

С.Е. Аман*, У.О. Тунгышбаева, А.К. Токтабаева, Р.К. Рахметуллаева, Ш.С. Аманова
Алматы Технологиялық Университеті,
050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Төле би 100
*e-mail: erbolatovnass@mail.ru

ТҰРАҚТЫ ДАМУ МАҚСАТТАРЫ: ТАБИҒИ ПОЛИМЕРЛЕР НЕГІЗІНДЕГІ БИОЫДЫРАЙТЫН ҚАПТАМАЛАРДЫ ӨЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ АЗЫҚ-ТҮЛІК ӨНІМДЕРІН САҚТАУ ТИІМДІЛІГІНЕ ӨСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Бұл мақалада биоыдырайтын қаптамалардың тағам өнімдерін сақтау мерзімі мен жарамдылығына әсері зерттеледі. Зерттеу нысаны ретінде тоқаш өнімі таңдалып, оның әртүрлі биоыдырайтын қаптама түрлерінде сақтау тиімділігі бағаланды. Қаптама ретінде экологиялық қауіпсіз, табиғи және жартылай синтетикалық полимерлерге негізделген материалдар: желатин, агар, крахмал, хитозан, натрий карбоксиметилцеллюлозасы (NaКМЦ), поливинил спирті (ПВС) пайдаланылды. Бұл материалдардың физика-химиялық тұрақтылығы, тағаммен өзара әрекеттесу қабілеті, температура мен ылғалдылыққа төзімділігі зерттеу барысында сарапталды.

Зерттеу Біріккен Ұлттар Ұйымының Тұрақты даму мақсаттары (ТДМ) 12 – «Жауапты тұтыну мен өндіру» бағытына сәйкес келеді. Аталған мақсат экологиялық қауіпсіз шешімдер арқылы қалдықтар көлемін азайтып, ресурстарды тиімді қолдануға бағытталған. Бұл зерттеу биоыдырайтын қаптамаларды тағам өндірісіне енгізудің ғылыми және қолданбалы тұрғыдан маңыздылығын негіздейді.

Зерттеу нәтижесінде биоыдырайтын материалдардың сақтау тиімділігі біркелкі еместігі анықталды. Кейбір үлгілер ұзақ мерзімді сақтау барысында өнім сапасын жақсы деңгейде ұстап тұрса, басқа үлгілерде құрылымдық тұрақтылықтың жеткіліксіздігі байқалды. Сонымен қатар, қаптама сапасына әсер ететін факторлар – полимердің түрі, қалыңдығы мен ылғал өткізгіштік қасиеттері шешуші рөл атқаратыны дәлелденді.

Түйін сөздер: биоыдырайтын қаптама, тоқаш өнімі, сақтау тиімділігі, тағам қауіпсіздігі, қаптама сәйкестігі, экологиялық қаптама, сақтау шарттары, полиэтилен қаптама.

Кіріспе

Азық-түлік өнімдерін қаптауда қолданылатын дәстүрлі полимерлі материалдардың қоршаған ортаға ұзақ уақыт бойы ыдырамай тигізетін зияны бүгінгі күні жаһандық экологиялық проблема ретінде қарастырылуда. Полиэтилен және оған ұқсас синтетикалық материалдар биологиялық тұрғыдан ыдырамайтын қасиетке ие болғандықтан, оларды экологиялық таза баламалармен алмастыру қажеттігі туындап отыр. Осы бағытта биоыдырайтын қаптамалар – тағам өнеркәсібі үшін қауіпсіз әрі экологиялық шешім ретінде кеңінен зерттелуде [1].

Қазақстан Республикасында қолданыстағы ТР ТС 005/2011 «Қаптаманың қауіпсіздігі туралы» техникалық регламентінің 5-бабында қаптаманың (орауыш құралдарының) қауіпсіздігіне қойылатын талаптар қарастырылған. Онда қаптама өз мақсатына сай жобаланып, өндірісте қолданылу барысында конструкциялық ерекшеліктері арқылы қауіптерді азайтуы тиіс екені көрсетіледі. Сонымен қатар, қаптаманың қауіпсіздігі бірқатар талаптардың жиынтығы арқылы қамтамасыз етіледі. Атап айтқанда, тағаммен тікелей жанасатын материалдар санитариялық-гигиеналық көрсеткіштерге, механикалық беріктікке, химиялық төзімділікке және герметикалыққа сай болуы керек [2].

Бүгінгі таңда биоыдырайтын қаптамалар табиғи және жартылай синтетикалық полимерлер негізінде жасалады. Мұндай материалдарға желатин, агар, крахмал, хитозан, натрий карбоксиметилцеллюлозасы (NaКМЦ), поливинил спирті (ПВС) және глицерин жатады. Бұлардан алынған пленка түріндегі өнімдер икемділік береді. Ал кей жағдайларда мырыш оксиді (ZnO) сияқты антимикробтық және қорғаныш қасиетке ие заттар қосылады. Бұл материалдардың тағам өнімдерімен тікелей жанасуға жарамдылығы, сондай-ақ қоршаған ортада ыдырау қабілеті жоғары екені белгілі [3].

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында биоыдырайтын қаптамаларға қатысты МЕМСТ 33474-2016 «Оксо-биоыдырайтын қаптама. Жалпы техникалық шарттар» атты мемлекетаралық стандарты қолданыста бар. Аталған стандартта оксо-биоыдырайтын

қаптамаларға қойылатын жалпы техникалық талаптар көрсетілген. Дегенмен, бұл құжатта тағам өнімдерімен жанасатын биоыдырайтын қаптамаға арналған нақты регламенттелген талаптар көзделмеген. Осыған байланысты тағаммен жанасатын биоыдырайтын қаптамалардың сапасы мен қауіпсіздігіне қатысты талаптарды ғылыми тұрғыдан негіздеу қажеттілігі туындайды. Мәселен, биоыдырайтын қаптамалар өндірісі бойынша алғашқы өндірістік желі Астана қаласында іске қосылды. Жобаланған қаптамалар салмаққа төзімділік қасиеті бойынша 13 килограммға дейінгі жүктемеге шыдай алады. Қаптаманың құрамына целлюлоза, крахмал және сүт қышқылы негізіндегі компоненттер кіреді. Өндірушілер ай сайын 5 миллион данаға дейін биоыдырайтын пакет шығару мүмкіндігі бар екенін және бұл өндіріс көлемі ішкі нарықтағы сұранысты толық қанағаттандыруға жететінін мәлімдеген. Алайда айтылған мәселе республиканың бұл саладағы мәселесін толық шешпейді. Сол себепті бұл салада табиғи полимерлер негізіндегі биоыдырайтын қаптамалардың өндірісін ғылыми негіздеу маңызды заман талабы.

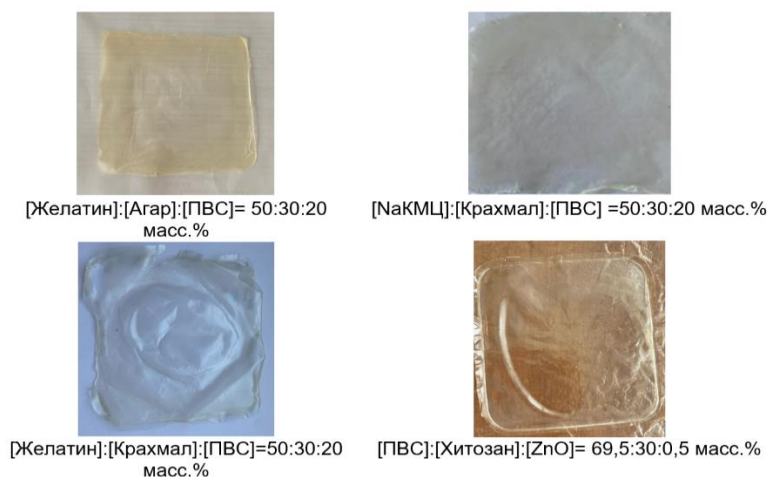
Экологиялық қаптамалар арнайы гранулдардан алынады. Бұл гранулдар сүт қышқылы, целлюлоза және модификацияланған крахмал негізінде дайындалады. Шикізат бункерге салынып, жоғары температурада қыздырылғаннан кейін дайын пакетке айналады. Өндіріс желісі минутына 100 данаға дейін пакет шығара алады. Осылайша, айына 5 миллион данаға дейін өнім өндіруге мүмкіндік бар. Кәсіпорын өкілдерінің айтуынша, өндірілетін өнім еліміздің нарығындағы биоыдырайтын пакетке деген сұранысты толық қамтамасыз етуге қауқарлы [4, 5].

Осы зерттеу аясында зертханалық жағдайда дайындалған тоқаш өнімі жеті түрлі қаптамаға салынып, олардың сақтау шарттарына сәйкестігі бағаланды. Оның ішінде төрт үлгі зерттеу барысында арнайы әзірленген биоыдырайтын материалдардан жасалса, екеуі сатылымда бар дайын биоыдырайтын пакеттер болды. Салыстыру мақсатында стандартты полиэтилен пленкасы бақылау үлгісі ретінде қолданылды. Барлық үлгілерге бірдей температура мен бастапқы ылғалдылық жағдайында талдау жүргізілді. Бұл зерттеу биоыдырайтын қаптамаларды нақты тағам түріне сәйкестендіріп қолдану қажеттігін көрсетеді. Сонымен қатар, қаптама құрамының өнім сапасына әсерін ғылыми негізде бағалауға мүмкіндік беріп, экологиялық тұрғыдан қауіпсіз балама жасауға жол ашады [6, 7].

Зерттеу әдістері

Биоыдырағыш қаптама үлгілерін жасау. Зерттеу нысаны ретінде ашытылған қамырдан дайындалған тоқаш өнімі және оған қолданылған жеті түрлі қаптама үлгісі алынды. Зерттеу үшін қолданылған төрт түрлі биоыдырайтын қаптама үлгісі әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің химия және химиялық технология факультетінің органикалық заттар, табиғи қосылыстар және полимерлер химиясы мен технологиясы кафедрасында арнайы дайындалды.

Қаптамалар ретінде қолдану үшін композициялық табиғи үлдір түзуші заттарды (желатин, агар, крахмал, NaКМЦ, хитозан, ПВС) қажетті құрамда ерітіліп, үлдірлер алу үшін 60°C температурада және араластыру жылдамдығы 300 айн/мин-да 10 минут араластырылды. Кейін композицияға пластификатор ретінде есептелген глицерин енгізіліп, қоспа тағы да 10 минут араластырылады. Алынған ерітінді қалыптарға құйылып, 3-4 тәулік еріткіштерінен буландырылады (Сурет 1).



Сурет 1 – Биоыдырағыш қаптама түрлері

Үлдірлердің биоыдырағыштығын зерттеу. Үлдірлердің табиғи ортада ыдырау қабілетін бағалау мақсатында биологиялық ыдырағыштыққа зерттеу жүргізілді. Бұл зерттеу МЕМСТ 13432-2015 стандартының талаптарына сәйкес ұйымдастырылды. Аталған стандарт биоыдырауға бейім материалдардың компост жағдайындағы ыдырау жылдамдығы мен деңгейін анықтауға мүмкіндік береді және олардың экологиялық қауіпсіздігін бағалаудың негізгі әдістемесі болып саналады.

Зерттеу әдістемесіне сәйкес, әр үлдірден біркелкі өлшемде кесінділер дайындалды. Әрбір үлгі органикалық заттарға бай бақша топырағына көміліп, пластик контейнерлерде сақталды. Топырақ ретінде бейтарап рН-ты, табиғи микрофлораға бай, торф негізіндегі универсалды топырақ қоспасы қолданылды. Инкубация процесі бөлме температурасында $25 \pm 1^\circ\text{C}$ және 60-70% салыстырмалы ылғалдылық жағдайында жүргізілді. Ылғалдылық деңгейі тұрақты бақылауда ұсталып, қажет болған жағдайда топырақ дистилденген сумен ылғалдандырылып отырды.

Зерттеу мерзімі 12 аптаға созылды. Апта сайын үлгілер топырақтан алынып, массасы өлшеніп отырды. Осылайша, бастапқы және соңғы масса арасындағы айырмашылық бойынша үлдірлердің биодеструкция дәрежесі анықталды. Тоқаш өнімінің рецептурасы «Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания» (Санкт-Петербург: МТК Троицкий мост, 2017) жинағындағы №107 рецептураға негізделді [8].

Зерттеу нысандары. Зерттеу жұмысында жоғарыда айтылған биоыдырайтын қаптамалардан бөлек салыстыру мақсатында сатылымдағы биоыдыратын қаптама түрлері мен полиэтилен қаптамасы таңдалып алынды (кесте 1).

Кесте 1 – Биоыдырайтын және бақылау қаптамаларының сипаттамалары

№ үлгі	Қаптама түрлері	Биодеструкция дәрежесі	Сақтау мерзімі
1	[Желатин]:[Агар]:[ПВС]= 50:30:20 масс. %	12 апта	-
2	[NaKMЦ]:[Крахмал]:[ПВС]=50:30:20 масс. %	12 апта	-
3	[Желатин]:[Крахмал]:[ПВС]=50:30:20 масс. %	12 апта	-
4	[ПВС]:[Хитозан]:[ZnO]=69,5:30:0,5 масс. %	12 апта	-
5	Сатылымдағы биоыдырайтын қаптама № 1	-	1 жыл
6	Сатылымдағы биоыдырайтын қаптама № 2	-	1 жыл
Бақылау үлгісі	Полиэтилен	-	-

Сатылымдағы биоыдырайтын қаптама № 1 төмен қысымды полиэтиленнен (HDPE) дайындалған және құрамында биоыдырауды қамтамасыз ететін қоспалар бар. Бұл қаптама көкөніс пен жеміс-жидектерді сақтау және мұздату үшін қолданылады. Өндіруші мәліметтері бойынша жарамдылық мерзімі – 1 жыл. Сатылымдағы биоыдырайтын қаптама № 2 полиэтилен негізінде жасалып, оған экологиялық тұрғыдан қауіпсіз биоыдырайтын қоспа енгізілген. Аталған қаптама тағамдық өнімдерді сақтау мен орау мақсатында пайдаланылады, сақтау мерзімі – 1 жыл. Дегенмен қаптама бетінде нақты қоспалардың атауы мен мөлшері көрсетілмегендіктен, зерттеу барысында олар жалпы сипаттамасы бойынша бағаланды.

Зерттеу барысында салыстыру үшін бақылау үлгісі ретінде полиэтилен қаптамасы қолданылды. Полиэтилен қазіргі таңда ең көп таралған қаптама материалының бірі. Ол механикалық беріктігімен, икемділігімен және ылғалға төзімділігімен ерекшеленеді. Алайда оның басты кемшілігі – табиғи ортада ұзақ уақыт бойы ыдырамауы, бұл экологиялық тұрғыдан айтарлықтай мәселе туындатады.

Аталған қаптамалар тағамдық өнімдердің сақтау мерзімі мен сапасына ықпалын бағалау үшін пайдаланылды. Бұл мақсатта бидай ұны (МЕМСТ 26574-2017), қант (МЕМСТ 21-94), ашытқы (МЕМСТ 171-81) талаптарына сәйкес алынған. Рецептураға маргарин, тұз, ванилин енгізіліп, тоқаш өнімдері қалыпқа келтіріліп, 230-240 °C температурада 12-15 минут бойы пісірілді (сурет 2).

Сонымен қатар, сақтау барысындағы сапалық өзгерістерді бағалау мақсатында органолептикалық талдау жүргізілді. Бұл әдіс бойынша өнімдердің түсі, иісі, сыртқы көрінісі мен құрылымдық қасиеттері күнделікті визуалды бақылау арқылы тіркеліп отырды. Әр қаптама

үлгісімен қапталған тоқаш өнімдерінің органолептикалық көрсеткіштері 7 күн бойы салыстырмалы түрде бағаланды.



Сурет 2 – Тоқаш өнімін дайындау процессі

Өнімнің толық піскендігі беткі қабаттың қызаруы мен ішкі құрылымының біртекті болуымен анықталды (сурет 3).



Сурет 3 – Пісірілген тоқаш өнімінің температурасы

Пісіруден кейін дайын өнім бөлме температурасында салқындатылып, +25 °C-та қаптамаларға салынды.

Зерттеуде қолданылған полиэтилен қаптама полимерлі материалдарға арналған МЕМСТ 10354-82 талаптарына сәйкес алынды. Ал биоыдырайтын қаптама үлгілерінің тиімділігі мен тағам өнімдеріне сәйкестігі EN 13432-2015 халықаралық стандарттарына сәйкес салыстырмалы түрде бағаланды [9, 10].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

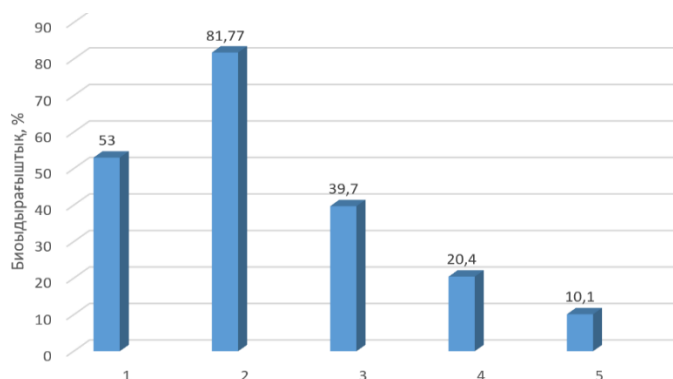
Бұл бөлімде табиғи полимерлер негізіндегі биоыдырайтын қаптамаларды дайындау және сынау нәтижелері келтірілді. Полимерлі үлдірдің қоршаған ортада биологиялық ыдырау қабілеті – оның экологиялық қауіпсіздігін және компосттауға жарамдылығын бағалаудағы негізгі көрсеткіштердің бірі. Осы зерттеу барысында КМЦ, крахмал, желатин және поливинил спирті (ПВС) негізінде алынған үлдірлердің биоыдырағыштық қасиеті бағаланды. Зерттеу жұмысы 12 апта бойы жүргізіліп, әр апта сайын үлдір массасының өзгерісі тіркеліп отырды. Үлгілердің бастапқы және қалған массасы бойынша ыдырау дәрежесі есептеліп, салыстырмалы талдау жүргізілді.

Зерттеуге келесі үлдір түрлері алынды: [Желатин]:[Агар]:[ПВС]= 50:30:20 масс.%; [NaКМЦ]:[Крахмал]:[ПВС] =50:30:20 масс.%; [Желатин]:[Крахмал]:[ПВС]= 50:30:20 масс.%; [ПВС]:[Хитозан]:[ZnO]= 69,5:30:0,5 масс.% және салыстырмалы бақылау үлгісі ретінде биологиялық ыдырамайтын полиэтилен (ПЭ) қолданылды.

Әр үлгінің бастапқы массасы өлшеніп, кейіннен апталық өзгерісі жазылып отырды. Нәтижелер негізінде биоыдырау дәрежесі пайыздық түрде есептелді. Биодеструкция көрсеткіші ретінде массаның салыстырмалы жоғалтуы (%) қолданылды. Нәтижелер сурет 4-де берілген.

12 аптадан кейін алынған нәтижелерге сүйенсек, ең жоғары биоыдырау дәрежесі [ПВС]:[Хитозан]:[ZnO]= 69,5:30:0,5 масс.% құралған үлдірде байқалды. Бұл үлгінің массасы бастапқы 0,4517 г-нан 0,0823 г-ға дейін төмендеп, жалпы массаның 72,1%-ы ыдырауға ұшыраған (сурет 4). Сол сияқты, [Желатин]:[Крахмал]:[ПВС] = 50:30:20 масс.% үлдірінің де ыдырау дәрежесі жоғары болды – 53,0%. Салыстырмалы түрде қолданылған синтетикалық

ыдырамайтын полиэтилен 12 аптада 10,1% ғана ыдырағанын бақылауға болады. Бұл табиғи биополимерлердің ферментативтік әсерге сезімтал екенін дәлелдейді.



Сурет 4 – Полимерлі үлдірлердің биоыдырағыштығы

1. [Желатин]:[Крахмал]:[ПВС] = 50:30:20 масс.%; 2. [ПВС]:[Хитозан]:[ZnO] = 69,5:30:0,5 масс.%; 3. [Желатин]:[Агар]:[ПВС] = 50:30:20 масс.%; 4. [NaKMЦ]:[Крахмал]:[ПВС] = 50:30:20 масс.%; 5. ПЭ

Табиғи полимерлер негізіндегі биоыдырайтын қаптамаларда азық-түлік өнімдерін сақтау нәтижелері. Зерттеу барысында дайындалған тоқаш өнімдері +25°C температураға дейін суытылып барлық қаптама үлгілеріне салынып, 7 тәулік бойы бірдей сақтау режимінде бақылауға алынды.

7 күн бойы әр қаптама үлгісінде өнім жағдайы күн сайын бағаланып отырды. Бағалау барысында өнімнің құрғау дәрежесі, көгеру белгілерінің пайда болуы, қаптама материалының тұтастығы және құрылымдық өзгерістері ескерілді. Салыстырмалы нәтижелер 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2 – Қаптамалардың сақтау нәтижелері (7 күндік бақылау негізінде)

№	Қаптама құрамының сипаттамасы	Сақтау ұзақтығы, күн	5-7 тәуліктегі өнім жағдайы	Жалпы бағалау
1	[Желатин]:[Агар]:[ПВС]= 50:30:20 масс. %	7 (орташа)	5-ші күннен бастап кебу байқалды	Сәйкес келеді
2	[NaKMЦ]:[Крахмал]:[ПВС] =50:30:20 масс. %	1	1 күннен кейін кеуіп кетті	Сәйкес емес
3	[Желатин]:[Крахмал]:[ПВС]= 50:30:20 масс. %	1	1 күннен кейін кеуіп кетті	Сәйкес емес
4	[ПВС]:[Хитозан]:[ZnO]= 69,5:30:0,5 масс. %	2	2 күнге жетпей құрғау, бөгде иіс тіркелді	Сәйкес емес
5	Сатылымдағы биоыдырайтын пакет №1	3	3-ші күнге дейін қалыпты, кейін өнімнің бөлшектенуі	Шартты түрде сәйкес
6	Сатылымдағы биоыдырайтын пакет №2	3	3-ші күнге дейін қалыпты, кейін өнімнің бөлшектенуі	Шартты түрде сәйкес
7	Полиэтилен қаптамасы	5	5-ші күнге дейін қалыпты, өнімнің бөлшектенуі	Сәйкес емес

Сонымен қатар, өнімнің сақтау процесіндегі органолептикалық көрсеткіштері де бағаланды. Оның нәтижелері 3-кестеде көрсетілген.

Органолептикалық бағалаумен қатар, тоқаш өнімдерінің сақтау мерзімі ішінде ылғал мөлшерінің өзгерісі де маңызды фактор ретінде қарастырылды. Осы мақсатта өнім үлгілерінен бастапқы ылғалдылықты анықтау үшін арнайы аспаптық талдау жүргізілді. Бұл талдау өнім сапасының физика-химиялық көрсеткіштерін бағалауға мүмкіндік берді. Бастапқы ылғалдылықты анықтау мақсатында үш түрлі салмақтағы үлгілер (екі дана – 30 г, бір дана – 50 г) таңдалып алынған болатын. Тоқаш өнімдері әртүрлі қаптама материалдарында 7 тәулік бойы бөлме температурасында сақталып, органолептикалық көрсеткіштер бойынша бағаланды (түсі, иісі, сыртқы түрі/құрғау, көгеру белгілері, жалпы баға). Зерттеуге Желатин – Агар – ПВС, NaKMЦ – Крахмал – ПВС, Желатин – Крахмал – ПВС, ПВС – Хитозан – ZnO, сатылымдағы био қаптамалар № 1 – № 2 және бақылау ретінде полиэтилен енгізілді (сурет 5).

Кесте 3 – Қаптама үлгілеріне байланысты тоқаш өнімінің органолептикалық бағасы (7 күндік бақылау)

№	Қаптама үлгісі	Түсінің өзгеруі	Иісінің өзгеруі	Құрғау белгілері	Жалпы визуалды баға
1	[Желатин]:[Агар]:[ПВС]= 50:30:20 масс. %	Жоқ	Жоқ	5-күні байқалды	Жақсы, жарамды
2	[NaКМЦ]:[Крахмал]:[ПВС] =50:30:20 масс. %	Жоқ	Әлсіз иіс	1-күні	Жарамсыз
3	[Желатин]:[Крахмал]:[ПВС]= 50:30:20 масс. %	Жоқ	Әлсіз иіс	1-күні	Жарамсыз
4	[ПВС]:[Хитозан]:[ZnO]= 69,5:30:0,5 масс. %	Түс өзгерді	Бөгде иіс	2-күнге жетпеді	Жарамсыз
5	Сатылымдағы био қаптама №1	Жоқ	Жоқ	3-күні	Шартты жарамды
6	Сатылымдағы био қаптама №2	Жоқ	Жоқ	3-күні	Шартты жарамды
7	Полиэтилен	Жоқ	Әлсіз иіс	5-күні көгеру	Жарамсыз (көгеру бар)



Сурет 5 – Қаптама үлгілерінің органолептикалық бағасы (5 баллдық шкала, 7 тәулік)

Радар-диаграмма қаптама түрлерінің органолептикалық тұрақтылығын айқын көрсетті. Желатин–Агар–ПВС (50:30:20 масс.%) түсі мен иісін сақтап, беткі құрғау мен көгеру белгісі байқалмай, ең жоғары нәтижені көрсетті. Сатылымдағы био қаптамалар №1–№2 орташа деңгейде, ішінара құрғау әсері байқалады (шартты тиімді). NaКМЦ–Крахмал–ПВС және Желатин–Крахмал–ПВС үлгілерінде ерте ақаулану (бетінің тез құрғауы) тіркеліп, органолептикалық көрсеткіштер төмендеді. ПВС–Хитозан–ZnO (69,5:30:0,5 масс.%) түс пен иіс бойынша әлсіреу байқатты. Полиэтиленде сақтау соңында көгеру тіркеліп, органолептикалық жарамдылығы төмен болды.

Тоқаш өнімі – сүт, қант және ванилин негізіндегі байытылған құрамға ие болғандықтан, МЕМСТ 27844-88 стандарты бойынша «сдобные булочные изделия» тобына жатады [11, 12]. Аталған стандарттың 4-кестесіне сәйкес, бұл өнімдер үшін рұқсат етілетін ылғалдылық мөлшері 34,0%-дан аспауы тиіс (кесте 4).

Кесте 4 – Тоқаш өнімінің бастапқы ылғалдылығы бойынша зерттеу нәтижесі

№	Үлгі салмағы (г)	Ылғалдылық мөлшері, %	Стандарт бойынша шекті мән (%)	Бағалау
1	30	22,9	≤ 34,0	Сәйкес келеді
2	30	23,1	≤ 34,0	Сәйкес келеді
3	50	23,0	≤ 34,0	Сәйкес келеді
Орташа мән	—	23		Сәйкес

Бастапқы ылғалдылық барлық үлгілерде бір деңгейде болғандықтан, кейін байқалған органолептикалық айырмашылықтар негізінен қаптама материалдарының қасиеттерімен түсіндіріледі. Салыстырмалы талдау Желатин–Агар–ПВС (50:30:20 масс.%) қаптамасының тиімді екенін көрсетті. Бұл қаптамада тоқаш өнімі алғашқы үш тәулік бойы өзінің құрылымын,

жұмсақтығын және сыртқы сапасын жақсы сақтады. МЕМСТ 31805-2018 стандартына сәйкес, қаптамадағы тоқаш өнімдерінің сақтау мерзімі 48 сағаттан аспауы тиіс [13,14]. Сондықтан бұл үлгінің көрсеткіші белгіленген нормативке толық сәйкес келеді. Био-қаптамалар №1–№2 орташа деңгейде, ал қалған қаптама үлгілерінде өнімнің тұтынуға жарамдылық мерзімі 1–2 күнмен шектеліп, кейбір жағдайларда көгеру және өнімде құрылымдық бөлшектену ерте басталғаны байқалды. Осылайша, табиғи полимерлер негізіндегі бұл биоыдырайтын қаптама тоқаш өнімін сақтау талаптарына сай келіп, экологиялық және технологиялық тұрғыдан тиімді шешім ретінде танылды [15].

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу нәтижелері табиғи полимерлер негізінде дайындалған биоыдырайтын қаптамалардың тоқаш өнімдерін сақтау тиімділігіне айтарлықтай ықпал ететінін көрсетті. Қолданылған үлгілердің ішінде желатин–агар–ПВС–глицерин композициясы ең жоғары нәтижеге қол жеткізіп, өнімнің органолептикалық көрсеткіштерін және физика-химиялық тұрақтылығын МЕМСТ 31805-2018 талабына сәйкес мерзімге дейін сақтап тұрды. Бұл үлгінің ерекшелігі – ылғал деңгейін тұрақты ұстап, өнімнің құрылымдық тұтастығын бұзбай, көгеру белгілерінің пайда болуына жол бермеуі.

Қалған қаптамаларда сақтау мерзімі қысқа болып, 1-3 күн ішінде өнімнің құрғауы, иісінің өзгеруі немесе құрылымдық бұзылуы байқалды. Мұндай нәтижелер олардың газөткізгіштік қабілеті, механикалық беріктігі және микробиологиялық тосқауылдық қасиеттері жеткіліксіз екенін айқындады. Осы деректер биоыдырайтын қаптаманың тиімділігі оның құрамындағы полимерлік компоненттердің арақатынасына, қалыңдығына және физика-химиялық қасиеттеріне тікелей байланысты екенін дәлелдейді.

Алдағы уақытта биоыдырайтын қаптамалардың сапасын жетілдіру үшін полимер қоспаларын оңтайландыру, қалыңдығы мен тығыздығын реттеу, табиғи антимикробтық компоненттер енгізу және конденсат түзілуін болдырмайтын жаңа модификацияларды әзірлеу маңызды. Сонымен қатар, алынған нәтижелерді тек тоқаш өнімдерімен ғана емес, басқа да нан-тоқаш және кондитерлік өнімдермен салыстырмалы түрде тексеру қажет. Мұндай кешенді зерттеулер биоыдырайтын қаптамаларды өндірістік масштабта кеңінен енгізуге мүмкіндік беріп, тағам қауіпсіздігін қамтамасыз етуге, өнім сапасын арттыруға және экологиялық тұрақтылықты нығайтуға жол ашады.

Әдебиеттер тізімі

1. Biodegradable polymers for food packaging: a review / V. Siracusa et al // Trends in Food Science & Technology. – 2008. – Vol. 19, № 12. – P. 634-643.
2. Кодекс Республики Казахстан «О зеленой экономике» [Электрон. ресурс]. – 2016. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/H16EV000096> (дата обращения: 24.08.2025).
3. Thompson G. Biodegradable packaging: A review of materials and applications / G. Thompson, L. Clark // Trends in Food Science & Technology. – 2021. – Vol. 118, Part A. – P. 285-296.
4. Производство эко-пакетов [Электрон. ресурс]. – 2020. – URL: <https://greenpole.su/proizvodstvo-jeko-paketov/> (дата обращения: 24.08.2025).
5. Оборудование для производства биоразлагаемых эко-пакетов [Электрон. ресурс]. – 2020. – URL: <https://paketodel.ru/info/articles/oborudovanie-dlya-proizvodstva-biorazlagaemykh-eko-paketov/> (дата обращения: 24.08.2025).
6. Recent advances on chitosan-based films for sustainable food packaging applications / H. Haghghi et al // Food Packaging and Shelf Life. – 2020. – Vol. 26. – Article 100551.
7. Сергазиева О.Д. Применение пленок на основе желатина для сохранения качества пищевых продуктов / О.Д. Сергазиева, Н. Долганова // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 1. – С. 156-163
8. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания: справочник. – Санкт-Петербург: МТК Троицкий мост, 2017. – 194 с.
9. EN 13432:2000. Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation – Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging. – Brussels: European Committee for Standardization (CEN), 2015. – 20 p.
10. ГОСТ Р 54533-2011. Упаковка. Требования к биоразлагаемости [Электрон. ресурс]. – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293738/4293738651.pdf> (дата обращения: 24.08.2025).

11. ГОСТ 27844-88. Пластмассы. Методы испытаний на биоразлагаемость [Электрон. ресурс]. – URL: https://allgosts.ru/67/060/gost_27844-88 (дата обращения: 24.08.2025).
12. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки» (ТР ТС 005/2011) [Электрон. ресурс]. – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30517012 (дата обращения: 24.08.2025).
13. ГОСТ ISO 14855-1-2014. Определение степени биоразложения [Электрон. ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293734/4293734203.pdf> (дата обращения: 24.08.2025).
14. ГОСТ Р 54257-2010. Экологические требования к упаковке [Электрон. ресурс]. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/69820/> (дата обращения: 24.08.2025).
15. Zinc oxide enhanced the antibacterial efficacy of biodegradable PBAT/PBS nanocomposite films: Morphology and food packaging properties / K. Promhuad et al // Food Bioscience. – 2023. – Vol. 51. – Article 103077.

References

1. Biodegradable polymers for food packaging: a review / V. Siracusa et al // Trends in Food Science & Technology. – 2008. – Vol. 19, № 12. – R. 634-643. (In English).
2. Kodeks Respubliki Kazakhstan «O zelenoi ehkonomikE» [Ehlektron. resurs]. – 2016. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/H16EV000096> (data obrashcheniya: 24.08.2025). (In Russian).
3. Thompson G. Biodegradable packaging: A review of materials and applications / G. Thompson, L. Clark // Trends in Food Science & Technology. – 2021. – Vol. 118, Part A. – R. 285-296. (In English).
4. Proizvodstvo ehko-paketov [Ehlektron. resurs]. – 2020. – URL: <https://greenpole.su/proizvodstvo-jeko-paketov/> (data obrashcheniya: 24.08.2025). (In Russian).
5. Oborudovanie dlya proizvodstva biorazlagaemykh ehko-paketov [Ehlektron. resurs]. – 2020. – URL: <https://paketodel.ru/info/articles/oborudovanie-dlya-proizvodstva-biorazlagaemykh-eko-paketov/> (data obrashcheniya: 24.08.2025). (In Russian).
6. Recent advances on chitosan-based films for sustainable food packaging applications / N. Haghighi et al // Food Packaging and Shelf Life. – 2020. – Vol. 26. – Article 100551. (In English).
7. Sergazieva O.D. Primenenie plenok na osnove zhelatina dlya sokhraneniya kachestva pishchevykh produktov / O.D. Sergazieva, N. Dolganova // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2018. – T. 48, № 1. – S. 156-163. (In Russian).
8. Sbornik retseptur muchnykh konditerskikh i bulochnykh izdelii dlya predpriyatii obshchestvennogo pitaniya: spravochnik. – Sankt-Peterburg: MTK Troitskii most, 2017. – 194 s. (In Russian).
9. EN 13432:2000. Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation – Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging. – Brussels: European Committee for Standardization (CEN), 2015. – 20 p. (In English).
10. GOST R 54533-2011. Upakovka. Trebovaniya k biorazlagaemosti [Ehlektron. resurs]. – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293738/4293738651.pdf> (data obrashcheniya: 24.08.2025). (In Russian).
11. GOST 27844-88. Plastmassy. Metody ispytaniy na biorazlagaemost' [Ehlektron. resurs]. – URL: https://allgosts.ru/67/060/gost_27844-88 (data obrashcheniya: 24.08.2025). (In Russian).
12. Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti upakovki» (TR TS 005/2011) [Ehlektron. resurs]. – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30517012 (data obrashcheniya: 24.08.2025). (In Russian).
13. GOST ISO 14855-1-2014. Opredelenie stepeni biorazlozheniya [Ehlektron. resurs]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293734/4293734203.pdf> (data obrashcheniya: 24.08.2025). (In Russian).
14. GOST R 54257-2010. Ehkologicheskie trebovaniya k upakovke [Ehlektron. resurs]. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/69820/> (data obrashcheniya: 24.08.2025). (In Russian).
15. Zinc oxide enhanced the antibacterial efficacy of biodegradable PBAT/PBS nanocomposite films: Morphology and food packaging properties / K. Promhuad et al // Food Bioscience. – 2023. – Vol. 51. – Article 103077. (In English).

Қаржыландыру: Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және Жоғары Білім министрлігінің қаржыландыруымен 2025-2027 жылдарға арналған ғылыми және ғылыми-техникалық жобаларды гранттық қаржыландыру аясында келесі жоба: ИРН № АР26198637

«Разработка биоразлагаемой упаковки на основе природных полимеров и исследование её влияния на безопасность хлебобулочных изделий» шеңберінде жүзеге асырылды.

С.Е. Аман*, У.О. Тунгышбаева, А.К. Токтабаева, Р.К. Рахметуллаева, Ш.С. Аманова

Алматынський Технологічний Університет,
050012, Республіка Казахстан, г. Алматы, ул. Төле би, 100

*e-mail: erbolatovnass@mail.ru

ЦЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: РАЗРАБОТКА БИОРАЗЛАГАЕМЫХ УПАКОВОК НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХРАНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

В статье исследуется влияние биоразлагаемой упаковки на срок хранения и пригодность пищевых продуктов. В качестве объекта исследования выбрано мучное изделие (булочка), для которого оценивалась эффективность хранения в различных видах биоразлагаемой упаковки. В качестве упаковочных материалов использованы экологически безопасные природные и полусинтетические полимеры: желатин, агар, крахмал, хитозан, натрий карбоксиметилцеллюлоза (NaКМЦ) и поливиниловый спирт (ПВС). В ходе исследования анализировались физико-химическая стабильность данных материалов, их взаимодействие с пищевой продукцией, а также устойчивость к температуре и влажности.

Работа выполнена в соответствии с Целью устойчивого развития ООН (ЦУР) № 12 «Ответственное потребление и производство», направленной на сокращение объема отходов и рациональное использование ресурсов посредством экологически безопасных решений. Проведённое исследование подтверждает как научную, так и прикладную значимость внедрения биоразлагаемой упаковки в пищевую промышленность.

Результаты показали, что эффективность хранения в биоразлагаемой упаковке не является однородной: некоторые образцы сохраняли качество продукции в течение длительного времени, в то время как другие характеризовались недостаточной структурной стабильностью. Установлено, что решающими факторами, определяющими качество упаковки, являются тип используемого полимера, его толщина и влаго- и газопроницаемость.

Ключевые слова: биоразлагаемая упаковка, булочка, эффективность хранения, пищевая безопасность, соответствие упаковки, экологическая упаковка, условия хранения, полиэтиленовая упаковка.

S.E. Aman*, U.O. Tungyshbayeva, A.K. Toktabayeva, R.K. Rakhmetullayeva, Sh.S. Amanova

Almaty Technological University
050012, Republic of Kazakhstan, Almaty, Tole bi 100

*e-mail: erbolatovnass@mail.ru

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: DEVELOPMENT OF BIODEGRADABLE PACKAGING BASED ON NATURAL POLYMERS AND INVESTIGATION OF THEIR IMPACT ON THE STORAGE EFFICIENCY OF FOOD PRODUCTS

This article investigates the influence of biodegradable packaging on the shelf life and suitability of food products. A bun was chosen as the research object, and its preservation efficiency in various types of biodegradable packaging was evaluated. As packaging materials, environmentally safe natural and semi-synthetic polymers were used: gelatin, agar, starch, chitosan, sodium carboxymethylcellulose (NaCMC), and polyvinyl alcohol (PVA). During the study, the physicochemical stability of these materials, their ability to interact with food products, and their resistance to temperature and humidity were analysed.

The research was conducted in accordance with the United Nations Sustainable Development Goal (SDG) 12 – «Responsible Consumption and Production», which focuses on reducing waste and promoting efficient use of resources through environmentally safe solutions. This study substantiates the scientific and practical importance of introducing biodegradable packaging into the food industry.

The results demonstrated that the storage efficiency of biodegradable materials is not uniform. Some samples maintained product quality for a longer period, while others showed insufficient structural stability. Furthermore, it was confirmed that the decisive factors affecting packaging performance are the type of polymer, its thickness, and moisture permeability.

Key words: biodegradable packaging, bun, storage efficiency, food safety, packaging compliance, ecological packaging, storage conditions, polyethylene packaging.

Авторлар туралы мәліметтер

Сағыныш Ерболатқызы Аман* – «Тағам өнімдерінің сапасы және қауіпсіздігі» кафедрасының докторанты, «Алматы технологиялық университеті» АҚ, Алматы қ., 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, Алматы қ., Қазақстан; e-mail: ulbala_84@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6290-0528>.

Асель Кыргызбаевна Токтабаева – х.ғ.к., әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, органикалық заттар, табиғи қосылыстар мен полимерлер химиясы және технологиясы кафедрасының доценті, Алматы, Қазақстан; e-mail: Asel.Toktabayeva@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1313-8696>.

Райхан Кулымбетовна Рахметуллаева – х.ғ.к., әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, органикалық заттар, табиғи қосылыстар мен полимерлер химиясы және технологиясы кафедрасының доценті, Алматы, Қазақстан; e-mail: Raikhan.rakhmetullayeva@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1002-2046>.

Шолпан Сапаровна Аманова – PhD, «Тағам өнімдерінің қауіпсіздігі және сапасы» кафедрасының ассистент-профессоры, «Алматы технологиялық университеті» АҚ, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: amanova_sh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5560-5144>.

Сведения об авторах

Сағыныш Ерболатқызы Аман* – докторант кафедры «Качество и безопасность пищевых продуктов», АО «Алматинский технологический университет», г. Алматы, 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», АО «Алматинский технологический университет», г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: ulbala_84@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6290-0528>.

Асель Кыргызбаевна Токтабаева – к.х.н., КазНУ им. аль-Фараби, доцент кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров, Алматы, Казахстан; e-mail: Asel.Toktabayeva@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1313-8696>.

Райхан Кулымбетовна Рахметуллаева – к.х.н., КазНУ им. аль-Фараби, доцент кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров, Алматы, Казахстан; e-mail: Raikhan.rakhmetullayeva@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1002-2046>.

Шолпан Сапаровна Аманова – PhD, ассистент-профессор кафедры «Безопасность и качество пищевых продуктов», АО «Алматинский технологический университет», г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: amanova_sh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5560-5144>.

Information about the authors

Sagynysh Erbolatkyzy Aman* – PhD student at the Department of «Food Product Quality and Safety», JSC «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», JSC «Almaty Technological University», Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: ulbala_84@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6290-0528>.

Asel Kyrgyzbayeva Toktabayeva – Ph.D, Associate Professor, Department of Chemistry and Technology of Organic Substances, Natural Compounds and Polymers, Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: Asel.Toktabayeva@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1313-8696>.

Raykhan Kulymbetovna Rakhmetullayeva – Ph.D., Associate Professor, Department of Chemistry and Technology of Organic Substances, Natural Compounds and Polymers, Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: Raikhan.rakhmetullayeva@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1002-2046>.

Sholpan Saparovna Amanova – PhD, Assistant Professor, Department of Food Safety and Quality, Almaty Technological University JSC, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: amanova_sh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5560-5144>.

Редакцияға енуі 17.09.2025

Өңдеуден кейін түсуі 21.10.2025

Жариялауға қабылданды 24.10.2025