

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное  
учреждение «Гимназия №30».**

**Объединение «Живой мир».**

**Опытно-исследовательская работа по теме «Влияние  
механических повреждений сочного плода на скорость  
его послеуборочного созревания и гниения».**

**Работу выполнила: ученица 11А класса МБОУ  
«Гимназия №30» Солодова Екатерина Андреевна.**

**Руководитель: учитель биологии высшей категории  
Ивакина Ирина Владимировна.**

**Иваново, 2020.**

## Оглавление.

1.Оглавление.....	1
2. Раздел 1. Введение.....	2
3.Раздел 2. Обзор литературы.....	3
4. Раздел 3. Методы и объект исследования.....	3
5. Раздел 4. Результаты.....	4
6. Раздел 5. Обсуждение.....	6
7.Раздел 6. Выводы, использованная литература, приложения.....	7

## Раздел 1. Введение.

В современном мире растут темпы глобализации. В связи с разделением труда между государствами и развитием транспортного сообщения активно происходит товарообмен, касающийся в том числе и продуктов питания, перевозка которых зачастую бывает труднореализуемой. Много сил отнимает доставка свежих фруктов из одной страны мира в другую, ведь не все из плодов способны долгое время сохранять товарный вид, вкус, запах, структуру и другие качества. Поэтому их перевозчикам и производителям приходится прибегать к различным мерам, задерживающим процессы послеуборочного созревания плодов. Чтобы уберечь их от воздействия вредителей, физиологических и грибковых заболеваний и замедлить созревание используют внесение минеральных удобрений в почву, хранение плодов при пониженной температуре, контролируемые и модифицированные газовые среды с определёнными концентрациями углекислого газа и кислорода, подбор оптимальной влажности почвы и влажности воздуха в хранилищах, правильный воздухообмен (вентиляцию) в них, обработку сырья ингибиторами образования этилена, сорбенты, обработку фруктов и овощей поверхностно-активными биологическими и химическими препаратами, воскование, озон, облучение продукции, различные виды упаковки, стабилизацию условий хранения сырья [3, раздел «Технологии хранения плодов и овощей»]. Кроме того, важным считается предотвращение появления механических повреждений на плодах, что осуществляется с помощью специальных технологий уборки и транспортировки. Это необходимо, так как механические повреждения портят товарный вид продукта, нарушая целостность его оболочки, делают его непригодным для употребления, снижают иммунитет плода [3, с. 10], ведь патогенным микроорганизмам становится проще попасть внутрь. Но я задумалась: а могут ли механические повреждения и их количество влиять на процесс созревания фруктов?

**Цель проекта: обнаружение или выявление отсутствия зависимости между наличием и количеством механических повреждений и скоростью процесса созревания.**

Для достижения поставленной цели потребуется выполнить несколько задач:

1. Необходимо провести эксперимент;
2. Проанализировать и объяснить его результаты
3. Подтвердить или опровергнуть свою гипотезу о том, что механические повреждения ускоряют созревание и что чем их больше, тем быстрее

происходит этот процесс у плода.

## **Раздел 2. Обзор литературы.**

О том, что механические повреждения ускоряют созревание, человечество знает уже давно. Этот факт упоминается как в учебниках [6, с. 442], так и в книгах, используемых в быту [5, раздел «Хранение свежих плодов и овощей в домашних условиях / Хранение картофеля»][8]. Даже в Древней Греции люди повреждали плоды инжира, дабы сделать процесс созревания более быстрым [7, слайд 14].

Однако у меня не получилось найти источника, в котором бы четко объяснялись причины этого явления. Одна из них была вскользь упомянута в курсовой работе, которую мне удалось найти в интернете [9, «Процессы, происходящие при хранении плодов и овощей»]. Эта работа ссылалась на учебник, оригинал которого я не нашла, так как его электронная версия отсутствовала во Всемирной сети. Немного информации по теме я обнаружила в другой книге [4, с. 63], но это, опять же, было лишь упоминание без объяснения и построения логической цепочки.

На основании всего вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что знания по теме моего проекта очень разрознены, так как ни в одном из найденных мною информационных ресурсов на поставленный вопрос нет структурированного ответа, включающего чётко сформулированные причины и объяснение данного явления, несмотря на его общеизвестность и применяемость.

## **Раздел 3. Методы и объект исследования.**

Для проведения эксперимента я взяла 30 неповрежденных твёрдых слив, тщательно вымыла их, чтобы по возможности удалить нанесённые на них вещества, задерживающие процесс послеуборочного созревания. Далее я распределила фрукты на 3 группы - контрольную, экспериментальную 1, экспериментальную 2, в каждой из которых было по 10 слив. Плоды из контрольной группы я оставила нетронутыми. Сливам из экспериментальной группы 1 я нанесла небольшие повреждения с помощью нажимов, не нарушивших целостность оболочки плодов. Внешний вид подопытных не изменился, лишь размягчился их перикарпий. Сливы из экспериментальной группы 2 я роняла на пол, а также повреждала их сильными вдавливающими движениями и намеренно сделала несколько (4-5) поверхностных коротких надрезов на плодах. Тем не менее, сливы сохранили свою прежнюю форму.

После описанных манипуляций плоды пролежали в комнате при  $t=20^{\circ}\text{C}$  32 дня; все это время я наблюдала за ними и фиксировала количество слив с большими очагами гниения (вмятинами, сопровождавшимися значительным размягчением тканей, площадью более  $1\text{cm}^2$ , и/или сморщиваниями кожицы, затрагивающими более  $1/3$  поверхности плода).

#### Раздел 4. Результаты.

В первые дни эксперимента места надрезов на сливах из экспериментальной группы 2 покрылись тонкой коричневой сеткой.

Уже на 6 день (**25.05**) крупные пятна гнили были обнаружены на 2 сливах из э.г.2.

**27.05** один плод из э.г.2 сгнил почти полностью. Небольшие следы гниения начали появляться и на других плодах. В основном они были локализованы возле надрезов. У 6 из 10 плодов присутствовали значительные участки со сморщившейся кожицей. Мякоть всех плодов значительно размягчилась.

Появился заметный запах. У слив из экспериментальной группы 1 внешний вид практически не изменился. Мякоть незначительно размягчилась. На 2 из 10 плодов появились очень маленькие вмятины. Структура и внешний вид слив из контрольной группы остались прежними.

**29.05** на абсолютно всех плодах экспериментальной группы 2 имелись следы начавшегося процесса разложения тканей. 1 плод был почти полностью поврежден гниением, на ещё одном обнаруживалось множество крупных очагов гниения. У ещё 4 слив сморщилась почти половина всей кожицы, а у 9 из 10 фруктов имелись пятна гнили, сопровождавшиеся вмятинами и находившиеся вблизи надрезов. Размеры всех слив уменьшились за счёт испарения воды.

**31.05** мякоть всех слив из контрольной группы размягчилась. У одного из плодов начала слегка углубляться небольшая вмятина, имевшаяся изначально. В э.г.1 у двух слив обнаружили заметные, но не очень глубокие вмятины большого диаметра, у четырёх проявилось сморщивание кожицы в отдельных местах, что может сигнализировать о том, что в этих участках в будущем появятся пятна гнили. В э.г.2 имелись следы гнили на всех плодах. У всех слив присутствовали нарушения тургесценции, структуры мякоти и кожицы. 2 сливы, начавшие гниение первыми, были поражены плесенью.

**02.06** плоды из контрольной группы существенно не изменились. Один плод

сильно размягчился, но пятен гнили не имел. У трёх начали формироваться маленькие вмятины. В э.г.1 у слив имелись заметные деформации кожицы и мякоти, в том числе и вмятины у 5 фруктов. В целом, изменения затронули 9 из 10 плодов. У 7 из 8 слив э.г.2 самые большие вмятины или наибольшее их число располагались вблизи надразов или прямо на местах надразов. Были выведены из эксперимента сливы, поражённые плесенью.

**04.06** у 1 плода из контрольной группы присутствовали крупные вмятины, у ещё 1 - вмятина среднего размера, у обоих размягчился перикарпий. Также у 5 слив имелись небольшие изменения структуры кожицы (сморщивания) и появление зачаточных вмятин. У 6 плодов из э.г.1 обнаружались большие вмятины, у некоторых плодов их было даже несколько, и размягчение тканей. У 2 имелись средние или маленькие вмятины, у ещё 2 - зачатки их формирования. Все сливы из э.г.2 подверглись сильному гниению, у всех больше половины перикарпия поражено глубокими и локализованными по всей поверхности плодов вмятинами и дефектами кожицы. Сливы крайне испорчены и выведены из эксперимента.

**06.06** из контрольной группы 3 плода были поражены крупными вмятинами (площадью более 1 см<sup>2</sup>), у 4 сморщилась кожица. У 8 слив из э.г.1 присутствовали крупные вмятины. У ещё 2 имелись неглубокие вмятины площадью более 1 см<sup>2</sup>.

**20.06** 5 из 10 слив э.г.1 поражены плесенью. У каждого плода присутствуют большие вмятины. 1 слива из контрольной группы в плесени. 3 плода имеют крупные вмятины, у всех остальных обнаруживаются либо небольшие вмятины, либо сморщивания кожицы.

**Рис. 1.** График, отражающий количество загнивших плодов (слив с пятнами гнили площадью более 1 см<sup>2</sup> и/или сморщиваниями кожицы, затрагивающими более 1/3 поверхности плода) из каждой группы и рост их числа с течением времени (Приложение 1).

## Раздел 5. Обсуждение.

Гипотеза о том, что сливы с наибольшими повреждениями сгниют быстрее, чем другие плоды, подтвердилась. Я предполагаю, это может быть вызвано одной или несколькими из следующих причин:

1) Фитогормон этилен синтезируется в растениях при механических повреждениях и индуцирует различные защитные реакции, например, образование раневой перидермы [2, раздел «Рост и движения растений / Фитогормоны / Этилен»]. Этот процесс и наблюдался в первые дни эксперимента: места надрезов на сливах из э.г.2 покрылись тонкой коричневой сеткой. Но этилен также и ускоряет старение организма [2, раздел «Рост и движения растений / Фитогормоны / Этилен»] и созревание плодов посредством активации дыхательных и окислительных ферментов [6, с. 427], а также увеличения проницаемости мембран клеток для кислорода [6, с. 432], вступающего в реакции окисления и гидролиза, составляющих суть процесса созревания. Я предполагаю, что для индуцируемого этиленом синтеза защитных веществ необходима энергия, поэтому этилен и активирует ферменты и окислительные реакции для её получения. Защитные воск и кутин, синтез которых увеличивается при созревании [2, раздел «Рост и движения растений / Фитогормоны / Этилен»] и, теоретически, при повреждениях, не пропускают в ткани плода кислород, вызывая его недостаток в клетках фрукта, и, тем самым, способствуют развитию процессов анаэробного дыхания [2, раздел «Рост и движения растений / Фитогормоны / Этилен»]. Образующийся при этом этиловый спирт убивает клетки, вызывая гниение [6, с. 439].

2) Кроме того, через открытые раны на поверхности плода кислороду проще проникать в поврежденные клетки и межклетники, а значит, его количество в тканях увеличивается, из-за чего их окисление, размягчение и созревание происходят быстрее [6, с. 436].

3) Кроме кислорода через повреждения в кожице плода внутрь фрукта попадают и микроорганизмы, которые могут разрушать растительные ткани, способствуя гниению. Это можно подтвердить тем, что плоды из э.г.2, имевшие надрезы, были поражены плесенью первыми.

4) Благодаря открытым ранам на поверхности плода усиливается испарение воды, а это, в свою очередь, заставляет интенсивность дыхания возрастать за

счёт увеличения проницаемости протопласта [9, «Процессы, происходящие при хранении плодов и овощей»]. Также увядание плодов, связанное с усиленным испарением воды, снижает иммунитет фрукта, облегчая его микробиологическую порчу [9, «Процессы, происходящие при хранении плодов и овощей»].

## **Раздел 6.**

### **Выводы.**

- 1.** Я провела эксперимент и получила результаты, которые и ожидала.
- 2.** Также я попыталась скомпоновать знания, объясняющие это явление, и структурированно описала его причины.
- 3.** Результаты эксперимента подтвердили мою изначальную гипотезу о том, что механические повреждения ускоряют созревание плодов и что чем их больше, тем быстрее этот процесс происходит.

### **Использованная литература.**

- 1.** ГОСТ Р 57976-2017 Фрукты и овощи свежие. Термины и определения. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200157853> (дата обращения 29.08.2020)
- 2.** В.В. Кузнецов. Физиология растений, 2018. URL: [https://studme.org/292596/ekologiya/fiziologiya\\_rasteniy\\_](https://studme.org/292596/ekologiya/fiziologiya_rasteniy_) (дата обращения 27.08.2020)
- 3.** Л.А. Неменушая, Н.М. Степанищева, Д.М. Соломатин. Современные технологии хранения и переработки плодоовощной продукции / под ред. Е.А. Фотиковой. Москва : типография ФГНУ «Росинформагротех», 2009, 172 с.
- 4.** С.А. Родиков. «Методы и устройства анализа зрелости яблок». Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009, 216 с.
- 5.** Н.А. Семикова «Большая энциклопедия консервирования», 2017, 912 с.
- 6.** В.Ф.Церевитинов. Химия и товароведение свежих плодов и овощей / под ред. В.Д. Еременко и Г.Ц.Урланис. Москва : ГОСТОРГИЗДАТ, 1949. Т. 1, 618 с.



7. Презентация «Домашние эксперименты с гормонами растений». URL: [https://studio.lektorium.tv/asset-v1:L+2+2015+type@asset+block@0806\\_Lipchinskiy\\_Rasteniya.pdf](https://studio.lektorium.tv/asset-v1:L+2+2015+type@asset+block@0806_Lipchinskiy_Rasteniya.pdf) (дата обращения 29.08.2020)

8. Статья «Как ускорить созревание томатов: 4 проверенных способа». URL: [https://interfax.by/news/stil\\_zhizni/sad\\_i\\_ogorod/1277608/](https://interfax.by/news/stil_zhizni/sad_i_ogorod/1277608/) (дата обращения 03.09.2020)

9. Курсовая работа «Классификация, условия хранения плодоовощных товаров и процессы, протекающие при этом». URL: [https://studbooks.net/2488152/tovarovedenie/klassifikatsiya\\_usloviya\\_hraneniya\\_plodoovoschnyh\\_tovarov\\_i\\_protssesy\\_proteka\\_yuschie\\_pri\\_etom](https://studbooks.net/2488152/tovarovedenie/klassifikatsiya_usloviya_hraneniya_plodoovoschnyh_tovarov_i_protssesy_proteka_yuschie_pri_etom) (дата обращения 02.09.2020)

## Приложения.

### 1. Рисунок 1

