

во время работы установки, что необходимо принять во внимание при выборе ТНУ для целей тепло-снабжения.

На основании данных, полученных при проведении экспериментов, можно сделать вывод, что блок термоподготовки УЗВ на базе теплового насоса в заданных диапазонах рабочих температур позволяет снизить затраты на нагрев подпитывающей воды, по сравнению с вариантами нагрева воды теплоносителем от котельной на органическом топливе. Переключение режима «нагрев» на режим «охлаждение» подпитывающей воды и наоборот за счет изменения положения обводных вентилей в водяном контуре ТНУ, позволяет тепловому насосу работать без существенных колебаний давления в теплообменных аппаратах. Поддержание в рыбоводных бассейнах оптимального температурного режима положительно сказывается на разведении посадочного материала и достижении размерно-весовых кондиций при товарном разведении рыбы.

Литература

1. Макоедов А.Н. Основы рыбохозяйственной политики России / А.Н. Макоедов, О.Н. Кожемяко. – М.: ФГУП «Национальные рыбные ресурсы», 2007. – 480 с.
2. Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года. – М., 2009.
3. Калнинь И.М. Тепловые насосы: вчера, сегодня, завтра / И.М. Калнинь, И.К. Савицкий // Холодильная техника. – 2000. – № 10. – С. 2-6.
4. Поваров О.А. Использование геотермальной энергии – надежный, дешевый и экологически чистый способ производства электроэнергии и тепла / О.А. Поваров, О.М. Дубнов, А.И. Никольский // Теплоэнергетика. – 2007. – № 8. – С. 12-16.
5. Lund J.W. Direct application of geothermal energy: 2005 worldwide review / J.W. Lund, D.H. Freeston, T.L. Boyd // Geothermics. – 2005. – № 6. – P. 691-727.
6. Маковская А.И. Анализ применения теплонасосной установки на предприятиях аквакультуры / А.И. Маковская, А.Э. Суслов, Ю.А. Фатыхов // Вестник МАХ. – 2011. – № 3. – С. 14-17.
7. Эрлихман В.Н. Энергосбережение в технологических процессах агропромышленного комплекса с использованием теплонасосных установок / В.Н. Эрлихман, Ю.А. Фатыхов, А.Э. Суслов. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2007. – 231 с.

УДК 632.7

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСТРАКТОВ АИРА ОБЫКНОВЕННОГО И ТЫСЯЧЕЛИСТНИКА ОБЫКНОВЕННОГО В КАЧЕСТВЕ ИНСЕКТИЦИДОВ

Георгиеш Е.В., аспирант; Хлиева О.Я., канд. техн. наук, доцент;
Кузнецов И.О., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Рассматриваются перспективы применения в качестве инсектицидных растений айра обыкновенного и тысячелистника обыкновенного. Обоснована целесообразность использования для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур пропиленгликолевых экстрактов инсектицидных растений, полученных с использованием микроволновой технологии. Показано, что водные и водно-пропиленгликолевые экстракты айра и тысячелистника, полученные с помощью микроволновой технологии не подлежат длительному хранению. Проведенное опрыскивание нескольких видов садовых растений показало их безопасность (кроме пропиленгликолевых экстрактов применительно к растениям с опушенной листвой). Экстракт айра обыкновенного и тысячелистника обыкновенного показал хорошую репеллентную (отпугивающую) активность относительно черных садовых муравьев.

Ключевые слова: инсектициды, репелленты, айр обыкновенный, тысячелистник обыкновенный, микроволновая экстракция, пропиленгликоль.

В связи с ростом численности населения, истощением природных ресурсов, повышением антропогенной нагрузки на окружающую среду перед человечеством все более остро стоит проблема производства сельскохозяйственных продуктов питания. На сегодняшний день без защиты сельскохозяйственных растений от вредителей и болезней нельзя получить полноценный по количеству и качеству урожай.

Для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур в настоящее время широко применяются синтетические химические средства, которые, несмотря на их высокую эффективность, создают опасность загрязнения окружающей среды, часто уничтожают полезных насекомых, а так же могут попасть в пищевые продукты и в воду. Как дополнение к современным пестицидам, а иногда взамен их, для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур можно использовать водные настои или отвары ряда растений, а иногда и хорошо высушенные и размолотые в тонкий порошок сами растения. Считается [1], что применение инсектицидных растений не так опасно для полезной фауны и человека, как синтетических инсектицидов, так как препараты из этих растений на воздухе и под действием солнечного света быстро теряют свои токсические свойства, не обладают остаточным действием или оно ничтожно.

Немаловажную роль при приготовлении препаратов из инсектицидных растений является доступность и дешевизна этих растений. Как вариант, в тех хозяйствах, где культивируют табак и томаты, можно использовать отходы от этих растений для приготовления инсектицидов. Особый интерес представляют дикорастущие и сорные растения, запасы которых в окрестностях каждого конкретного хозяйства могут быть значительны.

Применительно к территории Украины интересно рассмотреть перспективы использования в качестве инсектицидных таких широко распространенных растений как аир обыкновенный и тысячелистник обыкновенный, запасы которых на территории Украины значительны.

Инсектицидные свойства аира обыкновенного и тысячелистника обыкновенного

Инсектицидные свойства растений обусловлены наличием в них естественных химических соединений — алкалоидов, гликозидов, сапонинов, сложных эфиров, эфирных масел и других групп соединений. Количественный и качественный состав этих соединений в растениях очень изменчив и зависит от фазы развития растений и условий их произрастания (почвенные, климатические и др.).

Аир обыкновенный или аир болотный или ирный корень (*Acorus calamus*) — вид прибрежных, водных и болотных многолетних трав из монотипного семейства Аирные (*Acoraceae*), типовой вид рода Аир.

Произрастает на болотистых лугах, болотах, на берегах и на мелководьях рек, озер, стариц почти по все Украине (кроме Карпат и Донецкой области), преимущественно в лесных и лесостепных районах, иногда образуя большие заросли, которые застилают мелкий плес. В мире произрастает в Юго-Восточной Азии, Европе, Северной Америке, на территории России встречается в европейской части и от юга Сибири до Дальнего Востока.

Применяется в качестве пряно-ароматического растения как заменитель лаврового листа, корицы и имбиря, в медицине, пищевой промышленности.

Химический состав [2, 3]. В корневищах аира обыкновенного содержится около 5 % эфирного масла, в состав которого входит ряд сесквитерпенов (например, азарон), а также ряд веществ, например, эвгенол и метилэвгенол, которые имеют инсектицидную активность. Основным компонентом эфирного масла является азарон (β -азарона и α -азарона, обычно их суммарное содержание в эфирном масле составляет около 10 %). Кроме эфирного масла, в корневищах аира найден специфический для растения горький гликозид акорин, горечь акоретин, а также гликозид люценион, алкалоид каламин, дубильные вещества и др.

В работе [4] показано, что β -азарон (наибольшее количество которого содержится в аире обыкновенном) является химическим стерилизатором (вызывает стерильность насекомых).

В работе [5] проводилось исследование инсектицидной (фумигационной) активности эфирного масла аира обыкновенного, а так же индивидуальных компонентов этого масла, против сеноедов (*Liposcelis bostrychophila*). Авторы работы выделили из эфирного масла три компонента, которые по их мнению могут проявлять инсектицидную активность: метилэвгенол (8,6 % масс. в исследуемом масле), метилизэвгенол (14,0 %) и α -азарон (50,1 %). Эфирное масло тестировалось в качестве контактного инсектицида и в качестве фумиганта. Сравнение проводилось по значению ЛД₅₀ (полулетальная доза). Как контактный инсектицид α -азарон показал в два раза большую активность, чем само эфирное масло, активность метилизэвгенола была сопоставима с активностью эфирного масла, а у метилэвгенола — была несколько ниже. Оба изомера метилэвгенона показали в несколько раз более высокую фумигационную активность, по сравнению с эфирным маслом.

По данным [1], корневище аира действует на яйца и гусениц тутового шелкопряда как контактный и кишечный яд. В Индии используется как инсектицид. Так же в [1] отмечается, что порошок из корневища аира токсичен для мух, комаров и некоторых видов клещей.

Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.). Вид рода Тысячелистник (*Achillea*) семейства Астровые, или Сложноцветные (*Asteraceae*), типовой вид этого рода. Многолетнее растение с силь-

ним приятным ароматом, обусловленным наличием эфирного масла. Стебель большей частью прямой или сверху ветвистый, высотой 30 см и выше. Листья сложные, перистые. Цветки собраны в небольшие корзинки, образующие соцветия в виде зонтиков. Корневище короткое, ветвистое. Используется как лекарственное, пряное, декоративное и медоносное растение.

Широко распространённый в Европе и Азии вид, занесён также и на другие континенты. В природных условиях на территории Украины тысячелистник встречается практически во всех районах. Растет в смешанных лесах на полянах, в лесокультурных насаждениях, лесосеках, вдоль дорог. Предпочитает сухие, недостаточно развитые типы грунтов. Запасы сырья значительны.

Химический состав [2, 3]. Надземная часть в период цветения содержит флавоны, алкалоид ахиллеин, кумарины, аконитовую кислоту, горькие и дубильные вещества, смолы, органические кислоты, инулин, аспарагин, минеральные соли, аскорбиновую кислоту, филлохинон, каротин, холин. В семенах содержится до 21 % жирного масла. В листьях и соцветиях содержится эфирное масло (до 0,85 %) желтовато-зелёного или синего цвета, в состав которого входят монотерпеноиды: цинеол — 8...10 %, камфора, туйол, сесквитерпеноиды — ахиллин, ацетилбалхинолид, кариофиллен, азулены, сложные эфиры, L-борнеол, β-пинен, L-лимонен, туйон, борнилацетат. Эфирного масла в цветках больше чем в листьях.

Вероятно, инсектицидные свойства тысячелистника обусловлены совокупностью отдельных веществ. Но одно из веществ, содержание которого в корневищах айра значительно, — цинеол, в ряде литературных источников отмечается как инсектицидное.

В [2] отмечается, что цинеол, а так же эфирное масло эвкалипта (содержащие до 80 % цинеола) в некоторых странах используется как инсектицидное и репеллентное (отпугивающее насекомых) вещество. По данным [1], цинеол является инсектицидным в концентрации 1% при использовании в виде эмульсии.

В работе [6] отмечается, что хотя 1,8-цинеол и не обладает существенной активностью против личинок комаров, но проявляет разной степени активность (в зависимости от фазы развития насекомого и способа применения) как репеллент против особей желтолихорадочного комара. Авторы связали снижение численности популяции данного вида комаров в некоторых районах Северной Калифорнии, с произрастанием на их территории растения *Nemizonia fitchii* (относящегося к тому же семейству астровых, что и тысячелистник и содержащего достаточное количество цинеола).

В работе [7] показано, что при рассмотрении инсектицидной и репеллентной активности эфирных масел пяти видов различных растений из семи видов монотерпеноидов наибольшей инсектицидной активностью в отношении личинок одного из видов кровососущего клопа обладает эфирное масло эвкалипта (содержащие до 80 % цинеола) и сам цинеол.

По данным [1 и др.] отвары и настои тысячелистника эффективны и против мелких гусениц и личинок, питающихся открыто; убивают сосущих вредных насекомых (тли, медяницы, трипсы) и паутиных клещей. В [8] говорится, что настой тысячелистника эффективен против тлей, клопов, трипсов, малинной и смородинной почковой моли, малинной галлицы и мухи, крыжовниковой огневки и пилильщиков, смородинной стеклянницы, сливового и слизистого пилильщика, яблонной медяницы, запятовидной щитовки.

Для применения в борьбе с вредителями сельскохозяйственных культур тысячелистник обыкновенный собирают в начале цветения, используют всю надземную часть с прикорневой розеткой листьев. Для приготовления настоя 800 г хорошо высушенных растений измельчают и запаривают в кипятке на 30-40 мин, затем доливают воду до 10 л и настаивают 36-48 часов. Готовят и отвары при том же соотношении воды и сухих растений, что и для настоев, залитые водой сухие растения кипятят 30 мин [1]. По некоторым данным можно использовать и свежее сырьё из расчета 2,5 кг на 10 л воды для отваров по описанной выше технологии.

Есть сведения, что отвар тысячелистника обыкновенного обладает хорошей инсектицидной активностью против листогрызущих вредителей капусты белокочанной (капустной моли и капустной белянки).

Хорошая инсектицидная активность эфирного масла тысячелистника обыкновенного против разных видов насекомых показана в ряде зарубежных работ [9, 10]

В статье [9] исследовалась овицидная активность (способность приводить к гибели яйца насекомых) и репеллентная активность против оранжерейной белокрылки (проводилась обработка огурцов) эфирных масел и водных экстрактов, полученных из пяти растений. Наибольшую овицидную и репеллентную активность из всех используемых эфирных масел показало эфирное масло тысячелистника обыкновенного, активность водного экстракта была ниже, но тоже существенной.

В работе [11] рассматривалась активность этанольного экстракта пяти лекарственных растений против зерновки *Acanthoscelides obtectus* при хранении семян бобовых. Наибольшую инсектицидную активность проявили 100 % этанольные экстракты крапивы двудомной, одуванчика лекарственного, экстракт

тысячелистника обыкновенного показал незначительную инсектицидную активность, но проявил себя как хороший репеллент. Экстракты черной бузины и грецкого ореха оказались не эффективны.

В связи с приведенным выше обзором литературных источников можно сделать вывод о целесообразности дальнейших исследований инсектицидного действия аира обыкновенного и тысячелистника обыкновенного на вредителей сельскохозяйственных культур, встречающихся на территории Украины.

Способы применения инсектицидных растений

Как было показано выше, при исследовании инсектицидной активности различных растений наибольший эффект показывают эфирные масла этих растений. Получение эфирных масел достаточно сложный и дорогостоящий процесс и инсектициды на их основе вероятно будут проигрывать в цене, по сравнению с традиционными средствами защиты растений от вредителей. Поэтому кажется целесообразным рассмотреть вариант получения экстрактов этих растений. Традиционно используемые водные отвары и настои, конечно, отличаются невысокой стоимостью, но имеют очень серьезный недостаток — низкий срок хранения и не содержат весь спектр активных компонентов инсектицидных растений (например, жирорастворимых) в своем составе.

В связи с вышесказанным кажется перспективным получение экстрактов инсектицидных растений на основе достаточно дешевого, нетоксичного вещества — пропиленгликоля. Это вещество разрешено к применению в пищевой промышленности из-за его консервирующего, стерилизующего и бактерицидного свойства [12]. В данном случае достоинством пропиленгликолевых экстрактов перед водными является их длительный срок хранения и экстрагирование ряда веществ, не растворимых в воде. Возможно получение высоконцентрированных пропиленгликолевых экстрактов с последующим разбавлением их водой перед использованием, так как эти экстракты хорошо смешиваются с водой в разных соотношениях.

Таким образом, целесообразность применения экстрактов аира и тысячелистника как средства защиты растений несомненна. С другой стороны, использование подобных средств защиты, основанных на материалах естественного происхождения, не получило широкого распространения несмотря на их очевидные достоинства. В первую очередь это связано с низкой производительностью существующих методов получения экстрактов. Ситуация может измениться существенным образом, если экстракцию проводить в условиях действия микроволнового поля. Применение микроволнового электромагнитного поля интенсифицирует процессы экстрагирования биологически активных соединений, то есть способствует повышению скорости и эффективности экстрагирования веществ из растительного сырья. Положительным моментом использования микроволновой технологии в процессах экстракции биологически активных соединений является сохранение физиологической активности экстрагированных веществ, экологическая безопасность и достаточно высокая эффективность при применении, а также относительно низкая себестоимость [13].

Результаты эксперимента

Однако, существует ряд вопросов, без ответа на которые невозможно внедрять метод микроволнового экстрагирования. В первую очередь, это целесообразность применения такого экстрагента, как пропиленгликоль, для получения эффективных средств защиты от сельскохозяйственных вредителей. С этой целью были получены экстракты из высушенных корневищ аира обыкновенного и высушенных соцветий тысячелистника обыкновенного, которые были испытаны в полевых условиях. В качестве экстрагента использовали чистую воду, чистый пропиленгликоль, смесь воды с пропиленгликолем в соотношении 1:1 по объему. Соотношения экстрагент-материал (аир и тысячелистник) выбирались в соответствии с имеющимися в литературе рекомендациями для приготовления водных настоев и отваров из этих растений с целью борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур.

Количественное соотношение между растительным сырьем и экстрагентом, вид экстрагента, температура экстракта в конце процесса микроволновой экстракции, а так же описание состояния экстракта в процессе его хранения приведены в табл. 1. Эксперимент проводился двукратно при температуре окружающей среды — 24,6 °С; начальной температуре экстрагента — 22 °С; полная мощность магнетрона — 900 Вт; объем водяного эквивалента в установке — 260 мл. Время экспозиции — 180 с. После получения экстракта и его остывания экстракт процеживался.

В ходе эксперимента оценивалась изменения при хранении экстрактов аира обыкновенного и тысячелистника обыкновенного в течении 7 суток. Как показано в табл. 1, несмотря на известный стерилизующий эффект микроволнового поля, водные и водно-пропиленгликолевые (50 %/50 % об.) экстракты оказались нестойкими. Экстракты с пропиленгликолем, хранившиеся в прохладном месте за этот же период времени изменениям подвержены не были.

Таблица 1 – Количественное соотношение между растительным сырьем и экстрагентом, вид экстрагента, температура экстракта в конце процесса микроволновой экстракции, а так же описание состояния экстракта в процессе его хранения

Растительное сырье	Экстрагент	Отношение количества сырья к количеству смеси экстрагент-сырье, гр/мл	Конечная температура экстракта, °С	Внешние изменения при его хранении в течение 7 дней в прохладном месте
Сухие корневища аира обыкновенного	вода	4,8/65	65	на четвертый день появился характерный запах брожения, сильна мутность
	пропиленгликоль	4,8/65	102	изменений нет
	Вода-пропиленгликоль (50%/50% об.)	4,8/65	78	на пятый день появился характерный запах брожения, мутность
Сухие соцветия тысячелистника обыкновенного	вода	5/80	56	на шестой день появился характерный запах брожения, сильна мутность
	пропиленгликоль	5/80	109,5	изменений нет
	Вода-пропиленгликоль (50%/50% об.)	5/80	66	на пятый день появился характерный запах брожения, мутность

Полученными экстрактами была проведена обработка листы айвы, смородины, розы, абрикоса, яблони, крыжовника. Была так же проведена обработка ствола абрикоса, яблони и айвы. Целью обработки являлась проверка безопасности экстрактов для обрабатываемых растений. Наблюдение за растениями проводилось три раза с 24 часовым интервалом. Ухудшений внешнего состояния обработанных участков не наблюдалось для большинства обработанных растений. Однако, при обработке листы айвы экстрактом, полученным на основе чистого пропиленгликоля, листья немного привяли, а войлочная опушка листы слиплась. Следовательно, в данном случае можно рекомендовать использовать разбавленные водой пропиленгликолевые экстракты.

Обработка растений проводилась в середине апреля. В этот период на обрабатываемых растениях вредителей не наблюдалось, поэтому на первом этапе исследований оценить инсектицидную активность полученных экстрактов не удалось. Но полученные экстракты (как водные, так и пропиленгликолевые) показали хорошую репеллентную активность против черных садовых муравьев (*Lasius niger*), что может говорить об их вероятной репеллентной и инсектицидной активности и по отношению к вредителям сельскохозяйственных культур.

Выводы

1. Водные экстракты тысячелистника и аира, полученные с применением микроволнового поля при экспозиции 180 с и максимальной удельной мощности источника, обусловленной действием микроволновой энергии $10,11 \cdot 10^5$ Вт/м³, подлежат хранению не более 3 суток. Необходим подбор консерванта для сохранности полученных экстрактов в течение более длительного периода времени.

2. Экстракты аира обыкновенно и тысячелистника обыкновенного, на пропиленгликолевой и на водной основе, а так же на основе их смеси, не показали отрицательного влияния на растения, подвергнутые обработке. Нежелательно только использование пропиленгликолевых экстрактов для обработки опушенной листы (на примере айвы). В данном случае, вероятно, целесообразно будет проводить обработку разбавленными водой пропиленгликолевыми экстрактами.

3. Используемый для получения экстракта экстрагент может существенно повлиять на инсектицидную и репеллентную активности полученного препарата. Необходима проверка растворимости активных компонентов (которые предположительно проявляют инсектицидную активность), как в воде, так и в пропиленгликоле. Например, известно, что монотерпеноид цинеол (эвкалиптол), содержащейся в тысячелистнике и являющийся эффективным инсектицидом, растворяется в некоторых органических растворителях, но плохо растворим в воде. Кроме того, анализ литературных источников показал, что водные экстракты оказываются менее эффективными, чем, например, эфирные масла инсектицидных растений.

4. Показана неплохая репеллентная активность экстрактов аира обыкновенного и тысячелистника обыкновенного против черных садовых муравьев (*Lasius niger*).

Литература

1. Васина А.Н. Использование растений диких видов для борьбы с вредителями садовых и овощных культур. – М.: Колос, 1972. – 128 с.
2. Блинова К.Ф. и др. Ботанико-фармакогностический словарь: Справочное пособие / Под ред. К. Ф. Блиновой, Г. П. Яковлева. – М.: Высш. шк., 1990. – 272 с.
3. Атлас лекарственных растений СССР. М.: Гос. изд-во медицинской литературы, 1962. – 704 с.
4. Рощина В.В., Рощина В.Д. Выделительная функция высших растений. – LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 476 с.
5. Xin Chao Liu, Li Gang Zhou, Zhi Long Liu, Shu Shan Du Identification of Insecticidal Constituents of the Essential Oil of *Acorus calamus* Rhizomes against *Liposcelis bostrychophila* Badonnel // *Molecules* 2013, № 18, pp. 5684-5696.
6. Klocke J. A., Darlington M. V., Balandrin M. F. 1,8-Cineole (Eucalyptol), a Mosquito Feeding and Ovipositional Repellent from Volatile Oil of *Hemizonia fitchii* (Asteraceae) *Journal of Chemical Ecology*, vol. 13, issue 12, December 1987, pp. 2131-2141.
7. Sfara V., Zerba E. N., Alzogaray R. A. Fumigant Insecticidal Activity and Repellent Effect of Five Essential Oils and Seven Monoterpenes on First-Instar Nymphs of *Rhodnius prolixus*, *Journal of Medical Entomology*, 46 (3), May 2009, pp. 511–515.
8. Пешкава Г.И. Растения защитники плодовых и овощных культур. В помощь садоводам-огородникам. – М.: Изд-во МСХА, 1991. – 51 с.
9. Dehghani M., ahmavi K. Anti-oviposition And repellence Activities of essential oils And Aqueous extracts from five Aromatic plants Against greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* westwood (homoptera: Aleyrodidae) // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19 (№ 4), 2013, pp. 691-696.
10. Asgar Ebadollahi, Shabnam Ashouri Toxicity of Essential Oils Isolated from *Achillea millefolium* L., *Artemisia dracunculoides* L. and *Heraclium persicum* Desf. Against Adults of *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) in Islamic Republic of Iran *Ecologia Balkanica* Dec. 2011, Vol. 3, Issue 2. – pp. 41-48.
11. Zlatko Jovanovi, Miroslav Kostic, Zorica Popovic Grain-protective properties of herbal extracts against the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* Say // *Industrial Crops and Products*, 26 (2007), pp. 100–104.
12. Дымент О.Н., Казанский К.С., Мирошников А.М., Глиокли и другие производные окисей этилена и пропилена. – М.: Химия. 1976. – 373 с.
13. Лукьянчук И.И., Сангели А.Н. Микроволновая экстракция биологически активных соединений из растительного сырья // *Микроволновые технологии в народном хозяйстве*. – Одесса, 2009. – Вып. 7-8. – С. 61-65.

УДК 621.565.58; 621.560

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АКТИВНОГО ВЕНТИЛЮВАННЯ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ПЛОДООВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Жихарева Н.В., канд. техн. наук, Хмельнюк М.Г., д-р техн. наук, професор
Одеська національна академія харчових технологій, м.Одеса

Обґрунтовано можливість підвищення ефективності активного вентилявання при зберіганні плодовоовочевої продукції з забезпеченням найменших втрат продукції з використанням оптимального повітроохолоджувача та оптимальних режимів роботи холодильної установки.

The possibility to increase the efficiency of active ventilation during storage of fruits and vegetables with the least loss software products using optimum air cooler and the best modes of the refrigeration unit.

Ключеві слова: активне вентилявання, плодовоовочева продукція, насипна щільність, усушка, повітроохолоджувач, режими холодильної установки, термoeкономічний аналіз, ексергія.