

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің **Ғылым жаршысы (пәнаралық) = Вестник науки** Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина (междисциплинарный). -2022 -№1 (112). – С. 164-174

## **ҚАМЫРДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЖӘНЕ ГЛЮТЕНСІЗ МАКАРОН ӨНІМДЕРІНІҢ ҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ**

**Байкенов Алибек Өмірсерікұлы**  
*техника ғылымдарының магистрі,  
Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ҒЗИ Астана филиалының Өсімдік шаруашылығы өнімдерін терең қайта өңдеу зертханасының меңгерушісі,  
Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан  
E-mail: [alibek\\_89\\_89@mail.ru](mailto:alibek_89_89@mail.ru),*

**Кизатова Маржан Ержановна**  
*PhD, Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ҒЗИ Астана филиалының Өсімдік шикізатын бастанқы қайта өңдеу зертханасының меңгерушісі,  
Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан  
E-mail: [marzhany87@mail.ru](mailto:marzhany87@mail.ru)*

**Байгенжинов Кадырбек Асланбекович**  
*техника ғылымдарының магистрі,  
Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ҒЗИ Астана филиалының Өсімдік шаруашылығы өнімдерін терең қайта өңдеу зертханасының аға ғылыми қызметкері,  
Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан  
E-mail: [baigenzhinov@inbox.ru](mailto:baigenzhinov@inbox.ru)*

**Есимова Жазира Амангельдықызы**  
*Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ҒЗИ Астана филиалының Өсімдік шаруашылығы өнімдерін терең қайта өңдеу зертханасының ғылыми қызметкері,  
Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан  
E-mail: [z.yessimova@rpf.kz](mailto:z.yessimova@rpf.kz)*

**Нұрыш Аида Бексултанқызы**  
*Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ҒЗИ Астана филиалының Өсімдік шаруашылығы өнімдерін терең қайта өңдеу зертханасының кіші ғылыми қызметкері,  
Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан  
E-mail: [nyr.aida@mail.ru](mailto:nyr.aida@mail.ru)*

## Түйін

Целиакия ауруы бар адамдар үшін глютенсіз өнімдерге сұраныстың артуы жоғары сапалы глютенсіз өнімдерді өндіруде қолданылатын глютенді алмастыру бойынша маңызды технологиялық зерттеулерге әкелді. Бұл жұмыстың мақсаты күріш ұны негізіндегі макарон өнімдерін өндіруде қолданылатын глютенсіз қамырдың реологиялық және текстуралық қасиеттеріне (гидроколлоидтар, су және ақуыздар) әсерін бағалау болды. Глютенсіз күріш ұнынан жасалған макарон - кеңінен қолданылатын ең танымал макарон өнімдерінің бірі. Глютенсіз макарон өнімдеріне арналған зерттеулер негізінен тек күріш ұнын немесе басқа глютенсіз дәнді дақылдармен, қоспалармен байланыстырады. Глютенсіз макарон қамырының серпімділігі мен реологиялық қасиеттері зерттелінді. Ксантан, гуар шайыры - тұтқырлықты, қаттылықты арттыру, түпкілікті өнімге текстура мен дәм қосу үшін тағамдық технологияда қолданылатын тұрақтандырғыштар болып табылады. Ксантан мен гуар шайырларын пайдалану қажетті текстуралық қасиеттерге қол жеткізу үшін қамырдың оңтайлы құрамын табуға мүмкіндік береді.

**Кілт сөздер:** Глютенсіз макарон өнімдері, реологиялық қасиеттері, ксантан шайыры, гуар шайыры, текстуралық қасиеттер, күріш ұны, гидроколлоидтар.

## Кіріспе

Соңғы уақытта макарон аз мөлшердегі май, холестерин және төмен гликемиялық индексі бар пайдалы тағам ретінде танылды [1]. Алайда, белгілі бір генетикалық табиғаты бар кейбір адамдар бидай, қара бидай немесе арпа бар тағамдарды пайдаланған кезде целиакия ауруынан зардап шегеді. Бұл аурудың себебі глютенді тұтынуы барысында темір, фолий қышқылы, кальций және майда еритін витаминдер сияқты маңызы жоғары қоректік заттардың сіңуіне қарсы әсер етеді [2].

Целиакия ауруы бар адамдар глютенді (бидай, қара бидай және арпада кездесетін ақуыз) тұтынғанда, олардың денесі жұқа ішекке шабуыл жасайтын иммундық жауап береді. Бұл шабуылдар қоректік заттардың

сіңуіне көмектесетін жіңішке ішек бүрлерінің зақымдалуына әкеледі [3].

Бұл мәселенің шешімі целиакия ауруына шалдыққан адам тек қана өмір бойы глютенсіз диетаны қатаң сақтау керек [4,5]. Глютенсіз өнімдерді әзірлеу үшін, пайдаланатын негізгі және қосымша шикізаттың құрамындағы глютен мөлшерін Codex Alimentarius 118 бойынша ескеру қажет. Осы Кодекске сәйкес өнімдердің құрамындағы глютен мөлшері 20 мг/кг аспау керек. Целиакия ауруы бар науқастар үшін негізделген өнімдер күріш сияқты глютенсіз дәнді дақылдардан өндіріледі [6].

Күріш ұнының бидай және басқа дәнді дақылдардан басты артықшылықтарының бірі-

глютеннің болмауы. Күріш ұны әсіресе диеталық, аллергияға қарсы тағамдарды, атап айтқанда глютенсіз тағамдарды өндіру үшін өте маңызды. Күріш ұнының полисахаридтері бос ылғалды сақтап қана қоймай, сонымен қатар ұнның ақуыз молекулаларымен әрекеттеседі, құрылымын жақсартады және қалыптастырады [7-9]. Ұнтақталған күріш шамамен 90% крахмалдан тұратындықтан, осы макромолекулалық фракцияның құрылымы және оның физика-химиялық қасиеттері күріш крахмалы сорттарын таңдауда маңызды болып табылады.

Глютенсіз макарон өнімдері дәстүрлі макарондарға пайдалы және дәмді балама болып табылады [10]. Соңғы бірнеше онжылдықта глютенсіз макарон өнімдерін тұтыну айтарлықтай ұлғайды, ол целиакия ауруына шалдыққан адамдармен қатар, дүние жүзінде дұрыс тамақтанатын адамдардың санының өсуіне байланысты [11]. Mordor Intelligence мәліметтері бойынша, глютенсіз макарон өнімдері санатының жаһандық өсуі 2018 және 2023 жылдар аралығында 9,5% құрайды [12].

Макарон өнімдерін әзірлеу процесінде глютен - қамырдың реологиясына, құрылымына және дайын өнімнің түсі сияқты сапа көрсеткіштеріне ықпал ететін негізгі құрушы агент. Әдетте, глютенсіз макарондарда глютен сияқты байланыстырушы материал болмағандықтан, дайындау кезінде олар реологиялық қасиеттерін жоғалтады [13].

Глютенсіз макарон өнімдердің қамырының

реологиялық сипаттамасы маңызды ақпаратты ұсынады, түпкілікті өнімді жақсартуға және оңтайландыруға мүмкіндік береді. Қамырдың реологиялық қасиеттері үшін әртүрлі реологиялық зерттеулер құрамдас түрлерін талдау кезінде пайдалы болады [14]. Глютенсіз макарон өнімдерінің сапасын жақсарту мақсатында крахмалды емес гидроколлоидтар мен ақуыздар қосады. Казеин, гуар шайыры және жұмыртқа ақуызы, күріш қамырының икемділігін арттырып, тор құрылымын берік етеді [15]. Осылайша, гидроколлоидтар, соның ішінде гуар, ксантан шайырлары күріш ұнынан жасалған қамырдың реологиясына және макарон өнімдердің физикалық қасиеттеріне әсер етеді. Макарон өнімдері құрылымына байланысты дәстүрлі түрде көп мөлшердегі суда (ұсынылатын қатынасы: макарон: су 1: 10), 95-100 °C температурада және әр түрлі әзірлеу уақытында дайындалады [16].

Өнімді ылғалдандыру диффузиямен басқарылатын процесс арқылы жүреді, ал температура мен ылғалдылық жағдайлары крахмалдың желатинизациясын тудырады. Желатинизация тұтқырлықтың жоғарылауымен және крахмалдың тотығуымен бірге өтеді. Макроскопиялық деңгейде крахмалды желатинизациялау уақыты ұлғайған сайын макаронның беткі бөлімінен ортаңғы бөлігіне қарай жылжиды [17]. Атап айтқанда, жұмыртқаның ақуызы глютенсіз макарон

рецептіне енгізілген кезде олардың реологиялық қасиеттері өзгереді. Ақуыз шамамен 65 °С-қа дейін қызған кезде нәзік гель пайда болады және гельдің беріктігі артады. Сарысын қосқан жағдайда тұтқырлық шамамен 65°С-та арта бастайды, ал 70°С-та сұйықтық жартылай қатты, борпылдақ масса қалыптастыру қабілетін толығымен жоғалтады [18].

Макарон дайындау кезінде құрылым серпімді күйден иілгіштік күйге ауысады. Тектуралық белгілері реологиялық параметрлерге сәйкес келеді [19]. Дәнді дақылдардың сапасын

### **Материалдар мен әдістер**

Зерттеудің бастапқы кезеңі дәнді-дақылдар ұнының сынамаларын іріктеу болды. Күріш ұны («Гарнец» Ресей), бидай ұны («Гарнец» Ресей), тағамдық ксантан шайыры, гуар шайыры және тазартылған су.

*Макарон өнімдерін әзірлеу үшін қамыр үлгісін дайындау*

Глютенсіз макарон өнімдерін әзірлеу үшін қамыр дайындалды. Гидроколлоидтармен (ксантан шайыры) байытылған макарон қамырын дайындау үшін жүгері ұнын ксантан шайырымен араластырылды. Содан кейін тазартылған су қосылды (дымқылдығы 37%, Kitchen Aid араластырғышында глютенсіз қамырын алу үшін). Барлық ингредиенттер 8 минут аралығында KitchenAid Mixer жабдықталған қамыр ілгегі арқылы араластырылды. Стандарт ретінде ылғалдылығы бірдей бидай қамыры да дайындалды. Спагетти алу үшін қамыр KitchenAid Mixer-де

болжау үшін көптеген реологиялық әдістер қолданылады. Күріш ұнынан дайындалған қамырдың реологиялық қасиеттері оның су сіңіруі және қамырды илеу көрсеткіштеріне байланысты [20].

Глютенсіз макарон өнімдердің реологиялық қасиеттерін зерттеуге арналған халықаралық әдебиет көздері өте аз. Осыған байланысты "Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты" ЖШС-де глютенсіз макарон өнімдеріне арналған күріш ұнының реологиялық қасиеттеріне зерттеу жұмыстары жүргізілді.

араластырылып макарон пресс экструзиясының ұстағышынан өтті. Қамыр кеспе машинасында қалыңдығы шамамен 2 мм болатын макарон алынғанға дейін жайылды. Кеспе бөлме температурасында 24 сағат кептірілді. Ылғалдың жоғалуын болдырмас үшін осы парақтардан суб-үлгілер кесіліп, герметикалық контейнерлерде сақталды. Қамыр қоршаған ортаның 20°С температурасында сақталды.

### *Су сіңіру қабілеті*

Ұнның су сіңіру қабілетін зерттеу үшін химиялық әдіс арқылы МЕМСТ Р 51404-99 бойынша анықталды. Су сіңіру қабілеті 100 г ұннан иленген қалыпты консистенциялы қамыр пайда болған кезде ұн сіңіретін су мөлшерімен (%) сипатталады. Бұл ақуыздар қасиеттеріне мен ұнтақтаудың өлшемдеріне байланысты. 50 г ұн өлшеніп, фарфор шыныаяққа салынды. Біртіндеп бөлме температурасында

бюреткадан су құйылып, қамыр иленеді. Су қалыпты консистенциялы қамыр алынғанша құйылады. Қамыр біркелкі араластырылуы керек, ұнның кесектері жоқ және жабыспауы керек.

#### *Реологиялық қасиеттері*

Макарон қамырының реологиялық қасиеттерін зерттеу үшін динамикалық реометрия әдісі арқылы Шопен Альвеографы қолданылды. Альвеографиялық сынақ процесінде көпіршік түрінде үрленетін қамырдың серпімді қасиеттері анықталады.

Бидай ұнының үлгісі зертханалық диірменде ұнтақтақталып, алдын ала 2,5% тұз ерітіндісін дайындалды. 250 г ұн алынып, бекітілген кесте бойынша тұз ерітіндісінің қажетті мөлшерін тауып, қамыр араластырғыштың бюреткасына құйылды. Өлшенген ұн илегішке салынып қамырдың сусыздануына жол бермеу үшін шеттері маймен жабылды. Қамыр илеу 6 минутқа созылды, осы уақытта металл ролик және қамыр иленетін әйнек өсімдік майымен майланды. 6 минуттан кейін қозғалтқыш тоқтатылды, пластинада екі рет иленген қамыр ойыққа жеткенде, ол пышақпен кесіліп, портативті шпательге ауыстырылды. Қамыр кесектерін стақанға салғаннан кейін әрбір жұп бөлікке металл жақтау қолданылды. Қамырдың әрбір жұбы 10 рет қатарынан иленілді. Альвеографтағы қамыр илеу басталғаннан кейін қамыр үстелшесіне қойылып итеріледі. Бұл жағдайда иленген қамыр 2,5 мм қалыңдығына дейін кішірейеді.

Осы уақытта панельде қисықтармен – альвеограмма сызылып, нәтижелер бірден жазылып алынды.

Күріш ұнының реологиялық көрсеткіштері ротационды реометрия әдісі арқылы анықталды. Реологиялық қасиеттері диаметрі 50 мм параллель пластиналары бар өлшеу жүйесімен жабдықталған MCR-301 айналмалы реометр көмегімен өлшенді. Қамырдың артық мөлшері мұқият алынып тасталды және қамырдың сусыздануына жол бермеу үшін шеттері минералды маймен жабылды. Сынақ кезінде үлгі 5 минутқа қалдырылды. 0,01-ден 1-ге дейінгі ығысу жылдамдығы диапазонында тұрақты ағынның ығысу сынақтары орындалды. Қамырдың тұтқыр серпімділік қасиеттерін өлшеу үшін 0,1% деформация амплитудасында (тұтқыр серпімді аймақ ішінде) және 30°C температурада 0,1 ден 100 дейін жиілік диапазонында орындалады. Барлық реологиялық өлшемдер үш қайталануда жасалды.

#### *Түсі*

Шикі қамыр мен пісірілген макаронның түс параметрлері хромометрия әдісі арқылы анықталды. Әдіс қамырдың түс өзгеру параметрлері мен пісіргеннен кейінгі пішінінің тұтастығын сақтай алатын үлгілер үшін жүргізілді. Түс параметрлері Minolta Chroma Meters колориметрі көмегімен бағаланды. Макарон (10 г, ұзындығы 5 см) 250 мл тазартылған суда оңтайлы пісіру уақытына сәйкес дайындалды. Содан кейін үлгілер суық сумен

жуылып, өлшеу алдында сүзілді. Түсті өлшеу кем дегенде бес рет жүргізілді және жалпы түс өзгерісін есептеу арқылы бидай үлгілерімен салыстырылды.

#### *Текстураның профилі*

Тектуралық қасиеттері структурометриялық әдістер арқылы жүзеге асырылды. Әдіс макарон өнімдерінің тектуралық сипаттамаларын анықтауға негізделген. Текстураны талдаудан бұрын 10 г макарон 400 мл қайнаған суға 5 минут қайнатылды, содан кейін 10 С суық сумен шаю қажет. Текстураның профилін талдау тектуралық анализатор

арқылы жасалды. Ұзындығы шамамен 10 см болатын төрт спагетти жіптері салынды.

Су мен ақуыздардың пайдаланылған деңгейін анықтау үшін алдын-ала тәжірибелер жүргізілді. Нәтижелер бойынша судың көп мөлшері жабысқақ қамырды берді, ал судың аз мөлшері қолданылған кезде қамыр ыдырауға бейім болды және біркелкі макарон алу мүмкін болмады. Сондықтан су мен ақуыздың дайындалған макаронға сапасы бойынша әсеріне ерекше мән берілді.

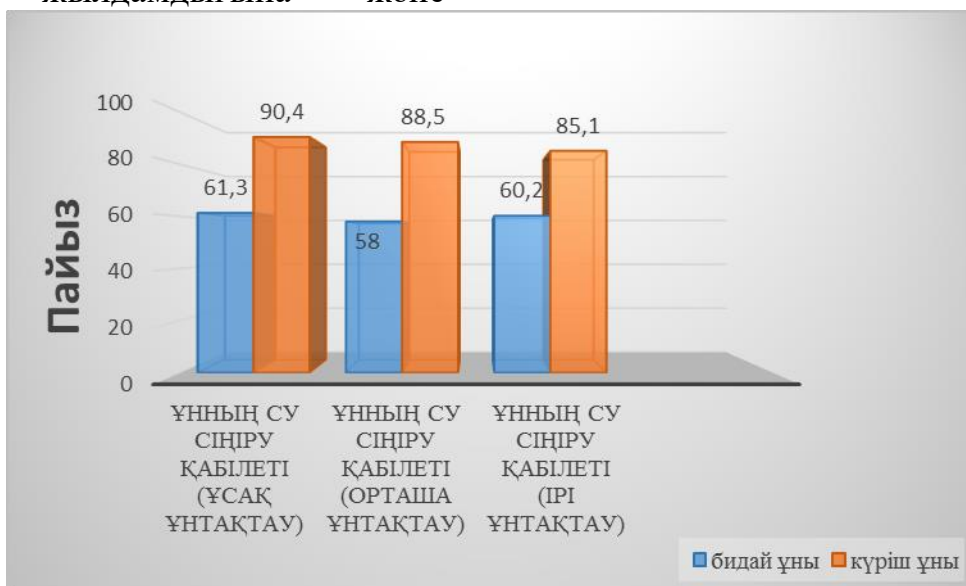
### **Нәтижелер**

#### *Реологиялық қасиеттері*

«ҚазҚӨТӨҒЗИ» ЖШС АФ зертханасында глютенсіз қамыр үлгісінің реологиялық қасиеттері анықталды.

Реологиялық көрсеткіштерін зерттеу барысында бірінші су сіңіру қабілеттілігі анықталды. Ұн мөлшері суды сіңіру қабілетіне, түзілу жылдамдығына және

қамырдың консистенциясына әсер етті. Ұнның бөлшектері неғұрлым үлкен болса, соғұрлым қамыр түзілу процесінің жылдамдығы төмен болды. Ұнтақтау өлшемдері әртүрлі бидай және күріш ұндарының су сіңіру қабілеті көрсетілген (Сурет 1).



Сурет 1 - Әр түрлі ұнтақтау өлшемдері бар бидай және күріш ұндарының суды сіңіру қабілетінің салыстырмалы талдауы

Бидай ұнымен салыстырғанда күріш ұнының суды сіңіру қабілеті ең жоғары, орташа есеппен 1,5 есе екені анықталды.

Зерттеулер көрсеткендей, ұсақ ұнтақтау орташа және ірі ұнтақтаумен салыстырғанда суды сіңіру қабілеті жоғары, орта есеппен 1,2%-ға, яғни макарон өнімдеріне ұнды таңдағанда құрамын есептеу суды сіңіру қабілетін ескере отырып жүргізілуі керек.

Сондықтан күріш ұнының су сіңіру қабілетін зерттей келе, ұсақ ұнтақтау түрі таңдалды.

Қамырдың келесі реологиялық көрсеткіштері түрлі-

түсті сызықпен сызылған орташа альвеограмма негізінде келесі мәндер бойынша есептелді: қамырдың серпімділігі, максималды моментке жету уақыты ( $t_{max}$ , мин), тұрақтылығы, айналудың ең аз мәні ( $M_{1min}$ , Нм), қамырды қыздырған кездегі айналудың максималды мәні ( $M_{max}$ , Нм), ең жоғары температура ( $^{\circ}C$ ), үлгілерді  $50^{\circ}C$  дейін салқындатқанда қол жеткізілетін  $M_{2min}$  ең аз мәні, Нм, үлгілерді  $50^{\circ}C$  дейін салқындатқаннан кейінгі моменттің  $M_3$  соңғы мәні, Нм.

Эксперименттен алынған негізгі параметрлер 1-кестеде келтірілген.

1-Кесте - Күріш ұнынан жасалған қамырдың реологиялық қасиеттері

Көрсеткіш / қамыр түрі	Бидай ұнынан жасалған қамыр	Күріш ұнынан жасалған қамыр
Су сіңіру (%)	60,0	60,1
$t_{max}$ , (мин)	1,40	8,65
Тұрақтылық, (мин)	11,10	12,15
$M_{1min}$ , (Нм)	0,47	0,80
$M_{max}$ , (Нм)	2,30	2,77
Ең жоғары температура ( $^{\circ}C$ )	76,7	77,0
$M_{2min}$ , (Нм)	2,0	2,38
$M_3$ , (Нм)	2,70	3,01

Араластыру кезінде қамырдың ылғалдануы орын алды, нәтижесінде тұтқыр-серпімді қамырдың үш өлшемді құрылымы пайда болды. Бидай қамыры төмен максималды сәтке жету уақытын ( $t_{max}$ ) көрсетті, ал күріш ұны айтарлықтай жоғары  $t_{max}$ -қа ие болды. Бұл күріш ұнынан жасалған қамыр бидай қамырына қарағанда

қосылыстардың ылғалдану процесін аяқтау үшін ұзағырақ уақыт алатынын көрсетті. Сондай-ақ күріш ұнында бидай ұнымен салыстырғанда ақуыздың мөлшері айтарлықтай төмен. Қамырды зерттеу кезінде күріш ұнының ақуыздары тәжірибелік температурада тұрақты болды ( $M_{1min}$  мәні). Тұтқырлығы ( $M_{max}$ )

бойынша күріш қамыры мен бидай қамыры орташа мәнді көрсетті. Тұтқырлықтың одан әрі төмендеуі ( $M_{2min}$ ) механикалық ығысу және температураның төмендеуі нәтижесінде крахмал түйіршіктерінің физикалық

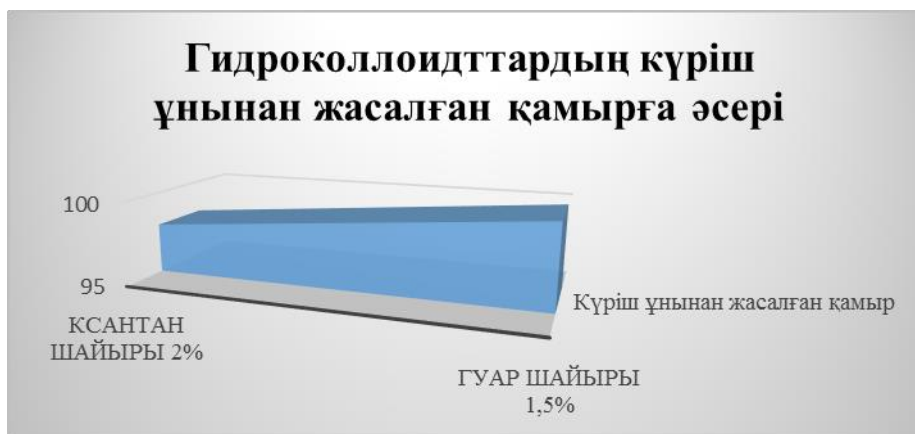
бұзылуының нәтижесі болып табылды. Кейіннен, салқындату кезінде айналу моменті жоғарылады ( $M3$ ). Зерттеу нәтижелерінен алынған негізгі көрсеткіштер көрсетілген (Сурет 2).



Сурет 2 – Күріш ұнынан жасалған қамырдың реологиялық көрсеткіштері

Күріш ұны бидай ұнына қатысты су сіңірудің ұқсас мәндеріне ие (Сурет 2). Қосылыстардың ылғалдануы араластыру кезінде орын алды, нәтижесінде тұтқыр-серпімді қамыр құрылымы пайда болды және ылғалдану процесін аяқтауға ұзағырақ уақыт алатынын көрсетті.

Күріш ұнына гидроколлоидтар қосу арқылы қамыр құрылымын айтарлықтай жоғарлатуға болады. Солардың ішінде ксантан және гуар шайырын әртүрлі мөлшерде қосып бидай ұнынан жасалған қамырға ұқсас текстуралық қасиеттерімен сипатталды.



Сурет 3 – Гидроколлоидтары бар күріш ұнынан жасалған қамырдың реологиялық өзгерісі



Гидроколлоидсыз күріш ұнынан жасалған қамыр дәстүрлі бидай қамырына қарағанда әлдеқайда төмен тұтқырлықты көрсетті. Күріш ұнынан жасалған қамырдың айқын тұтқырлығы екі гидроколлоидты қосу арқылы жоғарылағанын көрсетті (Сурет 3). Ығысу диапазонында жоғары көрінетін тұтқырлыққа қол жеткізілді. Ксантан шайыры жоғары деңгейде, ал гуар шайырының көбеюі төменгі ығысу жылдамдығында тұтқырлықтың жоғарылауына әкелді. Ең үлкен жақсартуға 2% ксантан шайыры қосылған кезде қол жеткізілді. Күріш ұны қоспалары бар қамыр бидай қамырына ұқсас тұтқырлықты көрсетті.

Күріш қамырының реологиялық қасиеттері гуар шайырының 1,5% мөлшерін қолданған уақытта біршама жақсарғанын көрсетті. Судағы ксантан шайырының салыстырмалы түрде күшті молекулааралық өзара әрекеттесуі оның тұтқырлыққа айқын әсерін тудыруы мүмкін.

#### *Түсі*

Түсін өлшеу шикі қамыр үшін және пісіргеннен кейін макаронның бастапқы пішінінің тұтастығын сақтай алатын үлгілер үшін жүргізілді. Түс параметрлері колориметрмен бағаланды. Бидай қамыры күріш ұнынан жасалған қамырмен салыстырғанда аз сарғыштықты көрсетті. Барлық үлгілердің жеңілділігі мен сарғыштығы пісіргеннен кейін азайды. Бидай ұнына қарағанда күріш ұны бар макаронның сарғаюы гидроколлоидтар

мөлшеріне байланысты болуы мүмкін.

Күріш ұнынан жасалған қамыр мен бидай қамыры арасындағы түс айырмашылығын қарастыруға болмайды. Гуар шайырын 1,5% - ға қосу ең үлкен түс өзгерісін жасады, ал ксантан шайырын 2% - да қамырда ең аз жалпы түс өзгерісін көрсетті. Макарон өнімдерін дайындағаннан күріш ұнынан жасалған қамыр үлгілерінің көрсеткіштері жоғары болды.

#### *Текстураның қасиеттері*

Пісіргеннен кейін макаронның сыртқы пішіні сипатталды. Гуар шайыры қосылған күріш ұнынан жасалған макарон үлгілері пісіру кезінде пішінін жоғалтты. Бұл жағдай гидроколлоидты қоспасыз күріш негізіндегі макарон жасау кезінде байқалды. Гуар шайыры немесе ксантан шайыры қосылғын макарон үлгілерінің сыртқы түрі мен түсі визуалды бақылаумен ерекшеленбеді, бірақ барлық күріш ұнынан жасалған макарон үлгілері бидай кеспесіне қарағанда ақшыл сары түсті болды.

Құрамында ксантан шайыры мен гуар шайыры бар күріш ұнынан жасалған макарон құрылымының параметрлері бидай ұнынан жасалған макаронмен салыстырылды. Гидроколлоид қосылған күріш ұнынан жасалған макарон бидай кеспесіне қарағанда төмен қаттылықты көрсетті. Бидай кеспесі жоғары тұтқырлық көрсетті, бұл бидай қамырының серпімді және күріш ұнынан жасалған қамырға қарағанда берік құрылымы бар екені анықталды.

2 кесте - Бидай және күріш ұнынан жасалған қамырлардың текстуралық қасиеттері

Ұн түрі	Бидай ұнынан жасалған қамыр	Күріш ұнынан жасалған қамыр
Текстуралық қасиеттер		
Тұтқырлық	Салыстырмалы түрде жоғары	Салыстырмалы түрде төмен
Түсі	Крем ренкісі бар ақ түсті	Ақшыл сары түсті
Құрылымы	Біркелкі, жарықтар мен үзілістерсіз берік құрылымды	Тегіс, бірегей жартылай түйіршікті құрылым

Ксантан шайыры мен гуар шайыры қосылған күріш ұнынан жасалған макарон құрылымының үш параметрі бидайға қарағанда төмен болды. Ксантан шайыры мен гуар шайырының қосылуы күріш ұнынан жасалған макарондағы крахмал желісін едәуір жақсартты, өйткені таза күріш ұнынан жасалған макарон пісіру кезінде ыдырады (2 кесте). Бұл гуар, ксантан шайырларында жоғары температурада крахмал түйіршіктерінің пайда болуына ықпал етті, яғни кеспе құрылымын

жақсартуға қатысатын механизм болуы мүмкін.

Гуар мен ксантан шайырының арасында беріктігі жағынан айтарлықтай айырмашылықтар табылмады. Ксантан шайырымен макарон құрылымын жақсарту күріш ұнынан жасалған қамырға әсері маңызды емес, себебі пісіру кезінде немесе одан кейін ксантан шайырының конформациялық өзгеруіне байланысты болуы мүмкін. Қосымша зерттеулер әлі де жалғасуда.

### Талқылау

Күріш ұнынан жасалған қамыр механикалық әсерге төзімділігі жағынан бидай қамырына ұқсайды. Сондықтан күріш ұны глютенсіз тамақ өнеркәсібінде айтарлықтай қолданыс тапты.

Осылайша, нарықта бидай ұнының баламалары бар болғанымен, дәлелденген технологиялар мен рецепттердің жоқтығынан бұл өнімдер жиі

сапасыз деген қорытынды жасауға болады. Зерттеу нәтижелері бойынша күріш ұны бидай ұнының реологиялық қасиеттеріне барынша жақын болды. Бірақ олар тек бидай ұнының қасиеттерін дәл көрсете алмады, сондықтан тек олардың қоспасы немесе үшінші тарап құрылымдауыштарын қолдану қамырға оңтайлы реологиялық профильді береді деген қорытындыға келді

### Қорытынды

Екі гидроколлоидтың, яғни ксантан, гуар шайырының айқын тұтқырлыққа, сақтауға әсері жоғары екендігін атап өтуге болады. Күріш ұны негізіндегі макаронға арналған глютенсіз қамырдың шығын модульдерінің мәні зерттелді. Қамырдың қасиеттерін екі гидроколлоидтар келесі ретпен жақсартты: ксантан шайыры > гуар шайыры. Ксантан шайыры көмегімен гель тәрізді қамырдың құрылымы анықталды. Гидроколлоидтардың күріш ұнынан жасалған қамырдың түсіне айтарлықтай әсері байқалды. Тек гуар мен ксантан шайыры қосылған күріш ұнынан жасалған макарон дайындалғаннан кейін пішінін сақтап, құрылымы жақсарғанын көрсетті. Гуар мен ксантан

#### **Алғыс білдіру**

Жұмыс Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің № BR10764977-ОТ-21 «Отандық шикізат негізінде глютенсіз макарон өнімдерін өндіру технологиясын әзірлеу» қаржыландырылатын жобасы шеңберінде орындалды. Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институтының Астана филиалында 3 жылдан

шайырының текстуралық қасиеттері бойынша пісірілген макаронға әсері айқын айырмашылықты көрсеткен жоқ. Гидроколлоидтар қосылған күріш ұнынан жасалған макарон, бидай кеспесінен төмен болса да, біздің нәтижелеріміз күріш ұнын глютенсіз макарон өндірісінің негізгі ингредиенті ретінде пайдалану әлеуетін көрсету үшін құнды болып табылады. Бұл мақала "Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты" ЖШС-нің "Отандық шикізат негізінде глютенсіз макарон өнімдерін өндіру технологиясын әзірлеу" жобасы бойынша жазылған және әлі де зерттеу жүргізілуде.

астам уақыт бойы ұннан жасалған глютенсіз бұйымдарды әзірлеу бойынша зерттеулер жүргізілуде.

Қорытындылай келе, біз осы ғылыми жобаның барлық қатысушыларына тәжірибелік зерттеулер жүргізуге көмектескені үшін алғыс білдіргіміз келеді. Сондай-ақ, «ҚазҚӨТӨҒЗИ» ЖШС АФ басшылығы мен ғалымдарына үлкен алғысымызды білдіреміз.

#### **Әдебиеттер тізімі**

1 Bergamo P., Maurano F. mazzarella G, Iaquinto G, Vocca I, Rivelli AR, Falco ED, Gianfrani C, Rossi M. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease // Mol. Nutr. Food Res. – 2011. – Т. 55. – С. 1266-1270.

2 Omran A. A. et al. Production and evaluation of gluten-free cookies from broken rice flour and sweet potato //Advances in Food Sciences. – 2015. – Т. 37. – №. 4. – С. 184-192.

3 Вохмянина Н. В. Современное представление о целиакии // Клинико-лабораторный консилиум. – 2012. – №4. – С. 49-53.

4 Szaflarska-Popławska A. et al. Occurrence of celiac disease in Poland—multicenter study // *Ped Współcz Gastroenterol Hepatol Żyw Dz.* – 2009. – Т. 11. – С. 111-116.

5 Web of Science. – URL: [http://ksu.edu.kz/files/folder/gavryushenko\\_perspektivy.pdf](http://ksu.edu.kz/files/folder/gavryushenko_perspektivy.pdf).

6 Никифорова Т. А. Перспективность применения гречневой муки в производстве бисквитного полуфабриката [Текст]: Материалы докладов XII Международной конференции «Кондитерские изделия XXI века» / Т. А., Никифорова, И. А. Хон Международная промышленная академия. - 2019. – с. 190.

7 Padalino L. et al. Optimization and characterization of gluten-free spaghetti enriched with chickpea flour // *International journal of food sciences and nutrition.* – 2015. – Т. 66. – №2. – С. 148-158.

8 Serrano Marana A. I. High Protein Rice Flour In The Development Of Gluten Free Pasta. – 2021.

9 Paul, S.P. Clinical update: coeliac disease in children / S.P. Paul, J. Johnson, H.R. Speed // *Community Pract.* – 2013. – Vol. 86 (1). – P.35-37.

10 Макароны изделия: Безглютеновые макароны изделия [Электронный ресурс]. – 2020. – URL: <http://www.zdorovka.ru/katalog-produktsii/makaronnye-izdeliya/bezglutenovye-makaronnye-izdeliya-90/>.

11 Web of Science. – URL: <https://scihub.se/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.03.001>.

12 Поддержка набирающего обороты общественного движения благодаря превосходной технологии производства не содержащих глютена макаронных изделий [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: <https://www.gea.com/ru/stories/free-form-movement-gluten-free-pasta-plant-technology.jsp>.

13 Molinari R. et al. Tartary buckwheat malt as ingredient of gluten-free cookies // *Journal of Cereal Science.* – 2018. – Т. 80. – С. 37-43.

14 Sozer N. Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums // *Food Hydrocolloids.* – 2009. – Т. 23. – №. 3. – С. 849-855.

15 Cai J. et al. Physicochemical properties of hydrothermally treated glutinous rice flour and xanthan gum mixture and its application in gluten-free noodles // *Journal of Food Engineering.* – 2016. – Т. 186. – С. 1-9.

16 Guarda A. et al. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents // *Food hydrocolloids.* – 2004. – Т. 18. – №. 2. – С. 241-247.

17 Cunin C. et al. Structural changes of starch during cooking of durum wheat pasta // *LWT-Food Science and Technology.* – 1995. – Т. 28. – №. 3. – С. 323-328.

18 Kaur A. et al. Effect of guar gum and xanthan gum on pasting and noodle-making properties of potato, corn and mung bean starches // *Journal of food science and technology.* – 2015. – Т. 52. – №. 12. – С. 8113-8121.

19 Cafieri S. et al. A mathematical model to predict the effect of shape on pasta hydration kinetic during cooking and overcooking // *Journal of cereal science.* – 2008. – Т. 48. – №. 3. – С. 857-862.

20 Ribotta P. D. et al. Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheological and baking performance of frozen bread dough //Food hydrocolloids. – 2004. – T. 18. – №. 2. – C. 305-313.

### References

1 Bergamo P., Maurano F. mazzarella G, Iaquinto G, Vocca I, Rivelli AR, Falco ED, Gianfrani C, Rossi M. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease // Mol. Nutr. Food Res. – 2011. – T. 55. – P. 1266-1270.

2 Omran A. A. et al. Production and evaluation of gluten-free cookies from broken rice flour and sweet potato //Advances in Food Sciences. – 2015. – T. 37. – №. 4. – C. 184-192.

3 Vokhmyanina N. V. Modern understanding of celiac disease // Clinical and laboratory consultation. – 2012. – №4. – P. 49-53.

4 Szaflarska-Popławska A. et al. Occurrence of celiac disease in Poland– multicenter study // Ped Współcz Gastroenterol Hepatol Żyw Dz. – 2009. – T. 11. – P. 111-116.

5 Web of Science. – URL: [http://ksu.edu.kz/files/folder/gavryushenko\\_perspektivy.pdf](http://ksu.edu.kz/files/folder/gavryushenko_perspektivy.pdf).

6 Nikiforova T. A., Khon I. A. The prospects of using buckwheat flour in the production of semi-finished biscuit // Materials of the reports of the XII International Conference "Confectionery of the XXI century" / International Industrial Academy February 25-27, 2019 – M.: 2019. – P. 190.

7 Padalino L. et al. Optimization and characterization of gluten-free spaghetti enriched with chickpea flour //International journal of food sciences and nutrition. – 2015. – T. 66. – №2. – P. 148-158.

8 Serrano Marana A. I. High Protein Rice Flour In The Development Of Gluten Free Pasta. – 2021.

9 Paul, S.P. Clinical update: coeliac disease in children / S.P. Paul, J. Johnson, H.R. Speed // Community Pract. – 2013. – Vol. 86 (1). – P.35-37.

10 Pasta: Gluten-free pasta [Electronic resource]. – 2020. – URL: <http://www.zdorovka.ru/katalog-produktsii/makaronnye-izdeliya/bezglutenovye-makaronnye-izdeliya-90/>.

11 Web of Science. – URL: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.03.001> (дата обращения 23.01.2021).

12 Support of the growing social movement thanks to the excellent technology of production of gluten-free pasta [Electronic resource]. – 2019. – URL: <https://www.gea.com/ru/stories/free-form-movement-gluten-free-pasta-plant-technology.jsp>.

13 Molinari R. et al. Tartary buckwheat malt as ingredient of gluten-free cookies // Journal of Cereal Science. – 2018. – T. 80. – P. 37-43.

14 Sozer N. Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums //Food Hydrocolloids. – 2009. – T. 23. – №. 3. – P. 849-855.

15 Cai J. et al. Physicochemical properties of hydrothermally treated glutinous rice flour and xanthan gum mixture and its application in gluten-free noodles //Journal of Food Engineering. – 2016. – Т. 186. – P. 1-9.

16 Guarda A. et al. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents //Food hydrocolloids. – 2004. – Т. 18. – №. 2. – P. 241-247.

17 Cunin C. et al. Structural changes of starch during cooking of durum wheat pasta //LWT-Food Science and Technology. – 1995. – Т. 28. – №. 3. – P. 323-328.

18 Kaur A. et al. Effect of guar gum and xanthan gum on pasting and noodle-making properties of potato, corn and mung bean starches //Journal of food science and technology. – 2015. – Т. 52. – №. 12. – P. 8113-8121.

19 Cafieri S. et al. A mathematical model to predict the effect of shape on pasta hydration kinetic during cooking and overcooking //Journal of cereal science. – 2008. – Т. 48. – №. 3. – P. 857-862.

20 Ribotta P. D. et al. Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheological and baking performance of frozen bread dough //Food hydrocolloids. – 2004. – Т. 18. – №. 2. – P. 305-313.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕСТА И СТРУКТУРЫ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**Байкенов Алибек Омирсерикович**

*магистр технических наук*

*Заведующий лабораторией глубокой переработки растительного сырья*

*Астанинского филиала Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой*

*промышленности,*

*г. Нур-Султан, Казахстан*

*E-mail: [alibek\\_89\\_89@mail.ru](mailto:alibek_89_89@mail.ru)*

**Кизатова Маржан Ержановна**

*PhD, заведующий лабораторией первичной переработки растительного*

*сырья Астанинского филиала Казахский НИИ*

*перерабатывающей и пищевой промышленности,*

*г. Нур-Султан, Казахстан*

*E-mail: [marzhany87@mail.ru](mailto:marzhany87@mail.ru)*

**Байгенжинов Кадырбек Асланбекович**

*магистр технических наук*

*Старший научный сотрудник лаборатории глубокой переработки*

*растительного сырья Астанинского филиала Казахский НИИ*

*перерабатывающей и пищевой промышленности,*

*г. Нур-Султан, Казахстан*

*E-mail: [baigenzhinov@inbox.ru](mailto:baigenzhinov@inbox.ru)*

*Есимова Жазира Амангельдыкызы*  
*Научный сотрудник лаборатории глубокой переработки растительного*  
*сырья Астанинского филиала Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой*  
*промышленности,*  
*г. Нур-Султан, Казахстан*  
*E-mail: [z.yessimova@rpf.kz](mailto:z.yessimova@rpf.kz)*

*Нурыйш Аида Бексултанқызы*  
*Младший научный сотрудник лаборатории глубокой переработки*  
*растительного сырья Астанинского филиала Казахский НИИ*  
*перерабатывающей и пищевой промышленности,*  
*г. Нур-Султан, Казахстан*  
*E-mail: [nyr.aida@mail.ru](mailto:nyr.aida@mail.ru)*

### **Аннотация**

Увеличение спроса на безглютеновые продукты для людей с целиакией привело к важным технологическим исследованиям замены глютена при производстве высококачественных безглютеновых продуктов. Целью данной работы была оценка влияния на реологические и текстурные свойства (гидроколлоиды, вода и белки) безглютенового теста, используемого при производстве макаронных изделий на основе рисовой муки. Безглютеновые макаронные изделия из рисовой муки являются одними из самых популярных макаронных изделий, которые широко используются. Исследования безглютеновых макаронных изделий в основном связывают рисовую муку отдельно или с другими безглютеновыми хлопьями, добавками. Исследованы эластичность и реологические свойства безглютенового макаронного теста. Ксантановая камедь, гуаровая камедь-это стабилизаторы, используемые в пищевой технологии для повышения вязкости, повышения твердости, придания консистенции и вкуса конечному продукту. Применение ксантана и гуаровой камеди позволяет найти оптимальный состав для достижения необходимых текстурных свойств.

**Ключевые слова:** безглютеновые макаронные изделия, реологические свойства, ксантановая камедь, гуаровая камедь, текстурные свойства, рисовая мука, гидроколлоиды.

### **INVESTIGATION OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF DOUGH AND STRUCTURE OF GLUTEN-FREE PASTA**

*Baykenov Alibek Omirserikovich*  
*Head of the Laboratory of Deep processing of vegetable raw materials of*  
*the Astana branch of Kazakh Research Institute of Processing and Food*  
*Industry,*  
*Nur-Sultan, Kazakhstan*  
*E-mail: [alibek\\_89\\_89@mail.ru](mailto:alibek_89_89@mail.ru)*

*Kizatova Marzhan Yerzhanovna*  
*PhD, Head of the Laboratory of Primary processing of Plant raw materials*  
*of the Astana branch of Kazakh Research Institute of Processing and Food*  
*Industry,*  
*Nur-Sultan, Kazakhstan*  
*E-mail: [marzhany87@mail.ru](mailto:marzhany87@mail.ru)*

*Baigenzhinov Kadyrbek Aslanbekovich*  
*Master of Technical Sciences*  
*Senior Researcher at the Laboratory of Deep processing of vegetable raw*  
*materials of the Astana branch of Kazakh Research Institute of Processing and*  
*Food*  
*Industry,*  
*Nur-Sultan, Kazakhstan*  
*E-mail: [baigenzhinov@inbox.ru](mailto:baigenzhinov@inbox.ru)*

*Zhazira Yessimova Amangeldykyzy*  
*Researcher at the Laboratory of Deep processing of vegetable raw materials*  
*of the Astana branch of Kazakh Research Institute of Processing and Food*  
*Industry, Nur-Sultan, Kazakhstan*  
*E-mail: [z.yessimova@rpf.kz](mailto:z.yessimova@rpf.kz)*

*Nurysh Aida Beksultankyzy*  
*Junior Researcher of the Laboratory of Deep processing of vegetable raw*  
*materials of the Astana branch of Kazakh Research Institute of Processing and*  
*Food*  
*Industry,*  
*Nur-Sultan, Kazakhstan*  
*E-mail: [nyr.aida@mail.ru](mailto:nyr.aida@mail.ru)*

## **Abstract**

The increasing demand for gluten-free products for people with celiac disease has led to important technological research on gluten replacement in the production of high-quality gluten-free products. The purpose of this research was to assess the effect on rheological and textural properties (hydrocolloids, water and proteins) of gluten-free dough used in the production of pasta based on rice flour. Gluten-free rice flour pasta is one of the most popular pasta products that are widely used. Studies of gluten-free pasta mainly associate rice flour alone or with other gluten-free flakes, additives. The elasticity and rheological properties of gluten-free pasta dough are investigated. Xanthan gum, guar gum are stabilizers used in food technology to increase viscosity and hardness, give consistency and



taste to the final product. The use of xanthan and guar gum makes it possible to find the optimal composition to achieve the necessary textural properties.

**Keywords:** gluten-free pasta, rheological properties, xanthan gum, guar gum, textural properties, rice flour, hydrocolloids.