., Tsyrlukova, V. Use of non-traditional vegetable raw materials in the technology of floury confectionary products for restaurant economy enterprises. *EUREKA: Life Sciences*, no. 1. (January 24, 2020): 32-40.
10. Panina, E. V., Irina A. Sorokina, S. V. Butova and Natalya Korolkova. Use of non-conventional raw materials from spring wheat grain in functional food products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 422, 1. (2020): 012016. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/422/1/012016>
11. Paola, C., Fadda, C., Piga, A., Collar, C. Techno-functional and nutritional performance of commercial breads available in Europe. *Food Sci Technol Int*, vol.22, 7 (2016): 621-633. <https://doi.org/10.1177/108201321663772>
12. Solovyova, E.A., Sanov, D.A. Development of technology for bakery products of functional purpose using non-traditional raw materials. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, vol. 79, 3. (2017): 104-108. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-3-104-108>
13. Radjabovna, D.N., Rakhmonov, K.S., Barakayev N.R., Atamuratova, T.I., Mukhamedova, M.E., Muzafarova K.M. Plant-fat mixtures as a potential raw material for bakery production. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, vol. 21, 45-46. (2020): 29-42. <https://www.ikprpress.org/index.php/PCBMB/article/view/5493>
14. Amoah, I., Cairncross, C., Osei, E.O. et al. Bioactive Properties of Bread Formulated with Plant-based Functional Ingredients Before Consumption and Possible Links with Health Outcomes After Consumption: A Review. *Plant Foods Hum Nutr*, vol. 77, (2022):329–339 <https://doi.org/10.1007/s11130-022-00993-0>
15. Melini, V., Melini, F., Luziatelli, F., Ruzzi, M. Functional Ingredients from Agri-Food Waste: Effect of Inclusion Thereof on Phenolic Compound Content and Bioaccessibility in Bakery Products. *Antioxidants (Basel)*, vol.9, 12. (2020): 1216. <https://doi.org/10.3390/antiox9121216>
16. Ben-Othman, S., Ivi, J., Rajeev, B. Bioactives From Agri-Food Wastes: Present Insights and Future Challenges. *Molecules (Basel, Switzerland)*, vol. 25, 3. (2020): 510. <https://doi.org/10.3390/molecules25030510>
17. Amoah, I., Taarji, N., Johnson, P.-N.T., Barrett, J., Cairncross, C., Rush, E. Plant-Based Food By-Products: Prospects for Valorisation in Functional Bread Development. *Sustainability*, vol.12, 18. (2020): 7785. <https://doi.org/10.3390/su12187785>
18. Никифорова Т.А., Хон И.А. Влияние гречневой мучки на сохранение свежести хлеба. // Хлебопродукты. - 2017. - №6. – С.38-39.

19. Espinales, C., Cuesta, A., Tapia, J., Palacios-Ponce, S., Peñas, E., Martínez-Villaluenga, C., Espinoza, A., Cáceres, P.J. The Effect of Stabilized Rice Bran Addition on Physicochemical, Sensory, and Techno-Functional Properties of Bread. *Foods*, vol.11, 21. (2022): 3328.

<https://doi.org/10.3390/foods11213328>

20. Sapwarobol, S., Saphyakhajorn, W., & Astina, J. Biological Functions and Activities of Rice Bran as a Functional Ingredient: A Review. *Nutrition and Metabolic Insights*, vol. 14, 11786388211058559. (2021). <https://doi.org/10.1177/11786388211058559>

21. Sharif, M. K., Butt, M. S., Anjum, F. M., & Khan, S. H. Rice bran: a novel functional ingredient. *Critical reviews in food science and nutrition*, vol. 54, 6. (2014): 807-816. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.608586>

22. Sohail, M., Rakha, A., Butt, M. S., Iqbal, M. J., & Rashid, S. Rice bran nutraceuticals: A comprehensive review. *Critical reviews in food science and nutrition*, vol. 57, 17. (2017): 3771-3780. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1164120>

23. Saeed, G., Arif, S., Ahmed, M., Ali, R., Shih, F. Influence of rice bran on rheological properties of dough and in the new product development. *Journal of Food Science and Technology-mysore*, vol. 46. (2009): 62-65.

24. Хударова И.Г., Витюк Л.А., Джабоева А.С. Влияние продуктов переработки гречихи на хлебопекарные свойства муки и реологические свойства теста. // Современные исследования основных направлений гуманитарных и естественных наук. - 2017. - С. 265-267.

25. Болдина А.А., Сокол Н.В., Санжаровская Н.С. Использование рисовой мучки в технологии хлеба функционального назначения. // Технология пищевых производств. - 2017. №4. - С.21-26.

26. Dubat A. Le mixolabprofiler: un outil complet pour le controle qualite des bles et des farines. *Industries des Cereales*, vol. 161. (2009): 11–26.

27. Рибалка О.І., Плевс О.О. МІКСОЛАБ–інноваційний інструмент для комплексної оцінки хлібопекарської якості борошна. // Хранение и переработка зерна. - 2010. –№1. –С. 33–35.

REFERENCES

1. Luithui, Y., Baghya Nisha, R., Meera, M. S. Cereal by-products as an important functional ingredient: effect of processing. *Journal of food science and technology*, vol. 56, 1. (2019): 1-11. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-018-3461-y>

2. Usenko, N.I., Khlestkina, E.K., Asavasanti, S., Gordeeva, E.I., Yudina, R.S., Otmakhova, Y.S. Possibilities of enriching food products with anthocyanins by using new forms of cereals. *Foods and Raw materials*, vol. 6, 1. (2018): 128-135. <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-128-135>

3. Esembek M.Zh., Tarabaev B.K., Omaraliev A.M., Botbaeva Zh.T., Kakimov M.M. Nan ondirisinde paidalanu ushin dandi-dakyldardy kaita ondeudin

ekinshilik shikizatyn zertteu [Research of secondary raw materials of grain processing for use in bread production]. *The Journal of Almaty Technological University*, no 1, pp. 5-18, 2022.

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-1-29-35> (In Kazakh)

4. Tolstoguzov, V.B., Lemisova, L.V., Chimirov, J.U.I., Braudo, E.E., Tsyryjapkin, V.A., Volnova, A.I., Kozmina, E.P. Artificial groats from rice-processing by-products. *Food/Nahrung*, vol. 24, 10. (1980): 951-

962. <https://doi.org/10.1002/food.19800241004>

5. Alekhina, N.N., Ponomareva, E.I., Lukina, S.I., Smirnykh, A.A. Grain bread with buckwheat bran flour for a healthy diet. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 11, 12. (2016): 2623-2627.

6. Nevzorov, V., Matskevich, I., Salykhov, D., Bezyazikov, D. Resource-saving grain husking technology. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 659. (2021): 012052. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/659/1/012052>

7. DIN EN ISO 27971-2015 Cereals and cereal products - Common wheat (*Triticum aestivum* L.) - Determination of alveograph properties of dough at constant hydration from commercial or test flours and test milling methodology.

8. AFNOR NF EN ISO 17718-2015 Wholemeal and flour from wheat (*Triticum aestivum* L.) - Determination of rheological behaviour as a function of mixing and temperature increase.

9. Myroshnyk, Y., Dotsenko, V., Sharan, L., Tsyruelnikova, V. Use of non-traditional vegetable raw materials in the technology of floury confectionary products for restaurant economy enterprises. *EUREKA: Life Sciences*, no. 1. (January 24, 2020): 32-40.

10. Panina, E. V., Irina A. Sorokina, S. V. Butova and Natalya Korolkova. Use of non-conventional raw materials from spring wheat grain in functional food products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 422, 1. (2020): 012016. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/422/1/012016>

11. Paola, C., Fadda, C., Piga, A., Collar, C. Techno-functional and nutritional performance of commercial breads available in Europe. *Food Sci Technol Int*, vol.22, 7 (2016): 621-633. <https://doi.org/10.1177/108201321663772>

12. Solovyova, E.A., Sanov, D.A. Development of technology for bakery products of functional purpose using non-traditional raw materials. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, vol. 79, 3. (2017): 104-108. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-3-104-108>

13. Radjabovna, D.N., Rakhmonov, K.S., Barakayev N.R., Atamuratova, T.I., Mukhamedova, M.E., Muzafarova K.M. Plant-fat mixtures as a potential raw material for bakery production. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, vol. 21, 45-46. (2020): 29-42.

<https://www.ikpress.org/index.php/PCBMB/article/view/5493>

14. Amoah, I., Cairncross, C., Osei, E.O. et al. Bioactive Properties of Bread Formulated with Plant-based Functional Ingredients Before Consumption and Possible Links with Health Outcomes After Consumption: A Review. *Plant Foods Hum Nutr*, vol. 77, (2022):329–339

<https://doi.org/10.1007/s11130-022-00993-0>

15. Melini, V., Melini, F., Luziatelli, F., Ruzzi, M. Functional Ingredients from Agri-Food Waste: Effect of Inclusion Thereof on Phenolic Compound Content and Bioaccessibility in Bakery Products. *Antioxidants (Basel)*, vol.9, 12. (2020): 1216.

<https://doi.org/10.3390/antiox9121216>

16. Ben-Othman, S., Ivi, J., Rajeev, B. Bioactives From Agri-Food Wastes: Present Insights and Future Challenges. *Molecules (Basel, Switzerland)*, vol. 25, 3. (2020): 510.

<https://doi.org/10.3390/molecules25030510>

17. Amoah, I., Taarji, N., Johnson, P.-N.T., Barrett, J., Cairncross, C., Rush, E. Plant-Based Food By-Products: Prospects for Valorisation in Functional Bread Development. *Sustainability*, vol.12, 18. (2020): 7785. <https://doi.org/10.3390/su12187785>

18. Nikiforova T.A., Hon I.A. Vlijanie grechnevoj muchki na sohranenie svezhesti hleba [The effect of buckwheat bran on the preservation of freshness of bread]. *Bread products*, no 6, pp. 38-39, 2017. (In Russian)

19. Espinales, C., Cuesta, A., Tapia, J., Palacios-Ponce, S., Peñas, E., Martínez-Villaluenga, C., Espinoza, A., Cáceres, P.J. The Effect of Stabilized Rice Bran Addition on Physicochemical, Sensory, and Techno-Functional Properties of Bread. *Foods*, vol.11, 21. (2022): 3328.

<https://doi.org/10.3390/foods11213328>

20. Sapwarobol, S., Saphyakhajorn, W., & Astina, J. Biological Functions and Activities of Rice Bran as a Functional Ingredient: A Review. *Nutrition*

and Metabolic Insights, vol. 14, 11786388211058559. (2021). <https://doi.org/10.1177/11786388211058559>

21. Sharif, M. K., Butt, M. S., Anjum, F. M., & Khan, S. H. Rice bran: a novel functional ingredient. *Critical reviews in food science and nutrition*, vol. 54, 6. (2014): 807-816.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2011.608586>

22. Sohail, M., Rakha, A., Butt, M. S., Iqbal, M. J., & Rashid, S. Rice bran nutraceuticals: A comprehensive review. *Critical reviews in food science and nutrition*, vol. 57, 17. (2017): 3771-3780.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1164120>

23. Saeed, G., Arif, S., Ahmed, M., Ali, R., Shih, F. Influence of rice bran on rheological properties of dough and in the new product development. *Journal of Food Science and Technology-mysore*, vol. 46. (2009): 62-65.

24. Hudarova I.G., Vitjuk L.A., Dzhaboeva A.S. Vlijanie produktov pererabotki grechih na hlebopekarnye svojstva muki i reologicheskie svojstva testa [The effect of buckwheat processing products on the baking properties of flour and the rheological properties of dough]. *Modern research of the main directions of humanities and natural sciences*, pp. 265-267, 2017. (In Russian)

25. Boldina A.A., Sokol N.V., Sanzharovskaja N.S. Ispol'zovanie risovoj muchki v tehnologii hleba funkcional'nogo naznacheniya [The use of rice bran in the technology of functional bread]. *Technology of food production*, no 4, pp. 21-26, 2017. (In Russian)

26. Dubat, A. Le mixolabprofil: un outil complet pour le controle qualite des bles et des farines. *Industries des Cereales*, vol. 161. (2009): 11–26.

27. Rybalka O.I., Plevé O.O. MIKSOLAB–innovacijnij instrument dlja kompleksnoj ocinki hlibopekars'koj jakosti boroshna [MIXOLAB–an innovative tool for comprehensive assessment of the baking quality of flour]. *Grain storage and processing*, no 1, pp. 33-35, 2010. (In Russian)

FTAMP 65.09.03; 65.09.05; 65.13.13

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-2-14-22>

МИКРОКАПСУЛА АЛУ ҮШІН ҚОНДЫРҒЫНЫ ЖЕТІЛДІРУ

¹М.М. ТАШЫБАЕВА* , ¹А.К. КАКИМОВ , ²А.А. МАЙОРОВ ,
¹Г.А. ЖУМАДИЛОВА , ¹А.М. МУРАТБАЕВ 

(¹ Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті КеАҚ,
Қазақстан, 071412, Семей қ., Глинка көш., 20А,

² Федералдық Алтай агроботехнологиялық ғылыми орталығы ФМБФМ,
Ресей, 656910, Барнаул қ., Советской Армии көш., 66)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: marzhan06081990@gmail.com*

Бұл мақалада құрылғыны жетілдіру арқылы шашырату әдіспен микрокапсула алу қарастырылады. Қондырғыны жетілдіру үшін перистальтикалық сорғы, перистальтикалық сорғы жетегінің қозғалтқышы, фильері ауыстырылды, ауыстырылған бөлшектер орнына циркуляциялық сорғы, форсунка және