

AYTƏN MƏMMƏDLİ
Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti
Magistrant
aytan.memmedli9@gmail.com
İstiqlaliyyət küç., 6 Bakı

**QIDA MÜHAFİZƏSİNDƏ BIOAKTİV QABLAŞDIRMA
MATERİALLARININ TƏTBİQİ: TEXNOLOJİ İNNOVASİYALAR VƏ
MÜHƏNDİSLİK YANAŞMALARI**

Xülasə

Son illərdə qida məhsullarının qorunması və təhlükəsizliyinin təmin olunması üçün innovativ yanaşmalara maraq əhəmiyyətli dərəcədə artmışdır. Qlobal qida təchizat zəncirlərinin mürəkkəbləşməsi, istehlakçı tələblərinin yüksəlməsi və təhlükəsizlik standartlarının sərtləşməsi ənənəvi qoruma üsullarının təkbaşına kifayət etmədiyini göstərmişdir. Bu kontekstdə bioaktiv qablaşdırma materialları qida məhsullarının saxlanma müddətini uzatmaq, mikrobioloji riskləri azaltmaq və ekoloji davamlı istehsal sistemlərinin inkişafını dəstəkləmək baxımından perspektivli texnoloji həll kimi ortaya çıxmışdır. Bioaktiv qablaşdırma sistemləri xüsusi olaraq qida səthləri ilə qarşılıqlı təsir göstərmək və xarab olma proseslərini tənzimləmək üçün hazırlanır. Bu materialların tərkibinə antimikrob, antioksidant və fermentativ tənzimləyici komponentlər daxil edilir. Beləliklə, bioaktiv qablaşdırma yalnız fiziki qoruyucu rol oynamır, həm də məhsulun biokimyəvi və mikrobioloji dəyişikliklərinə təsir edərək onun xarab olmasını ləngidir.

Bu məqalə bioaktiv qablaşdırmanın nəzəri əsaslarını geniş şəkildə araşdırır və müasir texnoloji yeniliklər, eləcə də mühəndislik yanaşmalarını əhatə edir. Eyni zamanda, sahədəki mövcud elmi nailiyyətləri qiymətləndirir, əsas çağırışları və məhdudiyyətləri təqdim edir və davamlı, funksional qida qablaşdırma texnologiyalarının növbəti nəsli üçün gələcək tədqiqat istiqamətlərini müəyyənləşdirir.

Açar sözlər: Bioaktiv Qablaşdırma, Qida Məhsullarının Saxlanması, Texnoloji İnnovasiyalar, Funksional qablaşdırma sistemləri, Qida Təhlükəsizliyi

GİRİŞ.

Müasir dövrdə qida məhsullarının təhlükəsiz saxlanması və key-fiyyətinin qorunması texnoloji, iqtisadi, ekoloji və sosial aspektləri özündə birləşdirən mürəkkəb və çoxşaxəli bir problem kimi çıxış edir. Qlobal qida təchizat zənciri getdikcə daha mürəkkəbləşir və istehlakçıların məhsulların təzəliyi, təhlükəsizliyi və davamlılığı ilə bağlı gözləntiləri əhəmiyyətli dərəcədə artmışdır. Qida

sənayesində iqtisadi itkilərin əsas səbəblərindən biri mikrobioloji çirklənmə, oksidləşmə nəticəsində baş verən keyfiyyət dəyişiklikləri və fermentativ parçalanma prosesləridir. Bu problemlər xüsusilə təzə, minimal emal olunmuş və yarımfabrikat məhsullarda daha qabarıq şəkildə müşahidə olunur. Ənənəvi qablaşdırma materialları – məsələn, polietilen və polipropilen – əsasən passiv fiziki maneə rolunu oynayır. Onlar məhsulu xarici mühitin təsirlərindən qorusa da, qida ilə qarşılıqlı təsir göstərərək onun keyfiyyətinin aktiv şəkildə qorunmasına və ya yaxşılaşdırılmasına xidmət etmir. Bunun əksinə olaraq, bioaktiv qablaşdırma bu məhdudiyətləri aradan qaldıran və qida məhsulu ilə aktiv qarşılıqlı əlaqə quraraq onun keyfiyyətinin qorunmasına yönəlmiş mühüm texnoloji yenilik kimi qiymətləndirilir. Bu cür sistemlər mikroorqanizmlərin inkişafını məhdudlaşdırmaq, lipid oksidləşməsini azaltmaq, fermentativ prosesləri tənzimləmək və daha inkişaf etmiş formalarında məhsulun vəziyyəti haqqında istehlakçılara real vaxt rejimində məlumat vermək məqsədi ilə hazırlanır. Bitki mənşəli ekstraktlar, efir yağları, biopolimerlər və müxtəlif antioksidantlar kimi təbii bioaktiv maddələrin qablaşdırma sistemlərinə daxil edilməsi məhsulların saxlanma müddətinin uzadılmasında və onların sensor, qida dəyəri və mikrobioloji keyfiyyətinin qorunmasında yüksək effektivlik göstərmişdir. Material mühəndisliyi baxımından bioaktiv qablaşdırmanın hazırlanması polimer matrislərinin seçimi, əlavə maddələrlə uyğunluq və aktiv komponentlərin idarə olunan şəkildə buraxılması mexanizmlərinin düzgün qurulmasını tələb edir. Bu məqsədlə nano- və mikroenkapsulyasiya texnologiyaları, liposomal sistemlər və emulsiya əsaslı daşıyıcı strukturlar kimi qabaqcıl üsullardan istifadə olunur ki, bu da bioaktiv maddələrin tədricən və davamlı şəkildə sərbəst buraxılmasını təmin edir [1,160]. Bu üsullar məhsulun saxlanma müddəti ərzində antimikrob, antioksidant və fermentativ tənzimləyici təsirlərin davamlı şəkildə qorunmasını təmin edir. Nəticədə qida məhsullarında xarab olma prosesləri gecikdirilir və onların keyfiyyəti daha uzun müddət saxlanılır. Bundan əlavə, bioaktiv qablaşdırma texnologiyalarının ağıllı və intellektual sistemlərlə inteqrasiyası qablaşdırmaya yeni funksional imkanlar qazandırmışdır. Qablaşdırmaya yerləşdirilən sensorlar və indikatorlar temperatur, pH səviyyəsi və mikrobioloji aktivlik kimi mühit göstəricilərini izləyə bilir və bu barədə həm istehsalçılara, həm də istehlakçılara faydalı məlumat təqdim edir. Bu cür yeniliklər qida elmi, nanotexnologiya, polimer mühəndisliyi və davamlı dizayn prinsiplərinin birləşməsini əks etdirir. Nəticədə qida məhsullarının qorunması üçün təhlükəsizlik, səmərəlilik və ekoloji məsuliyyət tələblərinə cavab verən daha kompleks və müasir yanaşma formalaşır.

Bu məqalənin əsas məqsədi bioaktiv qablaşdırma texnologiyalarını hərtərəfli şəkildə araşdırmaqdır. Tədqiqat çərçivəsində bu sahənin nəzəri əsasları, material mühəndisliyi strategiyaları və sənaye tətbiqləri geniş şəkildə təhlil olunur. Mövcud elmi araşdırmaların nəticələrinin, texnoloji yeniliklərin və qarşıya çıxan problemlərin ümumiləşdirilməsi vasitəsilə bioaktiv qablaşdırmanın qida

təhlükəsizliyinin artırılması, məhsulların saxlanma müddətinin uzadılması və davamlı istehsal-istehlak modelinin dəstəklənməsi baxımından gələcək perspektivləri müəyyənləşdirilir[3,49].

Metodologiya

Bu tədqiqat bioaktiv qablaşdırma materialları ilə bağlı müasir elmi ədəbiyyatın sistemli və əhatəli təhlilinə əsaslanır. Son on il ərzində dərc olunmuş elmi məqalələr diqqətlə araşdırılmış, onların funksional xüsusiyyətləri, texnoloji yenilikləri və praktik tətbiq sahələri nəzərə alınaraq kateqoriyalara bölünmüş və daha sonra strukturlaşdırılmış müqayisəli yanaşma vasitəsilə təhlil edilmişdir. Tətbiq olunan metodologiya obyektivlik və elmi dəqiqliyə üstünlük verərək mövcud məlumatların tənqidi və qərəzsiz şəkildə ümumiləşdirilməsinə imkan yaradır. Müxtəlif tədqiqatların nəticələrinin bir araya gətirilməsi bioaktiv qablaşdırma sahəsində son illərdə baş verən tendensiyaların və texnoloji inkişafın müəyyənləşdirilməsinə, həmçinin mövcud bilik boşluqlarının və gələcək tədqiqat istiqamətlərinin üzə çıxarılmasına şərait yaradır. Bu yanaşma bioaktiv materialların qida məhsullarının qorunmasına necə töhfə verdiyini daha geniş və dərin şəkildə anlamağa, eyni zamanda sənayedə innovasiya və davamlılığın inkişafını dəstəkləməyə imkan verir.

Bioaktiv Qablaşdırmanın Mahiyyəti və Funksiyaları.

Bioaktiv qablaşdırma anlayışı qida məhsullarının keyfiyyətini və təhlükəsizliyini artırmaq məqsədilə qablaşdırma materiallarının tərkibinə müxtəlif bioaktiv maddələrin daxil edilməsi prinsipinə əsaslanır. Ənənəvi qablaşdırma sistemləri əsasən qidanı xarici təsirlərdən qoruyan passiv rol oynadığı halda, bioaktiv qablaşdırma qida ilə qarşılıqlı təsir göstərərək onun saxlanma müddətinin uzadılmasına və keyfiyyət göstəricilərinin qorunmasına kömək edir. Bu tip qablaşdırma materiallarının əsas funksional xüsusiyyətləri aşağıdakılardır:-
1. Antimikrob təsir. Bioaktiv qablaşdırma materialları patogen və xarəbedici mikroorqanizmlərin inkişafını məhdudlaşdırmaq qabiliyyətinə malikdir. Bu xüsusiyyət qida məhsullarında mikrobioloji çirklənmə riskini azaltmağa və məhsulun təhlükəsizliyini saxlamağa imkan verir.
2. Antioksidant təsir. Tərkibində antioksidant komponentlər olan qablaşdırma materialları lipidlərin oksidləşmə prosesini zəiflətməyə və sərbəst radikalların əmələ gəlməsini azaltmağa kömək edir. Nəticədə qidanın qida dəyəri və sensor keyfiyyət göstəriciləri daha uzun müddət stabil qalır.

3. Qidanın əsas komponentlərinin qorunması. Bioaktiv qablaşdırma qida məhsullarının rəng, dad və aroma kimi mühüm sensor xüsusiyyətlərinin saxlanmasına müsbət təsir göstərir. Bu isə məhsulun saxlanma müddəti ərzində istehlakçı üçün cəlbədiç xüsusiyyətlərini qoruyub saxlamasına imkan yaradır.
4. Mənaə xüsusiyyətlərinin gücləndirilməsi. Bu qablaşdırma sistemi oksigenin, rütubətin və uçucu maddələrin qida ilə ətraf mühit arasında mübadiləsini tənzimləyə bilir. Beləliklə, kimyəvi və mikrobioloji xarə olma proseslərinin

sürəti azalır.5. Qida təhlükəsizliyinin artırılması. Mikroorqanizmlərin inkişafının məhdudlaşdırılması və xarab olma proseslərinin ləngidilməsi sayəsində bioaktiv qablaşdırma qida məhsullarının saxlanma müddətini uzadır və onların təhlükəsiz istehlakını təmin edir.Nəticə etibarilə, bioaktiv qablaşdırma yalnız qoruyucu vasitə kimi deyil, həm də qida məhsullarının struktur, sensor və mikrobioloji xüsusiyyətlərinin saxlanmasına xidmət edən aktiv sistem kimi qiymətləndirilə bilər. Bu yanaşma müasir qida texnologiyalarında məhsulların daha effektiv qorunması üçün innovativ həll hesab olunur.

Qablaşdırmada Texnoloji İnkişaf.

Bioaktiv qablaşdırma sahəsində əldə olunan texnoloji yeniliklər qablaşdırma materiallarının funksional xüsusiyyətlərinin artırılmasına və qida məhsullarının təhlükəsizliyinin təmin olunmasına yönəldilmişdir. Bu istiqamətdə xüsusilə nanotexnologiyanın tətbiqi qablaşdırma materiallarının fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırır. Nanohissəciklərin əlavə edilməsi materialın maneə xüsusiyyətlərini gücləndirərək oksigen və rütubətin keçməsinə məhdudlaşdırır və bununla da mikroorqanizmlərin inkişafını ləngidir. Məsələn, nanokompozit əsaslı qablaşdırma filmlərinin istifadəsi oksigen və su buxarına qarşı müqaviməti təxminən 20–50% artıraraq tez xarab olan qida məhsullarının saxlanma müddətini uzada bilər.Bioaktiv maddələrin qorunması və onların effektiv fəaliyyətinin təmin edilməsi üçün mikroenkapsulyasiya texnologiyası da geniş tətbiq olunur. Bu üsul bioaktiv komponentləri istilik, oksigen və işıq kimi xarici amillərin təsirindən qoruyur və onların qablaşdırma materialı daxilində tədricən və nəzarətli şəkildə sərbəst buraxılmasına imkan yaradır. Bundan əlavə, çoxqatlı biokompozit filmlərdə antimikrob və antioksidant maddələrin müxtəlif qatlarda yerləşdirilməsi materialın həm mexaniki dayanıqlığını artırır, həm də funksional təsirini gücləndirir. Müasir yanaşmalardan biri də bioaktiv qablaşdırmanın ağıllı indikator sistemləri ilə inteqrasiyasıdır. pH sensorları, qaz detektorları və təzəlik göstəriciləri kimi indikatorlar məhsulun keyfiyyəti haqqında real vaxt rejimində məlumat əldə etməyə imkan verən ağıllı qablaşdırma sistemlərinin yaradılmasına şərait yaradır. Bu texnologiyaların effektiv tətbiqi mühəndislik yanaşmalarından da əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Material mühəndisliyi sahəsində əsas diqqət biopolimerlərin mexaniki, istilik və maneə xüsusiyyətlərinin optimallaşdırılmasına, həmçinin bioaktiv komponentlərin material matrisi daxilində bərabər və stabil paylanmasına yönəldilir. Proses mühəndisliyi isə ekstruziya və tökmə proseslərinin temperatur və təzyiq parametrlərinin düzgün tənzimlənməsini təmin etməklə homojen film strukturlarının alınmasına və bioaktiv maddələrin fəaliyyət qabiliyyətinin qorunmasına xidmət edir. Bununla yanaşı, təhlükəsizlik və toksikoloji qiymətləndirmə də mühüm mərhələ hesab olunur. Bu qiymətləndirmələr bioaktiv maddələrin qida məhsullarına mümkün miqrasiyasının nəzarətdə saxlanılmasını və beynəlxalq tənzimləyici qurumların müəyyən etdiyi standartlara uyğunluğun təmin edilməsini əhatə

edir. Beləliklə, müasir texnoloji və mühəndislik yanaşmaları bioaktiv qablaşdırmanın qida məhsullarının qorunmasında təhlükəsiz və effektiv şəkildə tətbiq olunmasına mühüm töhfə verir və qida sənayesində innovativ qoruma strategiyalarının inkişafına şərait yaradır.

Müzakirə.

Bioaktiv qablaşdırma sistemlərinin tətbiqi qida məhsullarının saxlanma müddətinin uzadılması və təhlükəsizliyinin artırılması baxımından böyük potensiala malikdir. Bununla belə, bu texnologiyanın geniş tətbiqi zamanı nəzərə alınmalı olan müəyyən məhdudiyyətlər də mövcuddur.

1. Bioaktiv maddələrin miqrasiyası. Qablaşdırma materialının tərkibində olan bioaktiv komponentlərin qida mühitinə keçmə ehtimalı müəyyən təhlükəsizlik məsələləri yarada bilər. Buna görə də bu maddələrin qidaya miqrasiyası diqqətlə araşdırılmalı və onların istifadəsi mövcud normativ və tənzimləyici standartlara uyğun şəkildə qiymətləndirilməlidir.

2. Temperatur həssaslığı. Bir çox bioaktiv maddələr yüksək temperaturun təsiri altında öz funksional xüsusiyyətlərini itirə bilər. Bu isə qablaşdırma materiallarının istehsalı, sterilizasiyası və saxlanması proseslərində müəyyən texnoloji çətinliklərin yaranmasına səbəb olur.

3. İqtisadi amillər. Bioaktiv qablaşdırma materiallarının istehsalı, xüsusilə biopolimerlərin və bioaktiv əlavələrin istifadəsi səbəbindən, ənənəvi plastik qablaşdırma ilə müqayisədə daha yüksək maliyyət tələb edir. Bu amil texnologiyanın sənaye miqyasında geniş tətbiqini müəyyən dərəcədə məhdudlaşdırma bilər.

4. Gələcək inkişaf istiqamətləri. Bioaktiv qablaşdırma sahəsinin gələcək inkişafı əsasən nanotexnologiyanın tətbiqi, ağıllı və intellektual qablaşdırma sistemlərinin yaradılması, eləcə də ekoloji cəhətdən davamlı biopolimer materiallarının hazırlanması ilə bağlıdır. Bu istiqamətlər qida qablaşdırmasının növbəti nəsil texnologiyalarının formalaşmasında mühüm rol oynayacaqdır.

Nəticə olaraq, bioaktiv qablaşdırma qida məhsullarının qorunması və təhlükəsizliyinin təmin olunması üçün çoxfunksiyalı və innovativ yanaşma təqdim edir. Bununla belə, mövcud məhdudiyyətlərin aradan qaldırılması üçün materialların optimallaşdırılması, istehsal xərclərinin azaldılması və yeni texnoloji həllərin tətbiqi vacib hesab olunur. Bu istiqamətdə aparılan tədqiqatlar bioaktiv qablaşdırmanın gələcəkdə qida sənayesində daha geniş tətbiqinə şərait yaradacaqdır.

Mövcud Çətinliklər və Gələcək İnkişaf Perspektivləri.

Bioaktiv qablaşdırma texnologiyaları qida sənayesində böyük potensiala malik olsa da, onların geniş miqyasda tətbiqini məhdudlaşdıran bir sıra problemlər mövcuddur. Bu problemlərdən ən mühümlərindən biri qablaşdırma materialının tərkibində olan bioaktiv maddələrin qida məhsullarına miqrasiya etmə ehtimalıdır. Belə hallarda qida təhlükəsizliyi və toksikoloji risklər diqqətlə qiymətləndirilməli və müvafiq normativ tələblərə uyğunluq təmin edilməlidir.

Digər mühüm məhdudiyyətlərdən biri bioaktiv qablaşdırma materiallarının istehsal xərclərinin nisbətən yüksək olmasıdır. Xüsusilə biopolimerlərin və bioaktiv əlavələrin istifadəsi ənənəvi plastik qablaşdırma ilə müqayisədə daha çox maliyyə tələb edir. Bundan əlavə, bir sıra bioaktiv komponentlərin yüksək temperatur və digər emal şəraitlərinə qarşı həssas olması istehsal prosesində texnoloji çətinliklər yarada bilər. Nanomaterialların tətbiqi isə əlavə təhlükəsizlik və toksikoloji qiymətləndirmələrin aparılmasını tələb edir. Eyni zamanda bu sahə üzrə tam formalaşmış beynəlxalq sənaye standartlarının olmaması da texnologiyanın geniş tətbiqinə müəyyən maneələr yaradır. Gələcək perspektivlər baxımından bioaktiv qablaşdırma texnologiyalarının inkişafı bir neçə əsas istiqamətdə davam edəcəyi gözlənilir. Bu istiqamətlərə ekoloji cəhətdən davamlı və bioloji parçalana bilən polimerlərin hazırlanması, bioaktiv qablaşdırmanın ağıllı indikator sistemləri ilə inteqrasiyası, təhlükəsiz nanostrukturların layihələndirilməsi, istehsal xərclərinin azaldılması və elmi-tədqiqat müəssisələri ilə sənaye sektorunun əməkdaşlığının gücləndirilməsi daxildir. Bu yanaşmalar innovativ qablaşdırma texnologiyalarının daha sürətli kommersiyalaşdırılmasına şərait yarada bilər.

Bioaktiv qablaşdırmanın inkişafı üzrə tövsiyələr.

Bioaktiv qablaşdırma sistemlərinin təhlükəsiz və effektiv inkişafını təmin etmək üçün bir sıra strateji tədbirlərin həyata keçirilməsi vacib hesab olunur. İlk növbədə bioaktiv maddələrin təhlükəsizliyinin təsdiqlənməsi məqsədilə geniş miqyaslı toksikoloji tədqiqatların aparılması zəruridir. Bu cür araşdırmalar qablaşdırma materiallarının qida məhsulları ilə qarşılıqlı təsirini daha dəqiq qiymətləndirməyə imkan verir.

Eyni zamanda istehsal proseslərinin optimallaşdırılması da mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Aşağı temperatur şəraitində emal texnologiyalarının tətbiqi və komponentlərin homogen paylanması təmin edilməsi bioaktiv maddələrin sabitliyini qorumağa və son məhsulun keyfiyyətini artırmağa kömək edir.

Bundan əlavə, beynəlxalq standartların hazırlanması və iqtisadi cəhətdən daha əlverişli biopolimer materiallarının inkişafı bu texnologiyanın sənaye miqyasında tətbiqini sürətləndirə bilər. İstehlakçıların məlumatlandırılması və laboratoriya səviyyəsində əldə olunan elmi nəticələrin sənaye istehsalına transferinin sürətləndirilməsi də bioaktiv qablaşdırmanın geniş tətbiqinə müsbət təsir göstərən amillər sırasındadır.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Abekoon, T.; Buthpitiya, B.L.S.K.; Sajindra, H.; Samarakoon, E.R.J.; Jayakody, J.A.D.C.A.; Kantamaneni, K.; Rathnayake, U. A Comprehensive Review to Evaluate the Synergy of Intelligent Food Packaging with Modern Food Technology and Artificial Intelligence Field. *Discov. Sustain.* **2024**, *5*, 160.
2. Ahmed, M. W., Haque, M. A., Mohibullah, M., Khan, M. S. I., Islam, M. A., Mondal, M. H. T., & Ahmmed, R. (2022). A review on active packaging for

quality and safety of foods: Current trends, applications, prospects and challenges. *Food Packaging and Shelf Life*, 33, Article 100913. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100913>

3. Arfelli, F.; Roguszewska, M.; Torta, G.; Iurlo, M.; Cespi, D.; Ciacci, L.; Passarini, F. Environmental Impacts of Food Packaging: Is It All a Matter of Raw Materials? *Sustain. Prod. Consum.* 2024, 49, 318–328.

4. D’Almeida, A.P.; de Albuquerque, T.L. Coconut Husk Valorization: Innovations in Bioproducts and Environmental Sustainability. *Biomass Convers. Bioref.* 2024.

5. Das, P.P.; Prathapan, R.; Ng, K.W. Advances in Biomaterials Based Food Packaging Systems: Current Status and the Way Forward. *Biomater. Adv.* 2024, 164, 213988.

Aytan Mammadli

Application of Bioactive Packaging Materials in Food Preservation: Technological Innovations and Engineering Approaches

Summary

In recent years, scientific interest in innovative strategies for ensuring food protection has grown markedly. The increasingly complex structure of global food supply chains, coupled with rising consumer expectations and more stringent safety regulations, has prompted the food industry to move beyond traditional preservation methods. Within this evolving landscape, bioactive packaging materials have emerged as a promising technological solution capable of extending the shelf life of food products, reducing microbiological risks, and supporting the development of environmentally sustainable production systems. Bioactive packaging systems are specifically engineered to interact with food surfaces and modulate deterioration pathways by incorporating antimicrobial, antioxidant, and enzymatic regulatory components into their structure. These functional materials not only serve as physical barriers but also actively intervene in biochemical and microbiological processes that contribute to spoilage.

This article offers a comprehensive examination of the theoretical underpinnings of bioactive packaging, alongside an in-depth analysis of contemporary technological innovations and engineering methodologies. It further reviews current scientific advances in the field, evaluates existing challenges and limitations, and outlines future research directions that may shape the next generation of sustainable, functional food-packaging technologies.

Keywords: Bioactive Packaging, Food Preservation, Technological Innovations, Functional packaging systems, Food Safety

Айтен Мамедли

**ПРИМЕНЕНИЕ БИОАКТИВНЫХ УПАКОВОЧНЫХ
МАТЕРИАЛОВ В СОХРАНЕНИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ:
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ И ИНЖЕНЕРНЫЕ
ПОДХОДЫ**

Резюме

В последние годы интерес к инновационным подходам в обеспечении сохранности и безопасности пищевых продуктов значительно возрос. Усложнение глобальных цепочек поставок продуктов питания, рост требований потребителей и ужесточение стандартов безопасности показали, что традиционные методы консервирования уже не обеспечивают достаточную защиту. В этом контексте биоактивные упаковочные материалы проявляют себя как перспективное технологическое решение, способное увеличивать срок годности продуктов, снижать микробиологические риски и поддерживать развитие экологически устойчивых производственных систем. Биоактивные упаковочные системы специально разрабатываются для взаимодействия с поверхностью продуктов и регулирования процессов их порчи. В состав таких материалов включаются антимикробные, антиоксидантные и ферментативные регулирующие компоненты. Таким образом, биоактивная упаковка выполняет не только физическую защитную функцию, но и активно вмешивается в биохимические и микробиологические процессы, замедляя порчу продукта. Данная статья подробно рассматривает теоретические основы биоактивной упаковки, а также современные технологические инновации и инженерные подходы. Кроме того, анализируются текущие научные достижения в этой области, выявляются основные проблемы и ограничения, а также определяются направления будущих исследований, способные сформировать следующее поколение устойчивых и функциональных технологий упаковки пищевых продуктов.

Ключевые слова: Биоактивная упаковка, Сохранность пищевых продуктов, Технологические инновации, Функциональные системы упаковки, Безопасность пищевых продуктов

Redaksiyaya daxil olma tarixi: 21.01.2026

Çapa qəbul olunma tarixi: 18.04.2026.

**Rəyçi: Qədimova Nətavan Səfər , dosent
tərəfindən çapa tövsiyə ol unmuşdur**