

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА

Дубинина А. А., Летута Т. Н., Фролова Т. В., Савинова Е. М.,
Большакова Г. М., Новикова В. В.,

1. Введение

Порча пищевых продуктов неизбежна – это лишь вопрос времени и влияние внешних факторов. Проблема сохранения качества за счет использования эффективных способов и технологий хранения особенно актуальна для скоропортящихся продуктов, которые имеют высокое содержание влаги, таких как плодоовощные культуры.

Основная причина порчи плодоовощных культур при хранении – это распространение микроорганизмов, которые вызывают различные заболевания. Развитие возбудителей болезней можно предотвратить или замедлить путем создания и использования пищевых упаковок, обладающих комплексом антимикробных свойств – бактерицидных и фунгицидных.

В течение последних десятилетий эволюция технологий шла путем от крупномасштабного хранения плодов и овощей (в условиях искусственного охлаждения, регулируемой газовой среды) к мелкопартийному (в модифицированной газовой среде, биологическом вакууме) и индивидуальному. Расширение на рынке получили «активные» упаковки плодоовощной продукции, которые помимо традиционных механических и барьерных защитных функций способны оказывать целенаправленное воздействие на упакованную продукцию, в том числе и антимикробное. Вследствие этого значительно увеличиваются сроки их хранения.

Сегодня проблему сохранения свежих плодов и овощей, для обеспечения ими населения в течение года можно решить за счет разработки и внедрения технологии хранения путем обработки их пленкообразующими растворами с антимикробными свойствами.

2. Объект исследования и его технологический аудит

Хитозан (рис. 1) является высокомолекулярным полимером глюкозамина, производным от хитина. Хитозан один из наиболее распространенных полисахаридов. Как наиболее распространенное органическое соединение он занимает вторую позицию после целлюлозы.

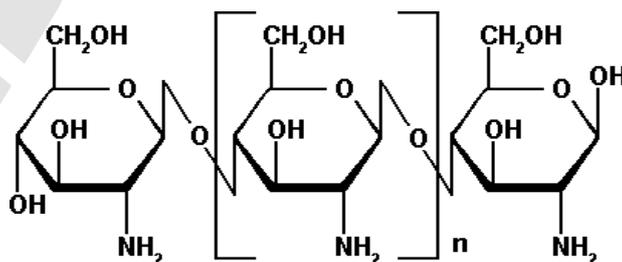


Рис. 1. Структурная формула хитозана

Уникальные свойства хитозана и неисчерпанные запасы сырья обуславливают значительный интерес к его производству и практическому применению (рис. 2) [1].

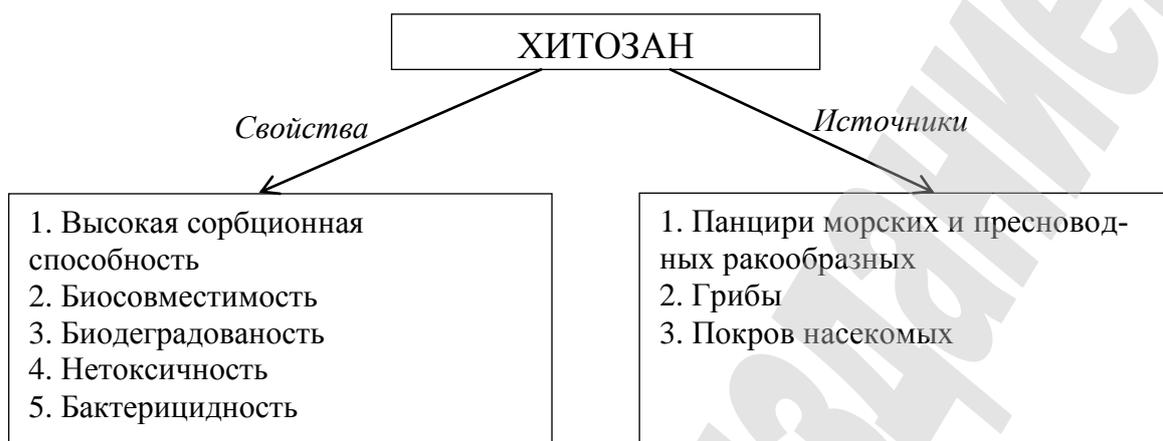


Рис. 2. Свойства и источники хитозана

Для улучшения антимикробных свойств пленкообразующих композиций на основе хитозана, с целью усиления его консервирующего действия на микроорганизмы, было предложено добавить отвары из лекарственных растений.

Лекарственные травы выбирали из тех, которые используются в медицине как противовоспалительные и ранозаживляющие препараты, следовательно имеют ярко выраженные противобактериальные (бактерицидные и бактериостатические) и противогрибковые (фунгицидные и фунгистатические) свойства.

Известно, что противомикробное действие лекарственных растений обусловлено их химическим составом, а именно содержанием основных БАВ (биологически активных веществ) [2]. На основании вышеуказанных факторов, были исследованы отвары лекарственных трав. В качестве *объектов исследования* выбраны 20 видов пленкообразующих композиций на основе хитозана и травяных отваров (табл. 1).

Таблица 1

Пленкообразующие композиции на основе хитозана и травяных отваров

№	Название травяных отваров	Химический состав		
		Биологически активные вещества	Макро- и микро-элементы	Прочие
1	2	3	4	5
1	Аир болотный	Эфирное масло (до 48 %): камфен, акарон, азарон, борнеол; дубильные вещества; аскорбиновая кислота (до 150 мг); уксусная и валериановая кислоты; фитонциды; слизь; камедь	Mn, Cu, Zn	Горький гликозид акорин (0,2 %); крахмал (до 20 %); алкалоид каламин; смолы
2	Акация катеху	Дубильные вещества: катехин, эпикатехин и их димеры; флавоноиды; эфирное масло; органические кислоты; слизь; триптамин-овые алкалоиды и DMT	Ca, P, Mg, Na, K, Cl, S, Fe, Zn, I, F	Гликозиды; сахара; танины

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
3	Багульник обыкновенный	Эфирное масло (надземная часть – 1,5 %, листья на фазе цветения – 14,04–9,23 %): ледол (6,09–8,87 %), палластрол, цимол, геранилацетат; дубильные вещества; флавоноиды (кверцитрин); органические кислоты; витамины; камедь; фитонциды	K, Ca, Mn, Fe, Mg, Cu, Zn, Al, Ba, Cr	Пектиновые вещества; гликозиды: арбутин, эриволин; гликозиды; флавоноиды; арбутин (20–23 %); сахар; кумарины; гидрохинон (2–5 %); смолы
4	Бадан толстолистный	Дубильные вещества группы галлотанинов (танин 8–12 %); галловая кислота; аскорбиновая кислота	K, Ca, Mn, Fe, Mg, Cu, Cr, Al, Pb	Арбутин; изокумарин, флавоноиды; гидрохинон; сахар; крахмал; фенолы; зола; смолы; каротиноиды
5	Тысячелистник обыкновенный	Эфирное масло (0,6–0,8 %): хамазулен, азулены, камфора, альфа- и бета-пинены, борнеол, цинеол туйон, кариофиллен; сложные эфиры, цинеол; гликозиды: апигенин и лютеолин; дубильные вещества; смолы; муравьиная, изовалериановая, аскорбиновая и уксусная кислоты; витамин К	Mg, Zn, Mo, Cr, Al, Se, Ni, Sr, Pb, B	Каротин; сесквитерпены: миллефолид, матрицин; флавоноиды: рутин, лютеолин-7-глюкозид; алкалоиды: стахидрин, ахиллеин, бетоницин; смолы
6	Эвкалипт шариковый	Эфирное (эвкалиптовое) масло (0,7–2 %); дубильные вещества	K (14,1 мг/г), Ca (16,1 мг/г), Mg (2,4 мг/г), Fe (0,3 мг/г), Mn (4,16 мг/г), Cu (0,81 мг/г), Zn (0,66 мг/г), Co (0,11 мг/г), Mo (0,27 мг/г), Cr (0,3 мг/г), Al (0,31 мг/г), Ba (0,68 мг/г), Se (7,5 мг/г), Ni (0,73 мг/г), Sr (1,34 мг/г), Pb (0,12–0,25 мг/г), B (7,6 мг/г)	Терпеновые соединения; альдегиды; кетоны; свободные и эстерифицированные спирты; карбонильные соединения; смолы
7	Элеутерококк колючий	Эфирное масло; алкалоид арамин; смолы (до 18 %); дубильные вещества; витамины С, Е	Mg, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Al, B, Ni, S, I, Ba, V, Se	Флавоноиды; производные кумарина; производные флавоноидов; глюкоза; сахар; крахмал; полисахариды; воск; пектиновые вещества; элеутерозиды А, В, С, D, Е

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
8	Зверобой проды- рявлен- ный	Дубильные вещества (13 %); эфирное масло (0,1–1,25 %): α- пинен, мирцен, цинеол, гераниол; смолистые вещества (17 %); вита- мины Р и РР; аскорбиновая кисло- та; никотиновая кислота	К (16,8 мкг/г), Са (7,3 мкг/г), Mg (2,2 мкг/г), Fe (0,11 мкг/г), Mn (0,25 мкг/г), Cu (0,34 мкг/г), Zn (0,71 мкг/г), Co (0,21 мкг/г), Mo (5,6 мкг/г), Cr (0,01 мкг/г), Al (0,02 мкг/г), Se (5,0 мкг/г), Ni (0,18 мкг/г), В (40,4 мкг/г)	Гиперин; гиперин; ги- перозид (0,3 %–1,1 %); азулен; каротин; антоциа- ны (до 6 %); сапонины; холин
9	Иван-чай	Дубильные вещества (10–20 %); витамины: А (180 мкг), В1 (0,033 мг), В2 (0,137 мг), В3 (1,356 мг), В6 (0,632 мг), В9 (112 мкг), С (2,2 мг), РР (4,674 мг); органические кислоты	Ca (429 мг), Mg (156 мг), Na (34 мг), K (494 мг), P (108 мг); Fe (2,4 мг), Zn (2,66 мг), Cu (320 мкг), Mn (6,704 мг), Se (0,9 мкг)	Пектин
10	Исланд- ский мох	Слизь (70 %); органические ки- слоты; углеводы; витамины (А, В1, В12); жиры; камедь	I, Zn, Sn, Cd, Pb, Si	Ферменты; воск
11	Календу- ла лекар- ственная	Каротиноиды и флавоноиды: ка- ротин, ликопин, виолаксантин, цитраксантин, рубиксантин, фла- воксантин, флавохром; слизь (2,5 %); азотсодержащие слизи (1,5 %); органические кислоты: яблочная, аскорбиновая и следы салициловой	К (28,80 мкг/г), Са (11,40 мкг/г), Mg (2,50 мкг/г), Fe (0,15 мкг/г), Mn (0,20 мкг/г), Cu (0,86 мкг/г), Zn (1,31 мкг/г), Co (0,03 мкг/г), Mo (1,47 мкг/г), Cr (0,09 мкг/г), Al (0,05 мкг/г), Se (4,20 мкг/г), Ni (0,5 мкг/г), Sr (0,10 мкг/г), Pb (0,03 мкг/г), I (0,05 мкг/г), В (48,40 мкг/г)	Смолы (около 3,4 %); полисахариды; полифенолы

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
12	Крапива	Дубильные и белковые вещества; муравьиная кислота; углеводы; витамины: аскорбиновая (до 700 мг %), витамин К; пантотеновая кислота; каротиноиды (в свежих листьях 13–14 %, в сухих листьях до 50 мг %)	К, Mg, P, Fe, I, Cu, Cu, Mg	Гликозид уртицин; хлорофилл (2–5 %); зола
13	Мята перечная	Эфирное масло (2,5–4,5 %): ментол, α-пинен, лимонен, цинеол, дипентен, пулегон, β-фелландрен; аскорбиновая кислота; органические кислоты; дубильные вещества	Cu, Mg, Sr	Рутин; каротин; флавоноиды; бетаин; гесперидин
14	Лапчатка белая	Фенолкарбоновые кислоты; дубильные вещества; флавоноиды: рутин, цианидин, кемпферол, кверцетин	Zn, Mn, Si, Cu, Se, Al, Fe, Co, I	Галлотанин; сапонины; крахмал; иридоиды
15	Пижма обыкновенная	Эфирное масло; органические кислоты; дубильные вещества; витамины группы В; каротин; витамин С	К (32,5 мг/г), Ca (6,5 мг/г), Mg (3,8 мг/г), Fe (0,1 мг/г), Mn (0,22 мг/г), Cu (0,55 мг/г), Zn (0,71 мг/г), Co (0,01 мг/г), Mo (88,0 мг/г), Cr (0,02 мг/г), Al (0,02 мг/г), Se (8,5 мг/г), Ni (0,51 мг/г), Sr (0,02 мг/г), Pb (0,01 мг/г), В (68,8 мг/г)	Флавоноиды; алкалоиды; танацетин; смолы; сахар; камедь
16	Подорожник большой	Углевод маннит; витамин К; аскорбиновая (289 мг %), лимонная и олеиновая кислоты; дубильные вещества	К (44,60 мг/г), Ca (39,30 мг/г), Mn (3,60 мг/г), Fe (0,70 мг/г), Mg (0,25 КБН), Cu (0,92 КБН), Co (0,25 КБН), Mo (2,67 КБН), Cr (0,12 КБН), Ba (22,05 КБН), V (0,13 КБН), Se (0,70 КБН), Ni (0,17 КБН), Sr (1,82 КБН), Pb (0,13 КБН)	Азотистые (20 %) и безазотистые (10 %) экстрактивные вещества; клетчатка (10 %); жиры (0,5 %); гликозид аукубин; флавоноиды; зола (15,79 %)

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
17	Полынь горькая	Эфирное масло (0,5–2 %): туйон, пинен, кадинен, бизаболон, хамазуленоген, селинен; фитонциды; алкалоиды; витамины: аскорбиновая кислота и провитамин А; органические кислоты: яблочная, янтарная; дубильные вещества	K, Ca, Co, Fe, Na, Zn, Ag, Ba, Br, Cr, Sr, As, Sb, Th, U	Горькие гликозиды: абсинтин (до 0,25 %), анабсинтин (0,03 %); флавоноиды; капиллин; сапонины (4,22 %); каротин; минеральные соли
18	Пустырник сердечный	Эфирное масло (до 0,05 %); дубильные, горькие и сахаристые вещества; органические кислоты Р-кумариновая, винная, яблочная, урсоловая, ванилиновая, лимонная, витамины А, Е, С	Co, Mg, Cu	Амин стахидрин; флавоноиды: кверцетин, рутин, квинквелозид; флавоноидный гликозид; сапонины; алкалоиды (0,4 %): леонуридин, леопуридин
19	Шалфей лекарственный	Дубильные и смолистые вещества; органические кислоты: олеаноловая, урсоловая, хлорогеновая; витамины Р и РР; эфирное масло: пинен, цинеол, туйон, борнеол, сальвен	K, Na, Ca, P, Zn, Fe, Cu, Mn, J	Флавоноиды; алкалоиды (до 0,4 %); фитонциды
20	Подсолнечник одноплетный	Смолистые вещества; жирное масло (40 %); углеводы (до 25 %); витамин РР и Е	Fe, K, Ca, Mg, Cu, Na, P, Zn	Флавоноиды кверцимеритрин); кумариновый гликозид скополин; тритерпеновые сапонины; стерины (гликозид ситостеролин); каротиноиды: β-каротин, криптоксантин, тараксантин; фенолкарбоновые кислоты: хлорогеновая, охлорогеновая, кофейная; антоцианы

Примечание: данные о химическом составе взяты с [2, 3].

Лекарственные травы обладают биологической активностью (токсичностью), которая сопровождает основной лечебный эффект и зависит от дозы. Токсичность наблюдается не во всех лекарственных травах, но среди них существуют сильнодействующие и даже ядовитые (аконит, безвременник, белладонна, болиголов, вех, волчье лыко, дурман, ландыш, паслен черный, чемерица). Некоторые растения вызывают отравления, головокружения и головные боли – магнолия, лилия, черемуха.

Представленные в табл. 1 композиции лекарственных трав на основе 2 % хитозана не были изучены на токсичность, поэтому для установления безопасности их использования в качестве упаковки для плодоовощной продукции это необходимо сделать.

3. Цель и задачи исследования

Цель исследования – экспериментальное исследование безопасности пленкообразующих композиций для обработки свежих плодов и овощей для продления сроков хранения.

Для исследования поставленной цели необходимо:

1. Создать 20 видов пленкообразующих композиций на основе хитозана.
2. Провести анализ композиций на токсичность и зоны гемолиза для подтверждения их безопасности и для дальнейшего использования в покрытии плодоовощной продукции.

4. Исследование существующих решений проблемы

Анализ научной литературы и патентов свидетельствует, что одними из общепризнанных эффективных способов хранения плодоовощной продукции являются: холодильное хранение и хранение в условиях изменения внешней газовой среды – регулируемой и модифицированной (РГС и МГС).

В течение многих лет технология регулируемой среды, хорошо известная специалистам как система контроля атмосферы внутри камеры, используется для увеличения периода хранения плодов и овощей с высоким стандартом качества. Так, в [4] запатентован способ хранения плодоовощной продукции в условиях контролируемой атмосферы хранения в помещении с водно-воздушным теплообменником.

В работе [5] исследованы вопросы, связанные с разработкой технологии длительного сохранения качества плодов некоторых сортов яблок: Антоновка обыкновенная, сорта Мартовский, Жигулевский, Северный синап. Эти исследования свидетельствуют о том, что для повышения эффективности хранения плодов необходимо соблюдать следующие условия:

- 1) своевременный съем плодов;
- 2) отбор и формирование партий плодов для хранения следует осуществлять с учетом прогноза лежкости.

Исследователи [6] предлагают использовать синхронную систему увлажнения и охлаждения воздуха для плодоовощной продукции. Эта система включает в себя специальные устройства для распыления воды, контроллер влажности, микрокомпьютер и охладитель воздуха, что будет способствовать оптимальному хранению продукции.

Авторами [7, 8] изучались газовые методы повышения хранения плодоовощной продукции. Для таких исследований использовали газораспределительные установки, где поддерживалась газовая среда в камерах.

Некоторые исследователи [9–11] предложили способ холодного хранения. Такой способ хранения предусматривает специальные условия внутри хранилища, а также оборудования. В некоторых работах рекомендуют использовать дополнительно вакуумные упаковки для продуктов.

В работе [12] предлагают во время хранения плодоовощной продукции использовать перепад давления предварительного охлаждения. Таким способом можно значительно уменьшить потери, а качество плодов и овощей – улучшить в результате оптимизации и управления скоростью вращения вентилятора через контроллер с переменной скоростью.

В работах [13, 14] предложены способы формирования микроклимата в хранилищах с использованием искусственно созданной влаги и дезинфицированной среды с охлаждением для сохранения качества плодов и овощей. Такие способы позволяют достаточно длительно хранить плодоовощную продукцию.

На современном этапе развития технологий хранения плодов и овощей широко используются мембранные технологии и установки с мембранами в различных отраслях производства для обработки как жидких, так и газообразных смесей. Принцип действия мембранного элемента установки основан на различной скорости проникновения газов через полимерную полуволоконную мембрану под воздействием перепада давлений на мембрану. Практическая направленность работы [15] базируется на углубленном анализе теоретических вопросов распределения сложных газовых смесей на полуволоконных мембранах.

Автор работы [16] исследовал режимы и параметры озонирования овощехранилища во время хранения баклажанов в зависимости от динамических характеристик электроозонатора и параметров разрядного устройства. По результатам исследования разработан технологический процесс, позволяющий повысить срок хранения баклажанов, который характеризуется тем, что определенные рациональные режимы и параметры электроозонной отделки помещения и овощей позволили на 8,4 % увеличить выход стандартной продукции.

В свою очередь автор работ [17, 18] предлагает способ хранения овощей, предусматривающий загрузки их в специальную тару для предварительной обработки озоном концентрацией 45–50 мг/м³ в течение заданного времени.

В некоторых патентах [19, 20] предложены методы хранения в специальных коробках со стерилизацией, что уменьшает остатки пестицидов. В таких коробках находится генератор озона малого размера, способный непрерывно производить озон, который имеет функцию стерилизации, что замедляет ход химических процессов в фруктах и овощах.

Высокий коэффициент теплоотдачи при холодильной обработке продуктов в различных видах жидкостей позволяет значительно ускорить процесс и максимально сохранить качество продукции [21].

Авторы работ [22, 23] рекомендуют режим хранения плодов абрикоса в охлажденном состоянии:

- при температуре от 1 до 2 °С в течение 10–20 дней, в зависимости от особенностей сорта [22];
- при температуре минус 0,5 °С и ВВП=90–95 % в течение 7–14 суток [23].

Хранения плодов охлажденным способом не позволяет полностью решить вопрос снижения потерь и сохранения качества продукции. По данным [24] потери плодов при хранении в охлажденном состоянии достигают 50 %.

По мнению авторов работ [25, 26], продление срока хранения плодов косточковых культур с максимальным сохранением качества возможно при использовании технологии быстрой заморозки.

Данные способы хранения, кроме значительных финансовых затрат, представляют собой технологически сложные процессы, поскольку требуют обработки и строгого соблюдения температурно-влажностно-газового режима, а также являются неэкологичными.

Современным направлением совершенствования способов хранения является обработка плодов и овощей пленкообразующими композициями. В работе [27] предложено использовать раствор хитозана в качестве консерванта для обработки продуктов растительного происхождения перед хранением.

Интересен метод, предложенный в работе [28], который раскрывает способ получения консервирующей пленки для кратковременного хранения фруктов и овощей. Пленка обладает достаточной адсорбционной емкостью для этилена, поэтому скорость созревания плодов и овощей, завернутых в пленку, уменьшается.

В работе [29] исследованы антибактериальные свойства пленки полиолефина для хранения экологически чистых фруктов и овощей. Эти исследования свидетельствуют о том, что пленка может улучшить антибактериальный эффект, а также уменьшить использование химического консерванта, вторичное загрязнение химических веществ, а также влияние на окружающую среду и продукты. Кроме того, пленка улучшает внешний вид фруктов и овощей, повышает товарную привлекательность продукта.

Для повышения эффективности применения полиэтиленовых упаковок в пленку при ее производстве добавляют бактерицидные компоненты (сорбат калия, имуноцитопит, лаурилтиодипропионат и др.). Такая полимерная бактерицидная тара снижает в 2 раза уровень патогенной микрофлоры, замедляет физиологические процессы в плодах, что позволяет сохранить тургор плодов и их товарный вид [30]. В США запатентовали упаковку для хранения плодов в МГС, состоящий из сополимера этилена, α -олефина, акриловой и метакриловой кислот [31, 32].

Перспективность создания пленкообразующих композиций признаны учеными всего мира. В экономически развитых странах, несмотря на наличие непрерывной холодильной цепи и сети перерабатывающих предприятий, постоянно ведутся исследования в этой области.

Следует отметить, что разработанные и запатентованные пленкообразующие композиции не нашли должного применения в Украине и в связи с этим существует ряд нерешенных проблем:

- отсутствие необходимой безвредности;
- технологическая сложность;
- отсутствие достаточной эффективности или необходимость соблюдения определенных режимов хранения.

Таким образом, разработка материалосберегающих эффективных экологически чистых и несложных в исполнении технологий хранения свежей плодоовощной продукции с применением пленкообразующих композиций и научных основ ее сохранения имеет большое теоретическое и практическое значение.

5. Методы исследования

Разработанные композиции на основе 2 % хитозана были подвергнуты анализу (рис. 3).

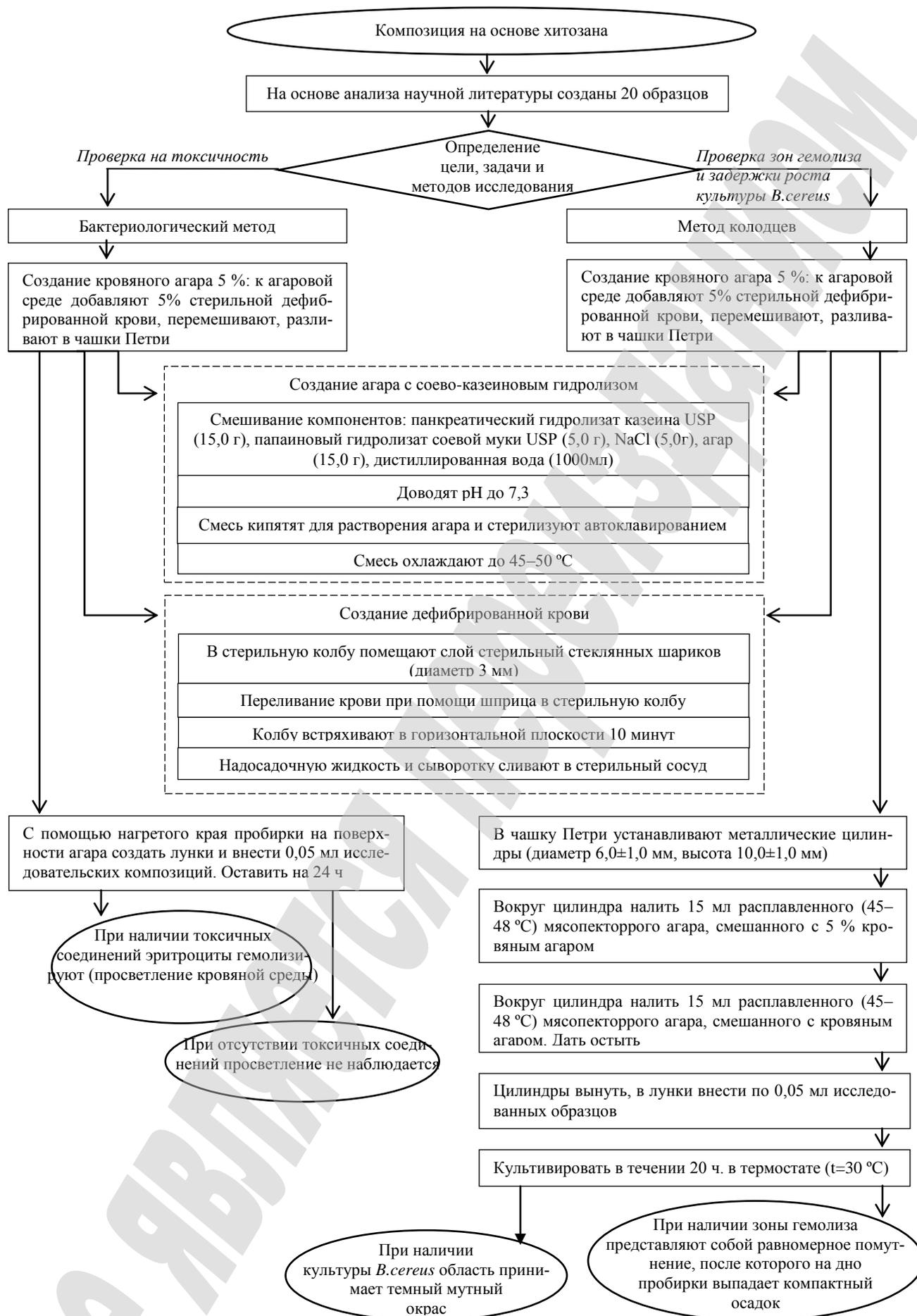


Рис. 3. Алгоритм исследования по методам санитарной бактериологии

Кровь, которую используют для создания кровяного агара, не должна содержать антибиотики и химиотерапевтические препараты. При создании дефибринированной крови образовывается фибрин, который остается на шариках, и надосадочная жидкость.

Для проверки токсичности, зон гемолиза и распространения культуры *B.cereus* должно пройти время. Лизис эритроцитов используют для обнаружения токсичных соединений. В этом случае метод подразумевает инкубацию 24–48 ч при $t=37\text{ }^{\circ}\text{C}$. При наличии токсичных соединений на месте нанесения пробы наблюдается просветление. При исследовании зон гемолиза проводят культивирование в термостате 20 ч при $t=30\text{ }^{\circ}\text{C}$, наряду с этим можно выявить рост культуры *B.cereus*. Зоны гемолиза имеют вид помутнение, а так же на дно пробирки выпадает осадок, рост культуры *B.cereus* образует темный мутный окрас [33].

6. Результаты исследований

Растворы проверяли на токсичность с использованием бактериологических методов посевом на 5 % кровяной агар. Для этого на поверхности кровяного агара делали лунки, прикладывая к поверхности агара на несколько секунд нагретый край пробирки. В центр лунки вносили 0,05 мл исследовательских композиций. Токсичные соединения гемолизируют эритроциты и возникает просветление кровяной среды в месте нанесения пробы (лизис эритроцитов). Через 1 сутки после изготовления проверяли образцы растворов. Во всех 20 образцах не был обнаружен лизис на кровяной агаре, то есть, оценивая результаты, можно сделать вывод о нетоксичности образцов.

Наряду с этим, было проведено исследование методом диффузии в агар (метод колодцев), основанный на способности лекарственных веществ проникать в толщу агара и проявлять гемолитическую активность на 5 % кровяном агаре. Для этого, в чашки Петри устанавливали металлические цилиндры (внутренний диаметр $6,0\pm 1,0$ мм, высота $10,0\pm 1,0$ мм). Вокруг цилиндров наливали 15 мл расплавленного и охлажденного до $45\text{--}48\text{ }^{\circ}\text{C}$ мясопептонного агара, смешанного с кровью (5 % кровяной агар). Когда агар в чашках застывал – цилиндры осторожно вынимали стерильным пинцетом, в лунки вносили по 0,05 мл исследуемых образцов растворов. После культивирования в течение 20 часов при $t=30\text{ }^{\circ}\text{C}$ в термостате проводили оценку результатов согласно методическим рекомендациям [34].

Зон гемолиза обнаружено не было, однако, выявлено угнетение роста культуры *B.cereus*, которая выросла на поверхности кровяного агара.

Bacillus cereus – это вид грамположительных, спорообразующих почвенных бактерий. Эта бактерия вызывает у человека токсикоинфекции (рвотный и диарейный синдром). Такой вид бактерий может попасть на плодоовощную продукцию при росте плода или транспортировке. Как любой вид бактерий он может оставаться на поверхности плода после промывания или другой обработки, а во время хранения *B.cereus* имеет свойство размножаться.

Зоны задержки роста культуры *B.cereus* представлены в табл. 2 и на рис. 4.

Таблица 2

Чувствительность *B.cereus* к исследуемым образцам

№	Исследуемые образцы	Данные наблюдения (диаметр зон задержания роста <i>B.cereus</i> , мм)
1	Аир болотный	34
2	Акация катеху	32
3	Багульник обыкновенный	30
4	Бадан толстолистный	28
5	Тысячелистник обыкновенный	30
6	Эвкалипт шариковый	32
7	Элеутерококк колючий	30
8	Зверобой продырявленный	0
9	Иван-чай	24
10	Исландский мох	34
11	Календула лекарственная	34
12	Крапива	30
13	Мята перечная	32
14	Лапчатка белая	34
15	Пижма обыкновенная	0
16	Подорожник большой	24
17	Полынь горькая	30
18	Пустырник сердечный	0
19	Шалфей лекарственный	24
20	Подсолнечник однолетний	32

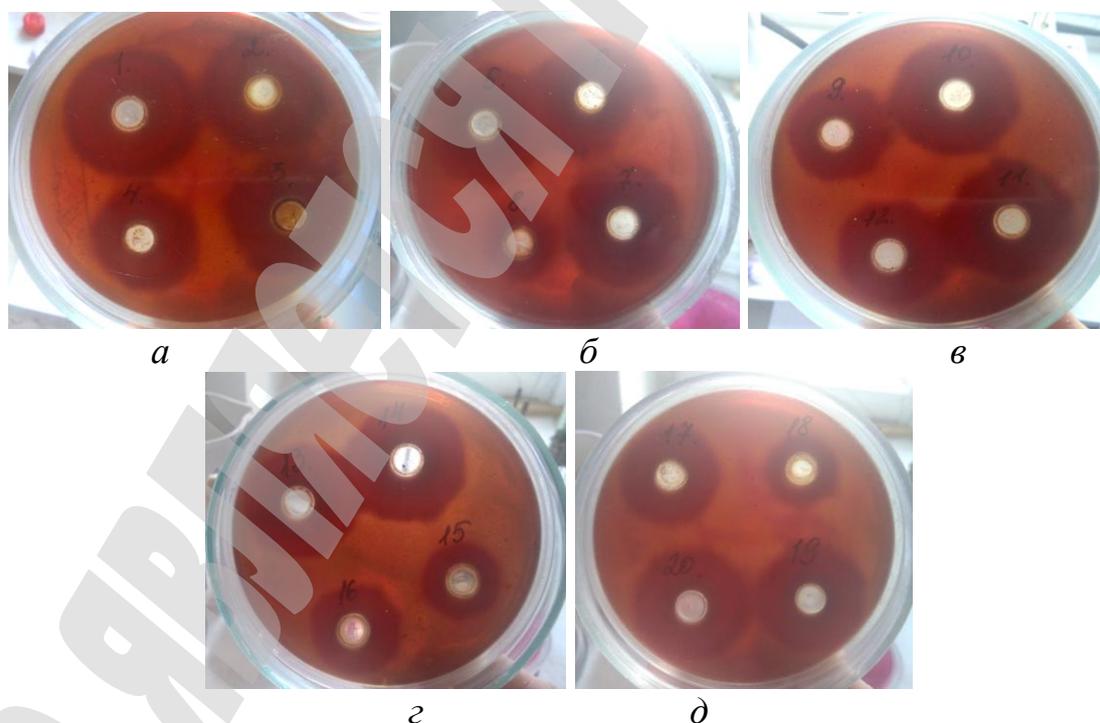


Рис. 4. Задержки роста культуры *B.cereus*: *а* – аир болотный, акация катеху, багульник обыкновенный, бадан толстолистный; *б* – тысячелистник обыкновенный, эвкалипт шариковый, элеутерококк колючий, зверобой продырявленный; *в* – иван-чай, исландский мох, календула лекарственная, крапива; *г* – мята перечная, лапчатка белая, пижма обыкновенная, подорожник большой; *д* – полынь горькая, пустырник сердечный, шалфей лекарственный, подсолнечник однолетний

Проведенное исследование показало, что композиции на основе хитозана 2 % угнетают рост *B.cereus*, что позволяет покрытым композициями продуктам быть безопасными для употребления.

7. SWOT-анализ результатов исследования

Strengths. Среди сильных сторон данного исследования необходимо отметить нетоксичность пленкообразующих композиций, а также угнетение роста культуры *B.cereus*. В пользу этого свидетельствуют приведенные выше результаты исследований. Аналогов таких композиций не существует.

Weaknesses. Слабые стороны данной работы связаны с тем, что для использования таких композиций нужно дальнейшее их исследование, так как не изучено влияние пленкообразующей композиции на плодоовощную продукцию. Поэтому для предотвращения указанного недостатка следует провести дополнительный эксперимент нанесения исследуемых компонентов на разные виды плодоовощной продукции при хранении и исследование замедления потери качества продукта.

Opportunities. Изучение хитозана очень перспективно, так как продукт обладает высокой физиологической активностью и является экологически чистым продуктом. Хитин является источником получения хитозана, который широко распространен в природе. В сочетании с травами, что имеют бактерицидные свойства он не токсичен. Составляющие композиции недорогостоящие, а для создания самой композиции не требуется специальное оборудование и знания. При внедрении на предприятие метода хранения плодоовощной продукции покрытой композицией хитозана позволит защитить продукцию от заражения культурой *B.cereus* и сохранением качества плодов и овощей.

Threats. Учитывая, что при изготовлении композиции на основе хитозана использовались натуральные и бактерицидные продукты – угроз не было выявлено. Также составляющие компоненты готовых композиций все доступны и не затратны. Ранее был использован раствор хитозана в качестве консерванта для обработки продуктов растительного происхождения перед хранением, но с другими составляющими. Подобных аналогов объектам исследования в мире нет.

8. Выводы

1. На основании планирования экспериментальных работ определены начальные этапы исследования, а именно создание 20 образцов из лекарственных трав, к которым был добавлен хитозан 2 %. Все образцы были исследованы на токсичность и зоны гемолиза.

2. Установлено, что образцы не токсичны и зон гемолиза выявлено не было. Установлен факт угнетения роста культуры *B.cereus*, которая выросла на поверхности кровяного агара, и зоны задержки роста культуры *B.cereus* (мм):

- аир болотный – 34;
- акация катеху – 32;
- багульник обыкновенный – 30;
- бадан толстолистный – 28;
- тысячелистник обыкновенный – 30;

- эвкалипт шариковый – 32;
- элеутерококк колючий – 30;
- зверобой продырявленный – 0;
- иван-чай – 24;
- исландский мох – 34;
- календула лекарственная – 34;
- крапива – 30;
- мята перечная – 32;
- лапчатка белая – 34;
- пижма обыкновенная – 0;
- подорожник большой – 24;
- полынь горькая – 30;
- пустырник сердечный – 0;
- шалфей лекарственный – 24;
- подсолнечник однолетний – 32.

Литература

1. Dubinina, A. A. Upakovka kharchovykh produktiv iz polimernykh materialiv [Text]: Monograph / A. A. Dubinina, H. A. Synytsyna, O. H. Myshnyk et al. – Kharkiv: Fakt, 2011. – 399 p.
2. Maznev, N. I. Entsiklopediia lekarstvennykh rastenii [Text] / N. I. Maznev. – Ed. 3. – Moscow: Martin, 2004. – 496 p.
3. Lavrenov, V. K. Sovremennaiia entsiklopediia lekarstvennykh rastenii [Text] / V. K. Lavrenov, G. V. Lavrenova. – Moscow: ZAO «OLMA Media Grupp», 2007. – 272 p.
4. Method for preserving fruits and vegetables by using controlled atmosphere storage house with water-air heat exchanger [Electronic resource]: Patent CN 104642513 A / Jiang Fen. – Appl. No. CN 201510060513; Filed February 5, 2015; Publ. May 27, 2015. – Available at: \www/URL: <https://encrypted.google.com/patents/CN104642513A?cl>
5. Gudkovskii, V. A. Progressivnye tehnologii hraneniia plodov [Text] / V. A. Gudkovskii, A. A. Klad, L. V. Kozhina, A. E. Balakirev, Yu. B. Nazarov // Dostizhenie nauki i tehniki APK. – 2009. – No. 2. – P. 66–68.
6. Air cooler synchronous humidification system for fruit and vegetable cold storage storeroom [Text]: Patent CN 203949317 U, MPK A23L3/36; F24F11/02; F24F6/12; F25D13/00 / Feng Zhihong, Wang Chunsheng, Song Zhuojun, Li Chao, Wang Liang, Chen Jia, Zhao Yingli. – Filed March 12, 2014; Publ. November 19, 2014. – 1 p.
7. Ilinskii, A. S. Razvitie tehnologii hraneniia v reguliruemoi atmosfere (obzor) [Text] / A. S. Ilinskii, A. V. Dmitriev, V. Yu. Pugachiov, A. M. Kuznetsov // Hranenie i pererabotka sel'hozsyria. – 2003. – No. 8. – P. 52–56.
8. Gas regulation control method of spontaneous modified atmosphere storage for fruit and vegetable preservation [Electronic resource]: Patent CN 102609011 B / Juan Wang, Xiangyou Wang, Peijuan Xiang, Miao Huang, Xin Han. – Appl. No. CN 201210075848; Filed March 21, 2012; Publ. July 25, 2012. – Available at: \www/URL: <https://www.google.com/patents/CN102609011A?cl>

9. Cold storage method of vegetables in agricultural and sideline products [Text]: Patent CN 105123897 A, MPK A23B7/04, A23B7/152, A23B7/154, A61L2/18 / Zhang Guoqian, Zheng Yang, Zhang Jian. – Filed August 25, 2015; Publ. December 9, 2015. – 1 p.
10. Cold storage method for fruit and vegetable [Text]: Patent TW 201117726 A, MPK A23B7/04, B65D81/02 / Cheng Sung-Chi. – Filed November 27, 2009; Publ. June 1, 2011. – 1 p.
11. Kolodiazhaia, V. S. Primenenie ais slarri dlia zamorazhivaniia rastitel'nyh produktov [Text] / V. S. Kolodiazhaia, V. N. Sokolov // Proizvodstvo i realizatsiia morozhenogo i bystrozamorozhennyh produktov. – 2003. – No. 5. – P. 24–28.
12. Integrated fruit and vegetable differential pressure precooling storage [Electronic resource]: Patent CN 202184088 U / Sheng Liu, Jinpeilou. – Appl. No. CN 201120249678; Filed July 15, 2011; Publ. April 11, 2012. – Available at: www/URL: https://www.google.com/patents/CN202184088U?cl
13. Universal'nyi i prostoi sposob sohraneniia tovarnogo vida, vkusovyh i poleznyh kachestv ovoshchei i fruktov pri ih prodolzhitel'nom hranenii [Text]: Patent RU 2013156913 A, MPK A23L 3/00 / Milevskii V. B. – Appl. No. CN 201510060513; Filed December 20, 2013; Publ. April 10, 2016. – 2 p.
14. Taurit, V. R. Formirovanie temperaturnogo rezhima v ventiliruemyyh ovoshchehranilishchah [Text] / V. R. Taurit, C. B. Taurit // Sel'skohoziastvennye vesti. – 1997. – No. 4–5 (27–28). – P. 48–49.
15. Kriukov, A. M. Hranenie sel'skohoziastvennogo syr'ia v kontroliruemoi gazovoi srede s ispol'zovaniem kompressorno-membrannogo oborudovaniia [Text] / A. M. Kriukov, E. P. Koshevoi // Materialy II mezhdunarodnoi nauchno-tehnicheskoi konferentsii. – Voronezh, 2004. – Part 1. – P. 249–251.
16. Normov, D. A. Vliianie obrabotki ozono-vozdushnoi smes'iu na liozhkost' baklazhanov [Tex] / D. A. Normov, E. A. Fedorenko // Gavrish. – 2009. – No. 1. – P. 32–34.
17. Sposob hraneniia ovoshchei [Text]: Patent RU 2000104186 A, MPK A23B 7/14, A23B 7/00, A01F 25/00 / Pavlov A. M. – Filed February 21, 2000; Publ. March 10, 2002. – 2 p.
18. Sposob hraneniia ovoshchei [Text]: Patent RU 2000112978 A, MPK A23B 7/00, A23B 7/14, A23L 3/3409, A01F 25/00 / Pavlov A. M. – Filed May 24, 2000; Publ. May 27, 2003. – 2 p.
19. Fruit and vegetable storage-transportation fresh-keeping box with functions of sterilizing and degrading pesticide residue [Electronic resource]: Patent CN 201849811 U / Cunkun Chen, Wensheng Wang, Ning Jia. – Appl. No. CN 201020602303; Filed November 11, 2010; Publ. June 1, 2011. – Available at: www/URL: http://www.google.com.pg/patents/CN201849811U?cl=en
20. Fruit and vegetable storage and transportation fresh-keeping box with functions of sterilization and pesticide residue degradation [Electronic resource]: Patent CN 102001490 A / Cunkun Chen, Wensheng Wang, Ning Jia. – Appl. No. CN 201010540376; Filed November 11, 2010; Publ. April 6, 2011. – Available at: www/URL: http://www.google.sr/patents/CN102001490A?cl=en
21. Chachin, K. The quality preservation of agricultural products at refrigeration storage [Text] / K. Chachin // Reito Refrigeration. – 2000. – No. 867. – P. 20–23.
22. Sumnu, G. Quality control charts for storage of apricots [Text] / G. Sumnu, L. Bayindirh, M. Ozilgen // Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und Forschung. – 1994. – Vol. 199, No. 3. – P. 201–205. doi:[10.1007/bf01193444](https://doi.org/10.1007/bf01193444)

23. Shoruhin, K. Questions of fruits and vegetables storage quality [Text] / K. Shoruhin // Machinery and Equipment Food Industry. – 1998. – No. 3. – P. 60–72.
24. Paronian, V. H. Progressivnye sposoby obrabotki plodoovoshchnoi produktsii pered zakladkoi na hranenie [Text] / V. H. Paronian, G. P. Kiuregian, N. V. Komarov // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ia. – 2003. – No. 7. – P. 23.
25. Turbin, V. A. Prognozirovanie himicheskogo sostava zamorozhennykh plodov abrikosa pri dlitel'nom hranenii [Text] / V. A. Turbin, G. I. Glushko // Pishchevoi tehnologii. – 2002. – No. 1. – P. 36–38.
26. Belenko, E. L. Nizkotemperaturnoe zamorazhivanie plodov kostochkovykh kul'tur [Text] / E. L. Belenko, E. L. Jeneeva, S. V. Levchenko, N. L. Studennikova, P. L. Parfenova, V. N. Kuzmenko // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 1997. – No. 2. – P. 10–12.
27. Use of water solution of chitosan as a conserving agent for treatment of food products of vegetable origin before storage [Text]: Patent UA 20183 U, MPK A23B 4/00, A01F 25/00, C08B 37/00 / Kavyrshyn O. P., Fedorov S. A. – Filed July 10, 2006; Publ. January 15, 2007, Bull. No. 1. – 5 p.
28. Preservative film for short-term storage of fruits and vegetables, preparation method of preservative film and prepared preservative bag [Electronic resource]: Patent CN 104309903 A / Shi Dixing. – Appl. No. CN 201410499541; Filed September 25, 2014; Publ. January 28, 2015. – Available at: \www/URL: <https://www.google.com/patents/CN104309903A?cl=en>
29. High-transparency physical antibacterial polyolefin fruit and vegetable storage and transportation preservative film [Electronic resource]: Patent CN 101643567 A / Yanwen Zhou, Shijun Wang, Ping Zhang, Jiazheng Li. – Appl. No. CN 200910306633; Filed September 7, 2009; Publ. February 10, 2010. – Available at: \www/URL: <https://www.google.com/patents/CN101643567A?cl=en>
30. Dobias, J. Emballage des denrees alimentaires en atmospheres contrôlées au modifiées [Text] / J. Dobias, M. Voldrich, J. Philippen // Rev. Gen. Froid. – 1994. – No. 7. – P. 55–61.
31. Multilayered film [Electronic resource]: Patent US 5169728 A / Murphy M., Jennergren B. C. G.; assignee: The Dow Chemical Company. – Appl. No. US 07/663,216; Filed February 28, 1991; Publ. December 8, 1992. – Available at: \www/URL: <https://www.google.com/patents/US5169728>
32. Oxygen-permeable multilayer film [Electronic resource]: Patent US 5491019 A / Kuo B. P.; assignee: W. R. Grace & Co.-Conn. – Appl. No. US 08/218,776; Filed March 28, 1994; Publ. February 13, 1996. – Available at: \www/URL: <http://www.google.tl/patents/US5491019>
33. Jones, D. Manual of Methods for General Bacteriology [Text] / D. Jones // Journal of Clinical Pathology. – 1981. – Vol. 34, No. 9. – P. 1069–1069. doi:[10.1136/jcp.34.9.1069-c](https://doi.org/10.1136/jcp.34.9.1069-c)
34. Volianskyi, Yu. L. Vyvchennia spetsyfichnoi aktyvnosti protymikrobykh likarskykh zasobiv [Text]: Handbook / Yu. L. Volianskyi, I. V. Hryshchenko, V. P. Shyrobokov et al. – Kyiv, 2004. – 38 p.