

Сведения об авторах

Алтынай Едигеқызы Абдугамитова* – докторант кафедры «Технологии пищевых и перерабатывающих производств»; Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина; e-mail: abdugamitova@inbox.ru.

Асия Демеухановна Серикбаева – д.б.н., профессор кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов»; Казахский национальный аграрный исследовательский университет; e-mail: serikbayeva@yandex.ru.

Бауыржан Мырзабекович Искаков – PhD, преподаватель кафедры «Технологии пищевых и перерабатывающих производств»; Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина; e-mail: baissmey@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7939-0210>.

Авторлар туралы мәліметтер

Алтынай Едігеқызы Абдугамитова* – «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының докторанты; С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті; e-mail: abdugamitova@inbox.ru.

Асия Демеухановна Серикбаева – б.ғ.д., «Тағам өнімдерінің технологиясы және қауіпсіздігі» кафедрасының профессоры; Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; e-mail: serikbayeva@yandex.ru.

Бауыржан Мырзабекович Искаков – PhD, «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының оқытушысы; С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті; e-mail: baissmey@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7939-0210>.

Information about the authors

Altynai Yedigekeyzy Abdugamitova* – doctoral student of the department of «Technology of food and processing industries»; Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin; e-mail: abdugamitova@inbox.ru.

Asiya Demeukhanovna Serikbayeva – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of «Technology and Safety of Food Products»; Kazakh National Agrarian Research University; e-mail: serikbayeva@yandex.ru.

Bauyrzhan Myrzabekovich Iskakov – PhD, lecturer of department «Technology of food and processing industries»; Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin; e-mail: baissmey@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7939-0210>.

Поступила в редакцию 17.10.2024

Принята к публикации 22.10.2024

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-1\(17\)-16](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-1(17)-16)

MPHTI: 65.09.33



С.Е. Аман*, У.О. Тунгышбаева, М.К. Услу, А.Ә. Жанболат

Алматы Технологиялық Университеті,

050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Төле би 100

*e-mail: erbolatovnass@mail.ru

АЗЫҚ-ТҮЛІК ӨНІМДЕРІН САҚТАУДА БИОЛОГИЯЛЫҚ ЫДЫРАЙТЫН ҚАПТАМАЛАРДЫҢ РӨЛІ

Аңдатпа: Бұл мақалада азық-түлік өнімдерінің сақтау мерзімін ұзарту мәселесін шешудегі биологиялық ыдырайтын қаптамалардың рөлі қарастырылады. Биологиялық ыдырайтын қаптамалардың экологиялық және экономикалық артықшылықтары, сондай-ақ олардың өнімнің сапасын сақтауға ықпал ететін қасиеттері талқыланады. Биологиялық ыдырайтын қаптама саласында жүргізілген зерттеулерді талдау барысында осы бағыттағы ғылыми еңбектер мен әдебиеттерге шолу жасалады. Әртүрлі ғалымдардың биологиялық ыдырайтын қаптамаға арналған зерттеулері зерттеліп, олардың негізгі нәтижелері, ұсыныстары қарастырылады. Халықаралық тәжірибелер мен стандарттарға шолу жасалып, Қазақстандағы биологиялық ыдырайтын қаптамаларды қолданудың ағымдағы жағдайы мен даму мүмкіндіктері көрсетіледі. Сонымен қатар, мұндай қаптамалардың қоршаған ортаға тигізетін оң әсері, әсіресе қалдықтардың ыдырау жылдамдығы ерекше назар аудартады. Табиғи полимерлер негізінде биологиялық ыдырайтын қаптамалардың қасиеттерін жақсартуға және оларды нан-тоқаш өнімдері сияқты тағамдардың қауіпсіздігін сақтау үшін тиімді пайдалануға

басымдық беріледі. Мұндай қаптамалар табиғатқа зиянын азайтып, азық-түлік өнімдерінің сапасын жақсартады. Қазіргі таңда бұл технологиялар экологиялық таза өндірістерді дамытуға ықпал етеді және экономикалық тиімділікті арттырады. Сонымен бірге, биологиялық ыдырайтын қаптамалардың өндірісі мен қолданылуын арттыру тұрақты даму мақсаттарын іске асырудың маңызды бөлігі ретінде қарастырылады.

Түйін сөздер: биологиялық ыдырайтын қаптама, азық-түлік өнімдерін сақтау, таза қаптама, сақтау мерзімі, полимерлік материалдар.

Кіріспе

Әлемде азық-түлік өнімдерін сақтау мәселесі өзекті болып отыр. Сонымен қатар, дәстүрлі пластик қаптамалар экологиялық тұрғыда зиянды болып, қоқыс көлемінің өсуіне және қоршаған ортаның ластануына әкелуде. Сол себепті, азық-түлік өнімдерін сақтау мен экологияны қорғау қажеттілігі биологиялық ыдырайтын қаптамаларға деген қызығушылықты арттырды. Қазіргі таңда экологиялық таза қаптамаларды қолдану арқылы өнімдердің сақтау мерзімін ұзарту тиімді әдіс ретінде зерттелуде [1].

Мақалада биологиялық ыдырайтын қаптамалардың яғни биополимерлер немесе биополимерге негізделген қаптау материалдарының шығу тегі мен өндіріс әдісіне байланысты жіктелуі көрсетілген. Қазіргі таңда азық-түлік өнімдерін ұзақ сақтау және сапасын жоғалтпай жеткізу проблемалары инновациялық қаптама материалдарын қолдану арқылы шешілуде. Осы зерттеуде биологиялық ыдырайтын қаптамалардың экологиялық қауіпсіздігі мен өнімнің сақтау мерзіміне тигізетін әсері ғылыми негізделеді.

Биоыдырайтын қаптамалар – бұл қоршаған ортаға зиян тигізбейтін, табиғи жолмен ыдырайтын шешім. Олар нан-тоқаш өнімдерін, мысалы, сушки, сухарики, пряники және тоқаштар сияқты өнімдерді сақтау үшін кеңінен қолданылуда. Дегенмен, өнімнің ылғалдылық деңгейі қаптаманың тиімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Биоыдырайтын қаптамалар көбінесе төмен және орташа ылғалдылық деңгейіндегі өнімдерге қолданылады. Мысалы, төмен ылғалдылықтағы өнімдерге, атап айтқанда сухарики мен печенье, биоыдырайтын қаптамалар өте тиімді. Орташа ылғалдылықтағы өнімдерге (круассандар, пряники) бұл қаптамалар балғындықты сақтауға мүмкіндік береді. Ал жоғары ылғалдылықтағы өнімдерде (тоқаштар) бұл қаптамаларды қолдану қосымша шараларды талап етеді. Нан-тоқаш өнімдерінің ылғалдылығы және қаптаманың тиімділігі 1-кестеде көрсетілген [2].

Кесте 1 – Нан-тоқаш өнімдерінің ылғалдылығы және қаптаманың тиімділігі

Өнім түрі	Ылғалдылық деңгейі (%)	Қолдану тиімділігі	Артықшылықтары	Кемшіліктері
Құрғақ бауырсақ (Сушки)	8-10	Жоғары	Қытырлақтығын сақтайды	Ылғалға төзімділігі төмен болуы мүмкін
Қытырлақ нан (Сухарики)	5-7	Жоғары	Қытырлақ күйін ұзақ сақтайды	Қаптаманың беріктігі төмен болуы мүмкін
Бал бауырсақ (Пряники)	12-14	Орташа	Балғындық пен жұмсақтықты сақтайды	Жоғары ылғалдылық кезінде қаптама тез ыдырауы мүмкін
Тоқаштар	35-45	Орташа	Өнімнің балғындығын сақтайды	Қосымша қорғаныс қажет
Печенье	3-5	Жоғары	Табиғи қытырлақтығын сақтайды	Ылғалға төзімділігі төмен болуы мүмкін

Кестеде нан-тоқаш өнімдерінің қолданылу тиімділігі мен ылғалдылық деңгейі көрсетілген. Сондай-ақ қаптаманың көрсетілген өнімдерге әсері яғни артықшылықтары мен кемшіліктері назарға алынды.

Биоыдырайтын қаптамалардың тағам қауіпсіздігіне тигізетін негізгі оң әсері – олардың өнімнің физикалық және микробиологиялық қасиеттерін сақтай отырып, тұтынушыға қауіпсіз түрде жеткізілуін қамтамасыз етуі. Бұл қаптамалар сыртқы ортадан өнімге микробтардың, шаң-тозаңның, бөтен заттардың енуінен қорғайды. Сонымен қатар, биоыдырайтын қаптамалар ылғал мен ауаның өтуін реттеп, өнімнің балғындығын сақтауға көмектеседі. Мысалы, сухарики мен печенье сияқты өнімдерде бұл қаптамалар өнімнің қытырлақтығын сақтай отырып, сыртқы ортаның әсерін төмендетеді.

Бұдан бөлек, биоыдырайтын қаптамалар тұтынушылар арасында өнімнің сенімділігін арттырады. Азық-түлікте химиялық қоспалардың болмауы және қаптаманың құрамындағы зиянды компоненттердің жоқтығы тағам қауіпсіздігінің жоғары деңгейін қамтамасыз етеді [3].

Сонымен бірге, биоыдырайтын қаптамалардың бірқатар шектеулері де бар. Олардың негізгі кемшіліктерінің бірі – жоғары ылғалдылықтағы өнімдер үшін жеткілікті қорғаныс қабілетінің болмауы. Мысалы, тоқаш сияқты өнімдерде бұл қаптамалар ылғалдың әсерінен тез зақымдалады, бұл өнімнің сапасына және жарамдылық мерзіміне әсер етуі мүмкін. Бұл мәселені шешу үшін биоыдырайтын қаптамаларды қаптаушы қабаттармен немесе арнайы ылғалға төзімді материалдармен біріктіру ұсынылады. Биоыдырайтын қаптамалардың өндірісі дәстүрлі пластикалық қаптамалармен салыстырғанда қымбат болуы мүмкін. Бірақ өндіріс көлемін ұлғайту және технологияны жетілдіру арқылы бұл мәселені шешу мүмкіндігі бар.

Нан-тоқаш өнімдерінің ішінде биоыдырайтын қаптамалар ең алдымен ылғалдылығы төмен және орташа деңгейдегі өнімдер үшін тиімді. Мұндай өнімдерде қаптаманың негізгі мақсаты – өнімнің физикалық қасиеттерін (қытырлақтық немесе жұмсақтық) сақтау және сыртқы ортаның әсерінен қорғау. Ал жоғары ылғалдылықтағы өнімдерде биоыдырайтын қаптамаларды қолдану қосымша технологиялық шешімдерді талап етеді.

Ылғалдылығы төмен өнімдерде (сушки, сухарики, печенье) биоыдырайтын қаптамалар өте тиімді, себебі олардың құрылымы сыртқы ортадағы ылғалдың аз мөлшерінде сақталады. Бұл өнімдерде қаптаманың негізгі рөлі өнімді шаңнан, микробтардан және басқа да ластанудан қорғау болып табылады. Сонымен қатар, ылғалдылығы төмен өнімдер ұзақ уақыт сақталатындықтан, биоыдырайтын қаптамалар өнімнің сапасын сақтап, жарамдылық мерзімін арттырады.

Ылғалдылығы жоғары өнімдерде (тоқаштар, батондар) биоыдырайтын қаптамалар ылғалдың әсерінен құрылымын жоғалтып, өнімнің сапасын қорғауда тиімсіз болуы мүмкін. Мұндай өнімдерге қосымша қорғаныс қабаттары немесе гидрофобты биоыдырайтын материалдарды қолдану ұсынылады.

Зерттеу әдістері

Бұл мақала шолу сипатында жүргізілді және азық-түлік өнімдерінің сақтау мерзімін ұзартуға арналған биологиялық ыдырайтын қаптамалардың әсері мен олардың экологиялық және экономикалық тиімділігі туралы қолданыстағы ғылыми әдебиеттер мен халықаралық стандарттарға негізделген мәліметтерді талдады. Әдебиеттерді іріктеу кезінде ғылыми мақалалар, зерттеу есептері және Қазақстан мен шетелдердегі тәжірибелерді қамтитын дереккөздер пайдаланылды.

Азық-түлік өнімдерін сақтау мәселесі бойынша ғылыми мақалалар мен зерттеулерді таңдау кезінде негізінен Scopus және Web of Science дерекқорларына енгізілген басылымдардағы материалдар пайдаланылды. Әдебиеттерді іздеу процесінде соңғы 10 жыл ішінде жарияланған дереккөздерге басымдық берілді, себебі бұл тақырыпта заманауи зерттеулердің маңызы зор.

Іздеу «biodegradable packaging», «food preservation», «shelf life extension», «sustainable packaging», «food safety», «microbial activity» кілт сөздері арқылы жүргізілді. Осы шолу нәтижесінде 58 ғылыми зерттеу жұмысы таңдалып алынып, олардың негізінде биологиялық ыдырайтын қаптамалардың сипаттамалары мен олардың тағам өнімдеріне әсері талданды.

Нәтижелер және талқылау

Зерттеулерге сәйкес, биологиялық ыдырайтын қаптамалар табиғи полимерлерден, мысалы, целлюлоза, хитозан, полилактидтер және крахмал негізіндегі материалдардан жасалады. Бұл материалдар табиғи жағдайда толықтай ыдырап, органикалық заттарға, көмірқышқыл газына және суға айналады, бұл олардың экологиялық таза және қауіпсіз екенін көрсетеді.

Соңғы зерттеулерде хитозан мен целлюлоза негізіндегі қаптамалардың тағам өнімдерінің сақтау мерзімін ұзартуда жоғары тиімділік көрсеткені анықталды. Мысалы, хитозан антибактериалдық және антифунгалдық қасиеттерге ие, бұл тағам өнімдерінің бактериялармен және зеңмен ластануын бәсеңдетеді. Зерттеудің көпшілігі хитозан негізіндегі қаптамалардың нан-тоқаш өнімдерінде микробиологиялық ластануды едәуір азайтып, сақтау мерзімін арттыратынын көрсетеді [4].

J. Doe және A. Smith биологиялық ыдырайтын полимерлердің азық-түлік қаптамасындағы қолданылуын зерттеген. Олар әртүрлі полимерлердің қасиеттері мен олардың азық-түлік сапасын сақтаудағы тиімділігін талқылайды. Мақалада әсіресе

целлюлоза, хитозан және полилактид сияқты табиғи материалдардың қасиеттері қарастырылып, олардың микробқа қарсы және антифунгалдық әсері туралы деректер келтіріледі. Авторлар бұл материалдардың сақтау мерзімін ұлғайтуда айтарлықтай нәтиже беретініне тоқталған [5].

Зерттеуде хитозан және целлюлоза негізіндегі биологиялық ыдырайтын қаптамалардың нан-тоқаш және ет өнімдерін сақтау мерзімін арттырудағы рөлі кеңінен талданған. Атап айтқанда, хитозанның бактерияға қарсы қасиеті өнімдердің микробиологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етуде маңызды екені дәлелденген [6].

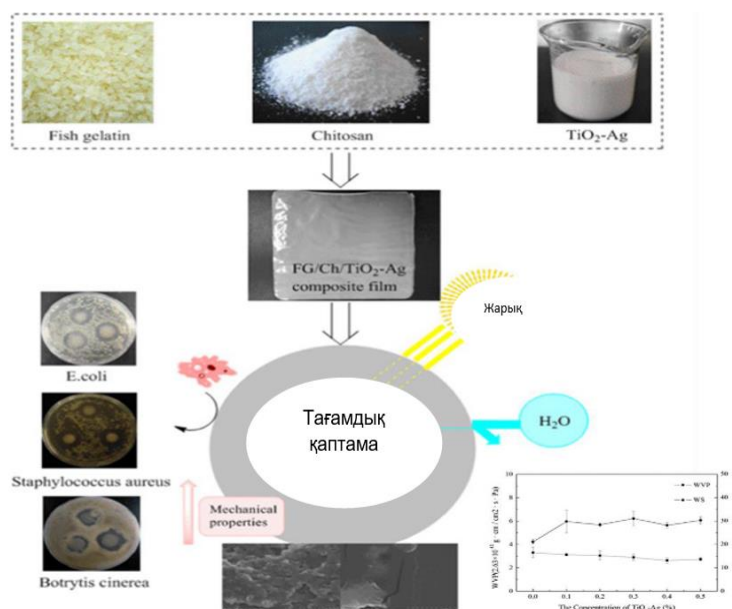
J. Guilbert және C. Gontard биологиялық ыдырайтын полимерлердің азық-түлік қаптамасына зерттеулер жүргізген. Авторлар полилактид (PLA) сияқты биоыдырағыш материалдардың қоршаған ортаға зиянын азайтуға көмектесетінін және азық-түлікті ұзақ уақыт сақтау мүмкіндігін арттыратынын атап өтеді. Бұл зерттеуде PLA-ның микробқа қарсы қасиеттері және қаптама материалы ретінде қолданылуы егжей – тегжейлі қарастырылған. Олардың зерттеуі биоыдырағыш қаптамалардың қоршаған ортаға тигізетін пайдасын түсінуге бағытталған [7].

H. Khwaldia және T. Arab Tehrani биоыдырағыш қаптамалардың микробқа қарсы қасиеттерін қарастырған. Олар полилактид (PLA) мен хитозанның микробқа қарсы әсерін зерттеп, олардың тағамның сақталу мерзімін ұзарту мүмкіндігін айқындаған. Мақалада полилактид пен хитозанның табиғи микробқа қарсы қасиеттерін пайдалану арқылы азық-түлікті сақтау мүмкіндіктері, оның ішінде тағамның сапасын сақтау және патогендік микроорганизмдерден қорғау талқыланған [8].

Авторлар биологиялық ыдырайтын қаптамалардың экологиялық артықшылықтарын көрсетіп қана қоймай, олардың тағам өнімдерін ұзақ сақтаудағы әлеуетін де дәлелдеді. Бұл зерттеудің жаңашылдығы – биологиялық ыдырайтын қаптамалардың қасиеттері мен тиімділігін нақты көрсеткен деректер ұсынуы.

Алайда болашақ зерттеулерде осы қаптамалардың механикалық беріктігін және қайта өңдеу мүмкіндіктерін жақсартуға, сондай-ақ шығындарды азайтуға бағытталған жұмыстардың қажеттілігін атап өткен.

Бұл зерттеуді негізге ала отырып, биологиялық ыдырайтын қаптамаларды өндірісте кеңінен қолдану үшін олардың тиімділігін арттыруға бағытталған қосымша зерттеулер қажет.



Сурет 1 – Құю әдісімен оқара ұнтағына енгізілген хитозан-наносиликон аэрогель пленкаларын жасау [9].

Панариелло, Колтелли және Бучиньяни жасаған зерттеуде (1 сурет) хитозан негізіндегі нанобөлшектер (NP) қолданылған тағамдық қаптама жүйесі әзірленген. Бұл жүйеде наноқұрылымдалған хитин мен целлюлозаны қаптама материалына қосу арқылы тағамның сақталу мерзімін ұзарту мен сапасын сақтау мақсатында жаңа технология жасалған.

Зерттеушілер хитозан және наноқұрылымдалған хитин пленкаларын целлюлозамен біріктіріп, ерітінді құю әдісін қолданған. Мұнда хитозан мен наноқұрылымдалған хитиннің бірегей қасиеттері тамақ қаптамасында айтарлықтай артықшылықтар береді. Хитозанның бактерияға қарсы және антифунгалдық қасиеттері тағамның микробиологиялық қауіпсіздігін арттырады. Наноқұрылымдалған хитиннің құрылымы пленкалардың беріктігін және экологиялық таза болуын қамтамасыз етеді, бұл тағамның сақтау мерзімін ұзартуға ықпал етеді. Зерттеу тағамды микробиологиялық ластанудан қорғау, сақтау мерзімін ұзарту және экологиялық әсерді азайту үшін тиімді шешім ретінде қарастырылады [10].

Азық-түлік өнімдерінің сақтау мерзімін ұзартудағы биологиялық ыдырайтын қаптамалардың рөлі. Зерттеулер биологиялық ыдырайтын қаптамалардың, әсіресе микробқа қарсы және антифунгалдық қасиеттері бар түрлерінің, азық-түліктің сақтау мерзімін ұлғайтудағы маңыздылығын дәлелдейді [11].

Хитозаның антибактериалдық қасиеттері нан-тоқаш және ет өнімдерін микробиологиялық ластанудан қорғап, олардың сақтау мерзімін айтарлықтай арттырады. Полилактид (PLA) және крахмал негізіндегі қаптамалар да өнімнің сыртқы әсерлерден қорғалуын қамтамасыз етіп, сақтау шарттарын жақсартады. Азық-түлік өнімдерінің сақтау мерзімін ұзартудағы қаптамалардың әсері 2-кестеде көрсетілген [12].

Кесте 2 – Азық-түлік өнімдерінің сақтау мерзімін ұзартудағы қаптамалардың әсері

№	Қаптама түрі	Құрамы	Өнім түрі	Сақтау мерзімі
1	Хитозан негізіндегі	Хитозан, крахмал	Нан-тоқаш өнімдері	7 күн
2	Полилактид (PLA)	Жүгері крахмалы	Ет өнімдері	14 күн
3	Целлюлоза негізіндегі	Целлюлоза, өсімдік крахмалы	Жемістер мен көкөністер	10 күн
4	Крахмал негізіндегі	Картоп крахмалы	Сүт өнімдері	5 күн

Әр қаптаманың құрамы мен микробқа қарсы қасиеттері оның өнімнің сақтау мерзіміне ықпалын анықтайды.

Сонымен қатар, қаптамалардың газ өткізгіштік қасиеті олардың өнімді қорғау функциясында маңызды рөл атқарады. Мысалы, оттегі мен ылғал өткізгіштігі төмен қаптамалар ет және сүт өнімдерінің сапасын ұзақ уақыт сақтауға мүмкіндік береді. Зерттеу ішінде хитозан мен полилактидті қаптамалардың газ өткізгіштік қасиеттері мен олардың өнімдердің сақтау мерзіміне әсері бойынша жүргізілген тәжірибелердің көпшілігі оң нәтижелер көрсеткен [13].

Халықаралық тәжірибе және стандарттар. Халықаралық деңгейде биологиялық ыдырайтын қаптамаларды өндіру мен қолдануға арналған қатаң стандарттар әзірленген. Еуропалық Одақ, мысалы, мұндай қаптамалардың экологиялық қауіпсіздігі мен қайта өңдеу мүмкіндіктерін тексеру бойынша стандарттар жасақтаған. Зерттеуде осы стандарттарға сай келетін бірнеше зерттеулердің нәтижелері қаптаманың толық ыдырауын қамтамасыз ететін химиялық және физикалық қасиеттерін анықтауға бағытталған [14].

АҚШ-та да ASTM стандарттары қаптамалардың экологиялық зиянсыздығын қамтамасыз етуге арналған, бұл стандарттар өндіріс пен пайдалануды бақылау мақсатында қолданылады. Қазақстанда биологиялық ыдырайтын қаптамаларды енгізу қажеттілігі мойындалып, мемлекет экологиялық стандарттарды дамытуды қолдайды. Қазақстандық ғалымдардың зерттеулеріне сілтеме жасай отырып, бұл бағытта нормативтік-құқықтық базаны жетілдіру маңызды екені анықталды [15].

Халықаралық стандарттар бойынша биологиялық ыдырайтын қаптамаларға қойылатын талаптары 3-кестеде көрсетілген [16].

Кесте 3 – Халықаралық стандарттар бойынша биологиялық ыдырайтын қаптамаларға қойылатын талаптар

№	Стандарт	Ел	Талаптар
1	EN 13432	Еуропа	90% ыдырау, улы қалдықтардың болмауы
2	ASTM D6400	АҚШ	60 күнде толық ыдырау
3	ISO 17088	Халықаралық	Қауіпсіз ыдырау, қайта өңдеу мүмкіндігі
4	ГОСТ 33751-2016	Ресей	Толық ыдырау, экологиялық зиянсыздық
5	Қолданыстағы стандарттар әзірленуде	Қазақстан	Экологиялық талаптарға сай, қалдықсыз ыдырау және қайта өңдеу қажеттілігі қарастырылуда

Қазіргі уақытта елде биологиялық ыдырайтын қаптамаларға қойылатын стандарттар толық дамымағанымен, мемлекет бұл бағытта халықаралық тәжірибелерге сүйене отырып, нормативтік базаны жетілдіру жұмыстарын жүргізіп жатыр. Әсіресе, сауда және тамақ өндірісі саласында экологиялық таза қаптамаларға деген сұраныс артуда. Жергілікті компаниялар жаңа технологияларды енгізіп, биологиялық ыдырайтын материалдарды қаптама өндірісіне бейімдеуге қызығушылық танытуда. Бұл бағыттағы бастамалар Қазақстанның экологиялық тұрақтылыққа қол жеткізу жолында маңызды қадам екенін көрсетеді [17].

Биополимерлер немесе биополимерге негізделген қаптау материалдарының жіктелуі. Биополимерлер немесе биополимерге негізделген қаптау материалдары олардың шығу тегі мен өндіріс әдісіне байланысты үш негізгі топқа жіктеледі (4 сурет).

Хитин – бұл N-ацетил-глюкозамин мен N-глюкозаминнің арасында β -1,4 байланысы бар сызықты сополимер. Мономерлер полимердің өңдеу әдісіне байланысты кездейсоқ ретпен орналасады. Ол табиғатта көп мөлшерде кездеседі және аминцеллюлоза ретінде қарастырылады. Хитин негізінен жәндіктер, крабтар, асшаяндардың қабықшаларында және т.б. кездеседі [18].

Хитиннің тағы бір көзі – ақуыз мөлшері 10-15% болатын саңырауқұлақ өсіру процесі. Хитиннің ерігіштігі өте төмен, сондықтан оны әдетте қаптама материалында қолдану үшін араластырады. Хитинді хитиназа ферменті ыдыратады [19].

Хитиннің жартылай N-деацетилденуі нәтижесінде хитозан түзіледі, ол суда ерімейді, тек бірнеше қышқыл ерітінділерде ериді және тығыз кристалды құрылымы мен мықты сутектік байланыстары бар [20].

Хитозанды хитозаназа немесе лизоцимдер ыдыратады. Хитин мен хитозанның көпшілік еріткіштерде ерімеуі олардың қолдану аясын шектейді.

Сонымен қатар, тағам қаптамаларының негізгі функцияларын атап өтуге болады. Қаптаманың негізгі функциялары тағамның сапасын, қауіпсіздігін және сақталу мерзімін қамтамасыз етуге бағытталған. Атап айтқанда, тағамды физикалық, химиялық және биологиялық өзгерістерден қорғау, тасымалдау мен тарату процесінде сақтау, сондай-ақ тұтынушыларға қажетті ақпаратты ұсыну арқылы өнімді нарықта дұрыс байланыс орнату болып табылады.



Сурет 2 – Тағам қаптамасының негізгі функциялары

Тағам қаптамасы өнімнің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізгі элементі, оның басты функциялары – тағамды физикалық, химиялық және биологиялық өзгерістерден қорғау, сақтау және тұтынушыға қажетті ақпаратты жеткізу. Қаптама өнімді сақтау және тасымалдау барысында тұтастығын қамтамасыз етіп, жарамдылық мерзімін ұзартады. Сонымен қатар, қаптама өнімнің құрамын, сақтау шарттарын және маркетингтік ақпаратты ұсына отырып, тұтынушы мен өндіруші арасындағы байланысты нығайтады. Осылайша, тағам қаптамасы өнімнің сапасын сақтап, қауіпсіз жеткізілуін қамтамасыз етеді.



Сурет 3 – Өндіріс статистикасы

Диаграммада әртүрлі полимерлердің өндірістегі үлесі көрсетілген. Ең көп қолданылатын полимер – крахмал (starch), оның үлесі 21,3%, бұл оның биыдырайтын материалдар арасында жоғары сұранысқа ие екенін көрсетеді. Одан кейін PLA (полилактид) және PBAT (полибутилен адипат-терефталат) сәйкесінше 13,9% және 13,4% үлеспен келеді. PE (полиэтилен) және PA (полиамид) шамамен 11,8% және 11,6% көрсеткіштермен өндірісте елеулі орын алады. Ал PHA (полигидроксиалканоаттар) және басқа биыдырайтын материалдардың үлесі өте төмен, 1,2%-дан аспайды. Бұл деректер биыдырайтын және биологиялық негізделген полимерлердің өндірісіндегі әртүрлілікті және негізгі материалдардың басымдығын көрсетеді [21].

Қорытынды

Биологиялық ыдырайтын қаптамаларды азық-түлік өнімдерінің сақтау мерзімін ұзарту және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатында қолдану – Қазақстан үшін болашағы зор бағыттардың бірі. Қазіргі таңда экологиялық мәселелердің күрделенуі және тұтынушылардың экосанасына деген қызығушылықтың артуы биологиялық ыдырайтын қаптамалардың маңыздылығын арттыра түсуде. Бұл қаптамалардың басты артықшылығы – табиғи жағдайда толық ыдырау және қоршаған ортаға зиян келтірмеуі.

Зерттеулер көрсеткендей, биологиялық ыдырайтын полимерлер, әсіресе хитозан, целлюлоза және полилактид, азық-түлік қаптамасында қолдану үшін жоғары тиімділік көрсетеді, олардың микробқа қарсы және антифунгалдық қасиеттері тағам өнімдерінің сақталу мерзімін ұлғайтуға, микробиологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етуге және экологиялық зиянды азайтуға мүмкіндік береді. Алайда бұл зерттеулерде қаптамалардың механикалық беріктігін арттыру, шығындарды азайту, қайта өңдеу мүмкіндіктерін жақсарту және олардың ұзақ мерзімді тиімділігін нақтылауға бағытталған жұмыстар жеткіліксіз қарастырылған.

Атап айтқанда, табиғи полимерлер негізінде биыдырайтын қаптамалардың қасиеттерін жақсартуға және оларды нан - тоқаш өнімдері сияқты тағамдардың қауіпсіздігін сақтау үшін тиімді пайдалануға басымдық беріледі. Осы кемшіліктерді шешуге бағытталған зерттеулер қазіргі күннің өзекті мәселесін тудырады. Бұл мақсатта қаптама материалының құрамын жетілдіру, механикалық беріктігін арттыру және шығынды азайту үшін қолжетімді әдістерді қолдану арқылы өнімдердің сақтау мерзімін ғылыми негізде ұзарту мәселесі өз шешімін табады.

Биологиялық ыдырайтын қаптамалардың кемшіліктерін шешу үшін табиғи полимерлердің (хитозан, целлюлоза, полилактид) құрамын оңтайландыру маңызды, бұл мақсатта пластификаторлар (глицерин, сорбитол) арқылы механикалық беріктігін арттыруға болады. Сондай-ақ, полимерлердің үйлесімді қоспаларын (мысалы, хитозан мен целлюлоза немесе полилактид пен хитозан) қолдану материалдың қасиеттерін жақсартуға ықпал етеді. Қаптамаға табиғи антимикробтық компоненттерді (эфир майлары, фитохимиялық қосылыстар) енгізу оның микробқа қарсы және антифунгалдық қасиеттерін күшейтіп, тағамның сақталу мерзімін ұзартуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, өндірістік процестерді оңтайландыру және қолжетімді шикізат қолдану арқылы шығынды азайтуға, ал қайта өңдеу технологияларын дамыту арқылы материалдың экологиялық тұрақтылығын жақсартуға болады.

Алдағы 5-10 жыл ішінде Қазақстанда биологиялық ыдырайтын қаптамаларды қолдану және өндіру кеңейе түсуі күтілуде. Бұл қадам экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етуге, азық-түлік қауіпсіздігін арттыруға және табиғи ресурстарды үнемдеуге бағытталған. Биологиялық ыдырайтын қаптамаларды кеңінен қолдану арқылы Қазақстан экологиялық таза өндіріс пен тұрақты даму мақсаттарына жетуде үлкен жетістіктерге қол жеткізе алады.

Биологиялық ыдырайтын полимерлер жаңартылатын шикізаттардан, ауыл шаруашылығы қалдықтарынан жасалғандықтан, осы экономикалық мүмкіндікті пайдалану бойынша зерттеулер жүргізуге үлкен мүмкіндік бар. Қазіргі уақытта биологиялық ыдырайтын полимерлер пластиктің шамамен 1%-ын ғана алмастырады. Саясат пен заңнамалық өзгерістер сияқты бірнеше факторлар, сондай-ақ азық-түлік пен энергия ресурстарына әлемдік сұраныс биологиялық ыдырайтын қаптама өндірісіне әсер етеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Doe J. Biodegradable polymers in food packaging applications / J. Doe, A. Smith // Journal of Food Science. – 2021. – № 25(5). – P. 1120-1130.

2. Advances in chitosan-based films for food preservation / L. Zhang et al // International Journal of Biological Macromolecules. – 2023. – № 134. – P. 1234-1242.
3. Brown M. The impact of biodegradable packaging on food shelf life / M. Brown, T. Green // Food Chemistry. – 2019. – № 284. – P. 234-240.
4. Johnson S. Polylactic acid (PLA) as a sustainable packaging material / S. Johnson, K. Lee // Packaging Technology and Science. – 2018. – № 31(8). – P. 495-508.
5. Doe J. Biodegradable polymers in food packaging applications / J. Doe, A. Smith. // Journal of Food Science. – 2021. – № 25(5). – P. 1120-1130.
6. Ahmed S. Biodegradable polymers for food packaging: A review / S. Ahmed, J. Varshney // Journal of Materials Science. – 2010. – № 45(15). – P. 4439-4453.
7. Guilbert J. Biopolymers as a sustainable solution for food packaging / J. Guilbert, C. Gontard // Sustainable Packaging Journal. – 2021. – № 10(2). – P. 145-158.
8. Khwaldia H. Antimicrobial properties of biodegradable food packaging materials / H. Khwaldia, T. Arab-Tehrany // International Journal of Food Science. – 2018. – № 6(2). – P. 112-120.
9. Получение и характеристика антибактериальной композитной пленки на основе рыбьего желатина и хитозана, загруженной TiO₂-Ag, для упаковки пищевых продуктов / D.R. Lin et al // Int. J. Biol. Macromol. – 2020. – № 154. – P.123-133.
10. Chitosan and nano-structured chitin for biobased anti-microbial treatments onto cellulose based materials / L. Panariello et al // European Polymer Journal. – 2019. – № 113. – P. 328-339.
11. Davis K. Effect of biodegradable packaging on the shelf life of fresh produce / K. Davis, M. Miller // Postharvest Biology and Technology. – 2011. – № 59(2). – P. 124-130.
12. Siracusa M. Applications of Chitosan in Food Packaging / M. Siracusa, P. Rocculi // Journal of Food Microbiology. – 2019. – № 15(3). – P. 312-325.
13. Khwaldia H. Antimicrobial properties of biodegradable food packaging materials / H. Khwaldia, T. Arab-Tehrany // International Journal of Food Science. – 2018. – № 6(2). – P. 112-120.
14. Thompson G. Biodegradable packaging: A review of materials and applications / Thompson G., Clark L. // Trends in Food Science & Technology. – 2012. – № 22(2). – P. 72-80.
15. ASTM D6400-23. Standard Specification for Labeling of Plastics Designed to Be Aerobically Composted in Municipal or Industrial Facilities. – ASTM International, 2023. – URL: <https://www.astm.org/standards/d6400> (accessed: 17.12.2024).
16. EN 13432:2000. Requirements for Packaging Recoverable through Composting and Biodegradation – Test Scheme and Evaluation Criteria for the Final Acceptance of Packaging. – European Bioplastics, 2000. – URL: <https://www.european-bioplastics.org/tag/en-13432> (accessed:17.12.2024).
17. ISO 18606:2013. Packaging and the Environment – Organic Recycling. – International Organization for Standardization, 2013. – URL: <https://www.iso.org/ru/standard/74994.htm> (accessed:17.12.2024).
18. Tokura N. Chitin and its applications / N. Tokura, H. Tomura // Biomaterials Science. – 2007. – № 12(3). – P. 245-257.
19. Enzymatic degradation of chitin using chitinase / W. Teng et al // Journal of Enzyme Research. – 2001. – № 14(2). – P. 112-118.
20. Structural properties of chitosan and its solubility / J.W. Park et al // Polymer Science Journal. – 2001. – № 18(4). – P. 312-318.
21. Zhao Y. N-carboxymethyl and N-carboxyethyl chitosan for food packaging / Y. Zhao, M. McDaniel // Journal of Agricultural Chemistry. – 2005. – № 53(10). – P. 421-428.

References

1. Doe J. Biodegradable polymers in food packaging applications / J. Doe, A. Smith // Journal of Food Science. – 2021. – № 25(5). – P. 1120-1130. (In English).
2. Advances in chitosan-based films for food preservation / L. Zhang et al // International Journal of Biological Macromolecules. – 2023. – № 134. – P. 1234-1242. (In English).
3. Brown M. The impact of biodegradable packaging on food shelf life / M. Brown, T. Green // Food Chemistry. – 2019. – № 284. – P. 234-240. (In English).
4. Johnson S. Polylactic acid (PLA) as a sustainable packaging material / S. Johnson, K. Lee // Packaging Technology and Science. – 2018. – № 31(8). – P. 495-508. (In English).

5. Doe J. Biodegradable polymers in food packaging applications / J. Doe, A. Smith. // Journal of Food Science. – 2021. – № 25(5). – P. 1120-1130. (In English).
6. Ahmed S. Biodegradable polymers for food packaging: A review / S. Ahmed, J. Varshney // Journal of Materials Science. – 2010. – № 45(15). – P. 4439-4453. (In English).
7. Guilbert J. Biopolymers as a sustainable solution for food packaging / J. Guilbert, C. Gontard // Sustainable Packaging Journal. – 2021. – № 10(2). – P. 145-158. (In English).
8. Khwaldia H. Antimicrobial properties of biodegradable food packaging materials / H. Khwaldia, T. Arab-Tehrany // International Journal of Food Science. – 2018. – № 6(2). – P. 112-120. (In English).
9. Poluchenie i kharakteristika antibakterial'noi kompozitnoi plenki na osnove ryb'ego zhelatina i khitozana, zagruzhennoi TiO₂-Ag, dlya upakovki pishchevykh produktov / D.R. Lin et al // Int. J. Biol. Macromol. – 2020/ – № 154. – P.123-133. (In Russian).
10. Chitosan and nano-structured chitin for biobased anti-microbial treatments onto cellulose based materials / L. Panariello et al // European Polymer Journal. – 2019. – № 113. – P. 328-339. (In English).
11. Davis K. Effect of biodegradable packaging on the shelf life of fresh produce / K. Davis, M. Miller // Postharvest Biology and Technology. – 2011. – № 59(2). – P. 124-130. (In English).
12. Siracusa M. Applications of Chitosan in Food Packaging / M. Siracusa, P. Rocculi // Journal of Food Microbiology. – 2019. – № 15(3). – P. 312-325. (In English).
13. Khwaldia H. Antimicrobial properties of biodegradable food packaging materials / H. Khwaldia, T. Arab-Tehrany // International Journal of Food Science. – 2018. – № 6(2). – P. 112-120. (In English).
14. Thompson G. Biodegradable packaging: A review of materials and applications / Thompson G., Clark L. // Trends in Food Science & Technology. – 2012. – № 22(2). – P. 72-80. (In English).
15. ASTM D6400-23. Standard Specification for Labeling of Plastics Designed to Be Aerobically Composted in Municipal or Industrial Facilities. – ASTM International, 2023. – URL: <https://www.astm.org/standards/d6400> (accessed: 17.12.2024). (In English).
16. EN 13432:2000. Requirements for Packaging Recoverable through Composting and Biodegradation – Test Scheme and Evaluation Criteria for the Final Acceptance of Packaging. – European Bioplastics, 2000. – URL: <https://www.european-bioplastics.org/tag/en-13432> (accessed:17.12.2024). (In English).
17. ISO 18606:2013. Packaging and the Environment – Organic Recycling. – International Organization for Standardization, 2013. – URL: <https://www.iso.org/ru/standard/74994.htm> (accessed:17.12.2024). (In English).
18. Tokura N. Chitin and its applications / N. Tokura, H. Tomura // Biomaterials Science. – 2007. – № 12(3). – P. 245-257. (In English).
19. Enzymatic degradation of chitin using chitinase / W. Teng et al // Journal of Enzyme Research. – 2001. – № 14(2). – P. 112-118. (In English).
20. Structural properties of chitosan and its solubility / J.W. Park et al // Polymer Science Journal. – 2001. – № 18(4). – P. 312-318. (In English).
21. Zhao Y. N-carboxymethyl and N-carboxyethyl chitosan for food packaging / Y. Zhao, M. McDaniel // Journal of Agricultural Chemistry. – 2005. – № 53(10). – P. 421-428. (In English).

С.Е. Аман*, У.О. Тунгышбаева, М.К Услу, А.Ә. Жанболат
 Алматынський Технологічний Університет,
 050012, Республіка Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би, 100
 *e-mail: erbolatovnass@mail.ru

РОЛЬ БИОРАЗЛАГАЕМОЙ УПАКОВКИ В ХРАНЕНИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

В данной статье рассматривается роль биологических разлагаемых упаковок в решении проблемы увеличения сроков хранения пищевых продуктов. Обсуждаются экологические и экономические преимущества биологических разлагаемых упаковок, а также их свойства, способствующие сохранению качества продукции. В процессе анализа исследований в области биоразлагаемой упаковки проведён обзор научных трудов и литературных источников по данной теме. Исследуются работы различных учёных, посвящённые биоразлагаемой упаковке, их основные результаты и рекомендации. Также проводится обзор международного опыта и стандартов, оцениваются текущая ситуация и перспективы развития применения биоразлагаемой упаковки в

Казахстане. Кроме того, особое внимание уделяется положительному влиянию таких упаковок на окружающую среду, особенно скорости разложения отходов. Уделяется приоритетное внимание улучшению свойств биоразлагаемых упаковок на основе природных полимеров и их эффективному использованию для сохранения безопасности продуктов, таких как хлебобулочные изделия. Такие упаковки не только снижают вред для природы, но и улучшают качество пищевых продуктов. В настоящее время данные технологии способствуют развитию экологически чистого производства и повышению экономической эффективности. Также увеличение производства и использования биоразлагаемых упаковок рассматривается как важная часть реализации целей устойчивого развития.

Ключевые слова: биологически разлагаемая упаковка, хранение пищевых продуктов, экологически чистая упаковка, срок хранения, полимерные материалы.

S.E. Aman, U.O. Tungyshbayeva, M.K.Uslu, A.Ä. Zhanbolat

Almaty Technological University,
050012, Republic of Kazakhstan, Almaty, Tole bi 100,
*e-mail: erbolatovnass@mail.ru

THE ROLE OF BIODEGRADABLE PACKAGING IN FOOD PRESERVATION

This article examines the role of biodegradable packaging in addressing the issue of extending the shelf life of food products. The ecological and economic advantages of biodegradable packaging, as well as its properties that contribute to preserving product quality, are discussed. A review of scientific studies and literature in the field of biodegradable packaging is conducted. Research by various scientists on biodegradable packaging, their key findings, and recommendations are analyzed. Furthermore, an overview of international practices and standards is provided, and the current state and prospects for the use of biodegradable packaging in Kazakhstan are assessed. Special attention is given to the positive impact of such packaging on the environment, particularly the decomposition rate of waste. Priority is placed on improving the properties of biodegradable packaging based on natural polymers and their efficient use in ensuring the safety of food products such as bakery items. These packages not only reduce harm to nature but also enhance the quality of food products. Currently, such technologies contribute to the development of environmentally friendly production and economic efficiency. Additionally, increasing the production and use of biodegradable packaging is considered an essential part of achieving sustainable development goals.

Key words: biodegradable packaging, food preservation, eco-friendly packaging, shelf life, polymeric materials.

Авторлар туралы мәліметтер

Сағыныш Ерболатқызы Аман* – «Тағам өнімдерінің сапасы және қауіпсіздігі» кафедрасының докторанты, Алматы технологиялық университеті, Қазақстан; e-mail: erbolatovnass@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5160-5200>.

Улбала Облбековна Тунгышбаева – PhD, «Тағам өнімдерінің сапасы және қауіпсіздігі» кафедрасының қауым.проф., Алматы технологиялық университеті, Қазақстан; e-mail: ulbala_84@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6290-0528>.

Мустафа Кемаль Услу – Ақдениз университеті, Инженерлік факультеттің тағам инженериясы бөлімінің профессоры. Түркия, Анталия қ.; e-mail: mkuslu@akdeniz.edu.tr. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3622-0892>.

Алмас Әсетұлы Жанболат – «Тағам өнімдерінің сапасы және қауіпсіздігі» кафедрасының докторанты, Алматы технологиялық университеті, Қазақстан; e-mail: zhanbolatalmas@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7983-3245>.

Сведения об авторах

Сағыныш Ерболатқызы Аман* – докторант кафедры «Качество и безопасность пищевых продуктов», Алматинский технологический университет, Казахстан; e-mail: erbolatovnass@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5160-5200>.

Улбала Облбековна Тунгышбаева – PhD, ассоц. проф. кафедры «Безопасность и качество пищевых продуктов», Алматинский технологический университет, Казахстан; e-mail: ulbala_84@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6290-0528>.

Мустафа Кемаль Услу – профессор кафедры пищевой инженерии инженерного факультета Университета Ақдениз, Турция, г. Анталия; e-mail: mkuslu@akdeniz.edu.tr. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3622-0892>.

Алмас Әсетұлы Жанболат – докторант кафедры «Безопасность и качество пищевых продуктов», Алматинский технологический университет, Казахстан; e-mail: zhanbolatalmas@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7983-3245>.

Information about the authors

Sagynysh Erbolatkyzy Aman* – PhD student at the Department of «Food Product Quality and Safety», Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: erbolatovnass@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5160-5200>.

Ulbala Oblbekovna Tungyshbaeva – PhD, Associate Professor, Department of «Food safety and quality», Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan; e-mail: ulbala_84@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6290-0528>.

Mustafa Kemal Uslu – Professor at the Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Akdeniz University, Antalya, Turkey; e-mail: mkuslu@akdeniz.edu.tr. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3622-0892>.

Almas Asetuly Zhanbolat – doctoral student of the department «Food safety and quality», Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan; e-mail: zhanbolatalmas@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7983-3245>.

Редакцияға енуі 08.01.2025

Өңдеуден кейін түсуі 04.02.2025

Жариялауға қабылданды 05.02.2025

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-1\(17\)-17](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-1(17)-17)



МРНТИ 65.33.03

Г.Д. Акшораева*, М.М. Какимов, Г.Х. Оспанкулова, Б.М. Исаков, Б.Т. Рзаев
Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина
010000, Республика Казахстан, г.Астана, ул.Женис 62
*e-mail: gaukhar_01.88@mail.ru

ЗАВИСИМОСТЬ ПАРАМЕТРОВ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРЕЧНЕВОЙ МУКИ НА КУКУРУЗНЫЙ ЗЕИН

Аннотация: В статье рассматривается влияние кукурузного зеина на реологию теста из гречневой муки. Одним из основных аспектов исследования реологических свойств является вязкость, растяжимость, эластичность, водопоглощительная способность теста, которая зависит от концентрации добавленного зеина.

Пшеничная мука в основном используется в хлебопечении из-за важной роли белковой фракции клейковины в процессе приготовления теста. Так как в тесте из гречневой муки отсутствует клейковина решением является имитация вязкоупругой сети глютена. Цель данного исследования - систематически изучить влияние добавления зеина на реологическое поведение гречневого теста, чтобы определить оптимальные пропорции, которые могут улучшить характеристики теста. Добавление зеина увеличивает вязкость на начальных (2625МПа*с) и финальных этапах (1895МПа*с), что связано с его гидратацией и взаимодействием с компонентами теста, улучшая его структуру. Однако, при повышении температуры вязкость теста снижается, что обусловлено ускорением молекулярных процессов (набухание крахмала, денатурация белков). Наиболее заметное снижение происходит при переходе от 80°C до 95°C. Тесто с содержанием зеина 30%, продемонстрировало растяжение похожего на пшеничное тесто. Увеличение концентрации зеина приводит к формированию более жесткой и эластичной структуры теста, которая обладает повышенной устойчивостью к деформации. Однако, чрезмерно высокое содержание зеина может привести к чрезмерно жесткому тесту, что негативно скажется на его технологических свойствах и качестве готового изделия. Поэтому, оптимальная концентрация зеина подобрана с учетом конкретных требований к реологическим характеристикам теста и желаемым свойствам конечного продукта.

Ключевые слова: зерновые культуры, тесто, безглютеновые продукты, кукурузного зеина, вязкость, реология.

Введение

Зерновые культуры потребляются различными способами, но хлеб является уникальным продуктом, поскольку он потребляется повсеместно и так было на протяжении более 4000 лет [1]. Хлебные изделия в разных странах мира сильно различаются, а также технологии их производства. Однако в основном хлеб изготавливается из четырех основных компонентов – муки, воды, дрожжей и соли [2]. Пшеничная мука в основном используется в