

А. Ш. Закирова, З. А. Канарская, С. К. Зарипова,
А. В. Канарский

ВЛИЯНИЕ БИОПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ НА МИКРОФЛОРУ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЛУБНИКИ И МАЛИНЫ

Ключевые слова: биополимеры, покрытия, клубника и малина, органолептические свойства, микрофлора.

Проведен обзор публикаций по применению покрытий фруктов и ягод с целью сохранения их потребительских свойств. Нашими исследованиями установлено, что биополимерные пленки способствуют сохранению органолептических свойств свежих ягод клубники и малины. Показано, что покрытие ягод биополимерными пленками угнетают рост естественной микрофлоры, представителями, которых являются стрептококки, коринебактерии и дрожжи. Под биополимерными покрытиями мицелиальные грибы р. Мисор не обнаружены, что позволяет сделать вывод о фунгицидной активности и барьерных свойствах биополимерных пленок по отношению к мицелиальным грибам.

Keywords: biopolymers, coatings, strawberry and raspberry, organoleptic properties, bacterial population.

A review of publications on the application of coatings of fruits and berries in order to maintain consumer properties were analyzed. Our research has shown that biopolymer films perpetuate the organoleptic properties of fresh strawberries and raspberries. It is shown that the coating of berries biopolymeric films inhibit the growth of natural microflora, representatives of which are streptococci, Corynebacterium and yeast. Under biopolymeric coatings filamentous fungi g. Mucor not found, it can be concluded on the fungicidal activity and barrier properties of biopolymer films to the filamentous fungi.

Актуальность. Фрукты и ягоды являются скоропортящимся сельскохозяйственным сырьем. Для увеличения срока хранения фруктов и ягод используют различные физические и химические методы дезинфекции, а так же замораживание [1, 2].

Наиболее важные факторы, влияющие на срок хранения фруктов - температура хранения и поддержание естественной атмосферы продукта. Коэффициент дыхания, состав естественной атмосферы зависят от разновидности фрукта и его зрелости при нарезке [3].

Для увеличения срока хранения и уменьшения коэффициента потемнения свежие нарезанные фрукты обрабатывают съедобными покрытиями, которые служат барьером потери влаги и газообмена [3].

В работе [4] изучена взаимосвязь между созреванием цитрусовых фруктов и развитием микроорганизмов при хранении. Основные виды микроорганизмов вызывающие гниение плодов *Penicillium digitatum*, *P.italicum*, *Alternaria citri*, *Diplodia natalensis*, *Fusarium spp.* по-разному проявляют себя в зависимости от воскового покрытия цитрусовых. Установлено, что восковое покрытие, содержащее полиэтилен, снижает поражение плодов микроорганизмами.

Исследования влияния съедобной упаковки из сывороточного протеина и пчелиного воска на срок хранения свеженарезанных яблок описано в работе [5]. Наилучшие результаты получены при покрытии нарезанных яблок биопленкой, в состав которой входили 16 % протеина и 20 % воска. Установлено, что биопленка такого состава уменьшает ферментативное потемнение нарезанных яблок.

В работе [6] изучалось влияние покрытия состоящего из цистеина, аскорбиновой кислоты и лактата кальция на свеженарезанные груши. Фрукты обрабатывали в течение 5 минут заданным составом растворов, затем подсушивали и хранили при 0 °С в течение 10 дней. Визуальную оценку внешнего вида фруктов по десятибалльной шкале. В период всего срока хранения контролировали количество цистеина, аскорбиновой кислоты, лактата кальция как в обработанных раствором образцах фруктов, так и в контрольных образцах фруктов. Результаты исследований показали, что количество цистеина и аскорбиновой кислоты после обработки фруктов резко увеличивается. Однако после трех дней хранения на воздухе при температуре 0 °С количество цистеина и аскорбиновой кислоты снизилось до уровня содержания в контрольном образце. Количество лактата кальция в обработанном образце по сравнению с контрольным существенно не отличается, только после 10 дней хранения наблюдается увеличение количества лактата кальция в обработанном образце. Для увеличения срока хранения и предотвращения ферментативного потемнения плодов груши все компоненты рекомендованы как натуральные вещества. Был проведен опрос среди покупателей, после 10 дней хранения на воздухе при температуре 0 °С обработанных плодов груши, 82 % респондентов отметили хороший внешний вид и 70 % - хорошие вкусовые качества фруктов.

В работе [7] исследовали свеженарезанные яблоко и картофель. Плоды покрывали казеинатом кальция и сывороточным белком. Для получения пленок с хорошими механическими свойствами в качестве матрицы добавляли

карбоксиметилцеллюлозу. Результаты показали, что сывороточный белок обладает лучшими антиоксидантными свойствами по сравнению с казеинатом кальция. Объясняется это присутствием лактозы (14 %), которая и увеличивает антиоксидантную активность и служит барьером от кислорода. Антиоксидантные свойства образцов с добавлением карбоксиметилцеллюлозы увеличились на 43 % для пленок из казеината кальция и на 20 % для пленок из сывороточного белка. Пленочные покрытия на основе молочных белков можно использовать в качестве натуральных антиоксидантов для замедления процесса ферментативного потемнения.

Для покрытия свеженарезанных яблок использовали три разных состава: на основе каррагенана, концентрата сывороточного белка и антиоксидантных веществ [8]. В состав вводили карбоксиметилцеллюлозу в качестве матрицы, для пластификации вводили полиэтиленгликоль и глицерин. Свеженарезанные яблоки обволакивали в растворе и хранили при температуре 3 °C в течение двух недель. Провели визуальную оценку твердости, внешнего вида, вкуса яблок по девятибалльной шкале. Провели микробиологический анализ. Результаты исследований показали, что обработка свеженарезанных яблок заданным составом пленок привела к уменьшению показателя ферментативного потемнения по сравнению с контролем, свеженарезанные яблоки без покрытия. Обработка хлоридом кальция значительно замедляла процесс размягчения плодов, потерю твердости. Микробиологические исследования также дали положительный результат - наблюдалось уменьшение развития мезофильных и психрофильных микроорганизмов в течение двух недель. Покрытия, в составе которых с основными компонентами есть антибраунинговые вещества, увеличивают срок хранения свеженарезанных яблок и сохраняют цвет продукта в течение двух недель.

Обработка свеженарезанных яблок съедобным покрытием на основе альгината и геллана, полисахарид, полученный микробиологическим синтезом, благоприятно повлияло на срок хранения плодов [9]. Для сшивания углеводного полимера использовали раствор хлорид кальция. N – ацетил-цистеина добавили в качестве антиоксиданта. Исследовали проницаемость кислорода, изменение цвета, текстуру плодов и провели микробиологический анализ. Концентрация кислорода и углекислого газа в лотках с оболочкой и без оболочки яблок существенно не различалась. Цвет яблок сохранился в течение всего времени хранения. Микробиологические исследования показали, что съедобная упаковка увеличивает срок хранения яблок до двух недель по сравнению с контрольным образцом.

Колониеобразующая единица мезофильных и психрофильных микроорганизмов уменьшилась на 3,5 log КОЕ/г по сравнению с естественной микрофлорой яблок.

Для покрытия фруктов изучалась возможность применения биопленок на основе

крахмала [11, 12]. Изучалась микроструктура и проницаемость пленок. В качестве пластификатора использовали глицерин и сорбитол. С целью уменьшения гидрофобности добавили подсолнечное масло. Показания газопроницаемости и водопроницаемости были ниже у пленок из высокоамилозного крахмала по сравнению с пленками из обычного кукурузного крахмала. Отмечается низкая водопроницаемость пленок из высокоамилозного крахмала с добавлением сорбитола и липидов. Глицерин снижает газопроницаемость пленок. Исследование микроструктуры показало, что пленки с добавками (пластификатор, липиды) имеют менее аморфную кристаллическую структуру, чем пленки без добавок. Авторы считают, что глицерин и сорбит совместно с амилозой улучшают механические свойства пленок.

В работе [13] исследован водный китайский каштан. Каштан предварительно дезинфицировали раствором NaClO, далее обрабатывали раствором с разной концентрацией хитозана. Определяли концентрацию фенольных соединений, количество аскорбиновой кислоты, визуально оценивали изменение цвета, вкусовых качеств каштана. После трех дней хранения при температуре 4 °C наблюдали изменение окраски каштана, а на шестой день хранения интенсивность окраски увеличилась на всех образцах каштана. Тем не менее, каштан, покрытый хитозаном, имел меньший коэффициент браунинга, характеризующий степень окисления, и с увеличением содержания хитозана на поверхности каштана этот показатель уменьшался. Обработка свеженарезанного каштана хитозаном сохраняла вкусовые качества каштана и предотвращала поражение микроорганизмами по сравнению с контролем, что способствовало увеличению срока хранения продукта.

Влияние антиоксидантных веществ на биохимические изменения ананаса изучили в работе [14]. Плоды ананаса первоначально обрабатывали раствором хлора для дезинфекции, высушивали. Свеженарезанный ананас обрабатывали антиоксидантами: аскорбиновая кислота, изоаскорбиновая кислота, N-ацетил-цистеин.

Обработанные фрукты хранили при 10 °C в течение 14 дней. В исследуемых образцах определяли количество сахаров (глюкоза, фруктоза, сахароза), фенольных соединений, аскорбиновой кислоты. Результаты показывают, что обработка свеженарезанного ананаса аскорбиновой и изоаскорбиновой кислотами замедляет распад сахара и витамина C по сравнению с применением N-ацетил-цистеина.

Обработка антиоксидантными веществами увеличивает срок хранения свеженарезанного ананаса. Если срок хранения контрольных образцов 9 дней, то у обработанных N-ацетил-цистеином, аскорбиновой кислотой, изоаскорбиновой кислотой фруктов 13, 15, 16 дней соответственно.

В работе [15] исследовали влияние хитозановых и олигохитозановых пленок на рост фитопатогенных грибов на фруктах. Для исследований использовали плоды зрелой груши. Здоровые плоды дезинфицировали в растворе гипохлорита натрия, затем промыли проточной водой и высушили на воздухе. Плоды надрезали стерильным ножом. В каждый надрез вводили по 15 мкл раствора, содержащего 1×10^4 мл спор грибов рода *A. kikuchiana* или *P. piricola*. Спустя два часа в каждый надрез добавили по 15 мкл раствора хитозана или олигохитозана с разными концентрациями, контрольный образец после инфицирования промыли дистиллированной водой. Образцы плодов хранили при влажности воздуха 95 % и температуре 25 °C. Результаты экспериментов показали, что хитозан и олигохитозан замедляют прорастание спор и рост мицелий грибов по сравнению с контролем. Окислительно-восстановительные ферменты пероксидаза и полифенолоксидаза активируются при использовании хитозана. Олигохитозан и хитозан рекомендуются к использованию как природные фунгициды для покрытия фруктов и предотвращения в них физиологических и биохимических изменений.

Исследованы свежесрезанные плоды манго [16], которые до испытания хранились при температуре 15 °C. Затем плоды манго нарезались кусочками и обрабатывались растворами следующего состава: антиоксидантными веществами (хлорид кальция, аскорбиновая кислота, лимонная кислота) и покрывались биопленками. Далее кусочки манго укладывали в пластиковые контейнеры и хранили при температуре + 5 °C в течение 25 дней. Оценивали изменение цвета, разложение плодов и коэффициент бrowningа, а так же количество каротина, аскорбиновой кислоты, сахаров, этанола и ацетальдегидов. Установлено, что покрытие замедляет ферментативное потемнение нарезанных кусочков манго при температуре хранения + 5 °C по сравнению с контролем. Кроме того, обработка нарезанных плодов манго хлоридом кальция с антиоксидантами значительно уменьшила потери упругости, цвета, сахара и потерю витамина C.

Имеются попытки улучшить сохранность и свежих ягод. В работе [10] исследовали, влияние съедобной пленки на свежую клубнику. Приготовили пищевые покрытия на основе соевого белка и пшеничной клейковины. Тимол и хлорид кальция применяли в качестве дезинфицирующего вещества на стадии подготовки клубники перед нанесением пленочного покрытия. Наблюдалась меньшая потеря массы при покрытии составом, содержащим соевый белок. В процессе хранения определяли содержание аскорбиновой кислоты, твердость, общий сахар, провели микробиологический анализ. Обсемененность ягоды покрытой пленками ниже по сравнению с контрольными образцами. Следует отметить, что клубника, обработанная тимолом перед покрытием биополимерной пленкой, была обсеменена микроорганизмами в два раза меньше по сравнению с клубникой, обработанной кальцием.

Клубника, предварительно обработанная хлоридом кальция и покрытая клейковиной, была более качественной по сравнению с клубникой покрытой соевым белком.

Приведенный выше анализ исследований показывает, что применение биополимерных покрытий является перспективным направлением в технологии сохранения и увеличения срока хранения свежих фруктов и ягод [17, 18].

Поскольку потребительский спрос на свежие фрукты и ягоды постоянно возрастает, создание биополимерных покрытий соответствующих медико-биологических требований, являются актуальной задачей.

Учитывая, что влияние покрытий на хранение ягод мало изучено, целью данного исследования являлось изучение влияния биополимерного покрытия на микрофлору и органолептические свойства клубники и малины.

Для достижения данной цели решались следующие задачи:

- изучение влияния состава биопленок на органолептические свойства клубники и малины при хранении;
- изучение влияния состава биопленок на микрофлору клубники и малины при хранении.

Методическая часть

Материалы и химикаты. Для экспериментов использовали свежие ягоды клубники и малины. В качестве биополимеров использовали:

- кукурузный крахмал, ГОСТ 51985-2002;
- картофельный крахмал, ГОСТ 7699-78;
- модифицированный восковой кукурузный крахмал, по существу амилопектин и содержит следы амилозы (фирма Sigma Chemical Co., St. Louis, MO., USA);
- декстрин, полученный из кукурузного крахмала (фирма Sigma Chemical Co., St. Louis, MO., China);
- альгинат натрия (фирма Sigma Chemical Co., St. Louis, MO., United Kingdom).

В качестве пластификатора использовали глицерин, концентрации - 85 %, молекулярной массы - 92, 09 моль/г (фирма Fluka).

Для улучшения структуры биополимерного покрытия использовали хлорид кальция. В качестве антиоксиданта использовали N-ацетил-цистеин. Для придания пленкам гидрофобности в состав биополимерного покрытия вводили подсолнечное масло «Олейна» (0,025 %).

Составы биополимерного покрытия и способ его нанесения на ягоды. Исходя из результатов ранее проведенной работы [19] по изучению физико-механических свойств биопленок, ягоды покрывались биопленками из кукурузного и картофельного крахмала, амилопектина, декстрина с добавлением альгината натрия. Соотношение компонентов в суспензии 1:1. В качестве пластификатора использовался глицерин в количестве 0,3 г/1 г СВ.

Кукурузный и картофельный крахмал, амилопектин, декстрин, альгинат натрия предварительно обрабатывали при температуре 90 °С в течение 30 минут в термостате. Подсолнечное масло использовалось в виде водно-масляной эмульсии, приготовленной гомогенизацией в течение 15 минут при 10 000 об/мин гомогенизаторе HG-15D (Корея). Затем все компоненты перемешивали в течение 15 минут при 5000 об/мин гомогенизатора.

Для эксперимента отбирали здоровые, не поврежденные свежие ягоды клубники и малины по ГОСТ 26668-85. Перед покрытием биополимерной пленкой ягоды не мыли. Покрытие ягод проводили при температуре 25 °С путем их погружения на две минуты в суспензию биополимеров. Далее ягоды извлекались из суспензии биополимеров, излишки суспензии стекали с поверхности ягоды в течение одной минуты.

Затем для улучшения структуры биополимерных пленок ягоды погружали в ванну с раствором хлорида кальция (2 г / 100 мл воды) с добавлением N-ацетил-цистеина (1 г / на 100 мл). Продолжительность обработки 2 минуты. Далее ягоды извлекались из ванны и высушивались конвективным способом при температуре воздуха 25 °С в течение 15 минут.

Ягоды, покрытые биопленками упаковывали в полистирольные лотки и помещали в термостат для хранения при температуре + 4 °С.

Органолептические и микробиологические исследования. Органолептическую оценку проводили по рекомендациям, изложенным в работах [5, 8]. Оценивали запах, цвет, консистенцию, вялость свежих ягод клубники и малины на 6-ые сутки хранения при температуре 4 °С. Для оценки качества ягод принята пятибалльная шкала: 1 - отлично; 2 – хорошо; 3 – плохо; 4 – удовлетворительно; 5 – неудовлетворительно.

Микробиологический анализ свежих и покрытых биопленками ягод проводили по ГОСТ 10444.15-94. Перед проведением микробиологического анализа биопленка с поверхности ягод смывали промывкой дистиллированной водой, затем ягоды гомогенизировали. Микроскопирование выросших на питательных средах микроорганизмов проводили на видеомикроскопе LC-100 (Австрия).

Результаты и обсуждение

Установлено, что биополимерные покрытия благоприятно влияют на органолептические свойства ягод. Результаты органолептического анализа представлены в таблице 1.

Как видно из данных, представленных в таблице 1, кукурузный и картофельный крахмал, присутствующий в биопленках, способствуют сохранению цвета и запаха, свойственных свежим ягодам. Однако биопленки, в состав которых входит картофельный крахмал, плохо предохраняет свежие ягоды от размягчения и вялости. Биопленки, содержащие амилопектин и декстрин, способствуют

среднему сохранению цвета, запаха и консистенции свежих ягод клубники и малины.

Следует отметить, что ягоды малины, покрытые биополимерными пленками, содержащие оба вида крахмала, амилопектин и декстрин, на шестые сутки сохранили приятный внешний вид – вялость ягод отсутствовала.

Таблица 1 – Органолептическая оценка ягод клубники (к) и малины (м), покрытых биопленками на 6-ые сутки хранения при температуре + 4°С

Состав биопокрyтия Ягода	запах		цвет		консистенция		вялость	
	к	м	к	м	к	м	к	м
контроль (б/покрытия)	5	5	5	5	5	5	5	-
кукурузный крахмал + альгинат натрия (1:1)	1	2	1	1	1	2	1	-
картофельный крахмал + альгинат натрия (1:1)	2	1	2	2	4	4	4	-
амилопектин + альгинат натрия (1:1)	4	3	4	4	2	1	2	-
декстрин + альгинат натрия (1:1)	3	4	3	3	3	3	3	-

Визуальный осмотр ягод клубники на шестые сутки хранения показал, что в контрольном образце 90 % ягод были поражены плесневыми грибами. В образцах клубники, покрытых биополимерными пленками, содержащих кукурузный крахмал, поражению плесневыми грибами подверглись около 10 % ягод. Клубника, покрытая биополимерной пленкой, содержащей картофельный крахмал и декстрин, поражению плесневыми грибами подверглась на 35 %, содержащая амилопектин на 85 %. Следует отметить, что поражение плесневыми грибами ягод малины, покрытых биополимерными пленками, содержащими оба вида крахмала, амилопектин, декстрин, при визуальном осмотре не наблюдалась.

О влиянии биополимерного покрытия на естественную микрофлору ягод клубники и малины можно судить по численности микроорганизмов, представленных в таблице 2.

Как видно из представленных результатов, покрытие ягод биополимерными пленками в основном, угнетает рост естественной микрофлоры клубники и малины. Численность микроорганизмов на поверхности ягод при хранении до четырех суток соответствует нормам ГОСТ 29187-91 [20].

Результаты идентификации естественной микрофлоры на ягодах представлены в таблице 3. На поверхности ягод, покрытых биополимерной пленкой, присутствуют микроскопические грибы *p. Mucor*. Следует отметить, что на поверхности ягод, не покрытых биополимерной пленкой кроме микроскопических грибов *p. Mucor* присутствуют

микроскопические грибы р. *Rhizopus* со спорангиями.

Таблица 2 – Численность микроорганизмов на 4-ые и 8-ые сутки хранения на ягодах клубники и малины, покрытых биополимерными пленками

Биополимерная пленка	Клубника		Малина	
	на 4-ые сутки ($\times 10^3$)	на 8-ые сутки ($\times 10^7$)	на 4-ые сутки ($\times 10^3$)	на 8-ые сутки ($\times 10^7$)
Контроль	2,00	72	1,12	19
Кукурузный крахмал + альгинат натрия (1:1)	0,36	20	0,49	6
Картофельный крахмал + альгинат натрия (1:1)	0,68	25	0,24	5
Амилопектин + альгинат натрия (1:1)	0,32	11	0,80	26
Декстрин + альгинат натрия (1:1)	1,80	20	0,80	12

Кроме мицелиальных грибов естественная микрофлора ягод представлена стрептококками, коринебактериями и дрожжами. Развитие микрофлоры под биополимерным покрытием зависит от вида используемого биополимера. В общем случае микрофлора под биополимерной пленкой представлена дрожжами. О преимущественном развитии дрожжевой микрофлоры при хранении ягод сообщалось [1, 2]

Таблица 3 – Микрофлора ягод малины и клубники, покрытых биополимерными пленками

Биополимерное покрытие	Микрофлора на поверхности покрытия	Микрофлора ягод под покрытием
Контроль, без покрытия	<i>Phycomycetes</i> р. <i>Mucor</i> и <i>Rhizopus</i> со спорангиями	стрептококки коринебактерии дрожжи.
Кукурузный крахмал	р. <i>Mucor</i>	дрожжи стрептококки
Картофельный крахмал	р. <i>Mucor</i>	стрептококки
Амилопектин	р. <i>Mucor</i>	дрожжи
Декстрин	р. <i>Mucor</i>	дрожжи
Альгинат натрия	р. <i>Mucor</i>	Дрожжи стрептококки

Выводы

Установлено, что биополимерные пленки способствуют сохранению органолептических свойств свежих ягод клубники и малины. Показано, что покрытие ягод биополимерными пленками в основном угнетают рост микроорганизмов. Отсутствие мицелиальных грибов р. *Mucor* под биополимерными покрытиями позволяет

предположить о фунгицидной активности и барьерных свойствах биополимерных пленок по отношению к мицелиальным грибам.

Литература

1. Шаляпина И. П. Система хранения плодов: современные проблемы и пути их решения. / И.П. Шаляпина, М.А. Соломахин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. - № 9. – С. 19 – 23.
2. Fresh-cut fruits and vegetables / Olusola Lamikanra. – N.Y.: CRC Press LLC. – 2002. – 452 p.
3. Beaulieu John C. Fresh-cut fruits / John C. Beaulieu, James R. Gorn // USDA, ARS, Southern Regional Research Center, New Orleans, LA
4. Waks J. Relation between fruit waxing and development of rots in citrus fruit during storage / J. Waks, M. Schiffmann-Nadel, E. Lomaniec and E. Chalutz // Plant disease. – 1985. – October. – P. 869 – 870.
5. Perez-Gago M.B. Effect of solid content and lipid content of whey protein isolate-beeswax edible coatings on color change of fresh-cut apples / M.B Perez-Gago, M. Serra, M. Alonso, M. Mateos, M.A. Del Rio // Journal of food science. – 2003. – No.7. – P. 2186 – 2191.
6. James R. Gorny Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives / James R. Gorny, Betty Hess-Pierce, Rodrigo A. Cifuentes, Adel A. Kader // Postharvest Biology and Technology. – 2002. – No 24. – P. 271–278.
7. Le Tien C. Milk protein coatings prevent oxidative browning of apples and potatoes / Le Tien C, Vachon C, Mateescu MA, Lacroix M.J // Food Sci/ - 2001. – 66. – P. 512–518.
8. J.Y. Lee Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents / J.Y. Leea, H.J. Park, C.Y. Lee, W.Y. Choi // LWT. – 2003. – No 36. – P. 323–329.
9. Maria A. Rojas-Grau Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples / Maria A. Rojas-Grau, Maria S. Tapia, Olga Martin-Belloso // LWT. – 2008. – No 41. – P. 139–147.
10. Amal Improving Strawberry Fruit Storability by Edible Coating as a Carrier of Thymol or Calcium Chloride / Amal, S.H. Atress, M.M. El-Mogy, H.E. Aboul-Anean and B.W. Alsanian // Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants. – 2010. - No 2 (3). – P. 88 – 97.
11. Garcia M.A. Lipid Addition to improve barrier properties of edible starch-based films and coatings / M.A. Garcia, M.N. Martino, N.E. Zaritzky // Journal of food science. – 2000. - No. 6. – P. 941 – 947.
12. Азамов Р.З., Руссков Д.В., Сироткин А.С., Спиридонова Р.Р., Кочнев А.М. Оценка деградации крахмалсодержащих полиэтиленовых композиций в процессе ферментативного гидролиза // Вестник Казанского технологического университета. - 2010. – № 8. – С. 70 -76.
13. Pen L.T. Effects of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut Chinese water chestnut / L.T. Pen, Y.M. Jiang // LWT. – 2003. – No 36. – P. 359–364.
14. Gonzalez-Aguilar G.A. Biochemical changes of fresh-cut pineapple slices treated with antibrowning agents / G.A. Gonzalez-Aguilar, S. Ruiz-Cruz, H. Soto-Valdez // International journal of food science and technology. – 2005. – No 40. – P. 377–383.
15. Meng X. Effects of chitosan and oligochitosan on growth of two fungal pathogens and physiological properties in pear fruit / X. Meng, Lingyu Yang, John F. Kennedy, Shiping Tian // Carbohydrate Polymers. – 2010. - No 81. – P. 70–75.

16. *Gonzalez-Aguilar G.A.* Physiological and biochemical changes of different fresh-cut mango cultivars stored at 5 °C / Gustavo A. Gonzalez-Aguilar, Jorge Celis, Rogelio R. Sotelo-Mundo // International Journal of Food Science and Technology. – 2008. – No 43. – P. 91–101.
17. *Заринова Э.Х.* Перспективы применения полимерной упаковки с повышенными эксплуатационными свойствами в пищевой промышленности // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т.15. - №16. – С. 92-95.
18. *Бортников В.Г.* Выбор марки полимера с учётом геометрических размеров изделий // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т.15. - № 1. – С. 74 -76.
19. *Закирова А.Ш.* Влияние биополимеров на физико-механические свойства пленок / А.Ш. Закирова, А.В. Канарский, Ю.Д. Сидоров // Пищевая промышленность № 10.- Москва, 2012. – С. 18 - 19.
20. ГОСТ 29187-91 Плоды и ягоды быстрозамороженные. Общие технические условия.

© **А. Ш. Закирова** – асп. каф. ПИМП, КНИТУ, aygulzakirova@mail.ru; **З. А. Канарская** – канд. тех. наук, доц. каф. пищевой биотехнологии КНИТУ, zosya_kanarskaya@mail.ru; **С. К. Заринова** – канд. биол. наук, доц. той же кафедры, zsanja@mail.ru; **А. В. Канарский** – д-р. техн. наук, профессор каф. ПИМП КНИТУ, alb46@mail.ru.