

## ПОЛБА ҰНЫН АЛУ ЖӘНЕ ОНЫҢ НАУБАЙХАНАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН КЕШЕНДІ БАҒАЛАУ

М.П. БАЙЫСБАЕВА \*, М.Н. МАМЫРАЕВ ,  
М.Е. СЕЙСЕНАЛЫ , Д. Ф. ӨМІРЗАХОВА 

(Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би, 100)  
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: meruert\_80@mail.ru\*

Бұл мақалада полба (*Triticum dicossum Schrank*) дәнінен алынған ұнның технологиялық және наубайханалық қасиеттері зерттелді. Зерттеу барысында полба ұны әртүрлі ұнтақтау тәсілдерімен (дезинтегратор және CD1 жүйесі) алынып, оның құрылымдық-механикалық, термомеханикалық және реологиялық сипаттамалары кеешенді түрде бағаланды. Құрылымдық қасиеттері «Структурометр СТ-2» аспабында, термомеханикалық сипаттамасы *Mixolab 2* құрылғысында, ал қамырдың газ түзілуі мен газды ұстау қабілеті *Reo F4* реоферментометрінде анықталды. Зерттеу нәтижелері полба ұнының ұнтақтау дәрежесі оның пластикальдылығы, серпінділігі, су сіңіру қабілеті, желімше беріктігі және амилазалық белсенділігіне елеулі әсер ететінін көрсетті. Дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған полба ұны жоғары пластикальдылық пен газды ұстау қабілетімен сипатталса, CD1 жүйесінде алынған ұн тығыз әрі құрылымдық тұрақты қасиет көрсетті. Ұнтақталған полба ұнының сапасы сынақ нан пісіру арқылы анықталып, стандарттық көрсеткіштер бойынша сапасы жоғары деп таңдалған оның оптимал нұсқасы анықталды. Ал бақылау үлгісі реологиялық көрсеткіштер бойынша анағұрлым оңтайлы нәтижелер көрсетті. Алынған нәтижелер полба ұнын функционалдық және нан өнімдерін өндіруде қолданудың перспективасы екенін дәлелдейді және ұн алу технологиясын оңтайландыру үшін ғылыми негіз бола алады.

Негізгі сөздер: полба, ұн, ұнтақтау тәсілі, құрылымдық-механикалық қасиеттер, реология, *Mixolab*, наубайханалық қасиеттер.

## ПОЛУЧЕНИЕ МУКИ ИЗ ПОЛБЫ И КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЕЁ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ

М.П. БАЙЫСБАЕВА\*, М.Н. МАМЫРАЕВ,  
М.Е. СЕЙСЕНАЛЫ, Д. Ф. ӨМІРЗАХОВА

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Төле би, 100)  
Электронная почта автора корреспондента: meruert\_80@mail.ru\*

В данной статье исследованы технологические и хлебопекарные свойства муки, полученной из полбы (*Triticum dicossum Schrank*). В процессе исследования мука из полбы была получена различными способами измельчения (дезинтегратор и система CD1), а ее структурно-механические, термомеханические и реологические свойства оценены комплексно. Структурные характеристики определялись с использованием структурометра СТ-2, термомеханическое поведение изучалось на приборе *Mixolab 2*, а газообразующая и газоудерживающая способность теста — на реоферментометре *Reo F4*. Результаты исследований показали, что степень измельчения муки из полбы оказывает существенное влияние на ее пластичность, упругость, водопоглощающую способность, прочность клейковины и амилазную активность. Мука, измельченная в дезинтеграторе, характеризуется высокой пластичностью и газоудерживающей способностью, тогда как мука, полученная в системе CD1, формирует более плотную и структурно устойчивую систему. Качество порошкообразной муки из полбы определялось с помощью пробной выпечки, и по стандартным показателям была выбрана её оптимальная, высококачественная версия. Контрольный образец продемонстрировал наиболее оптимальные реологические показатели. Полученные результаты подтверждают перспективность использования муки из полбы при производстве функциональных и хлебобулочных изделий и могут служить научной основой для оптимизации технологии ее переработки.

Ключевые слова: полба, мука, способ измельчения, структурно-механические свойства, реология, *Mixolab*, хлебопекарные свойства.

## TECHNOLOGY OF SPELT FLOUR PRODUCTION AND COMPREHENSIVE EVALUATION OF ITS BAKING PROPERTIES

M.P. BAIYSBAYEVA\*, M.N. MAMYRAYEV,  
M.E. SEISENALY, D. G. OMIRZAKHOVA

(Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100)

Corresponding author e-mail: meruert\_80@mail.ru\*

*This article investigates the technological and baking properties of flour obtained from spelt wheat (*Triticum dicoccum* Schrank). In the course of the study, spelt flour was produced using different milling methods (disintegrator and CD1 system), and its structural-mechanical, thermomechanical, and rheological properties were comprehensively evaluated. Structural characteristics were determined using a CT-2 structure analyzer, thermomechanical behavior was studied with a Mixolab 2 device, and dough gas-forming and gas-retention capacities were assessed using a Reo F4 rheofermentometer. The results demonstrated that the degree of flour grinding significantly affects its plasticity, elasticity, water absorption capacity, gluten strength, and amylase activity. Spelt flour ground in a disintegrator was characterized by high plasticity and gas-retention capacity, while flour obtained using the CD1 system formed a denser and more structurally stable system. The quality of the powdered spelt flour was determined through test baking, and the optimal variant, selected as high-quality according to standard indicators, was identified. The control sample exhibited the most optimal rheological characteristics. The findings confirm the potential of spelt flour for use in the production of functional and bakery products and provide a scientific basis for optimizing its processing technology.*

**Keywords:** spelt, flour, grinding method, structural-mechanical properties, rheology, Mixolab, baking properties.

### *Kіpіcne*

Қазіргі таңда тамақ өнімдерінің тағамдық және биологиялық құндылығын арттыру, сондай-ақ дәстүрлі емес шикізат түрлерін тиімді пайдалану мәселесі өзекті болып табылады. Осы тұрғыда ежелгі дәнді дақылдарға жататын полба (*Triticum dicoccum* Schrank) ерекше қызығушылық тудырады. Полба жоғары ақуыздылығымен, тағамдық талшықтарға бай болуымен, экологиялық жағдайларға төзімділігімен және агротехникалық қарапайымдылығымен сипатталады. Соған қарамастан, қазіргі уақытта бұл дақыл азық-түлік өндірісінде, әсіресе ұн және нан өнімдерін өндіруде жеткілікті деңгейде қолданылмай отыр.

Полба дәні негізінен жармалық мақсатта пайдаланылғанымен, оның ұн алу технологиясы мен нан пісіру қасиеттері жан-жақты зерттеуді қажет етеді. Ұнның ұнтақталу дәрежесі мен фракциялық құрамы дайын өнімнің құрылымдық-механикалық, реологиялық және термомеханикалық қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететіні белгілі. Сондықтан полба ұнын әртүрлі ұнтақтау тәсілдері арқылы алып, оның наубайханалық қасиеттерін кешенді бағалау ғылыми және практикалық тұрғыдан маңызды болып табылады.

Осы зерттеу жұмысының мақсаты – полба дәнінен алынған ұнның ұнтақтау тәсіліне байланысты құрылымдық-механикалық, термомеханикалық және реологиялық қасиеттерін зерттеу және оның нан пісіруге жарамдылығын кешенді бағалау.

### *Зерттеу материалдары мен әдістері*

Бидай ұны МЕМСТ 26574—2017, полба ұны ТШ 9293-001-21051295-2013, ас тұзы сапасы МЕМСТ Р 51574-2018 талаптарын сай болды. Қамырдың зертханалық үлгілері, пісірілген өнімдердің үлгілері.

Шикізаттардың (МЕМСТ 27839-2013, МЕМСТ 26574-2017, МЕМСТ 9404-88, МЕМСТ 27839-2013), жартылай фабрикаттардың (МЕМСТ 2109-75) дайын өнімнің органолептикалық (МЕМСТ 5667-65) және физикалық-химиялық (МЕМСТ 5669-96, МЕМСТ 5670-96, МЕМСТ 18321-73, МЕМСТ 21094-75) сапа көрсеткіштерін анықтау стандарттық талаптарда келтірілген әдіс бойынша, қамырдың реологиялық көрсеткіштері «Структурометр-2», газ бөлініп шығару қабілеті Chopin фирмасының Реоферментометр. Рео F4 аспабында анықталды.

### *Әдеби шолу*

Кез келген ұлттық тағамдардың негізі – ғасырлар бойы қалыптасқан дәстүрлі шикізаттық (азық-түліктік) жиынтық. Ол жергілікті табиғи жағдайларға, климатқа және халықтың өмір салтына сай қалыптасады. Көптеген ұлттық асханалардың негізгі бөлігі – дәнді дақылдардан жасалған тағамдар. Бұл ауыл шаруашылығының, әсіресе егіншіліктің, оның ішінде астық шаруашылығының басым болғанын көрсетеді. Дәнді дақылдардың түрлері әртүрлі болған. Барлық жерде сұлы, қарақұмық, тары өсірілді. Сонымен қатар қара бидай, арпа және ежелгі бидай түрі – полба кеңінен таралған. Адамдардың

негізгі тағамдары нан, ұннан және жармадан жасалған тағамдар болды. Бүгінде көптеген нутрициологтар дәнді дақылдарды күнделікті тамақтану рационының негізгі бөлігі ретінде сақтауды ұсынады. Себебі олар табиғи түрде көмірсуларға бай және май мөлшері төмен. Күн сайын жеткілікті мөлшерде тұтынылатын нан мен дәнді дақылдардан жасалған тағамдар дәрумендер, минералдар және басқа да биологиялық белсенді заттармен байыту үшін оңтайлы өнім болып табылады. Дәнді дақылдар негізінде пайдалы тағамдар жасау үшін олардың биологиялық және тұтынушылық қасиеттерін қазіргі заманғы деңгейде бағалау қажет. Бұл ретте нутрициологияның тағам өнімдерінің химиялық құрамы мен биологиялық құндылығына қойылатын талаптары ескеріледі. Осыған байланысты бұл жұмыста қазіргі уақытта сирек қолданылатын, қабықты бидай түрлеріне жататын екі дәнді полба (*Triticum dicocum* Schrank) қарастырылады. Бұл бидай түрі бұрын Ресейдің оңтүстік-шығысында кеңінен өсіріліп, тамақтануда қолданылған. Қазіргі уақытта ол аз көлемде ғана өсіріледі. Белгілі болғандай, полба өсіру жағдайларына қарапайым, құрғақшылық пен ауруларға төзімді және ақуыз мөлшері жоғары дақыл болып табылады.

“Полба” сөзі орыс және славян сөзі емес, ол “шығыстың қандай да бір тілінен алынған” (Этимологиялық сөздік, II шығарылым, 1915, 91-бет). Полба дәндері археологтар тарапынан неолит дәуіріндегі (б.з.д. VII - VI мыңжылдық) көптеген тұрақтарда табылған. Бұл тұрақтар Таяу Шығыста, Закавказьеде, Қара теңіз жағалауында (қазіргі Украина және Молдова аумағы) орналасқан. Сонымен қатар, полба дәндері ежелгі Египет пен ежелгі Грекияның храмдарындағы құрбандық орындарынан, патшалар мен абыздардың мазарларынан табылған [1]. Болжам бойынша, ежелгі Египетте полба маңызды нан дақылы болған. Алайда, гректердің ықпалымен жалаң дәнді бидай пайда болғаннан кейін оның егістіктері қысқара бастаған. Бірінші ғасырда Плиний полбаны “египеттік нан” деп атаған [3].

Ресейде полба өсірілген ең көне орындар б.з.д. III мыңжылдыққа жатады. Олар қазіргі Калининград облысы, Приморск қаласының маңынан табылған. Ал VII ғасырда полба Ресейдің солтүстігінде, Старая Ладога аймағына дейін кең таралған [4]. Ресейде полба XVIII ғасырға дейін кеңінен өсірілді. Бұл дақылдың түсімі туралы мәліметтер әдебиетте XX ғасырдың 60-жылдарына дейін кездеседі [6]. Саратов губерниясында тұратын чуваштар полбаны “қасиетті өсімдік” деп санаған. Ал “қасиеттілік” –

бұл дақылдың сол халық арасында өте ертеден бері қолданылып келе жатқандығының белгісі [5]. Морфологиялық белгілері бойынша полба басқа бидай түрлерінен оңай ажыратылады. Оның масағы тығыз, екі қатарлы жағы бір қатарлы жағынан кеңірек. Масағы қысым түскенде жеке масақтарға бөлінеді. Масақ қабыршағының қыры айқын көрінеді және жоғары жағы тісшеге айналады. Әр масақта екі дән болады [8]. Полба экологиялық-географиялық топтарға қатты жіктелген, түрлік құрамы полиморфты және климаттық жағдайларға аса талапшыл емес [4]. Н.И. Вавилов (1931) полба егілген алқаптарды теңіз деңгейінен 3000 метр биіктікте (Аддис-Абеба маңында) бақылаған. Ол ерте пісетіндігімен, қарапайым күтімді қажет етпейтіндігімен ерекшеленеді, құнарсыз топырақтарда – күлгін топырақтарда, сазды жерлерде жақсы өседі, жұмсақ және қатты бидайларға қарағанда төзімдірек. Йеменде өсірілетін полба үлгілерінің ішінде ультраерте пісетін сорттар анықталған [2]. Полба отандық және шетелдік зерттеушілер тарапынан кеңінен пайдаланылып, әртүрлі бидай түрлерімен будандастырылған және қабықты бидай түрлерінің ішінде селекцияда ең көп қолданылған [7].

Полбаның шаруашылық тұрғысынан бағалы қасиеттеріне қарапайым күтімді қажет етпейтіндігі, ерте пісетіндігі, құрғақшылыққа төзімділігі, сондай-ақ сабақ таты, қара күйе, ұнтақты көгеру сияқты ауруларға төзімділігі жатады. Полбаның өсіп-жетілу кезеңі орташа пісетін жаздық бидай сорттарына қарағанда 10-12 күнге қысқа. Көктеген өсімдіктер  $-8^{\circ}\text{C}$  дейінгі үсіктерге төзімді, ал тұқымдары  $+2 - +3^{\circ}\text{C}$  топырақ температурасында өне бастайды [5]. Соңғы жылдардағы әдебиеттерде полба дәнінің химиялық құрамы туралы деректер іс жүзінде кездеспейді. Сондықтан бұл мәселені жан-жақты зерттеу, сондай-ақ зерттеліп отырған дақылдың көрсеткіштерін кеңінен таралған және жақсы зерттелген жармалық дақылдармен салыстыру өзекті болып табылады. Әдетте, полба жарма ретінде пайдаланылған, ұнға сирек өңделген. Ежелгі дәуірде полба маңызды нан дақылы болғаны белгілі. Бірақ Диоскорид (I ғасыр) және Гомер (IX ғасыр) полбадан жасалған нанның тез қататынын атап өткен. Бұл, мүмкін, полба крахмалындағы амилоза мөлшерінің жоғары болуымен және клейковинаның сапасымен байланысты болуы мүмкін. Әдеби деректерге сәйкес [10], полба ұнының нан пісіру қасиеттері төмен, бірақ оны бидай ұнына қосу нан сапасын жақсартады. Закавказьеде (мұнда полбаны “зандури” деп атайды) және Дағыстанда полбадан

ежелден бері ботқа мен палау дайындалған, әрі оны күріштен жоғары бағалаған. Полба ботқасы Еділ бойы халықтары арасында да жоғары бағаланған [6]. Полба ботқасы иісі, консистенциясы мен дәмі бойынша арпа жармасынан және бидай ботқасынан асып түседі, бірақ түсі жағынан арпа мен бидай ботқасына жол береді. Полбадан дайындалған тағамдар мерекелік және діни ас ретінде де қолданылған. Көптеген зерттеушілер полбаны жоғары жармалық қасиеттері бар дақыл деп санайды. М.П. Прокопьевтің пікірінше, полба жармалық дақыл ретінде қоректік құндылығы жағынан сұлы, арпа және күріштен асып түседі [8].

А.А. Филатенко, Р.Л. Богуславский және басқа зерттеушілер полбаны жармалық дақыл ретінде бидаймен емес, тары және қарақұмықпен салыстыру керек деп есептейді, өйткені олардың өнімділік және сапа көрсеткіштері ұқсас. Қазіргі уақытта полбадан жасалған өнімдер Италия мен Батыс Еуропаның басқа елдерінде денсаулыққа пайдалы тағам ретінде ұсынылады, ал оның егістік алқаптары жоғары нарықтық бағасының арқасында кеңеюде.

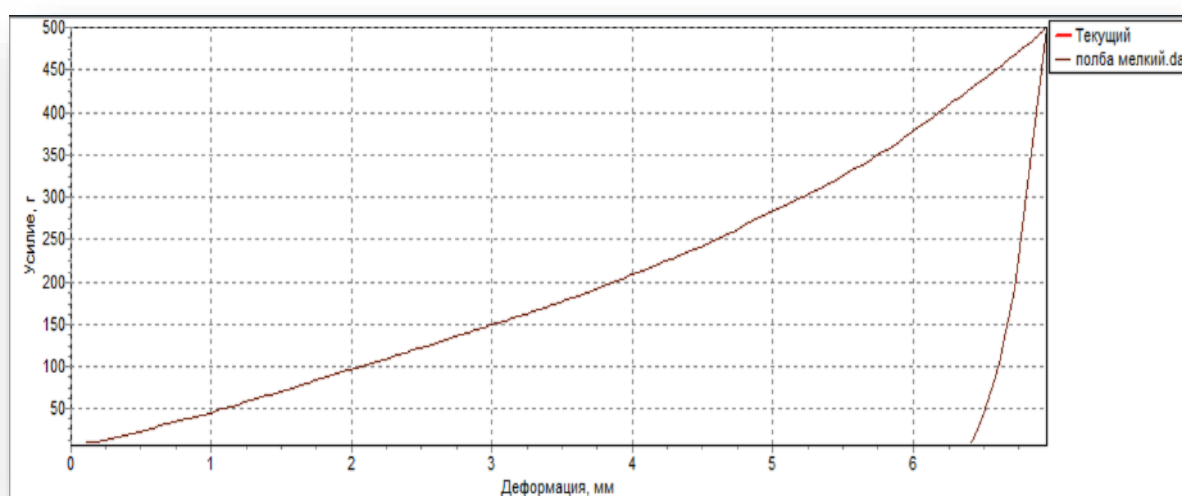
Полбаны тұтыну онкологиялық және жүрек-қан тамыр ауруларының қаупін төмендетеді. Бұл оның құрамындағы тағамдық талшықтардың басқа бидай түрлеріне қарағанда жоғары болуымен түсіндіріледі [11]. Сондай-ақ, полбадан жасалған өнімдер балама медицинада қолданылады деген деректер бар. Италиядағы диеталық тамақтану орталықтарында полбадан дайындалған тағамдар артық салмағы бар пациенттердің рационына енгізіледі. Нан пісіруге

жарамдылығы дәннің химиялық құрамына және ферменттік кешенінің күйіне байланысты. Ұн тарту қасиеттері дәннің құрылымына, анатомиялық бөліктерінің массалық арақатынасына, эндосперм мен қабықтардың микроструктуралық ерекшеліктеріне тәуелді. Эндоспермнің микроструктуралық көрсеткіштері мен ұн тарту қасиеттері арасында тығыз өзара байланыс бар. Микроструктураның ерекшеліктері дәннің қаттылығы мен әйнектік қасиеттерімен байланысты. Эндоспермнің негізгі компоненті – белоктармен байланысқан крахмал түйіршіктері. Ақуыздың жоғары мөлшері эндоспермнің беріктігін арттырады. Өсіп-өну кезеңіндегі климаттық жағдайлар эндоспермнің қалыптасуына айтарлықтай әсер етеді [9].

#### *Нәтижелер және оларды талқылау*

Зерттеу нысаны ретінде полба дәнінен алынған ұн қолданылды. Ұн зертханалық жағдайда стандартты әдістеме бойынша алынды. Зерттеулер заманауи реологиялық және құрылымдық талдау аспаптарын қолдану арқылы жүргізілді.

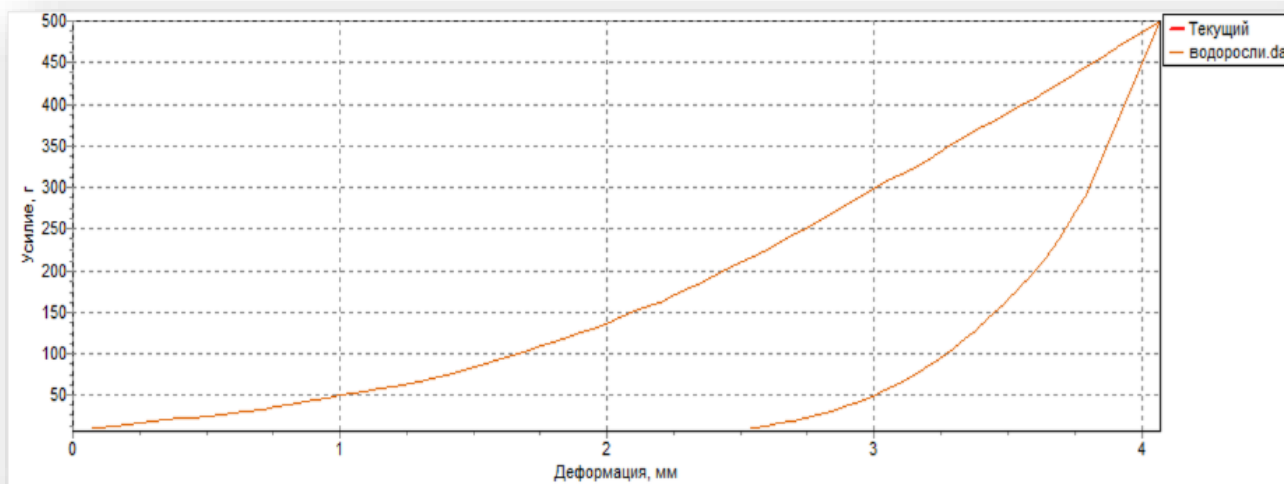
Полба ұнынан алынған әртүрлі ұнтақтау дәрежесіне ие үлгілердің құрылымдық-механикалық қасиеттері «Структурометр СТ-2» приборында стандартты қысу әдісімен анықталды. Зерттеу барысында ұн негізінде дайындалған өнім үлгілеріне жүктеме беріліп, жалпы (Н1), пластикалық (Н2) және серпімді (Н3) деформация мәндері тіркелді. Бақылау үлгісі ретінде дәстүрлі технология бойынша дайындалған стандартты өнім қолданылып 1-3 суретте көрсетілген.



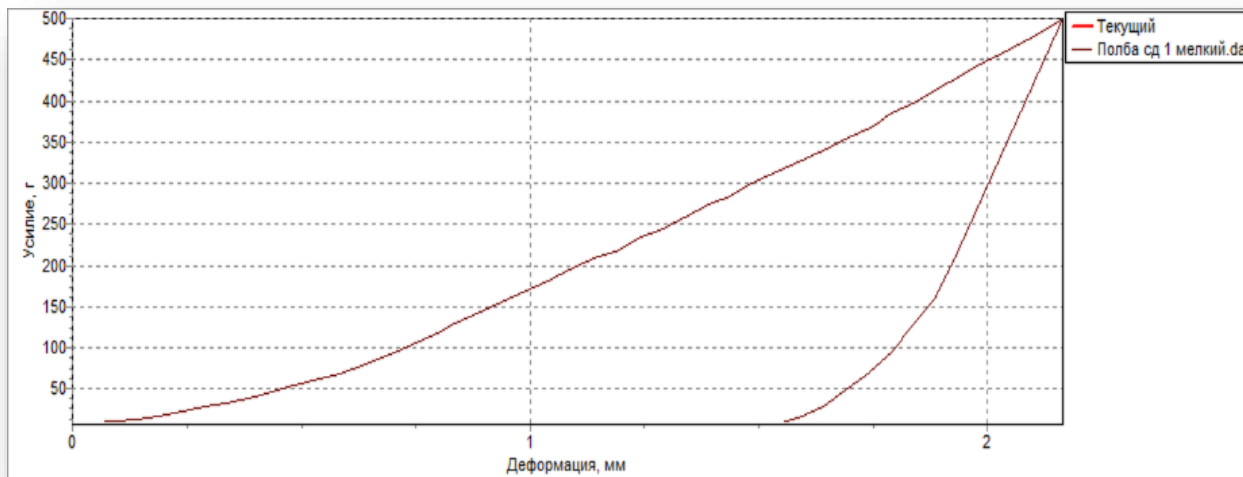
Сурет 1. Полба ұсақ үлгісінің құрылымдық-механикалық деформация көрсеткіштері

Суретте көрсетілгендей, полба ұнының әртүрлі ұнтақтау тәсілдері бойынша алынған үлгілерінің құрылымдық-механикалық қасиеттері айтарлықтай айырмашылық көрсетеді. Полба ұсақ дезинтегратор үлгісінде жалпы деформацияның ең жоғары мәні (6,953 мм) байқалады, бұл бақылау үлгісімен (4,070 мм) салыстырғанда шамамен 1,7 есе артық. Сонымен

қатар, аталған үлгіде пластикалық деформация көрсеткіші (6,406 мм) басым болып, бақылау үлгісіндегі мәннен (2,491 мм) едәуір жоғары екені анықталды. Ал серпімді деформация мәні (0,547 мм) бақылау үлгісінен (1,579 мм) шамамен 2,9 есе төмен, бұл үлгінің жүктеме әсерінен қайтымсыз деформацияға бейімділігін көрсетеді.



Сурет 2. Полба CD 1 ұсақ үлгісінің құрылымдық-механикалық деформация көрсеткіштері



Сурет 3. Бақылау үлгісінің құрылымдық-механикалық деформация көрсеткіштері

Полба CD1 жүйесінде ұсақ ұнтақталған фракциясынан дайындалған үлгіде жалпы деформация 2,164 мм құрап, бұл бақылау үлгісінен шамамен 1,9 есе төмен болды. Пластикалық деформация мәні 1,539 мм, ал серпімді деформация 0,625 мм деңгейінде тіркелді. Бақылау үлгісімен салыстырғанда, бұл үлгіде пластикалық деформация төмен болып, құрылымның тығыз әрі механикалық әсерге төзімді

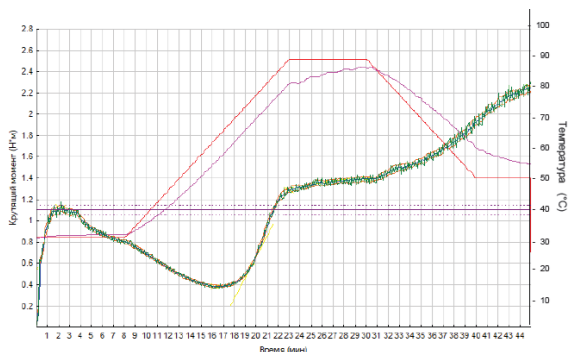
екені байқалды. Серпімді деформация көрсеткіші бақылаудан төмен болғанымен, үлгінің пішін тұрақтылығы жоғары екені анықталды.

Алынған нәтижелерді талдай келе, салыстырмалы талдау нәтижелері полба ұнын ұнтақтау тәсілі мен фракциялық құрамының дайын өнімнің құрылымдық-механикалық қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Дезинтеграторда ұсақталған полба ұны жоғары

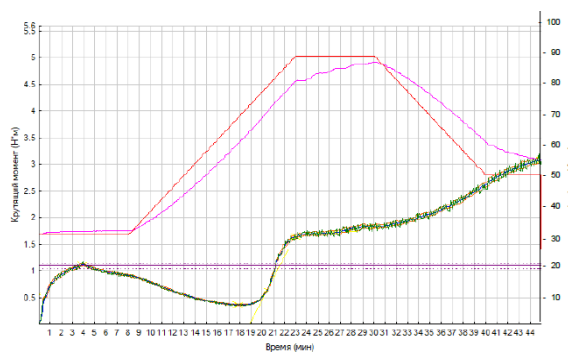
созылғыштықпен сипатталса, CD1 жүйесінде ұнтақталған ұн тығыз әрі тұрақты құрылым түзетіні анықталды. Бақылау үлгісі ең жоғары серпімді деформация мәнімен ерекшеленіп, серпімді құрылымға ие екені байқалды. Структурометриялық талдаудан кейін полба ұнының термомеханикалық және реологиялық қасиеттері Mixolab 2 (Chopin Technologies, Франция) құрылғысында зерттелді. Зерттеуге полба дәнінен әртүрлі дисперстілік дәрежесінде

алынған ұн үлгілері енгізілді. Бақылау үлгісі ретінде стандартты технология бойынша алынған ұн қолданылды. Зерттеу барысында келесі ұн үлгілері қолданылып 4 суретте көрсетілді:

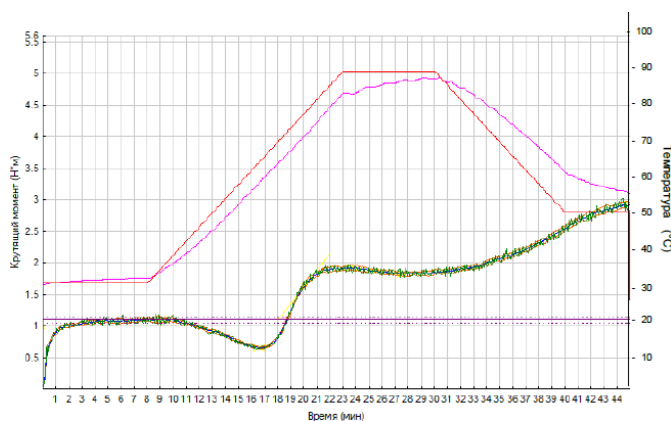
- CD1 жүйесінде орташа ұнтақталған полба ұны;
- дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған полба ұны;
- бақылау үлгісі.



а



в



с

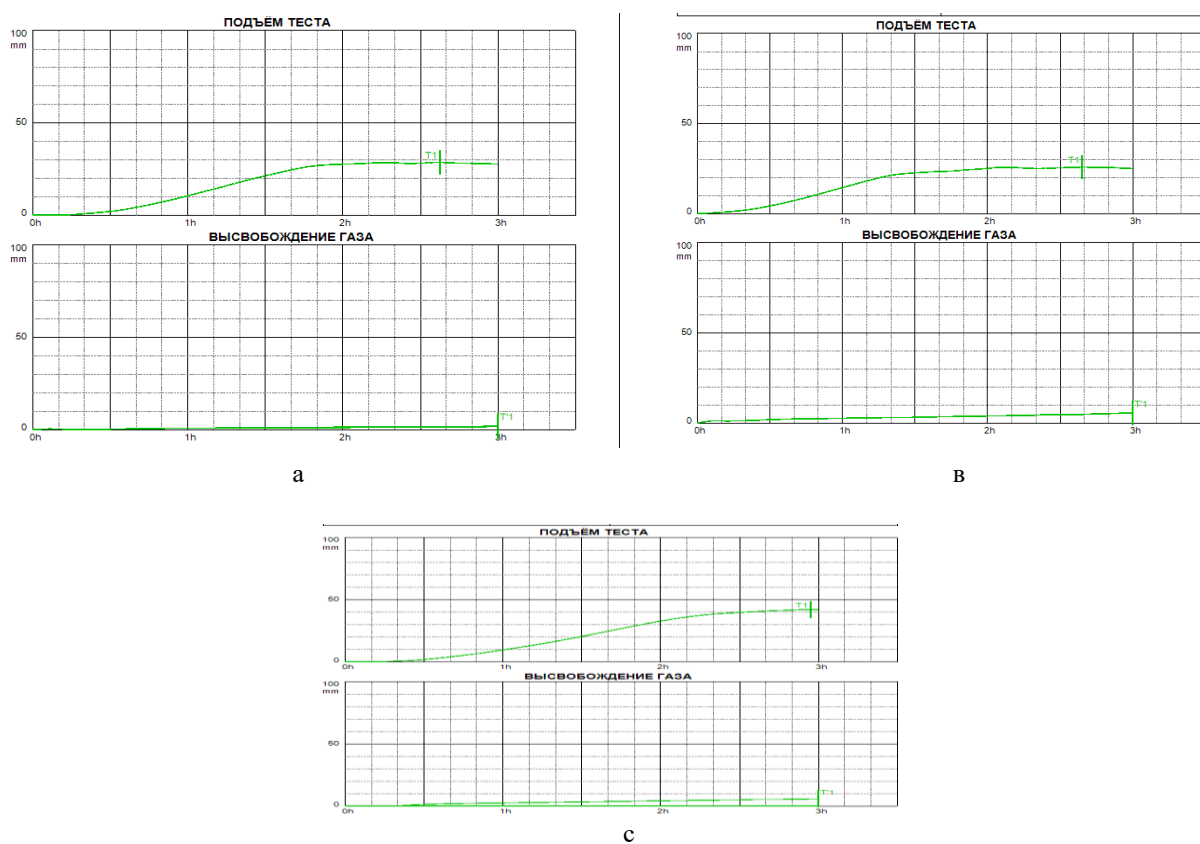
Сурет 4. а - CD1 жүйесінде орташа ұнтақталған полба ұны; в - дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған полба ұны; с - бақылау үлгісі

Суретте көрсетілгендей, дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған полба ұнының су сіңіру индексі бақылау үлгісімен салыстырғанда айтарлықтай төмен болды (2 бірлік, бақылауда – 7). Бұл ұн бөлшектерінің ұсақталу дәрежесінің жоғары болуына және құрылымдық зақымдануына байланысты. Клейковина беріктігінің индексі дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған үлгіде 2 мәнін көрсетіп, бақылау үлгісінен (7) едәуір төмен екені байқалды. Бұл полба ұны ақуыз кешенінің механикалық әсерге сезімтал екенін көрсетеді. Сонымен қатар, аталған үлгіде амилазалық белсенділік (8) және крахмал ретроградациясы (8) бақылау үлгісінен (7 және 5) жоғары болып,

ферментативтік белсенділіктің күшеюін және сақтау кезінде құрылымның тез өзгеру мүмкіндігін көрсетеді. CD1 жүйесінде ұсақ ұнтақталған полба ұнының су сіңіру көрсеткіші (8) бақылау үлгісіне (7) жақын мән көрсетті, бұл ұн құрылымының салыстырмалы түрде тұрақты екенін білдіреді. Клейковина беріктігінің индексі (5) бақылау үлгісінен төмен болғанымен, дезинтеграторда ұсақталған үлгімен салыстырғанда жоғары деңгейде сақталған. Бұл CD1 жүйесінде ұнтақтау ақуыз құрылымының аз зақымдануына ықпал ететінін көрсетеді. Амилазалық белсенділік пен крахмал ретроградациясы көрсеткіштері бақылау үлгісімен

салыстырғанда шамалас деңгейде болып, өнімнің құрылымдық тұрақтылығын сақтауға мүмкіндік беретінін көрсетеді. Mixolab қисықтарының талдауы полба ұны үлгілерінің термомеханикалық мінез-құлқында айқын айырмашылықтар бар екенін көрсетті. Дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған үлгілерде С2 мәнінің төмендеуі ақуыздың термиялық тұрақтылығының төмен екенін көрсетсе, CD1 жүйесінде ұнтақталған үлгілерде бұл көрсеткіш салыстырмалы түрде жоғары болды. С3 және С4 мәндері дезинтегратор үлгілерінде крахмалдың желімделуі мен амилазалық белсенділігінің жоғары екенін көрсетті.

Полба ұнының әртүрлі ұнтақтау дәрежесіне байланысты қамырдың көтерілу динамикасы, газ түзілуі және көмірқышқыл газын ұстау қабілеті Reo F4 құрылғысында зерттелді. Зерттеуге ұн негізінде дайындалған үлгілердің ұсақ ұнтақталған (мелкий) және бақылау үлгілері енгізілді. Зерттеу нәтижелері полба ұнының ұнтақтау тәсілі мен фракциялық құрамының қамыр құрылымына және газ түзілу үрдісіне әсерін анықтауға мүмкіндік берді. Төмендегі суретте көрсетілгендей, ұсақ ұнтақталған полба ұнының үлгілері мен бақылау үлгілері арасында айтарлықтай айырмашылықтар байқалды.



Сурет 5. а – CD ұсақ үлгі, в – дезинтеграторда ұсақ үлгі, с – бақылау үлгі

CD1 жүйесінде ұнтақталған полба ұны үлгісінде қамырдың максималды көтерілу биіктігі ( $H_m$ ) 28,7 мм болып, бақылау үлгісіндегі 42,1 мм көрсеткішінен едәуір төмен болды. Қамырдың нақты көтерілу биіктігі ( $h$ ) 27,8 мм, ал  $(H_m - h)/H_m$  қатынасы 3,2 %, бұл құрылымның салыстырмалы түрде тұрақты екенін көрсетеді, алайда газ түзілу көлемі бақылаудан төмен (25 мл vs 88 мл). Газды ұстау коэффициенті 95,6 %, бұл бақылау үлгісіне қарағанда сәл төмен, яғни қамырдың көлемдік өсуі шектелген. Дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған полба ұны үлгісінде максималды көтерілу биіктігі ( $H_m$ ) 25,9 мм,

нақты көтерілу ( $h$ ) 25,0 мм, ал  $(H_m - h)/H_m$  қатынасы 3,3 %, яғни қамыр салыстырмалы түрде біртекті құрылымға ие.

Түзілген газдың жалпы көлемі 90 мл, газды ұстау коэффициенті 98,7 %, бұл бақылау үлгісіндегі 88 мл және 0 % мәнімен салыстырғанда, дезинтегратор үлгісі газды жақсы ұстайтынын көрсетеді. Дегенмен, қамырдың көтерілу биіктігі бақылауға қарағанда төмен, яғни көлемдік өсу шектеулі. Қорытындылай келе:

– CD1 ұсақ үлгісі – тығыз құрылыммен сипатталып, газ түзілу көлемі төмендеу;

– Дезинтеграторда ұсақ үлгі – газ түзілуі белсенді, газды ұстау қабілеті жоғары, бірақ камыр көтерілуі аз;

– Бақылау үлгісі – барлық негізгі параметрлер бойынша ең қолайлы реоферментометриялық қасиеттерге ие екенін көруге болады.

Алынған реологиялық, термомеханикалық және құрылымдық-механикалық зерттеу нәтижелерін ескере отырып, полба ұнының нан пісіру қасиеттерін тәжірибелік түрде бағалау мақсатында зертханалық жағдайда нан үлгілері дайындалды. Нан пісіру дәстүрлі технология бойынша жүргізіліп, бақылау үлгісі ретінде жоғары сұрыпты бидай ұнынан дайындалған нан қолданылды. Зерттеу барысында полба ұнынан дайындалған нанның физика-химиялық және органолептикалық көрсеткіштері анықталды. Негізгі бағаланған көрсеткіштерге нанның меншікті көлемі, кеуектілік дәрежесі, жұмсағының серпімділігі, ылғалдылығы, қышқылдығы,

сондай-ақ сыртқы түрі, қыртысының түсі, иісі мен дәмі жатады. Полба ұнынан дайындалған нан үлгілерінде камырдың реологиялық қасиеттерімен тікелей байланысты ерекшеліктер байқалды. Атап айтқанда, дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған полба ұнынан алынған нан үлгілері салыстырмалы түрде тығыз құрылыммен және ұсақ кеуектілікпен сипатталды, бұл ұнның жоғары пластикалылығы мен ақуыз кешенінің механикалық зақымдануымен түсіндіріледі. Сонымен қатар, газды ұстау қабілетінің жоғары болуы нан жұмсағының біркелкі құрылым түзуіне ықпал етті.

Әртүрлі әдісте ұнтақталған полба ұны мен бақылау ретінде дәстүрлі технологиямен алынған полба ұндарынан салыстырмалы түрде сынама нандар пісіріліп, сапа көрсеткіштері әдістемеді келтірілген әдістер бойынша анықталды [12]. Алынған зерттеу нәтижесі 1-кестеде келтірілді.

Кесте 1. Дайын нанның сапа көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Бақылау нұсқасы	Полба бидай ұнының ұсақтау дәрежесі	
		CD1 ұсақ үлгісі	Дезинтеграторда ұсақ үлгі
Көзмөлшерлік көрсеткіштері			
Дәмі	Өзіне тән, ашымалдың дәмі анық сезіледі	Өзіне тән, ашымалдың дәмі сезіледі	Аздап полба бидай ұнының дәмі сезіледі, дәмі жақсы
Иісі	Өзіне тән, ашымалдың иісі сезіледі	Өзіне тән, ашымалдың иісі сезіледі	Аздап полба бидай ұнының жағымды иісі және ашымалдың иісі аздап сезіледі.
Сыртқы көрінісі	Беті тегіс, кедір-бұдыр жоқ		
Пішіні	Қалыпты пішіні дұрыс		
Жұмсақ ортасының түсі	Қоңыр	Қоңыр	Ақшыл-қоңыр
Қыртысының түсі	Қоңыр	Қоңыр	Қоңыр
Физикалық-химиялық көрсеткіштері			
Ылғалдығы, %	47	47,5	46,5
Қышқылдығы, град	10	10,5	10,5
Салмағы, грамм	335	335	338
Кеуектілігі,	54	56	58
Көлемі	750	800	850

CD1 жүйесінде ұнтақталған полба ұнынан алынған нан үлгілері құрылымдық тұрақтылығымен, пішінінің сақталуымен және жұмсағының серпімділігімен ерекшеленді. Бұл үлгілерде нанның көлемі бақылау үлгісінен төмен болғанымен, кеуектілік біркелкі және механикалық әсерге төзімді болып қалыптасты. Бақылау үлгісі ең жоғары көлемдік көрсеткіштермен және жұмсақтың жақсы серпімділігімен сипатталды. Органолептикалық бағалау нәтижелері полба ұнынан дайындалған нанның өзіндік дәмі мен иісі бар екенін көрсетті. Нанның қыртысы қоңыр түсті, дәмі сәл жаңғақ тәрізді болып, тұтынушылық қасиеттерін арттырды. Бұл ерекшеліктер полба дәнінің химиялық құрамына және биологиялық белсенді заттарының сақталуына байланысты екені анықталды. Алынған нәтижелер полба ұнынан дайындалған нанның сапа көрсеткіштері ұнтақтау тәсілі мен ұнның құрылымдық қасиеттеріне тікелей тәуелді екенін көрсетеді және бұл факторларды технологиялық процесті оңтайландыру кезінде ескеру қажет екенін дәлелдейді.

#### Қорытынды

Жүргізілген зерттеу жұмысы полба (*Triticum dicoccum* Schrank) дәнінен алынған ұнның ұнтақтау тәсілі оның құрылымдық-механикалық, термомеханикалық және реологиялық қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған полба ұны жоғары пластикалық пен газды ұстау қабілетімен сипатталса, CD1 жүйесінде ұнтақталған ұн құрылымдық тұрақтылығы және ақуыз кешенінің салыстырмалы түрде сақталуымен ерекшеленді.

Mixolab және реоферментометриялық зерттеулер нәтижелері полба ұнының нан пісіру кезінде крахмалдың желімделуі мен ферментативтік белсенділігінің ұнтақтау дәрежесіне тәуелді екенін көрсетті. Бұл факторлар қамырдың көтерілу динамикасына және дайын нанның құрылымдық қасиеттеріне тікелей әсер ететіні анықталды.

Полба ұнынан дайындалған нанның сапалық көрсеткіштері оның бидай ұнынан дайындалған бақылау үлгісіне қарағанда көлемі жағынан төмен болғанымен, кеуектілігінің біркелкілігімен, өзіндік дәмдік ерекшеліктерімен және функционалдық қасиеттерімен ерекшеленді. Бұл полба ұнын функционалдық және диеталық бағыттағы нан өнімдерін өндіруде қолданудың перспективалы екенін дәлелдейді.

Зерттеу нәтижелері полба ұнын өндіру технологиясын жетілдіруге және оны наубайхана өндірісіне енгізуге ғылыми негіз бола алады,

сондай-ақ отандық функционалдық тағам өнімдерінің ассортиментін кеңейтуге мүмкіндік береді.

#### Қаржыландыру

Эксперименттер №0125РКД0119 «Полбадан ұн алу және оның ашытқысыз нанның сапасына әсерін бағалау» тақырыбындағы ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыс аясында жүргізілді. Авторлар мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

#### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Sinkovič L., Tóth V., Rakszegi M., Pipan B. Elemental composition and nutritional characteristics of spelt flours and wholemeals // *Journal of Elementology*. – 2023. – Vol. 28, № 1. – P. 27–39. – DOI: 10.5601/jelem.2022.27.4.2358.
2. Deyalage S. T., House J. D., Thandapilly S. J., Malalgoda M. Nutritional characteristics and physicochemical properties of ancient wheat species for food applications // *Food Bioscience*. – 2024. – Vol. 62. – Article 105397. – DOI: 10.1016/j.fbio.2024.105397.
3. Kulathunga J., Reuhs B. L., Zwinger S., Simsek S. Comparative study on kernel quality and chemical composition of ancient and modern wheat species: einkorn, emmer, spelt and hard red spring wheat // *Foods*. – 2021. – Vol. 10, № 4. – P. 761. – DOI: 10.3390/foods10040761.
4. Wojciechowicz-Budzisz A., Skřivan P., Sluková M., Švec I., Pejcz E., Stupák M., Czubaszek A., Harasym J. Comprehensive characterization of micronized wholemeal flours: investigating technological properties across various grains // *Foods*. – 2024. – Vol. 13, № 1. – P. 39. – DOI: 10.3390/foods13010039.
5. Mencin M., Markanovič N., Mikulič Petkovšek M., Veberič R., Terpinc P. Bioprocessed wholegrain spelt flour improves the quality and physicochemical characteristics of wheat bread // *Molecules*. – 2023. – Vol. 28, № 8. – P. 3428. – DOI: 10.3390/molecules28083428.
6. Costantini A., Da Ros A., Nikoloudaki O., Montemurro M., Di Cagno R., Genot B., Gobbetti M., Rizzello C. G. How cereal flours, starters, enzymes, and process parameters affect the in vitro digestibility of sourdough bread // *Food Research International*. – 2022. – Vol. 159. – Article 111614. – DOI: 10.1016/j.foodres.2022.111614.
7. Korcari D., Secchiero R., Laureati M., Marti A., Cardone G., Rabitti N. S., Ricci G., Fortina M. G. Technological properties, shelf life and consumer preference of spelt-based sourdough bread using novel, selected starter cultures // *LWT*. – 2021. – Vol. 151. – Article 112097. – DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112097.
8. Șerban L. R., Păucean A., Chiș M. S., Pop C. R., Man S. M., Pușcaș A., Ranga F., Socaci S. A., Alexa E., Berbecea A. et al. Metabolic profile of einkorn, spelt, emmer ancient wheat species sourdough fermented with strain of *Lactiplantibacillus plantarum* ATCC 8014 // *Foods*. – 2023. – Vol. 12, № 5. – P. 1096. – DOI: 10.3390/foods12051096.

9. Islam M. A., Islam S. Sourdough bread quality: facts and factors // *Foods*. – 2024. – Vol. 13, № 13. – P. 2132. – DOI: 10.3390/foods13132132.

10. Oleinikova Y., Amangeldi A., Zhaksylyk A., Saubenova M., Sadanov A. Sourdough microbiota for improving bread preservation and safety: main directions and new strategies // *Foods*. – 2025. – Vol. 14, № 14. – P. 2443. – DOI: 10.3390/foods14142443.

11. Ribet L., Dessalles R., Lesens C., Brusselsaers N., Durand-Dubief M. Nutritional benefits of sourdoughs: a systematic review // *Advances in Nutrition*. – 2023. – Vol. 14, № 1. – P. 22–29. – DOI: 10.1016/j.advnut.2022.10.003.

12. Байысбаева, М.П., Нан өнімдерінің сапасын бағалау әдістері [Текст/Электронный ресурс] : оқу құралы. - Алматы, 2020. - 171 б.

#### REFERENCES

1. Sinkovič L., Tóth V., Rakszegi M., Pipan B. Elemental composition and nutritional characteristics of spelt flours and wholemeals // *Journal of Elementology*. – 2023. – Vol. 28, № 1. – P. 27–39. – DOI: 10.5601/jelem.2022.27.4.2358.

2. Deyalage S. T., House J. D., Thandapilly S. J., Malalgoda M. Nutritional characteristics and physicochemical properties of ancient wheat species for food applications // *Food Bioscience*. – 2024. – Vol. 62. – Article 105397. – DOI: 10.1016/j.fbio.2024.105397.

3. Kulathunga J., Reuhs B. L., Zwinger S., Simsek S. Comparative study on kernel quality and chemical composition of ancient and modern wheat species: einkorn, emmer, spelt and hard red spring wheat // *Foods*. – 2021. – Vol. 10, № 4. – P. 761. – DOI: 10.3390/foods10040761.

4. Wojciechowicz-Budzisz A., Skřivan P., Sluková M., Švec I., Pejcz E., Stupák M., Czubaszek A., Harasym J. Comprehensive characterization of micronized wholemeal flours: investigating technological properties across various grains // *Foods*. – 2024. – Vol. 13, № 1. – P. 39. – DOI: 10.3390/foods13010039.

5. Mencin M., Markanovič N., Mikulič Petkovšek M., Veberič R., Terpinč P. Bioprocessed wholegrain spelt flour improves the quality and physicochemical

characteristics of wheat bread // *Molecules*. – 2023. – Vol. 28, № 8. – P. 3428. – DOI: 10.3390/molecules28083428.

6. Costantini A., Da Ros A., Nikoloudaki O., Montemurro M., Di Cagno R., Genot B., Gobbetti M., Rizzello C. G. How cereal flours, starters, enzymes, and process parameters affect the in vitro digestibility of sourdough bread // *Food Research International*. – 2022. – Vol. 159. – Article 111614. – DOI: 10.1016/j.foodres.2022.111614.

7. Korcari D., Secchiero R., Laureati M., Marti A., Cardone G., Rabitti N. S., Ricci G., Fortina M. G. Technological properties, shelf life and consumer preference of spelt-based sourdough bread using novel, selected starter cultures // *LWT*. – 2021. – Vol. 151. – Article 112097. – DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112097.

8. Șerban L. R., Păucean A., Chiș M. S., Pop C. R., Man S. M., Pușcaș A., Ranga F., Socaci S. A., Alexa E., Berbecea A. et al. Metabolic profile of einkorn, spelt, emmer ancient wheat species sourdough fermented with strain of *Lactiplantibacillus plantarum* ATCC 8014 // *Foods*. – 2023. – Vol. 12, № 5. – P. 1096. – DOI: 10.3390/foods12051096.

9. Islam M. A., Islam S. Sourdough bread quality: facts and factors // *Foods*. – 2024. – Vol. 13, № 13. – P. 2132. – DOI: 10.3390/foods13132132.

10. Oleinikova Y., Amangeldi A., Zhaksylyk A., Saubenova M., Sadanov A. Sourdough microbiota for improving bread preservation and safety: main directions and new strategies // *Foods*. – 2025. – Vol. 14, № 14. – P. 2443. – DOI: 10.3390/foods14142443.

11. Ribet L., Dessalles R., Lesens C., Brusselsaers N., Durand-Dubief M. Nutritional benefits of sourdoughs: a systematic review // *Advances in Nutrition*. – 2023. – Vol. 14, № 1. – P. 22–29. – DOI: 10.1016/j.advnut.2022.10.003.

12. Baiysbaeva M. P. Nan onimderinin sapasyn bagalau adisteri [Methods for evaluating the quality of bakery products]: oqu kuraly. – Almaty, 2020. – 171 p. (in Kazakh).