

A 05.18.01
M-719

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱՆՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

«ՊԱՐԵՆ» ԳԻՏԱԿԱՐՏԱՂՐԱՎԿԱՆ ԵՎ ՆԱԽԱԳԾԱՅԻՆ ՊԵՏԱԿԱՆ ՓԱԿ ԲԱԺՆԵՏԻՐԱԿԱՆ
ԸՆԿԵՐՈՒԹՅՈՒՆ

ՄԿՐՏՉՅԱՆ ՏԱՏՅԱՆԱ ԱԼԵՔՍԱՆԴՐԻ

ՊՏՈՒՂՆԵՐԻ ՀԱՍՈՒՆԱՑՄԱՆ, ՊԱՐՊԱՆՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՈՐՈՇ ԿԵՆՍԱԲԻՄԻԱԿԱՆ
ՀԻՄՆԱԳՆՈՑԵՐԻ ԵՎ ՏԵՂԱԿԱՆ ՀՈՒՄՔԻՑ ՊԵԿՏԻՆԻ ԱՐՏԱԳՐՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ

Ե.18.01." Հատիկային, ըմդեղենային մշակաբույսերի, ծավարեղենի,
պտուղբանջարեղենային մթերքների նախնական մշակման,
պահպանման և վերամշակման տեխնոլոգիա" մասնագիտու-
տությանը տեխնիկական գիտությունների դոկտորի գիտական
աստիճանի հայցման ատենախոսության

ԱԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ-2003

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ И ПРОЕКТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЗАКРЫТОГО ТИПА "ПАРЕН"

МКՐՏԿՅԱՆ ԿԱՏՅԱՆԱ ԱԼԵՔՍԱՆԴՐՈՎՆԱ

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОХИМИИ СОЗРЕВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИИ
ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ПРОИЗВОДСТВА ПЕКТИНА ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

ԱՎՏՈՐԵՓԵՐԱՏ

диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук по
специальности 05.18.01 – "Предварительная обработка зерновых, бобовых,
крупяных, плодоовощных продуктов, технология хранения и переработки"

ԵՐԵՎԱՆ-2003

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Ատենախոսության բեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱ «Պարեն» գիտաարտադրական և նախագծային ՊՓԲԸ-ն գիտական խորհրդում

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ ՀՀ նարտարագիտական ակադեմիայի ակադեմիկոս, տեխնիկական գիտությունների դոկտոր Վ. Գ. ԳԱԲԶԻՄԱԼՅԱՆ
Խաղողագործության և գինեգործության միջազգային ակադեմիայի և ՀՀ ԳԳԱ ակադեմիկոս, տեխնիկական գիտությունների դոկտոր Ն. Բ. ԿԱԶՈՄՈՎ
Կենսաբանական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր Ա. Խ. ԱՂԱՋԱՆՅԱՆ

Առաջատար կազմակերպություն՝ Երևանի պետական տնտեսագիտական ինստիտուտ

Պաշտպանությունը կայանալու է 2003թ. սեպտեմբերի 12-ին ժամը 14⁰⁰-ին «Պարեն» ԳԱՆ ՊՓԲԸ-ն 002 մասնագիտական խորհրդում: Հասցեն՝ 375023. Երևան, փ. Գետառի, 4:

Սեղմագիրն առաքված է 2003թ. օգոստոսի 11-ին:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ «Պարեն» ԳԱՆ ՊՓԲԸ-ն գրադարանում:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար, էկոլոգիայի և կենսագործունեության անվտանգության ՄԳԱ ակադեմիկոս, կենս. գիտ. բեկն.

Տ. Ա. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ.

Тема диссертации утверждена на заседании ученого совета научно-производственного и проектного ГАОЗТ "Парен" МСХ РА

Официальные оппоненты:

Академик Инженерной академии РА, доктор технических наук В. Г. ГАБЗИМАЛЯН
Академик Международной академии виноградарства и виноделия и АСХН РА, доктор технических наук Н. Б. КАЗУМОВ
Доктор биологических наук, профессор А. Х. АГАДЖАНИЯН

Ведущая организация: Ереванский государственный экономический институт

Защита состоится 12 сентября 2003г. в 14⁰⁰ на заседании специализированного совета 002 НППГАОЗТ "Парен" по адресу: 375023. Ереван, ул. Гетари, 4

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке НППГАОЗТ "Парен"

Автореферат разослан 11 августа 2003г.

Ученый секретарь специализированного совета, академик МАН экологии и безопасности жизнедеятельности

Ջ. Ա. ԱՐՄԵՆՅԱՆ. Ж. А. АРУТЮНЯН



2635-2003

Актуальность темы. Бесперебойное круглогодичное снабжение населения свежими плодами требует решения проблем длительного хранения на высоком научно-техническом уровне. Для успешного решения этих задач необходимо иметь возможно более полное представление о биохимической природе и механизмах регуляции созревания и перезревания плодов в период их длительного хранения. По современным взглядам ключевыми биохимическими процессами, ведущими к созреванию и перезреванию плодов, являются: усиление биосинтеза этилена, активация НАДФ-малик-фермента, климактерический подъем дыхания, а также активация ферментов, ведущих к деградации клеточных стенок плодов и, как следствие, размягчению плодов.

Исследование биохимических механизмов созревания плодов и путей воздействия на них имеет как теоретический, так и практический интерес, тем не менее эти процессы изучены далеко недостаточно. Имеется большой пробел в исследованиях ключевых биохимических циклов созревания при хранении плодов в зависимости от их лежкоспособности и условий хранения. Практически не исследованы теоретические аспекты, вскрывающие различия в процессах созревания и лежкоспособности косточковых и семечковых плодов, что крайне важно при решении вопросов их длительного хранения.

Учитывая роль пектиновых веществ при созревании и хранении плодов, а также большую потребность в пектине для нужд пищевой промышленности и профилактического питания, особое внимание в работе уделено пектиновым веществам, исследованию возможности их получения из местного сырья и поиску нового пектинсодержащего сырья для получения пектина.

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы является исследование некоторых ключевых особенностей биохимии созревания и технологии хранения плодов яблони, груши, абрикоса, путей улучшения лежкоспособности плодов посредством воздействия на эти процессы, а также изучение возможности получения пектиновых веществ и пектинового концентрата из местного сырья и поиск нетрадиционного пектинсодержащего сырья.

Для выполнения указанной цели в задачи исследования входило:

- исследовать роль НАДФ-малик-фермента (КФ 1.1.1.40) - ключевого фермента малатной системы декарбоксилирования яблочной кислоты, при созревании и хранении плодов груши и абрикоса и зависимость между активностью НАДФ-малик-фермента и лежкоспособностью плодов;
- изучить динамику выделения этилена плодами яблони, груши и абрикоса в зависимости от вида, сорта, степени зрелости и условий хранения плодов;
- исследовать возможность регулирования биосинтеза этилена путем хранения плодов в условиях пониженного содержания кислорода и повышенного углекислого газа (МГС, РГС), обработки плодов ингибиторами и активаторами биосинтеза этилена, а также путем удаления этилена из атмосферы хранилища посредством применения веществ, поглощающих этилен;
- исследовать связь между образованием этилена, НАДФ-малик-фермента, интенсивностью дыхания, пектиновым обменом при созревании и хранении плодов и вскрыть общности и различия в основных биохимических процессах созревания и размягчения косточковых и семечковых плодов;
- изучить возможности повышения лежкоспособности плодов веществами, оказывающими регуляторное воздействие на их созревание;
- изучить изменение содержания пектиновых веществ, их фракций, локализацию в клетке, а также активность пектолитических ферментов (полигалактуроназы, КФ 3.2.1.15, пектинметилэстеразы, КФ 3.1.1.11) при созревании и хранении плодов абрикоса и яблони;
- исследовать различия в пектиновом обмене плодов яблони, абрикоса в связи с размягчением мякоти при созревании и перезревании плодов и возможности воздействия на пектиновый обмен плодов путем

предуборочной обработки деревьев хлоридом кальция и хранением плодов в условиях РГС;

- провести поиск новых пектинсодержащих видов растительного сырья, изучить физико-химические свойства полученного пектина и сферы его применения;
- изучить возможности получения пектина из местного сырья и разработать технологическую линию получения пектина и пектинового концентрата с применением серийного пищевого оборудования;
- в производственных условиях получить пектиновый концентрат — из отходов консервной промышленности и исследовать эффективность его применения при изготовлении джемов.

Научная новизна. Исследованы ключевые биохимические процессы, ведущие к созреванию, перезреванию плодов и их связь с лежкоспособностью.

Выявлены существенные различия в биохимии созревания, размягчения и лежкоспособности семечковых плодов и абрикоса.

Впервые установлено, что при хранении плодов яблони и груши возрастанию уровня биосинтеза этилена, климактерическому подъему дыхания, активации НАДФ-малик-фермента, полигалактуроназы, пектинметилэстеразы, характерным для перезревания семечковых плодов, предшествует период снижения активности указанных процессов, длительность которого возможно регулировать варьируя условия хранения. Наличие такого периода и его продолжительность определяют хорошую лежкоспособность плодов семечковых.

Установлено, что слабая лежкоспособность плодов абрикоса, обусловлена высокой интенсивностью основных биохимических процессов созревания, активация которых в абрикосах начинается в доуборочный период (активация биосинтеза этилена и полигалактуроназы) и завершается при достижении потребительской зрелости плодов (активация НАДФ-малик-фермента, климактерический подъем дыхания), что ограничивает возможности послеуборочного воздействия на биохимические механизмы, ведущие к перезреванию плодов абрикоса.

На основе гистохимических и количественных исследований пектинового комплекса показано, что подавляющая часть пектиновых веществ локализована в клеточных стенках и срединных пластинках плодов и представлена протопектином, гидролиз которого приводит к размягчению плодов. Установлена ведущая роль валентносвязанного протопектина в сохранении структуры плодовой клетки и размягчении плодов. Содержание валентносвязанного протопектина превосходит ионносвязанный на всех стадиях зрелости плодов.

Впервые показано, что сильное размягчение плодовой мякоти при созревании абрикос обусловлено действием полигалактуроназы и пектинметилэстеразы, активация которых наступает в доуборочный период и приводит к интенсивному гидролизу в первую очередь ионных, затем и валентных связей в протопектине. Следствием интенсивного гидролиза протопектина является нарушение структуры клеточных стенок и срединных пластин в плодах, еще не достигших потребительской зрелости, и быстрая мацерация плодовой ткани абрикос в послеуборочный период.

В плодах яблони, в отличие от абрикос, потребительская зрелость характеризуется снижением активности полигалактуроназы и отсутствием активной пектинметилэстеразы, что способствует замедлению деградации протопектина, сохранению целостности клетки и плодовой мякоти.

Обоснована возможность повышения лежкоспособности плодов путем обработок веществами, оказывающими ингибирующее воздействие на обменные процессы созревания плодов и применения веществ, поглощающих этилен

Впервые в качестве нетрадиционного сырья для получения пектиновых веществ исследованы лопух, зеленые побеги винограда, портулак, лебеда, амарант. Выявлено высокое содержание пектиновых веществ в черешках листьев лопуха

Разработана технологическая схема получения пектина из лопуха, согласно которой получен пектин. Установлено, что лопуховый пектин относится к низкоэтерифицированным пектинам и обладает высокими комплексобразующими свойствами, что позволяет рекомендовать его использование в качестве профилактического пектина.

Практическая ценность. На основе исследований газообмена хранящихся плодов, для повышения их лежкоспособности, разработана и испытана модель контейнера для хранения плодов в МГС с частичным удалением этилена и углекислого газа (Авторское свидетельство СССР, № 1770222). Экономический эффект при хранении 100 т плодов в указанном контейнере для сорта Голдспур составил 10,7 млн драмов, а для сорта Старкримсон — 15,5 млн драмов.

Для повышения лежкоспособности плодов предложены предуборочная и послеуборочная обработки веществами, воздействующими на обменные процессы плодов.

С целью снижения интенсивности деградации протопектина, ведущей к размягчению плодовой мякоти, а также задержки созревания в целом, предлагается хранение плодов в МГС, РГС, предуборочная и послеуборочная обработки плодов растворами хлорида кальция.

Учитывая высокую комплексообразующую способность лопухового пектина, предложено использовать его для выведения из организма тяжелых металлов, радионуклидов и токсинов.

Согласно разработанной технологической линии, на серийном пищевом оборудовании из отходов консервной промышленности получен пектиновый концентрат, который был использован при производстве джемов. Экономический эффект применения пектинового концентрата составил 14,3 тыс. драмов на 1000 кг джема. Пектиновый концентрат можно применять при производстве джемов, повидла, конфитюров, напитков и др.

Апробация работы. Основные результаты исследований, изложенные в диссертационной работе, докладывались на: VII, IX, X, XI научных конференциях молодых ученых и аспирантов НИИ виноградарства, виноделия и плодоводства МСХ Армении (Ереван, 1975, 1976, 1977, 1980), республиканском семинаре "Состояние и перспективы применения искусственного холода в сельском хозяйстве и пищевой промышленности" (Ереван, 1985), всесоюзной конференции "Теоретическая и прикладная карпология" (Кишинев, 1989), 9-м международном симпозиуме по культуре абрикоса (Казерта, Италия, 1989), международной конференции

" Сельскохозяйственная наука на пороге 21-го века" (Ереван, 1996), международной конференции " Аграрная наука и реформы на пороге 21-го века" (Ереван, 1998), 16-м международном ботаническом конгрессе (Сент Люис, США, 1999), 11-м съезде Российского ботанического общества (Новосибирск, 2003, материалы приняты).

Публикация результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 37 научных работ, в том числе одно авторское свидетельство СССР и два патента Республики Армения.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 279 стр. компьютерного текста и состоит из введения, семи глав, выводов, рекомендаций производству, списка использованной литературы и приложений. Диссертация содержит 69 рисунков, 16 таблиц. В списке цитируемой литературы 570 названий, из них: на армянском языке - 2, на русском языке - 265 и на других иностранных языках - 303.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава I. Биохимические особенности созревания и хранения плодов, пектиновые вещества и их получение (обзор литературы)

Приведен критический анализ данных литературы по аспектам проведенных исследований.

Глава II. Цель, задачи, объекты, схема и методы исследований

Исследования проведены в Московском институте биохимии им. А.Н. Баха, Армянском НИИ виноградарства, виноделия и плодоводства в период с 1973 по 1993 г.г. и в НППГАОЗТ "Парен" МСХ Армении с 1994 по 2003г.г.

При изучении биохимических аспектов хранения объектом исследования являлись плоды яблони сортов Голдспур, Старкримсон, груши - Лесная красавица, Бере Лигеля, Дзмернук, абрикоса - Еревани, Сатени. В качестве возможного сырья для получения пектина исследовали: амарант

(*Amaranthus*), портулак (*Portulaca L.*), лебеда (*Chenopodium*), лопух (*Arctium*), зеленые побеги винограда (*Vitis V.*), собранные в Араратской равнине.

Плоды яблони для исследований брали из интенсивных садов Карби-Оганаванского массива Арагацотнской области, а груши и абрикоса - из Мерцаванской базы Арм.НИИВВиП Армавирской области Армении. Сбор проводили в стадии съемной зрелости со всех частей кроны 8-10 деревьев и хранили в экспериментальном холодильном фруктохранилище (на 25т) при разных температурных режимах, а также в МГС и РГС. О лежкоспособности плодов судили по образованию потерь за счет перезревания, микробиологических заболеваний и физиологических расстройств. Плоды считали непригодными для дальнейшего хранения, если сумма потерь составляла 10% и более (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, Мичуринск, 1973).

Регулируемую газовую среду создавали в герметических контейнерах ГК-200 (контейнеры Фидлера) объемом 1 м³. Для удаления углекислого газа использовали скруббер на гашеной извести. Каждый из 20 контейнеров подсоединяли к скрубберу и приборам определения углекислого газа ТП2221МУ4 и кислорода - МН 5130У4. Модифицированная газовая среда создавалась в полиэтиленовых пакетах с силиконовой мембраной и контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами.

Предуборочную обработку плодов абрикоса проводили 0,7 и 1,5% растворами хлорида кальция (однократно), плодов яблони - 0,6 % раствором (пятикратно). Послеуборочную обработку плодов проводили путем их погружения в соответствующие растворы (3 мин). Модельные опыты проводили на срезах мякоти плодов.

Активность НАДФ-малик-фермента определяли по приросту поглощения реакционной смеси, состоящей из ферментного препарата трис-буфера (рН 7), яблочной кислоты, НАДФ, ионов марганца при длине волны 340 нм (Салькова Е.Г. и др., 1975).

Определение содержания пектиновых веществ, молекулярной массы пектиновых фракций, количества свободных карбоксильных, метоксильных, ацетильных групп пектина, степень его этерификации, а также локализацию

пектиновых веществ в плодовой клетке проводили согласно Арасимович В.Б. и др. (1970). Фракционирование пектиновых веществ проводили из спиртонерастворимого остатка плодов при температуре 80°C. Водорастворимую фракцию получали путем трехкратного экстрагирования водой (20 мин), валентносвязанный протопектин (ПП1) – гидролизом спиртонерастворимого остатка 0,013 N соляной кислотой, ионсвязанный протопектин (ПП2) – путем дальнейшей экстракции спиртонерастворимого остатка 1% раствором лимоннокислого аммония (Благовестная Е.П. и др., 1984). Комплексообразующую способность пектина определяли методом трилонометрии по его способности образовывать комплексы с ионами свинца (Каминская Ф.И. и др., 1978), а эквивалентный вес пектина – по степени этерификации (Аймухамедова Г.Б. и др., 1990)

Активность пектинметилэстеразы (КФ 3.1.1.11) определяли по Мельнику А.В., полигалактуроназы (КФ 3.2.1.15) – по Повомаревой Н.П. (Рыбак Г.М., 1980).

Содержание этилена измеряли на газовом хроматографе "Хром 4", плотность мякоти плодов – пенетрометром "Эффеджи" (Италия). Сухие водорастворимые вещества определяли рефрактометром РЛ-2, общее содержание сухих веществ – методом высушивания, сахара – методом Бертрана, титруемую кислотность – титрованием 0,1 N щелочью, активную кислотность – ионометр-рН-метром (Ермаков А.И. и др., 1972). Этиловый спирт определяли бихроматно-иодометрическим методом согласно ГОСТ 8755-70, ацетальдегид – иодометрическим методом (Агабальянц Г.Г., 1969), интенсивность дыхания – манометрическим методом в аппарате Варбурга и прибором Орса (Умбрейт В.В., 1951), содержание кальция – трилонометрическим методом (Скурихин И.М., 1984). Полученный цифровой материал подвергался статистической обработке при надежности $\alpha = 0,95$ (Алексеев В.А., 1972).

Глава III. Роль НАДФ-малик-фермента при созревании и хранении плодов

Исследования показали, что при созревании плодов груши и абрикоса активируется НАДФ-малик-фермент (КФ 1.1.1.40) – ключевой фермент малатной системы, ведущей декарбоксилирование яблочной кислоты до ацетальдегида, этилового спирта, углекислого газа с образованием восстановленной формы НАДФ. Функционирование малатной системы обнаружено в модельных опытах на срезах мякоти груш, инкубированных в растворе яблочной кислоты, а также при хранении плодов груши и абрикоса. Установление факта функционирования системы декарбоксилирования яблочной кислоты позволяет объяснить повышение интенсивности дыхания плодов (климактерический подъем) и накопление ацетальдегида, этилового спирта в период созревания.

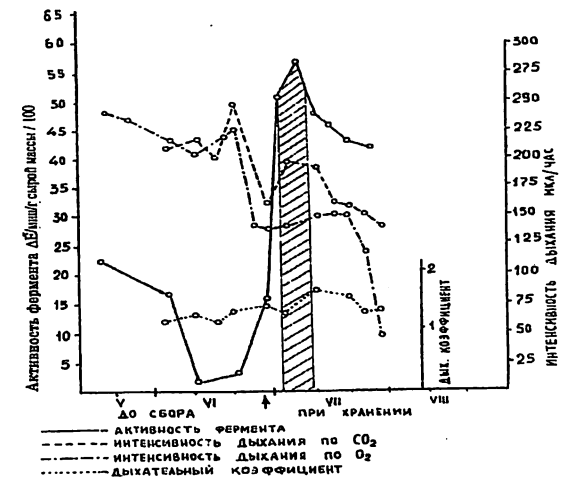
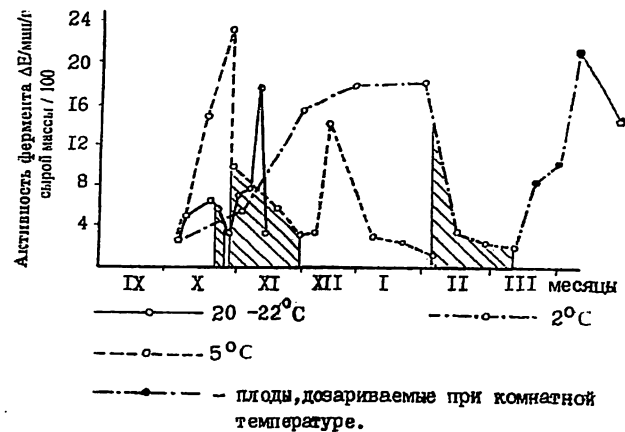


Рис.1. Связь активности НАДФ-малик фермента с дыханием плодов абрикоса сорта Еревани

Из рис.1 видно, что в плодах абрикоса пик активности НАДФ-малик-фермента наблюдается в послеуборочный период и совпадает с потребительской зрелостью плодов, климактерическим подъемом дыхания, снижением уровня поглощения кислорода, возрастанием дыхательного коэффициента до 1,8. Установлено, что в этот период значительно возрастает

содержание ацетальдегида и этилового спирта, что является свидетельством усиления анаэробных процессов и активации малатной системы. Образовавшийся в результате анаэробного декарбоксилирования яблочной кислоты углекислый газ приводит к развитию климактерического подъема дыхания и повышает дыхательный коэффициент плодов. При перезревании плодов снижение активности фермента сопровождается понижением уровня выделения углекислого газа и усилением аэробных процессов.

Исследования показали, что активность фермента зависит от вида, сорта, степени зрелости и условий хранения плодов. В отличие от плодов абрикоса (рис 1), динамика активности фермента в грушах характеризуется двухпиковой кривой, а уровень его активности ниже (рис.2).



Заштрихованная область соответствует потребительской степени зрелости плодов

Рис. 2. Изменение активности НАДФ-малик-фермента в ходе хранения плодов груши сорта Дзмернук при разных температурах.

Первый период возрастания активности фермента соответствует фазе созревания, второй — перезреванию плодов. Между двумя пиками возрастания активности фермента в грушах, созревание которых происходит замедленно (в более лежких сортах и в условиях хранения при пониженных температурах) выявлен период низкой активности фермента. В лежких плодах

груши период высокой активности фермента, соответствующий созреванию плодов (первый пик активности фермента) длится дольше, а активация фермента, характерная для перезревания, наступает позже.

Связь между лежкоспособностью и активностью НАДФ-малик-фермента отмечена и на плодах абрикоса. В более лежком сорте Еревани активация фермента наступает позже.

НАДФ-малик-фермент является термолабильным с температурным оптимумом, близким к 20°C, поэтому снижение температуры хранения плодов до 2°C (рис.2) сильно тормозит активацию фермента тем самым задерживает развитие малатного эффекта и перезревание плодов.

Глава IV. Исследование роли этилена при созревании и хранении плодов и пути воздействия на его биосинтез

Выявлены различия в образовании этилена семечковыми и косточковыми плодами. Плоды абрикоса отличаются высоким уровнем и интенсивностью биосинтеза этилена. Динамика выделения этилена плодами абрикоса характеризуется однопиковой кривой. Максимальный подъем образования этилена наблюдается в незрелых абрикосах в доуборочный период. Потребительская зрелость плодов абрикоса совпадает с периодом снижения биосинтеза этилена.

На плодах яблони и груши обнаружено три периода возрастания выделения этилена, соответствующие созреванию, перезреванию и старению плодов. Наиболее выражен подъем уровня биосинтеза этилена, соответствующий периоду перезревания плодов. Уровень биосинтеза этилена и его интенсивность зависят от условий хранения плодов. Понижение температуры хранения плодов ингибирует образование этилена. В плодах яблони и груши, хранящихся при 20...22°C, уровень биосинтеза этилена в 5-7 раз выше, чем в плодах, хранящихся при температуре 2°C. Как видно из рис.3, при хранении плодов яблони и груши в условиях пониженной температуры между первым периодом возрастания выделения этилена (начальный период хранения) и резким возрастанием его биосинтеза при перезревании

дозариваемых плодов (второй пик), выявлен длительный период (до нескольких месяцев) низкого уровня биосинтеза этилена, в течение которого плоды сохраняют высокие потребительские свойства. Наличие указанного периода и его длительность определяют

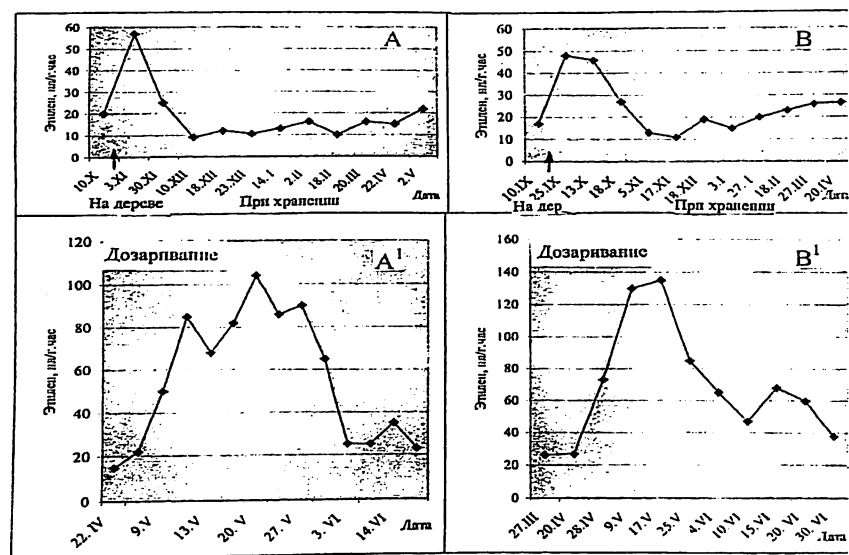


Рис. 3. Выделение этилена плодами яблони сорта Голдспур (А) и груши сорта Дзержинская (В) в условиях хранения при температуре 2°С и дозаривания при температуре 20...22° С

хорошую лежкоспособность плодов семечковых.

Быстрое перезревание и плохая лежкоспособность плодов абрикоса связаны с высокой интенсивностью образования этилена, отсутствием периода низкого уровня его биосинтеза, предшествующего перезреванию плодов.

Одним из путей регулирования образования этилена при хранении плодов является использование ингибиторов и активаторов его биосинтеза. Исследования, проведенные на срезах мякоти плодов яблони и плодах, подвергнутых послеуборочной обработке растворами гидрела, бензоата натрия и 8-оксихинолина показали, что гидрел и бензоат натрия активируют биосинтез этилена, 8-оксихинолин подавляет этот процесс. При обработке

яблок растворами 8-оксихинолина, с последующим их хранением при температуре 20...22°С, вместо характерной для созревания и перезревания плодов яблони трехпиковой кривой, при концентрации препарата 800мг/л наблюдалось незначительное возрастание выделения этилена при перезревании плодов, а при концентрации раствора 1,2 г/л – снижение его выделения с 36,8 нл/г.час до 14,2 нл/г.час. При обработке плодов яблони растворами 1% гидрела и 5% бензоата натрия биосинтез этилена возрастал в среднем в три раза по сравнению с контролем. Послеуборочная обработка плодов ингибиторами и активаторами биосинтеза этилена оказывает влияние на весь послеуборочный период созревания и может быть соответственно применена для торможения созревания плодов и, следовательно, продления сроков их хранения или ускорения созревания при дозаривании плодов.

Наиболее безвредным и эффективным способом воздействия на биосинтез этилена является хранение плодов в модифицированной (МГС) и в регулируемой газовой среде (РГС). В этом случае на образование этилена и весь процесс созревания в целом, влияют три фактора: пониженная температура хранения, повышенное содержание углекислого газа, пониженное содержание кислорода. Образование этилена из АЦК происходит в присутствии кислорода, поэтому кислород является активатором биосинтеза этилена. В отличие от кислорода углекислый газ является конкурентным ингибитором биосинтеза этилена. Исследования влияния РГС на образование этилена проводили на плодах яблони сортов Голдспур и Старкримсон, хранящихся при температуре 2°С в РГС, содержащей 3%CO₂ – 5% O₂ и 92% N₂. Хранение в РГС не изменяло динамику выделения этилена, однако снижало уровень его биосинтеза. Даже после дозаривания плодов в условиях открытого доступа кислорода и температуре 20...22 °С, выделение этилена плодами из РГС было в 3-4 раза ниже контрольного варианта. Ингибирование биосинтеза этилена согласуется с хорошей лежкостью яблок, хранившихся в РГС. Убыль массы плодов сорта Голдспур через 6 месяцев хранения составляла 2,5% (контроль – 9,3%), а у более лежкого сорта Старкримсон – 2,8% (контроль - 5%).

Регулирование образования этилена плодами возможно применением его адсорбентов. Адсорбенты снижают концентрацию этилена в атмосфере хранилища, препятствуя его накоплению до уровня, после которого начинается автокатализ. Проведен поиск веществ, способных поглощать этилен. Установлено, что бихромат калия, медный купорос, мочеви́на, бензоат натрия, растворы иода, перманганат калия поглощают этилен. Наибольшей способностью поглощать этилен отличаются перманганат калия и бензоат натрия.

На основе перманганата калия, перлита, гипса (1:1:1,5) был изготовлен адсорбент этилена, поглотительная способность которого составляла 1,3 мл/г.сутки. На плодах яблони исследована возможность применения адсорбента этилена. При хранении плодов в условиях свободного доступа кислорода и температуре 20...22°C адсорбент (из расчета 2г действующего начала на 2 кг плодов) ингибировал выделение этилена плодами сорта Голдспур в среднем в 1,7 раз, а Старкримсон – в 2,5 раза. Эффективность применения адсорбента значительно возросла при хранении плодов в МГС (при 2 °С). К концу хранения содержание этилена в вариантах МГС с применением адсорбента оказалось в 17 раз меньше, чем в аналогичном варианте без применения адсорбента, а выделение этилена плодами снижалось в 800 раз по сравнению с яблоками, хранившимися в условиях свободного доступа кислорода без адсорбента.

На основе исследований разработана и испытана модель контейнера для хранения плодов в МГС с частичным удалением этилена и углекислого газа (Авторское свидетельство СССР N 1770222, 1992). В качестве поглотителя этилена использовали изготовленный нами адсорбент на основе перманганата калия, а для поглощения углекислого газа – негашеную известь. Хранение плодов яблони в указанном контейнере снижало выделение этилена плодами сорта Голдспур в 156 раз, а Старкримсон в 205 раз. МГС, образовавшаяся в контейнере, подавляла биохимические процессы, ведущие к перезреванию плодов, что привело к значительному снижению убыли массы плодов, лучшему сохранению плотности мякоти и других товарных свойств плодов.

Экономическая эффективность применения такого контейнера при расчете на 100 т плодов яблони сорта Голдспур составила 10,7 млн драм, Старкримсон – 15,5 млн драм.

Глава V. Роль пектиновых веществ и пектолитических ферментов при созревании и хранении плодов

В главе представлены результаты исследований пектолитических ферментов, пектинового комплекса, локализации пектиновых веществ и их фракций при созревании на дереве и хранении плодов яблони и абрикоса.

Гистохимические исследования, проведенные на срезах мякоти плодов, показали, что основная часть пектиновых веществ в плодах яблони и абрикоса локализована в клеточных стенках и срединных пластинках и представлена протопектиновой фракцией. Для сравнения результатов гистохимических исследований с количественной характеристикой пектиновых веществ, из мякоти плодов яблони была выделена фракция клеточных стенок (СКК). Содержание пектиновых веществ во фракции СКК зрелых плодов яблони сорта Голдспур составляло 0,38, а сорта Старкримсон – 0,59 % на сырую массу плодов. Содержание пектиновых веществ в плодном соке оказалось чрезвычайно мало и составляло соответственно – 0,0053 и 0,0037%. Эти результаты согласуются с гистохимическими исследованиями и подтверждают, что подавляющая часть (98,6% в яблоках сорта Голдспур и 99,4% в яблоках Старкримсон) пектиновых веществ плодовой клетки сосредоточена в клеточных стенках и срединных пластинках. В период потребительской зрелости в яблоках сорта Голдспур 92%, а Старкримсон – 86,6% от общего содержания пектиновых веществ приходится на долю протопектина. Большая часть протопектина связана валентными связями. Содержание валентносвязанного протопектина превосходит ионосвязанный у сорта Голдспур в 2 раза, Старкримсон – в 1,5 раз. При перезревании плодов в результате гидролиза протопектина резко возрастает содержание водорастворимой фракции.

Фракционирование протопектина из срезов путем экстракции

лимоннокислым аммонием и кислотным гидролизом позволило выявить локализацию ионосвязанной и валентносвязанной фракций протопектина и их роль в определении структуры клетки. Установлено, что обе фракции входят в состав клеточной оболочки и срединных пластинок. Удаление из срезов ионосвязанной фракции приводило к значительному увеличению межклеточников, однако не нарушало структуру клеточной оболочки. Напротив, при удалении из срезов валентносвязанного протопектина наблюдалось нарушение клеточной оболочки и появлялась окраска внутри клетки. Очевидно, основная роль в сохранении структуры плодовой клетки принадлежит валентносвязанной фракции протопектина, а ионосвязанная фракция обеспечивает ее катионообменную способность.

Изучение динамики содержания пектиновых веществ в зависимости от степени зрелости плодов яблони и абрикоса показало, что незрелые плоды отличаются высоким содержанием пектиновых веществ, затем их содержание снижается и вновь возрастает при перезревании плодов.

Плоды яблони и абрикоса отличаются динамикой активности пектолитических ферментов (рис.4). В плодах яблони, не достигших потребительской зрелости, высока активность полигалактуроназы (ПГ) и активна пектинметилэстераза (ПЭ).

В период потребительской зрелости яблони активность ПГ снижается, а ПЭ не детектируется. Перезревание плодов яблони характеризуется интенсивным гидролизом пектиновых веществ полигалактуроназой и их деэтерификацией пектинметилэстеразой. Установлена согласованность между активностью ПГ, деградацией протопектина и возрастанием водорастворимой фракции пектина.

Значительная стабилизация протопектиновой фракции наблюдается при хранении плодов яблони в РГС, которая сильно ингибирует активность ПГ и ПЭ. Стабилизация протопектиновой фракции в этом варианте хранения происходит за счет возрастания доли валентных связей в пектиновом комплексе плодов. Степень ингибирующего влияния РГС на пектиновый обмен плодов яблони зависит от состава газовой среды. Наибольшее ингибирующее влияние на обмен пектиновых веществ плодов обоих исследуемых

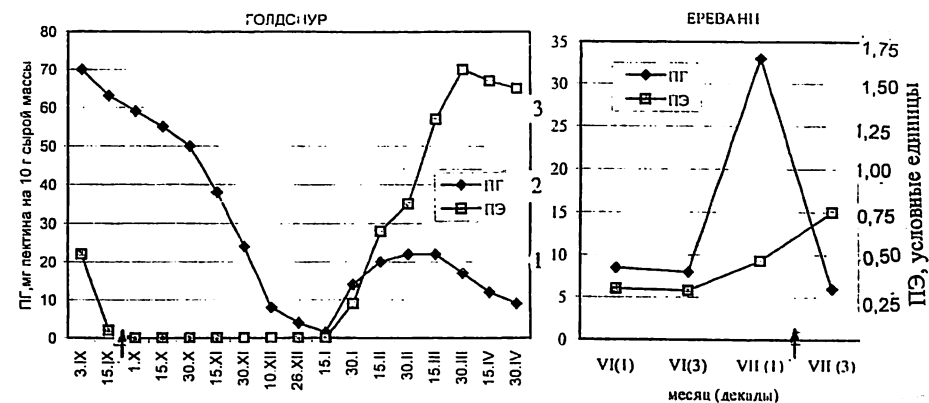


Рис.4. Изменение активности пектолитических ферментов при созревании и хранении плодов яблони и абрикоса (температура 2°C, стрелкой указано время сбора плодов)

сортов оказывает газовая среда, содержащая 5% CO₂ - 3% O₂ - 92% N₂, наименьшее - 3% CO₂ - 5% O₂ - 92% N₂.

Гидролиз пектиновых веществ при созревании плодов абрикоса происходит чрезвычайно интенсивно. В отличие от плодов яблони в плодах абрикоса (рис. 4) отсутствует период снижения активности ПГ, а ПЭ активна весь наблюдаемый период.

Активация ПГ начинается при созревании плодов на дереве и пик ее активности наблюдается до сбора плодов. Возрастание активности ПЭ происходит в течение всего периода созревания и перезревания плодов.

В плодах абрикоса сорта Сатени разрушение пектинового комплекса клеточных стенок и срединных пластин происходит более интенсивно, чем в сорте Еревани, что согласуется с большей степенью размягчения плодовой ткани и худшей лежкостью плодов этого сорта. В отличие от плодов яблони, при созревании плодов абрикоса деградации в большей степени подвергается ионосвязанная фракция протопектина, о чем свидетельствует снижение содержания и молекулярной массы этой фракции. Уже в период съемной степени зрелости в плодах Сатени, фиксируются следовые количества ионосвязанной фракции протопектина, т.е. почти весь протопектин

представлен валентносвязанной фракцией. Нарушение структуры клеточной оболочки в указанный период не происходит, что свидетельствует о ведущей роли валентносвязанного протопектина в сохранении структуры плодовой клетки. В период потребительской зрелости наблюдается полная деградация ионосвязанной фракции протопектина и фиксируются следовые количества валентносвязанной фракции протопектина. Мацерация плодовой ткани в абрикосах сорта Сатени, наблюдаемая уже в период потребительской зрелости плодов, совпадает с полным гидролизом протопектиновой фракции. В абрикосах сорта Еревани, менее подверженных размягчению, деградация пектиновых веществ происходит менее интенсивно, но и в этом случае мацерация плодовой ткани при перезревании плодов характеризуется отсутствием протопектина и весь пектин гидролизован до водорастворимой фракции.

Полученные результаты показывают, что размягчение при созревании и перезревании плодов связано с деградацией протопектина. Основные отличия пектинового обмена плодов яблони и абрикоса обусловлены действием пектолитических ферментов. В плодах яблони возрастание активности ПГ и ПЭ происходит в послеуборочный период и перезреванию плодов предшествует снижение активности ПГ, а активность ПЭ не фиксируется. В плодах абрикоса активация ПГ и ПЭ начинается до сбора плодов, что ведет к интенсивному гидролизу пектиновых веществ и сильному размягчению плодовой мякоти.

Глава VI. Разработка искусственных покрытий плодов с целью улучшения их лежкоспособности

Предуборочная и послеуборочная обработки плодов веществами, воздействующими на процессы созревания, являются одним из способов улучшения их лежкоспособности. При хранении плодов основными путями обмена с внешней средой являются газо и влагообмен. Для регулирования этих процессов принято покрывать плоды пленкообразующими веществами. В

качестве пленкообразующих веществ были испытаны соединения винилового типа и производные глицерина. Способность образовать тонкую незаметную пленку, не вызывающую ожогов, пятен, сморщивания плодов и улучшающую товарный вид проявили солвар, поливинилпирролидон (ПВП), диацетилмоностеарат глицерина – 100 (АМГС-100) и эфир моностеарата глицерина с диацетилвинной кислотой.

О лежкоспособности плодов судили по убыли их массы и органолептической оценке.

Для обработок плодов абрикоса в качестве пленкообразующих веществ оказалось эффективным применение солвара. Убыль массы плодов, обработанных 2% солваром снижалась на 37%. Значительно (на 50%) снижала убыль массы плодов пленка из 8% ПВП. Положительный технологический эффект (убыль массы сокращалась на 40%) получен при использовании в качестве пленкообразующего вещества раствора, содержащего 3% АМГС-100 и 2% ПВП.

Существенно задерживала созревание плодов абрикоса обработка их растворами антиоксидантов. Лучший результат был получен при обработке абрикос 1% растворами лимонной и аскорбиновой кислот. Убыль массы хранящихся плодов в этих вариантах снижалась на 40%, а по внешнему виду и другим органолептическим свойствам эти плоды превосходили контрольные.

Сильное ингибирующее воздействие на созревание плодов абрикоса оказывал 8-оксихинолин в концентрации 400 мг/л. Ингибирующее действие 8-оксихинолина обусловлено снижением уровня биосинтеза этилена. Убыль массы плодов из этого варианта снижалась на 46% по сравнению с контролем.

Значительное воздействие на созревание плодов абрикоса оказывали предуборочная (0,7 – 1,5%) и послеуборочная (4%) обработки растворами хлорида кальция. В зависимости от концентрации раствора хлорида кальция убыль массы плодов при доуборочной обработке абрикос снижалась от 27 до 59%. Плотность мякоти в опытных вариантах значительно превосходила контроль и составляла, при обработке 0,7% раствором – 6,7 кг/см², а при 1,5% растворе – 7,2 кг/см² (контроль – 4,2 кг/см²). Убыль массы плодов абрикоса при послеуборочной обработке раствором хлорида кальция снижалась на 20%.

Ощутимый технологический эффект на плодах яблони был обнаружен при послеуборочной обработке 2% раствором эфира моностеарата глицерина с диэтилвинной кислотой. Убыль массы яблок при хранении в этом варианте снижалась на 30%. Повышенное ингибирующее воздействие на созревание плодов оказывала предуборочная обработка плодов 0,6% раствором хлорида кальция. Убыль массы плодов яблони, подвергнутых предуборочной обработке хлоридом кальция, после 6 месяцев хранения оказалась в 1,5 раза ниже контроля, а при послеуборочной обработке 4% хлоридом кальция, снижалась на 37% по сравнению с контролем.

Исследования влияния обработок хлоридом кальция на биохимические процессы созревания плодов яблони и абрикоса показали, что кальций ингибирует биосинтез этилена, гидролиз пектиновых веществ полигалактуроназой, задерживает деградацию протопектина, стабилизируя его ионосвязанную фракцию, тем самым задерживает созревание плодов и улучшает их лежкоспособность. С высоким уровнем протопектина согласуется высокая плотность мякоти плодов, обработанных хлоридом кальция. Так, плотность мякоти плодов яблони сорта Голдспур в опытном варианте составляла 7,1 кг/см² (контроль – 6,1 кг/см²), а у сорта Старкримсон – 7,4 кг/см² (контроль 6,3 кг/см²).

Глава VII. Исследование возможности получения пектина из местного сырья

С расширением сфер применения пектина (медицина, пищевая промышленность, парфюмерия и т. д.) возросла потребность в видовом разнообразии источников его получения. Был исследован пектиновый комплекс зеленых побегов винограда, а также портулака, амаранта, лебеды и лопуха. Выявлено высокое содержание пектиновых веществ во всех исследованных нами растениях (от 0,7 - 0,8% в лебеде, портулаке, амаранте, зеленых побегах винограда до 1,8-1,9% в лопухе) (рис.5). Для сравнения достаточно отметить, что содержание пектиновых веществ

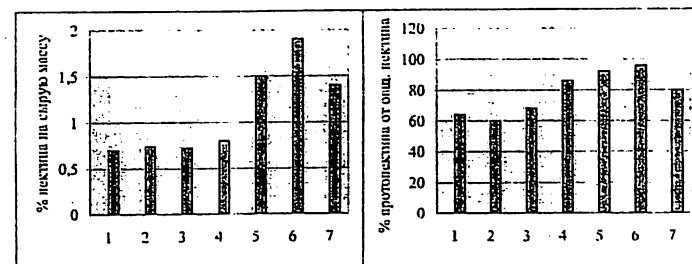


Рис.5. Содержание пектиновых веществ в сырой массе некоторых растений и массовая доля протопектиновой фракции в их пектиновом комплексе

1 - лебеда; 2- амарант; 3- портулак; 4- виноградные побеги, 5, 6, 7 – лопух (листья, черешки листьев, стебли)

в плодах яблони, выжимки которых являются традиционным видом пектинового сырья, составляет 0,5 – 0,8% на сырую массу.

Учитывая высокое содержание пектина в лопухе, мы исследовали его содержание в различных морфологических частях - листьях, черешках листьев и стеблях. Наиболее богатыми пектиновыми веществами оказались черешки листьев лопуха. При выборе сырья для получения пектина важно не только его общее содержание, но и фракционный состав. Получение пектиновых веществ основано на извлечении протопектиновой фракции путем ее гидролиза до растворимого пектина и экстракции последнего. Догидролизная, водорастворимая фракция пектина в большинстве методов его получения удаляется на первых этапах технологического цикла в ходе освобождения сырья от балластных веществ (сахара, органические кислоты, красящие, дубильные, ароматические вещества и др.). Содержание протопектиновой фракции в общем пектине лебеды, амаранта и портулака соответственно составляло – 63, 60, 68%. Высоким содержанием протопектиновой фракции отличались зеленые побеги винограда и лопух. По содержанию протопектина черешки листьев лопуха (96%) превосходят листья (92%) и стебли (80%), а также зеленые побеги винограда (83%).

Анализ пектинового комплекса лопуха позволяет рекомендовать его в качестве сырья для получения пектина.

Таблица 2

Комплексообразующая способность лопухового и яблочного пектинов, %

| Соотношение Pb: пектин | Вид пектина | |
|---------------------------|-------------|-----------|
| | Яблочный | Лопуховый |
| 1:25 | 33,07 | 82,5 |
| 1:50 | 74,40 | 97,4 |
| 1:100 | 96,94 | 100,0 |

Разработана технологическая схема получения пектина из черешков листьев лопуха, согласно которой был получен лопуховый пектин. Исследованы физико-химические свойства лопухового пектина в сравнении с яблочным пектином, полученным нами в условиях лаборатории. Как следует из табл. 1, лопуховый пектин характеризуется высоким содержанием свободных карбоксильных групп (15,9%). По их содержанию он значительно превосходит яблочный пектин (8,95%). В отличие от яблочного пектина лопуховый пектин в системе сахар-кислота-пектин плохо желирует, что связано с низкой степенью его этерификации. Степень этерификации лопухового пектина (46,8%) уступает яблочному (65,6%) и приближается к рубежу (50%), условно разделяющему пектины на низко- и высокоэтерифицированные, т.е. лопуховый пектин относится к низкоэтерифицированным пектинам и может использоваться в сферах применения этой группы пектинов.

Таблица 1

Сравнительная характеристика свойств яблочного и лопухового пектинов

| Вид сырья | Карбоксильные группы, % | | | Ацетильное число, % | Степень этерификации, % | Метоксильная составляющая, % | Эквивалентный вес |
|-----------|-------------------------|--------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|
| | Свободные | Метоксильные | Общее содержание | | | | |
| Лопух | 15,9 | 13,80 | 29,90 | 0,20 | 46,8 | 9,43 | 343,1 |
| Яблоко | 8,95 | 16,64 | 25,95 | 0,36 | 65,6 | 11,48 | 536,7 |

Об эффективности комплексообразования пектина судили по его способности связывать ионы свинца. В табл.2 приведены данные о комплексообразующей способности лопухового и яблочного пектинов при различных соотношениях пектина и свинца. Эффективность комплексообразования лопухового пектина значительно выше яблочного, что согласуется с высоким содержанием карбоксильных групп,

низкой степенью этерификации и позволяет рекомендовать лопуховый пектин для выведения из организма тяжелых металлов, в том числе радиоактивных. Установлено, что по способности связывать тяжелые металлы лопуховый пектин превосходит также цитрусовый. Так, при соотношении реагентов 1:50 цитрусовый пектин связывает 73% свинца, а лопуховый - 97%.

Изучена возможность применения яблочных выжимок, образующихся при производстве яблочного сока холодным способом для получения пектина. Установлено, что содержание пектиновых веществ в выжимках, полученных в лаборатории, вдвое превосходят производственные выжимки (Баграмянский винзавод), а содержание протопектиновой фракции — более чем в 3 раза. Пектиновый комплекс заводских выжимок почти наполовину (49%) состоял из водорастворимой фракции пектина (6% в лабораторных условиях). Высокий уровень водорастворимой фракции пектина свидетельствовал о глубоком ферментативном гидролизе протопектина. Поскольку при получении пектина водорастворимая фракция удаляется, выход пектина из таких выжимок был бы крайне низок. В производстве пектин обычно получают из сухих яблочных выжимок. Сушка указанных яблочных выжимок привела бы к дополнительной деградации пектиновых веществ под действием высокой температуры. Использование производственных выжимок оказалось нецелесообразным из-за несоблюдения технологии заготовки яблочных выжимок. Высокое содержание пектиновых веществ и их протопектиновой фракции в выжимках, полученных в условиях лаборатории, обусловлено строгим соблюдением инструкции по заготовке выжимок и применением для

их сушки солнечной сушилки, сконструированной нами. Влажные выжимки сначала сушили при температуре 95...105°C в электрической сушилке в течение 2 часов, затем досушивали в солнечной сушилке при температуре 55 ...70 °C до остаточной влажности 8-11%. Прделанная работа указывает на возможность получения высокоэтерифицированного яблочного пектина из местного сырья с высоким желирующим свойством, а также низкоэтерифицированного лопухового пектина с высокой комплексообразующей способностью.

Современное производство пектина требует дорогостоящего оборудования, обеспечивающего высокий выход пектина и его чистоту. Рентабельность таких производств определяется крупным объемом производства и высоким качеством пектина. Организация такого производства в Армении на сегодняшний день не представляется возможной и это при большом потреблении ввозимого пектина. В связи с этим нами разработана схема технологической линии получения пектинового концентрата и пектина с использованием оборудования широко применяемого в консервной промышленности Армении. На разработанной технологической линии возможно получение пектина и пектинового концентрата из любого пектинсодержащего сырья (яблочные, лопуховые выжимки, свекловичный жом).

Из отходов производства "Яблок, замороженных кусочками", согласно разработанной технологической схеме, произведен пектиновый концентрат, который был использован при производстве фруктовых джемов. Реальный экономический эффект при изготовлении джемов с применением пектинового концентрата составил 14,3 тыс драмов на 1000 кг джема.

ВЫВОДЫ

На основании проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Созревание плодов груши и абрикоса характеризуется активацией НАДФ-малик-фермента (КФ 1.1.1.40) - ключевого фермента малатной системы декарбоксилирования яблочной кислоты до ацетальдегида, этилового спирта и углекислого газа. В результате активации малатной системы в плодах накапливаются ацетальдегид, этиловый спирт и развивается климактерический подъем дыхания.
2. Активность НАДФ-малик-фермента зависит от вида, сорта, степени зрелости и условий хранения плодов. Понижение температуры хранения подавляет активацию фермента. Динамика изменения активности фермента в грушах имеет два периода

возрастания, первый соответствует фазе созревания, второй – перезреванию плодов. Плоды груши достигают потребительской зрелости в период спада активности между двумя пиками его возрастания. У более лежкоспособных сортов груши и при повышении лежкоспособности плодов в условиях пониженной температуры хранения, период низкой активности фермента, предшествующий перезреванию плодов, наступает позже и длится дольше.

Динамика изменения активности НАДФ-малик-фермента в плодах абрикоса характеризуется однопиковой кривой. Максимальное значение активности фермента совпадает с климактерическим подъемом дыхания и потребительской зрелостью плодов.

3. Для созревания плодов яблони, груши, абрикоса характерно усиление биосинтеза этилена. На плодах семечковых (яблоня, груша) выявлено три периода возрастания биосинтеза этилена, соответствующие созреванию, перезреванию и старению плодов. По уровню и продолжительности наиболее выражен пик биосинтеза этилена, соответствующий перезреванию плодов. Этот период возрастания образования этилена предшествует активации НАДФ-малик-фермента и климактерическому подъему дыхания.

Понижение температуры хранения, МГС и РГС снижают уровень биосинтеза этилена и его интенсивность. При хранении плодов в указанных условиях, между первым периодом возрастания выделения этилена (начальный период хранения) и резким возрастанием его биосинтеза при перезревании плодов, выявлен длительный период (до нескольких месяцев) низкого уровня биосинтеза этилена. С наличием этого периода и его длительностью связана лежкоспособность плодов семечковых. Чем продолжительней указанный период низкого уровня биосинтеза этилена, тем лучше лежкоспособность плодов.

4. Плоды абрикоса отличаются высоким уровнем и интенсивностью биосинтеза этилена. Динамика выделения этилена плодами абрикоса выражена однопиковой кривой. Возрастание биосинтеза этилена в плодах абрикоса начинается при созревании на дереве и достигает максимального уровня до сбора урожая. Период потребительской зрелости плодов совпадает с начальным периодом снижения уровня биосинтеза этилена, активацией НАДФ-малик-фермента и климактерическим подъемом дыхания. В отличие от плодов семечковых в абрикосах отсутствует период снижения уровня биосинтеза этилена, предшествующий фазе перезревания плодов.

5. Регулировать биосинтез этилена при хранении плодов возможно путем применения активаторов и ингибиторов биосинтеза этилена. Послеуборочная обработка плодов яблони растворами гидрела и бензоата натрия активирует биосинтез этилена, а растворы 8-оксихинолина ингибируют его образование.

Эффективным и безвредным способом ингибирования биосинтеза этилена является хранение плодов в условиях повышенного содержания углекислого газа (ингибитор) и пониженного содержания кислорода (активатор), которое имеет место в вариантах хранения плодов в МГС и РГС.

6. Значительно снижается образование этилена плодами и его накопление в атмосфере хранения при применении веществ, поглощающих этилен. Установлена способность поглощать этилен рядом веществ (бихромат калия, бензоат натрия, медный купорос, мочевины, растворы иода). Наивысшей поглотительной способностью обладает перманганат калия. Несколько уступает ему бензоат натрия.

На основе перманганата калия был изготовлен адсорбент этилена с высокой поглотительной способностью, применение которого при хранении плодов яблони в МГС

сильно снижает накопление этилена в атмосфере хранения (до 17 раз) и выделение этилена плодами (до 800 раз).

7. На основании комплексного исследования хранящихся плодов и веществ, поглощающих этилен, была разработана модель контейнера для хранения плодов в МГС с частичным удалением этилена и углекислого газа (А. С. СССР N 1770222). В качестве поглотителя этилена использовали адсорбент на основе перманганата калия, углекислого газа – негашеную известь.

Экономический эффект при хранении 100 т плодов яблони в указанных контейнерах для сорта Голдспур составил 10,7 млн драмов, а для сорта Старкримсон – 15,5 млн драмов.

8. Содержание пектиновых веществ зависит от степени зрелости плодов. В незрелых плодах яблони и абрикоса содержание пектиновых веществ находится на высоком уровне. В период потребительской зрелости их содержание снижается до минимального уровня и возрастает при перезревании плодов.

Основная часть пектиновых веществ плодов яблони и абрикоса локализована в клеточной оболочке и срединных пластинках в виде протопектина. Водорастворимая фракция пектина сосредоточена вокруг клеточной оболочки и в вакуолях. При перезревании плодов в результате деградации протопектина возрастает содержание водорастворимого пектина, нарушается структура клеточной оболочки и срединных пластин, плодовая ткань размягчается.

Содержание валентносвязанной фракции протопектина превышает ионосвязанную независимо от степени зрелости плодов. При перезревании плодов яблони интенсивнее подвергаются гидролизу валентные связи в протопектине, при перезревании абрикос – ионные.

9. В деградации пектиновых веществ при созревании и перезревании плодов яблони и абрикоса участвуют полигалактуроназа (ПГ, КФ 3. 2. 1. 15) и пектинметилэстераза (ПЭ, КФ 3. 1. 1. 11). Активация пектолитических ферментов при созревании плодов яблони и абрикоса имеет различия. В плодах яблони, созревающих на дереве, высока активность ПГ и активна ПЭ, затем активность ПГ снижается, а активность ПЭ не детектируется вплоть до периода потребительской зрелости. Перезревание плодов яблони характеризуется высокой активностью ПГ и ПЭ.

В плодах абрикоса ПГ и ПЭ активны весь период созревания и перезревания плодов. Пик активности ПГ наблюдается до сбора плодов и совпадает с подъемом уровня биосинтеза этилена. Максимальная активность ПЭ характерна для перезревания плодов абрикоса.

10. Выявлены различия в биохимии созревания плодов семечковых и абрикоса, позволяющее объяснить слабую лежкоспособность плодов абрикоса и сильное размягчение их плодовой мякоти. Установлено, что в плодах семечковых, в отличие от плодов абрикоса, перезреванию предшествует снижение интенсивности биосинтеза этилена, активности НАДФ-малик-фермента, ПГ и прекращается дезэтерификация пектиновых веществ ПЭ-й. Продолжительность периода низкой активности ключевых биохимических процессов созревания зависит от сорта и условий хранения и ее можно регулировать варьируя параметры хранения плодов. Быстрое размягчение мякоти при созревании плодов абрикоса связано с интенсивной деградацией протопектина, в частности, его ионосвязанной фракции, под действием пектолитических ферментов. Этот процесс связан также с кальциевым обменом плодов.

11. Исследование активности ПГ, ПЭ, содержания пектиновых веществ, их фракций в метилированных срезах мякоти яблок в ходе созревания плодов на дереве и хранения при температуре 2°C показало, что увеличение степени метилирования пектиновых веществ ингибирует активность ПГ и активирует ПЭ. Снижение активности ПГ при увеличении степени метилирования пектиновых веществ объясняет наблюдаемую обычно при созревании и перезревании плодов согласованность активации ПГ с дезэтерификацией пектиновых веществ ПЭ. В метилированных срезах согласованность между активностью ПГ и ПЭ нарушается. Активация ПЭ сопровождается гидролиз пектиновых веществ не обусловленный действием исследуемой ПГ, причем в большей степени гидролизу подвергается ионосвязанная фракция протопектина. Зависимость деградации пектиновых веществ от степени их метилирования указывает на важное значение ПЭ в гидролизе пектинового комплекса при созревании, перезревании плодов и размягчении плодовой мякоти.

12. Одним из эффективных путей воздействия на пектиновый обмен является предуборочная обработка плодов растворами хлорида кальция. Кальций ингибирует гидролиз пектиновых веществ ПГ с одновременной активацией их дезэтерификации ПЭ-й. Деградация протопектина задерживается, возрастает содержание ионосвязанной фракции протопектина.

Значительно ингибирует активность ПГ, ПЭ и деградацию пектинового комплекса хранение плодов яблони в РГС. Стабилизация протопектина в РГС происходит за счет укрепления валентных связей, о чем свидетельствует повышение содержания валентносвязанного протопектина. Степень ингибирующего влияния РГС зависит от сорта и состава газовой среды.

13. С целью улучшения лежкоспособности плодов путем послеуборочной обработки исследованы пленкообразующие вещества винилового типа и производные глицерина, а также вещества, воздействующие на биохимические механизмы созревания плодов. К существенному снижению убыли массы плодов абрикоса и сохранению товарных качеств приводит послеуборочная обработка антиоксидантами (1% лимонная, 1% аскорбиновая кислоты), ингибитором биосинтеза этилена (8-оксихинолин, 400 мг/л), пленкообразующими веществами (8% поливинилпирролидон, 2% солвар и раствором, содержащим 3% диацетилмоностеарата глицерина – 100 и 2% поливинилпирролидона).

Положительный технологический эффект на плодах яблони был обнаружен при послеуборочной обработке 2% эфиром моностеарата глицерина с диацетилвинной кислотой.

Предуборочная и послеуборочная обработки плодов абрикоса и яблони растворами хлорида кальция приводили к значительному повышению лежкоспособности плодов путем ингибирования выделения этилена, активности ПГ, стабилизации содержания кальция в плодах, замедления деградации пектиновых веществ. Для внедрения полученных результатов в практику хранения плодов необходимо проведение дополнительных исследований в области безопасности конечной продукции для здоровья потребителя.

14. Установлено высокое содержание пектиновых веществ в некоторых травах: портулак, амарант, лебеда, лопух, а также в зеленых побегах винограда (отходы зеленой обрезки). Наибольшее количество пектиновых веществ содержится в лопухе (1,8-1,9%). Изучен пектиновый комплекс различных морфологических частей лопуха. Высокое содержание протопектина в общем пектине, общего содержания пектиновых веществ в

сырой массе и в спиртонерастворимых веществах черешков листьев лопуха позволяет рекомендовать лопух в качестве сырья для получения пектина, которое по указанным показателям является конкурентноспособным с традиционными видами пектинсодержащего сырья.

15. Разработана технологическая схема получения пектина из свежих черешков листьев лопуха, согласно которой получена опытная партия пектина. Установлено, что лопуховый пектин относится к низкоэтерифицированным пектинам (степень этерификации 46,8 %), с большим числом свободных карбоксильных групп (15,9%), низким железирующим свойством, но высокой комплексообразующей способностью, что позволяет рекомендовать использование лопухового пектина для выведения из организма тяжелых металлов, радионуклидов, токсинов и др.

16. Исследована возможность получения пектина и пектинового концентрата из местного сырья (отходов консервной промышленности). С этой целью, с использованием серийного пищевого оборудования, разработана технологическая линия производства пектина и пектинового концентрата.

В производственных условиях получен пектиновый концентрат из отходов производства "Яблоко, замороженных кусочками". Полученный концентрат был использован взамен импортного пектина при изготовлении джемов. Экономический эффект от применения пектинового концентрата составил 14,3 тыс драмов на 1000 кг фруктового джема.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Рекомендуется внедрять в практику технологии хранения плодов в МГС и РГС, как методов, оказывающих значительно ингибирующее влияние на ключевые биохимические механизмы созревания и перезревания плодов, и тем самым, повышающие лежкоспособность плодов.

2. В практику технологии длительного хранения плодов внедрить контейнер с полиэтиленовым вкладышем для хранения плодов в МГС с частичным удалением этилена и углекислого газа, путем применения адсорбента на основе перманганата калия и негашеной извести.

3. Для улучшения лежкоспособности плодов яблони и абрикоса рекомендуется доуборочная и послеуборочная обработки растворами хлорида кальция. Под воздействием кальция ингибируется биосинтез этилена, активность полигалактуроназы, стабилизируется протопектиновая фракция и содержание кальция в плодовой ткани.

4. В качестве сырья для получения низкоэтерифицированного пектина с высокой комплексообразующей способностью рекомендуется использовать лопух.

5. С целью утилизации пектинсодержащих пищевых отходов консервного производства рекомендуется производить пектиновый концентрат, который может успешно заменить импортный порошок (цитрусовый, яблочный, свекловичный) пектины. Пектиновый концентрат найдет широкое применение при производстве джема, повидла, конфитюров, напитков и др. Указанное производство возможно организовать с использованием серийного консервного оборудования.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

1. Мкртчян Т.А. Изменение активности малатдегидрогеназы декарбоксилирующей груш в ходе созревания и зависимость ее от условий хранения// Тезисы докл. всесоюзной научно-практич. конф. по хранению плодов и винограда в свежем и замороженном виде.- Ереван, 1975.- С. 35-36.
2. Мкртчян Т.А. Влияние условий хранения на активность МДГ плодов груши сорта Дзмернук// Тезисы докл. 9-й конф. молод. науч. сотр. и аспирантов НИИВВиП.- Ереван, 1976.-С. 37-38.
3. Ченченко З., Геворкян В., Мкртчян Т., Чиркинян Л. Изменение пищевой ценности и убыли массы томатов при хранении и допуске в переработку. Инф. лист. Института НТИ и ТЭИ, Ереван, 1977. 2с.
4. Айзенберг В.Я., Ченченко З., Геворкян В., Мкртчян Т., Чиркинян Л. Биохимическая характеристика некоторых массовокультивируемых сортов томатов Армении. Известия сельхознаук Арм, ССР, №12, 1977.-С.22-25.
5. Мкртчян Т.А. Накопление ацетальдегида, этилового спирта и активность МДГ плодов груши при разных температурах хранения// Тезисы докл. 10-й конф. молодых научн, сотр. и аспирантов НИИВВиП.- Ереван, 1977.-С.24-25.
6. Салькова Е.Г., Мкртчян Т.А. Малик фермент в тканях груши и изменение его активности при хранении плодов в различных условиях// Прикладная биохимия и микробиология.-1978. - Т. 14.- N 2.-С.284-288.
7. Мкртчян Т.А. Активация малатдегидрогеназы декарбоксилирующей, как показатель созревания плодов груши// Сб. "Хранение плодов и винограда в свежем и замороженном виде".- Ереван, 1979.- С.177-180.
8. Мкртчян Т.А., Салькова Е.Г. Некоторые особенности НАДФ-малик- фермента груш//Биологич. Журнал Армении.- 1979.-т.32.- N5.-С.460-463.
9. Мкртчян Т.А. Ферментная система декарбоксилирования яблочной кислоты при созревании плодов груши// Известия сельхоз наук Арм ССР.- 1980.-N3.- С.28-30.
10. Мкртчян Т.А. Связь между активностью НАДФ-малик- фермента и содержанием ацетальдегида, этилового спирта в плодах груши// Тезисы докл. 11 конф. молод. науч сотр. и аспирантов НИИВВиП.- Ереван, 1980.- С.46-47.
11. Снапян Г., Гераветова Р., Мкртчян Т. Роль НАДФ – малик-фермента в процессе созревания и послеуборочного хранения плодов абрикоса// Прикладная биохимия и микробиология.- 1982.-Т.8.- N5.-С. 615-620.
12. Мкртчян Т.А. Исследования по разработке искусственных покрытий плодов// Матер. респ. семинара."Состояние и перспективы применения искусственного холода в сельском хозяйстве и пищ. пром.".- Ереван, 1985.- С. 25-31.
13. Снапян Г.Г., Мкртчян Т.А. Зависимость лежкости плодов яблони от плотности мякоти и содержания спиртонерастворимых веществ// "Биологический журнал Армении".-1986.- т.39.- N5ю- С 450 (депон.).
14. Снапян Г.Г., Мкртчян Т.А. Метаболизм пектиновых веществ при созревании плодов абрикоса// "Виноградарство, виноделие и садоводство Молдавии",.- 1987.- N2.- С.57-59.
15. Снапян Г., Мкртчян Т.А., Арутюнян А.Ц. Влияние РГС на пектиновый обмен плодов яблони при хранении// "Плодоовощное хозяйство".-1987.- N8.- С. 10-12.

16. Սնապյան Գ., Գերապետովա Ռ., Սաղոյան Ա., Մկրտչյան Տ., Հարությունյան Հ. Պտուղների պահպանումը կարգավորվող և սնորհֆիկացված գազային միջավայրում /հանձնարարականներ/. - Երևան, 1987. - 15 էջ.
17. Մկրտչյան Կ.Ա., Տնապյան Գ.Գ. Активность пектолитических ферментов и превращения пектиновых веществ при созревании плодов яблони// Прикладная биохимия и микробиология.- 1989.- Т.25.- вып.2.- С. 264-271.
18. Մկրտչյան Կ.Ա., Տնապյան Գ.Գ., Արությունյան Ա.Ը. Влияние предуборочной обработки хлоридом кальция на пектолитические ферменты и пектино-вые вещества плодов яблони// Физиология и биохимия культурных растений.- 1989.- Т.21.- N 1.- С.80-85.
19. Մկրտչյան Կ.Ա., Տնապյան Գ.Գ. Pectic substances transformations in apricot fruits// IX international Symposium on apricot culture.- 1989, Caserta /Italy/.- p.150.
20. Տնապյան Գ.Գ., Գերապետովա Ռ.Մ., Մկրտչյան Կ.Ա., Արությունյան Ա.Ը. Биологические и технологические аспекты холодильного хранения плодов Армении// Сб. трудов Арм. НИИ ВВ и П. - 1989, Ереван.- С. 150-155.
21. Մկրտչյան Կ.Ա., Տնապյան Գ.Գ. Влияние бензоата натрия на выделение этилена плодами яблони// Тезисы всесоюзной конф. по теоретической и прикладной карпологии.- 1989, Кишинев.- С.283-284.
22. Տնապյան Գ.Գ., Գերապետովա Ռ.Մ., Արությունյան Ա.Ը., Մկրտչյան Կ.Ա. Обработка плодов яблони хлоридом кальция// Достижения науки и техники АПК.-1990.- N 10.- С. 28-29.
23. Տնապյան Գ.Գ., Մկրտչյան Կ.Ա., Արությունյան Ա.Ը. Влияние технологических факторов на пектиновые вещества и пектолитические ферменты при хранении плодов яблони.- В кн. "Биохимия хранения картофеля, овощей и плодов".-М.: АН СССР.- 1990.- С.146-151.
24. Տնապյան Գ.Գ., Մկրտչյան Կ.Ա., Արությունյան Ա.Ը. Хранение плодов в регулируемой газовой среде// Садоводство и виноградарство.-1991.-N9.-С.10-12.
25. Մկրտչյան Կ.Ա., Տնապյան Գ.Գ., Արությունյան Ա.Ը. Выделение этилена плодами яблони при созревании и пути его регулирования// Прикладная биохимия и микробиология.-1991.-Т.27.- Вып.4.- С.589-594.
26. Տնապյան Գ.Գ., Մկրտչյան Կ.Ա., Արությունյան Ա.Ը. Контейнер для хранения сельхозпродуктов. Авторское свидетельство СССР, N 1770222, 1992.
27. Մկրտչյան Տ.Ա. Եթիլեն կլանող նյութերի փորձարկումը պտուղների պահպանման ընթացքում// Գիտ. հոդված. ժողովածու " Խաղողի և պտուղների վերամշակման և պահպանման տեխնոլոգիական նորությունները".- Երևան, 1992.- 84-89 էջ:
28. Սնապյան Գ.Գ., Արությունյան Ա.Ա., Հարությունյան Հ.Տ., Մկրտչյան Տ.Ա.// Արևային չորանոց: «Հայարտոնագիր» վարչության դրական որոշում.- 1994.
29. Սնապյան Գ.Գ., Արությունյան Ա.Ա., Հարությունյան Հ.Տ., Մկրտչյան Տ.Ա. , Սարգսյան Լ.Ա.// Արևային չորանոց: «Հայարտոնագիր» վարչության դրական որոշում.- 1995.
30. Մկրտչյան Տ.Ա., Սնապյան Գ.Գ. Պեկտին ստանալու նոր հումքատեսակ// Հանրապետական գիտաժողով պարենամթերքների տեխնոլոգիայի բնագավառում «Գիտահետազոտական աշխատանքների արդի վիճակը և զարգացման հեռանկարները» կոնֆերանսի թեզիսներ: Երևան, 1996.- էջ 13:
31. Մկրտչյան Տ.Ա., Սնապյան Գ.Գ. Պեկտինի օգտագործումը նոր կանխարգելիչ սննդամթերքներում// Նույն գիտաժողովի նյութերը.- 1996.- էջ 12: 32. Մկրտչյան Կ.Ա., Տնապյան Գ.Գ. Новое пектинсодержащее сырье// Пищевая промышленность.- 1997.- N 11.- С. 76-77.

33. Մկրտչյան Տ.Ա., Սնապյան Գ.Գ. Տարբեր պեկտինների կոմպլեքսագոյացման հատկության ուսումնասիրումը// Միջազգային գիտա-ժողով «Ազրարային գիտությունը և բարեփոխումները 21-րդ դարի նախաշեմին».- Երևան.- 1998.- էջ 587-588:
34. Մկրտչյան Կ.Ա., Տնապյան Գ.Գ. , Նիկոգոսյան Գ.Ա. Получение пектина из лопуха (род Арктиум)// Украинский биохимический журнал.- N 11, 1998.- С.98-105.
35. Տնապյան Գ.Գ., Մկրտչյան Կ.Ա. The common burdock /*Arctium lappa*/ as a source of prophylactic pectin// The XVI international Botanical congress.- 1999, Saint Louis, USA.-p.701.
36. Տնապյան Գ.Գ., Մկրտչյան Կ.Ա., Շենչենկո Յ.Ա., Տարկիսյան Ն.Ա. The use of egg-plant in Armenia: traditions and perspectives// Materials of V international Solanacea conference. - 2000, Nijmegen, The Netherlands.- P.97.
37. Տնապյան Գ.Գ., Մկրտչյան Կ.Ա. Основные проблемы производства замороженной плодовоовощной продукции в Армении// Пищ.пром.-2002.- N 11.- С. 38-39.

ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ

ՊՏՈՒՂՆԵՐԻ ՀԱՍՈՒՆԱՅՄԱՆ, ՊԱՅՊԱՆՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՈՐՈՇ ԿԵՆՍԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՀԻՄՆԱԳՆԱԳՅԵՐԻ ԵՎ ՏԵՂԱԿԱՆ ՀՈՒՄՔԻՑ ՊԵԿՏԻՆԻ ԱՐՏԱՂՐՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ

Մկրտչյան Տատյանա Ալեքսանդրի

Ատենախոսությունում քննարկվում են պտուղների պահունակության հետ կապված հասունացման կենսաքիմիական հիմնահարցեր:

Պարզվել է, որ պտուղների հասունացման և գերհասունացման գործընթացում կարևորագույն նշանակություն ունեն էթիլենի կենսասինթեզի արագացումը, ՆԱԴՖ-մալիկ-ֆերմենտի /ԿՖ 1.1.1.40/ և պեկտինի քայքայումն ապահովող պեկտալիտիկ ֆերմենտների (պոլիգալակտուրոնազա /ԿՖ 3.2.1.15/ , պեկտինմեթիլտրանսֆերազա /ԿՖ 3.1.1.11/) ակտիվացումը:

Բացահայտվել են հնդավորների և կորիզավորների պտուղների հասունացման և գերհասունացման կենսաքիմիական առանձնահատկությունները, որոնք սերտորեն կապված են դրանց տարբեր աստիճանի պահունակության հետ:

Էթիլենի հեռացումը պահպանման մթնոլորտից կամ դրա կենսասինթեզի դանդաղեցումը զգալիորեն բարելավում է պտուղների պահունակությունը: Պտուղների կողմից էթիլենի արտադրման ճնշման առավել արդյունավետ և անվտանգ եղանակը դրանց ձևափոխված, ինչպես նաև կարգավորվող զազային միջավայրում /ԿԳՄ/ պահպանելն է: Կատարված հետազոտությունների հիման վրա մշակվել, պատրաստվել և փորձարկվել է էթիլենի և ածխաթթու զազի մասնակի հեռացմամբ պտուղների ձևափոխված զազային միջավայրում պահպանելու հատուկ բեռնարկը: Որպես էթիլենի հեռացման միջոց այս բեռնարկում կիրառվել է կալիումի պերմանգանատի վրա հիմնված կլանիչը: Բեռնարկը ապահովում է բարձր տեխնոլոգիական և տնտեսական արդյունավետություն:

ԿԳՄ ճնշում է նաև պոլիգալակտուրոնազա և պեկտինմեթիլտրանսֆերազա ֆերմենտների ակտիվությունը, որի հետևանքով դանդաղում է պրոտոպեկտինի քայքայումը և լավ է պահպանվում պտղամսի պնդությունը:

Առկա է պտուղների պահունակության բարձրացման հնարավորություն տարբեր մյութերով դրանց մշակման միջոցով:

Մի շարք բուսական օբյեկտների հետազոտման արդյունքում առաջարկվել է պեկտինի արտադրման նոր հումքատեսակ կռատուկը / *Arctium lappal* : Մշակվել և լաբորատոր պայմաններում փորձարկվել է այդ հումքից պեկտինի ստացման եղանակ: Կռատուկի պեկտինը պատկանում է ցածր եթերացված պեկտինների շարքին և ցուցաբերում է կոմպլեքսագոյացման բարձր ունակություն, որը թույլ է տալիս առաջարկել այն օրգանիզմից ծանր մետաղների, ռադիոնուկլիդների և թունավոր մյութերի հեռացման համար:

Մշակվել է սննդարդյունաբերությունում օգտագործվող մեքենասարքավորումների կիրառմամբ տեղական հումքից պեկտինի և պեկտինային խտանյութի արտադրման տեխնոլոգիական սխեմա, որի միջոցով արտադրվել է խնձորի պեկտինային խտանյութ: Վերջինիս կիրառումը ջեմերի արտադրությունում տվել է բարձր տնտեսական արդյունավետություն:

