

**ФИЗИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКОЛОГИЯ
PHYSIOLOGY AND ECOLOGY OF THE PLANT, MYCOLOGY**

УДК 632.4 : 635.1/8

© **Е. В. Ветрова, В. В. Махров**

**ВЛИЯНИЕ АЛЬТЕРНАРИОЗА И МОНИЛИОЗА НА НЕКОТОРЫЕ
БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ И ГРУШИ
В ПЕРИОД ХРАНЕНИЯ**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: vetrova.donny@mail.ru

Ветрова Е. В., Махров В. В. Влияние альтернариоза и монилиоза на некоторые биохимические показатели плодов яблони и груши. – Изучено влияние альтернариоза и монилиоза на содержание углеводов и органических кислот в плодах двух сортов груши и одного сорта яблони при хранении. Микозы приводят к нарушению углеводного обмена плодов и повышению их кислотности.

Ключевые слова: груша, яблоня, альтернария, монилия, редуцирующие сахара, сумма сахаров, сахароза, пектины, органические кислоты.

Введение

Плоды яблони и груши с давних времен прочно вошли в наш рацион, и являются наиболее востребованным десертом. Трудно переоценить пользу этих продуктов питания. Благодаря высокой лежкости плодов мы имеем возможность наслаждаться вкусом яблок в течение всего года, до нового урожая. Но сохранить товар для покупателя в таком виде, в каком его сняли с дерева, довольно сложно. Потери, которые несет товаропроизводитель при хранении продукции, варьируют от 1 до 20%. Только заболеваний плодов при хранении и гнилей насчитывают более 20 видов, и каждое из них вредоносно и опасно [18, 19].

Наиболее часто подобные проблемы возникают при неправильном режиме хранения, а подчас возбудителя заносят из сада уже на плодах. В период хранения в растительных тканях прекращается накопление веществ, происходит дыхание, усиленное испарение воды, разложение запасных веществ и их потеря. В результате нарушенного обмена веществ в тканях хранимой продукции снижается устойчивость к микроорганизмам. Фитопатогенные грибы и бактерии проникают в ткань плодов и вызывают загнивание [3, 10, 14].

Большинство заболеваний плодовых культур в период хранения вызывают несовершенные грибы порядка *Nyphomycetales*. Плодовая гниль – весьма распространенное заболевание, характерное для всех семечковых культур. Возбудителем болезни является гриб *Monilia fructigena* (Pers.) Pers. Гриб альтернария (*Alternaria* sp.) вызывает заболевание в виде мягкой мокрой гнили под названием альтернариоз. Заболевание отмечено как экономически важное в садах США и многих стран Азии. В наших садах эта болезнь также распространена, отличается вредоносностью, но практически не освещена в садовой литературе из-за слабой изученности [6, 18].

Целью нашей работы было изучение влияния альтернариоза и монилиоза на содержание воды, сахаров, пектинов и органических кислот в плодах груши и яблони в период хранения.

Материал и методы исследования

Объектами исследований были плоды груши сортов Талгарская красавица, пораженные альтернариозом (рис. 1, а), Орловская летняя, пораженные монилиозом (рис. 1, б) и плоды яблони сорта Пепинка литовская, пораженные монилиозом (рис. 2).

Созревание плодов груши сорта Талгарская красавица приходится на вторую половину сентября. Их лежкость составляет два месяца. Плоды, снятые раньше срока созревания, хранятся дольше. Этот тип груш обладает высокой устойчивостью к микозам [5].



Рис. 1. Плоды зараженной альтернариозом (а) груши сорта Талгарская красавица и зараженной плодовой гнилью (б) груши сорта Орловская летняя (фото авторов)

Груши сорта Орловская летняя имеют универсальное назначение. Это значит, что их широко потребляют как в свежем виде, так и в виде исходного сырья для приготовления различных компотов, варенья, джемов, мармеладов, медов и спиртовых настоек. Кроме того, они очень полезны в качестве сырья для приготовления различных лекарственных средств, как в народной медицине, так и в «официальной» фармакологии. Единственный значимый недостаток данного скороплодного сорта состоит в том, что его плоды необходимо потребить в относительно короткий период после снятия с дерева [5].



Рис. 2. Здоровые плоды яблони сорта Пепинка литовская (а) и зараженные плодовой гнилью (б) (фото авторов)

У плодов яблони сорта Пепинка литовская съемная зрелость наступает в первой половине сентября. В холодильнике плоды могут храниться до января. При этом для них характерна недостаточная устойчивость к грибковым заболеваниям [20].

Выделение чистых культур возбудителей болезней осуществляли по общепринятым методикам [6, 8, 16]. Для культивирования патогенов использовали картофеле-морковный агар (КМА) [4].

В целях идентификации возбудителей принимали во внимание симптомы заболевания, применяли метод микроскопии, анализировали габитус споруляции, использовали атласы болезней растений [4, 8, 12].

Оводненность плодов и содержание растворимых пектинов определяли весовым методом [2]. Содержание редуцирующих и суммы сахаров, а также суммы органических кислот определяли титриметрическими методами Х. Н. Починка [13]. Опыты проводили в трехкратной повторности. Полученные цифровые данные обрабатывали статистически однофакторным дисперсионным анализом [15].

Результаты и обсуждение

Из больных плодов яблони и груши были выделены в чистую культуру фитопатогенные грибы. По симптомам болезни, характеру спороношения, морфологии мицелия были идентифицированы возбудители микозов.

В результате микроскопирования мицелия и изучения габитуса спороношения выделенных грибов было установлено, что плоды груши Талгарская красавица больны альтернариозом (рис. 3), а плоды груши Орловская летняя и яблони сорта Пепинка литовская – монилиозом.



Рис. 3. Габитус спороношения гриба рода *Alternaria* (x 600) (фото авторов)

Из пораженных альтернариозом плодов груши Талгарская красавица была выделена чистая культура изолята АГ-1.17 альтернарии. Из больных монилиозом плодов яблони Пепинка литовская выделена культура изолята МЯ-1.17 *Monilia fructigena*.

Чистые культуры грибов культивировали в чашках Петри на картофельно-морковном агаре при температуре 24°C. Для альтернарии характерен темный мицелий с редкими приподнимающимися серыми гифами воздушного мицелия (рис. 4, а). Поверхность мицелия равномерная, покрывающая всю чашку Петри.

Монилия имеет белый прилегающий к среде мицелий с неровными краями и заметно меньшей скоростью линейного роста (рис. 4, б).

Весовым методом устанавливали содержание воды в здоровых и больных плодах груш и яблони. Содержание воды в здоровых плодах груши сорта Орловская летняя и Талгарская красавица оказалось в пределах 81,1-82,2% соответственно. Оводненность плодов яблони сорта Пепинка литовская составила 86,5%. Эти данные согласуются в информацией по химическому составу плодов, имеющейся в научной литературе [7, 17].

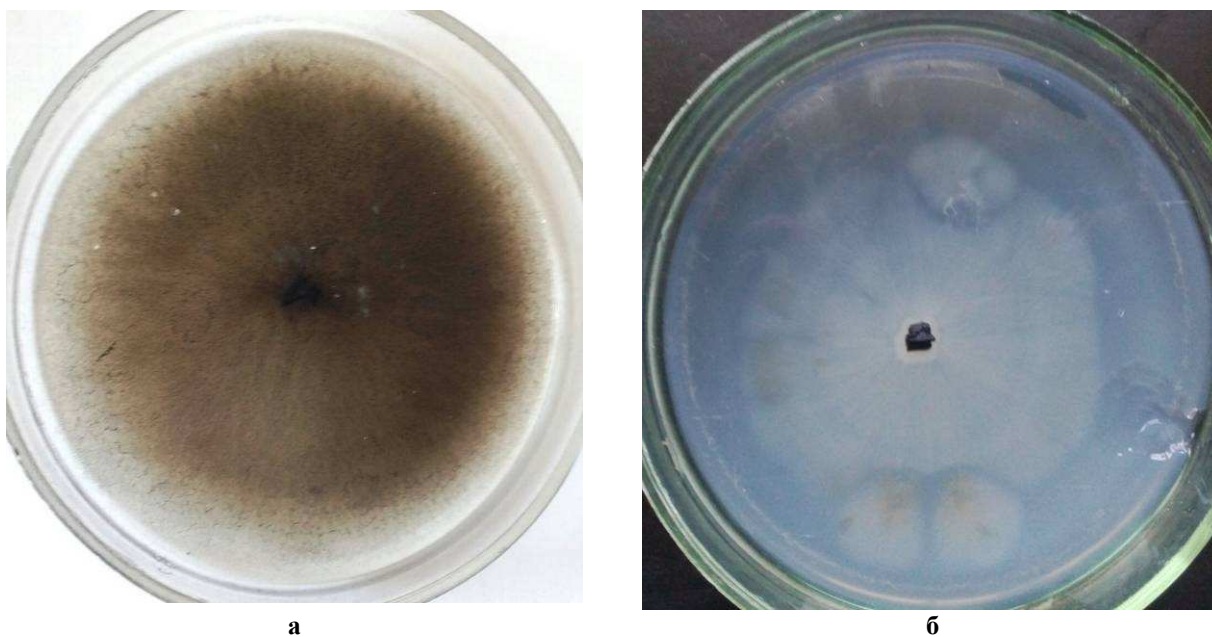


Рис. 4. Морфология мицелия изолята АГ-1.17 альтернарии (а) и изолята МЯ-1.17 монилии (б)

Под влиянием альтернариоза и монилиоза этот показатель во всех вариантах опыта возрастает (рис. 5). Так, содержание воды в плодах груши Талгарская красавица, пораженных альтернариозом, возросло на 1,8%. Монилиоз вызывает увеличение оводненности плодов груши сорта Орловская летняя на 1,4% и плодов яблони сорта Пепинка – на 2,7%.

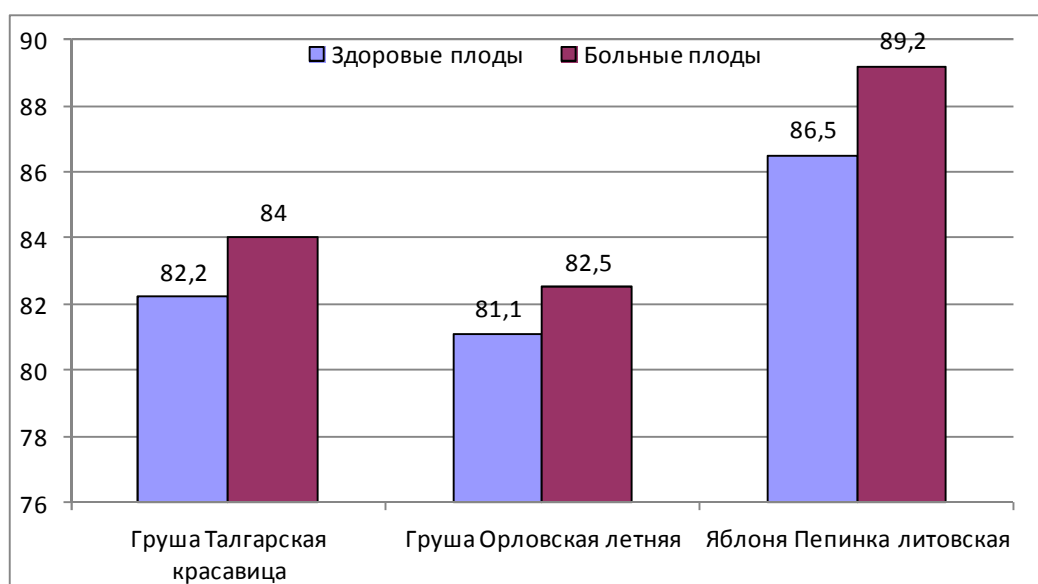


Рис. 5. Оводненность плодов яблони и груши, %

Очевидно, это связано с гидролитическими процессами, вызванными патогенами, приводящими к выделению воды [17].

Груши разных сортов отличаются по сумме сахаров и содержанию сахарозы. Так, в плодах сорта Талгарская красавица сумма сахаров на 3,2%, а сахароза – на 3,4% превышают аналогичные показатели сорта Орловская летняя. Яблоки сорта Пепинка превосходят исследуемые плоды груш по редуцирующим сахарам и по сумме сахаров.

Количественные и качественные изменения углеводного комплекса больного растения, как известно, зависят от биологических особенностей растения-хозяина и патогена, от фазы и силы заболевания и от условий среды. Преобладающей тенденцией является истощение

больных растений в отношении углеводов, и преобладание в них процессов деполимеризации сложных форм запасных углеводов [14].

Исследования показали снижение содержания углеводов в пораженных микозами плодах (рис. 6).

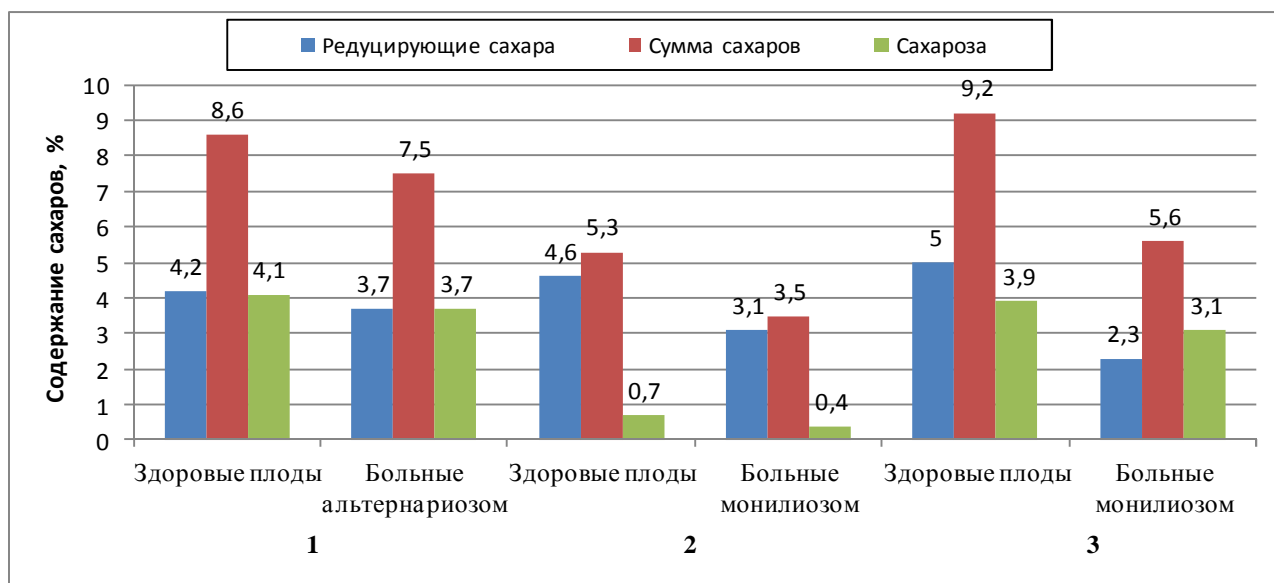


Рис. 6. Содержание сахаров в плодах семечковых культур, пораженных микозами (%):
1 – сорт груши Талгарская красавица, 2 – сорт груши Орловская летняя, 3 – сорт яблони Пепинка

Под действием альтернариоза в плодах груши сорта Талгарская красавица содержание редуцирующих сахаров снизилось на 0,5%, суммы сахаров – на 1,1%, сахарозы – на 0,4%.

Монилиоз груши сорта Орловская летняя снизил содержание редуцирующих сахаров в плодах на 1,5%, суммы сахаров – на 1,8%, сахарозы – на 0,3%.

Под влиянием монилиоза яблони сорта Пепинка литовская содержание сахаров в плодах также уменьшилось: редуцирующих сахаров – на 2,7%, суммы сахаров – на 3,6%, сахарозы – на 0,8%.

Как видим, в большей степени снижается сумма сахаров, и в первую очередь, редуцирующих. К ним, в частности, относятся глюкоза, фруктоза и другие моносахара. Они являются легкодоступными для патогенов [11].

Пектины относятся к полисахаридам, присутствуют в срединных пластинках, соединяющих соседние клетки, и играют большую роль в углеводном обмене растений. Есть растворимые и нерастворимые формы пектиновых веществ. Мы исследовали влияние микозов на содержание растворимой фракции пектинов. Результаты исследований представлены на рис. 7.

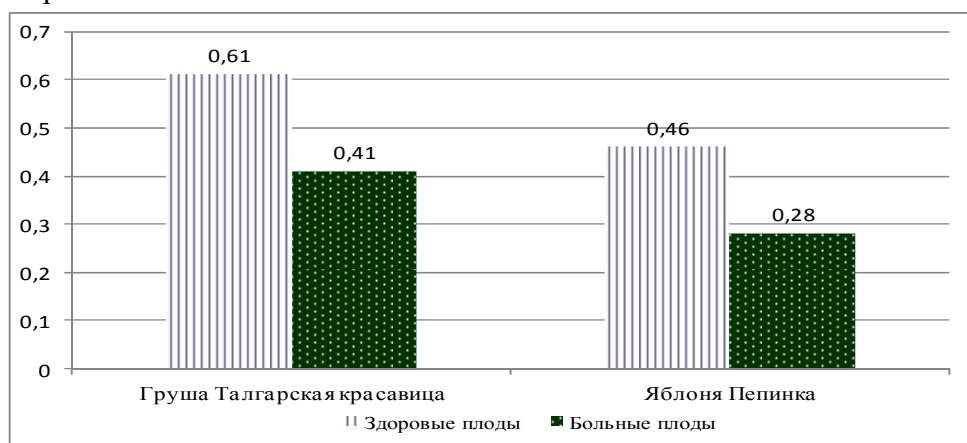


Рис. 7. Содержание растворимых пектинов (в %) в плодах груши и яблони

Здоровые плоды груши сорта Талгарская красавица превосходят плоды яблони сорта Пепинка по содержанию растворимых пектиновых веществ на 0,14%. Под действием патогенных грибов этот показатель снижается в обоих вариантах опыта. Так, груша, пораженная альтернариозом, потеряла 0,20% пектинов, т. е. треть их количества. Яблоки, пораженные монилиозом, утратили 0,18% пектиновой кислоты, что также составляет почти треть их изначального количества. Очевидно, патоген использует легкодоступные растворимые формы углеводов для питания, что согласуется с литературными данными [6, 14, 17]. В разрушении пектинов играют роль *протопектиназа* (разрывает связи между метоксилированной полигалактуроновой кислотой), *пектиназа* (гидролизует гликозидные связи между остатками галактуроновой кислоты, не содержащими метоксильные группы). Перечисленные ферменты вызывают мацерацию древесины, мягкие гнили [14].

Нами изучалось влияние монилиоза на содержание органических кислот в плодах яблони сорта Пепинка литовская. Использовали титриметрический метод Х. Н. Починка «Определение свободных органических кислот в присутствии янтарной кислоты» [13]. В плодах и ягодах, как известно, преобладают свободные кислоты. Они играют важную роль в метаболизме растений. Содержание органических кислот в плодах варьирует в зависимости от вида и сорта культуры, условий произрастания. Повышенным содержанием органических кислот отличаются сорта яблок Антоновка, Папировка, Ранетки (0,8-0,9%) [1].

В процессе созревания и хранения плодов происходят качественные и количественные изменения в составе органических кислот. Так, в незрелых плодах содержится обычно янтарная кислота, в зрелых же преимущественно яблочная, винная и лимонная.

Нами было установлено, что в здоровых плодах яблони сорта Пепинка содержится 0,03% (в пересчете на яблочную кислоту) органических кислот. Под влиянием монилиоза этот показатель вырос в 8 раз, и составил 0,23%.

Факт значительного повышения данного показателя под действием факультативного фитопатогена *Monilia fructigena* можно объяснить одним из биохимических механизмов патогенеза. Помимо гидролитических ферментов, расщепляющих полимеры, к агрессивным метаболитам патогенов относятся органические кислоты. Механизм действия кислот на живые объекты связан с кислотным катализом различных реакций расщепления [9].

Таким образом, микозы влияют на метаболизм плодов при хранении. В ходе взаимодействия патогена с растением-хозяином происходит нарушение водного, углеводного обмена. При этом содержание воды и органических кислот в плодах увеличивается, а редуцирующих и суммы сахаров падает. Углеводы используются грибом для своего роста и развития, что приводит к ослаблению и истощению растительных тканей.

Выводы

1. Содержание воды в плодах груши Талгарская красавица, пораженных альтернариозом, возрастает на 1,8% по сравнению со здоровыми плодами. Монилиоз вызывает увеличение содержания воды в плодах груши сорта Орловская летняя на 1,4% и в плодах яблони сорта Пепинка литовская – на 2,7%.

2. Содержание углеводов в плодах под влиянием микозов снижается. Количество редуцирующих сахаров – от 0,5% в плодах груши сорта Талгарская красавица до 2,7% в плодах яблони сорта Пепинка литовская. Сумма сахаров снижается соответственно от 1,1 до 3,6%. Содержание сахарозы в меньшей степени снижается в плодах груши сорта Орловская летняя (на 0,3%), в наибольшей степени – в яблоках, пораженных монилиозом (на 0,8%).

3. Под действием патогенных грибов содержание растворимых пектинов в плодах яблони и груши снижается. Груша, пораженная альтернариозом, теряет 0,2% пектинов, т. е. треть их количества. Яблоки, пораженные монилиозом, – 0,18% пектиновой кислоты и пектина.

4. В здоровых плодах яблони сорта Пепинка литовская содержится 0,03% (в пересчете на яблочную кислоту) органических кислот. Под влиянием монилиоза этот показатель возрастает в 8 раз – 0,23%.

Список литературы

1. Блажей А. Содержание органических кислот в плодах и овощах / А. Блажей, Л. Шутый. – М. : Мир, 1977. – 240 с.
2. Бойко М. И. Методические указания к выполнению лабораторных работ по теме «Углеводный обмен» спецкурса «Большой практикум» / М. И. Бойко, Е. В. Запорожченко, Ю. Г. Приседский. – Донецк : Изд-во ДонНУ, 2001. – 64 с.
3. Ветрова Е. В. Болезни растений / Е. В. Ветрова. – Донецк : ДонНУ, 2011. – 355 с.
4. Ганнибал Ф. Д. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Методическое пособие / Ф. Д. Ганнибал. – СПб., 2011. – 69 с.
5. Губанов И. А. Медоносные растения и их пыльца : иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. / И. А. Губанов, А. Н. Бурмистрова, В. А. Никитина. – М. : Тов-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2003. – Т. 2. Покрытосеменные (двудольные : раздельнолепестные). – 394 с.
6. Гудковский В. А. Физиологические основы поражения плодов яблони подкожной пятнистостью и другими заболеваниями и система мер их предупреждения / В. А. Гудковский // Научно-практические достижения и инновационные пути развития производства продукции садоводства для улучшения структуры питания и здоровья человека : матер. науч.-практ. конф. (Мичуринск, 8-10 сентября 2008 г.). – Мичуринск : Изд-во Мичуринского госагроун-та, 2008. – С. 90-97.
7. Зимина Л. Н. Исследование овощных культур и плодов : автореф. дис. ... докт. хим-фарм. наук / Л. Н. Зимина. – Самара, 2011. – 52 с.
8. Исаева Е. В. Атлас болезней плодовых и ягодных культур. 3-е изд., переработ. и доп. / Е. В. Исаева, З. А. Шестопал. – К. : Урожай, 1991. – 144 с.
9. Каптерев А. С. Биосинтез биологически активных веществ у растений / А. С. Каптерев. – М. : Биосит, 2003. – 137 с.
10. Колесова Д. А. Защита плодовых и ягодных культур от болезней и вредителей / Д. А. Колесова. – М. : Социум, 2010. – 50 с.
11. Махров В. В. Влияние альтернариоза и монилиоиза на содержание сахаров в плодах семечковых культур в период хранения / В. В. Махров // Проблемы и перспективы современной науки : матер. науч.-практ. конф. (Луганск, 11-15 декабря 2017 г.). – Луганск : ЛНАУС, 2017. – С. 352-356.
12. Семенов А. Я. Определитель паразитных грибов на плодах и семенах культурных растений / А. Я. Семенов, Л. П. Абрамова, М. К. Хохряков. – М. : Книга по Требованию, 2011. – 303 с.
13. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений / Х. Н. Починок. – К. : Наук. думка, 1976. – 332 с.
14. Біопшкодження рослинних ресурсів і продовольчої сировини. Навч. посіб. / [В. Д. Малигіна, О. В. Ветрова, М. О. Рябченко та ін.]. – К. : Кондор, 2009. – 246 с.
15. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів / Ю. Г. Приседський. – Донецьк : Кассіопея, 1999. – 210 с.
16. Dhingra O. D. Basic plant pathology methods. 2nd edition / O. D. Dhingra, J. V. Sinclair. – Lewis Publishers (CRC Press), 1995. – 434 p.
17. Биохимические процессы, протекающие в плодах и овощах в период послеуборочного дозревания и хранения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://studbooks.net/1130150/agropromyshlennost/biohimiche>.
18. Гнили плодов при хранении [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://yandex.ua/yandsearch?clid=2186621&text>
19. Как предотвратить гнили плодов при хранении? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.syngenta.ru>.
20. Яблоня Сорт Пепинка литовская. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vniispk.ru/varieties/pepinka-litovskaya-glogerovka-pepinka-sarepka-pepin-litovskii>.

Vetrova E. V., Makhrov V. V. Influence of alternariose and moniliose on some biochemical indices of apple and pear fruits. – The effect of alternariose and moniliose on the content of carbohydrates and organic acids in fruits of two varieties of pears and one apple variety during storage was studied. Mycosis leads to a violation of the carbohydrate metabolism of fruits and increase their acidity.

Key words: pear, apple, *Alternaria*, *Monilia*, reducing sugars, the sum of sugars, sucrose, pectins, organic acids.