

Автор ер.

Г 96

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
им. М. В. ЛОМОНОСОВА

---

На правах рукописи

Аспирант ГУСАР Зоя Дмитриевна

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЯ  
ХРАНЕНИЯ РЕПЧАТОГО ЛУКА

Специальность 05.18.03 – хранение зерна  
/элеваторно-складское хозяйство/ и других  
сельскохозяйственных продуктов

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Одесса - 1977

Работа выполнена на кафедре биохимии и микробиологии  
Одесского технологического института пищевой промышленности  
им. М.В.Ломоносова.

Научные руководители:

доктор технических наук, профессор А.Л.ФЕЛЬДМАН

доктор технических наук, профессор А.Т.МАРХ

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук - Н.П.КОРАБЛЕВА

кандидат технических наук,

доцент - В.А.ЯКОВЕНКО

Ведущее предприятие - Всесоюзный научно-исследовательский  
институт консервной и овощесушильной промышленности.

Защита диссертации состоится "30" сентября 1977 года в 10 час  
на заседании специализированного Совета КО 68.35.02, Одесского  
технологического института пищевой промышленности им. М.В.Ломоно-  
сова, 270039, г.Одесса - 39, ул.Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского техноло-  
гического института пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова

Автореферат разослан "16" августа 1977 г.

ОНАХТ

18.07.11

Биохимические особен



v012957

К.ЧАЙКА/

11

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В Государственном плане развития народного хозяйства СССР на 1976-1980 гг. предусматривается "увеличить среднегодовой объем производства продуктов сельского хозяйства по сравнению с предыдущим пятилетием на 14-17%".

Успешное решение этой проблемы неразрывно связано с улучшением способов хранения сельскохозяйственных продуктов как для использования в свежем виде, так и для промышленной переработки.

При хранении овощей, в частности репчатого лука - незаменимого компонента многих свежих и консервированных продуктов питания, потери очень велики. Объясняется это многими причинами и прежде всего недостаточным использованием результатов уже выполненных исследований, например мало распространено хранение в условиях активного вентилирования с дифференцированием режима хранения на разных его этапах в зависимости от физиологического состояния луковиц; мало изучены физиологически активные вещества и различные мероприятия, которые должны быть применены с учетом особенностей конкретных климатических условий, культивируемых сортов и других факторов существенно влияющих на успех хранения лука. В южной зоне Украины, отличающейся своими специфическими особенностями, подобные исследования не были проведены. Многие принципиальные вопросы еще мало изучены, в том числе, биохимическая природа пребывания меристематической ткани лука в состоянии покоя и перехода к активному росту, устойчивость лука к инфекционным болезням.

Известно, что все сорта лука обладают высокой фитонцид-

с. б. 12957

Одесский технический институт  
институт промышленности  
имени Ломоносова

БИБЛИОТЕКА

V 012954

Перечет 1987

ной активностью, но остаются неясными причины высокой поражаемости возбудителем серой (шейковой) гнилью (*Botrytis allii*), — основным источником потерь при хранении. Известно, что пребывание меристематических тканей растений в состоянии покоя связано с присутствием определенных ростиингибирующих веществ, но состав их у лука не был изучен. Эти вопросы должны служить теоретической основой для разработки практических мероприятий по защите лука от болезней и прорастания для всех зон выращивания и хранения.

Все изложенное свидетельствует об актуальности проблемы, которой посвящена настоящая диссертация.

Цель и задачи исследования. Целью исследования являлось изучение биохимической природы покоя луковиц, их устойчивости к инфекционным болезням и выбор эффективных методов защиты лука от прорастания и болезней при хранении, отвечающих требованиям современного производства.

В задачу исследований входило:

1. Установление продолжительности периода покоя у наиболее распространенных сортов лука степной зоны Украины и степени их устойчивости к болезням во время хранения.

2. Изучение состава и содержания фосфорных соединений — нуклеотидов и нуклеиновых кислот в луковицах, находящихся в покое и при прорастании.

3. Изучение состава и природы ингибиторов и стимуляторов роста, принимающих участие в регуляции покоя луковиц.

Исследование роли конституционных и индуцированных антибиотических веществ лука в его устойчивости к инфекционным болезням.

4. Выявление эффективности предуборочного опрыскивания лука гидразидом малеиновой кислоты на его послеуборочное хранение.

5. Производственная апробация результатов выполненных исследований и разработка практических рекомендаций для предприятий консервной промышленности.

Объекты исследований - наиболее распространенные и перспективные сорта репчатого лука, произрастающие на юге Украины. Из острых сортов испытывали: Стригуновский Носовский, Чеботарский, Черноморский, Восход, Харьковский, Золотистый; полуострых: Луганский, Каратальский, Союз; из сладких - Испанский 313, Ялтинский, выращенные в совхозе "8 Марта" и Госсортоучастке Крымской областной инспекции по сортоиспытанию. Оба участка находятся в Джанкойском районе Крымской области.

Для исследования использовали меристематические и запасные ткани репчатого лука. Фосфорные соединения фракционировали по методу Шмидта и Тангаузера. Для определения ортофосфата использовали метод Баремблума и Чейна в модификации Вебб-Малербе и Грина. Кислоторастворимые нуклеотиды фракционировали с помощью ионообменной хроматографии на колонках со смолой Дауэкс Ix10 и градиентной элюции в муравьино-кислой системе Харлберта. Содержание фенольных соединений определяли спектрофотометрически с реактивом Фолина-Дениса (общее содержание). Количество флавонолов определяли по методике *Swein* и *Hillis* с изменениями, внесенными Вигоровым. Качественный состав флавонолов устанавливали методом бумажной хроматографии. Определение свободных ауксинов проведено по общепринятой методике (*Thomas*, 1969, Кефели, 1974). Выделение абсцизовой кислоты проводили по Мильборро (*Milbrogow*, 1967). Идентификацию абсцизовой кислоты осуществляли по данным хроматографии на бумаге и газожидкостной, а также спектрального анализа. Действие природных ингибиторов на разные формы

ростовых процессов изучалось с помощью биопроб — колеоптили пшеницы и семена горчицы.

Антигрибная активность определялась методом капельных диффузатов (Müller, 1956) в отдельных частях лука с испытанием их фунгитоксичности по методике Озерецковской и др. (1968).

Антигрибную активность соединений, входящих в состав диффузатов, определяли методом биоавтографии, используя суспензию спор *Cladosporium* sp., с испытанием в качестве тест-объекта *F. solani*.

Обработка лука гидразидом малеиновой кислоты проводилась дозой 2,5 кг действующего вещества на 1 га посева за две недели до уборки. ГМК использовали в виде 50% натриевой соли.

Опытное хранение лука проводили в производственных и лабораторных условиях, используя при этом метод сравнительной оценки различных способов, режимов хранения, сортовых особенностей на выход стандартного сырья, образование потерь массы и отходов.

Исследования по хранению лука проводили как на экспериментальном стенде Гипронисельпрома, на котором можно было строго регулировать температуру, влажность и скорость движения воздуха, так и непосредственно в производственных условиях на консервном заводе им. С. М. Кирова в Симферополе, где по нашему предложению были оборудованы закрома с активной вентиляцией. Контролем служило принятое на консервных заводах хранение лука в ящиках и на стеллажах.

После загрузки лука в закрома лук просушивался с помощью наружного воздуха (20–25°) или подогретого в калорифере в течение 72 часов, подавая 250–300 м<sup>3</sup>/ч на 1 т воздуха. Затем прогревали луковицы в течение 12 часов потоком воздуха, подо-

гретого до 35–37°C. После этого поступление теплого воздуха прекращали и в массу продукции нагнетали наружный воздух. Время вентилирования постепенно сокращали и доводили до 2–3 часов в сутки. Интенсивность вентилирования составляла 120 м<sup>3</sup>/ч на 1 тонну.

Во всех вариантах опытов для определения сохраняемости лука закладывали образцы из расчета ежемесячного контроля в трехкратной повторности. Определялось количество стандартных луковиц, нестандартных, технический брак, отходы, убыль в массе. Полученные данные подвергали статистико-математической обработке (Доспехов, 1973). Кроме того, во время хранения учитывались изменения в содержании сухих веществ лука, сахаров, аскорбиновой кислоты по общепринятой методике, а также изменения в содержании эфирных масел в пересчете на 2,4 динитропировиноградную кислоту (Кораблева и др., 1968).

Изменения в химическом составе рассчитывали на сырую первоначальную массу продукции.

Научная новизна результатов исследования. Установлены сортовые различия репчатого лука по продолжительности периода глубокого покоя и показано, что в меристематических тканях луковиц функции эндогенных ингибиторов выполняют абсцизовая и транс-п-кумаровая кислоты, которые ограничивают синтез фосфорных соединений во время глубокого покоя; функции стимуляторов роста выполняют индольные соединения (наряду с другими фитогормонами) и цис-п-кумаровая кислота.

Обнаружено, что устойчивость лука к неспецифическим фитопатогенным микроорганизмам обусловлена общим содержанием конституционных и индуцированных антибиотических веществ, тогда как устойчивость к специфическим паразитам и в частности к *B. allii* способностью продуцировать антибиотические вещества в ответ на инфекцию (фитоалексины). Разной способно-

стью их продуцировать могут быть объяснены сортовые различия лука по степени устойчивости к данному паразиту.

Выявлена эффективность комбинированного применения предуборочного опрыскивания лука гидразидом малеиновой кислоты с последующим хранением в закромах в условиях активного вентилирования при дифференцированном режиме температуры и влажности воздуха на разных этапах хранения в зависимости от физиологического состояния луковиц.

Практическая ценность работы. Разработана система практических мероприятий, позволяющая сохранить товарные и пищевые качества репчатого лука при минимальных потерях и при гораздо меньших затратах рабочей силы и лучшем использовании емкости хранилищ по сравнению с существующей практикой его хранения.

Реализация результатов исследований и их апробация. Результаты многолетних исследований апробированы и реализованы на Симферопольском консервном заводе. Они были рассмотрены и одобрены на расширенном заседании секции "Биохимия и технология хранения сочного растительного сырья" Государственного Комитета Совета Министров СССР по науке и технике в октябре 1975 года. Отдельные разделы диссертации докладывались на научных конференциях ОТИП им. М. В. Ломоносова по итогам научных исследований за 1972, 1973, 1974 и 1975 годы.

Основные положения диссертации были рассмотрены на заседании Одесского отделения Украинского биохимического общества 30 мая 1975 года. Диссертация одобрена и рекомендована к защите на заседании кафедры биохимии и микробиологии, органической химии и технологии хранения пищевых продуктов ОТИП им. М. В. Ломоносова 12 января 1977 года.

Публикации результатов исследований. По теме диссертации опубликовано 8 работ.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, в котором обосновывается актуальность темы, четырех глав, в которых рассматриваются результаты важнейших экспериментальных исследований и сопоставляются с имеющимися в литературе данными. Работа изложена на 164 страницах машинописного текста, включает 32 таблицы и 18 рисунков и графиков. Каждая глава состоит из обзора литературы по изучаемому вопросу, описания методов исследований, изложения полученных данных. В списке использованной литературы 192 источника, из них 62 иностранных.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

#### I. Период покоя луковиц репчатого лука и его биохимическая характеристика

Все исследованные нами II сортов репчатого лука после уборки находятся некоторое время в состоянии глубокого покоя. Продолжительность периода глубокого покоя для острых сортов южной зоны Украины 6-8 недель, для полуострых 3-6 недель. Сорта, обладающие менее глубоким покоем, характеризуются более высоким содержанием нуклеиновых кислот (табл. I). Как и в других растениях, с этим, по-видимому, связан более быстрый выход луковиц из состояния покоя. Меристематические ткани луковиц содержат больше нуклеиновых кислот, чем запасающие. В свежесобранных растениях количество РНК выше, чем ДНК и такое соотношение наблюдается в процессе всего хранения.

По мере выхода луковиц из состояния покоя в меристемах количество нуклеиновых кислот увеличивается. Луковицы, обладающие более длительным покоем (Стригуновский Носовский, Золотистый, Одесский), характеризуются более интенсивным синтезом нуклеиновых кислот перед началом прорастания. В проросших луковицах количество нуклеиновых кислот оказалось меньшим,

что, очевидно, связано с изменением соотношения между синтезом нуклеиновых кислот и увеличением общей живой массы клеток.

Изменение в нуклеиновом обмене в зависимости от физиологического состояния органа тесно связано со стимуляцией синтеза других фосфорных соединений — нуклеотидов.

Таблица I

Содержание фосфорных соединений в меристематических тканях луковиц (мкг фосфора на 1 г сырого вещества)

С О Р Т	Физиологическое состояние	РНК	ДНК	Сумма	Кислоторастворимый фосфор	
					макроэргический	общий
Стригуновский	покой	106,7	96,8	203,5	62,3	1750,0
	окончание покоя	310,0	180,0	490,0	158,8	968,0
	прорастание	90,3	45,0	135,3	56,7	765,5
Носовский	покой	164,3	38,7	203,0	106,0	1270,0
	окончание покоя	240,0	65,4	305,4	122,3	1110,0
	прорастание	106,4	173,0	279,4	56,6	1045,0
Чеботарский	покой	142,0	35,0	177,0	40,0	890,0
	окончание покоя	384,0	220,0	604,0	82,0	786,0
	прорастание	53,0	28,0	81,0	44,0	401,0
Золотистый	покой	133,4	12,3	145,7	30,0	1360,0
	окончание покоя	192,3	30,1	222,4	234,5	844,0
	прорастание	147,6	10,4	158,0	158,0	250,0
Одесский	покой	175,1	106,0	281,1	93,0	1080,0
	окончание покоя	—	—	—	213,4	610,8
	прорастание	103,0	21,0	124,0	30,0	415,7

В период глубокого покоя содержание макроэргического фосфора увеличивается, и максимальное его количество отмечено в конце декабря. Эта закономерность установлена для разных сортов. При последующем прорастании содержания нуклеотидов уменьшается, так как они интенсивно используются в процессе роста на синтез нуклеиновых кислот и других соединений. Таким образом, накопление достаточного количества макроэргических соединений ди- и трифосфатов предопределяет биосинтез нуклеиновых кислот и

является необходимым условием для окончания покоя и начала интенсивных процессов роста.

Как известно, к числу факторов, блокирующих или ограничивающих образование необходимых для роста фосфорных соединений относятся природные ингибиторы фенольной и терпеноидной природы. Проведенный нами анализ флавонолов, фенольных соединений, характерных для репчатого лука, показал, что их содержание в луковицах, находящихся в состоянии глубокого покоя заметно выше, чем по его окончании (табл.2).

Таблица 2  
Содержание флавонолов в луковицах  
(мг на 100 г сырого вещества)

С О Р Т	Глубокий покой		Окончание покоя		Прорастание	
	мери- стема	парен- хима	мери- стема	парен- хима	мери- стем	парен- хима
Золотистый	26,7	51,6	12,06	31,0	8,0	14,6
Луганский	24,0	34,6	10,0	24,1	12,5	19,6

По мере хранения луковиц и выхода из состояния покоя уровень флавонолов снижается. Однако общее содержание флавонолов не может характеризовать их ростингибирующую активность. Изучение качественного состава фенолов показало, что для луковиц в состоянии глубокого покоя характерно наличие флавонолов кверцетина и рутина, а также транс-п-кумаровой кислоты. Качественный состав фенольных соединений по мере окончания покоя изменяется. Они представлены кверцетином, рутином, кверцетрином и цис-п-кумаровой кислотой. Обнаруженные изменения качественного состава фенолов в луке позволяют высказать предположение о связи их с ростовыми процессами. В состоянии глубокого покоя транс-п-кумаровая кислота выполняет функции природного ингибитора

роста. По мере окончания покоя в тканях обнаруживается цис-п-кумаровая кислота, являющаяся стимулятором ростовых процессов. Очевидно, превращение транс-п-кумаровой кислоты в цис форму является одним из факторов изменения физиологического состояния луковиц — перехода их от покоя к росту.

На рис. I представлены полученные нами данные активности эндогенных регуляторов роста двух сортов лука, отличающихся по глубине покоя — острый сорт Золотистый и полустрогий Луганский.

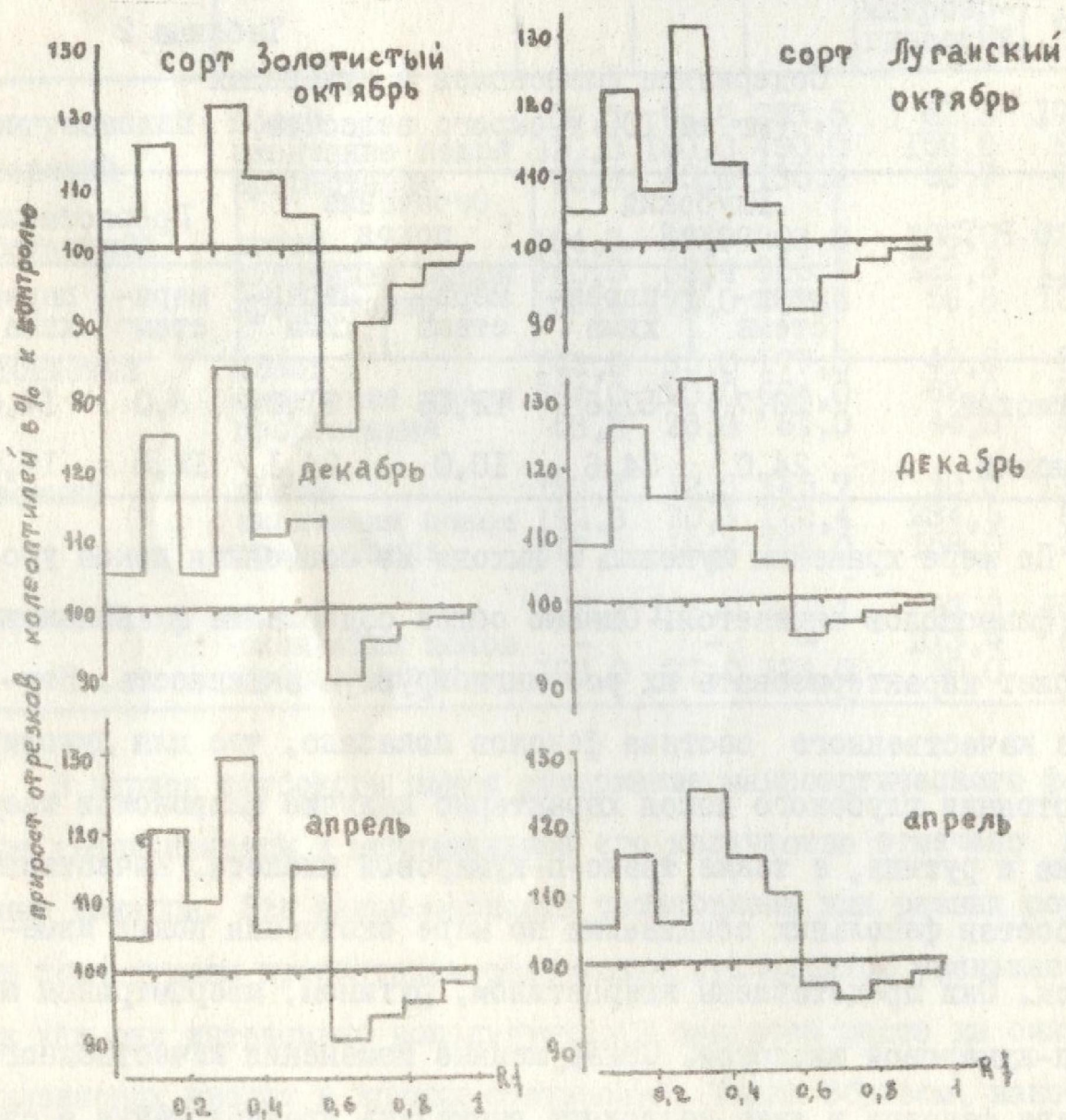


Рис. I. Гистограммы веществ, выделенных из меристематических тканей луковиц

При подготовке органа к ростовым процессам в луковицах наблюдается увеличение ауксиновой активности при одновременном высоком уровне активности ингибитора. На гистограмме в апреле активность ауксинов ниже, чем в январе. Таким образом, ауксиновая активность была большей к моменту выхода луковиц из состояния покоя, чем в проросших.

Зона ингибирования в состоянии покоя больше в остром сорте по сравнению с полуострым, что является одной из причин, обуславливающей более короткий период покоя у луковиц полуострого сорта. Для выяснения природы ингибитора использовали неоднократно рехроматографию в различных системах растворителей и испытания биологической активности. Ингибитор подавляет прорастание семян горчицы Сарепской и колеоптилей пшеницы. УФ-спектр выделенного вещества имеет максимум поглощения в пределах 256–258 нм. Полученные данные позволили сделать вывод, что исследуемое вещество является абсцизовой кислотой – ингибитором роста терпеноидной природы. Это было подтверждено также методом газожидкостной хроматографии. Время выхода синтетической и выделенной из тканей лука абсцизовой кислоты происходило одновременно через 26,5 минут после ввода элюата.

Таким образом, комплекс ингибиторов роста репчатого лука представлен веществами терпеноидной природы – абсцизовой кислотой и фенольной – транс-п-кумаровой кислотой.

Присутствие в растительных тканях нескольких рострегулирующих веществ различной химической природы имеет, по-видимому, важное биологическое значение, так как каждое из них может действовать на строго определенные звенья обмена, причем по принципу синергизма и тем самым регулировать глубину периода покоя, его окончание и переход к росту.

## 2. Роль конституционных и индуцированных антибиотических веществ репчатого лука в его устойчивости к фитопатогенным микроорганизмам

Хотя все без исключения сорта репчатого лука поражаются при хранении рядом фитопатогенных микроорганизмов, в первую очередь *B. allii*, они обладают различной степенью устойчивости к ним, вследствие чего размеры потерь от инфекционных болезней сильно варьируют в зависимости от сорта. О степени устойчивости отдельных сортов лука, выращенных на юге Украины, можно судить на основании наших данных о размерах потерь при различных способах его хранения (табл.4). Этими данными можно руководствоваться для оценки пригодности того или иного сорта для хранения.

Для того, чтобы судить о причинах различной устойчивости отдельных сортов лука, нами оценивалась активность конституционных, то есть присутствующих в интактных тканях, и индуцированных, то есть образующихся в ответ на контакт с метаболитами гриба, антибиотических веществ лука. Инфицирование осуществлялось четырьмя паразитарными грибами, из числа которых *B. allii* является специализированным патогенным микроорганизмом лука, *B. cinerea* поражает его в меньшей степени, тогда как два остальных гриба *Rh. infestans* и *F. solani* не являются патогенами лука вообще. Диффузаты со спорами непатогенных грибов характеризуются гораздо большей фунгитоксичностью, чем диффузаты, не содержащие спор гриба, то есть обладают фитоалексинной активностью. Исключение составляют диффузаты со спорами специфического патогена *B. allii*. Эти результаты могут быть объяснены способностью *B. allii* детоксицировать фитоалексины своего растения-хозяина — лука. По-видимому, в ходе сопряженной эволюции лука со специфическим для него паразитом *B. allii* последний приобрел способность преодолевать защитные механизмы своего

растения-хозяина, в том числе и способность детоксицировать образующиеся фитоалексины. Эта способность *B. allii* была подтверждена нами также в опытах с хроматографическим разделением веществ, входящих в состав диффузатов, и их последующим проявлением с помощью биоавтографии.

Отсутствие фитоалексинной активности в ответ на заражение *B. allii* было получено лишь при инфицировании малоустойчивого сорта.

Дальнейшие определения показали, что у сортов лука, различающихся по степени устойчивости, накапливается различное количество фитоалексинов (табл.3).

Таблица 3

Сортные различия лука по антигрибной активности диффузатов и размерам потерь при хранении

С О Р Т	Вариант	Прорастание спор		Длина гиф		Потери от микробической порчи, %
		число проросших спор из 100	% от контроля	мк	% от контроля	
Союз (полуострый)	Диффузаты без спор	29±0,033	100	3,65±1,1	100	
	Диффузаты со спорами <i>B. cinerea</i>	22±0,041	76	3,06±0,95	81	13,7
	<i>B. allii</i>	23±0,042	80	4,88±0,81	133	
Каратальский (полуострый)	Д. без спор	20±0,04	100	4,30±0,36	100	
	Д. со спорами <i>B. cinerea</i>	8±0,02	40	2,44±0,29	58	9,3
	<i>B. allii</i>	17±0,13	85	4,08±0,73	95	
Стригунов- ский Носов- ский (острый)	Д. без спор	11±0,003	100	2,12±0,22	100	
	Д. со спорами <i>B. cinerea</i>	3±0,01	29	0,21±0,07	10	4,6
	<i>B. allii</i>	8±0,002	73	0,58±0,04	27	

Так, луковицы сорта Каратальский как по результатам хранения, так и по свойственной ему фитоалексинной активности по отношению к *B. cinerea* оказался более устойчивым, чем сорт Союз.

Между тем оба сорта не обнаружили фитоалексинной активности в ответ на инфицирование *B. allii*. Острый сорт Стригуновский Носовский, в отличие от первых двух, обнаружил четко выраженную фитоалексинную активность не только на *B. allii*, но и в ответ на *B. allii*. В соответствии с этим он имеет наименьшие потери от инфекционных болезней при хранении. Таким образом, все три сорта характеризуются полным соответствием между уровнем их фитоалексинной активности и устойчивостью к микробальной порче.

Можно предположить, что способность *B. allii* деградировать фитоалексины лука в большей мере зависит от интенсивности их накопления в зоне ингибирования. В тканях устойчивого сорта лука Стригуновский, по-видимому, образуются фитоалексины в количестве достаточном для подавления роста патогена и его способности к деградации последних.

Полученные нами данные позволили установить, что биохимическая природа как видового иммунитета лука к неспецифическим патогенам, так и свойство его сортовой устойчивости по отношению к специфическому паразиту *B. allii*, в значительной степени зависят от количества образующихся фитоалексинов.

Химическая природа фитоалексинов лука до сих пор еще неизвестна и их исследование должно явиться задачей специальной работы. Проведенные нами поисковые определения позволили предположить их ароматическую природу.

### 3. Хранение лука в условиях активного вентилирования

Существующие способы хранения лука в ящиках или на стеллажах не отвечают требованиям современного производства. Более прогрессивным методом является хранение в закромах, оборудован-

ных системой активного вентилирования.

Из представленных в таблице 4 данных видно, что в закромах с активной вентиляцией лук сохраняется гораздо лучше, чем в ящиках и на стеллажах. Чем менее устойчив лук к болезням, тем выше эффективность хранения в условиях активного вентилирования. Особенно эффективно хранение в закромах, в которые вентилируется охлажденный воздух. В этих условиях после семи месяцев хранения потери за счет поражения инфекционными болезнями отсутствовали, а в закромах без охлаждения размеры потерь от болезней составляли от 1 до 3%, тогда как в ящиках и на стеллажах эти потери в зависимости от сорта лука составляли 5-10%.

В условиях активного вентилирования лук слабее прорастает. Но после семи месяцев хранения даже в закромах с охлаждением процент проросших луковиц сорта Золотистый составил 5,5%, сорта Луганский - 12,8%. Полученные данные хорошо согласуются с динамикой фосфорных соединений в меристематических тканях луковиц. Даже в закромах с активным вентилированием и охлаждением в весенний период в меристематических тканях происходит биосинтез нуклеиновых кислот и других фосфорных соединений, необходимых для перехода от покоя к росту.

Так, содержание РНК в меристематических тканях лука в декабре при различных способах хранения составило (в мкг Р на 1 г сырого вещества):

	Активное вентилирование	Естественное вентилирование
Стригуновский	298,0	310,0
Носовский	320,0	384,0
Золотистый	227,6	254,0
Луганский		

Для достижения этой цели необходимо использовать ростигибирующие вещества. Этот вопрос освещен в главе по применению ГМК.

Таблица 4

Влияние способов и режимов хранения на качество и сохраняемость репчатого лука, %

Способ хранения	Срок хранения, месяцы	Стригуновский Носовский				Золотистый				Луганский			
		Качество луковиц после хранения		Потери массы	Качество луковиц после хранения		Потери массы	Качество луковиц после хранения		Потери массы	Качество хранения		Потери массы
		стандартные	про-росшие		стандартные	про-росшие		стандартные	про-росшие		микробная порча		
В ящиках	3	91,7	0,7	0,0	7,2	92,3	0,0	0,0	7,7	84,8	8,0	0,0	7,2
	5	85,3	1,5	2,5	8,0	91,8	0,0	0,0	8,2	63,2	16,5	1,5	9,8
	7	68,0	7,6	4,6	14,7	60,6	20,7	2,0	13,4	24,1	42,1	6,4	16,8
На стеллажах	3	92,2	1,0	0,0	6,4	92,6	0,0	0,0	7,3	84,9	7,6	0,0	7,2
	5	85,9	5,2	0,0	7,1	91,3	0,0	0,0	7,9	67,2	13,8	5,6	8,7
	7	72,7	7,3	5,0	12,7	61,2	18,5	2,5	13,2	36,3	27,3	10,5	16,1
В закромах с активным вентилярованием	3	95,7	0,0	0,0	4,2	94,6	0,0	0,0	5,2	89,9	3,1	0,0	5,1
	5	92,3	0,7	0,0	6,1	91,9	0,0	1,0	6,2	79,3	9,2	2,2	7,4
	7	87,3	2,1	1,3	6,9	82,6	8,7	1,1	7,2	67,8	16,2	3,0	11,0
В закромах с активным вентилярованием и охлаждением	3	96,1	0,0	0,0	3,9	95,8	0,0	0,0	4,1	92,8	2,5	0,0	5,9
	5	94,9	0,6	0,0	4,2	93,1	0,0	0,0	6,2	87,4	5,0	0,0	7,0
	7	92,3	1,8	0,0	5,2	86,0	5,5	0,0	7,2	74,6	12,8	0,0	9,0

Полученные нами данные об изменениях в содержании сухих веществ, олигосахаридов, моносахаров, белкового и небелкового азота, эфирных масел, витамина С представляют, несомненно, определенный интерес, но не могут дать ответа на интересующие нас вопросы о биохимической природе покоя луковиц и их устойчивости к фитопатогенным микроорганизмам с целью разработки практических мероприятий для защиты луковиц от прорастания и болезней.

#### 4. Действие гидразида малеиновой кислоты на прорастание лука при хранении

В связи с тем, что на юге Украины даже в условиях активного вентилирования отдельные сорта лука при длительном хранении все же заметно прорастают, возникает необходимость в использовании экзогенных ростиингибирующих веществ. Известно, однако, что подавление процесса прорастания нередко влечет за собой снижение устойчивости растительных тканей к фитопатогенным микроорганизмам. Поэтому нами изучалось действие ГМК как на прорастание лука, так и на его устойчивость. Обработанный лук хранили в условиях активного и естественного вентилирования без искусственного охлаждения. Обработка препаратом ГМК задерживала прорастание луковиц и способствовала их лучшей сохраняемости (табл.5).

О задержке прорастания под действием ГМК свидетельствуют также опыты по проращиванию луковиц при повышенной температуре и влажности. Все необработанные сорта проросли к 20 декабря, а в обработанных не наблюдался рост даже в апреле.

Установлено, что под влиянием ГМК изменяется содержание фосфорных соединений (табл.6). В обработанных луковицах в первые месяцы синтез нуклеиновых кислот заметно подавлен и восстанавливается только в конце хранения. Содержание макроэргическо-

С/60 12957

го фосфора также значительно ниже в обработанных растениях по сравнению с контролем.

Таблица 5

Влияние ГМК на сохраняемость лука (в % от исходной массы) с.Стригуновский Носовский в зависимости от условий хранения

Вариант	Срок хранения, месяцы	Качество луковиц после хранения				Потери массы
		стандартные	проросшие	микробиальгизация порча	отходы	
Активная вентиляция						
Контроль	3	95,7	0,0	0,0	0,1	4,2
	5	92,3	0,7	0,0	0,9	6,1
	7	87,3	2,1	1,3	2,4	6,9
Г М К	3	97,4	0,0	0,0	0,1	2,5
	5	96,6	0,0	0,0	0,1	3,3
	7	95,1	0,0	0,0	0,3	4,6
Естественная вентиляция						
Контроль	3	91,7	0,7	0,0	1,0	7,2
	5	85,3	1,5	2,5	2,7	8,0
	7	68,0	7,8	4,6	5,1	14,7
Г М К	3	93,3	0,0	0,0	0,2	6,5
	5	91,1	0,0	0,0	1,2	7,5
	7	76,4	3,8	4,2	2,0	13,6

Таблица 6

Динамика фосфорных соединений меристематических тканей репчатого лука с.Стригуновский Носовский в условиях активного вентилирования (мкг Р на 1 г сырого вещества)

Фракции фосфора	Покой		Окончание покоя		Прорастание	
	контроль	ГМК	контроль	ГМК	контроль	ГМК
Общий кислоторастворимый	1750	920	968	1101	765	1000
Макроэргический	62	10	158	117	65	42
РНК	106	92	310	24,5	90	87
ДНК	96,8	71	180	62,4	45	46

Проведенные исследования показывают, что ГМК можно рассматривать как высокоэффективное средство задержки прорастания и повышения лежкости острых сортов лука, выращенных на юге Украины.

Было изучено также влияние ГМК на пищевую ценность луковиц при хранении в условиях активной и естественной вентиляции.

Таким образом, обработка ГМК способствует задержке прорастания и лучшему сохранению качества лука при хранении. Под влиянием ГМК в луковицах замедляются биохимические процессы, в результате чего сохраняется на высоком уровне содержание сухих веществ, сахаров, витамина С и эфирных масел.

Важно подчеркнуть, что обработка лука препаратом ГМК не ослабляет устойчивость его к фитопатогенным микроорганизмам. Это было установлено в опытах по определению способности лука продуцировать фитоалексины с учетом размеров потерь при его хранении.

## В Ы В О Д Ы

1. Сорта лука, выращиваемые на юге Украины, по длительности глубокого покоя можно разделить на 2 группы: с продолжительным периодом покоя (6-8 недель) для острых сортов и коротким периодом покоя (3-6 недель) для полуострых сортов.

Для сортов с неодинаковым периодом глубокого покоя выявлены биохимические особенности, определяющие их различную способность к прорастанию и степень поражения фитопатогенными микроорганизмами при длительном хранении.

2. Меристематические и запасные ткани луковиц с продолжительным периодом покоя содержат меньше нуклеиновых кислот в среднем 180,0 мкг/г/, чем луковицы с коротким периодом покоя - 281,0 мкг/г/.

Окончание глубокого покоя характеризуется накоплением нуклеиновых кислот в меристематических тканях. Только при определенном содержании РНК, значение которой колеблется от 192,3 мкг/г до 384 мкг/г и ДНК от 30,1 мкг/г до 220 мкг/г меристемы луковиц приобретают способность к росту.

3. При переходе от покоя к росту изменяется обеспеченность тканей макроэргическими соединениями ди- и трифосфатами нуклеозидов. Количество макроэргического фосфора в глубоком покое составляет 30-93,0 мкг/г, а по окончании покоя - 82,0-234,0 мкг/г.

4. В зависимости от физиологического состояния изменяется качественный состав фенольных соединений репчатого лука. В период глубокого покоя ткани содержат транс-п-кумаровую кислоту и флавонолы кверцетин и рутин, окончание покоя сопровождается появлением цис-п-кумаровой кислоты, а из флавонолов, кроме кверцетина и рутина, обнаруживается кверцитрин. Из тканей репчатого лука выделен и идентифицирован ингибитор роста терпеноидной природы - абсцизовая кислота. Установлена прямая корреляция между уровнем абсцизовой кислоты в тканях и длительностью глубокого покоя.

На основании биологических тестов можно прийти к заключению, что абсцизовая и транс-п-кумаровая кислоты в покоящихся тканях выполняют функции ингибиторов роста, а индольные соединения (наряду с другими фитогормонами) и цис-п-кумаровая кислота - стимуляторов роста.

5. В устойчивости лука как по отношению к неспецифическим паразитам, так и специфическим важная роль принадлежит антибиотическим веществам, особенно возникающим в ответ на инфекцию - фитоалексинам. Показано, что специфический паразит *B. allii*

в отличие от неспецифических обладает способностью деградировать как те, так и другие. Выявлена корреляция между уровнем фитоалексинной активности лука и степенью его поражения фитопатогенными микроорганизмами. Представляется поэтому вполне реальным возможность использования этого показателя для оценки сортов лука по степени их устойчивости и для выбора режима хранения, обеспечивающего минимальную поражаемость болезнями.

6. Успешная защита лука от прорастания и поражения болезнями может быть достигнута путем применения системы мероприятий, основанных на подавлении в луке биосинтеза нуклеиновых кислот и поддержании на достаточно высоком уровне способности продуцировать фитоалексины, а также подавлении у паразита способности их деградировать. К числу наиболее важных звеньев этой системы относится хранение лука в закромах с активным вентилированием. В зависимости от физиологического состояния лука температура хранения и аэрация должны быть дифференцированы: для свежесобранного лука температура 20–25° с подачей воздуха 300 м<sup>3</sup>/ч на 1 т, затем краткосрочный прогрев луковиц при температуре 35–37°, дальнейшее хранение при температуре воздуха 0–2° и интенсивности вентилирования 120 м<sup>3</sup>/ч на 1 т. Поддержание такой температуры возможно путем подгрева подаваемого воздуха в осенний период и охлаждения его в весенне-летний период. Экономический эффект составляет 40 руб на 1 тонну.

7. Весьма эффективным методом предупреждения прорастания лука в условиях юга Украины является опрыскивание за 2 недели до уборки урожая 0,25% раствором гидразида малеиновой кислоты. Предуборочная обработка раствором ГМК рекомендуется для длительного хранения лука в неохлаждаемых хранилищах.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Оптимальным режимом хранения лука является температура  $0^{\circ}$  минус  $2^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность воздуха 70–80% и удельная погача воздуха  $120 \text{ м}^3/\text{ч}$  на 1 тонну.
2. С целью продления периода покоя необходимо проводить обработку зеленого пера лука 0,25% раствором ГМК за две недели до уборки.
3. Лук, обработанный ГМК, возможно хранить в неохлаждаемых хранилищах с активной либо естественной вентиляцией без потери его природных свойств.
4. В условиях естественной вентиляции следует хранить исключительно острые сорта в течение 4–5 месяцев. С целью продления сезона переработки необходимо по истечении этого периода перегружать его в холодильники.
5. Рекомендуется проводить селекцию сортов репчатого лука на устойчивость к *V. allii* по его фитоалексинной активности.

Список работ, опубликованных  
по теме диссертации

1. Фельдман А.Л., Гусар З.Д., Гирховская Э.Б. Биохимическая характеристика южноукраинского лука. "Консервная и овощесушильная промышленность", № 4, стр.19, 1973.
2. Фельдман А.Л., Гусар З.Д. Хранение лука при температурах близких к криоскопическим. Тезисы докладов. Всесоюзный симпозиум "Холодильная обработка и хранение скоропортящихся продуктов при близкриоскопических температурах", Ленинград, стр.43, 1973.
3. Фельдман А.Л., Гусар З.Д., Гирховская Э.Б. Определение условий хранения лука в зависимости от агротехнических условий выращивания и сортовых признаков. Реферативная информация, вып.9, стр.37, 1974.

4. Марх А.Т., Бонева Л.А., Кротов Е.Г., Гусар З.Д., Пономаренко С.Ф., Ноур Е.И. Изменение физиологически активных веществ плодов и овощей при хранении и переработке. Рефераты научных сообщений. III Всесоюзный биохимический съезд. Рига, том I, 16, 19, стр.232, 1974.
5. Фельдман А.Л., Гусар З.Д. Влияние гидразида малеиновой кислоты на сохраняемость лука. "Кочсервная и овощесушильная промышленность", № 9, стр.20, 1975.
6. Марх А.Т., Фельдман А.Л., Гусар З.Д., Ноур Е.И., Зыкина Г.Т., Лысогор Т.А., Пономаренко С.Ф. Полифенолы плодов, ягод, овощей и их влияние на качество овощей и консервов. Тезисы III Всесоюзного симпозиума по фенольным соединениям. Тбилиси, стр.177, 1976.
7. Фельдман А.Л., Гусар З.Д. Динамика фосфорных соединений репчатого лука при хранении в разных условиях. Известия вузов, "Пищевая технология", № 4, стр.69, 1976.
8. Гусар З.Д., Гавельева О.Н. Устойчивость лука к болезням при хранении в зависимости от конституционных и индуцированных антибиотических веществ. Прикладная биохимия и микробиология т.13, вып.2, 1977.