Н 1206

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

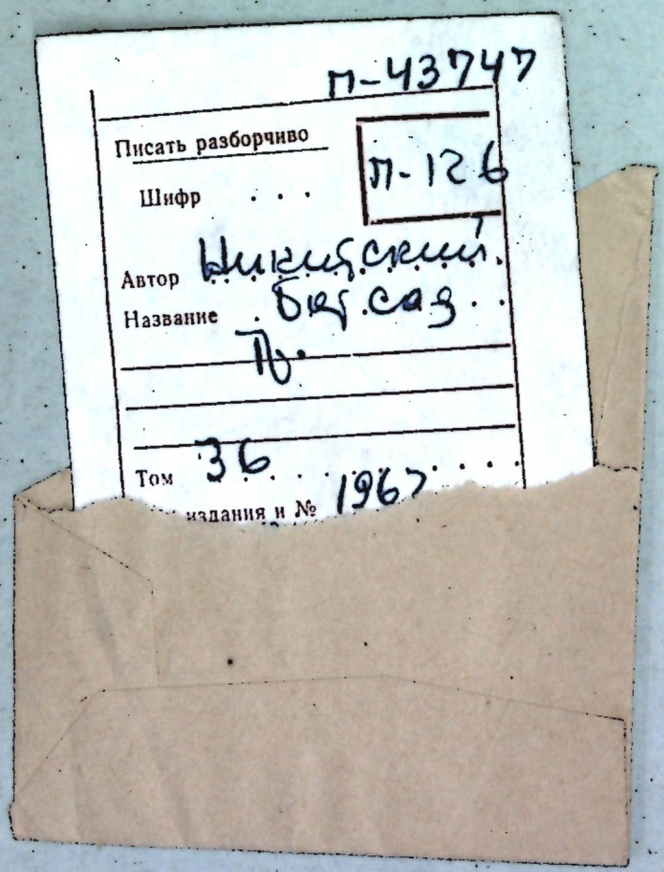
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НИКИТСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД

*ТРУДЫ, т. XXXVI*

# РАБОТЫ
## ПО ФИЗИОЛОГИИ, БИОХИМИИ И ЦИТОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Л 1607

ЯЛТА · 1962




МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НИКИТСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД

*ТРУДЫ, т. XXXVI*

# РАБОТЫ
## ПО ФИЗИОЛОГИИ, БИОХИМИИ И ЦИТОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

ЯЛТА · 1962

MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE USSR

NIKITSKY BOTANICAL GARDEN (CRIMEA)

*Vol. XXXVI*

# PAPERS ON PHYSIOLOGY BIOCHEMISTRY AND CYTOLOGY OF PLANTS

П43747

Центральная научная БИБЛИОТЕКА 1962 Академии наук Киргизской ССР

*Е. А. ЯБЛОНСКИЙ.*

## НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТОЧНЫХ ПОЧЕК И ОДНОЛЕТНИХ ПОБЕГОВ АБРИКОСА И МИНДАЛЯ В ПЕРИОД ЗИМНЕГО РАЗВИТИЯ

Устойчивость плодовых растений к зимним неблагоприятным условиям является важным биологическим свойством, определяющим как направление селекционной работы, так и районирование пород и сортов по климатическим и микроклиматическим зонам. Зимовка южных плодовых культур в Крыму зависит от многих факторов среды, из которых решающее значение имеют низкие отрицательные температуры, а также периодические потепления и похолодания в конце зимы и весной.

Резкие изменения погодных условий во второй половине зимы и ранней весной нередко вызывают массовую гибель цветочных почек у абрикоса, персика и миндаля. Однако многолетними наблюдениями К. Ф. Костиной (1957), Д. Ф. Проценко (1958), Г. С. Есаяна (1958) и других авторов установлено, что зимостойкость цветочных почек неодинакова у разных сортов в пределах одной породы. Она в значительной степени зависит от скорости прохождения ими фаз органообразования цветка. Сорта с медленным темпом развития (поздно цветущие) отличаются, как правило, повышенной устойчивостью, тогда как сорта с быстрым темпом зимнего развития (раннецветущие) наименее выносливы к возвратным холодам в конце зимы и поздним весенним заморозкам. Имеются попытки классифицировать сорта по темпам дифференциации цветочных органов отдельно в летне-осенний и зимний периоды развития, благодаря чему удается выделить сорта, устойчивые либо к ранним, либо к более поздним морозам (А. С. Туз, 1959).

Зависимость морозоустойчивости сортов от ритма развития цветочных почек обусловливается различной чувствительностью их к низким температурам в течение зимне-весеннего периода. На ранних фазах почки меньше повреждаются морозом, чем на более поздних. Следовательно, ритм развития цветочных почек, так же, как и сроки цветения, имеют большое значение для сорта, определяя степень его устойчивости к низким температурам в районах с продолжительными оттепелями и возвратными морозами.

Причину изменения чувствительности почек к низким температурам некоторые авторы видят в степени дифференциации генеративных органов (В. А. Тырина, 1958). Однако известны случаи, когда более зимостойкими оказывались сорта с быстрым темпом зимнего развития цветочных почек (К. А. Сергеева, 1959; Б. А. Мотовилов, 1959).

Многочисленными наблюдениями и специальными опытами по промораживанию доказано резкое падение морозоустойчивости цветочных почек во второй половине зимы и особенно весной, совпадающее с началом их роста (Н. Ф. Соколова, 1939; Л. И. Сергеев, 1953; Д. Ф. Проценко, 1958). На основании проведенных в Государственном Никитском ботаническом саду исследований А. С. Коверга, Л. И. Сергеев и К. А. Сергеева (1953) приходят к выводу, что причиной падения устойчивости почек к морозу является повышение интенсивности физиологических процессов, которая ко времени цветения достигает максимальной величины. Именно в период цветения плодовые растения оказываются наиболее чувствительными к низким отрицательным температурам (Э. Кеммер и Ф. Шульц, 1958; Д. И. Тупицын и А. С. Татаурова, 1959).

В этой связи особый интерес представляет вопрос о динамике физиологических изменений в цветочных почках, сопровождающих прохождение ими основных фаз органообразования цветка.

Генеративные почки плодовых культур в зимнее время проходят важные фазы микро- и макроспорогенеза. В условиях Южного берега Крыма наиболее тщательные исследования динамики изменений анатомо-цитологических структур в цветочных почках абрикоса, персика и миндаля были проведены С. И. Елмановым (1959). Автор различает следующие основные этапы морфогенеза: 1) период образования зачатков цветка; 2) формирование археспориальной ткани; 3) редукционное деление и образование тетрад; 4) формирование одноклеточной, а затем двухклеточной пыльцы. Время, необходимое для прохождения каждого из этих этапов, различно и зависит от биологических особенностей сорта, а также условий внешней среды.

Исследования Л. И. Сергеева (1953), К. А. Сергеевой (1959), Ю. Е. Филиппова (1959), Е. З. Окниной и Т. И. Пустовойтовой (1959), Э. И. Елисеева (1959) и других авторов позволили выявить ряд физиологических и биохимических закономерностей в период зимнего развития цветочных почек. Эти исследования касались динамики растворимых сахаров и крахмала, интенсивности дыхания и активности дыхательных ферментов, содержания азотистых и жировых веществ, особенностей водного режима, коллоидно-химических свойств протоплазмы и т. п.

Однако имеющегося материала еще недостаточно для полного и глубокого понимания тех внутренних процессов, которые обусловливают различную устойчивость плодовых культур к зимним неблагоприятным условиям. Необходимы поиски новых закономерностей и взаимосвязей, охватывающих наиболее ответственные стороны обмена веществ. Исследования в этом направлении позволят подойти к возможности физиолого-биохимической характеристики зимостойкости пород и сортов с разным темпом развития цветочных почек для целей интродукции, селекции и породно-сортового районирования.

Поэтому, начиная с 1958 г., к работе по изучению особенностей зимнего развития цветочных почек южных плодовых пород была привлечена лаборатория физиологии растений Государственного Никитского ботанического сада. Работа проводилась в комплексе с отделами южных плодовых и субтропических плодовых культур, отделом почвенно-климатических исследований, а также лабораторией цитологии и эмбриологии растений. В задачу последней входило анатомо-цитологическое и гисто-химическое изучение цветочных почек абрикоса и миндаля. Задачей физиолого-биохимических исследований являлось изучение особенностей водного режима, динамики свободных сахаров и аминокислот в связи с различной устойчивостью сортов к низким зимним температурам.



## Материал и методика

В качестве объектов использовали одновозрастные деревья двух сортов миндаля и четырех сортов абрикоса, произрастающие на территории Никитского ботанического сада. Выбор сортов определялся разным темпом развития цветочных почек и, следовательно, разными сроками цветения. Из сортов миндаля Дагестанский 2661 является раннецветущим с ускоренным ритмом развития цветочных почек. Второй сорт, Итальянец 2, резко отличается от первого, характеризуясь весьма медленным развитием и поздним сроком цветения. Абрикос в наших опытах был представлен двумя сортами с быстрым темпом развития цветочных почек (раннецветущими)—Мичуринский 2 и Нью-Кестль—и двумя сортами с поздними сроками цветения—Оранжево-красный и Зард. Последний характеризуется особенно замедленным темпом развития цветочных почек, а Оранжево-красный занимает как бы среднее положение между Зардом и двумя первыми сортами раннего срока цветения.

В течение осени, зимы и весны 1958—1960 гг. с деревьев каждого сорта периодически срезали по 15—20 побегов с почками и в пакетах из пергаментной бумаги доставляли в лабораторию. Разрыв времени между взятием проб и анализом не превышал одного часа. Пробы брали в 8—9 час. утра один или два раза в месяц для абрикоса и миндаля, соответственно. Анализу подвергали цветочные почки и однолетние побеги, взятые из средней части кроны, преимущественно с южной или юго-западной стороны дерева.

Общее содержание воды определяли путем высушивания материала при 101—102°С до постоянного веса. Определение свободной воды проводили рефрактометрическим методом А. В. Думанского (1948) в модификации А. Ф. Маринчик (1957), заключающейся в применении более крепкого раствора сахарозы (около 70%).

Состав и содержание растворимых углеводов определяли методом радиальной хроматографии на бумаге, описанным А. Н. Бояркиным (1955). Для определения свободных аминокислот использовали метод одномерной нисходящей хроматографии на бумаге.

Сырой растительный материал (побеги в измельченном виде, а почки целиком) убивали в течение 30 мин. горячим паром в кипятильнике Кожа, подсушивали до воздушно-сухого состояния и экстрагировали сухим эфиром в аппарате Сокслета (И. С. Кожина, 1956). Извлечение свободных сахаров и аминокислот производили 75% этанолом на водяной бане при 80°С трехкратно, каждый раз в течение часа. Экстракты сливали в фарфоровые чашечки и помещали в термостат для удаления спирта при температуре не выше 35°.

К сухому остатку прибавляли дистиллированную воду в таком количестве, чтобы отношение ее ко взятой навеске сырого материала было 1:1. На круглые беззольные фильтры диаметром 12 *см*, разделенные на 8 секторов, наносили по 0,5, 1,0 и 2.0 *мл* исследуемой вытяжки и разгоняли в смеси н-бутанол—ледяная уксусная кислота—вода в соотношении, соответственно, 65:5:30. Количественное определение сахаров производили визуально, путем сравнения проявленных пятен на опытных хроматограммах с пятнами стандартных сахаров. Последние наносили на отдельные хроматограммы и разгоняли в тех же условиях, что и опытные.

Способ визуальной оценки интенсивности окраски пятен и их размеров, конечно, не может быть абсолютно точным. Здесь неизбежны ошибки субъективного характера. Однако, как показали проведенные нами предварительные анализы с целью изучения пригодности этого метода, послед-

ний оказался вполне приемлемым для сравнительных количественных определений с числом повторностей не менее четырех.

После использования вытяжки для хроматографического анализа сахаров воду осторожно упаривали на водяной бане, а сухой остаток растворяли в 96% этаноле, подкисленном крепкой соляной кислотой. Обработка экстрактов аминокислот подкисленным спиртом способствует удалению некоторых нежелательных примесей, главным образом солей, затрудняющих в дальнейшем хроматографическое разделение аминокислот (Baliga et al., 1955). Спиртовый раствор сливали с осадка в чашечки и выпаривали в термостате. К сухому остатку прибавляли дистиллированную воду из такого расчета, чтобы количество последней было в 2 раза меньше веса, взятого для анализа сырого материала.

Обычно водные вытяжки более или менее интенсивно окрашены присутствующими в них пигментами, не извлекаемыми эфиром после предварительной обработки материала в аппарате Сокслета. Это затрудняет разделение аминокислот и их идентификацию, ухудшает качество хроматограмм. Для удаления пигментов мы прибавляли в вытяжку небольшое количество активированного угля (на кончике скальпеля) и оставляли на 1—1,5 часа, время от времени взбалтывая взвесь. После отстаивания или центрифугирования раствор оказывался в значительной степени или полностью обесцвеченным.

Специально нами проверялось влияние активированного угля на содержание аминокислот в вытяжке путем параллельного хроматографирования до и после добавления угля. В обесцвеченных вытяжках присутствовали те же аминокислоты и практически в тех же количествах, что и в контрольных.

Для разделения аминокислот применяли хроматографическую бумагу марки «Б» Ленинградской фабрики № 2 им. Володарского. Хроматограммы размером 52×6 *см* пропитывали 0,15% раствором 8-оксихинолина, высушивали и многократно промывали. На старт высушенной хроматограммы наносили 40—60 *мг* водной вытяжки аминокислот, приготовленной, как было описано выше. Разделение производили дважды в системе двух растворителей, содержащих н-бутанол, ледяную уксусную кислоту и воду в разных соотношениях—40:10:50 и 40:15:5, соответственно (Г. Н. Зайцева и Н. П. Тюленева, 1958). Камерами для хроматографирования нам служили стеклянные вегетационные сосуды высотой 30 *см* и диаметром 16 *см*, поставленные один на другой. Места их соединения плотно обворачивали снаружи полосками бумаги. Внутреннее оборудование камеры состояло из большой стеклянной воронки и конической колбы, соединенных отрезком толстой стеклянной палочки. На собранную таким образом подставку сверху помещалась чашка Петри с налитым растворителем. В камеру помещается одновременно 6 хроматограмм (см. рис. 1). Продолжительность хроматографирования в первом растворителе 30—32 часа, во втором—25—27 часов при комнатной температуре.

Высушенные под тягой хроматограммы проявляли 0,2% раствором нингидрина в водонасыщенном бутаноле, содержавшем 1% по объему уксусной кислоты. Аминокислоты идентифицировали при помощи метяков, а также некоторых специфических реакций с изатином, п-диметиламинобензальдегидом, диазобензолсульфоновой кислотой и реактивом Сакагуши (А. Н. Бояркин, 1958; Р. Блок, Р. Лестранж, Г. Цвейг, 1954; G. E. Hunt, 1959).

Для количественного определения аминокислот использовали принцип группового анализа, при котором определяется не каждая аминокислота в отдельности, а группы их с близкими значениями Rf (D. C. Smith, S. L. Tompsett, 1954). Метод заключается в следующем.



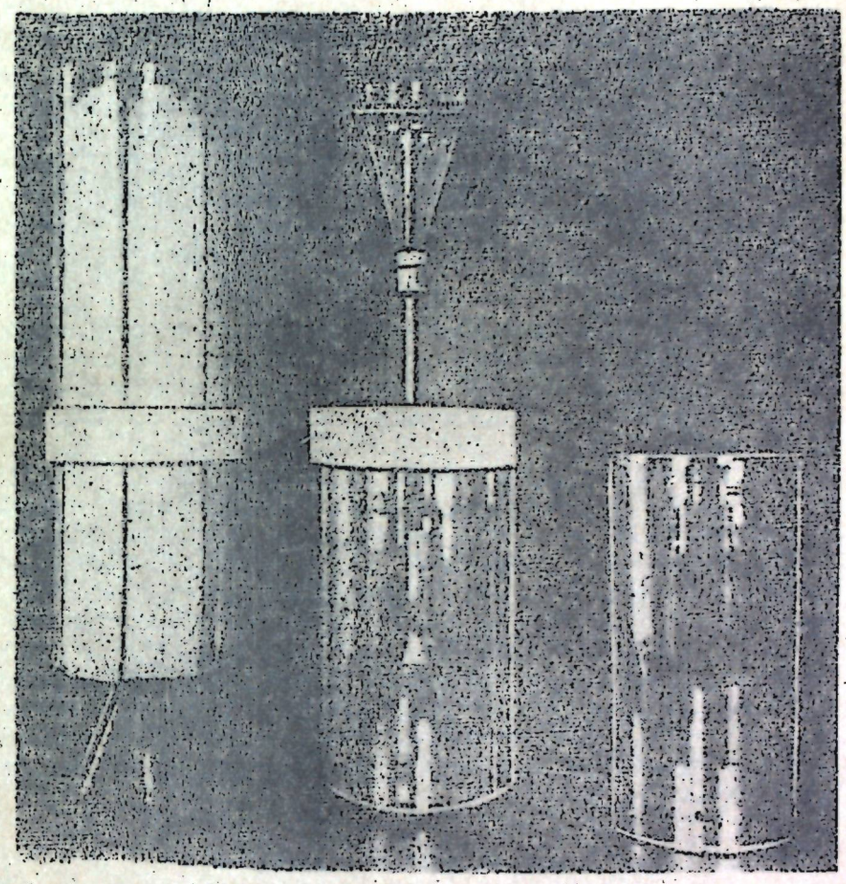


Рис. 1. Хроматографические камеры для разделения аминокислот методом одномерной нисходящей хроматографии на бумаге.

Хроматограммы разгоняют один раз в смеси н-бутанол—ледяная уксусная кислота—вода (40:10:50), отмечают границу фронта растворителя и измеряют расстояние последней до старта. Это расстояние делят на 10 равных частей, каждая из которых соответствует значениям Rf от 0.0 до 0.1, от 0.1 до 0.2 и т. д. В наших условиях значения Rf выражались следующими цифрами:

| Группы аминокислот | Границы Rf | Названия аминокислот | Rf |
|---|---|---|---|
| I | 0,0—0,1 | Цистин | 0,08 |
| | | Лизин | 0,10 |
| II | 0,1—0,2 | Гистидин | 0,13 |
| | | Аспарагин | 0,16 |
| | | Аргинин | 0,18 |
| III | 0,2—0,3 | Аспарагиновая кислота | 0,22 |
| | | Серин | 0,26 |
| | | Гликокол | 0,27 |
| IV | 0,3—0,4 | Глутаминовая кислота | 0,33 |
| | | Треонин | 0,33 |
| | | Аланин | 0,38 |

| Группы аминокислот | Границы Rf | Названия аминокислот | Rf |
|---|---|---|---|
| V | 0,4—0,5 | Тирозин | 0,46 |
| | | Триптофан | 0,48 |
| VI | 0,5—0,6 | Метионин | 0,56 |
| | | Валин | 0,57 |
| VII | 0,6—0,7 | Фенилаланин | 0,64 |
| | | Лейцин | 0,68 |

Приведенные выше данные были вычислены нами на основании большого числа измерений, выполненных на хроматограммах как с применением чистых препаратов аминокислот, так и исследуемых опытных образцов. Таким образом, в каждую группу попадает по две—три аминокислоты с близкими значениями Rf.

В дальнейшем определение вели по методике, описанной Г. Н. Зайцевой и Н. П. Тюленевой (1958). Проявленные хроматограммы разрезали на полосы, каждая из которых включала пятна указанных выше аминокислот, измельчали ножницами и заливали 4 *мл* метанола, содержавшего $Cu(NO_3)_2$. Интенсивность окраски растворов измеряли на ФЭК-М с синим светофильтром против элюата из последней полоски хроматограммы (Rf 0,9—1,0). Содержание аминного азота находили по калибровочным кривым отдельно для каждой группы с применением стандартных растворов аминокислот. В качестве стандартов для каждой из семи групп использовали, соответственно, лизин, гистидин, гликокол, треонин, тирозин, метионин и лейцин. Результаты анализа выражали в *мг* аминного азота на 1 *г* сухого вещества.

## Динамика водного режима

В процессе зимнего развития наблюдаются закономерные изменения водного режима цветочных почек плодовых культур. Особенно характерны эти изменения по динамике свободной формы воды.

Данные таблицы 1 показывают, что оводненность цветочных почек абрикоса, начиная с осени, непрерывно возрастает и весной достигает максимума. Наибольшее количество воды почки содержат в фазе рыхлого бутона (см. дату 10.IV для сортов Мичуринский 2 и Нью-Кестль, а также 22.IV для сортов Зард и Оранжево-красный). Разница между осенним и весенним периодами развития почек особенно велика по количеству свободной формы воды. Если общее содержание ее весной возрастает в 2—3 раза по сравнению с осенним периодом, то количество свободной воды увеличивается за это же время в 6—7 раз. Характер динамики водного режима хорошо коррелирует с ритмом развития цветочных почек той или иной группы сортов. В одно и то же время почки быстро развивающихся сортов содержат больше общей и свободной воды, чем почки сортов с медленным темпом развития. Чтобы убедиться в этом, достаточно сравнить Мичуринский 2 или Нью-Кестль с Оранжево-красным или Зардом.

Степень оводненности побегов в осенне-зимний период (см. табл. 2), по-видимому, меньше связана с принадлежностью данного сорта к той или иной группе по интенсивности зимнего развития цветочных почек. Однако весной, в апреле, оводненность побегов у раннецветущих сортов заметно выше, чем у сортов с медленным темпом развития. Медленнее всего дифференциация цветочных органов происходит у сорта Зард. Оводненность



побегов у него значительно ниже, чем у остальных сортов, прежде всего осенью и в начале зимы, т. е. в тот период, когда у абрикоса происходят процессы органообразования цветка.

*Таблица 1.*

**Содержание общей и свободной воды в цветочных почках абрикоса в период зимнего развития 1958/59 гг. (%% на сырой вес)**

| Дата | Фазы развития цветочных почек | Всего воды | В т. ч. свободной | Фазы развития цветочных почек | Всего воды | В т. ч. свободной |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Сорт Мичуринский** | | | **Сорт Оранжево-красный** | | |
| 17.X | Формирование органов цветка | 38,3 | 10,0 | Формирование органов цветка | 25,6 | — |
| 4.XI | Развитие археспория | 32,8 | 21,2 | „ | 27,7 | 7,5 |
| 3.XII | „ | 41,8 | 23,8 | „ | 28,7 | — |
| 7.I | Редукционное деление | 47,2 | 34,1 | „ | — | — |
| 10.II | Двухклеточная пыльца | 58,8 | 30.6 | „ | 35,1 | 13,6 |
| 17.III | „ | 67,1 | 45,8 | — | — | — |
| 3.IV | „ | 80,4 | 60,6 | Развитие археспория | 47,8 | 23,3 |
| 10.IV | Рыхлый бутон | 82,4 | 66,4 | — | — | — |
| 22.IV | — | — | — | Рыхлый бутон | 74,1 | 56,1 |
| | **Сорт Нью-Кестль** | | | **Сорт Зард** | | |
| 17.X | Формирование органов цветка | 33,9 | — | — | 30,9 | — |
| 3.XII | Развитие археспория | 39,6 | 18,9 | Формирование органов цветка | 27,8 | 14,5 |
| 10.II | Редукционное деление | 55,7 | 34,7 | „ | 36,4 | 16,4 |
| 17.III | Одноклеточная пыльца | 61,8 | 37,3 | „ | 49,4 | 20,9 |
| 3.IV | Двухклеточная пыльца | 76,5 | 51,6 | Развитие археспория | 54,1 | 28,0 |
| 10.IV | Рыхлый бутон | 82,7 | 66,3 | — | — | — |
| 22.IV | — | — | — | Рыхлый бутон | 82,2 | 70,7 |

Содержание общей и свободной воды в побегах увеличивается не столь интенсивно, как в цветочных почках. Оно подвержено более значительным колебаниям в осенне-зимний период в связи с изменениями погодных условий. Весной побеги не достигают такой высокой степени оводненности тканей, какая свойственна цветочным почкам в фазе бутонов. И наконец, последние имеют более ярко выраженную тенденцию к непрерывному увеличению содержания воды в осенне-зимне-весенний период развития, чем однолетние побеги.

Аналогичные результаты по тем же сортам абрикоса были получены и в следующем сезоне 1959/60 гг. Анализируя данные таблицы 3, необходимо иметь в виду, что темпы дифференциации генеративных органов у некоторых сортов могут совпадать в отдельные периоды развития, особенно на ранних этапах органогенеза. В подобных случаях и физиологические особенности сравниваемых сортов не будут иметь резких отличий. Напри-

*Таблица 2.*

**Динамика водного режима однолетних побегов абрикоса в зимний период 1958/59 и 1959/60 гг. (%% на сырой вес)**

| Дата | Мичуринский 2 | | Оранжево-красный | | Нью-Кестль | | Зард | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего воды | в т. ч. свободной | всего воды | в т. ч. свободной | всего воды | в т. ч. свободной | всего воды | в т. ч. свободной |
| **Зимний период 1958/59 гг.** | | | | | | | | |
| 17.X | 40,1 | 20,0 | 36,7 | 22,8 | 38,6 | 23,9 | 37,1 | 14,5 |
| 4.XI | 43,1 | 26,0 | 44,2 | 27,8 | — | — | — | — |
| 3.XII | 41,1 | 23,3 | 44,2 | 26,2 | 44,9 | 27,2 | 39,6 | 19,6 |
| 7.I | 45,4 | 29,0 | 44,7 | — | — | — | — | — |
| 10.II | 44,9 | 23,3 | 45,2 | 29,0 | 45,9 | 24,0 | 40,0 | 26,2 |
| 17.III | 43,4 | 24,8 | — | — | 45,2 | 23,3 | 44,0 | 23,8 |
| 3.IV | 46,2 | 28,7 | 45,0 | 24,8 | 47,8 | 32,1 | 44,9 | 26,6 |
| 10.IV | 48,0 | 29,3 | — | — | 51,3 | 29,3 | — | — |
| 22.IV | 54,2 | 33,3 | 48,6 | 28,4 | 55,5 | 37,3 | 47,8 | 28,6 |
| **Зимний период 1959/60 гг.** | | | | | | | | |
| 10.IX | 41,7 | 20,5 | 48,8 | 30 5 | 47,6 | 27,6 | 41,0 | 19,2 |
| 8.X | 41,7 | 25,2 | 46,6 | 29,2 | 44,8 | 28,0 | 42,3 | 22,9 |
| 9.XI | 43,9 | 25,9 | 46,0 | 28,4 | 48,9 | 34,1 | — | — |
| 14.XII | 45,1 | 21,9 | 47,8 | 34,6 | 50,8 | 34,5 | 45,8 | 19,0 |
| 19.I | 47,9 | 31,0 | 48,7 | 30.2 | 51,0 | 33,7 | 47,1 | 30,0 |
| 23.II | 49,2 | 30,3 | 49,4 | 30,9 | 52,3 | 33,2 | 48,3 | 26,1 |
| 29.III | 49,2 | 38,0 | 49,4 | 31,4 | 53,7 | 35,3 | 48,5 | 28,7 |

мер, содержание свободной формы воды у Оранжево-красного в ноябре и декабре было даже больше, чем у раннецветущего сорта Мичуринский 2. Следовательно, особенности физиологических процессов у различных по срокам цветения сортов лучше всего могут быть выявлены в динамике, т. е. при изучении всего цикла зимнего развития цветочных почек.

Разумеется, это не относится к сортам, имеющим резко отличный от других ритм развития. Таким сортом в наших опытах был Зард. Оводненность почек последнего, так же, как и содержание в них свободной формы воды, настолько низки по сравнению с другими сортами, что в любые периоды развития хорошо заметна основная биологическая особенность его — чрезвычайно замедленный темп дифференциации цветочных органов. Попутно отметим, что и оводненность однолетних побегов у Зарда значительно ниже, чем у остальных сортов абрикоса.

Отмеченные выше закономерности водного режима характерны не только для абрикоса. Они были полностью подтверждены и результатами анализа цветочных почек и однолетних побегов миндаля. Заслуживает подробного рассмотрения зависимость состояния водного режима последних от изменений условий внешней среды и, в первую очередь, температуры.

Сорт Дагестанский 2661 в 1960 году достиг фазы рыхлого бутона уже к 6.I, а две недели спустя зацвел. Из приведенных в таблице 4 данных видно, что переход от фазы бутонизации к цветению сопровождается дальнейшим повышением общего содержания воды и свободной ее формы. Между тем, в побегах количество свободной воды за тот же промежуток времени заметно снизилось (см. табл. 5). Это произошло вследствие начавшегося после 6.I-1960 г. похолодания, в результате которого температура воздуха, по данным метеорологической станции, упала с 3,4 до —7,8°С в первой декаде февраля.



*Таблица 3.*

**Содержание общей и свободной воды в цветочных почках абрикоса в период зимнего развития 1959/60 гг. (%% на сырой вес)**

| Дата | Фазы развития цветочных почек | Всего воды | В т. ч. свободной | Фазы развития цветочных почек | Всего воды | В т. ч. свободной |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Сорт Мичуринский** | | | **Сорт Оранжево-красный** | | |
| 10.IX | Формирование органов цветка | 37,6 | 14,3 | Формирование органов цветка | 37,5 | 13,7 |
| 8.X | Развитие археспория | 38,5 | 19,9 | „ | 40,5 | 17,2 |
| 9.XI | „ | 48,2 | 21,8 | Развитие археспория | 53,4 | 25,0 |
| 14.XII | „ | 48,4 | 22,3 | „ | 50,6 | 24,5 |
| 19.XI | Одноклеточная пыльца | 66,7 | 46,0 | „ | 53,7 | 34,2 |
| 23.II | Двухклеточная пыльца | 76,6 | 53,4 | Одноклеточная пыльца | 66,4 | 46,5 |
| 29.III | Рыхлый бутон | 83,4 | 66,8 | Двухклеточная пыльца | 77,7 | 51,5 |
| | **Сорт Нью-Кестль** | | | **Сорт Зард** | | |
| 10.IX | Формирование органов цветка | 42,0 | 14,5 | — | 27,2 | 12,3 |
| 8.X | Развитие археспория | 45,5 | 19,9 | — | 28,3 | 15,8 |
| 9.XI | „ | 55,1 | 31,6 | — | — | — |
| 14.XII | „ | 55,1 | 30,4 | Развитие археспория | 38,0 | 21,2 |
| 19.I | Одноклеточная пыльца | 68,4 | 45,6 | „ | 39,7 | 23,3 |
| 23.II | Двухклеточная пыльца | 81,5 | 65,1 | „ | 50,0 | 25,4 |
| 29.III | Рыхлый бутон | 82,0 | 63,3 | Редукционное деление | 61,1 | 40,5 |

Цветы, бутоны, почки и побеги неодинаково реагировали на понижение температуры в естественных условиях. В побегах, как уже указывалось, снизилось количество свободной формы воды, а 5.II, т. е. в период наибольшего похолодания, и общее ее содержание. В цветочных почках сорта Итальянец 2, не чувствительных к незначительным морозам (см. даты 6 и 20.I), содержание общей и свободной воды снизилось только во время наиболее сильных морозов (см. дату 5.II). Цветы и часть нераспустившихся бутонов Дагестанского 2661 полностью вымерзли.

Последняя волна холода на Южном берегу Крыма наблюдалась в первой декаде марта. Понижению температуры до —6,7°С предшествовало небольшое потепление во второй половине февраля. Мартовские морозы также вызвали уменьшение оводненности побегов и почек, особенно замет-

*Таблица 4.*

**Содержание общей и свободной воды в цветочных почках миндаля в период зимнего развития 1959/60 гг. (%% на сырой вес)**

| Дата | Фазы развития цветочных почек | Всего воды | В т. ч. свободной | Фазы развития цветочных почек | Всего воды | В т. ч. свободной |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Сорт Дагестанский 2661 | | | Сорт Итальянец 2 | | |
| 18.VIII | Формирование органов цветка | 48,1 | 25,4 | — | 50,2 | 26,5 |
| 4.IX | „ | 49,5 | 28,4 | Формирование органов цветка | 50,1 | 23,1 |
| 21.IX | „ | 55,8 | 33,6 | „ | 54,0 | 30,5 |
| 6.X | „ | 55,6 | 34,0 | „ | 55,3 | 29,6 |
| 20.X | Редукционное деление | 58,1 | 38,7 | „ | 53,2 | 27,5 |
| 5.XI | Одноклеточная пыльца | 63,3 | 44,0 | Развитие археспория | 55,2 | 32,2 |
| 20.XI | Двухклеточная пыльца | 65,4 | 44,8 | Редукционное деление | 56,6 | 33,8 |
| 8.XII | „ | 68,3 | 45,5 | Одноклеточная пыльца | 56,0 | 32,4 |
| 21.XII | „ | 69,6 | 49,8 | „ | 56,9 | 32,2 |
| 6.I | Рыхлый бутон | 79,4 | 57,2 | Двухклеточная пыльца | 58,7 | 39,8 |
| 20.I | Цветение | 83,2 | 66,0 | „ | 63,4 | 42,8 |
| 5.II | — | — | — | „ | 59,1 | 39,5 |
| 22.II | — | — | — | „ | 69,1 | 48,4 |
| 10.III | — | — | — | „ | 67.0 | 40,5 |
| 25.III | — | — | — | „ | 74,5 | 54,7 |
| 9.IV | — | — | — | Рыхлый бутон | 79,6 | 62,3 |

ное в отношении количества свободной формы воды (см. дату 10 марта). В дальнейшем медленное повышение температуры воздуха сопровождалось постепенным увеличением содержания воды.

Зависимость состояния водного режима от изменения температуры наблюдалась нами и у сортов абрикоса, хотя выражалась она менее рельефно, чем у миндаля, вероятно, вследствие меньшей частоты взятия проб для анализа. Февраль 1959 года, так же, как и в 1960 году, отличался значительными понижениями температуры воздуха. В этот период оводненность побегов и почек абрикоса была гораздо ниже, чем в предыдущую и последующую даты определения (см. данные таблиц 1 и 2, сорт Мичуринский 2).

Полученный нами экспериментальный материал показывает, что повышение оводненности цветочных почек в процессе зимнего развития происходит за счет, главным образом, свободной формы воды. Чем интенсивнее эмбриональный рост и развитие зачатков цветка, тем с большей скоростью нарастает в почках содержание свободной воды. Можно предполагать, что прохождение сортом основных фаз морфогенеза требует соответствующего уровня оводненности тканей, наличия определенного минимума, ниже которого развитие приостанавливается. Границы этого минимума различны не только для разных этапов морфогенеза, но и для каждой породы и сорта в пределах одной и той же фазы. По-видимому, эмбриональный рост цветочных органов у сортов с медленным темпом развития



может осуществляться при более низкой оводненности тканей, чем у раннецветущих сортов, за исключением последних двух этапов—бутонизации и особенно цветения. В пользу этого предположения говорит то обстоятельство, что в фазе рыхлого бутона и во время цветения содержание воды было одинаково высоким у сортов с медленным и быстрым темпом зимнего развития.

*Таблица 5.*

**Динамика водного режима однолетних побегов миндаля в зимний период 1959/60 гг. (%% на сырой вес)**

| Дата | Дагестанский 2661 | | Итальянец 2 | |
|---|---|---|---|---|
| | всего воды | в т. ч. свободной | всего воды | в т. ч. свободной |
| 18.VIII | 48,4 | 27,6 | 45,4 | 22,8 |
| 4.IX | 48,5 | 27,3 | 47,5 | 24,4 |
| 21.IX | 48,7 | 31,5 | 48,4 | 28,0 |
| 6.X | 50,7 | 34,8 | 48,3 | 32,9 |
| 20.X | 50,0 | 30,9 | 49,5 | 29,9 |
| 5.XI | 48,2 | 29,7 | 50,6 | 34,2 |
| 20.XI | 52,8 | 36,0 | 52,1 | 32,8 |
| 8.XII | 58,8 | 34,3 | 50,6 | 33,1 |
| 21.XII | 55,6 | 40,9 | 51,7 | 32,5 |
| 6.I | 57,3 | 50,1 | 52,0 | 40,2 |
| 20.I | 67,0 | 42,2 | 52,0 | 31,5 |
| 5.II | 56,9 | 30,4 | 51,1 | 29,8 |
| 22.II | 60,4 | 41,6 | 52,8 | 38,2 |
| 10.III | 58,7 | 35,3 | 51,6 | 30,4 |
| 25.III | 60,3 | 35,7 | 53,1 | 32,9 |
| 9.IV | 57,5 | 39,1 | 55,6 | 38,2 |

Влажность почек и соотношение в них различных форм воды регулируется в основном следующими факторами: поступлением воды из побега, поглощением атмосферной влаги, транспирацией, изменением гидрофильных свойств коллоидов протоплазмы, их гидратацией и отбуханием, что в свою очередь зависит от направленности и интенсивности обмена веществ. Чрезвычайно важную роль в этих процессах играют условия внешней среды.

Повышение температуры вызывает уменьшение степени гидрофильности коллоидов, в результате чего количество связанной воды снижается, а свободной увеличивается (А. В. Думанский, 1948; Н. С. Петинов, 1957; Н. А. Гусев, 1957).

Наши наблюдения, проведенные в естественных условиях, подтверждают это положение. Более или менее значительное похолодание вызывало заметное снижение количества свободной воды, а иногда и общего ее содержания. При повышении температуры часть связанной воды освобождалась с одновременным увеличением общей оводненности тканей. В зависимости от фаз развития цветочных почек их чувствительность к колебаниям температуры меняется. Чем дальше продвинулись почки в своем

развитии, тем в меньшей степени способны они изменять состояние водного режима своих тканей. Наступление продолжительной оттепели в конце зимы и ранней весной способствует накоплению больших количеств свободной формы воды, стимулирует ростовые процессы. В таком состоянии почки теряют способность быстро реагировать на последующее понижение температуры и перестраивать свой водный режим в соответствии с меняющимися условиями погоды. Возвратные морозы и поздние весенние заморозки причиняют им значительные повреждения.

### Динамика растворимых углеводов

Наряду с повышением оводненности цветочных почек абрикоса и миндаля в процессе зимнего развития, происходит увеличение содержания в них растворимых углеводов. Согласно приведенным на рисунке 2 данным, количество растворимых углеводов в осенне-зимний период постепенно увеличивается. Повышение содержания суммы сахаров в это время носит неравномерный характер. В отдельные периоды зимы наблюдаются более или менее ярко выраженные пики, сменяющиеся некоторым уменьшением количества сахаров.

Наивысший максимум сахаронакопления наступает весной в фазе бутонов. У сортов с быстрым темпом развития цветочных почек он приурочен к более раннему сроку по сравнению с медленно развивающимися сортами (см. рис. 2 Д). Кроме того, первые на всех этапах морфогенеза отличаются и более интенсивным накоплением сахаров.

Побеги абрикоса и миндаля даже в периоды самого интенсивного сахаронакопления содержат меньше растворимых углеводов, чем цветочные почки в фазе бутонов (см. рис. 3). Содержание сахаров в однолетних побегах достигало максимума в зимние месяцы, а весной снижалось до уровня осеннего периода. У сортов с медленным темпом развития цветочных почек сахаров в побегах было больше, чем у раннецветущих сортов. Эта зависимость, хорошо выраженная в холодное время года, для осени и весны в большинстве случаев не характерна.

Зимний максимум содержания сахаров в побегах подвержен значительным колебаниям, вследствие непостоянства погодных условий. Так, например, у сортов абрикоса Мичуринский 2 и Нью-Кестль в 1959 году вслед за январским пиком последовало снижение количества растворимых углеводов, сменившееся в феврале вторым максимумом, который, однако, был гораздо ниже первого (см. рис. 3-А и Б).

Между тем, по данным метеорологической станции, расположенной в районе произрастания подопытных деревьев, именно февраль характеризовался самыми сильными морозами, сопровождавшимися падением температуры до −6,5°С. Следовательно, между количеством сахаров и степенью похолодания прямой зависимости не наблюдалось.

Зимой 1959/60 гг. характер динамики растворимых углеводов в побегах миндаля также соответствовал изменениям погодных условий этого сезона (см. рис. 2-Д). Здесь с октября по март включительно имело место по крайней мере четыре максимума содержания сахаров—в октябре, декабре, феврале и марте.

Первый, октябрьский, максимум был, по-видимому, подготовлен постепенным снижением температуры воздуха в сентябре и начале октября, которое обеспечивало переход растений в зимующее состояние. Однако в дальнейшем не сохранилось устойчивой холодной погоды, что привело к уменьшению содержания сахаров. Начавшееся со второй половины ноября похолодание распространилось на весь декабрь и вызвало повторное накопление в побегах растворимых углеводов.



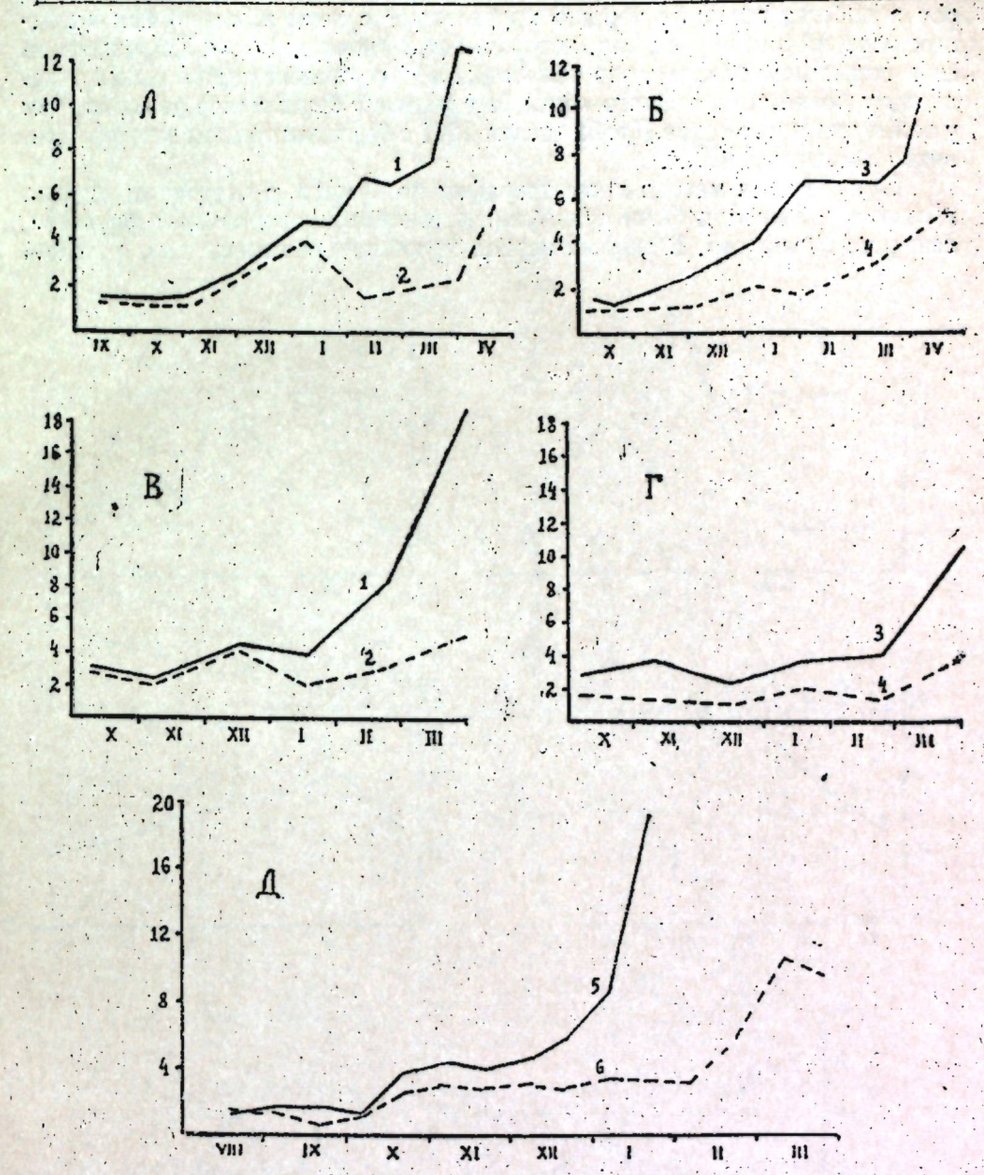



Рис. 2. Динамика суммы растворимых углеводов в цветочных почках абрикоса и миндаля (%% на сухой вес).

А, Б—в период зимнего развития 1958/59 гг.

А, Г, Д—в период зимнего развития 1959/60 гг.

Сорта абрикоса: 1. Мичуринский 2; 2. Оранжево-красный; 3. Нью-Кестль; 4. Зард.

Сорта миндаля: 5. Дагестанский 2661; 6. Итальянец 2.

Аналогичные явления происходили и в первых декадах февраля и марта, когда довольно значительные понижения температуры воздуха каждый раз сменялись продолжительными оттепелями. Как следует из приведенных на рисунке 3-Д экспериментальных данных, динамика суммы саха-

ров в побегах миндаля хорошо коррелирует с теми изменениями погодных условий зимнего сезона, которые были описаны выше. Обращает на себя внимание тот факт, что колебания в содержании растворимых углеводов у более зимостойкого сорта Итальянец 2 были менее резкими, чем у раннецветущего сорта Дагестанский 2661 с быстрым темпом зимнего развития цветочных почек.

При помощи метода хроматографии на бумаге в цветочных почках абрикоса и миндаля были обнаружены три различных сахара: фруктоза, сахароза и глюкоза. В зимний период преобладали первые два, а весной

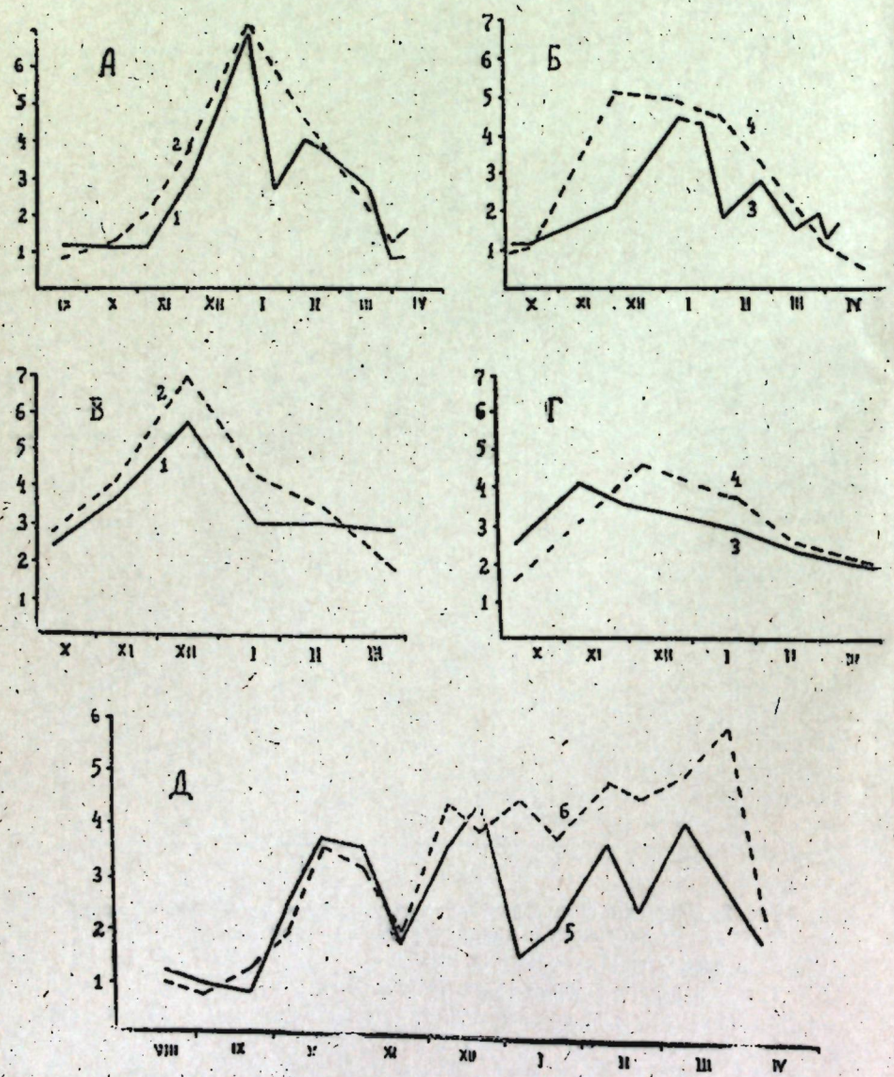



Рис. 3. Динамика суммы растворимых углеводов в однолетних побегах абрикоса и миндаля (% на сухой вес).

А, Б—в период зимнего развития 1958/59 гг.

В, Г, Д—в период зимнего развития 1959/60 гг.

Сорта абрикоса: 1. Мичуринский 2; 2. Оранжево-красный; 3. Нью-Кестль; 4. Зард.

Сорта миндаля: 5. Дагестанский 2661; 6. Итальянец 2.



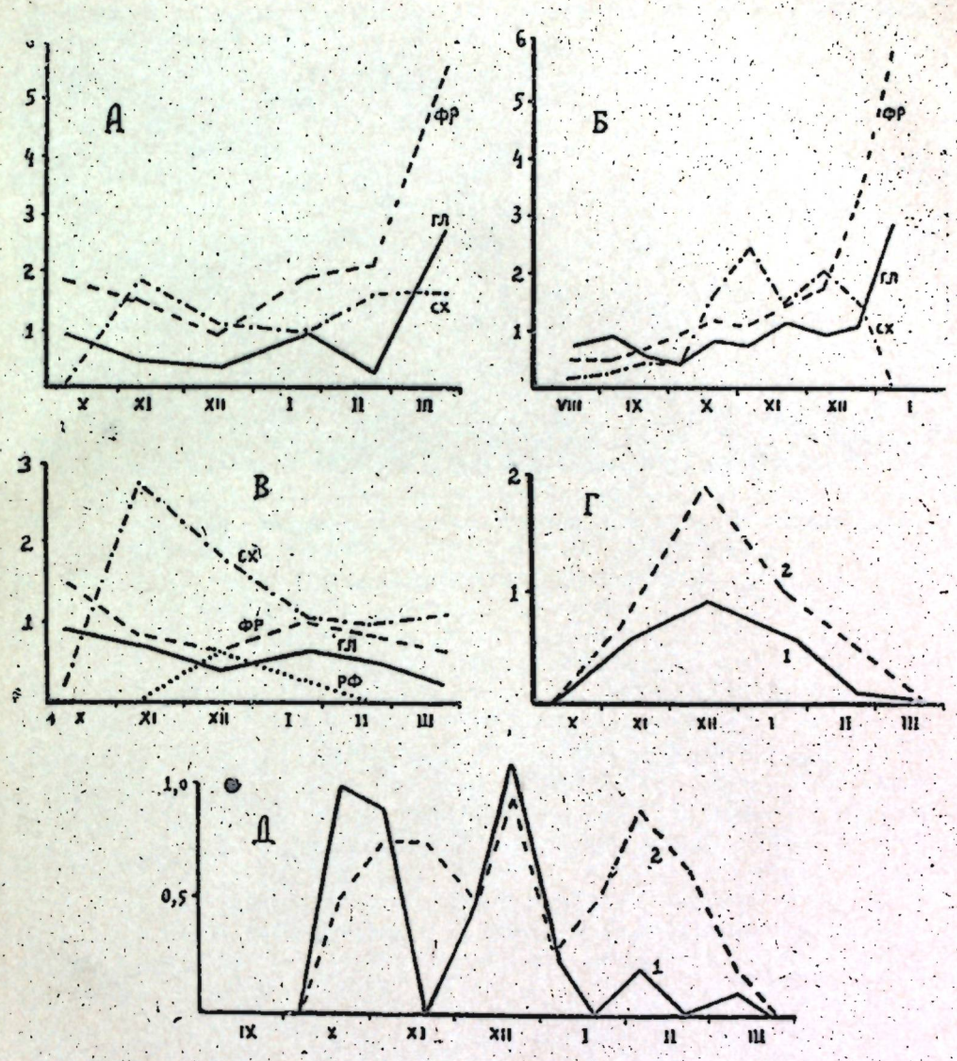



Рис. 4. Динамика сахаров в цветочных почках и однолетних побегах абрикоса (А, В, Г) и миндаля (Б, Д) в период зимнего развития 1959/60 гг. (%% на сухой вес).

А — сорт Нью-Кестль, цветочные почки; Б—сорт Дагестанский 2661, цветочные почки: В—сорт Нью-Кестль, побеги: гл—глюкоза; фр—фруктоза; сх—сахароза; рф—рафиноза.

Г — динамика рафинозы в побегах абрикоса: 1. Сорт Мичуринский 2; 2. Сорт Оранжево-красный.

Д — динамика рафинозы в побегах миндаля: 1. Сорт Дагестанский 2661; 2. Сорт Итальянец 2.

во время бутонизации и цветения—фруктоза и глюкоза (рис. 4-А, Б и 5-Б). Сахароза весной содержится в сравнительно небольшом количестве (рис. 4-А), либо совсем отсутствует (рис. 4-Б). Во всяком случае, в цветочных почках изученных нами 4-х сортов абрикоса, находившихся весной 1959 г. в фазе бутонов, мы не могли обнаружить даже следов сахарозы (рис. 5-Б).

По-видимому, в этот период происходят интенсивные гидролитические процессы, приводящие к накоплению моносахаров за счет расходования

П 93747
Республиканская научная
БИБЛИОТЕКА
Академии наук Киргизской ССР

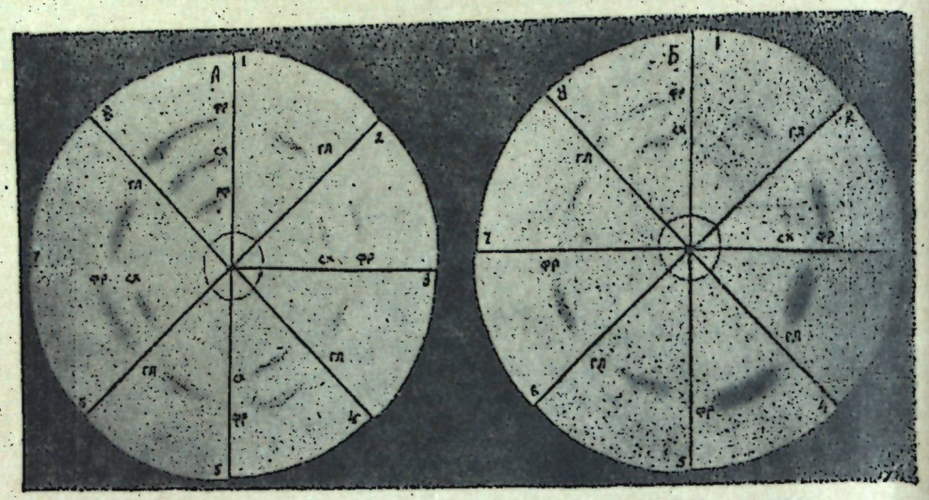


Рис. 5. Содержание свободных сахаров в цветочных почках и однолетних побегах абрикоса на разных этапах зимнего развития в 1958/59 гг.
Хроматограмма А—однолетние побеги; хроматограмма Б—цветочные почки.

Секторы 1—2. Сорт Мичуринский 2 17.X.
„ 3—4. „ Нью-Кестль 10.IV.
„ 5—6. „ Мичуринский 2 17.III.
„ 7—8. „ Мичуринский 2 7.I
гл—глюкоза; фр—фруктоза; сх—сахароза; рф—рафиноза.

дисахаридов, в частности, сахарозы. В пользу этого предположения свидетельствуют данные М. Х. Чайлахяна и Т. В. Некрасовой (1954), согласно которым вступление растений в фазу цветения и плодоношения сопровождается усилением гидролитических и окислительных процессов.

В холодное время года преобладающими формами сахаров в побегах, как и в цветочных почках, являются фруктоза и сахароза (рис. 4-В). Однако между генеративными и вегетативными органами плодового растения существуют в этом отношении принципиальные различия.

В цветочных почках абрикоса и миндаля почти на всех этапах развития, за исключением отдельных периодов зимы, явно преобладает фруктоза, тогда как в однолетних побегах на первое место становится сахароза. В свете полученных нами данных, фруктоза и сахароза представляются наиболее подвижными формами сахаров, содержание которых изменяется в зависимости от процессов формообразования. Особенно заметны эти изменения в фазе бутонизации, т. е. незадолго до начала цветения.

Преимущественное накопление фруктозы в цветочных почках говорит о важной ее роли в период бутонизации и цветения. Она — наиболее лабильный компонент запасных веществ, легко мобилизуемый при переходе растений к репродуктивной фазе развития (R. Bourdu, 1957).

С наступлением устойчивого похолодания в конце осени—начале зимы в побегах абрикоса и миндаля появляется четвертый сахар—трисахарид рафиноза. Ее содержание зимой достигает максимума, а весной резко падает до нуля (рис. 4-В, Г и 5-А). Поскольку появление рафинозы в побегах приурочено только к холодному периоду года, естественно предположить, что этот сахар играет какую-то роль в устойчивости растений против зимних неблагоприятных условий.



О физиологическом значении рафинозы в литературе имеются противоречивые сведения. Одни авторы появление этого сахара связывают с увеличением морозоустойчивости растений (К. А. Сергеева, 1959; J. Parker, 1957), другие считают, что наличие рафинозы в тканях не способствует повышению устойчивости растений к низким температурам (И. Ф. Лященко и др., 1958).

Действительно, определенной зависимости между количеством рафинозы в побегах и степенью зимостойкости того или иного сорта в наших опытах не обнаружено. Например, зимой 1958/59 гг. в побегах абрикоса сорта Мичуринский 2 рафинозы содержалось больше, чем у более зимостойкого сорта Оранжево-красный. В следующем сезоне соотношение количества рафинозы у тех же сортов было обратным (рис. 4-Г).

Надо полагать, что роль рафинозы в зимостойкости растений нельзя сводить к простой количественной зависимости. В этом нас убеждают результаты исследования динамики рафинозы в побегах двух сортов миндаля зимой 1959/60 гг.

У более зимостойкого сорта Итальянец 2 количество рафинозы было, хотя и меньше, но зато не подвергалось таким резким колебаниям, какими отличался Дагестанский 2661. Во время неожиданных потеплений в ноябре, январе и в конце февраля рафиноза исчезала из побегов последнего полностью, тогда как побеги более устойчивого сорта были способны сохранять этот сахар даже при резких переменах погоды.

В цветочных почках мы не наблюдали четких сезонных и погодных изменений содержания рафинозы. Лишь в отдельные периоды зимы у некоторых сортов абрикоса можно было обнаружить ее следы на хроматограммах. Например, 21 января 1959 г. рафиноза появилась в почках Мичуринского 2, а 23 февраля 1960 г.—в почках Оранжево-красного. Следовательно, в холодное время года рафиноза может присутствовать и в цветочных почках плодовых культур, но для условий Южного берега Крыма это, по-видимому, является исключением.

## Содержание свободных аминокислот

Предварительные данные о содержании свободных аминокислот в цветочных почках и однолетних побегах абрикоса и миндаля были получены нами в осенне-зимне-весенний период 1959/60 гг. Характер динамики отдельных групп аминокислот в процессе зимнего развития цветочных почек лучше всего можно выявить на примере двух сортов миндаля, отличающихся разными темпами дифференциации цветочных органов.

Как видно из приведенных в таблице 6 данных, содержание свободных аминокислот в почках миндаля подвержено значительным колебаниям. При этом у обоих сортов можно было наблюдать не менее трех максимумов, которые, однако, не совпадали по календарным датам. У сорта Дагестанский 2661 максимальное содержание аминокислот приходилось на 20.X, 8.XII и 6.I, у сорта Итальянец 2, соответственно, на 5—20.XI, 6.I и 9.IV. Возникновение отмеченных выше максимумов интенсивности аминокислотного обмена происходит, вероятнее всего, в связи с прохождением почками определенных фаз морфогенеза.

Как показали результаты анатомо-цитологических исследований, проведенных лабораторией цитологии и эмбриологии растений, у сорта Дагестанский 2661 20.X проходило редукционное деление материнских клеток пыльцы. У сорта Итальянец 2 эта же фаза началась 20.XI, однако, повышенное содержание аминокислот здесь имело место и на более раннем этапе морфогенеза, а именно: в период развития археспория. Второй мак-

*Таблица 6*

**Содержание свободных аминокислот в цветочных почках миндаля в период зимнего развития 1959/60 гг.**
**(мг аминного азота на 1 г сухого вещества)**

| Дата | Фазы развития цветочных почек | Сумма | В том числе по группам | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| **Сорт Дагестанский 2661** | | | | | | | | | |
| 21.IX | Формирование органов цветка | 209 | — | 73 | 83 | 22 | — | 24 | 7 |
| 6.X | „ | 178 | — | 19 | 77 | 52 | 10 | 13 | 7 |
| 20.X | Редукционное деление | 267 | 7 | 99 | 100 | 22 | 20 | 9 | 10 |
| 5.XI | Одноклеточная пыльца | 165 | — | 57 | 55 | 24 | 9 | 10 | 10 |
| 20.XI | Двухклеточная пыльца | 236 | 12 | 88 | 73 | 9 | 13 | 15 | 26 |
| 8.XII | „ | 346 | 20 | 128 | 104 | 26 | 35 | 13 | 20 |
| 21.XII | „ | 149 | 9 | 40 | 32 | 35 | 10 | 13 | 10 |
| 6.I | Рыхлый бутон | 196 | 4 | 33 | 66 | 55 | 16 | 12 | 10 |
| 20.I | Цветение | 107 | — | 24 | 39 | 33 | — | 7 | 4 |
| **Сорт Итальянец 2** | | | | | | | | | |
| 21.IX | Формирование органов цветка | 70 | — | 11 | 16 | 24 | 15 | 2 | 2 |
| 6.X | „ | 123 | — | 18 | 44 | 34 | 11 | 11 | 5 |
| 20.X | „ | 117 | 4 | 26 | 40 | 10 | 12 | 8 | 17 |
| 5.XI | Развитие археспория | 153 | 6 | 37 | 30 | 27 | 16 | 12 | 25 |
| 20.XI | Редукционное деление | 152 | 1 | 38 | 27 | 14 | 27 | 20 | 25 |
| 8.XII | Одноклеточная пыльца | 78 | 3 | 25 | 28 | 15 | — | 2 | 5 |
| 21.XII | „ | 60 | 2 | 14 | 14 | 13 | — | 12 | 5 |
| 6.I | Двухклеточная пыльца | 153 | 6 | 28 | 42 | 44 | 10 | 12 | 11 |
| 20.I | „ | 70 | 6 | 13 | 15 | 27 | — | 4 | 5 |
| 5.II | „ | 70 | — | 14 | 18 | 24 | — | 8 | 6 |
| 22.II | „ | 59 | 5 | 10 | 14 | 19 | — | 7 | 4 |
| 10.III | „ | 112 | 10 | 21 | 31 | 26 | 5 | 14 | 5 |
| 25.III | „ | 102 | 5 | 28 | 22 | 29 | 4 | 10 | 4 |
| 9.IV | Рыхлый бутон | 168 | 14 | 63 | 40 | 32 | — | 13 | 6 |

симум, начавшийся у Дагестанского 2661 8.XII, а у сорта Итальянец 2 6.I, совпал с периодом образования двухклеточной пыльцы. Фаза бутонизации также отличалась повышенным содержанием аминокислот, по сравнению с предшествующим периодом. У Дагестанского 2661 она наступила 6.I, у сорта Итальянец 2—9.IV.

Характер динамики свободных аминокислот в зависимости от фаз морфогенеза представляет несомненный интерес. Необходимы дальнейшие исследования с целью подтверждения и уточнения полученных нами предварительных экспериментальных данных.

В течение всего периода зимнего развития цветочных почек независимо от сорта и фазы органообразования цветка на хроматограммах постоянно присутствовали следующие аминокислоты: цистин, лизин, аргинин, серин+гликокол, треонин, аланин, пролин, валин и лейцин. На некоторых этапах зимнего развития, особенно в периоды отмеченных выше максимумов, можно было обнаружить также гистидин, аспарагин, аспарагиновую и глутаминовую кислоты, следы тирозина и фенилаланина. Например, в цветочных почках абрикоса Оранжево-красный в период образования двухклеточной пыльцы 29.III-1960 г. было обнаружено 13—14 аминокислот, в том числе цистин, лизин, гистидин, аргинин, серин+гликокол, треонин, аланин, пролин, валин, фенилаланин, лейцин и два не идентифицированных нами вещества. Последние при обработке их нингидрином проявлялись на хроматограммах в виде лимонно-желтых и светло-коричневых пятен.



Рассматривая данные таблицы 6, убеждаемся в том, что в цветочных почках миндаля большей частью преобладают аминокислоты II, III и IV групп, к которым относятся гистидин, аспарагин, аргинин, серин+гликокол, треонин и аланин. В этой связи интересно сопоставить содержание отдельных групп аминокислот в цветочных почках и однолетних побегах миндаля.

В побегах, так же, как и в почках, больший удельный вес в общей сумме аминного азота занимают аминокислоты II, III и IV групп, но с явным преобладанием II группы (см. таблицу 7). Разница между цветочными почками и однолетними побегами особенно велика по содержанию аргинина. В побегах, как правило, аргинина значительно больше, чем в цветочных почках. В качестве примера приводим фотографии хроматограмм аминокислот, содержавшихся в почках и побегах миндаля весной 1960 года (см. рис. 6).

Все вышесказанное в равной степени относится и к сортам абрикоса (см. рис. 7).

*Таблица 7*

**Содержание свободных аминокислот в однолетних побегах миндаля в период зимнего развития 1959/60 гг.**
**(мг аминного азота на 1 г сухого вещества)**

| Дата | Дагестанский 2661 | | | | | | | | Итальянец 2 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | сумма | в т. ч. по группам | | | | | | | сумма | в т. ч. по группам | | | | | | |
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| 21.IX | 202 | — | 57 | 61 | 22 | 20 | 15 | 27 | 43 | — | 3 | 25 | 7 | — | 3 | 5 |
| 6.X | 266 | — | 113 | 69 | 54 | 14 | 10 | 6 | 72 | — | 24 | 16 | 10 | 14 | 4 | 4 |
| 20.X | 161 | 6 | 59 | 38 | 26 | 10 | 10 | 12 | 91 | 6 | 33 | 11 | 20 | 8 | 6 | 7 |
| 5.XI | 237 | 9 | 90 | 52 | 21 | 5 | 22 | 38 | 130 | 11 | 29 | 14 | 13 | 20 | 19 | 24 |
| 20.XI | 193 | 13 | 69 | 48 | 17 | 22 | 13 | 11 | 55 | 5 | 18 | 14 | 11 | — | 2 | 5 |
| 8.XII | 102 | 5 | 37 | 22 | 17 | — | 14 | 7 | 66 | 3 | 18 | 9 | 14 | 4 | 7 | 11 |
| 21.XII | 106 | 11 | 30 | 22 | 18 | 7 | 11 | 7 | 33 | — | 4 | 11 | 9 | — | 6 | 3 |
| 6.I | 160 | 8 | 55 | 38 | 27 | 8 | 15 | 9 | 71 | 4 | 21 | 10 | 11 | 9 | 10 | 6 |
| 20.I | 236 | 24 | 95 | 44 | 47 | — | 17 | 9 | 43 | 4 | 13 | 9 | 13 | — | 2 | 2 |
| 5.II | 97 | 10 | 26 | 18 | 26 | — | 10 | 7 | 30 | 3 | 9 | 6 | 8 | — | 3 | 1 |
| 22.II | 80 | 6 | 39 | 10 | 15 | 3 | 4 | 3 | 28 | 1 | 6 | 5 | 10 | — | 4 | 2 |
| 10.III | 83 | 4 | 30 | 16 | 12 | 10 | 8 | 3 | 85 | 6 | 29 | 13 | 18 | 3 | 10 | 6 |
| 25.III | 237 | 17 | 116 | 34 | 27 | 13 | 17 | 13 | 159 | 13 | 65 | 21 | 23 | 11 | 18 | 8 |
| 9.IV | 171 | 9 | 69 | 38 | 29 | 6 | 12 | 8 | 112 | 7 | 36 | 24 | 26 | 3 | 12 | 4 |

Все вышесказанное в равной степени относится и к сортам абрикоса (см. рис. 7).

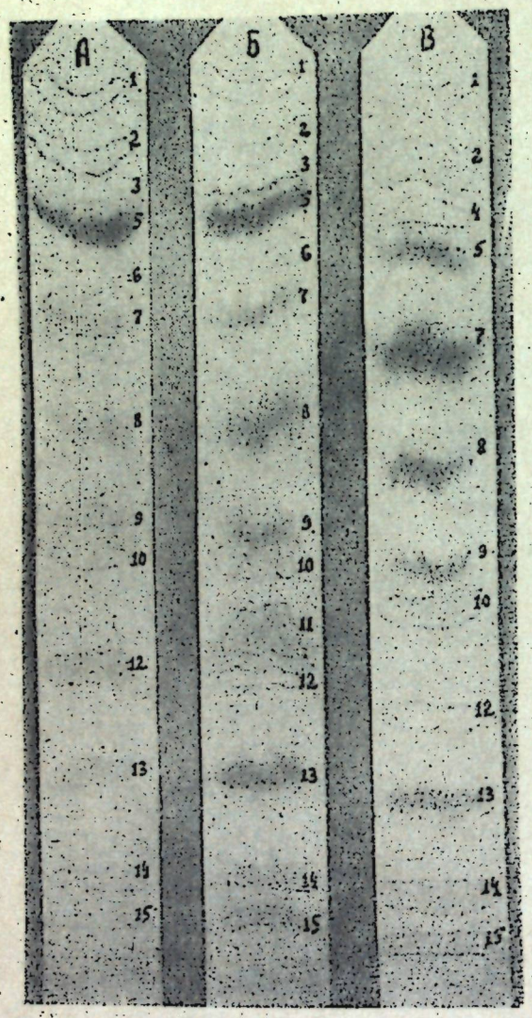



Рис. 6. Хроматограммы свободных аминокислот миндаля 10.III-1960 г.

А, Б — однолетние побеги; В — цветочные почки.

А — сорт Дагестанский 2661; Б, В—сорт Итальянец 2.

1—цистин, 2—лизин, 3— гистидин, 4—аспарагин, 5—аргинин, 6—аспарагиновая кислота, 7—серин+гликокол, 8—треонин, 9—аланин, 10—пролин, 11—тирозин, 12—неидентифицированное вещество, 13—валин, 14—фенилаланин, 15—лейцин.

На ранних этапах органогенеза набор аминокислот в почках и побегах был совершенно одинаковым, причем у последних хорошо видно повышенное содержание аргинина. В процессе зимнего развития происходят некоторые изменения качественного состава аминокислот, а также их количественного соотношения (см. рис. 8).

В период бутонизации цветочные почки абрикоса содержали целый ряд аминокислот, общих для сортов с медленным и ускоренным ритмом зимнего развития: цистин, лизин, гистидин, аспарагин, аргинин, серин + гликокол, треонин, аланин, пролин, валин и лейцин. Кроме того, у Оранжево-красного дополнительно обнаружены фенилаланин и два неидентифицированных нами вещества, которые отсутствовали в цветочных почках Мичуринского 2. Гистидина, аргинина и пролина в почках последнего было меньше, чем у Оранжево-красного. Эти различия могли быть обусловлены тем, что сравниваемые сорта находились на разных фазах развития. Мичуринский 2 был близок к цветению (фаза рыхлого бутона), а почки Оранжево-красного еще не были готовы к раскрытию.

В однолетних побегах сортовые различия в наборе свободных аминокислот имели противоположный характер. Больше аминокислот за счет тирозина и фенилаланина было в побегах Мичуринского 2. По сравнению с последними побеги Оранжево-красного содержали относительно большее количество аргинина и очень мало пролина.

Рассмотрение полученных нами в процессе исследования хроматограмм показывает, что состав свободных аминокислот в цветочных почках и однолетних побегах абрикоса и миндаля отличается, в общем, относительным постоянством. Каких-либо специфических особенностей в этом отношении для различных сортов обнаружено не было. Однако на протяжении всего цикла зимнего развития изменяются количественные соотношения некоторых аминокислот, одни из них появляются, другие исчезают.



## ВЫВОДЫ

1. Осенне-зимне-весеннее развитие цветочных почек абрикоса и миндаля сопровождается постепенным увеличением содержания воды за счет свободной ее формы, а также повышением количества растворимых углеводов.

2. Сорта с быстрым темпом развития цветочных почек характеризуются более интенсивным накоплением сахаров и более высоким содержанием общей и свободной воды по сравнению с медленно развивающимися сортами.

3. Максимальное содержание воды и растворимых углеводов в форме фруктозы и глюкозы наступает в фазе бутонов. Сахароза в этот период в цветочных почках находится в минимуме.

4. В однолетних побегах максимальное содержание глюкозы, фруктозы, рафинозы и сахарозы с преобладанием последней наблюдается в холодное время года. Весной количество сахаров снижается, причем рафиноза исчезает полностью.

5. Содержание свободных аминокислот в цветочных почках изменяется, по-видимому, в связи с прохождением ими фаз морфогенеза.

6. Наиболее постоянно в почках и побегах абрикоса и миндаля присутствовали следующие аминокислоты: аргинин, серин+гликокол, треонин, аланин, пролин, цистин, лизин, валин и лейцин с явным преобладанием первых четырех. В отдельные периоды зимнего развития на хроматограммах можно было обнаружить, кроме того, гистидин, аспарагин, тирозин, фенилаланин, аспарагиновую и глутаминовую кислоты, а также несколько не идентифицированных нами веществ.

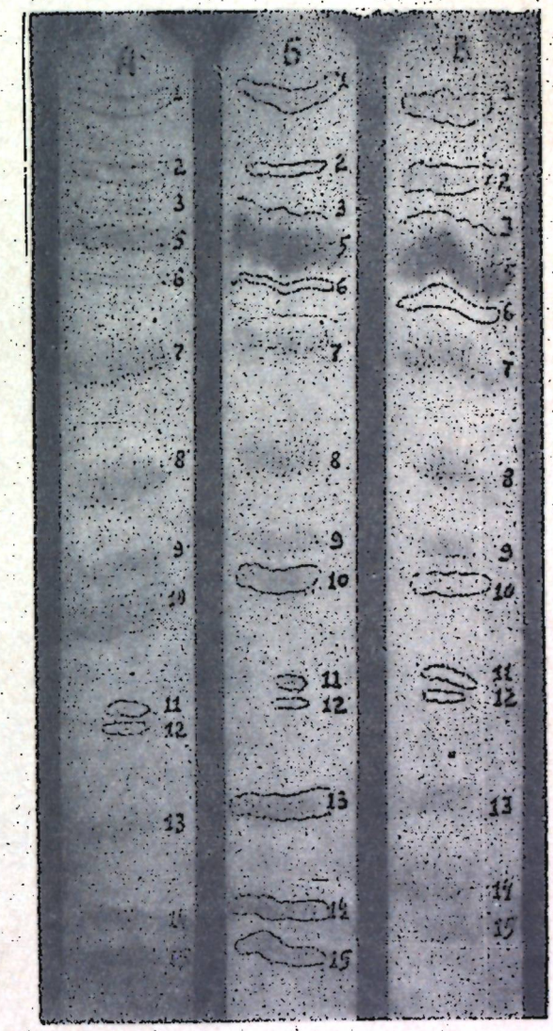



Рис. 7. Хроматограммы свободных аминокислот абрикоса 9/XI-1959 г.

А—сорт Мичуринский 2, цветочные почки;
Б—сорт Мичуринский 2, однолетние побеги;
В—сорт Оранжево-красный, однолетние побеги.

1—цистин, 2—лизин, 3—гистидин, 5—аргинин, 6—аспарагиновая кислота, 7—серин+гликокол, 8—треонин, 9—аланин, 10—пролин, 11—тирозин, 12—неидентифицированное вещество, 13—валин, 14—фенилаланин, 15—лейцин.

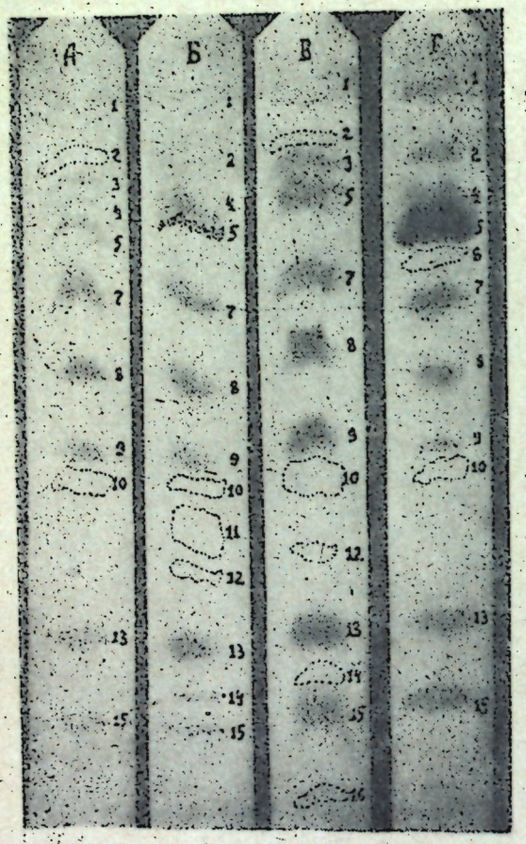



Рис. 8. Хроматограммы свободных аминокислот абрикоса 29.III·1960 г.

Сорт Мичуринский 2. А—цветочные почки; Б—однолетние побеги.
Сорт Оранжево-красный. В—цветочные почки; Г—побеги.

1—цистин, 2—лизин, 3—гистидин, 4—аспарагин, 5—аргинин, 6—аспарагиновая кислота, 7—серин+гликокол, 8—треонин, 9—аланин, 10—пролин, 11—тирозин, 13—валин, 14—фенилаланин, 15—лейцин, 12 и 16 неидентифицированные вещества.

7. Почти на всех этапах зимнего развития однолетние побеги отличались более высоким содержанием аргинина, чем цветочные почки.

8. Несмотря на имеющиеся некоторые определенные закономерности в ходе физиолого-биохимических процессов, одни лишь количественные соотношения различных форм воды, свободных сахаров и аминокислот не могут являться надежными показателями для характеристики зимостойкости сортов с разным темпом развития цветочных почек. Наилучшим показателем зимостойкости, как нам кажется, следует считать характер динамики физиолого-биохимических процессов в связи с изменениями условий внешней среды, реакцию сорта на периодические резкие колебания температуры, свойственные крымской зиме.

9. К числу таких установленных нами закономерностей, по нашему мнению, необходимо отнести следующие:

а) с наступлением значительного похолодания зимостойкие сорта абрикоса и миндаля способны быстро изменять состояние водного режима своих тканей. При этом снижается общая оводненность тканей, а часть свободной воды переходит в связанную. Повышение температуры вызывает обратную реакцию. У незимостойких сортов она выражена сильнее, чем у зимостойких, особенно на более поздних этапах морфогенеза.

б) более зимостойкие сорта отличаются сравнительно устойчивым содержанием в побегах некоторых олигосахаридов, в частности, рафинозы, тогда как у менее зимостойких сортов неожиданные и резкие потепления в зимне-весенний период могут вызывать иногда полное исчезновение рафинозы с частичным ее восстановлением при последующем похолодании. Иными словами, побеги более зимостойких сортов способны сохранять в своих тканях олигосахариды даже при резких колебаниях температуры окружающей среды.

10. Отмеченные выше особенности динамики водного режима и растворимых углеводов могут послужить основой для разработки наиболее эффективных методов оценки зимостойкости плодовых культур, необходимой в селекционной работе.



## ЛИТЕРАТУРА


Блок Р., Лестранж Р., Цвейг Г. Хроматография на бумаге. Изд. ИЛ, Москва, 1954.

Бояркин А. Н. Простой хроматографический и капельный метод определения сахаров на фильтровальной бумаге. Физиология растений, т. 2, вып. 3, 1955.

Бояркин А. Н. Разноцветное проявление аминокислот на бумажных хроматограммах. Физиология растений, т. 3, вып. 4, 1956.

Гусев Н. А. Современное состояние работ по изучению водного режима растений и дальнейшее их развитие. В сб.: «Биологич. основы орошаемого земледелия», Изд. АН СССР, 1957.

Думанский А. В. Учение о коллоидах. Госхимиздат, 1948.

Елисеев Э. И. Биохимия почек различных сортовых групп яблони и сливы в условиях Северного Кавказа. Автореферат диссерт. канд. биологич. наук, Ленинград, 1959.

Елманов С. И. Зимнее развитие цветочных почек персика и абрикоса. Труды Гос. Никитского ботанич. сада, т. 29, Ялта, 1959.

Елманов С. И. Развитие цветочных почек миндаля. Труды Гос. Никитского ботанич. сада, т. 30, Ялта, 1959.

Есаян Г. С. О зимнем покое почек и морозоустойчивости орехоплодных культур. Физиология растений, т. 5, вып. 5, 1958.

Зайцева Г. Н. и Тюленева Н. П. Количественное определение аминокислот на хроматограммах посредством образования медных производных с нингидрином. Лабораторное дело, № 3, 1958.

Кеммер Э., Шульц Ф. Проблема морозоустойчивости плодовых культур. Изд. ИЛ, Москва, 1958.

Коверга А. С., Сергеев Л. И. и Сергеева К. А. О повреждении плодовых культур заморозками в Крыму. В сб.: Вопр. южного и субтропич. плодоводства. Сельхозгиз, 1953.

Кожина И. С. Разделение и определение углеводов растений методом распределительной хроматографии на бумаге. Ботан. журнал, т. 41, № 9, 1956.

Костина К. Ф. Выделение сортов и сеянцев абрикоса с повышенной зимостойкостью в условиях степной зоны Крыма. Бюлл. научно-технич. информ. Гос. Никитского ботанич. сада, № 5—6, 1957.

Лященко И. Ф., Севастьянов В. И., Сирица А. И. Динамика углеводов в листьях пшениц-двуручек в процессе направленного их воспитания. Физиология растений, т. 5, вып. 4, 1958.

Маринчик А. Ф. Особенности физиологических процессов в связи с состоянием воды в листьях и продуктивностью сортов сахарной свеклы. В сб.: Биологич. основы орошаемого земледелия, Изд. АН СССР, 1957.

Мотовилов Б. А. К вопросу о зимней гибели цветочных почек абрикоса. В сб.: Итоги н.-и. работы Сев.-Кавказск. зонального н.-и. ин-та садоводства и виноградарства, Краснодар, 1959.

Окнина Е. З. и Пустовойтова Т. И. Состояние покоя и степень превращения питательных веществ в клетках почек некоторых плодовых культур в связи с их зимостойкостью. Тезисы докл. конференции по физиологии устойч. растений. Изд. АН СССР, 1959.

Петинов Н. С. Современное состояние и пути дальнейшего развития научно-исследовательских работ по орошению и теории водного режима сельскохозяйственных растений. В сб.: Биологич. основы орошаемого земледелия, Изд. АН СССР, 1957.

Проценко Д. Ф. Морозостойкость плодовых культур СССР. Изд. Киевск. Гос. ун-та, 1958.

Сергеев Л. И. Выносливость растений. Изд. Сов. наука, 1953.

Сергеева К. А. Морфо-физиологические исследования генеративных почек морозостойких и неморозостойких древесных растений. Тезисы докл. конференц. по физиол. устойч. растений, Изд. АН СССР, 1959.

Соколова Н. Ф. Устойчивость персика и миндаля к низким температурам. Труды Гос. Никитского ботанич. сада, т. 21, вып. 2, 1939.

Туз А. С. О развитии цветковых почек косточковых в Узбекистане. Сельское хозяйство Узбекистана, № 4, 1959.

Тупицын Д. И. и Татаурова А. С. Устойчивость завязи абрикосов к заморозкам. Бюлл. Всесоюзн. ин-та растениеводства, № 6, 1959.

Тырина В. А. О зимнем развитии почек. Физиология растений, т. 5, вып. 2, 1958.

Филиппов Ю. Е. Зимостойкость плодовых деревьев в условиях г. Кзыл-Орды. Тезисы докл. конференции по физиологии устойчивости растений. Изд. АН СССР, 1959.

Чайлахян М. Х., Некрасова Т. В. Особенности обмена веществ в листьях вегетирующих и плодоносящих ветвей прививок лимона. Докл. АН СССР, т. 96, № 3, 1954.
Baliga B. R., Krishnamurthy K., Rajagopalan R. and Giri K. V. A simple method for desalting biological fluids for chromatography. Journal of the Indian inst. of science, v. 37, N 1, 1955.
Bourdu R. Contribution à l'étude du métabolisme glucidique des borraginacées. Rev. gén. bot., v. 64, N 758—759, 1957.
Hunt G. E. Partition chromatography and its use in the plant sciences. Amino acids. Botanical review., v. 25, N 1, 1959.
Parker J. Seasonal changes in some chemical and physical properties of living cells of Pinus ponderosa and their relation to freezing resistance. Protoplasma, v. 48, № 1, 1957.
Smith D. C., Tompsett S. L. The quantitative determination of amino-acids in urine used in conjunction with one-dimensional paper chromatography. Journ. Clin. Pathol., v. 7, N 1, 1954.

*E. A. YABLONSKY*

## SOME PHYSIOLOGO-BIOCHEMICAL PROPERTIES OF FLOWER BUDS AND ANNUAL SHOOTS IN APRICOT AND ALMOND TREES DURING WINTER DEVELOPMENT PERIOD

### SUMMARY

In process of autumn-winter-spring development the sugar and water content of the apricot and almond flower buds increases principally on account of the water free form. In varieties having rapid rate of flower bud development the intensivity of sugar accumulation and increase of tissue watering is higher than in the lately-flowering varieties. In cold season of year the annual shoots contain relatively large amounts of saccharose and raffinose, content of the latter being subjected to considerable fluctuation depending on temperature changes in their medium. In early flowering not winterhardy varieties it disappears out of shoots almost fully at times of thawing and reappears at temperature decrease. Winter-hardy varieties having a slow rate of flower bud development show more stable raffinose content in winter-spring period of development, even at sharp changes of weather conditions.

---

*Е. А. ЯБЛОНСКИЙ*

# ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОФИЛЬНЫХ СВОЙСТВ КОЛЛОИДОВ РАСТЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ РЕФРАКТОМЕТРА

## ВВЕДЕНИЕ

Согласно современной теории водного режима растений (А. М. Алексеев, 1948, 1950; Н. А. Гусев, 1959), коллоидно-химическим свойствам протоплазмы и, в частности, степени ее гидрофильности принадлежит исключительно важная роль. Степень гидратации коллоидов является одним из главных факторов водного режима, влияющим на другие его показатели—соотношение свободной и связанной воды, осмотическое давление клеточного сока, сосущую силу клеток и т. п.

Многие исследователи давно обратили внимание на существование тесной зависимости между содержанием связанной воды и устойчивостью растений к неблагоприятным внешним условиям. Н. А. Максимов (1931) предлагал даже использовать этот показатель для оценки морозоустойчивости растений.

Содержание гидрофильных коллоидов может характеризовать экологический тип растений и условия их произрастания. По данным Т. В. Щепкиной (1933), у растений пустынных местообитаний количество гидрофильных коллоидов больше, чем у растений умеренного климата.

Степные растения содержат больше коллоидных веществ, чем лесные. Их больше также у типичных ксерофитов, по сравнению с суккулентами и солянками, и меньше всего у водных растений. Вообще, чем суше условия местообитания, тем выше содержание коллоидных веществ (П. Б. Раскатов, 1940).

Повышение устойчивости растений к засухе в результате предпосевного закаливания семян П. А. Генкель (1946) объясняет увеличением степени гидрофильности коллоидов, связанное с изменением состава белков. Способность мезофитов выносить длительное обезвоживание автор (П. А. Генкель, 1950) также ставит в зависимость от количества коллоидных веществ и степени их гидрофильности. Выясняя причины устойчивости суккулентов к высоким температурам, П. А. Генкель и К. П. Марголина (1948) приходят к выводу, что их жаростойкость обусловливается повышенной вязкостью протоплазмы и высоким содержанием связанной воды.

Велика роль коллоидно-связанной воды и в солеустойчивости растений (А. А. Шахов, 1956).

Весь этот фактический материал послужил основой для признания того факта, что связанная вода обусловливает агрегативную устойчивость гидрофильных коллоидов протоплазмы, определяя стойкость растения к

морозу, засухе и засолению (А. М. Алексеев, 1948; Н. С. Петинов, 1954; Г. Р. Матухин и Л. А. Бойко, 1954; Н. Г. Васильева, 1955).

Данные последних лет расширили наше представление о значении связанной воды в жизни растений. Оказалось, что не только устойчивость, но и такие физиологические процессы, как транспирация, фотосинтез, накопление урожая, тесно связаны со степенью гидратации коллоидов протоплазмы, особенно в условиях, неблагоприятных для роста и развития (А. М. Алексеев, 1954; А. М. Алексеев и Н. А. Гусев, 1957; Н. А. Гусев, 1957, 1959).

Таким образом, соотношение различных форм воды, количество гидрофильных коллоидов и степень их гидратации являются в настоящее время предметом самого тщательного изучения. Нельзя поэтому не согласиться с тем, что «современное состояние физиологии растений заставляет критически пересматривать существующие методы исследования водного режима растений и искать новые методы, позволяющие определять состояние воды в растениях» (Н. А. Гусев, 1960, стр. 3).

В настоящей работе вниманию исследователей предлагается новый метод изучения гидрофильных свойств коллоидов растений, в основу которого взяты некоторые известные в физической химии особенности полидисперсных коллоидных систем.

## Краткий обзор существующей методики

Широкое применение нашел разработанный А. В. Думанским (1930) метод коагуляции гидрофильных коллоидов. Измерение величины зоны полной коагуляции в тройном растворителе (гидрозоль-спирт-эфир) дает представление о количестве и степени гидрофильности коллоидов. Метод подробно описан А. А. Шаховым (1956) в его книге «Солеустойчивость растений». Здесь мы ограничимся лишь указанием на чрезвычайную трудоемкость и громоздкость этого метода в отношении техники выполнения анализа, что, разумеется, затрудняет использование его в физиологических исследованиях.

Гораздо чаще гидрофильность коллоидов изучают путем определения содержания в растении коллоидно-связанной воды. Однако количество связанной воды само по себе еще не характеризует гидрофильные свойства коллоидов. Степень гидрофильности, или коэффициент гидратации—это количество воды, поглощенной единицей сухого веса коллоидов (А. М. Алексеев, 1950).

Поскольку для определения содержания коллоидных веществ необходимы специальные анализы, степень гидрофильности приближенно выражают количеством коллоидно-связанной воды, отнесенной к единице сухого веса растения. Получаемые в этом случае результаты оказываются заниженными по той причине, что абсолютно сухой растительный материал, кроме коллоидов, содержит растворимые в воде вещества, а также вещества, не обладающие коллоидальными свойствами.

Естественно поэтому стремление исследователей найти более точное выражение для характеристики коэффициента гидратации. Так, например, Н. А. Гусев (1959) о содержании коллоидов в листьях растений судит по разности между сухим весом и количеством клетчатки и золы. Но такой метод также нельзя признать вполне удовлетворительным. Во-первых, у нас нет оснований утверждать, что клетчатка, входящая в состав клеточных оболочек, совершенно не обладает свойствами коллоида. Поступление воды в оболочку клеток А. М. Алексеев (1950) рассматривает как процесс набухания коллоидного студня. Следовательно, полностью исключать клетчатку из состава коллоидных веществ растения было бы неправильно.



Во-вторых, зольные элементы растения могут являться составной частью сложных полимерных соединений коллоидального характера, а также быть адсорбированными на поверхности коллоидных частиц и принимать активное участие в их гидратации. Как в том, так и в другом случае, зольные элементы составляют одно целое с коллоидами и должны учитываться вместе с ними. В-третьих, при определении количества гидрофильных коллоидов указанным выше способом не принимаются во внимание растворимые в воде органические вещества, содержание которых в сухой массе растения может быть достаточно высоким.

С иных позиций подходит к решению этого вопроса А. С. Вечер (1950). Исходя из понятия о растворяющей и нерастворяющей массе, автор определяет в навеске измельченного растительного материала концентрацию воднорастворимых веществ, а затем путем соответствующих расчетов находит количество гидрофильных коллоидов. Последние в данном случае представляют собой абсолютно сухой вес нерастворяющей массы или, что то же самое, сухой вес растения за вычетом суммы воднорастворимых веществ. Несмотря на известную условность, этот метод по сравнению с предыдущим имеет весьма важное преимущество, так как не требует проведения каких-либо дополнительных анализов. Все необходимые для вычислений исходные данные получают в процессе рефрактометрического определения коллоидно-связанной воды.

Раздельный учет в тканях растений свободной и связанной воды возможен в силу различий их физических свойств (А. В. Думанский, 1934).

Связанная вода в отличие от свободной обладает большей плотностью и пониженным давлением пара. Она характеризуется меньшей величиной диэлектрической постоянной, пониженной теплоемкостью и более низкой температурой замерзания. Связываемая в процессе гидратации коллоидов вода теряет свойства растворителя.

На этих ее свойствах и основаны все известные в настоящее время методы определения связанной воды. Описание их приводится в работах З. П. Чешевой (1934), В. П. Попова (1936), А. В. Думанского (1937) и других авторов. Критический разбор наиболее распространенных методов с указанием достоинств и недостатков каждого из них дается М. М. Тюриной (1957) и Н. А. Гусевым (1960).

Рассмотрим подробнее предложенный А. В. Думанским (1937) рефрактометрический метод определения связанной воды, поскольку наше исследование имеет к этому непосредственное отношение. Сущность его заключается в том, что к тщательно измельченной навеске растительного материала приливают раствор сахарозы известной концентрации и по степени его разбавления вычисляют количество находящейся в мязге свободной формы воды. Остальная вода в навеске, следовательно, будет связанной.

Благодаря своей исключительной простоте, этот метод доступен широкому кругу исследователей. Здесь не требуется какого-либо специального оборудования, если не считать весов, рефрактометра и сушильного шкафа, которыми, как правило, располагает каждая лаборатория и любая опытная станция. Неудивительно, что метод Думанского вошел во все практические руководства по физиологии и биохимии растений (А. И. Ермаков и др., 1952; О. А. Вальтер и др., 1957; Ф. Д. Сказкин и др., 1958).

Одним из существенных недостатков рефрактометрического метода является, как отмечает М. М. Тюрина (1957), необходимость работы с растертыми тканями растений, так как механическое повреждение безусловно изменяет свойства коллоидов, нарушая фактическое соотношение различных форм воды. Недостаток действительно серьезный, но его никак нельзя считать свойственным только данному методу. С сожалением при-

ходится констатировать, что мы пока еще не в состоянии определять различные формы воды, не подвергая растение тем или иным вредным воздействиям, будь то механическое повреждение ткани, ее замораживание, инъекция межклетников бензином и т. п.

Очевидно, более перспективными в этом отношении следует считать опыты с тяжелой водой (Г. Дюсе, Г. Вандеваль, 1960), на основе которых может быть разработана соответствующая методика определения трудно обмениваемой (связанной) и легко обмениваемой (свободной) воды. С другой стороны, применение этой методики будет ограничиваться сложностью оборудования, необходимого для изотопного анализа.

Другая особенность рефрактометрического метода заключается в относительности получаемых в процессе анализа результатов. Однако и этот недостаток является общим для всех известных методов определения связанной воды. Абсолютные значения величин, характеризующие содержание в растении свободной и связанной воды, целиком зависят от условий опыта. В рассматриваемом нами методе таким условием является, прежде всего, концентрация исходного раствора сахарозы, называемого также индикатором, или третьим компонентом.

В зависимости от природы исследуемого объекта, концентрация индикатора может быть различной. Например, автор метода рекомендовал 20—25% раствор сахарозы, в работе с овощами Г. Слезев (1937) применял 8—10% растворы, для определения связанной воды в листьях растений М. М. Окунцов и Е. Н. Тарасова (1952), а также А. Ф. Маринчик (1957) использовали, соответственно, 61—63 и 70% растворы сахарозы. В двух последних случаях авторы работали с неповрежденными высечками из листьев с целью избежать механического разрушения ткани. Однако этим нисколько не устраняется вредное плазмолизирующее действие гипертонических растворов, вызывающее, по-видимому, серьезные нарушения в коллоидной системе протопласта (А. П. Петров, 1961).

Каковы бы ни были модификации метода Думанского, остается в силе следующее общее правило: чем крепче раствор индикатора, тем меньше определяемое в растении количество связанной воды. В соответствии с этим будет меняться и степень гидратации коллоидов, если она выражается количеством содержащейся в них воды. Чем суше объект исследования и чем большей водоудерживающей способностью он обладает, тем концентрированней должен быть индикатор. В противном случае количество связанной воды может превысить общее ее содержание в растении.

Именно этим и объясняется необходимость применения для целого ряда объектов весьма крепких растворов сахарозы, концентрация которых может достигать 70%. К таким объектам относятся листья и побеги многих древесных растений, особенно в состоянии глубокого завядания, что иногда требуется в исследованиях по засухоустойчивости, спящие почки, а также листья и хвоя вечнозеленых растений в зимнее время, когда их ткани содержат сравнительно мало воды и отличаются значительными водоудерживающими силами.

Следует подчеркнуть, что работа с концентрированными растворами сахарозы представляет известные затруднения, так как, будучи пересыщенными, они легко кристаллизуются при хранении в обычных условиях. Кроме того, они чрезвычайно вязки и вследствие этого неудобны при отмеривании пипеткой и смешивании с навеской растительного материала.

Между тем, для рефрактометрического определения связанной воды применение индикатора совершенно необязательно. Роль последнего с успехом может выполнять воднорастворимая фракция сухого вещества растения, называемая, в отличие от нерастворяющей массы сухих коллоидов, кристаллоидами.



Задачей настоящего исследования и явилась разработка нового рефрактометрического метода определения степени гидрофильности коллоидов растений без применения индикатора.

## Теоретическое обоснование нового метода

Чтобы уяснить сущность предлагаемого нами метода, необходимо остановиться на некоторых особенностях комплексных коллоидных систем.

Критикуя различные гипотезы о структуре протоплазмы, А. М. Алексеев (1948) считает «...наиболее вероятным предположение, что протоплазма является комплексной гидрофильной коллоидной системой, имеющей в большинстве случаев характер золя, но могущей при известных случаях полностью или частично принимать характер комплексного геля или коацервата. Наряду с этим в протоплазме несомненно наличие молекулярно-дисперсной и грубо-дисперсной (гранулы, микрозомы и т. п.) «фаз» (стр. 172).

Если возможна вообще какая-то аналогия между структурой неживой коллоидной системы и структурой протоплазмы, то она тем более возможна в отношении измельченной и тщательно растертой массы растения, в которой обычно и определяют гидрофильность коллоидов. Именно кашица растертой ткани нам представляется, говоря словами цитированного выше автора, «...как сложная, полидисперсная гетерогенная система, в которой преобладающую роль, однако, играют коллоидные компоненты, и в которой вода играет роль дисперсионной среды» (там же).

Характерной особенностью полидисперсных коллоидных систем следует считать наличие на поверхности и внутри мицелл, а также в межмицеллярной жидкости воднорастворимых веществ. Последние оказывают сильное влияние на процесс гидратации коллоидов.

По гипотезе Нортропа и Куницца (С. М. Липатов, 1943) набухание коллоида возможно лишь в том случае, когда осмотическое давление растворенных веществ, находящихся внутри мицелл, превышает осмотическое давление веществ, находящихся снаружи. При этом происходит так называемая внутренняя, или пермутоидная, гидратация, которая иногда приводит к дезагрегации мицелл, повышению степени дисперсности коллоидной системы и даже к частичному растворению. По мнению А. М. Алексеева (1950), процесс набухания протоплазмы носит характер пермутоидного.

Наоборот, значительная концентрация растворенных веществ в дисперсионной среде в силу тех же осмотических законов будет отнимать воду из сольватных оболочек мицелл, уменьшая степень их гидратации. В числе многих причин, определяющих величину сольватного слоя вокруг мицеллы, А. В. Думанский (1937) указывает на присутствие в межмицеллярной жидкости воднорастворимых веществ.

Таким образом, степень гидратации коллоидов, помимо других, не рассматриваемых здесь условий, зависит от концентрации растворенных в дисперсионной среде веществ. Чем она выше, тем меньше воды удерживают мицеллы, так что в коллоидной системе устанавливается определенное равновесие, когда осмотические силы раствора соответствуют водоудерживающей силе коллоидов.

Это равновесие можно нарушить, удаляя часть воды из межмицеллярной жидкости, либо прибавляя к ней некоторое количество растворимых веществ. Как в том, так и в другом случае ее концентрация повысится и, следовательно, соответственно снизится количество удерживаемой коллоидами воды. Наконец, что гораздо проще, можно понизить концентрацию

растворенных в гидрозоле веществ, разбавив его чистой водой. В данном случае следует ожидать увеличения набухания коллоидов до тех пор, пока водоудерживающие силы последних не уравновесят осмотическое давление наружного раствора. Концентрацию воднорастворимых веществ до и после разбавления можно легко и быстро установить при помощи рефрактометра, выражая ее условно в % сахарозы.

Пусть во влажной навеске «$p$» тщательно растертой ткани растения содержится

$$\frac{ap}{100}\ г\ \text{воды}, \qquad (I)$$

где $a$ — общее ее содержание в % на сырой вес.

Предположим, что вся эта вода целиком участвует в растворении молекулярно-дисперсной фракции гидрозоля. Тогда количество растворенных в ней веществ выразится формулой

$$\frac{b_0 ap}{100\,(100-b_0)}\ г, \qquad (II)$$

где $b_0$ — концентрация воднорастворимых веществ в %.

Прибавим к нашей навеске «$A$» $г$ воды. Концентрация межмицеллярной жидкости понизится и станет равно «$b$» %. За счет этого коллоиды дополнительно свяжут часть воды, находящейся в системе, до установления равновесия между осмотическим давлением наружного раствора и водоудерживающими силами коллоидных частиц.

Так как количество воднорастворимых веществ при разбавлении гидрозоля водой не меняется, можно составить уравнение

$$\frac{b_0 ap}{100\,(100-b_0)} = \frac{bx}{100-b}\ г,$$

решая которое относительно $x$, получим

$$x = \frac{ap\,b_0(100-b)}{100b\,(100-b_0)}\ г,$$

где $x$ — количество свободной воды в коллоидной системе после ее разбавления.

Под названием «свободная вода» здесь, как и в дальнейшем изложении, подразумевается для краткости не только собственно свободная, но и осмотически связанная молекулами растворенного вещества, т. е. вся вода, находящаяся в межмицеллярной жидкости и не входящая в состав гидратационных сфер вокруг коллоидных частиц. Последнюю мы называем в соответствии с общепринятой терминологией коллоидно-связанной водой.

Общее содержание воды в разбавленной навеске мязги равно

$$A + \frac{ap}{100}\ г.$$

Если бы часть воды не связывалась коллоидами растения, то разница в ее содержании до и после разбавления была бы равна

$$\left[A + \frac{ap}{100}\right] - \frac{ap}{100},\ \text{или}\ A\ г.$$

В действительности фактическая разница будет составлять какую-то часть «$A$» и тем меньшую, чем больше воды связывается в процессе гидратации коллоидных частиц, а именно:



$$\frac{ap\,b_0(100-b)}{100b\,(100-b_0)} - \frac{ap}{100},$$

или

$$\frac{ap\,(b_0-b)}{b\,(100-b_0)}\ г.$$

При очень малой величине «$A$» можно принять, что количество воды, участвующей в растворении кристаллоидов, пропорционально этой разнице. На основании этого составляем пропорцию

$$\frac{ap\,(b_0-b)}{b\,(100-b_0)} : A$$

$$x_0 : \frac{ap}{100}$$

и из уравнения

$$\frac{ap\,(b_0-b)}{b\,(100-b_0)} \cdot \frac{ap}{100} = Ax_0$$

определяем количество свободной воды в растертой массе растения

$$x_0 = \frac{(ap)^2\,(b_0-b)}{100Ab\,(100-b_0)}\ г. \qquad (III)$$

Формула примет более простой вид, если найденное количество свободной воды выразить в % от общего содержания в навеске «$p$»:

$$c_0 = \frac{100ap\,(b_0-b)}{Ab\,(100-b_0)}\ \%.$$

По разнице между количеством общей и свободной воды нетрудно рассчитать и коллоидно-связанную.

Как уже указывалось, для приближенного вычисления коэффициента гидратации достаточно количество коллоидно-связанной воды отнести к единице сухого веса растения. Однако более точные данные могут быть получены в том случае, если из сухой навески исследуемого материала исключить все вещества, растворенные в дисперсионной среде гидрозоля. Остаток и будет представлять собою абсолютно сухой вес нерастворяющей массы (коллоидов).

Сумма воднорастворимых веществ, находящихся в межмицеллярной жидкости, вычисляется по формуле II, в которой общее содержание воды (I) следует заменить количеством свободной ее формы (III):

$$\frac{(ap)^2\,(b_0-b)}{100Ab\,(100-b_0)} \cdot \frac{b_0}{100-b_0},$$

или

$$\frac{b_0\,(ap)^2\,(b_0-b)}{100Ab\,(100-b_0)^2}\ г.$$

Тогда сухой вес коллоидов составит

$$p - \frac{ap}{100} - \frac{b_0\,(ap)^2\,(b_0-b)}{100Ab\,(100-b_0)^2}\ г. \qquad (IV)$$

Таким образом, мы получили все данные, необходимые для расчета степени гидрофильности коллоидов, т. е. сухой вес последних и количество удерживаемой ими воды. Более того, не прибегая к каким-либо дополни-

тельным анализам, можно получить также представление и о той силе, с которой эта вода удерживается. Для этого достаточно знать концентрацию наружного раствора полидисперсной системы, поскольку осмотическое давление его эквивалентно водоудерживающей способности коллоидов. В данном случае, очевидно, искомой концентрацией будет «$b$».

Описанный выше способ определения гидрофильности коллоидов пригоден лишь для тех растений, при измельчении и растирании которых получается настолько жидкая мязга, что в ней и без добавления воды легко установить первоначальную концентрацию воднорастворимых веществ. Такими объектами могут быть сочные плоды, клубни, луковицы, корнеплоды, листья и стебли суккулентов и т. п.

Однако ткани многих растений имеют сравнительно небольшой общий запас воды. Из растертой массы таких объектов почти невозможно получить даже те несколько капель прозрачного раствора, которые необходимы для рефрактометрирования. Применять пресс для этой цели нельзя, так как в отжимаемую жидкость будет попадать и часть коллоидно-связанной воды, а также, по-видимому, часть растворимых веществ, адсорбированных на поверхности мицелл, и не являющихся компонентом межмицеллярной жидкости в условиях нормального атмосферного давления.

Преодолеть это затруднение можно путем разбавления исследуемого гидрозоля водой. При этом, разумеется, анализ и особенно расчеты несколько усложняются.

Возьмем две одинаковые навески «$p$» тщательно измельченной ткани растения, содержащей «$a$» % воды. Прибавим к одной из них «$A_1$», а ко второй—«$A_2$» $z$ воды. При этом «$A_2$» должно быть больше «$A_1$». Получим две коллоидные системы с различным соотношением в них свободной и связанной воды, но с равным общим количеством растворенных в межмицеллярной жидкости веществ, концентрация которых, соответственно, будет «$b_1$» и «$b_2$», причем $b_1 > b_2$.

Это по существу такие же равновесные системы, как и в случае использования жидкой кашицы растертой ткани растения, с той лишь разницей, что теперь не одна, а обе они разбавлены водой, хотя и в неодинаковой степени. Поэтому для расчета содержания свободной воды в первой системе (с меньшим разбавлением) вполне применима выведенная нами формула III, в которой, однако, общее содержание воды (1) следует заменить выражением

$$A_1 + \frac{ap}{100} z,$$

а вместо величины «$A$» подставить соответствующую ей по смыслу разность «$A_2 - A_1$». В результате формула III принимает следующий вид:

$$x_1 = \frac{(b_1 - b_2)(100A_1 + ap)^2}{100b_2(A_2 - A_1)(100 - b_1)} z, \qquad (V)$$

где $x_1$—количество свободной воды в первой коллоидной системе.

Отсюда из уравнения

$$\frac{(b_1 - b_2)(100A_1 + ap)^2}{100b_2(A_2 - A_1)(100 - b_1)} \cdot \frac{b_1}{100 - b_1} = \frac{b_2 x_2}{100 - b_2}$$

находим количество свободной воды ($x_2$) во второй системе

$$x_2 = \frac{b_1(b_1 - b_2)(100 - b_2)(100A_1 + ap)^2}{100b_2^2(A_2 - A_1)(100 - b_1)^2} z. \qquad (VI)$$



Принимая во внимание, что всего воды в первой системе находится

$$\frac{100A_1 + ap}{100} z,$$

а во второй—

$$\frac{100A_2 + ap}{100} z,$$

запишем количество свободной ее формы в % от общего содержания.

Для первой системы имеем

$$c_1 = \frac{100(b_1 - b_2)(100A_1 + ap)}{b_2(A_2 - A_1)(100 - b_1)} \%, \qquad (VII)$$

для второй—

$$c_2 = \frac{100b_1(b_1 - b_2)(100 - b_2)(100A_1 + ap)^2}{b_2^2(100 - b_1)^2(A_2 - A_1)(100A_2 + ap)} \%. \qquad (VIII)$$

Разница в содержании свободной воды между второй и первой системами «$x_2 - x_1$», возникающая в результате дополнительного разбавления гидрозоля, соответствует изменению процентного ее содержания по отношению ко всей воде на «$c_1 - c_2$» %. Будем теперь уменьшать количество свободной воды в первой системе до тех пор, пока ее не останется «$x_0$» $z$, т. е. именно столько, сколько фактически имеется в неразбавленном гидрозоле. При этом процентное содержание ее увеличится по сравнению с первой системой на

$$\frac{(x_1 - x_0)(c_1 - c_2)}{x_2 - x_1} \%,$$

а всего свободной воды в навеске растительной ткани будет

$$c_1 + \frac{(x_1 - x_0)(c_1 - c_2)}{x_2 - x_1},$$

или

$$100x_0 : \frac{ap}{100} \%$$

от общего содержания.

Из уравнения

$$c_1 + \frac{(x_1 - x_0)(c_1 - c_2)}{x_2 - x_1} = \frac{10000x_0}{ap}$$

находим искомое количество свободной формы воды

$$x_0 = \frac{ap(x_2c_1 - x_1c_2)}{10000(x_2 - x_1) + ap(c_1 - c_2)} z.$$

Если буквы $x_1$, $x_2$, $c_1$ и $c_2$ заменить соответствующими значениями их, приведенными в уравнениях V, VI, VII и VIII, получим формулу расчета количества свободной воды в граммах

$$x_0 = \frac{ap\,b_1(b_1 - b_2)(100A_1 + ap)^2(100 - b_2)}{100b_2(100 - b_1)[A_2b_1(100A_1 + ap)(100 - b_2) - (100 - b_1)(100A_2 + ap)A_1b_2]} \qquad (IX)$$

или в % к общему содержанию в навеске $p$:

$$c_0 = \frac{100b_1(b_1 - b_2)(100A_1 + ap)^2(100 - b_2)}{b_2(100 - b_1)[A_2b_1(100A_1 + ap)(100 - b_2) - (100 - b_1)(100A_2 + ap)A_1b_2]} \%$$

Сумму водорастворимых веществ здесь так же, как и в ранее разобранном нами случае, можно вычислить по формуле II, подставив вместо выражения 1 правую часть уравнения V. При этом величина «$b_0$», естественно, должна быть заменена величиной «$b_1$». Таким образом, количество кристаллоидов в исследуемом объекте составит

$$\frac{b_1 (100A_1 + ap)^2 (b_1 - b_2)}{100b_2 (A_2 - A_1) (100 - b_1)^2} z, \qquad (X)$$

а сухой вес нерастворяющей массы (коллоидов)—

$$p - \frac{ap}{100} - \frac{b_1 (100A_1 + ap)^2 (b_1 - b_2)}{100b_2 (A_2 - A_1) (100 - b_1)^2} z. \qquad (XI)$$

Зная количество свободной формы воды (IX) в навеске и содержание в ней кристаллоидов (X), легко рассчитать концентрацию последних «$b_0$» и, следовательно, определить осмотическое давление наружного раствора, эквивалентное водоудерживающей силе коллоидов.

Выведенная нами формула для расчета количества свободной воды в растениях с низкой общей оводненностью тканей может быть использована и в работе с сочными объектами, когда достаточно разбавление только одной из двух параллельных навесок. Тогда $A_1=0$ и формула IX после необходимых преобразований обращается в формулу III. Аналогичные преобразования возможны и с уравнениями XI и IV.

Другими словами, описанный выше способ определения гидрофильности коллоидов в жидкой кашице растертой ткани растения есть частный случай изложенного здесь общего методического принципа, основанного на учете разности концентраций водорастворимых веществ в двух равновесных системах с различной степенью разбавления.

## Выбор оптимальных условий опыта и техника выполнения анализа

Необходимо было экспериментально подтвердить пригодность разработанного нами метода с тем, чтобы выявить источники возможных погрешностей и ошибок, возникающих в процессе разбавления и рефрактометрирования водных вытяжек. Но первоначально такого рода проверке были подвергнуты чистые растворы различной концентрации, не содержащие коллоидов.

В небольшие колбочки с заранее известным весом наливали 4, 17 и 34,4% растворы сахарозы. Колбы взвешивали на технических весах, к содержимому прибавляли дистиллированную воду и снова взвешивали; при помощи рефрактометра определяли концентрацию разбавленных растворов. По формуле III вычисляли количество воды ($x_0$), содержащейся в данной навеске ($p$) исходного раствора сахарозы.

Приведенные в таблице 1 данные показывают, что величина относительной ошибки опыта зависит от степени разбавления раствора и его начальной концентрации. Чем меньше количество прибавляемой воды к данной навеске раствора и чем выше его концентрация, тем выше и точность определения. Это объясняется тем, что даже при самом тщательном отсчете показателя преломления концентрацию исследуемого раствора можно установить с точностью лишь до 0,1% на рефрактометре типа Аббе или до 0,03% на прецизионном рефрактометре типа РПЛ (Б. В. Иоффе, 1956). Относительная погрешность отсчета, естественно, будет уменьшаться с возрастанием абсолютных значений измеряемых концентраций.



*Таблица 1*

**Определение количества воды в сахарных растворах путем их разбавления и последующего рефрактометрирования**

| Варианты опыта | Исходный раствор сахарозы: концентрация (%) | Исходный раствор сахарозы: содержание воды (%) | Исходный раствор сахарозы: навеска (г) | Вес воды (г), прибавляемой к исходному раствору | Концентрация разбавленного раствора (%) | Содержание воды (г) в данной навеске исходного раствора: вычисленное | Содержание воды (г) в данной навеске исходного раствора: фактическое | Разница между найденным и фактическим содержанием воды: абсолютн. | Разница между найденным и фактическим содержанием воды: относит. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $b_0$ | $a$ | $p$ | $A$ | $b$ | $x_0$ | $\frac{ap}{100}$ | (г) | (%) |
| I | 4,0 | 96,0 | 32,18 | 10,85 | 3,0 | 30,54 | 30,89 | —0,35 | 1,13 |
| II | 4,0 | 96,0 | 25,06 | 24,72 | 2,0 | 24,39 | 24,06 | +0,33 | 1,37 |
| III | 4,0 | 96,0 | 20,30 | 41,47 | 1,3 | 19,82 | 19,49 | +0,33 | 1,69 |
| I | 17,0 | 83,0 | 28,39 | 7,41 | 13,5 | 23,40 | 23,56 | —0,16 | 0,68 |
| II | 17,0 | 83,0 | 26,07 | 21,36 | 9,3 | 21,87 | 21,64 | +0,23 | 1,07 |
| III | 17,0 | 83,0 | 23,00 | 40,68 | 6,2 | 18,80 | 19,09 | —0,29 | 1,52 |
| I | 34,4 | 65,6 | 31,70 | 22,46 | 20,1 | 20,88 | 20,80 | +0,08 | 0,38 |
| II | 34,4 | 65,6 | 22,54 | 29,32 | 15,0 | 14,71 | 14,79 | —0,08 | 0,54 |
| III | 34,4 | 65,6 | 21,47 | 54,30 | 9,8 | 13,97 | 14,08 | —0,11 | 0,78 |

Любые два из представленных в таблице 1 трех вариантов разбавления могут быть использованы также и для соответствующих вычислений с помощью формулы IX. Здесь важно только, чтобы первый из двух сравниваемых растворов имел меньшую степень разбавления, чем второй. Этому условию удовлетворяет сопоставление первого варианта со вторым, второго с третьим и первого с третьим.

Однако прежде чем приступить к вычислениям, необходимо было произвести некоторые предварительные пересчеты имеющихся данных.

Дело в том, что формула IX справедлива лишь в том случае, когда параллельные навески ($p$) исследуемого материала совершенно одинаковы. В противном случае они должны быть приведены к равным показателям путем пересчета количества прибавляемой к ним воды таким образом, чтобы сохранить соответствующую эксперименту степень разбавления исходного раствора. Как известно, концентрация смеси зависит не от абсолютных количеств, а от соотношения входящих в ее состав компонентов (в данном случае раствора и воды).

В таблице 2 навеска исходного раствора сахарозы всюду принималась равной 10,0 г. В зависимости от этого изменялись цифровые значения количества прибавляемой воды ($A_1$ и $A_2$), хотя степень разбавления и, следовательно, концентрация разбавленных растворов ($b_1$ и $b_2$) в каждом варианте опыта оставались неизменными.

Полученные результаты свидетельствуют о пригодности и этого способа определения количества воды в чистых растворах сахарозы. Хотя величина относительной ошибки здесь иногда достигает 3%, она так же, как и в предыдущем случае, обусловливается, главным образом, недостаточной точностью показаний рефрактометра.

Использование в аналогичных опытах растительных объектов создает дополнительные источники ошибок при определении концентрации водорастворимых веществ. Одним из факторов, обеспечивающих точное изме-

рение показателя преломления, является четкость граничной линии полного внутреннего отражения в поле зрения рефрактометра. Этого можно добиться лишь при исследовании совершенно прозрачной жидкости. Чистый раствор, свободный от взвешенных частиц, легко получить при помощи обыкновенной глазной пипетки с резиновым баллончиком. В оттянутый конец такой пипетки плотно вкладывают штапелек ваты, баллончик сжимают и пипетку опускают в суспензию растительной ткани. Через одну—две минуты набирается несколько капель прозрачного раствора, пригодного для рефрактометрирования.

*Таблица 2*

**Определение содержания воды в растворах сахарозы по разности концентраций между двумя параллельными растворами с различной степенью разбавления**

| Сопоставляемые варианты опыта | Содержание воды в исходном растворе (%) | Первое разбавление | | Второе разбавление | | Содержание воды в 10 г исходного раствора (г) | | Разница между найденным и фактическим содержанием воды | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | количество воды (г) | концентрация (%) | количество воды (г) | концентрация (%) | вычисленное | фактическое | абсолютная (г) | относительная (%) |
| | $a$ | $A_1$ | $b_1$ | $A_2$ | $b_2$ | $x_0$ | $\frac{ap}{100}$ | | |
| **Концентрация исходного раствора ($b_0$)—4,0%** | | | | | | | | | |
| I—II | 96,0 | 3,37 | 3,0 | 9,86 | 2,0 | 9,84 | 9,60 | +0,24 | 2,50 |
| II—III | 96,0 | 9,86 | 2,0 | 20,43 | 1,3 | 9,67 | 9,60 | +0,07 | 0,73 |
| I—III | 96,0 | 3,37 | 3,0 | 20,43 | 1,3 | 9,81 | 9,60 | +0,21 | 2,19 |
| **Концентрация исходного раствора ($b_0$)—17,0%** | | | | | | | | | |
| I—II | 83,0 | 2,61 | 13,5 | 8,19 | 9,3 | 8,45 | 8,30 | +0,15 | 1,80 |
| II—III | 83,0 | 8,19 | 9,3 | 17,69 | 6,2 | 8,05 | 8,30 | —0,25 | 3,00 |
| I—III | 83,0 | 2,61 | 13,5 | 17,69 | 6,2 | 8,19 | 8,30 | —0,11 | 1,33 |
| **Концентрация исходного раствора ($b_0$)—34,4%** | | | | | | | | | |
| I—II | 65,6 | 7,09 | 20,1 | 13,01 | 15,0 | 6,48 | 6,56 | —0,08 | 1,21 |
| II—III | 65,6 | 13,01 | 15,0 | 25,29 | 9,8 | 6,54 | 6,56 | —0,02 | 0,30 |
| I—III | 65,6 | 7,09 | 20,1 | 25,29 | 9,8 | 6,49 | 6,56 | —0,07 | 1,06 |

Другим важным фактором, от которого может зависеть точность и воспроизводимость результатов анализа, является продолжительность настаивания объекта с водой. Этого времени должно быть достаточно, чтобы в коллоидной системе установилась равновесная концентрация водорастворимых веществ.

С целью выяснения оптимальной продолжительности настаивания измельченную ткань растений помещали в дистиллированную воду на различные сроки—от 15 минут до 3 часов. Концентрацию водных вытяжек определяли с помощью рефрактометра Аббе.

Для большинства изученных нами растений равновесная концентрация наружного раствора в разбавленных гидрозолях устанавливается через 1,5—2 часа после их приготовления. Она остается стабильной и в течение следующего часа. В дальнейшей работе мы, руководствуясь данными таблицы 3, принимали продолжительность настаивания исследуемых объектов в воде, равной двум часам.



*Таблица 3*

**Влияние продолжительности настаивания на изменение концентрации водорастворимых веществ в суспензии растительной ткани**

| Наименование объектов | Концентрация водорастворимых веществ (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15 минут | 30 минут | один час | полтора часа | два часа | три часа |
| Картофель—клубни . . . | 2,1 | 2,3 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 2,8 |
| Лук репчатый — луковица . | 4,7 | 5,1 | 5,2 | 5,3 | 5,4 | 5,4 |
| Аукуба японская — листья . | 4,0 | 4,3 | 4,5 | 4,8 | 4,8 | 4,7 |
| Абрикос — листья . . . . | 4,7 | 4,9 | 5,0 | 5,1 | 5,2 | 5,3 |
| Абрикос — цветочные почки | 4,0 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,4 | 4,4 |
| Абрикос — однолетние побеги . . . . . | 3,0 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 |
| Дуб каменный — листья . . | 4,8 | 4,9 | 5,0 | 5,2 | 5,3 | 5,3 |

Как известно, для определения связанной воды по методу А. В. Думанского необходимо знать вес исходного раствора сахарозы. Взвешивание сахарного раствора в бюксах или пробирках требует применения технических или аналитических весов, что значительно усложняет анализ. Упростить эту операцию можно было бы, заменив взвешивание точным отмериванием объема индикатора при помощи микропипетки или микробюретки. Однако перевод объемных показателей в весовые здесь вызвал бы ряд затруднений, связанных с необходимостью учета его удельного веса, производства специальных расчетов и т. п. Кроме того, точное отмеривание крепких растворов сахарозы, обладающих значительной вязкостью, едва ли вообще возможно.

В случае работы с дистиллированной водой, как это имеет место в предлагаемом нами методе, все указанные трудности, естественно, отпадают. Задача заключается лишь в том, чтобы выяснить, насколько такое упрощение анализа отражается на его результатах.

Оказалось, что вес точно отмеренного объема воды имеет некоторые расхождения в повторностях, которые, однако, практически не влияют на величину концентрации водной вытяжки. Следовательно, отказавшись от взвешивания наполненных водой бюксов или пробирок, мы тем самым в значительной степени упрощаем технику аналитической работы, которая, благодаря этому, становится легко выполнимой даже в полевых условиях.

Наиболее трудоемкими и ответственными операциями являются измельчение растительного материала и взятие навески. От качества и быстроты их выполнения во многом зависит успех анализа. Опыт показывает, что измельчение и растирание большого количества мало оводненных и грубых тканей растений занимает довольно много времени, в продолжение которого неизбежно значительное их подсушивание. Поэтому лучше ограничиваться небольшими навесками, заботясь в первую очередь о тщательном усреднении пробы и увеличивая при необходимости число повторений.

Взвешивание измельченной ткани растения удобно производить на торзионных весах, позволяющих с минимальной затратой времени брать требуемую навеску с точностью до 1 *мг*. Торзионные весы выпускаются нашей промышленностью с максимальной нагрузкой до 0,5 или 1,0 *г*. Срав-

нительно небольшие количества исследуемого материала порядка 0,4—0,5 *г* в трех повторностях вполне достаточны для анализа и дают хорошо воспроизводимые результаты.

Это подтверждается приведенными в таблице 4 данными по определению степени гидрофильности коллоидов корня моркови. В одном из вариантов разбавления, когда навеска мязги в 4 раза превышала объем взятой для ее разведения воды, отклонения повторностей от средней арифметической колебались в пределах от 2,1 до 4,5%, а в среднем не превышали 3%. По мере увеличения степени разбавления величина этих отклонений соответственно возрастала.

Здесь мы встречаемся с проявлением той же закономерности, которая была нами отмечена в опытах с чистыми растворами сахарозы. Однако в коллоидных системах различные количества воды, прибавляемые к данной навеске исследуемого материала, влияют не только на точность и воспроизводимость результатов, но и на абсолютную их величину. Чем меньше степень разбавления мязги, тем больше определяемый коэффициент гидратации коллоидов. Очевидно, для получения сравнимых данных необходимо во всех вариантах опыта, равно как и в повторностях, соблюдать постоянные соотношения между навеской ткани и объемом приливаемой к ней воды.

*Таблица 4*

**Изменение гидрофильности коллоидов корня моркови в зависимости от количества прибавляемой в опыте воды**

| № повторностей | Данные, получаемые в ходе анализа: концентрация до разбавления (%) $b_0$ | навеска мязги (*г*) $p$ | количество прибавляемой воды (*мл* или *г*) $A$ | концентрация после разбавления (%) $b$ | общее содержание воды в % на сырой вес $a$ | Расчетные данные: Содержание воды (*г*): всего $\frac{ap}{100}$ | в том числе: свободной $x_2$ | связанной $\frac{ap}{100}-x_0$ | сухой вес нерастворяющей массы (*г*) | гидрофильность (*г* связанной воды на 1 *г* коллоидов) | Отклонение от средней арифметической: абсолютное (*г*) | относительное (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Степень разбавления 4:1 (отношение p/A=4)** | | | | | | | | | | | | |
| I | 12,2 | 0,443 | 0,11 | 10,1 | 86,4 | 0,383 | 0,316 | 0,067 | 0,016 | 4,188 | 0,090 | 2,10 |
| II | 12,1 | 0,401 | 0,10 | 10,1 | 86,6 | 0,347 | 0,271 | 0,076 | 0,017 | 4,471 | 0,193 | 4,51 |
| III | 12,1 | 0,480 | 0,12 | 10,0 | 86,7 | 0,416 | 0,345 | 0,071 | 0,017 | 4,176 | 0,102 | 2,38 |
| Среднее из трех повторностей | | — | | | 86,6 | — | — | — | — | 4,278 | 0,128 | 2,99 |
| **Степень разбавления 2:1 (отношение p/A=2)** | | | | | | | | | | | | |
| I | 12,2 | 0,456 | 0,23 | 8,5 | 86,4 | 0,394 | 0,335 | 0,059 | 0,016 | 3,688 | 0,041 | 1,10 |
| II | 12,1 | 0,495 | 0,25 | 8,4 | 86,6 | 0,429 | 0,369 | 0,060 | 0,015 | 4,000 | 0,271 | 7,27 |
| III | 12,1 | 0,477 | 0,24 | 8,3 | 86,7 | 0,414 | 0,372 | 0,042 | 0,012 | 3,500 | 0,229 | 6,14 |
| Среднее из трех повторностей | | — | | | 86,6 | — | — | — | — | 3,729 | 0,180 | 4,83 |
| **Степень разбавления 1:1 (отношение p/A=1)** | | | | | | | | | | | | |
| I | 12,2 | 0,435 | 0,44 | 6,2 | 86,4 | 0,376 | 0,354 | 0,022 | 0,010 | 2,200 | 0,200 | 8,33 |
| II | 12,1 | 0,480 | 0,48 | 6,2 | 86,6 | 0,416 | 0,390 | 0,026 | 0,010 | 2,600 | 0,200 | 8,33 |
| III | 12,1 | 0,492 | 0,49 | 6,2 | 86,7 | 0,427 | 0,403 | 0,024 | 0,010 | 2,400 | 0,000 | 0,00 |
| Среднее из трех повторностей | | — | | | 86,6 | — | — | — | — | 2,400 | 0,133 | 5,55 |



Таким образом, определение степени гидрофильности коллоидов растений сводится к следующему.

Из тщательно отобранной средней пробы растений берут навеску для определения общего содержания воды ($a$) путем высушивания при 100—105°С до постоянного веса. Остальную часть пробы растирают в фарфоровой ступке и на торзионных весах берут две одинаковые навески ($p$), каждую из которых помещают в чистые и сухие пробирки диаметром 10—12 и высотой 30 *мм*.

При помощи микропипетки или микробюретки к содержимому пробирок приливают дистиллированную воду в таком количестве, чтобы степень разбавления мязги в первой из них оказалась меньше, чем во второй ($A_1<A_2$). Разумеется, последовательность этих операций можно изменить, наполняя пробирки сначала водой, а затем растертой массой растения. Важно проводить эту работу по возможности быстро, чтобы избежать подсушивания исследуемого образца.

Гораздо проще работать с сочными тканями растений, так как при этом водой ($A$) разбавляется только одна навеска ($p$) мязги. Для установления концентрации воднорастворимых веществ ($b_0$) непосредственно в растертой массе растения можно использовать любое произвольное количество последней.

Содержимое пробирок перемешивают тонкой стеклянной палочкой и оставляют на два часа, предварительно плотно закрыв их пробками. После настаивания из суспензии набирают несколько капель раствора, помещают на призму рефрактометра и определяют показатель преломления. С помощью специальных таблиц находят концентрацию воднорастворимых веществ ($b_0$ и $b$, или $b_1$ и $b_2$).

Полученные цифровые данные подставляют в соответствующие формулы (I, III, IV или IX, XI) и вычисляют содержание общей и свободной воды, абсолютно сухой вес и степень гидратации нерастворяющей массы (коллоидов). Пример записи результатов анализа и расчета гидрофильности коллоидов растений показан в приведенной выше таблице 4.

## Сравнительная оценка двух рефрактометрических методов с применением и без применения индикатора

В зимний период 1960/61 гг. нами проводилось изучение гидрофильных свойств коллоидов в цветочных почках, листьях, цветках и однолетних побегах некоторых плодовых и других древесных пород, произрастающих в Государственном Никитском ботаническом саду. В опыты включали также растения с сочными органами, а именно суккуленты, корнеплоды, луковицы, клубни и т. п. У этих последних количество свободной формы воды определяли по первому варианту метода, причем навеска растертой ткани в 4 раза превышала объем приливаемой к ней воды. Первоначальную концентрацию воднорастворимых веществ устанавливали непосредственно в мязге исследуемого объекта. В остальных случаях использовали второй вариант разработанного нами метода с разбавлением водой двух параллельных навесок измельченной ткани. При этом одна из них разбавлялась в отношении 1:1, а другая—1:2.

Параллельно на том же материале степень гидрофильности определяли обычным рефрактометрическим методом (А. С. Вечер, 1950) с применением в качестве индикатора раствора сахарозы в концентрации 69,7—70,0%.

Из приведенных в таблице 5 данных видно, что степень гидратации коллоидов весьма различна у разных растений и отдельных частей их.

*Таблица 5*

**Определение гидрофильности коллоидов растений рефрактометрическим методом с применением и без применения индикатора**

| Наименование объектов | Общее содержание воды в % на сырой вес | Числа гидратации (г воды на 1 г сухой нерастворяющей массы) | | Водоудерживающие силы коллоидов | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | с индикатором | без индикатора | равновесная концентрация (%) | осмотическое давление (атм.) |
| Алоэ — листья | 96,6 | 10,300 | 19,529 | 2,75 | 2,14 |
| Морковь — корень | 86,6 | 5,652 | 4,278 | 12,10 | 10,23 |
| Лук репчатый — луковица | 81,8 | 4,783 | 3,655 | 17,00 | 15,30 |
| Миндаль — цветки | 74,8 | 1,604 | 1,289 | 9,00 | 7,33 |
| Картофель — клубни | 78,9 | 1,339 | 0,775 | 7,55 | 6,00 |
| Персик — цветочные почки | 58,0 | 0,515 | 0,554 | 10,39 | 8,58 |
| Миндаль — цветочные почки | 56,8 | 0,497 | 0,319 | 12,10 | 10,23 |
| Миндаль — однолетние побеги | 52,6 | 0,415 | 0,301 | 12,64 | 10,75 |
| Персик — однолетние побеги | 56,7 | 0,347 | 0,205 | 16,30 | 14,54 |
| Мушмула восточная — листья | 48,0 | 0,336 | 0,194 | 18,18 | 16,69 |
| Абрикос — однолетние побеги | 46,2 | 0,307 | 0,159 | 15,65 | 13,85 |
| Абрикос — цветочные почки | 49,5 | 0,228 | 0,119 | 17,41 | 15,74 |
| Дуб каменный — листья | 42,8 | 0,211 | 0,107 | 19,32 | 18,10 |
| Дуб каменный — почки | 44,8 | 0,176 | 0,079 | 18,57 | 17.16 |

Наибольшей оводненностью отличаются коллоиды листьев алоэ и других сочных огранов растений, а также цветки миндаля. Наименьшее количество воды удерживают почки и листья дуба каменного.

Однако характеристика водоудерживающей способности растительной ткани будет неполной, если ограничиться только количественными показателями. Как правильно отмечает М. М. Тюрина (1957), без указания силы связывания количество удерживаемой коллоидами воды есть величина неопределенная.

Разработанный нами метод позволяет ответить и на этот вопрос. Действительно, несмотря на высокую гидратацию коллоидов листьев алоэ, их водоудерживающие силы, выраженные в атмосферах осмотического давления, крайне невелики. Наоборот, у лука репчатого они достаточно высокие, хотя количество воды, удерживаемой единицей сухого веса коллоидов, в несколько раз меньше, чем у алоэ. Незначительная гидратация коллоидов в почках и листьях дуба каменного как бы компенсируется повышенной величиной осмотического давления.

Не этим ли объясняется часто наблюдающееся несоответствие между содержанием в растениях коллоидно-связанной воды и степенью устойчивости их к неблагоприятным условиям среды? Если гидратация коллоидов протоплазмы является фактором их агрегативной устойчивости, то, казалось бы, чем выше этот показатель, тем устойчивее должно быть растение.

В действительности имеющийся в литературе экспериментальный материал иногда не подтверждает этого вывода, особенно в отношении холодовыносливости растений. Нередко высокая степень гидрофильности коллоидов сочетается с чрезвычайно низкой морозостойкостью.



Известно, что цветочные почки и однолетние побеги плодовых пород более устойчивы к морозу, нежели распустившиеся цветки (Э. Кеммер, Ф. Шульц, 1958). Между тем, гидрофильность коллоидов выше именно у последних, что подтверждается данными таблицы 5 на примере миндаля. Довольно хорошо гидратированы и коллоиды клубней картофеля, хотя общеизвестна их высокая чувствительность к отрицательным температурам.

Мы далеки от попыток объяснять такое сложное явление, как морозоустойчивость растений, исключительно с точки зрения гидрофильных свойств их тканей. В то же время характеристика растений по этому признаку, но обязательно с учетом водоудерживающих сил коллоидов, по-видимому, заслуживает внимания. Это позволит во всяком случае пересмотреть полученные по этому вопросу многочисленные экспериментальные данные, часто весьма неопределенные и даже противоречивые.

Особый интерес представляет сравнительная оценка двух рефрактометрических методов с применением и без применения индикатора. Чтобы облегчить такое сравнение, объекты исследования в таблице 5 специально были размещены в порядке уменьшения чисел гидратации. Легко убедиться, что эта последовательность оказывается неизменной по отношению к обоим методам определения. Разумеется, абсолютные значения чисел гидратации не совпадают. Но этого и трудно было ожидать, поскольку оба метода позволяют судить лишь об относительной способности растительной ткани связывать воду в данных условиях и не дают представления о фактическом соотношении в ней свободной и связанной воды. Как правило, новый метод дает более низкие показатели гидрофильности, чем индикаторный метод А. В. Думанского.

Аналогичные результаты получены были весной 1961 года на листьях и хвое некоторых древесных и кустарниковых пород (см. таблицу 6). Условия опыта в основном не изменялись, за исключением количества воды, прибавляемой ко второй параллельной навеске растения. В отличие от

*Таблица 6*

**Гидрофильность коллоидов в листьях и хвое некоторых древесных и кустарниковых пород, определяемая рефрактометрическим методом с применением и без применения индикатора**

| Наименование объектов | Общее содержание воды в % на сырой вес | Числа гидратации (г воды на 1 г сухой нерастворяющей массы) | | Водоудерживающие силы коллоидов | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | с индикатором | без индикатора | равновесная концентрация (%) | осмотическое давление (атм.) |
| Лавровишня лекарственная | 60,2 | 0,755 | 0,478 | 15,96 | 14,18 |
| Каштан конский | 75,6 | 0,629 | 0,429 | 7,29 | 5,79 |
| Аукуба японская | 69,3 | 0,517 | 0,310 | 13,38 | 11,47 |
| Калина вечнозеленая | 55,2 | 0,458 | 0,255 | 20,65 | 19,74 |
| Кизильник Генри | 50,3 | 0,455 | 0,208 | 22,97 | 22,86 |
| Кипарис гималайский | 51,5 | 0,452 | 0,191 | 17,30 | 15,61 |
| Ель гималайская | 52,9 | 0,451 | 0,182 | 17,53 | 15,88 |
| Магнолия крупноцветная | 55,7 | 0,413 | 0,123 | 22,35 | 21,95 |
| Туя гигантская | 48,9 | 0,326 | 0,104 | 19,84 | 18,74 |
| Смородина кустистая | 76,3 | 0,179 | 0,074 | 13,26 | 11,35 |
| Пихта нумидийская | 56,5 | 0,167 | 0,061 | 16,54 | 14,77 |
| Бамбук зелено-голубой | 53,0 | 0,140 | 0,022 | 21,71 | 21,12 |

предыдущих опытов к 400 *мг* мязги приливали не 0,80, а 0,60 *мл* дистиллированной воды.

Таким образом, разработанный нами метод применим к самым разнообразным растительным объектам, отличающимся как общей оводненностью тканей, так и характером их гидрофильных свойств. Преимуществом его по сравнению с индикаторным является прежде всего значительное упрощение техники выполнения анализа. Последнее стало возможным, благодаря использованию в опытах дистиллированной воды, вместо неудобного в работе концентрированного раствора сахарозы. При помощи этого метода можно определять не только количество коллоидно-связанной воды, отнесенной к единице веса сухой нерастворяющей массы, но и величину водоудерживающей силы коллоидов.

## ВЫВОДЫ

1. Разработан новый рефрактометрический метод определения степени гидратации коллоидов растений без применения индикатора. В основу метода положена способность гидрофильных коллоидов поглощать различные количества воды в зависимости от общего ее содержания в системе.

2. Выведены формулы для расчета количества свободной формы воды и содержания сухой нерастворяющей массы (коллоидов). Принцип расчета основан на учете разности концентраций воднорастворимых веществ в двух равновесных системах с различной степенью разбавления.

3. Метод позволяет определять как степень гидратации коллоидов, так и величину их водоудерживающей силы, выраженной в атмосферах осмотического давления.

## ЛИТЕРАТУРА


Алексеев А. М. Водный режим растения и влияние на него засухи. Казань, 1948.

Алексеев А. М. Вопросы водного режима растений. Проблемы ботаники, вып. 1, 1950.

Алексеев А. М. Зависимость фотосинтеза от состояния воды в листе. Уч. зап. Казанск. Гос. ун-та, т. 114, № 8, 1954.

Алексеев А. М. и Гусев Н. А. Влияние минерального питания на водный режим растений. Изд. АН СССР, М., 1957.

Вальтер О. А., Пиневич Л. М., Варасова Н. Н. Практикум по физиологии растений с основами биохимии. Сельхозгиз, 1957.

Васильева Н. Г. О соотношении свободной и связанной воды в листьях растений в связи с их засухоустойчивостью. Физиология растений, т. 2, вып. 3, 1955.

Вечер А. С. О формах и содержании воды в пластидах. Биохимия, т. 15, вып. 1, 1950.

Генкель П. А. Устойчивость растений к засухе и пути ее повышения. Труды ин-та физиол. растений АН СССР, т. 5, вып. 1, 1946.

Генкель П. А. Физиология адаптации растений к засолению. Проблемы ботаники, вып. 1, 1950.

Генкель П. А. и Марголина К. П. О причинах устойчивости суккулентов к высоким температурам. Ботан. журнал, т. 33, № 1, 1948.

Гусев Н. А. Современное состояние работ по изучению водного режима растений и дальнейшее их развитие. В сб.: Биологич. основы орошаем. земледелия. Изд. АН СССР, М., 1957.

Гусев Н. А. Некоторые закономерности водного режима растений. Изд. АН СССР, М., 1959.

Гусев Н. А. Некоторые методы исследования водного режима растений. Л., 1960.

Думанский А. Применение трехугольных систем координат для графического изображения состояний коллоидной системы. Журнал Русск. физико-хим. о-ва при Ленинградск. ун-те, т. 62, вып. 7, 1930.

Думанский А. В. Вода в коллоидных системах. Изв. Гос. н.-и. ин-та коллоидной химии, вып. 2, 1934.

Думанский А. В. Учение о коллоидах. Дисперсность и коллоидное состояние вещества. ОНТИ, М., 1937.





Дюсе Г., Вандеваль Г. Поглощение воды отрезанными корнями. Физиол. растений, т. 7, вып. 4, 1960.

Ермаков А. И., Арасимович В. В., Смирнова-Иконникова М. И., Мурри И. К. Методы биохимического исследования растений. Сельхозгиз, 1952.

Иоффе Б. В. Руководство по рефрактометрии для химиков. Изд. Ленингр. ун-та, 1956.

Кеммер Э., Шульц Ф. Проблема морозоустойчивости плодовых культур. Изд. ИЛ, М., 1958.

Липатов С. М. Высокополимерные соединения (лиофильные коллоиды). Изд. АН БССР, 1943.

Максимов Н. А. Методика быстрого распознавания морозоустойчивости.. Семеноводство, № 13—14, 1931.

Маринчик А. Ф. Особенности физиологических процессов в связи с состоянием воды в листьях и продуктивностью сортов сахарной свеклы. В сб.: Биологич. основы орошаем. земледелия. Изд. АН СССР, 1957.

Матухин Г. Р. и Бойко Л. А. Об адаптации томатов к засолению почвы. Докл. АН СССР, т. 96, № 2, 1954.

Окунцов М. М. и Тарасова Е. Н. О состоянии воды в растении. Докл. АН СССР, т. 83, № 2, 1952.

Петинов Н. С. О значении физиологических показателей в поливном растениеводстве. Физиол. растений, т. 1, вып. 1, 1954.

Петров А. П. О фазности экзосмоса воды из живых тканей листа. Докл. АН СССР, т. 136, № 5, 1961.

Попов В. П. Методика рефрактометрического определения связанной воды в растениях. Коллоидный журн., т. 2, вып. 9—10, 1936.

Раскатов П. Б. Опыт количественного определения коллоидов у растений различных экологических типов. Тезисы докл. совещ. по физиол. растений, 1940.

Сказкин Ф. Д., Ловчиновская Е. И., Миллер М. С., Аникеев В. В. Практикум по физиологии растений. Изд. Сов. наука, 1958.

Слезев Г. К вопросу о связанной воде в овощах. Коллоидный журн., т. 3, вып. 3, 1937.

Тюрина М. М. Определение водоудерживающей способности растительных тканей. Физиол. растений, т. 4, вып. 4, 1957.

Чешева З. П. Методы определения связанной воды. Изв. Гос. н.-и. ин-та коллоидной химии, вып. 2, 1934.

Шахов А. А. Солеустойчивость растений. Изд. АН СССР, 1956.

Щепкина Т. В. Исследование пектиновых веществ как коллоидов у растений. Значение коллоидных веществ при засухе и других физиологических процессах. Ботан. журн., т. 18, № 3, 1933.


*E. A. YABLONSKY*

## STUDY ON HYDROPHILIC PROPERTIES OF PLANT COLLOIDS WITH AID OF REFRACTOMETER


### SUMMARY

A new refractometric method for determining the hydration degree of plant colloids without application of indicator—a sugar solution of certain concentration has been developed and is described here. As a basis for it there has been used the ability of hydrophilic colloids to absorb different water amounts depending on total its content in a system.

Principle of calculating amount of free water form and content of dry insoluble mass (of colloids) is based on calculation of concentration difference of water-soluble substances in two equilibrated systems with various degree of dilution.

The new method affords to determine both degree of colloid hydration and amount of their water holding force expressed in the osmotic pressure atmospheres.

*Ю. Е. СУДАКЕВИЧ*

# ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЗИМНЕЕ РАЗВИТИЕ ПОЧЕК ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

Динамика развития цветочной почки плодовых культур в холодный период года от начала осени до цветения уже давно является предметом изучения со стороны биологов, физиологов и других специалистов. Интерес к этому периоду жизни растений вполне понятен, поскольку в течение его происходят процессы формирования репродуктивных органов—основы будущего урожая; в это же время определяются периоды изменений морозостойкости растений и темпы их развития.

Очевидно, зимнее развитие почки происходит прежде всего под воздействием климатических факторов. Изучение этого процесса приобретает особо важное значение в условиях южного климата, где зимнее развитие активизируется относительно высокой температурой.

В советской и мировой литературе указанному вопросу уделяется много внимания; имеется большое количество научных трудов с описанием зимнего развития почки плодовых культур и влияния на него внешней среды. На последнее указывал И. В. Мичурин (1933). Однако в большинстве случаев роль климата дается в виде общих описаний с упоминанием о том, что в некоторые периоды растениям нужно охлаждение, в другие же, наоборот, нагрев и т. п. По Т. Д. Лысенко (1935, 1940), основная роль среди внешних воздействий на растение в период так называемого зимнего покоя принадлежит температуре. Результаты многих исследований подтверждают это (Л. И. Сергеев—1950, 1951, 1955; Н. Ф. Соколова—1939; Г. С. Есаян—1958; Г. К. Карпов—1957; Чендлер, Кимбал—1937 и др.). Необходимо считаться с тем, что так называемый период зимнего покоя фактически состоит из двух частей: первой, когда растение нуждается в пониженных положительных температурах, и второй, когда развитие почки заторможено отрицательными температурами. В случае неустойчивой южной зимы такое торможение повторяется с перерывами. В отношении первого из этих периодов некоторые авторы делают попытки определить величину этой пониженной температуры для разных культур. Однако в этом вопросе пока нет согласованных мнений: так, Я. И. Потапенко (1940) для древесных растений, Ю. Л. Гужев (1958) для плодовых, В. В. Петров (1953) для древесно-кустарниковых—считают, что температура необходимого охлаждения находится в пределах от +10° до 0° и даже «несколько ниже нуля». Кросса Рейно (1955) для миндаля называет диапазон от 0° до 7°, Чендлер и др. (1937) для плодовых деревьев—от 0° до 9°, Т. П. Петровская для древесно-кустарниковых—от «нескольких градусов мороза» до +5°, Г. С. Есаян (1958) для орехоплодных считает, что все тем-

пературы, превышающие +5°, активны. Некоторые авторы определяют период покоя не по температурным величинам, а по продолжительности в днях, иногда упоминая о значении температуры.

Между тем, точное изучение реакций растения на воздействия внешней среды необходимо для целей, связанных с селекцией и правильным районированием культур; для этого недостаточно общих описаний, необходимо конкретное числовое выражение (А. М. Шульгин, 1960). Именно такую цель ставит исследование, проводящееся в настоящее время в Никитском ботаническом саду.

В настоящей статье описывается этап исследования, охвативший ряд вопросов: выработку новой методики учета воздействия температуры на растение и расчеты этого воздействия; расчеты суммарного влияния комплекса тепло—свет; динамика зимнего развития почки в различных климатических условиях.

К настоящему времени исследование в этом объеме проведено по трем культурам: миндалю, абрикосу и персику.

Материалами исследования послужили многолетние фенологические наблюдения в Никитском саду и его отделении в степном Крыму (пос. Гвардейское), а также метеорологические наблюдения на тех же местах и за те же годы.

Первоначальные попытки определить периоды развития почки по обычным фенологическим фазам развития показали, что важные периоды зимнего развития происходят без внешних морфологических изменений и потому использование данных обычной фенологии (кроме фазы цветения) здесь неприемлемо. Например, первая внешняя фенофаза—набухание почки происходит при внутренней фазе образования одноклеточной пыльцы, т. е. значительно позже окончания периода, требующего охлаждения. Вследствие этого, в основу расчетов периодических воздействий факторов климата были положены фазы морфогенеза почек по С. И. Елманову (1959).

Это следующие фазы:

Органообразование цветка.
Развитие археспориальной ткани.
Редукционное деление.
Развитие одноклеточной пыльцы.
Развитие двуклеточной пыльцы.
Цветение.

Прежде всего, исследованию подверглось влияние температуры как, очевидно, наиболее важного фактора воздействия на растение в холодный период года. Влияние увлажнения оказалось возможным исключить на данном этапе исследования, т. к. в осенне-зимнее время в условиях Южного берега Крыма ежегодно наблюдается обилие осадков; ввиду этого, увлажнение в этот период принято считать ежегодно оптимальным.

Предварительные расчеты показали, что период потребности растений в пониженных температурах заканчивается в конце фазы редукционного деления. Это согласуется с исследованиями С. И. Елманова.

Отсюда был сделан вывод, что до редукционного деления активными должны быть температуры, не достигающие некоторого верхнего предела, более высокие же не могут быть активными.

Чтобы найти пределы активности температуры, были проведены расчеты по методу наименьших отклонений: за несколько лет был взят ряд наблюдений внутреннего развития почки миндаля от осеннего наступления средних температур, не превышавших определенного предела, до конца редукционного деления (по данным С. И. Елманова). Затем за тот же период были вычислены суммы положительных температур, не достигавших принятого верхнего предела. Этот предел находили так: по очереди брались различные температурные пределы, например, 6°, 7°С и т. д., и в каждом случае делались полные расчеты с определением степени отклонения данных каждого года от их среднего значения.



В конце концов определялся предел, при котором суммы температур каждого года были наиболее близки между собой, т. е. имели наименьшие отклонения от их средней.

Это был как бы ответ самого растения на вопрос, в каких пределах оно использует тепло на данной фазе своего развития. При помощи таких расчетов находились пределы, дававшие отклонения годовых сумм от средней, не превышавшие 2—3%. В следующей таблице показан пример таких расчетов для миндаля поздних сроков цветения.

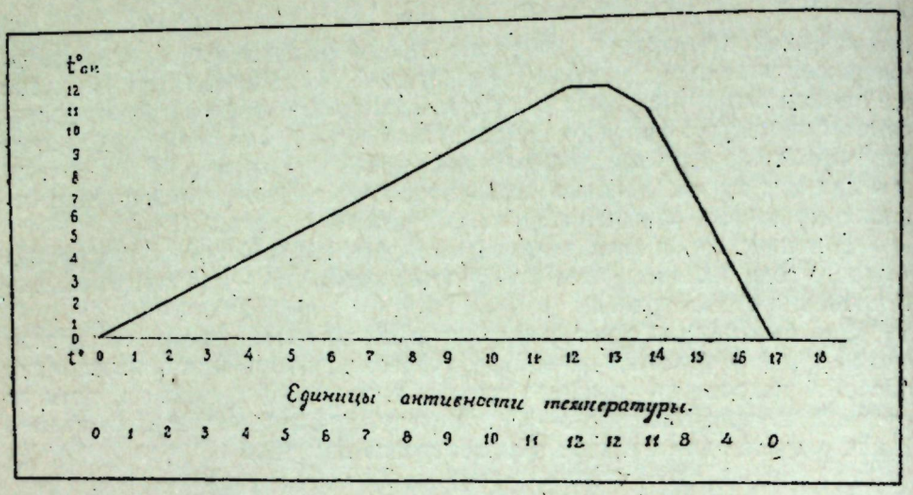
*Таблица 1.*

| Год | Конец редукционного деления | Сумма температур до конца редукционного деления | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | предел 19° | 18° | 17° | 16° | 15° |
| 1956—57 | 13/XII | 764 | 704 | 662 | 592 | 470 |
| 1957—58 | 20/XII | 797 | 719 | 664 | 580 | 453 |
| 1958—59 | 1/XII | 895 | 753 | 650 | 530 | 405 |
| 1959—60 | 24/XII | 796 | 708 | 637 | 558 | 463 |
| Среднее | 14/XII | — | — | — | — | — |
| Средний % отклонения по годам от средней суммы . . | — | 5,0 | 2,0 | 1,2 | 3,7 | 4,7 |

Здесь необходимо сказать, что суммы температур вычислялись не обычным способом, т. е. сложением всех средних суточных температур в определенных пределах. Такой подсчет привел бы к невероятному положению, когда чем выше температура, тем более представляется она активной, т. к. дает все большие суммы градусов. Это положение противоречит естественному ходу процессов в природе. Очевидно, в действительности активность температуры, как и всякое другое явление, должна иметь нулевые значения на обоих концах диапазона (холодном и теплом) и где-то между ними оптимальную (наибольшую) активность. Получается кривая в виде дуги. Положение точки наибольшей активности на ней было определено по академику Н. А. Максимову (1958), который указал, что оптимум полезного воздействия температуры на растение не совпадает с центром диапазона ее активности, а смещен примерно на две трети к правому (теплому) концу этого диапазона. Таким образом, например, для миндаля поздних сроков цветения получилась приведенная ниже кривая.

Аналогичные графики были построены в ходе исследования и для других культур и сортов.

Снятые с кривой величины, написанные в последней строчке, строго говоря, показывают уже не просто градусы температуры, а величины ее активности, которые и суммируются за периоды.




Таким образом были сделаны описанные выше расчеты сумм активных температур для первого периода зимнего развития цветочной почки, от осени до конца редукционного деления.

В данном случае под словами «начало осени» понимается осеннее снижение температуры ниже верхнего предела, установленного описанным выше способом для данной культуры и сорта. При этом всякий случай, когда температура была активной, т. е. находилась внутри установленных пределов, принимался в расчет (не считаясь с моментом «устойчивого перехода»), а все случаи, когда температура не укладывалась в эти пределы, отбрасывались.

Как указывалось выше, верхний предел активности температуры устанавливался по нескольким годам, по которым имелись данные определений внутренних фаз развития почки; в результате получались три показателя: верхний предел температуры в период необходимого охлаждения, оптимум активной температуры и средняя сумма активных температур, полученная за этот период. Эти показатели принимались для соответствующей группы сортов определенной культуры: раннецветущих и поздно цветущих.

Ниже приводятся результаты описанных вычислений за первый период зимнего развития почки, величины верхних пределов диапазона активных температур, оптимумы и суммы для миндаля, абрикоса и персика по группам сортов.

| | Верхний предел | Оптимум | Сумма активных температур |
|---|---|---|---|
| Миндаль раннецветущий . . | 18° | 12° | 530° |
| Миндаль поздно цветущий . | 17° | 12° | 650° |
| Абрикос раннецветущий . . | 8° | 6° | 210° |
| Абрикос поздно цветущий . . | 9° | 6° | 300° |
| Персик раннецветущий . . . | 12° | 10° | 350° |
| Персик среднецветущий . . . | 16° | 12° | 770° |



По этим данным производились дальнейшие расчеты уже с большими рядами (11—19 лет), где не имелось наблюдений внутренних фаз развития почек, а только обычные фенологические наблюдения. Для этого в каждом году определялась дата, когда по метеорологическим данным, обработанным описанным выше способом, накапливалась найденная ранее для данного сорта сумма температур до конца фазы редукционного деления; этот момент принимался за конец периода, когда растению требовались пониженные температуры. С этого момента и до фактической даты цветения подсчитывались обычным способом суммы всех среднесуточных температур, превышавших 0°. В данном случае верхние ограничения температуры снимались, т. к. считалось, что во втором периоде развития почки до цветения растение требует уже более высоких температур, вследствие чего все положительные температуры, возможные в весенний период, активны. Затем суммы активных температур обоих периодов складывались, и получалась полная сумма активных температур с осени до цветения. Пример результатов такой обработки показывает таблица 2.

*Таблица 2.*

**Суммы активных температур от осени до цветения по группам сортов миндаля**

| Год | Раннецветущие | | Поздно цветущие | |
|---|---|---|---|---|
| | сумма | % отклонения от средней нормы | сумма | % отклонения от средней нормы |
| 1935—36 | 1111 | 4 | — | — |
| 1936—37 | 1151 | 8 | 1170 | 0 |
| 1937—38 | 1024 | 4 | 1202 | 3 |
| 1938—39 | 1063 | 0 | 1186 | 1 |
| 1939—40 | 1030 | 3 | 1132 | 3 |
| 1940—41 | 1043 | 2 | 1131 | 3 |
| 1945—46 | 1031 | 3 | — | — |
| 1946—47 | 958 | 10 | 1128 | 4 |
| 1947—48 | 982 | 8 | 1172 | 0 |
| 1948—49 | 920 | 14 | 1007 | 14 |
| 1949—50 | 1106 | 4 | 1324 | 13 |
| 1950—51 | 1047 | 2 | 1246 | 6 |
| 1951—52 | 1113 | 4 | 1204 | 3 |
| 1952—53 | 1128 | 6 | 1231 | 5 |
| 1953—54 | 926 | 13 | 956 | 18 |
| 1954—55 | 1145 | 7 | 1297 | 11 |
| 1956—57 | 1074 | 1 | 1123 | 4 |
| 1957—58 | 1181 | 11 | — | — |
| 1958—59 | 1192 | 12 | 1244 | 6 |
| Среднее . . . | 1064 | 6,1 | 1172 | 5,9 |

Специально поставленный опыт подтвердил показанные в таблице расчеты. Зимой 1959—60 г. заведующий отделом субтропических культур Никитского сада А. А. Рихтер периодически вносил в теплицу с откры-

того воздуха кадки с трехлетними растениями миндаля двух сортов: раннецветущего Дагестанский 2661 и поздно цветущего Итальянец 2. До 5 октября, т. е. за время пребывания растений на воздухе накопилось только 264°С активной (пониженной) температуры для раннецветущего сорта и 208°—для поздно цветущего. Оба сорта не показали признаков развития в теплице.

После 21 ноября для раннецветущего миндаля 2661 насчитывалось 521°С пониженных температур (99% расчетной суммы), и он зацвел в теплице 4 декабря при полной сумме активных температур 996°С, т. е. 93% расчетной суммы.

Внесенный 21 ноября миндаль поздно цветущего сорта Итальянец 2 успел получить на открытом воздухе 617°С пониженных активных температур (92% расчетной суммы) и после пребывания в теплице начал недружно цвести: на 22/XII имелось цветов 32% общего количества почек. Остальные растения были внесены в теплицу 31/XII, причем норма пониженной температуры—670°С была набрана уже 3/XII.

После пребывания в теплице 14 января они нормально зацвели, имея полную сумму температур до цветения 1120° или 96% расчетной суммы. Данные опыта оказались в хорошем соответствии с вычисленными величинами.

Приведенные в таблице 2 данные показывают, что в большинстве случаев отклонения общих сумм температур от их средней величины весьма невелики, оставаясь в пределах 10%, среднее же отклонение равно 6%.

Однако имеются и более значительные отклонения, примерами которых могут служить 1948—49 и 1953—54 гг., когда отклонение в сторону уменьшения достигало 18% средней суммы. Анализ условий в эти годы показал, что это случаи аномально холодных зим.

Естественно возник вопрос: почему в такие годы цветение не задержалось еще дольше и произошло до получения растениями нормальной суммы активных температур? Что заставило их зацвести раньше?

В связи с этим была предположена возможность влияния света.

Как раньше указывалось, таким фактором едва ли могло быть увлажнение.

После холодных зим цветение задерживается, т. е. период развития до цветения затягивается. Очевидно, в таких случаях растение получает за этот период большее количество света, чем в прочие годы. Были сделаны расчеты числа часов дневного света (по астрономическим таблицам для широты Никитского сада), полученного растениями в каждом из взятых лет от органообразования цветка до цветения. Оказалось, что в случаях резкого недобора тепла имелись излишки света против среднего его значения; получается, что при комплексном воздействии на растение, избыток света как бы снижает потребность растения в тепле.

Следовало выяснить может ли это быть в действительности? Литературные данные отвечают на этот вопрос утвердительно.

Общеизвестен факт уменьшения сумм активных температур летней вегетации однолетних растений в северных широтах против более южных, т. е. в условиях более продолжительного дня (Д. И. Шашко, 1958). Ясно, что и без географических перемещений световой период, фактически воздействующий на растения, может быть длиннее или короче при различной продолжительности данного периода развития растения.

Кроме того, при задержке цветения к осенне-зимне-весеннему периоду прибавляются все более продолжительные весенние дни.

В. П. Дадыкин и др. (1957) в результате поставленных опытов в Якутске и Тикси нашли, что избыток света как бы компенсирует недостаток тепла, при их комплексном воздействии на растение.



Швеммле Р. (1960) считает, что высокие температуры действуют в физиологическом смысле как свет, низкие—как темнота.

Вторым вопросом было может ли закрытая почка использовать энергию света? Утвердительный ответ также был найден в литературе. По Клешнину А. Ф. (1955), хлорофилл может содержаться во всех надземных частях растения и, следовательно, все зеленые части растения способны поглощать лучи света. В. Н. Любименко (1909) описал опыт с почками плодовых растений, свободно обернутыми фольгой с доступом воздуха, но не света. Оказалось, что все такие почки прекратили развитие и опали, контрольные почки развивались нормально.

Л. М. Ро (1929), ссылаясь на опыты Клебса, Фехтинга и Молиша, указывает, что при недостатке освещения цветение плодовых сильно задерживается или даже вовсе не наступает.

А. Демолон (1961), характеризуя современные взгляды на комплексное влияние тепла и света на растение, пишет: «Совместное действие температуры и света на процессы, регулирующие цветение и плодоношение, стало вполне очевидным»...

В подтверждение этого положения автор приводит ряд доводов и примеров.

Так определилась необходимость учитывать суммарное влияние тепла и света на зимнее развитие плодовой почки.

Ввиду того, что тепло учитывалось в градусах, а свет—в часах, потребовалось найти для них общий показатель. Для этого был принят такой метод: в обоих случаях вычислялись средние величины для всего ряда взятых лет, затем определялось отношение данных каждого года к этой средней величине. Полученные таким образом уже единообразные показатели тепла и света складывались, и сумма делилась пополам; в результате получился объединенный показатель влияния комплекса тепло—свет и ежегодные отклонения от его средней величины.

Из всех расчетов были исключены суммы световых часов, соответствовавшие дням с температурой —5°С и ниже, по соображениям, изложенным далее, при описании сравнительных вычислений по Степному отделению и Никитскому саду.

Сначала таким методом были обработаны данные по миндалю групп раннецветущих и поздно цветущих сортов, затем по абрикосу, также по группам сортов раннецветущих и поздно цветущих и по персику—раннецветущих и среднецветущих (за отсутствием достаточных данных по поздно цветущим сортам).

По окончании всех описанных вычислений были подведены общие итоги (см. приложения 1—6). Таблица 3 показывает, что в конечном счете величины влияния комплекса тепло—свет по всем культурам в разные годы имеют отклонения от своих средних величин в среднем от 0,03 до 0,05 и максимальные отклонения—от 0,06 до 0,10.

Осредненный по всем культурам подсчет показывает первую величину в размере 0,04 и вторую—0,07—0,08.

Необходимо принять во внимание, что исследование имеет объектом живые растения, на которые влияет, кроме принятых главных факторов, еще и ряд других, очевидно менее значительных в этом периоде (влага, агротехника, болезни и вредители и др.). Столь малые колебания годовых сумм, при большом ряде весьма различных по условиям лет показывают, что найденная методика исследования принципиально верна и что ее применение дает возможность обнаружить основные закономерности воздействия комплекса тепло—свет на зимнее развитие почек плодовых культур.

*Таблица 3.*

**Комплекс тепло—свет в периоде развития плодовых почек от осени до цветения**

| Культуры | Никитский сад | | | | Степное отделение | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | число лет наблюдений | число сортов | отклонения от средних: среднее | отклонения от средних: наибольшее | число лет наблюдений | число сортов | отклонения от средних: среднее | отклонения от средних: наибольшее |
| Миндаль раннецветущий | 19 | 4 | 0,03 | 0,09 | — | — | — | — |
| Миндаль поздно цветущий | 16 | 5 | 0,03 | 0,08 | 6 | 5 | 0,04 | 0,06 |
| Абрикос раннецветущий | 11 | 3 | 0,04 | 0,10 | 4 | 2 | 0,03 | 0,07 |
| Абрикос поздно цветущий | 13 | 9 | 0,05 | 0,08 | 6 | 2 | 0,04 | 0,06 |
| Персик раннецветущий | 13 | 4 | 0,04 | 0,08 | 7 | 4 | 0,04 | 0,07 |
| Персик среднецветущий | 14 | 4 | 0,04 | 0,08 | 7 | 4 | 0,04 | 0,08 |
| Среднее | — | — | 0,04 | 0,08 | — | — | 0,04 | 0,07 |

На описываемом этапе исследования потребовалось определить разности показателей реакции плодовых растений на воздействия внешней среды в различных климатических условиях. Это по существу является первой попыткой намечаемого исследования вопроса в географическом плане. Для этого были привлечены данные по Степному отделению Никитского сада.

Известно, что климат этой территории существенно отличается от климата Никитского сада. Последний находится в типичных условиях южнобережских субтропиков Крыма, тогда как Степное отделение по климатическим данным приближается к условиям украинской степи. Были взяты показатели одинаковых лет, когда на обоих пунктах имелись данные параллельных наблюдений; далее были подсчитаны суммы активных температур до цветения и число световых часов за тот же период. Сравнение этих данных обоих пунктов показало, что, как и ожидалось, в более холодном климате степи суммы температур, воздействовавших на растение до цветения, меньше таких же сумм в Никитском саду, а число световых часов, наоборот, в степи больше. Этим подтвердился сделанный ранее вывод о том, что в условиях более продолжительного освещения растение обходится меньшим количеством тепла при комплексном действии обоих этих факторов. Одновременно выяснились показатели использования каждого из них растениями в различных климатических условиях.

При этом было замечено, что в Степном отделении суммы активных температур относятся к таким же суммам в Никитском саду как 0,94 к единице. В то же время количество световых часов в Степном отделении имело отношение к данным Никитского сада как 1,14 к единице. Получилось несоответствие между недостатком тепла и избытком света в степи. Это дает указание на то, что не во всех случаях энергия света полностью используется растениями и что в степи это недоиспользование больше, чем на Южном берегу Крыма.

Значит, в более холодном климате коэффициент использования растениями световой энергии несколько ниже, чем в теплом. Это может происходить в случае наличия нижней границы активности фотосинтеза при низких температурах, которых в степи значительно больше, чем на Южном берегу. У Б. А. Рубина (1954) имеется указание на нижний предел



температуры —5°, при котором прекращается фотосинтез. В соответствии с этим были сделаны новые вычисления влияния света, причем как для Никитского сада, так и для Степного отделения из расчетов были исключены все дни со средней температурой —5°С и ниже.

В результате получилась приведенная ниже таблица 4, позволяющая сделать важный вывод, что в данном случае средний недобор тепла, использованного растениями в Степном отделении, в сравнении с Никитским садом (0,94) уравновешен избытком света (1,06), и влияние комплекса тепло—свет в обоих пунктах равно единице.

*Таблица 4.*

**Сравнительные данные периода зимнего развития почек плодовых культур в Никитском саду и Степном отделении сада**

| Культура | Сумма активных температур | | | Число световых часов | | | $\frac{4+7}{2}$ | Число лет |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Никитский сад | Степное отделение | отношение к Никитскому саду | Никитский сад | Степное отделение | отношение к Никитскому саду | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Миндаль поздно цветущий | 1224 | 1154 | 0,94 | 2455 | 2552 | 1,04 | 0,99 | 4 |
| Абрикос раннецветущий | 418 | 402 | 0,96 | 2293 | 2478 | 1,08 | 1,02 | 4 |
| Абрикос поздно цветущий | 530 | 428 | 0,81 | 2406 | 2548 | 1,06 | 0,94 | 6 |
| Персик раннецветущий | 739 | 731 | 0,99 | 2350 | 2546 | 1,08 | 1,04 | 6 |
| Персик среднецветущий | 1070 | 1053 | 0,98 | 2410 | 2555 | 1,06 | 1,02 | 6 |
| Среднее | — | — | 0,94 | — | — | 1,06 | 1,00 | — |

Примечание: взяты только годы с параллельными наблюдениями на обоих пунктах.

Описанное выше определение величин температурного и светового фактора в различных климатических условиях показало, что средняя температура периода с октября по март в Никитском саду равна 7°С, а в Степном отделении за те же годы 4°С, что составляет 57% температуры Никитского сада. При этом разность сумм активных температур, использованных растениями, равна 6%.

Наряду с этим, в Никитском саду, например, в холодном 1948—49 г. температура того же периода равнялась 4,7°С или 67% средней нормы; между тем, недобор активных температур против нормы достиг 14%.

Получается, что в Никитском саду реакция растений на пониженные температуры более активна, чем в Степном отделении. В данном случае наиболее вероятным объяснением этого явления представляется лучшая приспособленность к холоду растений, выращенных в более суровых условиях Крымской степи.

## ВЫВОДЫ

1. В развитии почки плодовых культур в холодный период года основную роль играет температура. Величина этого фактора представляется в виде суммы активных температур, вычисляемых по периодам: а) от начала осенних температурных условий до конца фазы редукционного деления; б) после редукционного деления до цветения.

В первом периоде активными являются пониженные положительные температуры, не выходящие из пределов, найденных для каждой культу-

ры и группы сортов, близких по срокам цветения. Расчет температур производится в найденных пределах по кривой, охватывающей эти пределы и имеющей на обоих концах нулевые значения активности температуры и в ее правой части оптимум, т. е. наибольшую активность температуры.

В результате получаются единицы активности температуры.

Во втором периоде все положительные температуры принимаются полностью, т. к. здесь предполагается потребность растения в неограниченном тепле, в условиях сравнительно умеренных температур весны.

В результате таких расчетов устанавливаются основные температурные показатели зимнего развития почки, т. е. температурный диапазон первого периода, его оптимум и общая сумма активных температур до цветения данной культуры.

2. Анализ значительных отклонений в сторону уменьшения сумм активных температур в холодные зимы показал, что в этих случаях, вследствие запоздания цветения, растения до этой фазы получают увеличенное против среднего количество освещения. Расчетами установлено, что эти излишки света близко совпадают с величинами недостатка активной температуры (исчисление производилось в виде отношений обоих величин к их средним многолетним значениям). В конечном счете получается вычисление активного комплекса тепло—свет. Результаты показывают, что колебания этого комплексного показателя по годам, имеющим весьма различные метеорологические условия, очень малы и в среднем по всем культурам равны 4%. Это дает основание считать, что исследование приводит к числовому определению истинных закономерностей влияния внешних условий на развитие почки.

Сравнительные определения влияния тепла и света на развитие почки в пунктах, различающихся по тепловому режиму (Никитский сад—Степное отделение), показывают фактические величины каждого из этих факторов в различных климатических условиях (в более холодном климате сумма активных температур меньше, а активного света больше); кроме того, выяснилась независимость от этих условий общей суммы комплекса тепло—свет, одинаковой в обоих этих пунктах.

Результаты описываемого исследования имеют определенные перспективы практического использования. Углубленное знание требований растений к условиям внешней среды необходимо для научно обоснованного районирования сельскохозяйственных культур. На больших площадях это размещение должно соответствовать макроклимату, на малых же участках—данным предварительного изучения микроклимата.

Исследование реакций растений на воздействия факторов климата дает материал для обоснования направленности селекционных работ.

## ЛИТЕРАТУРА


Блек М. И. Борьба с явлением затянувшегося периода покоя у листопадных плодовых. Доклад, сделанный на интернациональном съезде садоводов. Лондон. 1952.

Brown D. A. The rest period of apricot flower buds as described by a regression of time of bloom on temperature. Plant Physiology, v. 32, n. 2. 1957.

Brown D. A. A comparison of the temperatures of the flower buds of Royal apricot with standard and black buld termograth records during the wihter. Proc. Amer. Aoc. Hort. Aci., v. 72. 1958.

Weinberger J. H. Chilling requirements of peach variety. Proc. Amer. Aoc. Hort. Aci., v. 56. 1950.

Гужев Ю. Л. О периоде покоя у плодовых растений. Труды Ин-та Генетики, № 24. 1958.

Дадыкин В. П., Станко С. Л., Горбунова Г. С., Игумнова З. С. Об усвоении света растениями в Якутске и Тикси. Доклады АН СССР, т. 11 Б № 1. 1957.





Демолон А. Рост и развитие культурных растений. с/х. ГИЗ. 1961.

Елманов С. И. Зимнее развитие цветочных почек персика и абрикоса. Труды Гос. Никитского ботанического сада. Том. XXIX. 1959.

Есаян Г. С. О зимнем покое почек и морозоустойчивости орехоплодных культур. Физиология растений, т. 5, вып. 5. 1958.

Карпов Г. К. Влияние температуры на фазы развития и формирование цветочных почек у яблони. Труды Центральной генетической лаборатории им. Мичурина, т. 6. 1957.

Клешнин А. Ф. Роль света в жизни растений, Москва. «Знание», серия III, № 29, 1955.

Келлер Э., Шульц Ф. Проблема морозоустойчивости плодовых культур. Издательство иностранной литературы. Москва. 1958.

Crossa-Raynaud P. Effets des hivers doux sur le comportement des arbres fruitiers à feuilles caduques. Annal du service Botanique et Agronomique de Tunisie. Vol. 21. 1955.

Лысенко Т. Д. Теоретические основы яровизации. Гос. Изд-во колхозной и совхозной литературы. 1935.

Лысенко Т. Д. О путях управления растительными организмами. «Яровизация». № 3. 1940.

Любименко В. Н. К вопросу о влиянии света на развитие плодов и семян у высших растений. Записки Никитского сада, вып. III. 1909.

Максимов Н. А. Краткий курс физиологии растений. Влияние температуры на рост. 1958.

Мичурин И. В. Сочинения. Т. III. 1940.

Мороз Е. С. Экспериментально-экологические исследования периода покоя у древесных растений. Труды Ботанического ин-та им. В. Л. Комарова. Серия IV, вып. 6 1948.

Мошков Б. С. Световые воздействия на растения. Сборник изд. ВАСХНИЛ «Достижения биологической науки», Москва, 1958.

Нестеров Я. С. Период покоя плодовых культур. Доклады Академии Наук СССР, т. 108, № 4. 1956.

Окнина Е. З. Физиологические особенности периода покоя некоторых плодовых культур. Сборник «Рост растений». Издан. Львовского Университета. 1959.

Окнина Е. З. и Барская Е. И. Изучение физиологии состояния покоя и морозоустойчивости плодовых культур. Сборник статей изд. Академ. Наук, Москва. 1957.

Петров В. В. К вопросу о зимнем покое дикорастущих древесных. Бюллетень Московского Об-ва испытателей природы. Новая серия. Отдел ботанический. 1953.

Петровская Т. П. Состояние покоя цветочных почек древесно-кустарниковых пород. Труды ин-та физиологии растений им. Тимирязева, т. 9. 1955.

Петровская Т. П. О зимнем росте и дифференциации цветочных почек древесных растений. Доклады Академии Наук СССР, т. 96, № 1. 1954.

Потапенко Я. И. Биология развития плодовых растений. «Успехи современной биологии», т. 13. 1940.

Рихтер А. А. К вопросу о пробуждении почек древесных растений от зимнего покоя. Доклады Академии Наук СССР, Т. 47, № 3. 1945.

Рихтер А. А. Миндали в культуру Крыма. Крымгосиздат, Ялта, 1934.

Рихтер А. А., Колесников В. А. Орехоплодные культуры. Крымиздат, 1952.

Ро Л. М. Закладка цветочных почек и их развитие у плодовых деревьев. Труды млеевской садово-огородной опытной станции. Млеев. 1929.

Рубин Б. А. Физиология растений. Советская наука, т. 1, 1954.

Рядинова И. М. Сроки закладки и зимостойкость плодовых почек у косточковых пород. Труды плодоовощной опытно-селекционной станции. Т. 1. 1956.

Рядинова И. М. Повышение зимостойкости плодовых деревьев. Книгоиздат. Краснодар. 1957.

Сергеев Л. И. О годичном цикле развития плодовых культур. «Сад и огород», № 1. 1951.

Сергеев Л. И., Забранская О. А. Биологический анализ цветочных почек косточковых плодовых пород. Физиология растений. том. 2, вып. 2. 1955.

Сергеев Л. И. Биологический анализ годичного цикла развития древесных растений. Доклады Академии Наук СССР, т. 61, № 1. 1950.

Сергеев Л. И. Выносливость растений. Гос. Изд-во «Советская наука». 1953.

Соколова Н. Ф. Устойчивость персика и миндаля к низким температурам. Труды Никитского ботанического сада, т. XXI, вып. 2. 1935.

Туровцев Н. И. О спящих почках яблони. Бюллетень научн. информ. центр. генетич. лаборатории им. И. В. Мичурина, в. 4. 1957.

Тырина В. А. О зимнем развитии почек. Физиология растений, т. 5, вып. 2. 1958.

Chandler W. H., Kimball M. H. Chilling requirements for opening of buds on deciduous orchard trees and some other plants in California. Agr. Expt. Sta., Berkeley, California bull. 611. 1937.

Шашко Д. И. Принципы агроклиматического районирования. Вопросы агроклиматического районирования СССР. ВАСХНИЛ, Москва. 1958.

Schwemmle B. Unterschiedliche Schwankungen der Temperaturempfindlichkeit bei Lang—und Kurztagpflanzen. Die Naturwissenschaften, № 3, 1960.

Шульгин А. М. Биоклиматология как научная дисциплина и современные ее задачи. Известия всесоюзного географического общества, т. 92. 1960.

Ядров А. А. Некоторые биологические особенности миндаля в Таджикистане. Труды Таджикского н.-и. ин-та садоводства, виноградарства и субтроп. культур им. И. В. Мичурина. 1958.

## *Y. E. SUDAKEVITCH*

## INFLUENCE OF CLIMATIC CONDITIONS ON WINTER BUD DEVELOPMENT IN FRUIT TREES

### SUMMARY

A method of estimating the temperature influence on flower bud development in almond, apricot and peach by way of determining the range of active temperatures and calculating their sums is recommended. The activity counting off is made from both ends of the range inside to optimum. Light quantity is calculated in hours according to astronomical tables.

For calculation of total effect of complex temperature—light, annual sums of both factors expressed as relations of them to means of many years are added and the results are halved.

For periods form 11 to 19 years average deviations of annual sums of the complex from means of many years make 0,04.



*Приложение 1*

**МИНДАЛЬ РАННЕЦВЕТУЩИЙ**
Никитский сад

| | Сумма температур | Отношение к среднему | Сумма часов света | Минус сумма часов при температуре <−5° | Остаток суммы часов света | Отношение к среднему | $\frac{3+7}{2}$ | Число дней периода | Сумма температур | Отношение к среднему | Сумма часов света | Минус сумма часов при температуре <−5° | Остаток суммы часов света | Отношение к среднему | $\frac{11+15}{2}$ | Число дней периода | Средняя температура периода |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1935—36 | 1111 | 1,04 | 2047 | — | 2047 | 0,99 | 1,02 | 189 | — | — | — | — | — | — | — | — | 8,1 |
| 1936—37 | 1151 | 1,08 | 2159 | —39 | 2120 | 1,03 | 1,06 | 205 | 1170 | 1,00 | 2316 | —39 | 2277 | 0,97 | 0,98 | 209 | 8,1 |
| 1937—38 | 1024 | 0,96 | 2113 | — | 2113 | 1,03 | 1,00 | 164 | 1202 | 1,03 | 2377 | — | 2377 | 1,01 | 1,02 | 192 | 7,3 |
| 1938—39 | 1063 | 1,00 | 1984 | — | 1984 | 0,96 | 0,98 | 178 | 1186 | 1,01 | 2242 | — | 2242 | 0,95 | 0,98 | 207 | 7,6 |
| 1939—40 | 1030 | 0,97 | 2073 | —46 | 2027 | 0,98 | 0,98 | 184 | 1132 | 0,97 | 2450 | —46 | 2404 | 1,02 | 1,00 | 216 | 5,8 |
| 1940—41 | 1043 | 0,98 | 2128 | —37 | 2091 | 1,01 | 1,00 | 187 | 1131 | 0,97 | 2413 | —37 | 2376 | 1,01 | 0,99 | 213 | 8,1 |
| 1945—46 | 1031 | 0,97 | 2225 | —18 | 2207 | 1,07 | 1,02 | 207 | — | — | — | — | — | — | — | — | 5,2 |
| 1946—47 | 958 | 0,90 | 2084 | —46 | 2038 | 0,99 | 0,94 | 172 | 1128 | 0,96 | 2312 | —46 | 2266 | 0,96 | 0,96 | 187 | 5,8 |
| 1947—48 | 982 | 0,92 | 1861 | — | 1861 | 0,90 | 0,91 | 139 | 1172 | 1,00 | 2298 | — | 2298 | 0,98 | 0,99 | 216 | 6,6 |
| 1948—49 | 920 | 0,86 | 2381 | —19 | 2362 | 1,15 | 1,00 | 199 | 1007 | 0,86 | 2679 | —19 | 2660 | 1,13 | 1,00 | 222 | 4,7 |
| 1949—50 | 1106 | 1,04 | 1737 | —64 | 1673 | 0,81 | 0,92 | 146 | 1324 | 1,13 | 2534 | —126 | 2408 | 1,02 | 1,08 | 216 | 5,8 |
| 1950—51 | 1047 | 0,98 | 1968 | —9 | 1959 | 0,95 | 0,96 | 158 | 1246 | 1,06 | 2396 | —9 | 2387 | 1,01 | 1,04 | 191 | 7,4 |
| 1951—52 | 1113 | 1,04 | 1907 | — | 1907 | 0,93 | 0,98 | 185 | 1204 | 1,03 | 2173 | — | 2173 | 0,92 | 0,98 | 205 | 6,1 |
| 1952—53 | 1128 | 1,06 | 1910 | — | 1910 | 0,93 | 1,00 | 186 | 1231 | 1,05 | 2308 | — | 2308 | 0,98 | 1,02 | 217 | 7,9 |
| 1953—54 | 926 | 0,87 | 2549 | —101 | 2448 | 1,19 | 1,03 | 230 | 956 | 0,82 | 2645 | —101 | 2544 | 1,08 | 0,95 | 238 | 3,2 |
| 1954—55 | 1145 | 1,07 | 1920 | — | 1920 | 0,93 | 1,00 | 158 | 1297 | 1,11 | 2165 | — | 2165 | 0,92 | 1,02 | 201 | 8,1 |
| 1956—57 | 1074 | 1,01 | 2223 | — | 2223 | 1,08 | 1,04 | 199 | 1123 | 0,96 | 2330 | — | 2330 | 0,99 | 0,98 | 209 | 6,0 |
| 1957—58 | 1181 | 1,11 | 2109 | — | 2109 | 1,02 | 1,06 | 183 | — | — | — | — | — | — | — | — | 7,0 |
| 1958—59 | 1192 | 1,12 | 2148 | — | 2148 | 1,04 | 1,08 | 201 | 1244 | 1,06 | 2416 | — | 2416 | 1,03 | 1,04 | 222 | 6,0 |
| Сумма | 20225 | — | 39526 | —379 | 39147 | — | △ | — | 18753 | — | 38054 | —423 | 37631 | — | △ | — | 124,8 |
| Среднее | 1064 | — | 2080 | — | 2060 | — | 0,62 | 180 | 1172 | — | 2378 | — | 2352 | — | 0,43 | 210 | 6,6 |
| Наибольш. отклонен. | — | — | — | — | — | — | 0,03 | — | — | — | — | — | — | — | 0,03 | — | — |
| | | | | | | | 0,09 | | | | | | | | 0,08 | | |

**МИНДАЛЬ ПОЗДНО ЦВЕТУЩИЙ**
Никитский сад

| | Сумма температур | Отношение к среднему | Сумма часов света | Минус сумма часов при температуре <−5° | Остаток суммы часов света | Отношение к среднему | $\frac{3+7}{2}$ | Число дней периода | Сумма температур | Отношение к среднему | Сумма часов света | Минус сумма часов при температуре <−5° | Остаток суммы часов света | Отношение к среднему | $\frac{11+15}{2}$ | Число дней периода | Средняя температура периода |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1935—36 | 1111 | 1,04 | 2047 | — | 2047 | 0,99 | 1,02 | 189 | — | — | — | — | — | — | — | — | 8,1 |
| 1936—37 | 1151 | 1,08 | 2159 | —39 | 2120 | 1,03 | 1,06 | 205 | 1170 | 1,00 | 2316 | —39 | 2277 | 0,97 | 0,98 | 209 | 8,1 |
| 1937—38 | 1024 | 0,96 | 2113 | — | 2113 | 1,03 | 1,00 | 164 | 1202 | 1,03 | 2377 | — | 2377 | 1,01 | 1,02 | 192 | 7,3 |
| 1938—39 | 1063 | 1,00 | 1984 | — | 1984 | 0,96 | 0,98 | 178 | 1186 | 1,01 | 2242 | — | 2242 | 0,95 | 0,98 | 207 | 7,6 |
| 1939—40 | 1030 | 0,97 | 2073 | —46 | 2027 | 0,98 | 0,98 | 184 | 1132 | 0,97 | 2450 | —46 | 2404 | 1,02 | 1,00 | 216 | 5,8 |
| 1940—41 | 1043 | 0,98 | 2128 | —37 | 2091 | 1,01 | 1,00 | 187 | 1131 | 0,97 | 2413 | —37 | 2376 | 1,01 | 0,99 | 213 | 8,1 |
| 1945—46 | 1031 | 0,97 | 2225 | —18 | 2207 | 1,07 | 1,02 | 207 | — | — | — | — | — | — | — | — | 5,2 |
| 1946—47 | 958 | 0,90 | 2084 | —46 | 2038 | 0,99 | 0,94 | 172 | 1128 | 0,96 | 2312 | —46 | 2266 | 0,96 | 0,96 | 187 | 5,8 |
| 1947—48 | 982 | 0,92 | 1861 | — | 1861 | 0,90 | 0,91 | 139 | 1172 | 1,00 | 2298 | — | 2298 | 0,98 | 0,99 | 216 | 6,6 |
| 1948—49 | 920 | 0,86 | 2381 | —19 | 2362 | 1,15 | 1,00 | 199 | 1007 | 0,86 | 2679 | —19 | 2660 | 1,13 | 1,00 | 222 | 4,7 |
| 1949—50 | 1106 | 1,04 | 1737 | —64 | 1673 | 0,81 | 0,92 | 146 | 1324 | 1,13 | 2534 | —126 | 2408 | 1,02 | 1,08 | 216 | 5,8 |
| 1950—51 | 1047 | 0,98 | 1968 | —9 | 1959 | 0,95 | 0,96 | 158 | 1246 | 1,06 | 2396 | —9 | 2387 | 1,01 | 1,04 | 191 | 7,4 |
| 1951—52 | 1113 | 1,04 | 1907 | — | 1907 | 0,93 | 0,98 | 185 | 1204 | 1,03 | 2173 | — | 2173 | 0,92 | 0,98 | 205 | 6,1 |
| 1952—53 | 1128 | 1,06 | 1910 | — | 1910 | 0,93 | 1,00 | 186 | 1231 | 1,05 | 2308 | — | 2308 | 0,98 | 1,02 | 217 | 7,9 |
| 1953—54 | 926 | 0,87 | 2549 | —101 | 2448 | 1,19 | 1,03 | 230 | 956 | 0,82 | 2645 | —101 | 2544 | 1,08 | 0,95 | 238 | 3,2 |
| 1954—55 | 1145 | 1,07 | 1920 | — | 1920 | 0,93 | 1,00 | 158 | 1297 | 1,11 | 2165 | — | 2165 | 0,92 | 1,02 | 201 | 8,1 |
| 1956—57 | 1074 | 1,01 | 2223 | — | 2223 | 1,08 | 1,04 | 199 | 1123 | 0,96 | 2330 | — | 2330 | 0,99 | 0,98 | 209 | 6,0 |
| 1957—58 | 1181 | 1,11 | 2109 | — | 2109 | 1,02 | 1,06 | 183 | — | — | — | — | — | — | — | — | 7,0 |
| 1958—59 | 1192 | 1,12 | 2148 | — | 2148 | 1,04 | 1,08 | 201 | 1244 | 1,06 | 2416 | — | 2416 | 1,03 | 1,04 | 222 | 6,0 |
| Сумма | 20225 | — | 39526 | —379 | 39147 | — | △ | — | 18753 | — | 38054 | —423 | 37631 | — | △ | — | 124,8 |
| Среднее | 1064 | — | 2080 | — | 2060 | — | 0,62 | 180 | 1172 | — | 2378 | — | 2352 | — | 0,43 | 210 | 6,6 |
| Наибольш. отклонен. | — | — | — | — | — | — | 0,03 | — | — | — | — | — | — | — | 0,03 | — | — |
| | | | | | | | 0,09 | | | | | | | | 0,08 | | |

*Приложение 2*

## АБРИКОС РАННЕЦВЕТУЩИЙ

Никитский сад

| | Сумма температур | Отношение к среднему | Сумма часов света | Минус сумма часов при температуре $\leq -5°$ | Остаток суммы часов света | Отношение к среднему | $\frac{3+7}{2}$ | Число дней периода | Сумма температур | Отношение к среднему | Сумма часов света | Минус сумма часов при температуре $\leq -5°$ | Остаток суммы часов света | Отношение к среднему | $\frac{11+15}{2}$ | Число дней периода | Средняя температура периода |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1947—48 | — | — | — | — | — | — | — | — | 469 | 0,90 | 2413 | — | 2413 | 1,00 | 0,95 | 173 | 5,8 |
| 1948—49 | 473 | 1,09 | 2548 | —19 | 2529 | 1,11 | 1,10 | 186 | 551 | 1,05 | 2656 | —19 | 2637 | 1,10 | 1,08 | 195 | 3,1 |
| 1949—50 | 382 | 0,88 | 2480 | —126 | 2354 | 1,03 | 0,96 | 158 | 444 | 0,85 | 2519 | —126 | 2393 | 1,00 | 0,92 | 181 | 4,7 |
| 1950—51 | 404 | 0,93 | 2273 | —9 | 2264 | 0,99 | 0,96 | 154 | 554 | 1,06 | 2373 | —9 | 2364 | 0,99 | 1,02 | 161 | 6,3 |
| 1951—52 | 435 | 1,00 | 2093 | — | 2093 | 0,92 | 0,96 | 163 | 534 | 1,02 | 2145 | — | 2145 | 0,90 | 0,96 | 177 | 5,5 |
| 1952—53 | 410 | 0,95 | 2200 | — | 2200 | 0,96 | 0,96 | 145 | 485 | 0,93 | 2294 | — | 2294 | 0,95 | 0,94 | 173 | 6,2 |
| 1953—54 | 410 | 0,95 | 2534 | —101 | 2433 | 1,07 | 1,01 | 176 | 504 | 0,96 | 2618 | —101 | 2517 | 1,05 | 1,00 | 190 | 1,3 |
| 1954—55 | 479 | 1,10 | 2248 | — | 2248 | 0,98 | 1,04 | 124 | 585 | 1,12 | 2525 | — | 2525 | 1,05 | 1,08 | 145 | 6,8 |
| 1955—56 | 468 | 1,08 | 2534 | —70 | 2464 | 1,08 | 1,08 | 161 | 547 | 1,04 | 2586 | —70 | 2516 | 1,05 | 1,04 | 165 | 3,8 |
| 1956—57 | 446 | 1,03 | 2150 | — | 2150 | 0,94 | 0,98 | 161 | 495 | 0,94 | 2276 | — | 2276 | 0,95 | 0,94 | 172 | 3,8 |
| 1957—58 | 449 | 1,04 | 1988 | — | 1988 | 0,87 | 0,96 | 115 | 534 | 1,02 | 2260 | — | 2260 | 0,94 | 0,98 | 139 | 5,8 |
| 1958—59 | 404 | 0,93 | 2390 | — | 2390 | 1,05 | 0,99 | 165 | 547 | 1,04 | 2487 | — | 2487 | 1,04 | 1,04 | 172 | 4,7 |
| 1959—60 | — | — | — | — | — | — | — | — | 566 | 1,08 | 2361 | —21 | 2340 | 0,98 | 1,03 | 185 | 5,0 |
| Сумма . | 4760 | — | 25438 | —325 | 25113 | — | $\triangle$ 0,46 | 1708 | 6815 | — | 31513 | —346 | 31167 | — | $\triangle$ 0,60 | 2238 | — |
| Среднее . . | 433 | — | 2313 | — | 2283 | — | 0,04 | 155 | 524 | — | 2424 | — | 2397 | — | 0,05 | 171 | 4,8 |
| Наибольшее отклонение | — | — | — | — | — | — | 0,10 | — | — | — | — | — | — | — | 0,08 | — | — |

## АБРИКОС ПОЗДНО ЦВЕТУЩИЙ

Никитский сад



*Приложение 3*

## ПЕРСИК РАННЕЦВЕТУЩИЙ

Никитский сад

| | Сумма температур | Отношение к среднему | Сумма часов света | Минус сумма часов при температуре $\leq -5°$ | Остаток суммы часов света | Отношение к среднему | $\frac{3+7}{2}$ | Число дней периода | Сумма температур | Отношение к среднему | Сумма часов света | Минус сумма часов при температуре $\leq -5°$ | Остаток суммы часов света | Отношение к среднему | $\frac{11+15}{2}$ | Число дней периода | Средняя температура периода |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1945—46 | 719 | 0,93 | 2354 | —18 | 2336 | 0,99 | 0,96 | 186 | 1024 | 0,95 | 2396 | —18 | 2378 | 0,99 | 0,97 | 199 | 5,2 |
| 1946—47 | — | — | — | — | — | — | — | — | 1019 | 0,95 | 2258 | —46 | 2212 | 0,92 | 0,94 | 183 | 5,8 |
| 1947—48 | 849 | 1,10 | 2333 | — | 2333 | 0,98 | 1,04 | 183 | 1192 | 1,11 | 2438 | — | 2438 | 1,01 | 1,06 | 192 | 6,6 |
| 1948—49 | 677 | 0,88 | 2698 | —19 | 2679 | 1,13 | 1,00 | 200 | 947 | 0,88 | 2726 | —19 | 2707 | 1,12 | 1,00 | 219 | 4,7 |
| 1949—50 | 768 | 1,00 | 2570 | —126 | 2444 | 1,03 | 1,02 | 191 | 1231 | 1,14 | 2598 | —126 | 2472 | 1,03 | 1,08 | 219 | 5,8 |
| 1950—51 | 866 | 1,12 | 2333 | —9 | 2324 | 0,98 | 1,05 | 169 | 1182 | 1,09 | 2372 | —9 | 2363 | 0,98 | 1,04 | 180 | 7,4 |
| 1951—52 | 938 | 1,22 | 2120 | — | 2120 | 0,90 | 1,06 | 181 | 1172 | 1,08 | 2133 | — | 2133 | 0,89 | 0,98 | 193 | 6,1 |
| 1952—53 | 745 | 0,97 | 2296 | — | 2296 | 0,97 | 0,97 | 165 | 1155 | 1,07 | 2364 | — | 2364 | 0,98 | 1,02 | 219 | 7,9 |
| 1953—54 | 691 | 0,90 | 2632 | —101 | 2531 | 1,07 | 0,98 | 206 | 838 | 0,78 | 2632 | —101 | 2531 | 1,05 | 0,92 | 237 | 3,2 |
| 1954—55 | 826 | 1,07 | 2414 | — | 2414 | 1,02 | 1,04 | 191 | 1198 | 1,11 | 2535 | — | 2535 | 1,05 | 1,08 | 199 | 8,1 |
| 1955—56 | 767 | 0.99 | 2530 | —70 | 2460 | 1,04 | 1,02 | 170 | 860 | 0,80 | 2558 | —70 | 2488 | 1,03 | 0,92 | 205 | 5,9 |
| 1956—57 | 685 | 0,89 | 2285 | — | 2285 | 0,96 | 0,92 | 205 | 1012 | 0,94 | 2298 | — | 2298 | 0,96 | 0,95 | 206 | 6,0 |
| 1957—58 | 716 | 0,93 | 2145 | — | 2145 | 0,91 | 0,92 | 180 | 1098 | 1,02 | 2300 | — | 2300 | 0,96 | 0,99 | 189 | 7,0 |
| 1958—59 | 771 | 1,00 | 2431 | — | 2431 | 1,03 | 1,02 | 174 | 1116 | 1,04 | 2431 | — | 2431 | 1,01 | 1,02 | 223 | 6,0 |
| Сумма . | 10018 | — | 31141 | —343 | 30798 | — | $\triangle$ 0,50 | 2401 | 15044 | — | 34039 | —389 | 33650 | — | $\triangle$ 0,63 | 2863 | 857 |
| Среднее | 771 | — | 2395 | — | 2369 | — | 0,04 | 185 | 1075 | — | 2431 | — | 2404 | — | 0,04 | 204 | 6,1 |
| Наибольш. отклонен. | — | — | — | — | — | — | 0,08 | — | — | — | — | — | — | — | 0,08 | — | — |

## ПЕРСИК СРЕДНЕЦВЕТУЩИЙ

Никитский сад

*Приложение 4*

## МИНДАЛЬ ПОЗДНО ЦВЕТУЩИЙ

### Степное отделение

| | Сумма температур | Отношение к среднему | Сумма часов света | Минус сумма часов при температуре $< -5°$ | Остаток суммы часов света | Отношение к среднему | $\frac{3+7}{2}$ | Число дней периода | Средняя температура периода |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1952—53 | 1168 | 1,04 | 2686 | —90 | 2596 | 1,01 | 1,02 | 224 | 4,8 |
| 1954—55 | 1199 | 1,06 | 2616 | —24 | 2592 | 1,01 | 1,04 | 226 | 5,4 |
| 1956—57 | 1039 | 0,92 | 2770 | —158 | 2612 | 1,02 | 0,97 | 227 | 2,6 |
| 1957—58 | 1032 | 0,91 | 2480 | —79 | 2401 | 0,98 | 0,94 | 206 | 4,2 |
| 1958—59 | 1209 | 1,07 | 2537 | —130 | 2407 | 0,98 | 1,02 | 230 | 3,3 |
| 1959—60 | 1123 | 1,00 | 2931 | —162 | 2769 | 1,08 | 1,04 | 232 | 2,6 |
| Сумма . . | 6770 | — | 16020 | —643 | 15377 | — | 0,21 | 1345 | 22,9 |
| Средн. . . | 1128 | — | 2670 | — | 2563 | — | 0,04 | 224 | 3,8 |
| Наибольшее откл. | — | — | — | — | — | — | 0,06 | — | — |



*Приложение 5*

## АБРИКОС РАННЕЦВЕТУЩИЙ

### Степное отделение

| | Сумма температур | Отношение к среднему | Сумма часов света | Минус сумма часов при температуре $< -5°$ | Остаток суммы часов света | Отношение к среднему | $\frac{3+7}{2}$ | Число дней периода | Сумма температур | Отношение к среднему | Сумма часов света | Минус сумма часов при температуре $< -5°$ | Остаток суммы часов света | Отношение к среднему | $\frac{11+15}{2}$ | Число дней периода | Средняя температура периода |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1952—53 | 446 | 1,11 | 2644 | —90 | 2554 | 1,03 | 1,07 | 219 | 458 | 1,07 | 2658 | —90 | 2568 | 1,01 | 1,04 | 220 | 4,8 |
| 1953—54 | 393 | 0,98 | 2976 | —459 | 2517 | 1,02 | 1,00 | 223 | 402 | 0,94 | 3016 | —459 | 2557 | 1,00 | 0,97 | 199 | 0,4 |
| 1954—55 | — | — | — | — | — | — | — | — | 438 | 1,02 | 2626 | —24 | 2602 | 1,02 | 1,02 | 198 | 5,4 |
| 1956—57 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1957—58 | 363 | 0,90 | 2659 | —158 | 2501 | 1,01 | 0,96 | 198 | 375 | 0,88 | 2686 | —158 | 2528 | 0,99 | 0,94 | 204 | 2,6 |
| 1958—59 | 408 | 1,01 | 2471 | —130 | 2341 | 0,95 | 0,98 | 170 | 435 | 1,02 | 2513 | —130 | 2383 | 0,93 | 0,98 | 191 | 3,3 |
| 1959—60 | — | — | — | — | — | — | — | — | 461 | 1,08 | 2813 | —162 | 2651 | 1,04 | 1,06 | 198 | 2,6 |
| Сумма . | 1610 | — | 10750 | —837 | 9913 | — | 0,13 | 810 | 2569 | — | 16312 | —1023 | 15289 | — | 0,23 | 1210 | 18,3 |
| Среднее | 402 | — | 2688 | — | 2478 | — | 0,03 | 202 | 428 | — | 2719 | — | 2548 | — | 0,04 | 202 | 3,0 |
| Наибольш. отклонен. | — | — | — | — | — | — | 0,07 | — | — | — | — | — | — | — | 0,06 | — | — |

*Приложение 6*

**ПЕРСИК РАННЕЦВЕТУЩИЙ**

Степное отделение

| 1 | Сумма температур | Отношение к среднему | Сумма часов света | Минус сумма часов при температуре <–5° | Остаток суммы часов света | Отношение к среднему | $\frac{3+7}{2}$ | Число дней периода | Сумма температур | Отношение к среднему | Сумма часов света | Минус сумма часов при температуре <–5° | Остаток суммы часов света | Отношение к среднему | $\frac{11+15}{2}$ | Число дней периода | Средняя температура периода |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1952—53 | 797 | 1,08 | 2756 | —90 | 2666 | 1,03 | 1,06 | 228 | 1103 | 1,04 | 2714 | —90 | 2624 | 1,01 | 1,02 | 227 | 4,8 |
| 1953—54 | 637 | 0,86 | 3044 | —459 | 2585 | 1,00 | 0,93 | 240 | 903 | 0,86 | 3044 | —459 | 2585 | 1,00 | 0,93 | 242 | —0,4 |
| 1954—55 | 752 | 1,02 | 2668 | —24 | 2644 | 1,03 | 1,02 | 201 | 1179 | 1,12 | 2724 | —24 | 2700 | 1,04 | 1,08 | 212 | 5,4 |
| 1955—56 | 698 | 0,94 | 2742 | —158 | 2584 | 1,00 | 0,97 | 215 | 966 | 0,92 | 2742 | —158 | 2584 | 1,00 | 0,96 | 217 | 2,6 |
| 1956—57 | 763 | 1,03 | 2508 | —79 | 2429 | 0,94 | 0,98 | 199 | 1018 | 0,97 | 2522 | —79 | 2443 | 0,94 | 0,96 | 210 | 4,2 |
| 1958—59 | 742 | 1,00 | 2499 | —130 | 2369 | 0,92 | 0,96 | 200 | 1151 | 1,10 | 2527 | —130 | 2397 | 0,93 | 1,02 | 229 | 3,3 |
| 1959—60 | 794 | 1,07 | 2931 | —162 | 2769 | 1,07 | 1,07 | 217 | 1060 | 1,01 | 2945 | —162 | 2783 | 1,08 | 1,04 | 233 | 2,6 |
| Сумма . . | 5183 | — | 19148 | —1102 | 18046 | — | Δ 0,31 | 1500 | 7380 | — | 19218 | —1102 | 18116 | — | Δ 0,31 | 1570 | 22,5 |
| Среднее . . | 740 | — | 2735 | — | 2578 | — | 0,04 | 214 | 1054 | — | 2745 | — | 2588 | — | 0,04 | 221 | 3,2 |
| Наибольшее отклонение | — | — | — | — | — | — | 0,07 | — | — | — | — | — | — | — | 0,08 | — | — |

**ПЕРСИК СРЕДНЕЦВЕТУЩИЙ**

Степное отделение

| 1 | Сумма температур | Отношение к среднему | Сумма часов света | Минус сумма часов при температуре <–5° | Остаток суммы часов света | Отношение к среднему | $\frac{3+7}{2}$ | Число дней периода | Сумма температур | Отношение к среднему | Сумма часов света | Минус сумма часов при температуре <–5° | Остаток суммы часов света | Отношение к среднему | $\frac{11+15}{2}$ | Число дней периода | Средняя температура периода |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1952—53 | 1103 | 1,04 | 2714 | —90 | 2624 | 1,01 | 1,02 | 227 | 1103 | 1,04 | 2714 | —90 | 2624 | 1,01 | 1,02 | 227 | 4,8 |
| 1953—54 | 903 | 0,86 | 3044 | —459 | 2585 | 1,00 | 0,93 | 242 | 903 | 0,86 | 3044 | —459 | 2585 | 1,00 | 0,93 | 242 | —0,4 |
| 1954—55 | 1179 | 1,12 | 2724 | —24 | 2700 | 1,04 | 1,08 | 212 | 1179 | 1,12 | 2724 | —24 | 2700 | 1,04 | 1,08 | 212 | 5,4 |
| 1955—56 | 966 | 0,92 | 2742 | —158 | 2584 | 1,00 | 0,96 | 217 | 966 | 0,92 | 2742 | —158 | 2584 | 1,00 | 0,96 | 217 | 2,6 |
| 1956—57 | 1018 | 0,97 | 2522 | —79 | 2443 | 0,94 | 0,96 | 210 | 1018 | 0,97 | 2522 | —79 | 2443 | 0,94 | 0,96 | 210 | 4,2 |
| 1958—59 | 1151 | 1,10 | 2527 | —130 | 2397 | 0,93 | 1,02 | 229 | 1151 | 1,10 | 2527 | —130 | 2397 | 0,93 | 1,02 | 229 | 3,3 |
| 1959—60 | 1060 | 1,01 | 2945 | —162 | 2783 | 1,08 | 1,04 | 233 | 1060 | 1,01 | 2945 | —162 | 2783 | 1,08 | 1,04 | 233 | 2,6 |
| Сумма . . | 7380 | — | 19218 | —1102 | 18116 | — | Δ 0,31 | 1570 | 7380 | — | 19218 | —1102 | 18116 | — | Δ 0,31 | 1570 | 22,5 |
| Среднее . . | 1054 | — | 2745 | — | 2588 | — | 0,04 | 221 | 1054 | — | 2745 | — | 2588 | — | 0,04 | 221 | 3,2 |
| Наибольшее отклонение | — | — | — | — | — | — | 0,07 | — | — | — | — | — | — | — | 0,08 | — | — |

*А. С. КОВЕРГА, Е. Л. КОВЕРГА,*
*Э. Н. ДОМАНСКАЯ и М. С. МАКСИМОВА*
*с участием сотрудников опытной станции колхоза «Украина»*
*И. Ф. ГОРБУНОВА, С. Г. СЕМЕНЯК и А. В. ДАНИЛЕЙЧЕНКО*

# ВЛИЯНИЕ ГИББЕРЕЛЛОВОЙ КИСЛОТЫ НА УРОЖАЙ ВИНОГРАДА

Одним из наиболее важных направлений научно-исследовательских работ по изучению влияния гиббереллина на растения является выяснение возможностей его практического использования для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур.

В многочисленных работах, посвященных изучению влияния гиббереллина на урожай, отмечается высокая физиологическая его активность в отношении ряда сортов винограда.

Работами П. Т. Болгарева (1961), Р. Вивер (1958, 1959, 1960), Т. Г. Катарьяна и М. А. Дрбоглава (1960), М. К. Мананкова (1960), Р. М. Мехти Заде (1961) и др. исследователей показано, что бессемянные сорта винограда: Коринка черная, бессемянный Томпсона, Кишмиш овальный, Кишмиш круглый, Гирда-кишмиш и др.—при обработке их гиббереллином значительно повышают урожай за счет увеличения количества завязей и величины ягод. При этом имеет место разрастание и разрыхление гроздей, что уменьшает повреждение их болезнями.

Работами М. К. Мананкова (1961), Т. Г. Катарьяна, М. А. Дрбоглава и М. Давыдовой (1960), Г. В. Ткаченко (1960) и др. также показано, что сорта винограда с функционально женскими цветами (Чауш, Нимранг, Пухляковский) под влиянием гиббереллина увеличивают количество завязей как у изолированных соцветий, так и при свободном опылении.

У ряда испытанных сортов отмечено ускорение созревания, повышение сахаристости, снижение кислотности и увеличение накопления сухого вещества в соке ягод.

Изучению действия гиббереллина на сорта винограда, содержащие в ягодах семена, посвящено мало работ, и полученные экспериментальные данные разноречивы. Так, Р. Вивер (1958) считает, что сорта винограда, содержащие в ягодах семена, не реагируют на обработку гиббереллином, т. к. в семенах образуются гиббереллиноподобные вещества, обеспечивающие нормальное развитие ягод. Леви (1960) на основании полученных экспериментальных данных отмечает, что в зависимости от количества семян в ягодах, гиббереллин оказывает на них физиологическое действие в разной степени: с увеличением количества семян в ягодах его стимулирующее действие снижается. Так, обработка гиббереллином винограда сорта Королева виноградников, у которого имеются бессемянные и содержащие различное количество семян ягоды, вызвала увеличение веса бессемянных ягод в 2,5 раза (вес 100 ягод), ягод с одним семенем—в 1,4

раза, ягод с двумя семенами—в 1,1 раза, а на ягоды с тремя семенами гиббереллин не оказал никакого влияния.

Работами Аллевельдт (1959), Рив и Пуже (1959), Вивер (1960) установлено последействие гиббереллина, проявляющееся в задержке развития почек у некоторых сортов винограда, подвергавшихся обработке гиббереллином в предшествующем году, что, по мнению авторов, может быть использовано с целью задержки вегетации в местностях, подверженных весенним заморозкам.

В указанной работе Рив и Пуже отмечают также, что гиббереллин вызвал у сортов Шасла и Фоль бланш разрыхление кистей и увеличение размеров ягод.

Задачей настоящей работы являлось изучение действия гиббереллина на урожай сортов винограда, содержащих в ягодах семена, в целях установления возможностей практического его использования для ускорения созревания поздно созревающих сортов, предотвращения осыпания цветков и горошения ягод, а также для разрыхления гроздей у сортов отличающихся их компактностью.

Для опытов было взято 9 сортов винограда, часть из которых широко распространена в производственных насаждениях степной зоны Крыма: Кара-Узюм ашхабадский, Тербаш и Шабаш—позднего срока созревания, которые в иные годы не вполне вызревают в Крыму; Гарс Левелю, Фурминт и Шардоне, отличающиеся осыпанием цветков и горошением ягод; Мускат белый и Хиндогны, имеющие чрезмерно компактную гроздь и вследствие этого подверженные загниванию ягод. В целях проверки действия гиббереллина на виноград с функционально женскими цветками в условиях обеспеченного перекрестного опыления в опыт был также взят сорт Чауш, растущий в смеси с сортами-опылителями и ежегодно хорошо плодоносящий.

Опыты проводились в производственных условиях колхоза «Украина» Кировского района Крымской области на винограднике в возрасте 6—8 лет, сформированном на вертикальных шпалерах. Агротехнический фон проведения опытов—принятая в колхозе система обработки и удобрения почвы и ухода за виноградными кустами, без полива.

Испытывалась гибберелловая кислота отечественного производства БИОР в концентрациях 10, 20, 50, 100 и 500 *мг/л* путем опрыскивания растений водными растворами с помощью опрыскивателя «Дезинфаль».

Опрыскивания проводились в два срока: 15 и 16 июня в фазе полного цветения или начала цветения и 30 июня—1 июля по мелкой завязи, путем нанесения раствора на нижнюю часть кустов в зоне расположения соцветий. При этом листья раздвигались для обеспечения смачивания всех кистей.

Контрольные растения одновременно опрыскивались водой.

В опытах было взято по 140 кустов каждого сорта. Обработка гиббереллином в концентрации 10, 20, 50 и 100 *мг/л* проводилась по следующей схеме:

1. Однократное опрыскивание по цветам.
2. Двукратное опрыскивание по цветам и завязи.
3. Однократное опрыскивание по завязи.

Кроме того, проводилось однократное опрыскивание по завязи раствором в концентрации 500 *мг/л*.

Таким образом, схема опытов включала 14 вариантов — по 10 кустов винограда в каждом варианте.



В опытах учитывался урожай по каждому варианту с определением среднего веса грозди; состав урожая—вес ягод и гребней и их процентное соотношение; величина ягод по весу 100 штук; количество семян в 100 ягодах; содержание растворимых веществ, растворимых сахаров, титруемой кислоты, сухого вещества в виноградном соке.

Содержание растворимых сахаров определялось по методу Бертрана, модифицированному Д. И. Лисицыным, а содержание кислот—титрованием водной вытяжки 0,1/N NaOH по фенолфталеину.

Проводившиеся в течение опыта фенологические наблюдения показали, что гибберелловая кислота в испытанных нами концентрациях не оказала заметного влияния на рост виноградной лозы, а также на величину и окраску листьев, но у некоторых сортов способствовала ускорению созревания ягод и появлению пигментации ягод сорта Кара-Узюм ашхабадский, о чем будет сказано ниже.

Учет урожая, определение составляющих урожай элементов, сахаристости и кислотности ягод проводился в периоды съемной зрелости каждого из изучавшихся сортов.

Ввиду того, что сорта винограда показали различную чувствительность к гиббереллину, полученные экспериментальные данные приводятся по каждому сорту отдельно.

## Сорта позднего срока созревания

Т е р б а ш. Созревание этого сорта в условиях степного Крыма в отдельные годы сильно затягивается, и вследствие этого имеют место значительные потери урожая из-за растрескивания и загнивания ягод в дождливую погоду осеннего времени, а также снижение качества урожая из-за недостаточного вызревания ко времени уборки. Кроме того, этому сорту в условиях степного Крыма свойственно значительное осыпание цветков и горошение ягод.

В наших опытах гибберелловая кислота вызвала ускорение созревания этого сорта винограда на 7—10 дней сравнительно с контролем. При этом следует отметить, что лето 1960 г., когда проводились опыты, было продолжительным и теплым, что способствовало созреванию винограда, и сбор урожая этого сорта начался в первой декаде сентября при благоприятной сухой погоде. Урожай в опыте был снят 30 августа.

Результаты определения сахаристости, кислотности и экстрактивности сока приведены в таблице 1.

Как показывают приведенные в таблице данные, гибберелловая кислота во всех испытанных нами концентрациях и особенно в концентрациях 20, 50 и 100 *мг/л* вызвала повышение содержания в ягодах сахаров, понижение кислотности и увеличение сухих веществ в виноградном соке, что указывает на стимуляцию созревания ягод.

Следует при этом отметить, что приведенные нами показатели сахаристости и кислотности винограда сорта Тербаш свойственны его съемной зрелости в условиях степного Крыма, тогда как в условиях Туркменской ССР его сахаристость достигает в августе 21% и 24% в сентябре, при кислотности в августе 0,5%.

Результаты учета урожая и его составляющих приведены в таблице 2.

Из приведенной таблицы видно, что гибберелловая кислота в концентрации 10 и 20 *мг/л* при однократном опрыскивании по цветам и при двукратном опрыскивании по цветам и завязи способствовала повышению урожая с одного куста в среднем до 200% относительно контроля.

*Таблица 1*

**Влияние гиббереллловой кислоты на накопление сахаров, кислот и сухого вещества в ягодах сорта Тербаш (в % на сырой вес)**

| Варианты опыта | % моносахаров | % винной кислоты | % сухих веществ |
|---|---|---|---|
| Контроль | 11,4 | 1,03 | 13,12 |
| 10 *мг/л* по цветам | 12,3 | 0,81 | 14,40 |
| 10 *мг/л* по цветам и завязи | 12,4 | 0,87 | 14,90 |
| 10 *мг/л* по завязи | 13,2 | 0,87 | 15,20 |
| 20 *мг/л* по цветам | 13,6 | 0,80 | 14,90 |
| 20 *мг/л* по цветам и завязи | 11,8 | 0,96 | 13,80 |
| 20 *мг/л* по завязи | 13,8 | 0,84 | 15,40 |
| 50 *мг/л* по цветам | 12,9 | 0,89 | 15,20 |
| 50 *мг/л* по цветам и завязи | 12,0 | 0,87 | 13,47 |
| 50 *мг/л* по завязи | 13,4 | 0,80 | 15,56 |
| 100 *мг/л* по цветам | 13,7 | 0,84 | 15,37 |
| 100 *мг/л* по цветам и завязи | 14,4 | 0,67 | 15,62 |
| 100 *мг/л* по завязи | 12,5 | 1,00 | 14,10 |
| 500 *мг/л* по завязи | 12,9 | 0,97 | 14,5 |

При однократном опрыскивании только по завязи отмечено повышение урожая до 159% в варианте с концентрацией стимулятора 20 *мг/л*.

Более высокие концентрации, как правило, не способствовали увеличению урожая или снижали его, что указывает на высокую чувствитель-

*Таблица 2*

**Влияние гиббереллловой кислоты на урожай винограда сорта Тербаш**

| Варианты опыта | Урожай с 1 куста в *кг* | Средний вес 1 грозди в *г* | Состав грозди в % | | Вес 100 ягод в *г* | Количество семян в 100 ягодах |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ягоды | гребни | | |
| Контроль | 3.217 | 261 | 97.6 | 2.4 | 392.5 | 142 |
| 10 *мг/л* по цветам | 7.450 | 210 | 97.1 | 2.9 | 352.0 | 202 |
| 10 *мг/л* по цветам и завязи | 6.937 | 225 | 97.3 | 2.7 | 331,0 | 196 |
| 10 *мг/л* по завязи | 3.417 | 258 | 96.6 | 3.4 | 304.2 | 169 |
| 20 *мг/л* по цветам | 5.125 | 322 | 96.9 | 3.1 | 333,0 | 174 |
| 20 *мг/л* по цветам и завязи | 6.000 | 271 | 97.5 | 2.5 | 338 9 | 197 |
| 20 *мг/л* по завязи | 6.750 | 223 | 97.9 | 2.1 | 360.1 | 181 |
| 50 *мг/л* по цветам | 3.300 | 253 | 97.2 | 2.8 | 371.0 | 236 |
| 50 *мг/л* по цветам и завязи | 3.200 | 220 | 97.0 | 3.0 | 331.6 | 215 |
| 50 *мг/л* по завязи | 2.350 | 326 | 98.1 | 1.9 | 379.5 | 198 |
| 100 *мг/л* по цветам | 2.625 | 285 | 97.1 | 2.9 | 360.5 | 162 |
| 100 *мг/л* по цветам и завязи | 2.607 | 187 | 95.7 | 4.3 | 349,3 | 157 |
| 100 *мг/л* по завязи | 3.700 | 312 | 97,8 | 2.2 | 336.6 | 145 |
| 500 *мг/л* по завязи | 5.950 | 287 | 98.0 | 2.0 | 385.5 | 298 |



ность этого сорта винограда к действию гиббереллловой кислоты, а также на важность установления оптимальной концентрации стимулятора для практического использования.

Анализ урожая показал, что гиббереллловая кислота вызывает разрастание гребней. Так, при однократной обработке по цветам в испытанных нами концентрациях, вес гребней составил от 2,8% до 3,1%, а в контроле—2,4% к весу гроздей; при двукратной обработке, т. е. по цветам и завязи, в концентрации 50 и 100 *мг/л* вес гребней составлял 3—4,3% при 2,4% в контроле. Опрыскивание же только по завязи на разрастание гребней влияния не оказало.

Наши наблюдения показали, что гиббереллловая кислота не способствовала развитию партенокарпии у данного сорта—во всех вариантах опыта, как видно из таблицы, количество семян в 100 ягодах было несколько выше, чем в контроле, что, по-видимому, может указывать на стимуляцию оплодотворения.

Таким образом, полученные нами экспериментальные данные показывают, что гиббереллловая кислота в оптимальных концентрациях стимулирует повышение урожая и ускоряет созревание винограда сорта Тербаш и, следовательно, может иметь практическое значение для этих целей.

Кара-Узюм ашхабадский. Этот сорт имеется в насаждениях ряда хозяйств степной зоны Крыма, но в этих условиях недостаточно вызревает, а в отдельные годы не вызревает.

Обработка гиббереллловой кислотой вызвала у этого сорта заметное ускорение начала пигментации ягод и значительное разрыхление гроздей за счет разрастания гребней, усиления осыпания цветков и горошения, что было очень значительным при опрыскивании растворами в концентрации 50 и 100 *мг/л* по цветам и по цветам и завязи и более слабым при опрыскивании только по завязи, что видно на фото 1.

Урожай в этом опыте нами был снят 20 сентября в состоянии недостаточной зрелости.

Результаты учета урожая и его составляющих приведены в таблице 3.

Из таблицы видно, что во всех опытных вариантах средний урожай одного куста меньше, чем в контроле, или равен контролю, за исключением вариантов с концентрацией гиббереллловой кислоты 10 *мг/л* при опрыскивании по цветам и 500 *мг/л* при опрыскивании по завязи. В этих вариантах отмечено как повышение урожая с одного куста, так и некоторое повышение веса 100 штук ягод, хотя при этом средний вес гроздей, так же, как и в других вариантах опыта, был ниже, чем в контроле.

При двукратной обработке по цветам и завязи вес гроздей тем меньше, чем выше концентрация гиббереллловой кислоты.

Наряду с уменьшением веса гроздей, имело место усиление разрастания гребней, которые составляли к весу грозди в варианте с концентрацией раствора 50 *мг/л* 2,4—3,0%, а при концентрации 100 *мг/л*—3,1—3,5%, при 2% в контроле.

Результаты определения сахаристости, кислотности и сухих веществ виноградного сока приведены в таблице 4.

Как видно из таблицы, под влиянием гиббереллловой кислоты в испытанных нами концентрациях произошло заметное снижение сахаристости, сухих веществ и растворимых веществ в ягодах и некоторое повышение их кислотности при наиболее высоких концентрациях стимулятора.

Таким образом, виноград сорта Кара-Узюм ашхабадский оказался очень чувствительным к гиббереллловой кислоте, действие которой сказалось в уменьшении среднего веса гроздей, большой их изреженности вслед-

Фото 1. Влияние гиббереллиновой кислоты на урожай винограда сорта Кара-Узюм ашхабадский при опрыскивании по цветам (вверху) и по завязи (внизу).

ствие разрастания гребней, горошения и осыпания цветков; снижении сахаристости, содержания сухих и растворимых веществ, а также в снижении вкусовых качеств ягод. Это, по-видимому, показывает, что испытанные нами концентрации гиббереллиновой кислоты оказались для данного сорта чрезмерно высокими.

Шабаш. Местный крымский сорт, отличающийся высокой урожайностью, транспортабельностью и лежкостью. Позднее созревание затягивает и часто из-за осенних дождей затрудняет уборку урожая.

Обработка гиббереллиновой кислотой ускорила созревание этого сорта примерно на 10 дней, вызвала изменение формы и величины ягод, а также увеличение гроздей.

Вследствие непредвиденной случайности, учет результатов опыта провести полностью не представилось возможным.

Урожай был снят 5 октября.



*Таблица 3*

**Влияние гиббереллиновой кислоты на урожай винограда сорта Кара-Узюм ашхабадский**

| Варианты опыта | Урожай с одного куста в *кг* | Вес 1 грозди в *г* в среднем для 18 гроздей | Состав грозди в % | | Вес 100 ягод в *г* | Количество семян в 100 ягодах |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ягоды | гребни | | |
| Контроль | 2,300 | 292 | 97,5 | 2,0 | 288,5 | 233 |
| 10 *мг/л* по цветам | 3,300 | 229 | 97,9 | 2,1 | 315,0 | 253 |
| „ по цветам и завязи | 2,300 | 222 | 97,8 | 2,1 | 350,7 | 245 |
| „ по завязи | 3,100 | — | 97,8 | 2,2 | 295,4 | 213 |
| 20 *мг/л* по цветам | 3,100 | 233*) | 97,8 | 2,2 | 280,6 | 215 |
| „ по цветам и завязи | 1,300 | 208*) | 98,3 | 1,7 | 329,5 | 238 |
| „ по завязи | 1,700 | 233*) | 975 | 2,5 | 315,4 | 240 |
| 50 *мг/л* по цветам | 1,900 | 133 | 97,2 | 3,0 | 352,6 | 248 |
| „ по цветам и завязи | 2,300 | 196 | 97,0 | 2,4 | 343,3 | 250 |
| „ по завязи | 2,500 | 225 | 97,4 | 2,1 | 287,0 | 190 |
| 100 *мг/л* по цветам | 2,000 | 111 | 96,9 | 3,1 | 364,1 | 270 |
| „ по цветам и завязи | 2,300 | 142*) | 96,1 | 3,5 | 333,6 | 228 |
| „ по завязи | 2,500 | 239*) | 97,1 | 2,9 | 326,8 | 232 |
| 500 *мг/л* по завязи | 4,000 | 246 | 96,9 | 2,3 | 343,9 | 265 |

Характер изменения формы и величины ягод и гроздей показан на фото 2.

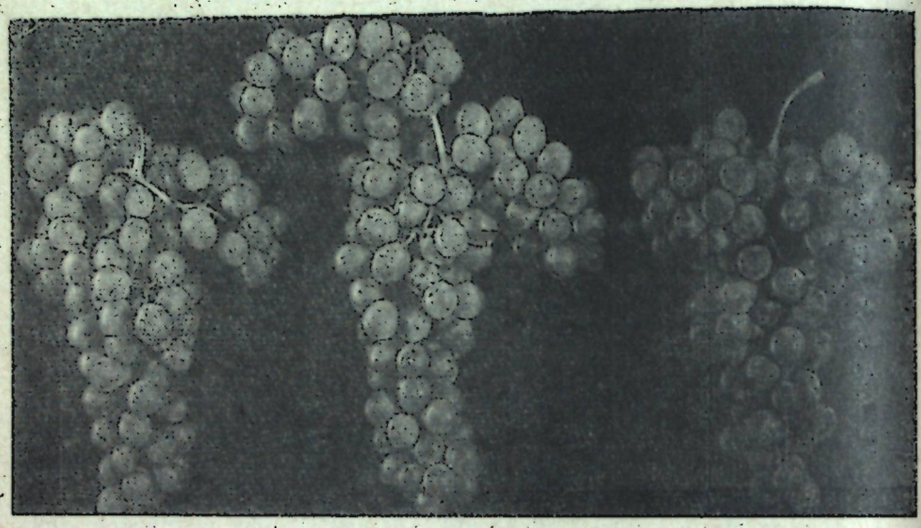
Приведенные фотографии, а также некоторые промеры и взвешивания показали, что гиббереллиновая кислота оказала наибольшее стимулирующее действие при обработке этого сорта растворами в концентрации от 10 до 50 *мг/л* при опрыскивании по цветам и по цветам и завязи, и, по-видимому, указанные концентрации и сроки опрыскивания будут являться близкими к оптимальным.

Результаты определения сахаристости, кислотности, содержания сухих и растворимых веществ приведены в таблице 5.

Данные анализов, как видно из приведенной таблицы, показывают, что гиббереллиновая кислота в концентрациях 10, 20, 50 и 100 *мг/л* при опрыскивании по цветам стимулировала накопление сахара и заметно увеличила накопление растворимых веществ в ягодах сорта Шабаш, что также указывает на чувствительность этого сорта к действию гиббереллина. Следует также отметить, что в вариантах опыта с применением гиббереллиновой кислоты в концентрации 100 *мг/л* имело место снижение количества семян в 100 ягодах, которые составляли 75—80% к контролю, что указывает на заметное ее влияние на развитие бессемянных ягод нормальной величины.

Таким образом, отмеченное нами ускорение созревания примерно на 10 дней, значительное увеличение размеров гроздей и повышение содержания сахара в ягодах сорта Шабаш позволяют предполагать, что гиббе-

*) Средние для 8 гроздей.



А

Б

Фото 2. Влияние гиббереллиновой кислоты на урожай и форму ягод винограда сорта Шабаш.

А. Слева—контроль; в центре—после опрыскивания раствором 50 *мг/л* по мелкой завязи; справа—после опрыскивания раствором 500 *мг/л* по мелкой завязи.

Б. Верхний ряд—после опрыскивания по цветам растворами 10, 20, 50 и 100 *мг/л* (в порядке возрастания концентрации).
Средний ряд—после опрыскивания по цветам и завязи.
Нижний ряд—после опрыскивания по завязи.
Крайний справа—контроль.



*Таблица 4*

**Влияние гиббереллиновой кислоты на накопление сахара, растворимых и сухих веществ и кислотность винограда сорта Кара-Узюм ашхабадский**

| Варианты опыта | % моносахаров | % винной кислоты | % сухих веществ | % растворимых веществ 19.IX-1960 года |
|---|---|---|---|---|
| Контроль | 16,8 | 0,82 | 21,22 | 19,3 |
| 10 *мг/л* по цветам | 15,4 | 0,80 | 19,75 | — |
| „ по цветам и завязи | 16,8 | 0,80 | 20,17 | — |
| „ по завязи | 14,6 | 0,84 | 18,92 | — |
| 20 *мг/л* по цветам | 15,4 | 082 | 19,46 | — |
| „ по цветам и завязи | 15,5 | 0,84 | 17,95 | — |
| „ по завязи | 16,5 | 0,88 | 19,6 | — |
| 50 *мг/л* по цветам | 15,1 | 0,88 | 19,3 | 19,1 |
| „ по цветам и завязи | 15,5 | 0,84 | 18,45 | 18,3 |
| „ по завязи | 16,3 | 0,84 | 17,3 | 18,1 |
| 100 *мг/л* по цветам | 16,1 | 0,80 | 18,40 | 18,8 |
| „ по цветам и завязи | 157 | 0,86 | 19,85 | 18,2 |
| „ по завязи | 14,6 | 1,03 | 18,52 | 17,9 |
| 500 *мг/л* по завязи | 14,8 | 0,92 | 19,40 | 17,4 |

релловая кислота может получить практическое применение на этом сорте, для чего необходимо уточнение оптимальной концентрации и числа опрыскиваний.

Резюмируя результаты опытов по изучению влияния гиббереллиновой кислоты на вышеуказанные позднеспелые сорта винограда: Тербаш, Кара-

*Таблица 5*

**Влияние гиббереллиновой кислоты на накопление сахара, свободной кислоты, сухих и растворимых веществ у винограда сорта Шабаш**

| Варианты опыта | % моносахаров | % винной кислоты | % сухих веществ | % растворимых веществ 21.IX-60 г. |
|---|---|---|---|---|
| Контроль | 12,6 | 0,68 | 16,93 | 15,9 |
| 10 *мг/л* по цветам | 14,4 | 0,76 | — | 17,0 |
| „ по цветам и завязи | 14,5 | 0,70 | — | 17,9 |
| „ по завязи | 14,1 | 0,67 | — | — |
| 20 *мг/л* по цветам | 14,0 | 0,63 | 17,6 | 15,9 |
| „ по цветам и завязи | 13,7 | 0,65 | 17,16 | 15,4 |
| „ по завязи | 12,4 | 0,69 | 15,85 | — |
| 50 *мг/л* по цветам | 15,0 | 0,64 | — | — |
| „ по цветам и завязи | 14,1 | 0,69 | 15,53 | — |
| „ по завязи | 13,9 | 0,73 | 17,42 | — |
| 100 *мг/л* по цветам | 14,1 | 0,68 | 16,5 | 15,9 |
| „ по цветам и завязи | 16,1 | 0,67 | — | 16,3 |
| „ по завязи | 15,5 | 0,76 | — | 15,2 |
| 500 *мг/л* по завязи | 13,1 | 0,75 | 15,9 | 15,5 |

Узюм ашхабадский и Шабаш,—которым присуще наличие обоеполых цветов и семян в ягодах, необходимо прежде всего отметить, что все они, хотя и не в одинаковой степени, показали высокую чувствительность к действию гиббереллиновой кислоты. При этом более низкие из испытанных нами концентраций показали наиболее выраженное стимулирующее действие при обработке во время цветения или при обработке по цветам и завязи.

Более высокие концентрации и более поздние сроки опрыскивания, как видно из наших данных, не оказывают стимулирующего действия или даже угнетают растения и снижают урожай и его качество, как это отмечено нами на сорте Кара-Узюм ашхабадский. Результаты наших опытов на этих сортах винограда достаточно убедительно, как нам кажется, показывают, во-первых, различную чувствительность сортов винограда к действию гиббереллиновой кислоты, что указывает на необходимость установления оптимальных концентраций, сроков и числа обработок для отдельных сортов; во-вторых, полученные нами экспериментальные данные не согласуются с мнением Р. Вивера, который считает, что сорта винограда, содержащие в ягодах семена, не реагируют на обработку гиббереллином вследствие образования в семенах гиббереллиноподобных веществ, обеспечивающих нормальное развитие ягод.

## Сорта, склонные к осыпанию цветков и горошению ягод

В постановке опытов по изучению влияния гиббереллиновой кислоты на сортах винограда, склонных к осыпанию цветков и горошению ягод, мы исходили из полученных нами экспериментальных данных в опыте на гранате, у которого под воздействием гиббереллиновой кислоты цветы, образующиеся на приросте текущего года и обычно опадающие, сохраняются длительное время на растении и плодоложе сильно разрастается. Это, как нам казалось, могло служить некоторым основанием для выяснения возможности практического использования ее для предотвращения осыпания цветков и горошения ягод винограда.

Шардоне. Сорт среднего срока созревания, склонный в условиях степной зоны Крыма к значительному осыпанию цветков и горошению ягод.

Обработка гиббереллиновой кислотой в указанных выше концентрациях не дала положительных результатов: в слабых концентрациях при однократной обработке она не оказала заметного действия, а при высоких концентрациях и двукратной обработке имели место усиление горошения ягод и изреженность гроздей, что показано на фото 3.

На величину урожая, сахаристость и кислотность ягод отмечено незначительное стимулирующее действие при опрыскивании по цветам. В этих вариантах опыта урожай с одного куста несколько выше контроля, что показано в таблице 6.

В остальных вариантах опыта эти показатели не отличались от контроля или были ниже, что указывает на слабую чувствительность данного сорта к гиббереллину, по сравнению с другими испытанными нами сортами.

Фурминт. Сорт среднего срока созревания, также склонный к осыпанию цветков и горошению ягод. Этот сорт, так же, как и предыдущий, оказался слабо чувствительным к действию гиббереллиновой кислоты. Во всех вариантах опыта отмечалось такое же осыпание цветков и горошение



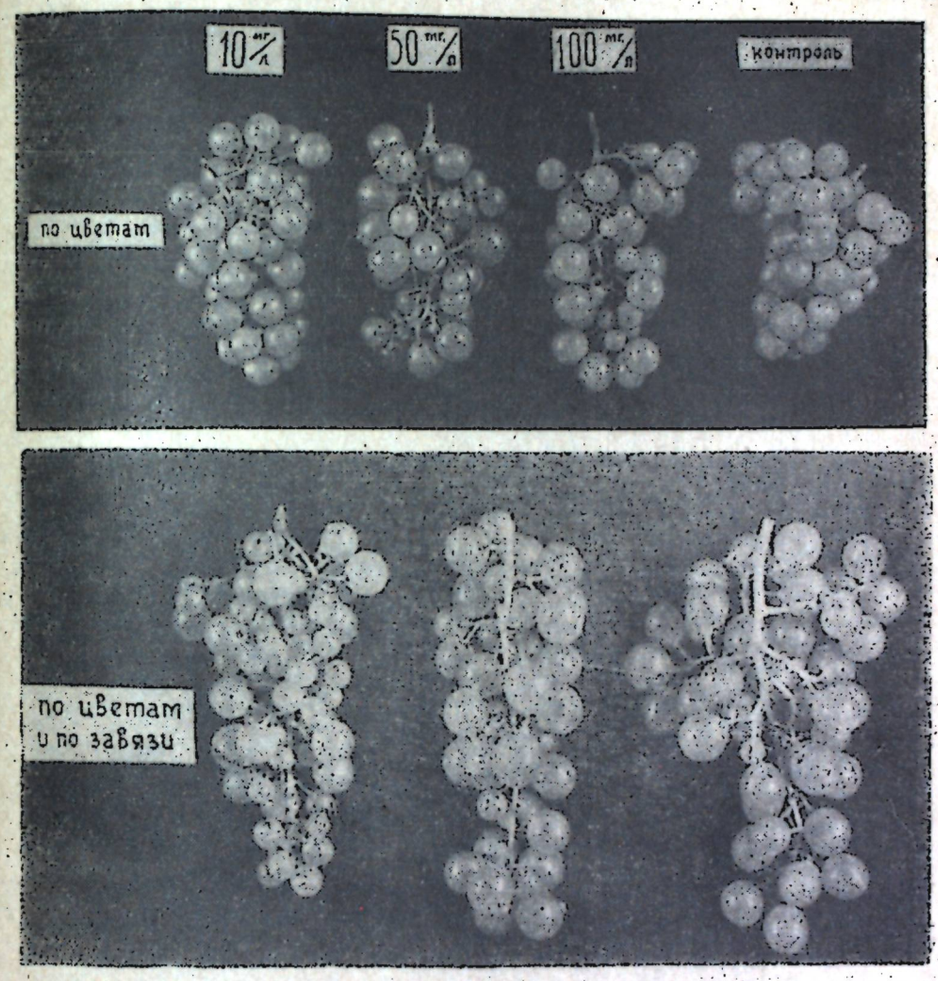



Фото 3. Влияние гиббереллиновой кислоты на урожай винограда сорта Шардоне при однократном опрыскивании по цветам (верхний ряд) и при двукратном опрыскивании (нижний ряд).

*Таблица 5*

**Влияние гиббереллиновой кислоты на урожай, сахаристость и кислотность ягод сорта Шардоне**

| Варианты опыта | Урожай с 1 куста в *кг* | Вес 1 кисти в *г* | % моносахаров | % винной кислоты | % сухих веществ |
|---|---|---|---|---|---|
| Контроль | 1,050 | 64 | 16,4 | 0,95 | 22,9 |
| 10 *мг/л* по цветам | 1,375 | 64 | — | 0,99 | 23,4 |
| 20 *мг/л* по цветам | 1,513 | 74 | 15,7 | 0,82 | 24,6 |
| 50 *мг/л* по цветам | 1,122 | 73 | 16,1 | 0,78 | 22,3 |
| 100 *мг/л* по цветам | 1,184 | 66 | 18,2 | 1,01 | — |

ягод, как и в контроле. Некоторое повышение урожая имело место только в вариантах с двукратным опрыскиванием — по цветам и завязи, что видно из таблицы 7.

*Таблица 7*

**Влияние гиббереллиновой кислоты на урожай, сахаристость и кислотность ягод сорта Фурминт**

| Варианты опыта | Вес одной грозди в г | % моносахаров | % винной кислоты | % сухих веществ |
|---|---|---|---|---|
| Контроль | 88 | 14,6 | 0,76 | 23,5 |
| 10 *мг/л* по цветам и завязи | 104 | 15,7 | 0,74 | 18,6 |
| 20 *мг/л* по цветам и завязи | 104 | 15,3 | 0,80 | 21,9 |
| 50 *мг/л* по цветам и завязи | 121 | 14,8 | 0,78 | 18,70 |
| 100 *мг/л* по цветам и завязи | 129 | 14,6 | 0,76 | 18,80 |

Как видно из приведенной таблицы, у сорта Фурминт гиббереллиновая кислота вызывает заметное увеличение среднего веса гроздей, что указывает на увеличение урожая, однако, это увеличение происходит главным образом за счет увеличения содержания воды в ягодах, т. к. количество сухих веществ относительно контроля значительно снижается.

Сахаристость и кислотность ягод при этом остаются на уровне контроля. В других вариантах опыта влияние гиббереллиновой кислоты проявилось еще более слабо.

Гарс Левелю. Сорт позднего срока созревания, склонный к осыпанию цветков.

При обработке гиббереллиновой кислотой во всех вариантах опыта отмечено усиление осыпания цветков и завязи по сравнению с контролем. При этом было обнаружено явно отрицательное ее действие на этот сорт винограда. Уже при концентрации раствора 10 *мг/л* даже при однократной обработке имела место большая изреженность и уродливое разрастание гребней. Более высокие концентрации гиббереллиновой кислоты, а также двукратная обработка по цветам и завязи усилили ее отрицательное действие, что показано на фото 4.

Средний вес гроздей и 100 ягод во всех вариантах опыта, за исключением вариантов с 10 и 20 *мг/л*, при опрыскивании по завязи был ниже, чем в контроле. При этом разросшиеся гребни составили 6—7% к весу гроздей, тогда как в контроле их вес не превышал 4,1%.

Содержание моносахаров в ягодах опытных вариантов составляло на день уборки урожая от 15 до 17% при 17% в контроле.

Накопление сухих веществ было также несколько ниже контроля. Кислотность сока понизилась незначительно. Приведенные данные показывают, что сорт винограда Гарс Левелю весьма чувствителен к действию гиббереллиновой кислоты и реагирует на обработку растворами 50 *мг/л* и выше усилением осыпания цветков и завязей, разрастанием гребней, задержкой созревания и снижением урожая.

Однако в вариантах опыта с 10 и 20 *мг/л* при обработке по завязи имело место некоторое увеличение веса гроздей и 100 ягод, что указывает на чрезмерность испытанных нами концентраций стимулятора. Сказанное дает основание для испытания на этом сорте более низких концентраций и других сроков и числа опрыскиваний.



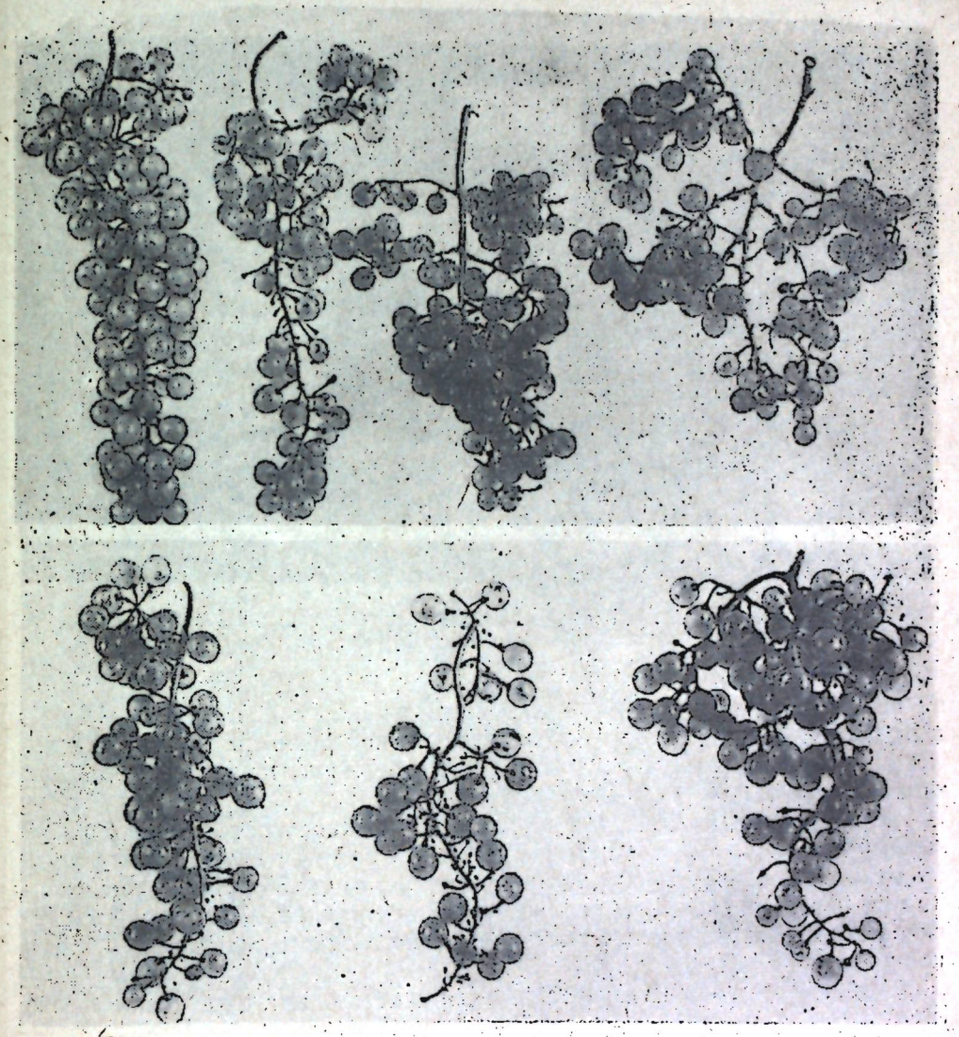


Фото 4. Влияние гиббереллиновой кислоты на урожай винограда сорта Гарс Левелю.

Верхний ряд: слева—контроль, в центре две грозди—после опрыскивания раствором 10 *мг/л* по цветам, справа—после опрыскивания раствором 10 *мг/л* по цветам и завязи.

Нижний ряд: слева—после опрыскивания раствором 50 *мг/л* по цветам, в центре—по цветам и завязи, справа—по завязи.

### Сорта с чрезмерно плотной гроздью

Мускат белый. Сорт средне-раннего срока созревания, отличающийся очень плотной гроздью, что делает его мало пригодным для потребления в свежем виде и обусловливает порчу урожая.

Действие гиббереллиновой кислоты на этом сорте проявилось в некотором увеличении и разрыхлении гроздей при обработке по цветам, а также по цветам и завязи, что показано на фото 5.

Однако при этом имело место горошение ягод. Обработка же по завязи не вызвала горошения. Если к этому добавить, что в вариантах с опрыскиванием гиббереллиновой кислотой по цветам и по цветам и завя-

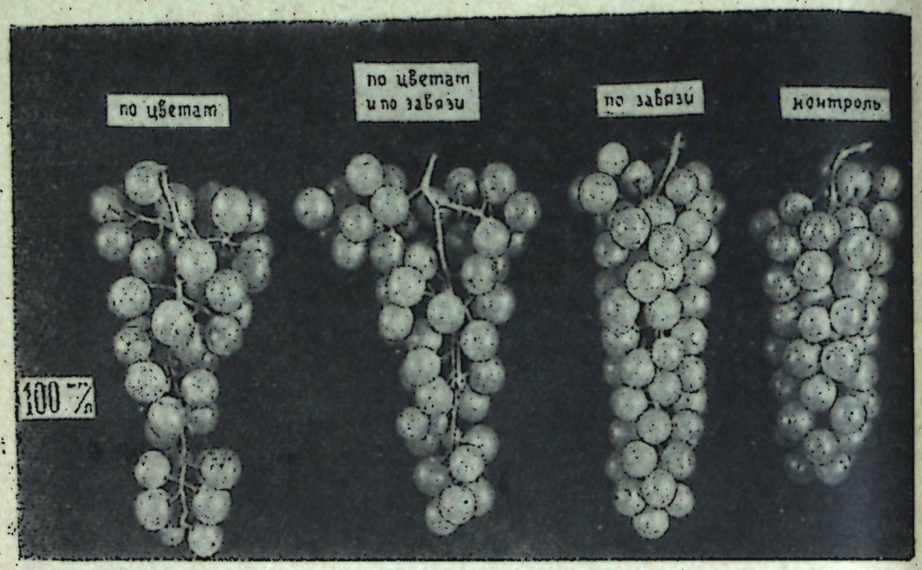



Фото 5. Влияние гиббереллловой кислоты в концентрации 100 *мг/л* на урожай винограда сорта Мускат белый.

зи попадались грозди совершенно неопыленные, т. е. с мелкими бессемянными ягодами, чего не наблюдалось в контроле, то можно предполагать, что опрыскивание цветов у этого сорта винограда препятствовало оплодотворению.

Учет урожая показал, что в вариантах с концентрацией раствора 20 *мг/л* имело место заметное его увеличение. Средний вес урожая с одного куста составил 2 *кг* при опрыскивании по цветам и 1,55 *кг* при опрыскивании по цветам и завязи. В варианте с концентрацией 100 *мг/л* при опрыскивании по завязи урожай составил 1,6 *кг* с одного куста при 1,3 *кг* в контроле.

Увеличение урожая в указанных вариантах опыта определилось увеличением веса плодов.

Содержание сахаров и сухих веществ в ягодах, как показали анализы, во всех опытных вариантах было на 2—2,5% ниже, а кислотность несколько выше, чем в контроле, что указывает на задержку созревания.

Опыт на этом сорте показал, что гиббереллловая кислота в испытанных нами концентрациях может содействовать разрыхлению кистей за счет некоторого разрастания гребней и горошения ягод, а также стимулировать некоторое повышение урожая за счет увеличения размеров ягод, но при этом задерживается созревание и снижаются их вкусовые достоинства и пищевая ценность.

Хиндогны. Сорт средне-позднего срока созревания с чрезвычайно компактной гроздью, вследствие чего ягоды при созревании лопаются и загнивают.

Обработка этого сорта растворами гиббереллловой кислоты по принятой в наших опытах схеме показала, что опрыскивание по цветам и по цветам и завязи вызвало разрыхление гроздей в тем большей степени, чем выше была концентрация стимулятора, что показано на фото 6. Однако разрыхление гроздей происходит у этого сорта не за счет разрастания гребней или плодоножек, а вследствие их изреженности.



Учет урожая и изучение его химического состава показали, что почти во всех вариантах опыта средний вес гроздей был ниже, чем в контроле и хотя вес 100 ягод таких изреженных гроздей был выше, чем в контроле, имело место снижение урожая.

Накопление сахара и сухих веществ во всех вариантах опыта было также на 1—2% ниже, чем в контроле, при незначительном снижении кислотности.

Таким образом, полученные нами экспериментальные данные показывают, что наряду с разрыхлением гроздей имеет место снижение сахаристости и экстрактивности сока, снижение урожая и задержка созревания, что свидетельствует о высокой чувствительности указанного сорта винограда к действию гиббереллловой кислоты. Однако влияние ее в испытанных нами концентрациях и сроках опрыскивания дало отрицательные результаты.

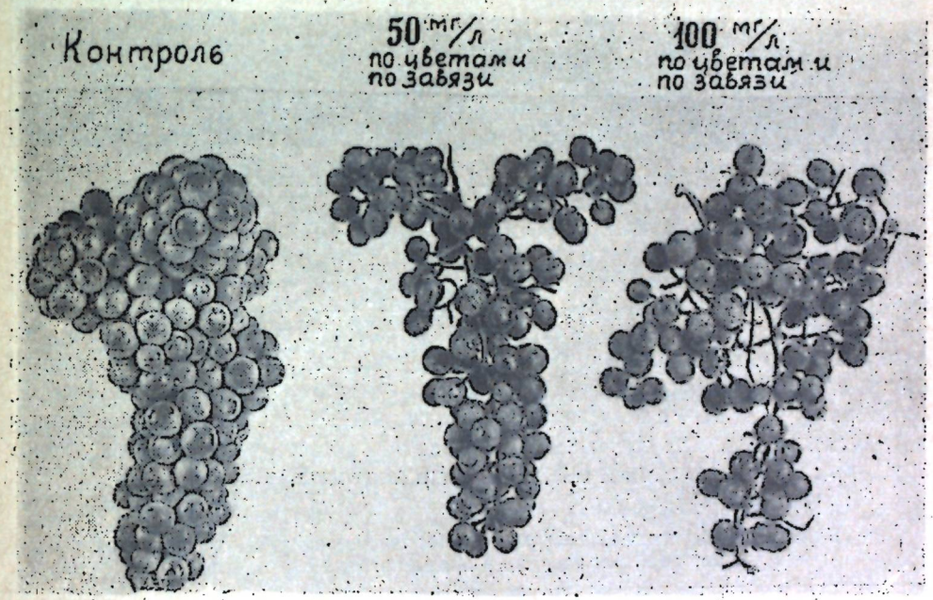



Фото 6. Влияние гиббереллловой кислоты на урожай винограда сорта Хиндогны. Слева—контроль, в центре—после опрыскивания раствором 50 *мг/л* по цветам и завязи, справа — после опрыскивания раствором 100 *мг/л* по цветам и завязи.

### Опыт на сорте с функционально женскими цветами

Ч а у ш. Опыт на этом сорте проводился в условиях обеспеченного перекрестного опыления, при котором, как известно, этот раннеспелый сорт дает высокие урожаи.

В результате опрыскивания гиббереллином во всех вариантах опыта, как и в контроле при опрыскивании водой, был получен высокий урожай ягод, содержащих семена. Горошения, обычно наблюдаемого при недостатке опыления, не наблюдалось. Как показали подсчеты, содержание семян в 100 ягодах опытных вариантов было выше, чем в контроле, что свидетельствует о полном обеспечении опыления.

При этом в вариантах опыта с концентрацией гиббереллловой кислоты 20, 50 и 100 *мг/л* при опрыскивании по цветам и по цветам и завязи увеличился размер кистей за счет разрастания гребней, а также имело место изменение формы и увеличение размеров ягод, что видно на фото 7.

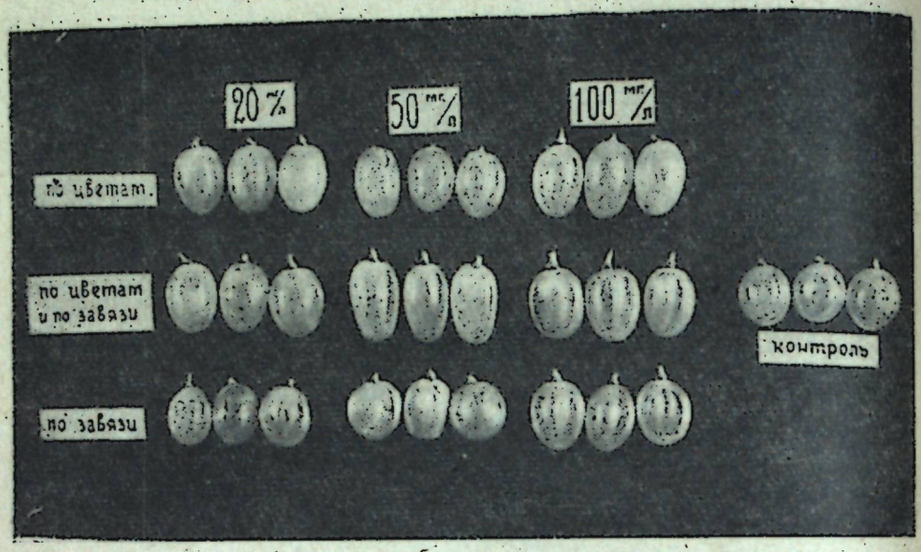



Фото 7. Влияние гиббереллиновой кислоты на величину и форму ягод винограда сорта Чауш.

Результаты определения сахаристости, кислотности и содержания растворимых и сухих веществ в ягодах приведены в таблице 8.

Из приведенной таблицы видно, что обработка гиббереллином во всех вариантах опыта способствовала увеличению сахаристости, накоплению сухих веществ и снижению кислотности ягод сравнительно с контролем, особенно в варианте с концентрацией раствора 10 *мг/л* при опрыскивании по цветам, в котором содержание моносахаров составило 15,8% и кислот 0,5% при 10,5% сахаров и 0,7% кислот в контроле.

*Таблица 8*

**Влияние гиббереллиновой кислоты на накопление сахаров, кислот, сухих и растворимых веществ в зрелых ягодах сорта Чауш**

| Варианты опыта | % моносахаров | % винной кислоты | % сухих веществ | % растворимых веществ |
|---|---|---|---|---|
| Контроль | 10,5 | 0,71 | 10,3 | 10,4 |
| 10 *мг/л* по цветам | 15,8 | 0,50 | 16,3 | 12,1 |
| 10 *мг/л* по цветам и завязи | 13,8 | 0,58 | 14,4 | 10,8 |
| 10 *мг/л* по завязи | 13,4 | 0,55 | 13,1 | 10,4 |
| 20 *мг/л* по цветам | 12,2 | 0,52 | 13,3 | 10,1 |
| 20 *мг/л* по цветам и завязи | 11,6 | 0,54 | 12,7 | 9,9 |
| 20 *мг/л* по завязи | 12,2 | 0,59 | 13,0 | 10,2 |
| 50 *мг/л* по цветам | 12,4 | 0,57 | 12,9 | 12,5 |
| 50 *мг/л* по цветам и завязи | 12,2 | 0,75 | 12,5 | 11,2 |
| 50 *мг/л* по завязи | 11,5 | 0,50 | 12,1 | 11,4 |
| 100 *мг/л* по цветам | 11,7 | 0,48 | 13,4 | 10,3 |
| 100 *мг/л* по цветам и завязи | 11,6 | 0,48 | 12,1 | 11,5 |
| 100 *мг/л* по завязи | 12,9 | 0,48 | 13,0 | 10,6 |
| 500 *мг/л* по завязи | 12,7 | 0,58 | 14,1 | 11,5 |



Повышенное содержание сахаров и снижение кислотности ягод способствовало ускорению их созревания на 10—12 дней. Это привлекло внимание работающих на винограднике, и урожай опытных вариантов был в значительной степени съеден, в то время, как урожай в контроле был еще совершенно несъедобен. Таким образом, вызванное гиббереллиновой кислотой значительное ускорение созревания этого раннеспелого сорта винограда получило бесспорное и очень убедительное подтверждение, но вследствие этого мы лишились возможности провести полный учет урожайности в данном опыте. Однако на основании определения веса 100 ягод, показавшего значительное увеличение их размеров и составлявшего 574—621 *г* в опытных вариантах при 437 *г* в контроле, можно полагать, что гиббереллиновая кислота способствовала также значительному повышению урожая этого сорта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные экспериментальные данные опытов, проведенных в производственных условиях на виноградниках колхоза «Украина» Кировского района Крымской области, показывают, что:

1. Гиббереллиновая кислота отечественного производства (БИОР) в испытанных нами концентрациях 10, 20, 50, 100 *мг/л* при однократном опрыскивании по цветам, двукратном опрыскивании по цветам и завязи, а также при однократном опрыскивании по завязи в концентрации 500 *мг/л* не оказала заметного действия на рост побегов, длину междоузлий, форму и окраску листьев винограда.

2. У сортов винограда средне-позднего и позднего сроков созревания—Тербаш и Шабаш — действие гиббереллиновой кислоты сказалось в повышении урожая и ускорении его созревания, повышении сахаристости в некоторых вариантах опыта на 2—3% и заметном снижении кислотности сравнительно с контролем. При этом наиболее значительное повышение среднего урожая с одного куста имело место у сорта Тербаш, составившее при опрыскивании по цветам, по цветам и завязи растворами 10 и 20 *мг/л* свыше 200% относительно контроля. При опрыскивании только по завязи также отмечено повышение урожая с одного куста до 159% в варианте с концентрацией 20 *мг/л*. Более высокие концентрации гиббереллиновой кислоты, как правило, не способствовали повышению урожая или снижали его.

У сорта Шабаш в варианте с концентрацией 20 *мг/л* при опрыскивании по завязи повышение среднего урожая с одного куста достигало 40% относительно контроля. Однако, судя по показателям веса гроздей и ягод, в остальных вариантах урожай был на уровне контроля или ниже.

Анализ данных по весу гроздей и ягод в варианте опыта, где отмечено повышение среднего урожая с одного куста, показывает, что средний вес гроздей и 100 ягод в опыте в ряде случаев несколько ниже контроля. Это могло быть обусловлено тем, что на опытных кустах размеры гроздей и ягод некоторых вариантов были весьма различны, в то время, как в контроле они были более выравнены.

Виноград сорта Кара-Узюм ашхабадский проявил очень высокую чувствительность к действию гиббереллиновой кислоты во всех вариантах опытов. Только при опрыскивании по цветам раствором в концентрации 10 *мг/л* отмечено повышение среднего урожая с одного куста до 140% относительно контроля. В остальных вариантах опыта имело место снижение урожая, изреживание гроздей, горошение ягод, снижение в ягодах сахаров и сухого вещества, повышение кислотности и задержка созревания, хотя пигментация ягод началась несколько раньше, чем в контроле, что

указывает на необходимость испытания на этом сорте более низких концентраций стимулятора.

Таким образом, сорта винограда Тербаш, Кара-Узюм ашхабадский и Шабаш, которым присуще наличие обоеполых цветов и семян в ягодах, показали, что все они, хотя и не в одинаковой степени, чувствительны к действию гиббереллиновой кислоты. При этом более низкие из испытанных нами концентраций показали наиболее выраженное стимулирующее действие при опрыскивании во время цветения или по цветам и мелкой завязи. Более высокие концентрации и более поздние сроки опрыскиваний, как видно из приведенных данных, не оказывают стимулирующего действия или даже снижают урожай и его качество, как это отмечено на сорте Кара-Узюм ашхабадский.

Это указывает на то, что гиббереллиновая кислота может найти практическое применение для ускорения созревания поздно созревающих сортов и повышения их урожайности при установлении оптимальных концентраций, сроков и числа опрыскиваний для отдельных сортов.

3. Опрыскивание гиббереллиновой кислотой сортов винограда Шардоне, Фурминт и Гарс Левелю, склонных к горошению и осыпанию цветков и завязи, не способствовало заметному предотвращению осыпания и горошения.

В вариантах опыта с концентрацией раствора 20 *мг/л* при опрыскивании по цветам у сорта Шардоне и по завязи у сортов Фурминт и Гарс Левелю отмечено некоторое повышение урожая и в ряде случаев повышение сахаристости и содержания сухих веществ в ягодах. У сорта Гарс Левелю наблюдалось также значительное разрастание гребней и изреживание гроздей, а у сорта Фурминт имело место ускорение созревания.

4. У сортов винограда Мускат белый и Хиндогны, отличающихся чрезмерно плотной гроздью, действие гиббереллиновой кислоты вызвало значительное разрыхление гроздей. При этом у Муската белого при опрыскивании раствором 20 *мг/л* по цветам и 10, 20 и 50 *мг/л* по цветам и завязи имело место повышение урожая с одного куста до 150—117% относительно контроля. В вариантах 100 и 500 *мг/л* наблюдалось горошение ягод, снижение урожая и сахаристости, а также задержка созревания, что свидетельствует о высокой чувствительности этих сортов к действию стимулятора.

5. У сорта Чауш в условиях обеспеченного опыления гиббереллиновая кислота стимулирует повышение урожая, сахаристости ягод, накопления в них сухих веществ и ускоряет созревание, что подтверждает данные других исследователей и показывает возможность практического ее применения для ускорения созревания и повышения урожая этого ценного столового сорта.

6. Полученные нами данные по изучению влияния гиббереллиновой кислоты на сорта винограда, содержащие в ягодах семена, не согласуются с мнением Р. Вивера, который считает, что такие сорта не реагируют на обработку гиббереллином, вследствие образования в семенах гиббереллиноподобных веществ, обеспечивающих нормальное развитие ягод.

## ВЫВОДЫ

1. Результаты наших опытов показывают, что гиббереллиновая кислота может найти практическое применение для ускорения созревания и повышения урожая сортов винограда с обоеполыми цветами и содержащих в



ягодах семена: Тербаш, Шабаш и Мускат белый, а также сорта Чауш, относящегося к группе сортов с функционально женскими цветами.

2. Для практического использования гиббереллиновой кислоты в указанных целях требуется установление оптимальных концентраций, числа и сроков опрыскиваний для отдельных сортов винограда и проверка ее действия на достаточно широких производственных площадях.

## ЛИТЕРАТУРА

Болгарев П. Т. О применении гиббереллиновой кислоты в виноградарстве. Виноградарство и садоводство Крыма, № 5, 1961.

Катарьян Т., Дрбоглав М. Влияние гиббереллиновой кислоты на виноград. Виноградарство и садоводство Крыма, № 2, 1960.

Катарьян Т. Г., Дрбоглав М. А., Давыдова М. Влияние гиббереллиновой кислоты на разные сорта винограда. Физиология растений, т. 7, в. 3, 1960.

Мананков М. Производственные испытания гиббереллиновой кислоты на винограде. Виноградарство и садоводство Крыма, № 12, 1960.

Мананков М. К. Влияние гиббереллиновой кислоты на плодообразование сортов винограда с функционально женскими цветами. Физиология растений, т. 7., в. 3, 1960.

Мехти Заде Р. М. Влияние гиббереллиновой кислоты на рост гроздей и ягоды винограда. Известия АН СССР, серия биологическая, № 1, 1961.

Ткаченко Г. В. Влияние гиббереллина на плодоношение винограда сорта Чауш. Физиология растений, т. 7, в. 3, 1960.

Coombe B. G. Relationship of growth and development to changes in sugars, auxins and gibberellins in fruit of seeded and seedless varieties of Vitis Vinifera. Plant Physol. v. 35, N 2, 1960.

Marro M. Sviluppo partenocarpico nel trebbiano trattata con gibberellina. Fruitticultura, An. 22, 1960.

Rives M., Ponget R. Action de la gibberelline sur la dormance de la vigne (Vitis vinifera L.). Comtes rendus hebdomadaires es Seances de l'Academie des Scences, t. 248, N 25, 1959.

Rives M., Ponget R. Action de la gibberelline sur la compacite des groppes de deuf varietes de vigne. C. R. Acad. Agriculture de France, 45, N 7, 1959.

Soost R. K., Hield H. Doubles yield. California Citrograf, N 7, 1958.

Stuwart W., Hosleu D., Ching F. Effect of fhe Potassium Salts of Gibberellic Acid on Fruit Growth of Thompson seedless Grapes. Proc. of the Amer. Soc. for Hort. Sci. v. 72, 1958.

Weaver R. J. Effect of gibberellic Acid on Fruit Set and Berry Enlargement in Seedless on Vitis Vinifera. Nature, 181, N 4612, 1958.

Weaver R. J. Prolonging Dermancy in Vitis Vinifera with Gibberellin. Nature, v. 183, N. 4669, 1959.

Weaver R. J. Toxicity of gibberellin to seedless and seeded of Vitis Vinifera. Nature, v. 187, n. 4743, 1960.

Weaver R. J., McCune S. B. Further studies with gibberellin on Vitis Vinifera Grapes. The Botanical Gasette, v. 121, n. 3, 1960.

Westing A. H. Effect of gibberellin on Conifers: Generally Negative. Jorn. Forestry, 57, N 2, 1959.

*A. S. KOVERGA, E. L. KOVERGA, E. N. DOMANSKAYA, M. S. MAKSIMOVA et al.*

## INFLUENCE OF GIBBERELLIC ACID (GA) ON GRAPE YIELD

### SUMMARY

Gibberellic acid of home production (BIOR) was tested in production conditions on grape varieties with bisexual flowers and berries containing seed at concentrations of 10, 20, 50 and 100 mg/l. Sprays were made over flowers and ovaries.

Action of this stimulator induced rise of yield in the following medium-late and late ripening varieties — Terbash to 200 per cent at concentrations of 10 and 20 mg/l, Shabash to 140 p. c. at concentration of

20 mg/l and Kara-Uzyum ashkhabadskii to 140 p. c. at concentration of 10 mg/l.

Also in first 2 var. there was accelerated for 7—10 days maturation and increased somewhat sugar content of berries.

Nigher GA concentrations either did not increase yield or even decreased it.

Spraying with GA var., Chardonnay, Furmint, Harchlevelu did not prevent deminution of berries in size or fall of flowers and ovaries.

In var. Muscat de Lunel and Khindogny effect of GA induced a significant losening of clusters.

Our experimental data are not in accord with opinion of Weaver who considers that grape varieties having seed in berries do not react on GA action because of its formation in seeds, but indicate that GA can be of use for accelerating maturation, increasing yield and loosening clusters in some varieties having bisexual flowers and seed in berries. This requires, however, determination of optimal stimulator concentrations, dates and number of sprays.

---

*А. С. КОВЕРГА, Е. Л. КОВЕРГА,*
*Э. Н. ДОМАНСКАЯ.*

# ВЛИЯНИЕ ГИББЕРЕЛЛОВОЙ КИСЛОТЫ НА НЕКОТОРЫЕ ЦВЕТОЧНЫЕ РАСТЕНИЯ

В опубликованных многочисленных работах по изучению влияния гиббереллина на растения приводятся обширные экспериментальные данные, показывающие его высокую физиологическую активность.

Работами Marth с сотрудниками (1956), Lang (1957), Чайлахян (1958), Мосолова с сотрудниками (1958, 1959), Мошкова с сотрудниками (1959), Разумова (1959, 1960) и многими другими исследованиями показано, что гиббереллин, стимулируя рост, ускоряет также генеративное развитие некоторых растений, активизирует физиологические процессы, усиливает поступление и усвоение питательных веществ, повышает окислительно-восстановительные процессы и синтез углеводов.

Исследованиями Carr (1957), Sarkar (1958), Bewley (1958), Pirone (1958), Wittwer (1957), Narada a. Nitsch (1959) и др. авторами установлено, что растения петунии, дельфиниумов, белены, левкоев, маргаритки, герберы, китайской астры, колокольчиков, виолы и др. под влиянием гиббереллина зацветают на много дней раньше по сравнению с контрольными, причем некоторые из них проходят стадию яровизации и зацветают без воздействия пониженными температурами, а у пеларгонии усиливается рост, увеличиваются размеры соцветий и продолжительность их цветения.

Задачей настоящей работы являлось изучение действия гибберелловой кислоты на некоторые цветочные растения в целях выяснения возможности ее практического применения для ускорения цветения и повышения декоративности, а также изучение ее действия на содержание хлорофилла А и хлорофилла В, ксантофилла и каротина, на накопление углерода в листьях, на интенсивность дыхания и дыхательный коэффициент.

Работа проводилась в 1959 году на экспериментальных участках и в теплице Гос. Никитского ботанического сада.

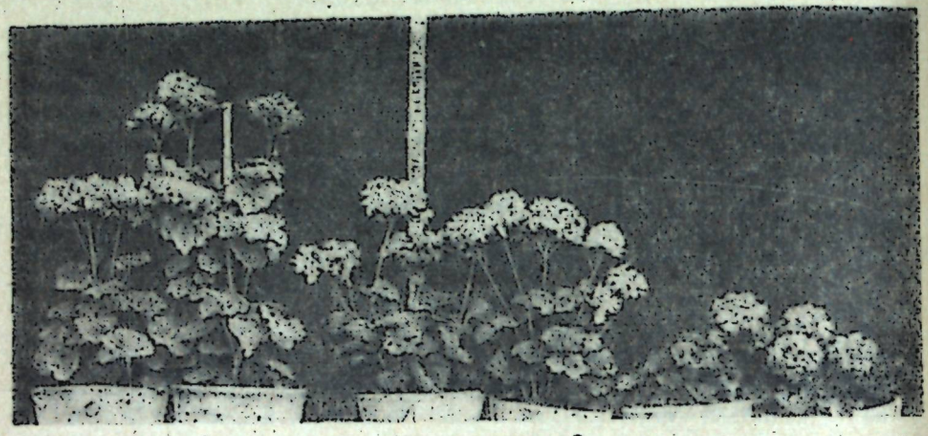
В качестве объектов были взяты: пеларгония (Pelargonium sonale), примула многоцветковая (Primula poliantha), канны (Canna hybrida hort.), хризантемы (Chrysanthemum), клематис Жакмана (Clematis jackmannii).

В опытах применялась гибберелловая кислота английского производства.

Опыт на клематисе Жакмана проводил ст. лаборант Волосенко А. Н.

## Опыты с пеларгонией (Pelargonium zonale)

Опыт 1. Укорененные черенки пеларгонии сорта Цвер Кенигин в фазе 2—3 листьев и в более поздней фазе, когда растения достигли высоты 6—10 *см* и имели от 10 до 15 листьев, опрыскивались раствором гиббереллоной кислоты в концентрации 10 *мг/л*., в первом варианте опыта 3 раза, во втором варианте—6 раз с недельными интервалами. В вариантах было по семь растений.



1 2

Фото 1. Пеларгония сорта Цвер Кенигин.

1 — после 6 опрыскиваний гиббереллоной кислотой 10 *мг/л*,
2 — после 3 опрыскиваний гиббереллоной кислотой 10 *мг/л*,
3 — контроль.

Как видно на фото 1, гиббереллоная кислота оказала значительное стимулирующее действие на рост карликовой пеларгонии Цвер Кенигин. Ко времени третьего опрыскивания, т. е. через 2 недели после начала опыта, растения были заметно выше контрольных, листья их стали бледнее и тоньше, а черешки листьев и цветоножки удлинились, примерно в 2 раза по сравнению с контролем. В таблице 1 приведены данные по динамике роста растений.

Данные таблицы показывают, что при трехкратном опрыскивании раствором 10 *мг/л* рост карликовой пеларгонии составлял 176%, а при ше-

*Таблица 1.*

**Влияние гиббереллоной кислоты на интенсивность роста растений пеларгонии сорта Цвер Кенигин. Средняя высота 7 растений**

| Варианты опыта / Даты измерений | Контроль | | Опрыснутые гиббереллоной кислотой | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10 *мг/л* 3 раза | | 10 *мг/л* 6 раз | |
| | *см* | % | *см* | % к контролю | *см* | % к контролю |
| 7.IV | 4,5 | 100 | 7,9 | 176 | 9,6 | 213 |
| 16.IV | 5,2 | 100 | 9,1 | 175 | 12,2 | 235 |
| 28.IV | 5,6 | 100 | 9,1 | 163 | 12,5 | 223 |
| 4.V | 5,9 | 100 | 9,1 | 154 | 13,0 | 220 |



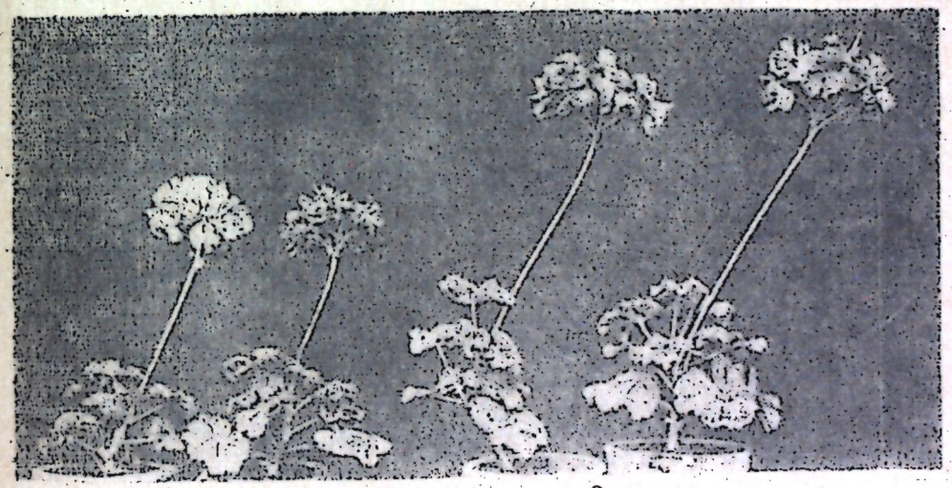
стикратном—213% относительно контроля. При этом наблюдалось, что с прекращением опрыскивания относительная высота опытных растений заметно снижалась, однако, до конца вегетационного периода разница в высоте между опытными и контрольными растениями оставалась весьма значительной.

Влияние гиббереллоной кислоты сказалось также на цветении растений. На опытных растениях бутоны появились на 20 дней раньше, чем на контрольных. Однако все первые бутоны, кроме одного, засохли. Распустившийся единственный во всем опыте цветок (на 14 растений) был по размеру в 2 раза крупнее нормального, бледнее окрашен и цвел больше месяца, т. е. намного дольше обычного. Массовое цветение опытных растений началось почти на месяц позже, и цветы их ничем не отличались от контрольных.

Опытные растения обоих вариантов до конца опыта хлорозировали, причем у растений, опрыснутых гиббереллином в более поздней фазе роста, хлороз был выражен сравнительно слабо, а у растений, подвергшихся действию стимулятора в ранней фазе роста, хлороз был выражен в сильной степени.

Опыт 2. По такой же схеме опрыскивались укорененные черенки пеларгонии сорта Рубин. Повторность опыта семикратная.

На растениях этого сорта действие стимулятора также стало заметным через 20—25 дней после начала опрыскиваний. Высота стеблей опытных растений в результате воздействия гиббереллоной кислотой увеличилась до 124% относительно контроля в обоих вариантах. Как видно на фотографии № 2, у опытных растений сильно удлинились цветоножки и че-



1 2

Фото 2. Пеларгония сорта Рубин.

1 — контроль,
2 — после 6 опрыскиваний гиббереллоной кислотой в концентрации 10 *мг/л*.

решки листьев и увеличился размер листовых пластинок. Цветы отличались заметно удлиненным пестиком. На сроки цветения гиббереллоная кислота влияния не оказала. Растения хлорозировали в несколько меньшей степени, чем в опыте 1.

Приведенные данные показывают, что растения пеларгонии весьма чувствительны к гиббереллоной кислоте, действие которой проявляется в

стимуляции роста стеблей, удлинении черешков и цветоножек, увеличении листовых пластинок и весьма заметном хлорозе, что свидетельствует о глубоких нарушениях процессов жизнедеятельности опытных растений.

В целях выяснения характера нарушения физиологических процессов, нами было проведено предварительное изучение изменения содержания хлорофилла в листьях, интенсивности фотосинтеза и дыхания.

В таблицах 2 и 3 приведены данные по изменению содержания пигментов в листьях опытных и контрольных растений. Извлечение пигментов листьев производилось бензином со спиртом, разделение их—на адсорбционной колонке по М. С. Цвету (1946), количественное определение—в единицах экстинкции колориметром ФЭК-М.

*Таблица 2.*

**Изменение содержания хлорофилла в листьях пеларгонии сорта Рубин под влиянием гиббереллиновой кислоты (в единицах экстинкции)**

| Варианты опыта / Даты определений | Контроль | | Опрыснутые гиббереллиновой кислотой | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10 *мг/л* 3 раза | | 10 *мг/л* 6 раз | |
| | экстинкция | % | экстинкция | % к контролю | экстинкция | % к контролю |
| 1.VIII, до опрыскив. . . | 5,86 | 100 | 6,11 | 104 | 6,60 | 113 |
| 25.VIII . . . . . | 6,06 | 100 | 5,94 | 98 | 5,97 | 99 |
| 18.IX . . . . . | 5,52 | 100 | 4,13 | 75 | 4,38 | 79 |
| 15.X . . . . . | 3,68 | 100 | 3,30 | 90 | 3,30 | 90 |

*Таблица 3.*

**Изменение содержания отдельных пигментов в листьях пеларгонии**

| Варианты опыта | Хлорофилл А | | Хлорофилл В | | Ксантофилл | | Каротин | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | экстинкция | % к контролю | экстинкция | % к контролю | экстинкция | % к контролю | экстинкция | % к контролю |
| Контроль . . . | 1,35 | 100 | 1,35 | 100 | 0,34 | 100 | 0,12 | 100 |
| 10 *мг/л* 3 раза . . | 1,30 | 96 | 1,24 | 92 | 0,29 | 85 | 0,13 | 108 |
| 10 *мг/л* 6 раз . . | 1,14 | 84 | 0,90 | 67 | 0,29 | 85 | 0,08 | 67 |

Из таблиц видно, что общее количество хлорофилла в листьях снижается на 33—34% относительно начального его содержания. В контроле имели место изменения на 3—6% от начального.

Раздельное определение количества зеленых и желтых пигментов показало, что в результате воздействия гиббереллиновой кислотой произошли значительные изменения пигментной системы листьев опытных растений. Данные таблицы 3 показывают значительное уменьшение количества хлорофилла, ксантофилла и каротина. При этом уменьшение количества хлорофилла В и каротина более значительно, чем хлорофилла А и ксантофилла.

В таблице 4 приведены данные по содержанию углерода в листьях. Определение количества углерода проводилось по методу Ф. З. Бородулиной и Л. Г. Колобаевой (1953).

Приведенные данные показывают, что в листьях растений после обработки гиббереллиновой кислотой количество углерода весьма заметно сни-



*Таблица 4.*

**Изменение содержания углерода в листьях пеларгонии сорта Рубин под влиянием гиббереллиновой кислоты (в *мг* С на 1 *дм*² площади листьев)**

| Варианты опыта / Даты определений | Контроль | | Опрыснутые гиббереллиновой кислотой | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10 *мг/л* 3 раза | | 10 *мг/л* 6 раз | |
| | *мг* С | % | *мг* С | % к контролю | *мг* С | % к контролю |
| 30.VII, до опрыскив. . . . | 266 | 100 | 268 | 100 | 266 | 100 |
| 27.VIII . . . . . | 249 | 100 | 226 | 91 | 240 | 96 |
| 16.X . . . . . | 289 | 100 | 274 | 95 | 284 | 98 |

жается. Снижение составляет 10—16% от начального количества и 16—22% от контроля. Спустя месяц после последнего опрыскивания содержание углерода в листьях пришло в норму. Эти данные свидетельствуют о снижении интенсивности фотосинтеза, что, по-видимому, является следствием уменьшения количества хлорофилла, вызванного действием гиббереллиновой кислоты. Через месяц после окончания опрыскиваний количество хлорофилла в листьях в значительной степени восстановилось и интенсивность фотосинтеза повысилась до уровня контроля.

Исходя из предположения, что вызываемое действием гиббереллиновой кислоты уменьшение содержания хлорофилла и снижение интенсивности фотосинтеза обусловлено глубокими изменениями важных процессов жизнедеятельности, нами изучался характер и интенсивность дыхания. Определение интенсивности дыхания и дыхательного коэффициента проводилось с помощью аппарата Варбурга. В таблице 5 приведены данные по интенсивности дыхания листьев пеларгонии. При этом величина дыхательного коэффициента опытных растений не отличалась от контроля и равнялась примерно единице. Это показывает, что гиббереллиновая кислота не вызвала нарушения характера дыхания, и оно в обоих вариантах опыта оставалось аэробным.

*Таблица 5.*

**Изменение интенсивности дыхания пеларгонии сорта Рубин под влиянием гиббереллиновой кислоты (в *мм*³ $O_2$ на 1 *г* сырых листьев)**

| Варианты опыта / Даты определений | Контроль | | Опрыснутые гиббереллиновой кислотой | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10 *мг/л* 3 раза | | 10 *мг/л* 6 раз | |
| | *мм*³ $O_2$ | % | *мм*³ $O_2$ | % к контролю | *мм*³ $O_2$ | % к контролю |
| 1.VIII, до опрыскив. . . | 183 | 100 | 169 | 92 | 166 | 91 |
| 29.VIII . . . . . | 256 | 100 | 187 | 73 | 200 | 78 |
| 26.IX . . . . . | 179 | 100 | 159 | 89 | 110 | 61 |
| 21.X . . . . . | 230 | 100 | 211 | 92 | 225 | 98 |

Результаты изучения динамики дыхательного процесса показали, что гиббереллиновая кислота в испытанной нами концентрации вызвала снижение интенсивности дыхания, причем депрессия дыхания была более длительной при 6-кратном опрыскивании. Через полтора месяца после окончания опрыскиваний интенсивность дыхания опытных растений достигла такой же величины относительно контроля, как и до опыта.

Таким образом, действие гиббереллловой кислоты на процесс дыхания, судя по характеру изменений его интенсивности, сходно с повреждающим действием некоторых ядов с той разницей, что в данном случае не наблюдался переход к интрамолекулярному дыханию, наступающему обычно при глубоких нарушениях жизнедеятельности.

Приведенные экспериментальные данные показали, что гиббереллловая кислота стимулирует рост пеларгонии, особенно карликового сорта Цвер Кенигин. Одновременно она вызывает снижение количества хлорофилла и углерода в листьях, а также изменение интенсивности дыхания. Внешним признаком повреждающего действия гиббереллловой кислоты является хлороз растений.

Высокая чувствительность пеларгонии к действию гиббереллловой кислоты представляет интерес для более глубокого изучения механизма ее действия. Однако она не ускоряет цветения и не оказывает влияния на повышение декоративности пеларгонии и, следовательно, применение ее в этих целях не представляет практического интереса. Возможно, что вызываемое ею увеличение зеленой массы даст повышение урожая эфирного масла.

### Опыт с примулой (Primula poliantha)

Сеянцы примулы в фазе 5—7 листьев с хорошо развитой корневой системой опрыскивались 3 и 6 раз раствором гиббереллловой кислоты 10 *мг/л* с недельными интервалами. Контрольные растения опрыскивались водой. Опрыскивания проводились 13, 19, 26 марта и 2, 9, 16 апреля. В каждом варианте опыта было взято по 10 растений.

Через месяц после начала опыта на растениях обоих вариантов появились признаки хлороза. При этом хлоротичность растений, подвергавшихся шестикратной обработке, была выражена заметно сильнее.

Цветение опытных растений началось на 10 дней раньше контрольных.

Вызванное действием стимулятора явление хлороза указывало на глубокие изменения пигментной системы листьев опытных растений, что подтверждается данными, приведенными в таблице 6.

*Таблица 6.*

**Изменение количества пигментов в листьях примулы под влиянием гиббереллловой кислоты (в единицах экстинкции)**

| Варианты опыта | Общее содержание хлорофилла | | Хлорофилл А | | Хлорофилл В | | Ксантофилл | Каротин |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | экстинкция | % к контролю | экстинкция | % к контролю | экстинкция | % к контролю | экстинкция | % к контролю |
| Контроль . . . . | 0,59 | 100 | 0,40 | 100 | 0,18 | 100 | 0,05 | 0,02 |
| 10 *мг/л* 6 раз . . | 0,42 | 71 | 0,28 | 70 | 0,12 | 67 | 0,04 | 0,03 |

Из таблицы видно, что действие гиббереллловой кислоты вызывает уменьшение содержания хлорофилла. примерно. до 70% относительно контроля, при этом количество хлорофилла А снижается несколько меньше, чем количество хлорофилла В, как и в опыте с пеларгонией. Количество желтых пигментов изменилось незначительно.

В целях изучения влияния гиббереллловой кислоты на синтетические процессы, в связи со столь значительными изменениями пигментной системы, определялось изменение сырого и сухого веса растений. Результаты этих определений приведены в таблице 7.



*Таблица 7.*

**Изменение сырого и сухого веса растений под влиянием гиббереллловой кислоты (вес 5 растений)**

| Варианты опыта / Даты определений | Сырой вес | | | | | | Сухой вес | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | контроль | | 10 *мг/л* 3 раза | | 10 *мг/л* 6 раз | | контроль | | 10 *мг/л* 3 раза | | 10 *мг/л* 6 раз | |
| | г | % | г | % | г | % | г | % | г | % | г | % |
| **Надземная часть:** | | | | | | | | | | | | |
| 26.V | 37,5 | 100 | 51,6 | 137 | 52,8 | 140 | 7,1 | 100 | 8,8 | 124 | 11,8 | 166 |
| 9.VI | 28,0 | 100 | 34,8 | 124 | 33,7 | 120 | 4.7 | 100 | 6,5 | 138 | 7,1 | 150 |
| В среднем . | — | 100 | — | 130 | — | 130 | — | 100 | — | 131 | — | 158 |
| **Корни:** | | | | | | | | | | | | |
| 26.V | 43,4 | 100 | 56,6 | 130 | 38,2 | 88 | 11,2 | 100 | 13,5 | 120 | 11,6 | 103 |
| 9.VI | 35,2 | 100 | 30,4 | 86 | 28,2 | 80 | 8,2 | 100 | 7,7 | 94 | 7,8 | 95 |
| В среднем . | — | 100 | — | 108 | — | 84 | — | 100 | — | 107 | — | 99 |

Данные таблицы показывают, что, несмотря на значительное уменьшение количества хлорофилла в листьях, действие гиббереллловой кислоты способствует значительному повышению веса растений. При этом сырой вес надземной части при шестикратном опрыскивании возрастает на 30%, а сухой—на 58% относительно контроля. Вес же корней изменяется незначительно.

Эти данные свидетельствуют о стимулирующем действии гиббереллловой кислоты на синтетические процессы примулы, что представляет интерес для более глубокого изучения изменений физиологических процессов, вызываемых этим высокоэффективным стимулятором.

### Опыты с канной (Canna hybrida hort) и хризантемами

Задачей опытов являлось изучение влияния гиббереллловой кислоты на скорость прорастания семян, а также на рост, развитие и некоторые физиологические процессы растений.

В качестве объектов были взяты семена и сеянцы в фазе 4—5 листьев сортообразца № 13 селекции Никитского сада.

Семена в количестве 500 штук замачивались в течение 3-х суток в растворе 300 *мг/л*; контрольные семена в количестве 100 штук замачивались, соответственно, в воде. Высев семян производился в посевные ящики в теплице.

Результаты опыта показали, что гиббереллловая кислота в испытанной нами концентрации не оказала заметного влияния ни на всхожесть, ни на скорость прорастания семян канн. Однако разница между всходами опытного и контрольного вариантов, как это видно на фото 3 была весьма значительной. Опытные растения были тонкие, высокие, с узкими зеленовато-желтыми или даже беловатыми листьями, что свидетельствовало о весьма сильном действии стимулятора. Спустя несколько дней после появления всходов они постепенно стали зеленеть, а появившийся третий лист у них был уже нормальной ширины и зеленой окраски. В дальней-

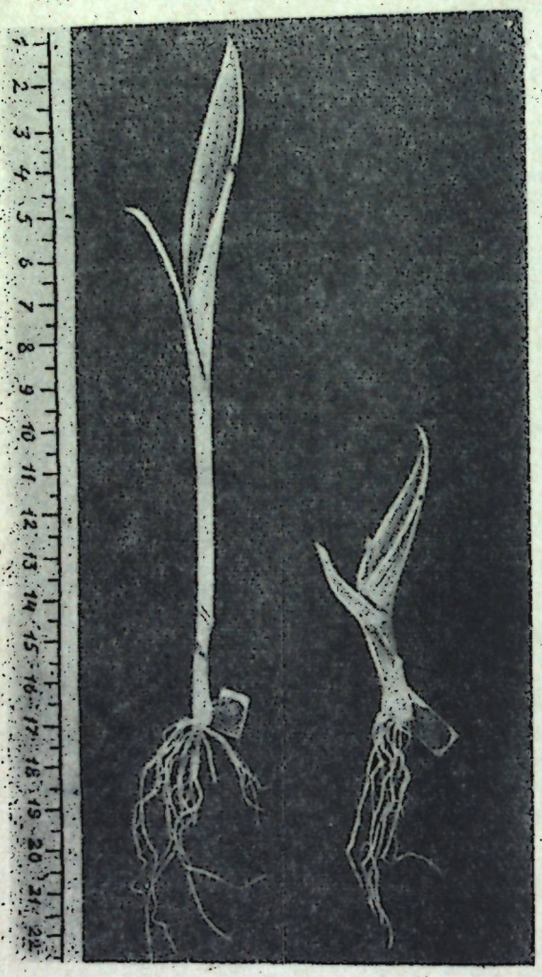


Фото 3. Сеянцы канн.

Справа — контроль,
Слева — после намачивания семян в течение 3 суток в растворе гиббереллиновой кислоты 300 *мг/л*.

шем разница между опытными и контрольными растениями постепенно сглаживалась, что указывает на сравнительно непродолжительное действие гиббереллиновой кислоты.

Во втором варианте опыта пересаженные и укорененные сеянцы в фазе 4—5 листьев опрыскивались раствором 10 и 100 *мг/л* два и четыре раза с недельными интервалами, контрольные растения опрыскивались водой. В таблице 8 приведены данные по влиянию стимулятора на рост.

Из таблицы видно, что высота опытных растений увеличивается соответственно повышению концентрации раствора и числу опрыскиваний и при двукратной обработке раствором 100 *мг/л* составляет 206%, а при четырехкратной — 240% относительно контроля, что указывает на весьма высокое стимулирующее рост действие гиббереллиновой кислоты. При этом опытные растения сильно отличались от контрольных. Вновь выросшие после начала опыта листья были более узкими и на очень длинных черешках. По внешнему виду растения были похожи на дикие формы канн.

Цветение опытных и контрольных растений началось одновременно. Отличий в форме и окраске цветов не наблюдалось.

*Таблица 8.*

**Интенсивность роста канн под влиянием гиббереллиновой кислоты**

| | Контроль | Опрыснутые гиббереллиновой кислотой | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 10 *мг/л* 2 раза | 10 *мг/л* 4 раза | 100 *мг/л* 2 раза | 100 *мг/л* 4 раза |
| Высота растений в *см* | 20,6 | 23,4 | 27,0 | 42,4 | 49,5 |
| В % к контролю | 100 | 114 | 131 | 206 | 240 |



Ввиду высокой чувствительности канн к гиббереллину, нами изучались изменения содержания хлорофилла и углерода в листьях и интенсивность их дыхания.

В таблице 9 приведены данные по изменению содержания хлорофилла, в листьях растений, подвергавшихся действию стимулятора.

*Таблица 9.*

**Изменение количества хлорофилла в листьях канн под влиянием гиббереллиновой кислоты (в единицах экстинкции)**

| Варианты опыта / Даты определений | Контроль | | Опрыснутые гиббереллиновой кислотой | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10 *мг/л* 2 раза | | 10 *мг/л* 4 раза | | 100 *мг/л* 2 раза | | 100 *мг/л* 4 раза | |
| | экст. | % | экст. | % | экст. | % | экст. | % | экст. | % |
| 4.VII | 8,95 | 100 | 9,86 | 110 | 8,42 | 94 | 9,00 | 100 | 8,32 | 93 |
| 27.VII | 10,10 | 100 | 9,79 | 97 | 9,28 | 92 | 9,71 | 96 | 9,58 | 95 |
| 25.VIII | 10,95 | 100 | 11,47 | 105 | 10,84 | 99 | 10,37 | 95 | 10,74 | 98 |
| 18.IX | 9,66 | 100 | 10,42 | 108 | 9,86 | 102 | 10,18 | 105 | 9,46 | 98 |

Данные таблицы показывают, что несмотря на высокую чувствительность канн к действию гиббереллиновой кислоты, ее влияние на содержание хлорофилла в листьях пересаженных растений весьма незначительно.

В таблице 10 приведены данные по изменению содержания углерода в листьях канн.

Из таблицы видно, что действие стимулятора снижает количество углерода в листьях канн так же, как и у пеларгоний, что указывает на снижение интенсивности фотосинтеза.

*Таблица 10.*

**Изменение содержания углерода в листьях канн под влиянием гиббереллиновой кислоты (в *мг* С на 1 *дм*² площади листьев)**

| Варианты опыта / Даты определений | Контроль | | Опрыснутые гиббереллиновой кислотой | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10 *мг/л* 2 раза | | 100 *мг/л* 2 раза | | 100 *мг/л* 4 раза | |
| | *мг* С | % | *мг* С | % | *мг* С | % | *мг* С | % |
| 4.VII | 155 | 100 | 155 | 100 | 155 | 100 | 155 | 100 |
| 21.VII | 197 | 100 | 176 | 89 | 175 | 89 | 175 | 89 |
| 12.VIII | 231 | 100 | 216 | 93 | 207 | 90 | 204 | 88 |
| 24.IX | 251 | 100 | 242 | 96 | 237 | 94 | 240 | 96 |

Изучение интенсивности дыхания дало сходные с предыдущими результаты, показывающие, что у канн под влиянием гиббереллиновой кислоты происходит снижение интенсивности дыхания ниже нормы. Впоследствии интенсивность дыхания опытных растений достигает уровня контроля, что видно из таблицы 11.

Полученные экспериментальные данные изучения влияния гиббереллиновой кислоты на канны показывают ее действие на усиление роста, снижение всхожести и энергию прорастания семян, а также на цветение канн положительного влияния она не оказала.

*Таблица 11.*

**Изменение интенсивности дыхания листьев канн под влиянием гиббереллової кислоты (в *мм*³ $O_2$ на 1 *г* сырых листьев)**

| Варианты опыта / Даты определений | Контроль | | Опрыснутые гиббереллової кислотой | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10 *мг/л* 2 раза | | 100 *мг/л* 2 раза | |
| | *мм*³ $O_2$ | % | *мм*³ $O_2$ | % | *мм*³ $O_2$ | % |
| 6.VII | 184 | 100 | 214 | 116 | 218 | 118 |
| 28.VII | 166 | 100 | 163 | 98 | 144 | 87 |
| 3.IX | 201 | 100 | 202 | 100 | 211 | 105 |
| 3.X | 304 | 100 | 339 | 112 | 300 | 99 |

Влияние гиббереллової кислоты на крупноцветные хризантемы изучалось на сортах Монако, Сувенир, Хуан-Чжун-Да-Люй и Юн-Хун-Мын-Дуэ.

Укорененные черенки хризантем высотой 5—10 *см* в фазе 5—10 листьев обрабатывались гиббереллової кислотой в концентрациях 10,50 и 250 *мг/л* нанесением на верхушечную зону роста по 1 капле в течение 20 дней и трехкратным опрыскиванием раствором 100 *мг/л* с недельными интервалами.

В результате такой обработки во всех вариантах опыта наблюдалось усиление роста растений, достигавшее 25—40% относительно контроля. Усиление роста происходило за счет растяжения междоузлий. Опытные растения хлорозировали тем сильнее, чем выше была концентрация стимулятора. При этом наблюдалось также значительное изменение вновь вырастающих листьев, что видно на фото 4. Вскоре после окончания обработки прекратилась деформация листьев, растения позеленели и

Фото 4. Изменение формы листьев хризантем под влиянием гиббереллової кислоты.

Слева — контроль,
Справа — после обработки гиббереллової кислотой 100 *мг/л*.



выровнялись по высоте с контрольными. В дальнейшем никакой разницы между опытными и контрольными растениями не наблюдалось. Цвести опытные и контрольные растения начали одновременно. Таким образом, положительного влияния гиббереллової кислоты на хризантемах не наблюдалось.

Опыт применения гиббереллової кислоты на клематисе Жакмана (Clematis Jackmanni) показал, что при однократном опрыскивании растений раствором 200 *мг/л* происходит значительное усиление роста побегов за счет растяжения междоузлий и весьма значительные изменения формы цветков, лепестки которых становятся более узкими, причудливо изогнутыми и частично или полностью превращаются в зеленые листья, как это видно на прилагаемом рисунке (фото 5).

Этот весьма любопытный факт показывает, что гиббереллова кислота в данном случае оказала влияние на проявление пролификации у клематиса.

* * *

Полученные экспериментальные данные позволяют сделать следующие предварительные выводы:

Гиббереллова кислота оказывает стимулирующее действие на рост пеларгонии, канн, хризантем и клематиса Жакмана, вызывая одновременно, в зависимости от концентрации применяемого раствора и числа обработок, значительные изменения в содержании хлорофилла А и В, ксантофилла и каротина, интенсивности фотосинтеза и дыхания, в результате чего состояние опытных растений в ряде случаев ухудшается.

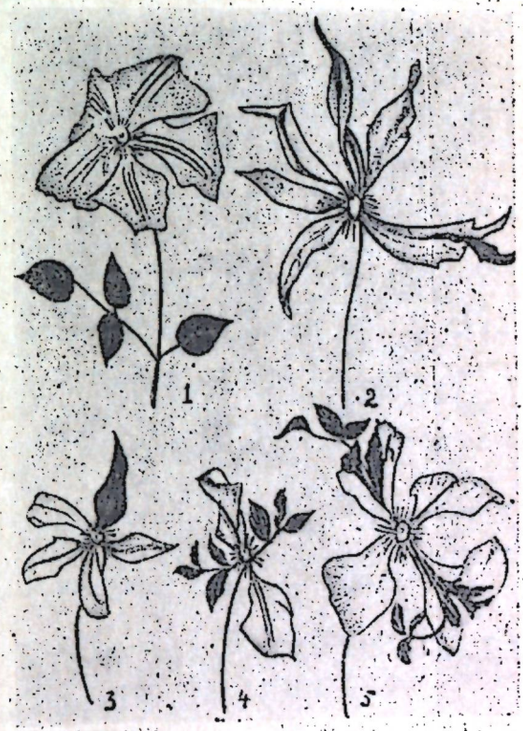



Фото 5. Изменение цветов клематиса Жакмана в результате однократного опрыскивания растений гиббереллової кислотой 200 *мг/л*.

1 — контроль,
2, 3, 4, 5 — опыт.

В опыте с примулой, наряду со значительным нарушением пигментной системы, имело место увеличение сырого и сухого веса растений. Аналогичное действие гиббереллової кислоты наблюдалось нами также в неприведенном в данной статье опыте с базиликом евгенольным. Эти данные указывают на способность гиббереллової кислоты стимулировать синтетические процессы у некоторых растений.

Характер действия гиббереллової кислоты на пигментную систему, интенсивность фотосинтеза и дыхания, а также явление пролификации у клематиса Жакмана, вызванное действием стимулятора, представляет теоретический интерес для изучения механизма действия этого ростового вещества на физиологические процессы растений.

## ЛИТЕРАТУРА

Бородулина Ф. З. и Колобаева Л. Г., 1953, Учет фотосинтеза по накоплению углерода в листьях, ДАН СССР, т. 90, № 5.
Мосолов И. В., Мосолова Л. В., Демчинская М. И., 1958, Влияние гиббереллина на рост и развитие растений. Удобрение и Урожай, № 11.
Мосолов И. В., Мосолова Л. В., 1959, Дейотвие гиббереллина на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Изв. АН СССР, сер. биол., № 4.
Мошков Б. С., Мамушина Н. С. Чулановская М. В., 1959, Гиббереллин и его роль в процессах роста и развития растений. Сб. Ростовые вещества и их роль в процессах роста и развития растений, АН СССР, Всес. ботанич. о-во, Ленинград.
Разумов В. И., Лимарь Р. С., 1959, Гиббереллин и возможности его использования в растениеводстве. Вестник с-х науки, № 9.
Разумов В. И., 1960, Значение гиббереллина в развитии растений, Агробиология, № 3 (123).
Цвет М. С., 1946, Хроматографический адсорбционный анализ, АН.
Чайлахян М. Х., 1958, Влияние гиббереллина на рост и развитие растений, Ботанич. ж-л, т. 43, в. 7.
Чайлахян М. Х., 1958, Гормональные факторы цветения растений, Физиология растений, т. 5, в. 6.
Bewley W. F., 1958, Gibberellin in Horticulture, Gardeners, 143, N 25.
Carr D. J. McComb A. J., Osborne L. D., 1957, Replacement of The Requirement for Vernalisation in Centaurium Minus Moench. by Gibberellic Acid, Naturwissenschaften, 44, № 15.
Cathey H. M., Stuart N. W., 1958, Growth and Flowering of Chrysanthemum Morifolium-Ramat. as Affected by Time of Application of Gibberellic Acid, Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 71.
Harada H., Nitsch J. P., цитируется по Разумову В. И., 1960.
Lang A., 1956, Gibberellin and Flower Formation. Naturwissenschaften, 43, H. 23.
Lang A., 1957, The Effect of Gibberellin upon Flower Formation, Proc. Nat. Acad. Sci USR, 43, № 8.
Marth P. C., Audia W. V., Mitchel J. W., 1956, Effects of Gibberellic Acid on Growth and Development of Plants of Various Genera and Species. Botanical Gazette. 118, N 2.
Pirone P. P., 1958, Gibberellin—Plant—Growth Stimulator, The Garden Journal, 8, N 2.
Rappoport L., 1957, Effect of Gibberellin on Growth, Flowering and Fruit Set the Earlypak Tomato, Plant Physiol., 32, № 5.
Sarkar S., 1958, Versuche zur Physiologie der Vernalisation, Biologisches Zentralblatt, 77, H. 1.
Wittwer S. H., Bukovac M. J., Sell H. M., Weller L. E., 1957, Some Effects of Gibberellin on Flowering and Fruit Setting, Plant Physiol., 32, N 1.

*A. S. KOVERGA, E. L. KOVERGA, E. N. DOMANSKAYA*

## EFFECT OF GIBBERELLIC ACID ON CERTAIN FLOWER PLANTS

### SUMMARY

Effect of gibberellic acid was studied on growth, development, leaf pigments and intensivity of photosynthesis and respiration in Pelargonium zonale Ait., Primula polyantha, Canna hybrida hort., large-flowered chrysanthemums and Clematis Jackmanni.

Experimental data obtained show the gibberellic acid to stimulate growth of the plants indicated and to cause considerable changes in contents of chlorophylla and b, xanthophyll and carotene and also to lower intensivity of photosynthesis and respiration, as result of which the plant condition in some cases deteriorates.

In the Primula polyantha plants tested a considerable increase of dry weight was observed. In Clematis Jackmanni the flower shape was changed considerably: their petals became narrower, quaintly curved and, partlu or fully, turned to green leaves.

---

*Е. Л. КОВЕРГА*

# ВЛИЯНИЕ ГИББЕРЕЛЛОВОЙ КИСЛОТЫ НА РОСТ СЕЯНЦЕВ НЕКОТОРЫХ ПЛОДОВЫХ И ДЕКОРАТИВНЫХ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ

Литературные данные о влиянии гиббереллловой кислоты на древесные и кустарниковые растения показывают, что она является весьма активным стимулятором роста многих испытанных растений. Ее действие на различные виды деревьев и кустарников зависит от видовых особенностей, возраста и состояния растений во время обработки, концентрации стимулятора, способов и сроков обработки, а также от условий произрастания.

Многими исследователями (Ахромейко А. И., 1961, Вардания К. Х., 1960, Коверга А. С., 1961, Комиссаров Д. А., 1961, Пыльнов И. В., 1961, Хотянович А. В., 1959, Чайлахян М. Х., 1958, 1961, Marth P. C., 1956, McAlpine R. G., 1957, McVey G., 1958, Nelson T. C., 1957) установлено, что наиболее характерными реакциями древесных и др. растений на действие гиббереллина является усиление роста, главным образом, за счет удлинения междоузлий и всего стебля, изменение формы и толщины листовых пластинок, побледнение листьев, задержка роста корней и в ряде случаев ускорение или задержка цветения.

В ряде работ (Гужев Ю. Л., 1961, Некрасова Т. В., 1961, Barton L. V., 1956, 1957, Donoho C. W., 1957, Carr D. J., 1957) отмечено нарушение покоя растений, преодоление физиологической карликовости и стимуляция роста сеянцев грецкого ореха и персика из нестратифицированных семян.

Из испытанных растений высокую чувствительность к гиббереллину проявили сеянцы ряда видов дуба, клена, ивы, тополя, платана, земляничника, шелковицы, липы, спиреи, а также ореха грецкого, тюльпанного дерева, катальпы, бархата амурского и др. древесных и кустарниковых растений. При этом отмечено, что не только различные виды, но и индивидуумы одного и того же вида проявляют неодинаковую чувствительность к действию стимулятора.

Большинство видов хвойных не реагируют на обработку гиббереллином, и только на сеянцы метасеквойи, кипариса пирамидального и сосны сибирской отмечено слабое стимулирующее действие (Коверга А. С., 1961, Комиссаров Д. А., 1961, Westing A. H., 1959).

Задачей настоящей работы являлось изучение действия гиббереллловой кислоты на рост сеянцев кизила (Cornus mas), яблони (Malus domestica), дубов (Quercus castaneifolia, Q. trojana), земляничников (Arbutus andrachne, A. unedo), ореха грецкого (Juglans regia), лавра благородного (Laurus nobilis), багряника (Cercis siliquastrum), шиповника

(Rosa canina), барбариса (Berberis Soulieana), бересклета (Evonymus japonica), кизильника Генри (Cotoneaster Henryana), калины морщинно-листной (Viburnum rhytidophyllum), диервиллы (Diervilla hybriba hort.), саркококки (Sarcococca ruscifolia), ломоноса (Clematis orientalis) и можжевельника (Juniperus excelsa) в целях выяснения возможности практического использования этого стимулятора для ускорения выращивания посадочного материала.

В опытах применялась гибберелловая кислота отечественного производства «Биор».

Работы проводились на экспериментальном участке лаборатории физиологии растений и в производственных условиях на питомниках Никитского сада, его отделениях в Гвардейском Симферопольского р-на и Приморском Алуштинского р-на, а также на питомнике Крымской плодово-ягодной опытной станции.

## Рост сеянцев кизила под влиянием гибберелловой кислоты

В решении задачи расширения промышленных насаждений ценных крупноплодных форм кизила в Крымской и др. областях юга СССР большим препятствием является затяжной характер прорастания семян и медленный рост сеянцев, что затрудняет выращивание подвоев и, следовательно, посадочного материала. В связи с этим нами изучалось влияние гибберелловой кислоты на рост сеянцев кизила.

В первом опыте сеянцы в фазе 2-х настоящих листьев обрабатывались гибберелловой кислотой в концентрации 20 *мг/л* нанесением по одной капле раствора на верхушку. Начиная с апреля, растения были обработаны 10 раз—через каждые 3—4 дня. Повторность опыта 3-кратная, с количеством растений в каждом варианте по 10 шт.

Уже через 25 дней после начала опыта разница между растениями была значительной и выражалась в большей высоте сеянцев, обрабатываемых гибберелином, за счет удлинения междоузлий. Листовые пластинки также были значительно крупнее, при этом изменения формы и окраски листьев не наблюдалось.

На фотографии показана разница между опытными и контрольными растениями в июле — через 100 дней после начала опыта. К этому времени высота контрольных растений составляла 6,8 *см*, а опытных—16,2 *см*, т. е. 238% относительно контроля (фото 1). Примерно такое же соотношение в росте растений сохранялось до конца вегетационного периода.

Этот предварительный опыт показал, что гибберелловая кислота в испытанной концентрации стимулирует рост сеянцев кизила, не вызывая заметных патологических изменений.

Во втором опыте сеянцы кизила в фазе 2—4 настоящих листьев опрыскивались раствором гибберелловой кислоты в концентрации 10 и 50 *мг/л* трехкратно с 2-недельными интервалами—25 мая, 10 и 24 июня. Контрольные растения опрыскивались водой. Повторность опытов 2-кратная. В каждом варианте опыта было по 25 растений.

Через 15 дней после начала опыта уже стала заметной разница между растениями. На фотографии растения изображены через 65 дней после начала опыта (фото 2). В таблице 1 приведены данные промеров растений.

Приведенные данные показывают, что 3-кратное опрыскивание стимулятором в указанных концентрациях оказывает значительное влияние на рост сеянцев кизила. В нашем опыте до конца вегетационного периода растения имели вполне здоровый и крепкий вид без каких-либо признаков



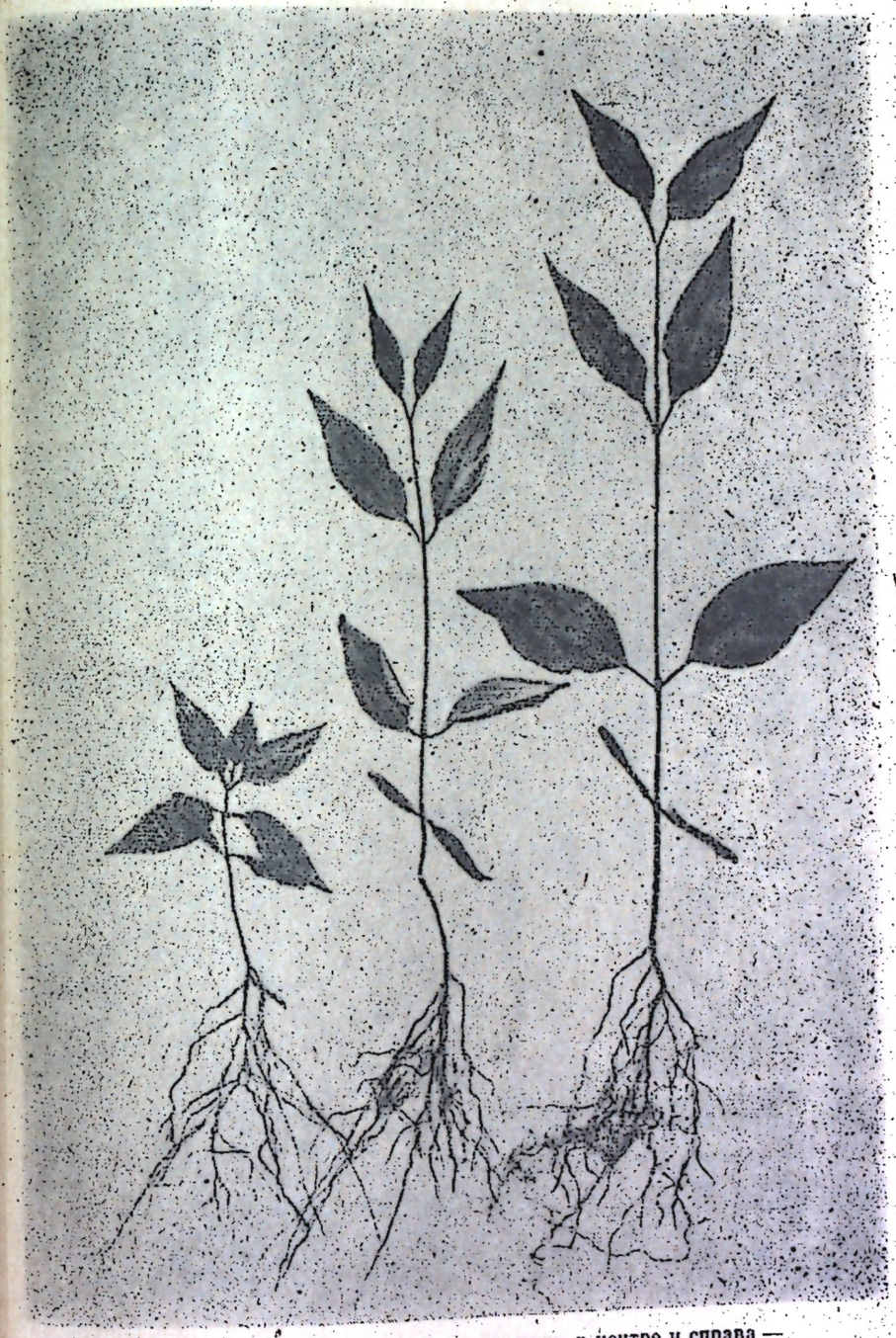


Фото 1. Сеянцы кизила. Слева — контроль, в центре и справа — после 10-кратного нанесения на верхушки растений по одной капле гибберелловой кислоты в концентрации 20 *мг/л*.

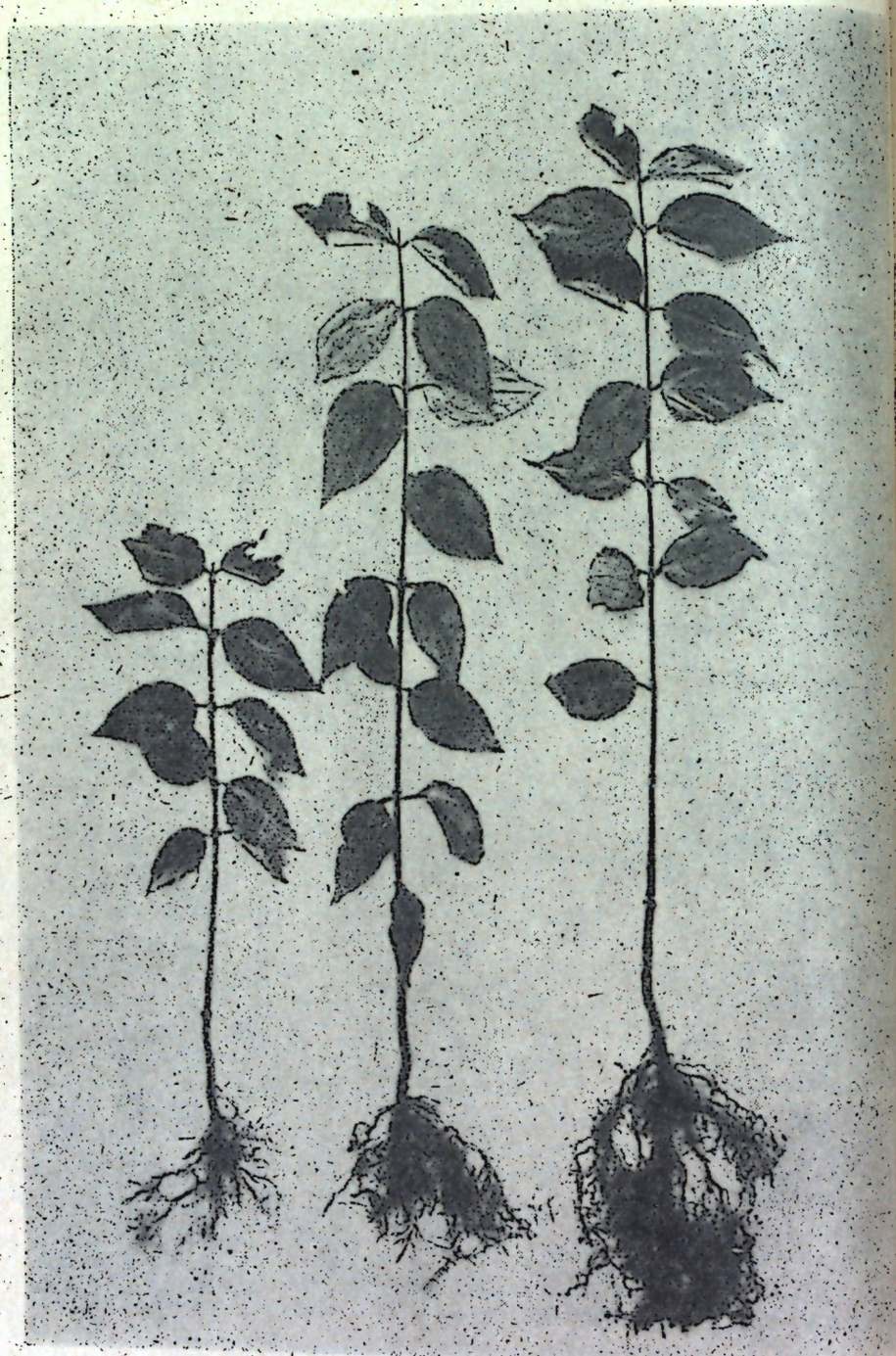


Фото 2. Сеянцы кизила. Слева — контроль, в центре — после 3-х опрыскиваний гиббереллловой кислотой в концентрации 10 *мг/л*, справа — после 3-х опрыскиваний гиббереллловой кислотой в концентрации 50 *мг/л*.



*Таблица 1*

**Влияние гиббереллловой кислоты на рост сеянцев кизила, обработанных опрыскиванием (высота в *см*, среднее 25 измерений)**

| Варианты опыта | Даты измерений | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 21 июля | | 12 октября | |
| | *см* | % | *см* | % |
| Контроль | 9,8 | 100 | 14,5 | 100 |
| 10 *мг/л* | 14,4 | 147 | 18,8 | 130 |
| 50 *мг/л* | 14,7 | 150 | 18,9 | 130 |

патологических изменений. Это свидетельствует о том, что концентрация 10—20 *мг/л* может считаться вполне достаточной для ускорения роста сеянцев кизила.

Полученные нами экспериментальные данные позволяют считать, что гиббереллловая кислота может иметь применение для ускорения выращивания подвоев, а следовательно, и посадочного материала кизила.

## Влияние гиббереллловой кислоты на рост сеянцев яблони

Опыт проводился в условиях посевного поля питомника Крымской плодово-ягодной опытной станции (с. Гвардейское Симферопольского р-на) на сеянцах яблони сорта Сары-Синап, выращиваемых в качестве подвоя.

Сеянцы в фазе 4-х настоящих листьев, имеющие к началу опыта высоту 3—5 *см*, опрыскивались одно- и двукратно растворами гиббереллловой кислоты в концентрациях 10, 50, 100 и 500 *мг/л*. Однократная обработка проведена 23 мая, а двукратная—23 мая и 16 июня.

В каждом варианте была взята двустрочная полоса длиной 50 метров. Расход раствора составлял по 1 *л* на вариант. Контрольные растения опрыскивались водой. В таблице 2 приведены данные учета результатов опыта от 22 августа.

*Таблица 2*

**Влияние гиббереллина на рост сеянцев яблони сорта Сары-Синап (высота в *см*, среднее 100 измерений)**

| Варианты опыта | *см* | % |
|---|---|---|
| Контроль | 36,6 | 100 |
| 1-кратное опрыскивание: | | |
| 10 *мг/л* | 34,5 | 94 |
| 50 *мг/л* | 34,3 | 94 |
| 100 *мг/л* | 34,0 | 93 |
| 500 *мг/л* | 36,2 | 99 |
| 2-кратное опрыскивание: | | |
| 10 *мг/л* | 36,0 | 98 |
| 50 *мг/л* | 34,7 | 92 |
| 100 *мг/л* | 39,2 | 107 |

Из таблицы видно, что сеянцы яблони сорта Сары-Синап оказались мало чувствительными к гиббереллину.

### Влияние гибберелловой кислоты на рост сеянцев грецкого ореха

Проведенные нами опыты (Коверга А. С., Коверга Е. Л., 1961) показали, что у сеянцев грецкого ореха, выращенных в условиях теплицы из нестратифицированных семян, гибберелловая кислота нарушает состояние покоя и сильно стимулирует их рост. Рост обработанных стимулятором сеянцев составлял 380 — 440% относительно контроля. Контрольные сеянцы, опрыскивавшиеся водой, оставались при этом в состоянии физиологической карликовости и только после воздействия пониженных температур начали нормально расти. Эти данные указывали на действие гибберелловой кислоты, сходное с действием пониженных температур.

Для выяснения влияния стимулятора на сеянцы грецкого ореха из нестратифицированных семян, растущие в открытом грунте, в 1960 г. опыт был повторен в полевых условиях питомника Никитского сада.

Нестратифицированные семена отселектированных отделом субтропических культур Никитского сада форм, были высеяны в гряды в январе и апреле.

Сеянцы этих сроков посева, достигшие к началу опыта высоты 9–13 *см*, были опрыснуты 10 и 24 июня гибберелловой кислотой английского производства в концентрациях 10, 50 и 150 *мг/л*. Контрольные сеянцы одновременно опрыскивались водой. В таблице 3 приведены результаты промеров высоты сеянцев январского срока посева.

*Таблица 3*

**Влияние гибберелловой кислоты на рост сеянцев грецкого ореха (высота в *см*, среднее 25 измерений)**

| Варианты опыта | Даты измерений | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 18 июля | | 12 октября | |
| | *см* | % | *см* | % |
| **Сеянцы формы 558** | | | | |
| Контроль | 10,1 | 100 | 12,0 | 100 |
| 50 *мг/л* | 10,6 | 105 | 11,2 | 93 |
| 150 *мг/л* | 10,7 | 106 | 10,7 | 89 |
| **Сеянцы формы 496** | | | | |
| Контроль | 9,7 | 100 | 11,8 | 100 |
| 50 *мг/л* | 11,3 | 116 | 13,4 | 113 |
| 150 *мг/л* | 11,4 | 117 | — | — |
| **Сеянцы формы 491** | | | | |
| Контроль | 13,5 | 100 | 14,1 | 100 |
| 50 *мг/л* | 13,2 | 94 | — | — |
| 150 *мг/л* | 14,6 | 108 | 15,4 | 109 |
| **Сеянцы формы 491 *)** | | | | |
| Контроль | 9,4 | 100 | 10,3 | 100 |
| 150 *мг/л* | 11,7 | 124 | 11,8 | 114 |

*) апрельского срока посева.



Данные таблицы показывают, что гибберелловая кислота в концентрации 150 *мг/л* стимулировала рост сеянцев, выращенных из нестратифицированных семян в открытом грунте. При этом сеянцы отдельных форм грецкого ореха показали различную чувствительность к гиббереллину. Сеянцы апрельского срока посева, т. е. менее подвергавшиеся действию пониженных температур, показали более высокую чувствительность к действию стимулятора. Опытные растения (за исключением сеянцев формы 558) до конца вегетационного периода оставались выше контрольных.

Полученные экспериментальные данные позволяют считать, что сеянцы грецкого ореха из нестратифицированных семян реагируют на обработку гиббереллином тем слабее, чем раньше произведен был посев семян, т. е. чем более продолжительно они находились под влиянием пониженных температур. Сеянцы же, выращенные в условиях теплицы и не подвергавшиеся воздействию пониженных температур, весьма чувствительны к действию стимулятора.

Таким образом, у сеянцев грецкого ореха гибберелловая кислота в оптимальной концентрации в какой-то мере может заменить влияние необходимых для нормальной жизнедеятельности пониженных температур.

### Влияние гибберелловой кислоты на рост саженцев дубов

Опыты 1959 г. (Коверга А. С., Коверга Е. Л., 1961) показали, что саженцы дуба каштанолистного и македонского в первый год вегетации после пересадки из посевных гряд в питомник для доращивания при опрыскивании гибберелловой кислотой в концентрациях 50 и 200 *мг/л* три и шесть раз обнаружили различную чувствительность к этому стимулятору. Так, прирост саженцев дуба каштанолистного при обработке раствором в концентрациях 50 и 200 *мг/л* к концу вегетационного периода составил, соответственно, 122 и 124% относительно контроля, а саженцы дуба македонского при тех же условиях опыта на действие гиббереллина не реагировали.

На тех же участках питомника опыт на саженцах дубов каштанолистного и македонского второго года вегетации после пересадки из посевных гряд был продолжен в 1960 году. Опрыскивания гибберелловой кислотой в концентрациях 50 и 150 *мг/л* проводились 3 раза в период интенсивного роста—7, 23 мая и 9 июня. Контрольные растения опрыскивались водой. В варианте было по 70—80 растений. В таблице 4 приведены данные приростов текущего года.

Приведенные данные показывают, что гибберелловая кислота в испытанных нами концентрациях значительно стимулирует рост саженцев дуба каштанолистного как в первый год, так и на второй год вегетации после пересадки из посевных гряд в питомники. При этом не замечается каких-либо патологических нарушений процессов жизнедеятельности растений, и, следовательно, гибберелловая кислота может найти практическое применение для ускорения выращивания посадочного материала этого вида дуба.

Что же касается саженцев дуба македонского, то, как видно из таблицы, на второй год после пересадки гибберелловая кислота незначительно стимулировала их рост, а в первый год вегетации они не реагировали на действие стимулятора, что можно объяснить более медленной их приживаемостью после пересадки.

*Таблица 4*

**Влияние гиббереллловой кислоты на интенсивность роста саженцев дубов (средний прирост для 70—80 растений)**

| Варианты опыта и виды растений | Даты измерений | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 20 июля | | 14 октября | |
| | *см* | % | *см* | % |
| **Дуб каштанолистный** | | | | |
| Контроль . . . | 62,4 | 100 | 81,1 | 100 |
| 50 *мг/л* . . . . | 89,9 | 144 | 154,0 | 190 |
| 150 *мг/л* . . . . | 97,9 | 157 | 198 | 245 |
| **Дуб македонский** | | | | |
| Контроль . . . | 28,7 | 100 | 54,1 | 100 |
| 150 *мг/л* . . . . | 39,6 | 128 | 56,3 | 104 |

## Влияние гиббереллловой кислоты на рост лавра благородного

Опыты проводились в производственных условиях питомника отделения Никитского сада Приморское Алуштинского р-на.

Сеянцы лавра в фазе 2-х листочков, выращиваемые в посевных грядах, однолетние саженцы, распикированные в школке питомника осенью, и 4-летние саженцы в питомнике опрыскивались гиббереллловой кислотой в концентрациях 10, 50 и 250 *мг/л*. Опрыскивание проводилось одно- и двукратно в разные сроки вегетации: 9 и 26 мая, 9 мая и 29 июня, 26 мая и 29 июня. Кроме того, всходы и однолетние саженцы один раз, 29 июня, опрыскивались раствором 500 *мг/л*. Контрольные растения опрыскивались водой. В каждом варианте опыта было взято по несколько сотен сеянцев, по 50 однолетних саженцев и по 20 4-летних саженцев.

Проводившиеся в течение вегетационного периода фенологические наблюдения показали, что гиббереллловая кислота в испытанных нами концентрациях не вызывает у лавра заметных морфологических изменений или хлороза, как это в ряде случаев наблюдается у других видов растений. В таблице 5 приведены результаты измерений роста сеянцев.

Из таблицы видно, что наиболее эффективным было 2-кратное опрыскивание 9.V и 29.VI, давшее прирост до 48%. Прирост при опрыскиваниях в другие сроки составлял не более 26%.

На пересаженных в школку и питомник 1- и 4-летних саженцах заметной стимуляции роста не наблюдалось.

Таким образом, испытанные нами концентрации гиббереллловой кислоты, сроки и кратность опрыскиваний показывают, что лавр благородный является культурой, слабо отзывающейся на обработку гиббереллином, и для выяснения возможности практического его использования для ускорения выращивания посадочного материала требуется дальнейшее испытание различных концентраций и установление оптимальных сроков и кратности опрыскиваний.

## Влияние гиббереллловой кислоты на рост сеянцев земляничников крупноплодного и мелкоплодного

Опыты проводились на однолетних и двулетних сеянцах, выращиваемых без пересадки и пересаженных в школку питомника на доращивание.

Однократное и 3-кратное опрыскивание растений растворами гиббереллловой кислоты в концентрациях 50 и 200 *мг/л* в период интенсивного



*Таблица 5*

**Влияние гиббереллловой кислоты на рост сеянцев лавра благородного (высота в *см*, среднее 100 измерений)**

| Варианты опытов | Даты измерений | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 15 августа | | 17 октября | |
| | *см* | % | *см* | % |
| Однократное опрыскивание 9.V | | | | |
| Контроль . . . . . | 10,3 | 100 | 14,6 | 100 |
| 10 *мг/л* . . . . . | 9,4 | 91 | 13,1 | 90 |
| 50 *мг/л* . . . . . | 10,4 | 101 | 16,6 | 114 |
| 250 *мг/л* . . . . . | 10,2 | 99 | — | — |
| 50 *мг/л* . . . . . | | | | |
| 2-кратное опрыскивание 9 и 26.V | 10,8 | 105 | 16,4 | 112 |
| 10 *мг/л* . . . . . | 12,8 | 124 | 18,0 | 123 |
| 250 *мг/л* . . . . . | 12,2 | 118 | — | — |
| 2-кратное опрыскивание 9.V и 29.VI | | | | |
| 10 *мг/л* . . . . . | 13,9 | 135 | 20,8 | 139 |
| 50 *мг/л* . . . . . | 15,0 | 145 | 21,6 | 148 |
| 250 *мг/л* . . . . . | 13,6 | 132 | — | — |
| 2-кратное опрыскивание 26.V и 29.VI | | | | |
| Контроль . . . . . | 11,6 | 100 | 17,5 | 100 |
| 10 *мг/л* . . . . . | 11,8 | 102 | 18,4 | 105 |
| 50 *мг/л* . . . . . | 11,9 | 103 | 18,8 | 107 |
| 250 *мг/л* . . . . . | 14,7 | 126 | 19,6 | 112 |
| 1-кратное опрыскивание 29.VI | | | | |
| 500 *мг/л* . . . . . | 14,7 | 126 | 19,2 | 109 |

роста—4, 13 и 25 мая—показало, что непересаженные сеянцы земляничника мелкоплодного очень отзывчивы к действию стимулятора. Так, через месяц после обработки высота однолетних сеянцев составляла 306—383%, а двулетних—136% относительно контроля. К концу вегетационного периода разница в росте составляла 298—364% у однолетних и 118—143% у двулетних сеянцев. При этом растения, обработанные гиббереллловой кислотой в концентрации 50 *мг/л*, имели вполне здоровый вид, а обработанные раствором 200 *мг/л* имели более тонкий стебель и мелкие листья, как это видно на фото 3. Стимуляция роста двулетних непересаженных сеянцев была более слабой по сравнению с однолетками.

Непересаженные сеянцы земляничника крупноплодного также чувствительны к действию гиббереллловой кислоты—растения, однократно опрыснутые раствором 200 *мг/л*, были на 57% выше контрольных. У пересаженных растений земляничника крупноплодного стимуляция роста не наблюдается.

Пересаженные осенью предшествующего года растения земляничника крупноплодного мы опрыскивали гиббереллловой кислотой в концентра-

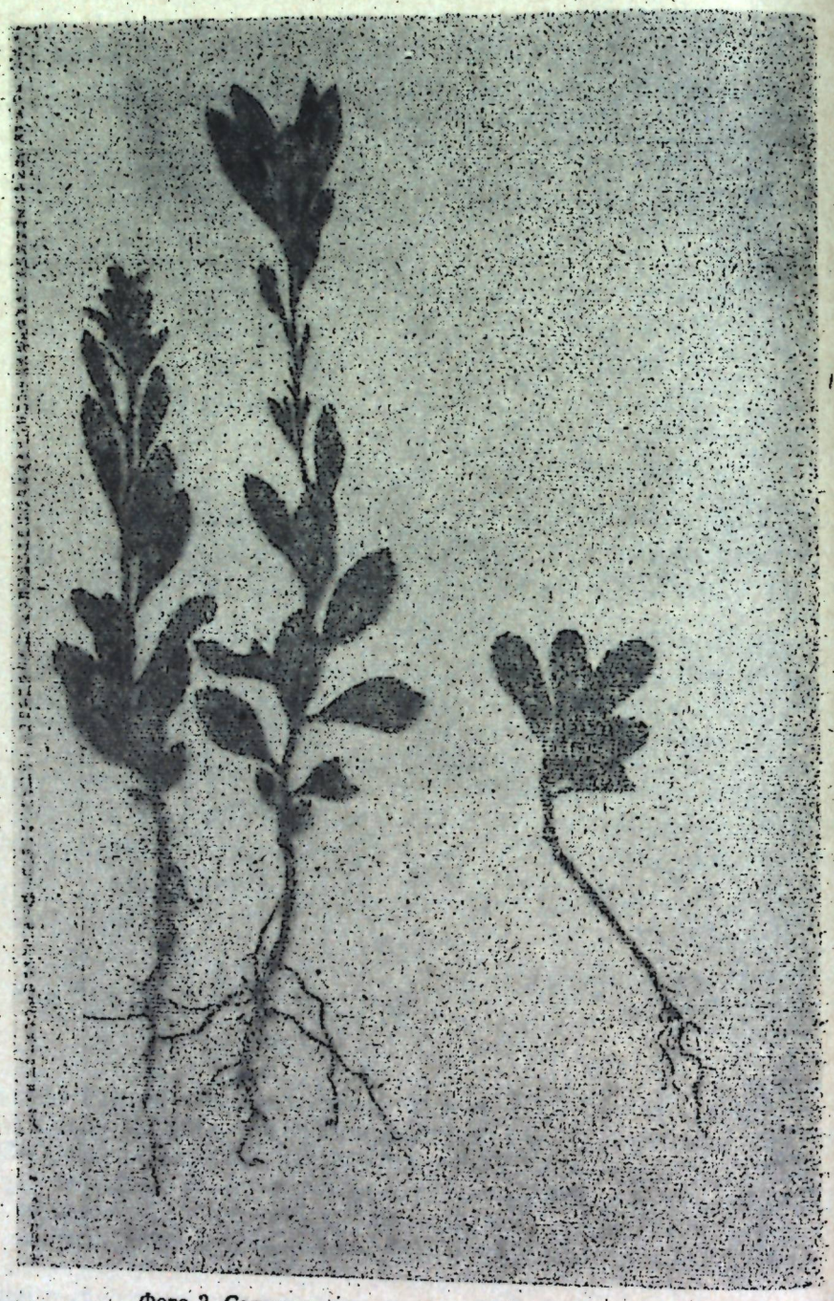


Фото 3. Сеянцы земляничника мелкоплодного. Справа — контроль, в центре — после 3-х опрыскиваний гиббереллово кислотой в концентрации 200 *мг/л*, слева — после 3-х опрыскиваний гиббереллово кислотой в концентрации 50 *мг/л*.



циях 10, 50 и 150 *мг/л*. Опрыскивания проводились 7 и 23 мая, 9 июня и 20 июля. Контрольные растения одновременно опрыскивались водой. В каждом варианте было по 250 растений. В таблице 6 приведены данные измерений высоты растений.

*Таблица 6*

**Влияние гиббереллово кислоты на рост земляничника крупноплодного в первый год после пересадки сеянцев в школку питомника (высота в *см*, среднее 100 измерений)**

| Варианты опыта | Даты измерений | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 20 июля | | 14 октября | |
| | *см* | % | *см* | % |
| Контроль . . . . | 5,3 | 100 | 7,4 | 100 |
| 10 *мг/л* . . . . . | 4,4 | 83 | 6,4 | 86 |
| 50 *мг/л* . . . . . | 4,5 | 85 | 5,9 | 80 |
| 150 *мг/л* . . . . . | 4,9 | 92 | 6,5 | 88 |

Как видно из приведенных данных, гиббереллова кислота в данном опыте заметно угнетает рост растений земляничника.

Полученные нами экспериментальные данные показывают, что гиббереллова кислота в оптимальных концентрациях значительно стимулирует рост непересаженных сеянцев земляничников мелкоплодного и крупноплодного и может найти практическое применение для ускорения выращивания посадочного материала этих медленно растущих древесных пород. При этом необходимо иметь в виду, что применение ее на пересаженных растениях нецелесообразно, так как может вызвать угнетение растений.

## Влияние гиббереллово кислоты на рост других древесных и кустарниковых растений

В целях выяснения возможности использования гиббереллово кислоты для ускорения выращивания посадочного материала нами испытывалось ее действие на всходах древовидного можжевельника путем 5-кратного опрыскивания раствором 50 *мг/л*, а затем и 500 *мг/л*, а также на сеянцах бересклета японского, саркококки и кизильника Генри путем 3-кратного опрыскивания растворами 10, 50 и 150 *мг/л*. Указанные виды растений на обработку гиббереллово кислотой в испытанных нами концентрациях не реагировали. Сеянцы же шиповника, багряника, диервиллы гибридной и ломоноса восточного показали высокую чувствительность к гиббереллину в концентрациях 10, 50 и 150 *мг/л*. Как видно на фотографиях (фото 4, 5, 6), рост сеянцев шиповника, багряника и ломоноса значительно превышает рост контрольных растений. Необходимо отметить, что сеянцы диервиллы, ломоноса и шиповника, обработанные раствором 150 *мг/л*, страдают хлорозом, что указывает на чрезмерность концентрации для этих видов растений; оптимальной концентрацией для них можно считать 50 *мг/л* при 3-кратном опрыскивании.

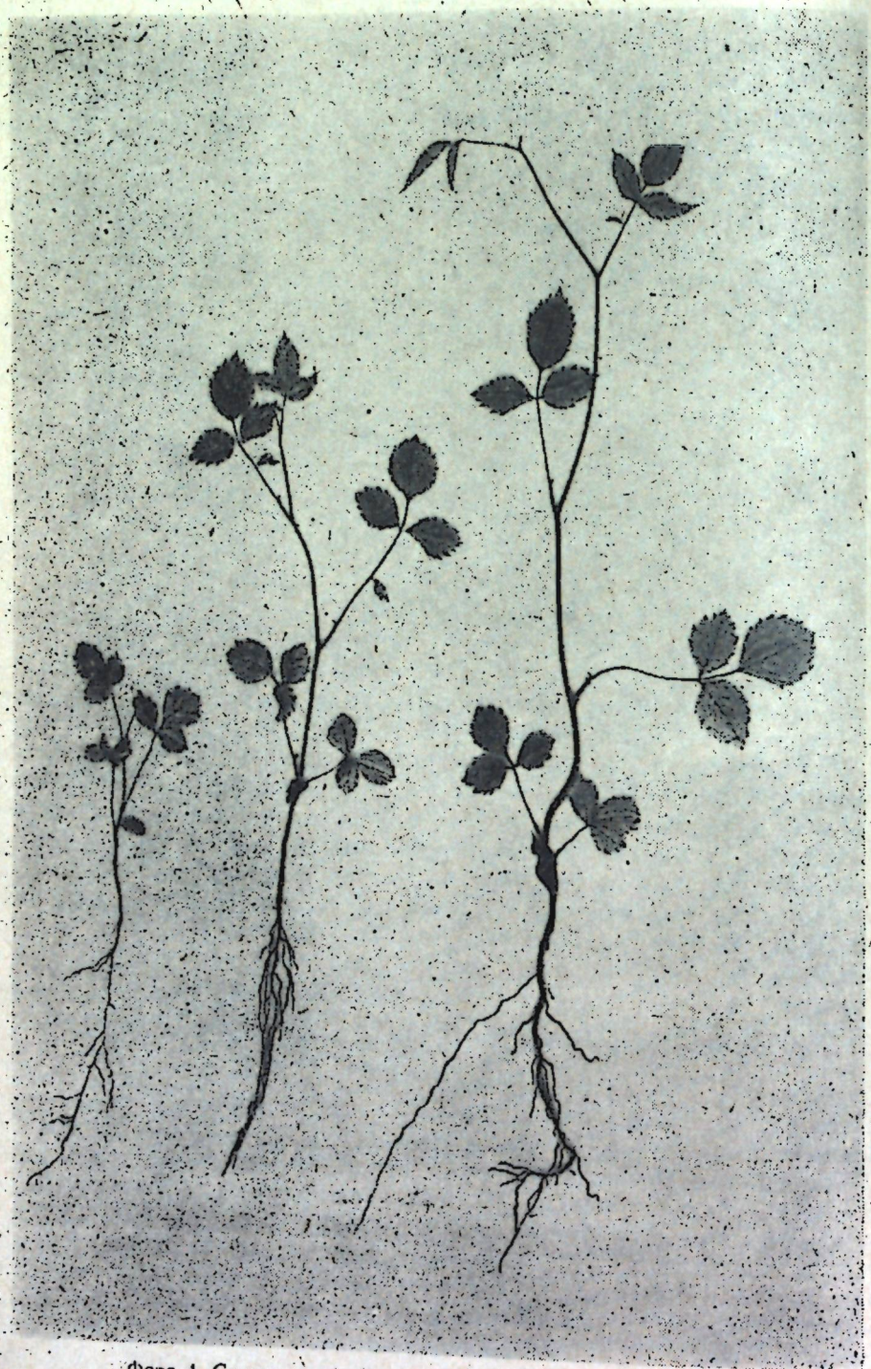


Фото 4. Сеянцы шиповника. Слева — контроль, в центре — после 3-х опрыскиваний гиббереллловой кислотой в концентрации 20 *мг/л*, справа — после 3-х опрыскиваний гиббереллловой кислотой в концентрации 100 *мг/л*.



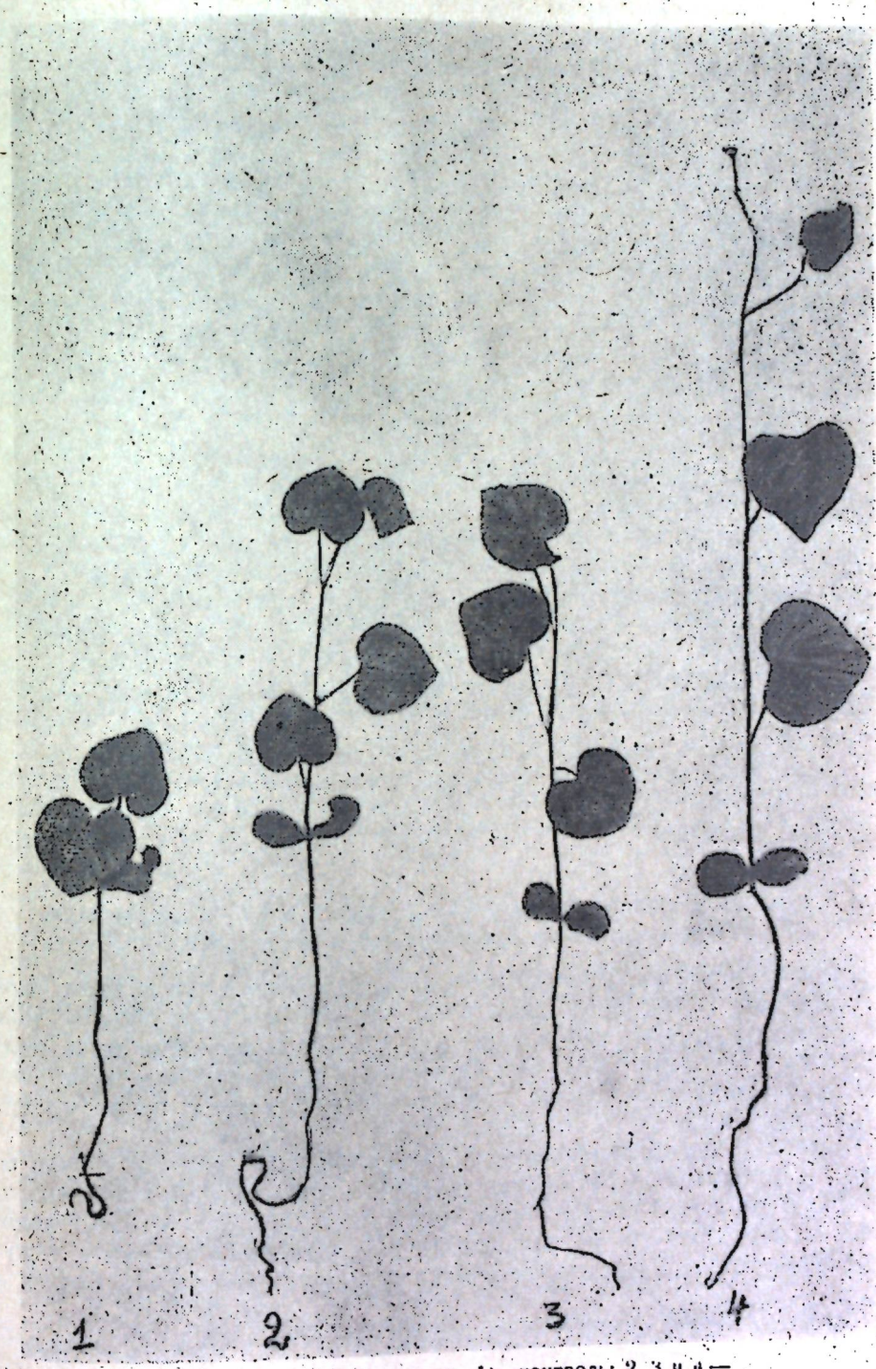



Фото 5. Сеянцы багряника. 1 — контроль: 2, 3 и 4 — после 3-х опрыскиваний гиббереллловой кислотой в концентрациях 10, 50 и 150 *мг/л* (в порядке возрастания концентрации).

Фото 6. Сеянцы клематиса. Слева — контроль, в центре — после 3-х опрыскиваний гиббереллиновой кислотой в концентрации 50 *мг/л*, справа — после 3-х опрыскиваний гиббереллиновой кислотой в концентрации 150 *мг/л*.

### Влияние гиббереллиновой кислоты на прорастание семян кизила, можжевельника древовидного и шиповника

Выращивание посадочного материала этих пород затруднено тем, что семена их имеют продолжительный период покоя и предпосевная стратификация, скарификация и др. известные приемы обработки мало эффективны. В связи с этим нами изучалось действие гиббереллиновой кислоты на скорость прорастания семян указанных пород в целях ускорения или облегчения их выращивания.

**Опыт 1.** Нестратифицированные свежесобранные семена кизила по 200 шт. в варианте обрабатывались гиббереллиновой кислотой в концентрациях 100 и 1000 *мг/л* намачиванием в течение 3-х суток в обычных условиях и в эксикаторе при разрежении до 10 *мм* ртутного столба, т. е. путем инфильтрации. Контрольные семена соответственно вымачивались в воде.

Такая обработка семян и последующий посев их в гряды проводились в 4 срока: в сентябре, ноябре, январе и марте 1959 г., следовательно, семена, обработанные стимулятором, под воздействием пониженных температур находились в течение различного времени.

В апреле—мае 1960 г. появились всходы только сентябрьского срока посева, семена других сроков посева дали всходы в 1961 г., при этом существенных различий во всхожести между опытом и контролем не наблюдалось. В контроле в среднем для всех сроков посева взошло 16% семян, при обработке раствором 100 *мг/л*—16% и при обработке раствором



1000 *мг/л*—14%. Таким образом, гиббереллиновая кислота ни на всхожесть семян кизила, ни на скорость их прорастания влияния не оказала.

**Опыт 2.** Нестратифицированные свежесобранные семена шиповника по 500 шт. в варианте намачивались в растворах гиббереллиновой кислоты 50, 200 и 800 *мг/л* в течение одних суток в обычных условиях и в эксикаторе при разрежении до 10 *мм* рт. столба. Контрольные семена соответственно намачивались в воде. Обработка стимулятором и высев семян произведены также в 4 срока: в сентябре, ноябре, январе и марте 1959 г.

В 1960 г. взошло от 2 до 6% семян сентябрьского срока посева, остальные взошли в 1961 г. Всхожесть составляла 23% в контроле, а в опыте—17, 18 и 20%, в порядке возрастания концентрации.

Таким образом, предпосевная обработка семян шиповника гиббереллиновой кислотой испытанных нами концентраций не ускорила прорастание и не повысила их всхожесть, т. е. не заменила необходимое им воздействие пониженных температур.

**Опыт 3.** Зрелые семена можжевельника древовидного, извлеченные из 2-летних шишек и тщательно отмытые водой с мылом от смолы, а затем очищенные от пустых и щуплых семян (всплывающих в воде), намачивались в растворе гиббереллиновой кислоты 600 *мг/л* в течение шести суток (раствор каждые сутки менялся). Контрольные семена намачивались в воде. В вариантах было по 500 семян. Параллельно такой же опыт был проведен на недозрелых семенах из однолетних шишек.

Посев произведен в марте 1959 г. Всходы зрелых семян появились одновременно в опыте и контроле через 10 месяцев. Всхожесть семян, обработанных гиббереллином, составила 17%, а контрольных—12%. Недозрелые семена всходов не дали.

Эти данные показывают, что гиббереллиновая кислота в испытанной концентрации не ускоряет прорастания семян можжевельника и не повышает их всхожести.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные нами данные по изучению влияния гиббереллиновой кислоты на рост древесно-кустарниковых пород и на прорастание семян показали:

1. Однолетние и двулетние непересаженные сеянцы кизила, земляничников крупноплодного и мелкоплодного, багрянника, диервиллы гибридной, шиповника и саженцы дуба каштанолистного под действием гиббереллина значительно усиливают рост, что указывает на возможность практического его использования в целях ускорения выращивания посадочного материала или подвоев. При этом необходимо отметить, что однолетние сеянцы более чувствительны к действию гиббереллина, чем сеянцы двулетние.

2. Пересаженные из посевных гряд в питомник для доращивания сеянцы дуба македонского и земляничника крупноплодного на действие гиббереллиновой кислоты реагируют незначительным усилением и даже замедлением роста, что, по-видимому, связано с угнетением роста корневой системы.

3. Сеянцы яблони сорта Сары-Синап и лавра благородного на действие гиббереллиновой кислоты реагируют незначительным усилением роста без заметных морфологических изменений или изменений окраски листьев при самых высоких из испытанных концентраций стимулятора, что указывает на необходимость испытания на этих породах более высоких концентраций.

4. Сеянцы ореха грецкого из нестратифицированных семян на действие гиббереллиновой кислоты реагируют тем слабее, чем дольше они подвергались воздействию пониженных температур. У сеянцев же, выросших из нестратифицированных семян в теплице и находящихся в состоянии физиологической карликовости и покоя, гиббереллиновая кислота нарушает покой и вызывает весьма интенсивный рост. Это показывает, что действие ее на такие сеянцы в какой-то степени заменяет воздействие пониженных температур, без чего, как известно, сеянцы ореха и некоторых других видов длительное время могут оставаться в состоянии покоя и карликовости.

5. Сеянцы можжевельника древовидного, кизильника Генри, калины морщиннолистной, бересклета японского и саркококки рустифолиа на действие гиббереллиновой кислоты в испытанных нами концентрациях не реагировали.

6. Намачивание семян кизила, шиповника и можжевельника древовидного в растворах гиббереллиновой кислоты и инфильтрация раствора в семена не ускоряет их прорастания и не повышает всхожести.

## ЛИТЕРАТУРА


Ахромейко А. И., Журавлева М. В., Савина А. В. 1961. Влияние гиббереллина на рост и передвижение веществ у древесных растений. Изв. АН СССР, серия биологич., № 1, 79—82.

Вардания К. Х., Вардания Л. Я. 1960. Увеличение роста стебля и листьев лавра благородного и корицы под влиянием фотопериодизма и гиббереллина. Ботанич., ж-л. 45, № 12, 1802—1810.

Гужев Ю. Л. 1961. Действие гиббереллиновой кислоты на период покоя древесных растений. Изв. АН СССР, серия биологич., № 1, 61—68.

Коверга А. С., Коверга Е. Л. 1961. Влияние гиббереллиновой кислоты на рост некоторых парковых и лесных древесных растений. Изв. АН СССР, серия биологич. № 1, 69—78.

Комиссаров Д. А. 1961. Влияние гиббереллиновой кислоты на древесные растения. ДАН СССР, т. 136, № 5, 1241—1244.

Некрасова Т. В. 1961. Влияние гиббереллиновой кислоты на рост сеянцев персика из нестратифицированных семян. Изв. АН СССР, серия биологич., № 1, 51—60.

Пыльнов И. В. 1961. Влияние гиббереллина на рост шелковицы (Morus alba). Изв. АН СССР, серия биологич., № 1, 46—50.

Строгонов Б. П., Силкин Л. Я. 1961. Действие гиббереллина на рост сеянцев дуба в условиях засоления. Изв. АН СССР, № 1, 83—86.

Хотянович А. В. и Байдалина Н. А. 1959. Опыт воздействия гиббереллиновой кислотой на некоторые древесные породы. Лесное хозяйство, № 7, 32—35.

Чайлахян М. Х. 1958. Влияние гиббереллина на рост и развитие растений. Ботанич., ж-л., 43, 7, 927—952.

Чайлахян М. Х., Кочанков В. Г. 1961. Влияние гиббереллина на рост и цветение декоративных культур. Изв. АН СССР, № 1, 3—12.

Щепотьев Ф. Л., Толстоплет А. Я. и Навалихина Н. К. 1961. Рост и морозостойкость дуба (Quercus robur L.) под влиянием гиббереллина. ДАН СССР, т. 138, № 4, 966—969.

Barton L. V. 1956. Growth Response of Physiologic Dwarfs of Malus Arnoldiana Sarg. to Gibberellic Acid. Contrib. Boyce Thompson Inst. 18, № 8, 311—317.

Barton L. V., Chandler C. 1957. Physiological and Morphological Effects of Gibberellic Acid on Epicotil Dormansy of Tree Peony. Contrib. Boyce Thompson Inst. 19, № 2.

Carr D. J., McComb A. J., Osborne L. D. 1957. Replacement of the Requirement for Vernalisation in Centaurium Minus Moench. by Gibberellic Acid. Naturwissenschaften 44, № 15, 428—429.

Donoho C. W., Walker D. R. 1957. Effect of Gibberellic Acid on Breaking of Rest Period in Elberta Peach. Science 126, № 3284, 1178—1179.

Lockhart J., Bonner J. 1958. Effect of Gibberellic Acid on the Photoperiod Controlled Growth of Woody Plants. Plant Physiol. 32, № 5, 492—494.

Marth P. C., Audia W. V., Mitchell J. W. 1956. Effects of Gibberellic Acid on Growth and Development of Plants of Various Genera and Species. Botanical Gazette 118, № 2, 106—112.





McAlpine R. G. 1957. Gibberellic Acid, a Potential Growth Regulator for Forest Trees. South Lumberman 195, № 2441.

McVey G., Wittwer S. 1958. Gibberellin and Higher Plants: XI. Responses of Certain Woody Ornamental Plants. Quart. Bull. Mich. Agric. Exp. Sta. 40.

Nelson T. C. 1957. Early Responses of Some Southern Tree Species to Gibberellic Acid. J. Forestry 55, № 7.

Westing A. H. 1959. Effect of Gibberellin on Conifers: Generally Negative. J. Forestry 57, № 2.


*E. E. KOVERGA*

## INFLUENCE OF GIBBERELLIC ACID ON SEEDLING GROWTH IN CERTAIN FRUITING AND ORNAMENTAL TREES AND SHRUBS

## SUMMARY


Experimental data obtained showed that the one—and two—year untransplanted seedlings of Cornus mas, Arbutus andrachne and A. unedo, Cercis siliquastrum, Diervilla hybrida, Rosa canina and Quercus castaneifolia increase their growth significantly what indicates a possibility of using the stimulator to accelerate the raising of planting material.

One year seedlings are more sensitive to the gibberellic acid action than biennual ones.

Transplanted seedlings respond to this action poorly or even retard their growth what is connected with depression of root growth.

The Iuglans regia seedlings from non-stratificated seed respond to gibberellic acid action the poorer, the longer they were subjected to action of lower temperatures.

Apple seedling of Sary-Sinap variety and Laurus nobilis are slightly sensitive to stimulator action.

The seedlings of Iuniperus excelsa, Cotoneaster Henryana, Viburnum rhytidophyllum, Evonymus japonica and Sarcococca rustifolia do not respond to this action in concentrations tested.

Soaking seeds of Rosa canina, Cornus mas and Iuniperus excelsa in gibberellic acid solutions and infiltration of solution into them in vacuo do not accelerate germination and do not increase per cent of emergence.

*В. А. ШОЛОХОВА, Э. Н. ДОМАНСКАЯ*

# ВЛИЯНИЕ ГИББЕРЕЛЛОВОЙ КИСЛОТЫ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ПЛОДОВ ЦИТРУСОВЫХ

В 1959 и 1960 гг. отделом субтропических культур совместно с лабораторией физиологии проводилось испытание действия гиббереллловой кислоты на сохранение завязи, величину и химический состав плодов цитрусовых в условиях лимонариев Южного берега Крыма.

Многочисленные работы по испытанию действия гиббереллловой кислоты на урожайность полевых, плодовых и овощных культур в ряде случаев дали положительные результаты. Из литературы (Негруцкий С. Ф., 1960; Шолохова В. А. и Доманская Э. Н., 1961; Weaver R. J., 1958) известно, что гиббереллин способствовал увеличению урожая помидор, гороха, фасоли, винограда и др. культурных растений. Американские исследователи Суст и Хилд (1958), опрыскивая гиббереллловой кислотой ветви апельсиновых деревьев, получили вдвое больший урожай плодов. Коггинс и Хилд (1958), изучая влияние гиббереллина на качество апельсина сорта Томпсон-Нэвл, установили, что погружение плодов, достигших почти полного размера, в раствор калий-гиббереллата способствовало увеличению сочности и содержания витамина «С» в плодах, но несколько задержало созревание. На содержание сахара, кислоты и вес плодов обработка гиббереллином влияния не оказала.

Целью нашей работы являлось выяснение оптимальной концентрации гиббереллловой кислоты, числа и сроков опрыскивания.

Опыт проводился в совхозе «Горный», Ялтинского района, на апельсине сорта Местный, лимоне Мейера и клоне Бесколючий сорта Новогрузинский по следующей схеме:

Вариант 1. Во время массового цветения лимона Мейера и апельсина сорта Местный было проведено однократное опрыскивание цветущих ветвей гиббереллловой кислотой в концентрации 100 *мг/л*, 300 *мг/л* и 1000 *мг/л* в 2-х повторностях, по 200 цветков в каждой повторности.

Вариант 2. В момент опадения лепестков на лимоне Мейера, апельсине сорта Местный и клоне Бесколючий сорта Новогрузинский проводилось однократное опрыскивание гиббереллловой кислотой тех же концентраций.

Повторность 2-кратная, по 100 завязей в каждой повторности.

Вариант 3. Проводилось 3-кратное опрыскивание гиббереллловой кислотой в концентрациях 100, 300 и 1000 *мг/л* в следующие сроки: первое опрыскивание—сразу после цветения, второе—через 5 дней после первого и третье—через 5 дней после второго опрыскивания.

Повторность 2-кратная, по 100 завязей в повторности.

Вариант 4. Проводилось 3-кратное опрыскивание гибберелловой кислотой в концентрациях 100, 300 и 1000 *мг/л* в следующие сроки: первое опрыскивание — сразу после цветения, второе — через 5 дней после первого и третье—по завязи, достигшей размера мелкого грецкого ореха (10—15 *мм*).

Повторность 2-кратная, по 100 завязей в каждой повторности.

Вариант 5. Обработка гибберелловой кислотой в концентрации 100, 300 и 1000 *мг/л* проводилась по крупным, достигшим нормальных размеров плодам. Опрыскивание однократное, повторность 2-кратная, по 25 плодов в повторности.

Для всех вариантов опыта контролем являлись цветы и завязи, опрыснутые дистиллированной водой.

В опытах применяли в основном гибберелловую кислоту английского производства. В варианте 5 для опрыскивания использовали гиббереллин отечественного производства.

По всем вариантам опыта проводились учеты завязи и плодов. Для изучения химического и механического состава брались образцы в количестве 4—5 плодов.

Опыт показал, что однократная обработка цветков и завязей лимона и апельсина снижает процент полезной завязи. Стимулирующее действие гибберелловой кислоты проявилось в 3 и 4 вариантах опыта при опрыскивании раствором в концентрации 1000 *мг/л*.

Результаты учетов завязи приводятся в таблице 1.

*Таблица 1*

**Влияние гибберелловой кислоты на сохранение завязей лимона Мейера, клона Бесколючий сорта Новогрузинский и апельсина сорта Местный**

| Варианты опытов | Число опрыскиваний | Концентрация | % полезной завязи | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | лимон Мейера | апельсин Местный | клон Бесколючий |
| № 1 | 1 | Контроль | 10,6 | 16,7 | — |
| | | 1000 *мг/л* | 3,0 | 14,6 | — |
| № 2 | 1 | Контроль | 25,5 | 8,9 | 26,6 |
| | | 1000 *мг/л* | 20,5 | 7,3 | 14,0 |
| № 3 | 3 | Контроль | 18,9 | 10,6 | 9,5 |
| | | 1000 *мг/л* | 21,2 | 10,6 | 17,0 |
| № 4 | 3 | Контроль | 18,9 | 10,6 | 21,0 |
| | | 1000 *мг/л* | 21,4 | 16,8 | 27,9 |

Как видно из таблицы 1, 3-кратное опрыскивание гибберелловой кислотой (вариант 3 и 4) в концентрации 1000 *мг/л* дает увеличение количества завязи у лимона Мейера на 2,5%, у клона Бесколючий—на 7—8%, у апельсина—на 6,2%.

Повышение процента полезной завязи привело к значительному увеличению количества плодов.

В таблице 2 приводятся результаты учета урожая, выраженные в процентах к контролю.

Из таблицы 2 следует, что под влиянием 3-кратного опрыскивания гибберелловой кислотой увеличился урожай плодов лимона Мейера на 12—28% относительно контроля, урожай плодов клона Бесколючий на 21—81% и апельсина сорта Местный в 2—3,5 раза.



*Таблица 2*

**Влияние гибберелловой кислоты на урожай цитрусовых культур**

| Варианты опытов | Число опрыскиваний | Концентрация | Урожай в % к контролю | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | лимон Мейера | апельсин Местный | клон Бесколючий |
| № 1 | 1 | Контроль | 100 | 100 | — |
| | | 100 *мг/л* | 88 | — | — |
| | | 300 *мг/л* | 42 | — | — |
| | | 1000 *мг/л* | 28 | 88 | — |
| № 2 | 1 | Контроль | 100 | 100 | 100 |
| | | 100 *мг/л* | 103 | 18 | 115 |
| | | 300 *мг/л* | 90 | 101 | 54 |
| | | 1000 *мг/л* | 80 | 82 | 53 |
| № 3 | 3 | Контроль | 100 | 100 | 100 |
| | | 100 *мг/л* | 98 | 37 | 173 |
| | | 300 *мг/л* | 83 | 33 | 133 |
| | | 1000 *мг/л* | 112 | 57 | 181 |
| № 4 | 3 | Контроль | 100 | 100 | 100 |
| | | 100 *мг/л* | 95 | — | 108 |
| | | 300 *мг/л* | 128 | 333 | 121 |
| | | 1000 *мг/л* | 113 | 454 | 133 |

Наряду с увеличением количества плодов, имело место увеличение их средних размеров. Результаты механического анализа плодов, собранных с опытных растений, приводятся в таблицах 3, 4, 5.

Под влиянием гибберелловой кислоты увеличилось содержание кожуры в плодах лимона Мейера относительно контроля: в варианте 1—на 2—7%, в варианте 2—на 5—12%, в варианте 3—на 9—11%, в варианте 4—на 3% (фото 1, 2 и 3).

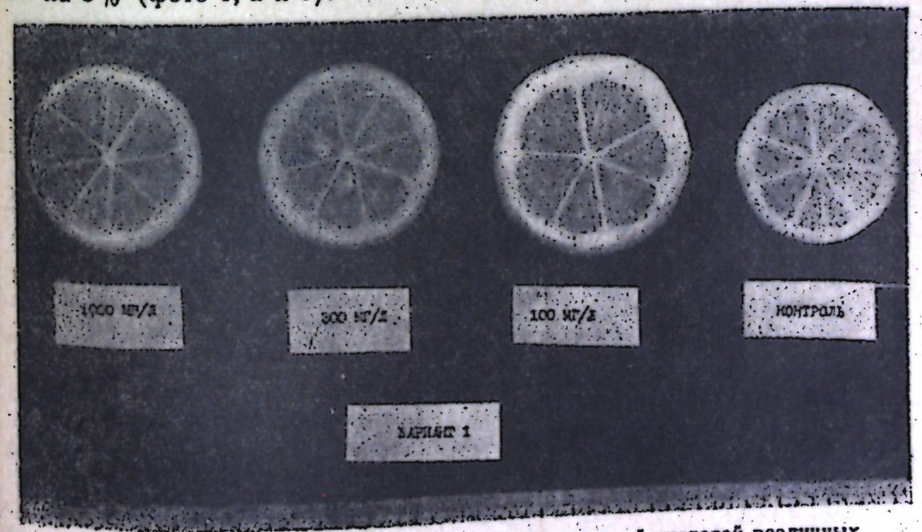



Фото 1. Влияние однократной обработки гибберелловой кислотой различных концентраций в период массового цветения на соотношений кожуры и мякоти в плодах лимона Мейера.

*Таблица 3*

**Влияние гиббереллиновой кислоты на механический состав плодов лимона Мейера**

| Варианты опыта | Концентрация | Средний | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | вес одного плода | % семян | % кожуры | % мякоти | Размер плода: ширина | Размер плода: высота | толщина кожуры | к-во долек |
| № 1 | Контроль | 66,9 | 0,8 | 33,5 | 65,7 | 48,2 | 64,7 | 0,4 | 8 |
| | 100 *мг/л* | 147,2 | 1,2 | 37,8 | 61,0 | 64,6 | 87,4 | 0,6 | 8 |
| | 300 *мг/л* | 105,2 | 1,4 | 40,2 | 58,4 | 57,0 | 80,4 | 0,6 | 8 |
| | 1000 *мг/л* | 91,8 | 0,3 | 35,9 | 63,8 | 52,5 | 78,5 | 0,5 | 7 |
| № 2 | Контроль | 59,2 | 2,2 | 27,8 | 70,0 | 48,0 | 55,6 | 0,3 | 9 |
| | 100 *мг/л* | 85,1 | 3,1 | 32,6 | 64,3 | 54,8 | 65,0 | 0,4 | 8 |
| | 300 *мг/л* | 67,4 | 1,7 | 36,9 | 61,4 | 50,1 | 65,8 | 0,4 | 8 |
| | 1000 *мг/л* | 121,4 | 1,5 | 39,3 | 59,2 | 61,1 | 83,9 | 0,6 | 8 |
| № 3 | Контроль | 66,2 | 1,3 | 29,4 | 69,3 | 47,1 | 68,7 | 0,3 | 8 |
| | 100 *мг/л* | 86,2 | 1,7 | 29,9 | 68,4 | 53,2 | 68,4 | 0,4 | 9 |
| | 300 *мг/л* | 72,8 | 1,7 | 38,2 | 60,1 | 51,0 | 70,8 | 0,5 | 7 |
| | 1000 *мг/л* | 69,2 | 2,1 | 40,9 | 57,0 | 50,2 | 71,2 | 0,5 | 9 |
| № 4 | Контроль | 68,2 | 0,7 | 34,1 | 65,2 | 47,8 | 70,8 | 0,4 | 7 |
| | 100 *мг/л* | 92,8 | 0,8 | 37,8 | 61,4 | 55,0 | 81,5 | 0,5 | 5—8 |
| | 300 *мг/л* | 91,8 | 1,2 | 34,2 | 64,6 | 53,5 | 75,6 | 0,5 | 6 |
| | 1000 *мг/л* | 112,6 | 0,9 | 37,7 | 61,4 | 58,4 | 81,1 | 0,6 | 6 |

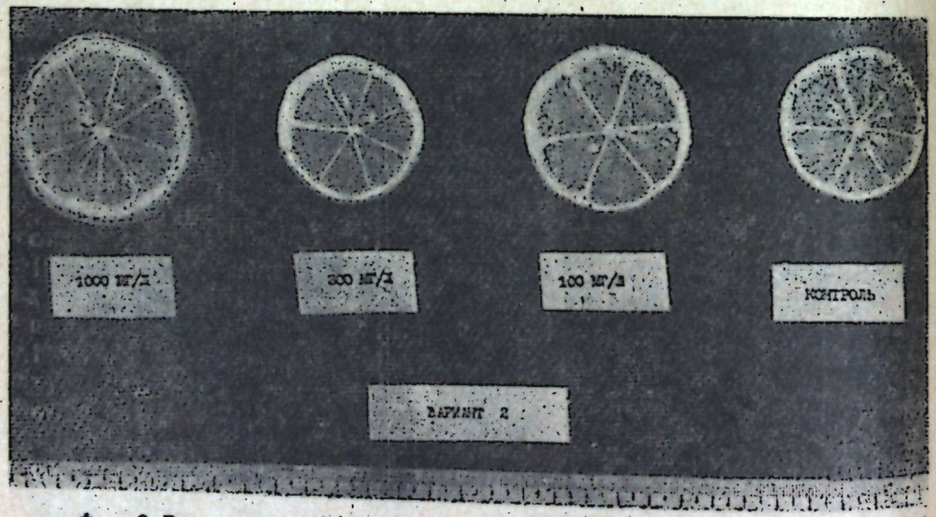



Фото 2. Влияние однократной обработки гиббереллиновой кислотой различных концентраций в период массового опадения лепестков на соотношение кожуры и мякоти в плодах лимона Мейера.

Форма плодов лимона Мейера изменилась в 3 и 4 вариантах от опрыскивания гиббереллиновой кислотой в концентрации 100 *мг/л*, 300 *мг/л* и 1000 *мг/л*. Основание вытянулось в короткую, резко суженную, морщинистую шейку, а на вершине образовался небольшой сосок (фото 4, 5, 6, 7).

Аналогичные изменения в механическом составе плодов наблюдаются у клона Бесколючий и апельсина с. Местный. Результаты анализов приводятся в таблицах 4 и 5.



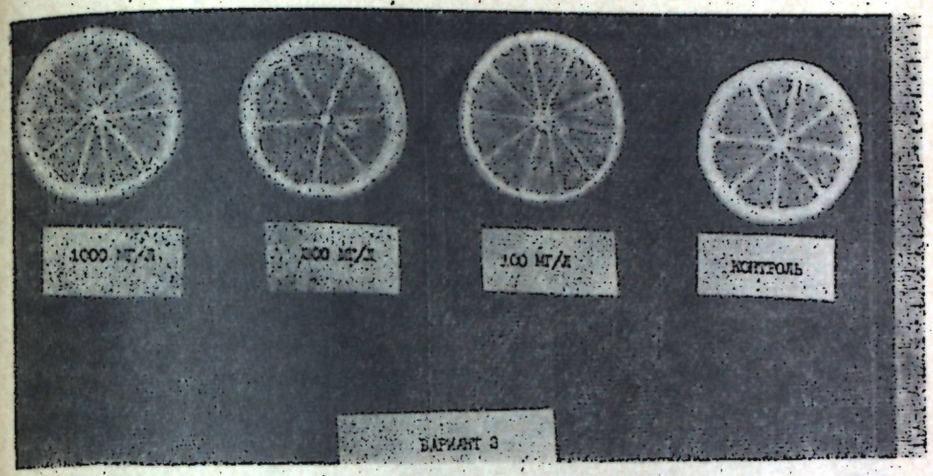



Фото 3. Влияние трехкратной обработки гиббереллиновой кислотой различных концентраций на соотношение кожуры и мякоти в плодах лимона Мейера.

Изучение химического состава опытных плодов показало, что под влиянием гиббереллиновой кислоты несколько увеличилось содержание витамина «С» в плодах лимона Мейера и клона Бесколючий.

На содержание лимонной кислоты и растворимых сахаров гиббереллиновая кислота не оказала заметного влияния.

В таблице 6 приводятся данные анализов химического состава плодов лимона и апельсина.

Данные таблицы показывают, что содержание витамина «С» повысилось в плодах лимона Мейера на 2—12%, в плодах клона Бесколючий — на 7—15%.

*Таблица 4*

**Влияние гиббереллиновой кислоты на механический состав плодов лимона клона Бесколючий**

| Варианты опытов | Концентрация | Средний | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | вес одного плода | % семян | % кожуры | % мякоти | размер плода в *мм*: ширина | размер плода в *мм*: высота | толщина кожуры | к-во долек |
| № 2 | Контроль | 106,7 | 1,2 | 42,0 | 56,8 | 58,2 | 68,1 | 0,6 | 10 |
| | 100 *мг/л* | 100,2 | 2,6 | 41,8 | 55,6 | 54,7 | 76,3 | 0,6 | 9 |
| | 300 *мг/л* | 132,7 | 2,0 | 44,2 | 53,8 | 61,6 | 80,4 | 0,7 | 11 |
| | 1000 *мг/л* | 82,6 | 1,3 | 39,8 | 58,9 | 53,4 | 75,3 | 0,5 | 10 |
| № 3 | Контроль | 102,9 | 1,1 | 30,7 | 68,2 | 57,4 | 69,5 | 0,6 | 11 |
| | 100 *мг/л* | 97,4 | 0,1 | 45,2 | 54,7 | 55,5 | 79,2 | 0,6 | 9 |
| | 300 *мг/л* | 157,2 | 0,9 | 48,8 | 50,3 | 67,7 | 77,0 | 0,8 | 11 |
| | 1000 *мг/л* | 81,4 | 0,0 | 52,2 | 47,8 | 52,1 | 73,2 | 0,7 | 9 |
| № 4 | Контроль | 110,2 | 2,4 | 43,4 | 54,2 | 58,2 | 71,8 | 0,6 | 11 |
| | 100 *мг/л* | 93,8 | 1,0 | 50,1 | 48,9 | 56,2 | 72,2 | 0,8 | 10 |
| | 300 *мг/л* | 140,6 | 1,1 | 44,4 | 54,5 | 63,9 | 75,0 | 0,8 | 11 |
| | 1000 *мг/л* | 144,4 | 0,5 | 46,2 | 53,3 | 53,6 | 82,3 | 0,8 | 9 |

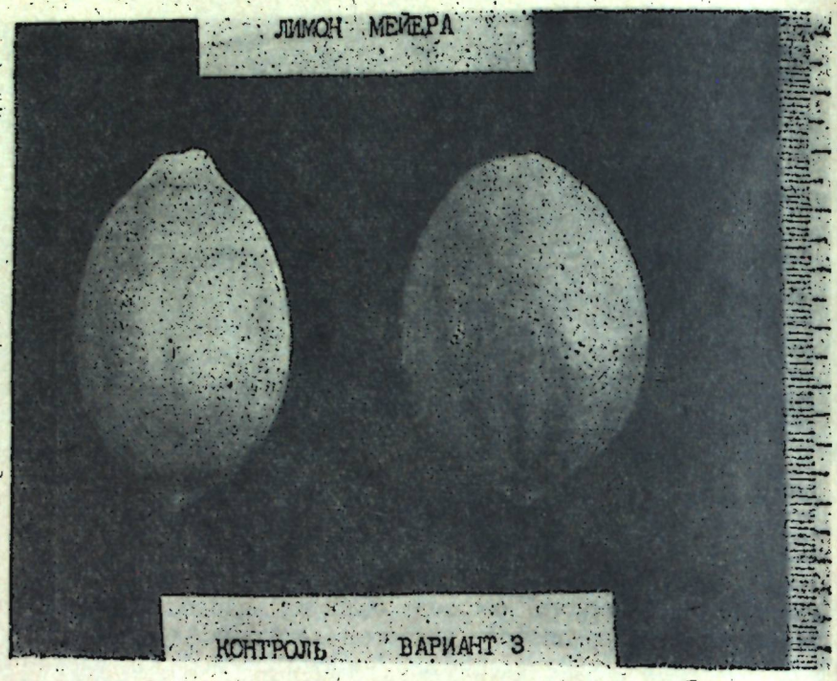



Фото 4. Нормально развитые плоды лимона Мейера.

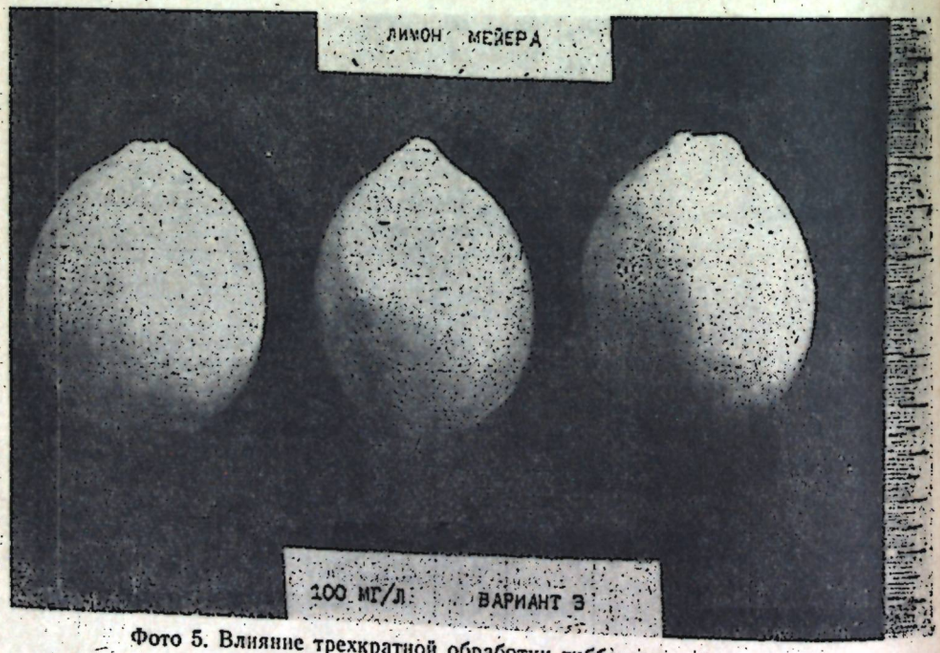



Фото 5. Влияние трехкратной обработки гиббереллловой кислотой в концентрации 100 *мг/л* на форму плодов лимона Мейера.



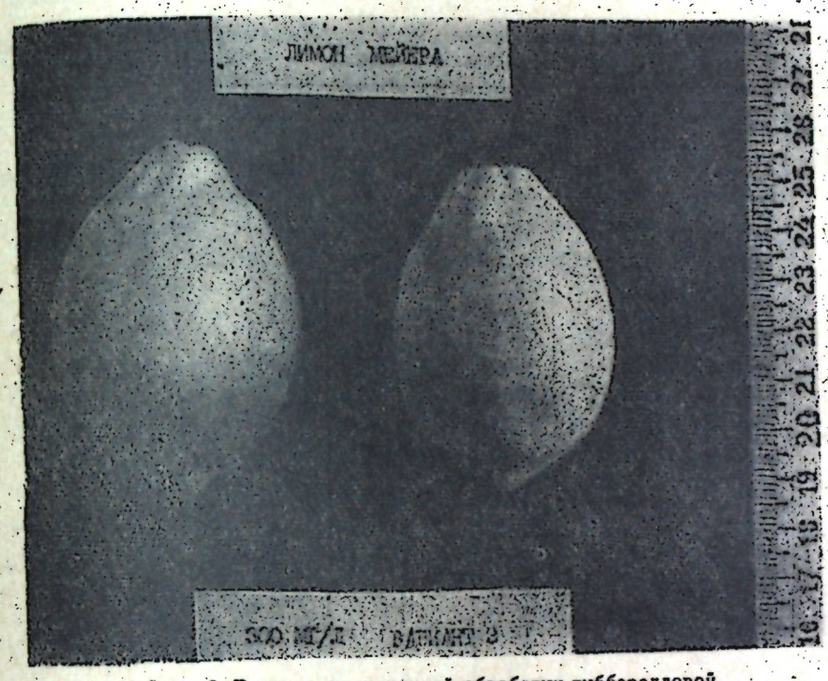



Фото 6. Влияние трехкратной обработки гиббереллловой кислотой в концентрации 300 *мг/л* на форму плодов лимона Мейера.

Фото 7. Влияние трехкратной обработки гиббереллловой кислотой в концентрации 1000 *мг/л* на форму плодов лимона Мейера.

*Таблица 5*

**Влияние гиббереллиновой кислоты на механический состав плодов апельсина Местный**

| Варианты опытов | Концентрация | Средний вес одного плода | % семян | % кожуры | % мякоти | размер плода в мм: ширина | размер плода в мм: высота | толщина кожуры | к-во долек |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № 1 | Контроль | 157,4 | 0,1 | 32,6 | 67,3 | 70,0 | 67,0 | 1,1 | 10 |
| | 100 мг/л | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 300 мг/л | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 1000 мг/л | 213,1 | 0,0 | 30,0 | 70,1 | 78,0 | 72,7 | 0,9 | 24 |
| № 2 | Контроль | 120,6 | 3,1 | 31,2 | 65,7 | 63,3 | 62,2 | 0,5 | 9,0 |
| | 100 мг/л | 143,0 | 0,0 | 36,0 | 64,0 | 66,9 | 65,8 | 0,6 | 9 |
| | 300 мг/л | 168,1 | 0,0 | 35,0 | 65,0 | 73,4 | 68,4 | 0,7 | 11 |
| | 1000 мг/л | 87,5 | 1,7 | 40,3 | 58,0 | 57,8 | 58,7 | 0,7 | 9 |
| № 3 | Контроль | 111,2 | 2,7 | 34,4 | 62,9 | 63,1 | 60,9 | 0,6 | 9 |
| | 100 мг/л | 112,5 | 3,1 | 38,9 | 58,0 | 63,8 | 61,8 | 0,6 | 9 |
| | 300 мг/л | 215,9 | 0,0 | 40,5 | 59,5 | 82,1 | 76,9 | 0,8 | 11 |
| | 1000 мг/л | 121,3 | 0,0 | 42,2 | 57,8 | 65,4 | 64,7 | 0,8 | 10 |
| № 4 | Контроль | 100,7 | 3,2 | 35,8 | 61,0 | 60,3 | 57,4 | 0,6 | 10 |
| | 100 мг/л | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 300 мг/л | 136,2 | 2,1 | 37,7 | 60,2 | 67,1 | 64,4 | 0,7 | 10 |
| | 1000 мг/л | 112,0 | 1,5 | 41,4 | 57,1 | 65,4 | 63,6 | 0,8 | 10 |

Обработка плодов цитрусовых, достигших полных размеров, гиббереллиновой кислотой в концентрации 100, 300 и 1000 *мг/л* (вариант 5) не способствовала увеличению содержания витамина «С», лимонной кислоты, растворимых сахаров и веса плодов.

Гиббереллиновая кислота оказала влияние на сочность плодов. Выход сока у лимона Мейера увеличился на 1—6%, у клона Бесколючий на 1—19%. У апельсина сорта Местный наблюдается некоторое снижение выхода сока от однократной и трехкратной обработки по завязи и небольшое увеличение от однократной обработки по плодам в концентрации 100 *мг/л*. Эти данные показаны в таблице 7.

Приведенные экспериментальные данные дают основание считать, что:

1. Наибольший эффект на цитрусовые растения оказала 3-кратная обработка гиббереллиновой кислотой в концентрации 300 и 1000 *мг/л* (варианты 3 и 4). Она дает увеличение количества завязей у лимона Мейера на 2,5%, у лимона Бесколючий (клон сорта Новогрузинский) — на 7—8% и у апельсина сорта Местный—на 6,2%.

При этом урожай обработанных растений повысился за счет увеличения количества плодов,

у лимона Мейера—на 12—28% относительно контроля;

у клона Бесколючий—на 21—81% и апельсина сорта Местный — в 2—3,5 раза.

Во всех вариантах опыта имело место увеличение размеров плодов.

2. Гиббереллиновая кислота в концентрации 100, 300 и 1000 *мг/л* оказала влияние на изменение формы плодов лимона Мейера.

3. Под влиянием гиббереллиновой кислоты увеличилось в разной степени содержание кожуры во всех вариантах опыта.



*Таблица 6*

**Влияние гиббереллиновой кислоты на химический состав плодов лимона Мейера, клона Бесколючий и апельсина сорта Местный**

| Варианты опытов | Концентрация | Лимон Мейера: витамин «С» в % | Лимон Мейера: кислотность в % | Лимон Мейера: растворимые сахара: моносахара в % | Лимон Мейера: растворимые сахара: дисахара в % | Клон Бесколючий: витамин «С» в % | Клон Бесколючий: кислотность в % | Клон Бесколючий: растворимые сахара: моносахара в % | Клон Бесколючий: растворимые сахара: дисахара в % | Апельсин с. Местный: витамин «С» в % | Апельсин с. Местный: кислотность в % | Апельсин с. Местный: растворимые сахара: моносахара в % | Апельсин с. Местный: растворимые сахара: дисахара в % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № 1 | Контроль | 27,2 | 4,1 | 1,6 | 2,1 | — | — | — | — | 45,0 | 1,1 | 1,9 | 5,0 |
| | 100 мг/л | 20,3 | 4,0 | 1,4 | 2,1 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 300 мг/л | 26,7 | 4,1 | 1,8 | 2,2 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 1000 мг/л | 22,7 | 4,0 | 1,6 | 2,3 | — | — | — | — | 37,0 | 0,9 | 2,4 | 6,3 |
| № 2 | Контроль | 34,3 | 6,7 | 1,2 | 1,7 | 48,4 | 6,2 | 1,1 | 1,6 | 50,4 | 2,2 | 1,8 | 5,0 |
| | 100 мг/л | 36,8 | 6,0 | 1,5 | 2,4 | 62,7 | 6,4 | 0,9 | 1,5 | 46,5 | 1,2 | 1,7 | 6,5 |
| | 300 мг/л | 45,5 | 6,3 | 2,0 | 2,6 | 63,5 | 6,4 | 1,1 | 2,3 | 43,8 | 1,2 | 3,0 | 4,1 |
| | 1000 мг/л | 30,5 | 4,9 | 1,2 | 1,8 | 63,0 | 6,4 | 1,5 | 2,3 | 50,0 | 2,2 | 1,7 | 5,0 |
| № 3 | Контроль | 29,8 | 5,9 | 1,8 | 2,7 | 53,6 | 6,2 | 1,2 | 2,4 | 48,9 | 2,0 | 2,4 | 4,8 |
| | 100 мг/л | 32,2 | 5,5 | 1,5 | 2,2 | 63,2 | 6,5 | 1,0 | 1,8 | 43,2 | 2,0 | 2,1 | 4,7 |
| | 300 мг/л | 42,9 | 6,3 | 2,2 | 2,7 | 50,4 | 5,7 | 1,7 | 2,6 | 38,2 | 1,1 | 2,1 | 5,6 |
| | 1000 мг/л | 43,6 | 6,0 | 2,7 | 3,3 | 62,4 | 6,0 | 1,4 | 2,0 | 45,8 | 1,2 | 2,9 | 6,8 |
| № 4 | Контроль | 30,5 | 5,1 | 1,8 | 2,4 | 50,4 | 5,9 | 0,8 | 1,6 | 50,0 | 1,8 | 1,6 | 4,6 |
| | 100 мг/л | 30,6 | 5,1 | 1,7 | 2,4 | 60,4 | 5,5 | 1,2 | 2,3 | — | — | — | — |
| | 300 мг/л | 28,7 | 4,9 | 1,8 | 2,4 | 57,9 | 5,4 | 1,5 | 2,5 | 52,0 | 2,0 | 2,2 | 4,7 |
| | 1000 мг/л | 31,9 | 4,6 | 1,9 | 2,5 | 62,6 | 5,4 | 1,5 | 2,8 | 44,0 | 1,9 | 2,2 | 4,7 |

4. Действие гиббереллиновой кислоты не сказалось отрицательно на качестве обработанных плодов. Химические анализы показали, что содержание витамина «С» в плодах лимона Мейера повысилось до 12%, а в плодах клона Бесколючий—до 15% относительно контроля.

*Таблица 7*

**Влияние гиббереллиновой кислоты на сочность плодов лимона и апельсина**

| Концентрация | Выход сока в мл на 100 г мякоти: Лимон Мейера: однократное опрыскивание по завязи | Лимон Мейера: трехкратное опрыскивание по завязи | Лимон Мейера: однократное опрыскивание по плодам | Бесколючий (клон сорта Новогрузинский): однократное опрыскивание по завязи | Бесколючий (клон сорта Новогрузинский): трехкратное опрыскивание по завязи | Бесколючий (клон сорта Новогрузинский): однократное опрыскивание по плодам | Апельсин Местный: однократное опрыскивание по завязи | Апельсин Местный: трехкратное опрыскивание по завязи | Апельсин Местный: однократное опрыскивание по плодам |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Контроль | 60 | 60 | 62 | 46 | 46 | 48 | 63 | 66 | 57 |
| 100 мг/л | 61 | 66 | 57 | 47 | 49 | 49 | 49 | 65 | 66 |
| 300 мг/л | 58 | 62 | 62 | 44 | 48 | 43 | 54 | 56 | 57 |
| 1000 мг/л | 64 | 60 | 67 | 65 | 52 | 46 | 61 | 63 | 57 |

На содержание растворимых сахаров и лимонной кислоты гибберелловая кислота не оказала заметного влияния.

5. Обработка гибберелловой кислотой плодов, достигших полных размеров, не вызвала изменения их химического состава и способствовала увеличению сочности плодов.

6. Однократная обработка гибберелловой кислотой в концентрации 100, 300 и 1000 *мг/л* привела к снижению процента полезной завязи и количества плодов.

Экспериментальные данные по изучению влияния гибберелловой кислоты на урожай цитрусовых культур в 1960 году подтвердили результаты опытов 1959 года.

## ЛИТЕРАТУРА

Негруцкий С. Ф.—О действии гиббереллина на рост, урожайность и форму томатов. Физиология растений, т. 7, вып. 6, стр. 734, 1960 г.

Шолохова В. А., Доманская Э. Н.—Увеличение урожая плодов от применения гиббереллина. Виноградарство и садоводство Крыма, № 1, 1961 г.

Doubles yield—California Citrograph, vol. 43, № 7, p. p. 231, 1958.

Gibberellin on Citrus May Improve quality—California Citrograph, vol. 43, № 9, p. p. 325, 1958.

Weaver R. I.—Effect of gibberellic Acid on Fruit Set and Berry Enlargement in Seedless grapes of Vitis vinifera.
Nature, 181, 4612, p. p. 851—852, 1958.

*V. A. SHOLOCHOVA, E. N. DOMANSKAYA*

## INFLUENCE OF GIBBERELLIC ACID ON CITRUS CROP AND QUALITY

## SUMMARY

The gibberellic acid effect on crop and quality of Citrus cultures was tested.

1. Triple sprays with water solutions in concentrations 300 mg/l and 1000 mg/l giave increase in guantity of ovaries for Meyer lemon—2,5 per cent., for Beskoluchii lemon—7-8 per cent. and for Mestnyi orange—6,2 per cent.

2. Yield increased for Meyer lemon by 12—18 per cent., for Beskoluchii lemon by 21—81 per cent., for Mestnyi orange 2—3,5 times.

3. Content of vitamin «C» increased in fruits of Meyer lemon by 12 per cent., of Beskoluchii lemon—by 15 per cent. in relation to control.

---

*Г. И. НИЛОВ*

# СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФИТОТОКСИЧНОСТИ НЕКОТОРЫХ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ ИНСЕКТИЦИДОВ

В настоящее время можно считать вероятной причиной фитотоксичности фосфорорганических инсектицидов из группы систокса ингибирование аскорбиноксидазы и снижение окислительной способности тканей растений (А. С. Коверга, Г. И. Нилов, 1957; Г. И. Нилов, 1959). Химическим механизмом этого ингибирования является блокирование меди в молекуле фермента фосфорорганическим инсектицидом (Г. И. Нилов, 1959). Таким же действием обладают инсектициды — производные пирофосфорной кислоты, в молекуле, которых присутствует сера.

В связи с понижением окислительной способности тканей наблюдаются и другие нарушения процессов, связанных с необходимостью поддержания высокого окислительного уровня. К таким нарушениям относится накопление небелкового азота и йодовосстанавливающих веществ (Г. И. Нилов, 1959). Эти изменения легко установить обычными методами биохимии. При этом не всегда можно обнаружить внешние признаки, которые свидетельствовали бы об угнетении роста или о нарушении каких-либо других процессов.

Отсутствие резких признаков проявления действия инсектицидов на растения вполне объяснимо, так как дозировки, применяемые для опрыскивания, невелики, и блокирование меди как микроэлемента в ткани является кратковременным. Однако отрицательное действие инсектицидов легко проявляется, если увеличить концентрацию или частоту опрыскиваний. При систематическом, ежегодном применении этих инсектицидов также может проявиться отрицательное их действие даже и при невысоких концентрациях применяемых растворов. Фитотоксичность фосфорорганических инсектицидов в отношении растений может быть обусловлена и способами их применения. В настоящее время фосфорорганические яды применяются на всех стадиях развития растений—от семян до взрослых растений. По литературным данным (Д. М. Михлин, П. А. Колесников, 1947; М. Г. Николаев, В. Карклина 1955; В. Э. Понтович 1949), в процессе развития от семени до взрослого растения происходит ряд изменений в биохимии растительных тканей, в связи с этим будет меняться и стойкость их к различным инсектицидам. Существующие методы определения фитотоксичности и фитоцидности не могут в полной мере характеризовать инсектициды в этом отношении.

Учитывая сказанное, а также все большее число разнообразных органических соединений фосфора, выпускаемых нашей промышленностью и рекомендуемых для борьбы с вредителями, большое значение приобретает детальная оценка этих инсектицидов по их фитотоксичности. Сведения эти могут послужить основанием для разработки соответствующих более рациональных приемов и способов обработки растительных организмов, направленных на сохранение урожая.

С этой целью в 1959 г. была проведена работа по изучению 10 наиболее распространенных фосфорорганических инсектицидов в отношении их фитотоксического действия на яблоню и на семена некоторых растений. Работа проводилась со следующими инсектицидами, свойства которых приведены в таблице 1.

*Таблица 1*

**Характеристика инсектицидов, применявшихся для опытов**

| Названия ядохимикатов | % основного вещества | % растворимых | Отслоя из 0,5% эмульсии в *мл* | Соотношение изомеров | Внешний вид |
|---|---|---|---|---|---|
| Меркаптофос | 28, 59—29, 78 | 0,07—0,04 | нет | 30 : 70 | Вязкая маслянистая жидкость, коричневого цвета |
| Тиоловый изомер меркаптофоса | 90 | — | — | — | Светло-желтая подвижная жидкость |
| Тионовый изомер меркаптофоса | 90 | — | — | — | Светло-желтая подвижная жидкость |
| Тиофос (препарат НИУИФ-100) | 30 | меньше 1 | нет | — | Густая маслянистая жидкость темно-коричневого цвета |
| Метилсистокс | 60 | — | — | 40 : 60 | Густая буро-желтая жидкость |
| Препарат М-81 | 53 | отсутствие | нет | — | Вязкая темно-коричневая жидкость |
| Октаметил | 57 | — | — | — | Темно-коричневая почти черная густая жидкость |
| Дитнофос | 50 | — | — | — | Вязкая темно-коричневая жидкость |
| Хлорофос | 91,4 | — | — | — | Слабо-желтый, кристаллический, вязкий продукт |
| Метилэтилсистокс | 30 | — | — | — | Коричневая жидкость |

В работе использовались два сорта яблони—Сары-Синап и Ренет Орлеанский. Для изучения фитотоксического действия растения обрабатывались растворами ядов в концентрации 0,1:0,3 и 0,5% через день, до появления некротических пятен на пластинке листа. При проведении работы учитывалось количество опрыскиваний и число дней от первого опрыскивания до появления некрозов на листовой пластинке, что дало возможность судить не только о фитотоксичности инсектицидов, но и установить способность их к накоплению в тканях.



Чтобы определить предельную нагрузку яда, которую может выдержать яблоня, нужно было предварительно установить количество раствора, которое способна удержать единица поверхности листа после опрыскивания. При определении адсорбирующей способности поверхности листьев яблони мы исходили из того, что практически все количество системного инсектицида, удерживаемое поверхностью листа, абсорбируется тканями (М. Шпиндлер, 1956).

Для определения адсорбирующей способности в листьях делались высечки крупным пробочным сверлом, площадь которого равнялась 1 *см*². Эти высечки редко нанизывались на тонкую алюминиевую проволоку и взвешивались. После взвешивания они опрыскивались из пульверизатора соответствующим раствором ядохимиката и взвешивались опять. По разнице между вторым и первым взвешиванием находилось количество удерживаемой жидкости и затем подсчитывалось количество раствора, удерживаемое единицей поверхности листа. Результаты таких определений для различных пород плодовых культур приведены в таблице 2.

*Таблица 2*

**Количество раствора меркаптофоса, удерживаемое 1 *см*² поверхности листа**

| Культура | Площадь | Сырой вес | Абсолютно сухой вес | Количество *г* раствора, удерживаемое единицей поверхности |
|---|---|---|---|---|
| Лист яблони Ренет Шампанский . | 1 *см*² | 0,01557 | 0,005375 | 0,004796 |
| Лист сливы Никитская поздняя . | 1 *см*² | 0,020024 | 0,00537 | 0,00423 |
| Лист персика Эльберта . . . . | 1 *см*² | 0,01402 | 0,004343 | 0,005217 |

В отношении весовых количеств, удерживаемых единицей поверхности листа, не наблюдается разницы при применении различных концентраций растворов на отдельных породах. Для системных инсектицидов, применявшихся в нашей работе, проводился частично контроль за количественным содержанием их в тканях растений с помощью энзимного метода (А. А. Смирнова, 1956). Так как этим методом можно было определять только часть ядохимикатов из применявшихся 10 препаратов, основной учет проводился с помощью расчетов, исходя из количества раствора инсектицида, удерживаемого единицей поверхности листа.

На бывших в работе двух сортах яблони, кроме учета нагрузки яда на растения и момента возникновения некрозов на листьях, собирался гербарий. Изменение окраски листьев при высушивании в гербарных образцах растений, обработанных инсектицидами, и контрольных оказалось также чувствительным показателем действия ядов.

Результаты наблюдений за возникновением некрозов и нагрузкой яда на растение приведены в таблице 3.

Из приведенных данных в таблице 3 видно, что таким расчетным методом учета количества яда в тканях растений не удалось достаточно точно оценить связь между нагрузкой и фитотоксичностью, но на основании полученных результатов отчетливо проявляется разница в действии двух групп соединений: производных пирофосфорной кислоты, с одной стороны, и ортофосфорной кислоты—с другой. Первые обладают в отношении яблони более высокой фитотоксичностью по сравнению со вторыми. По от-

ношению к этим ядам большая разница наблюдается и у отдельных сортов яблонь, взятых для испытания. На основании оценки по общему состоянию можно сказать, что высокие концентрации октаметила и дитиофоса вызывали сильные ожоги и опадение листьев у сорта Сары-Синап.

*Таблица 3*

**Зависимость содержания инсектицидов в тканях растений и времени появления некротических пятен на листьях яблони от числа опрыскиваний и концентрации инсектицида**

| Названия инсектицидов и концентрация | Количество опрыскиваний | Количество дней от начала опрыскивания до появления некрозов | Миллиграммов яда и действ. начале на 2 $см^2$ листовой поверхности |
|---|---|---|---|
| Меркаптофос 0,1% | 13 | 29 | 0,037 |
| 0,3% | 10 | 25 | 0,086 |
| 0,5% | 6 | 18 | 0,115 |
| Тиоловый изомер меркаптофоса 0,1% | 13 | 29 | 0,063 |
| 0,3% | 10 | 25 | 0,143 |
| 0,5% | 6 | 18 | 0,145 |
| Тионовый изомер меркаптофоса 0,1% | 13 | 29 | 0,063 |
| 0,3% | 10 | 29 | 0,143 |
| 0,5% | 6 | 18 | 0,145 |
| Препарат М-81 0,1% | 14 | 27 | 0,067 |
| 0,3% | 11 | 27 | 0,157 |
| 0,5% | 6 | 16 | 0,195 |
| Метилсистокс 0,1% | 14 | 27 | 0,079 |
| 0,3% | 11 | 22 | 0,190 |
| 0,5% | 6 | 16 | 0,230 |
| Метилэтилсистокс 0,1% | 14 | 27 | 0,040 |
| 0,3% | 11 | 27 | 0,095 |
| 0,5% | 10 | 16 | 0,185 |
| Тиофос 0,1% | 14 | 27 | 0,040 |
| 0,3% | 8 | 21 | 0,069 |
| 0,5% | 6 | 16 | 0,115 |
| Октаметил 0,1% | 9 | 21 | 0,049 |
| 0,3% | 4 | 8 | 0,066 |
| 0,5% | 4 | 8 | 0,109 |
| Дитиофос 0,1% | 9 | 21 | 0,026 |
| 0,3% | 4 | 8 | 0,035 |
| 0,5% | 4 | 8 | 0,057 |
| Хлорофос 0,1% | 14 | 27 | 0,120 |
| 0,3% | 11 | 27 | 0,283 |
| 0,5% | 10 | 24 | 0,596 |



Сорт Ренет Орлеанский оказался более устойчивым, имел меньше некротических пятен и совершенно не сбрасывал листья. Большие различия у этих двух сортов наблюдались в отношении устойчивости хлорофилла при высушивании листьев в гербарных образцах опрыснутых и контрольных растений. Высушенные листья сорта Сары-Синап, обработанного меркаптофосом, почти теряли естественную зеленую окраску, Ренет Орлеанский и по этому признаку оказался более устойчивым, листья его после высушивания сохраняли зеленый цвет, но у обработанных ядом растений окраска сухих листьев имела немного более тусклый оттенок.

На основании цифр, приведенных в таблице 3, можно сделать заключение, что предельная нагрузка яда для растений зависит от концентрации и длительности обработки. Здесь следует учитывать также погодные условия в связи с тем, что в момент проведения опыта имело место значительное изменение их: пасмурные и прохладные дни сменились суховеями.

До известной степени меркаптофос, так же, как и другие инсектициды, обладает кумулятивными свойствами. О накоплении яда в тканях свидетельствует возникновение некрозов у растений, обрабатываемых пониженными концентрациями. Характер повреждения листьев меркаптофосом одинаков для Сары-Синап и Ренета Орлеанского и сводится к краевым повреждениям листовых пластинок. Возникновение краевых повреждений обусловлено транспирационными токами, которые выносят яд на край листа (М. Шпиндлер, 1956).

Отдельно испытывались изомеры меркаптофоса—тиоловый и тионовый. Тиоловый изомер оказал более сильное фитотоксическое действие. Листья сорта Сары-Синап под действием его приобретали общий желтый фон с отдельными более яркими хлорозными пятнами на пластинке. Листья Ренета Орлеанского слабее реагировали на обработку изомерами—возникали краевые некрозы и был отмечен лишь легкий хлороз. Повреждения, возникавшие под влиянием тионового изомера, такие же, как у тиолового. Изомеры так же, как и меркаптофос, обладают, в известной мере, кумулятивными свойствами. По своей фитотоксичности аналоги меркаптофоса располагаются от метилсистокса, давшего наиболее сильные ожоги, затем идет препарат М-81, и наиболее слабые повреждения вызывал метилэтилсистокс. Из всех инсектицидов, бывших в испытании, метилэтилсистокс и хлорофос оказались наименее фитотоксичными. Действие этих инсектицидов было более сильным на сорте Сары-Синап. Ренет Орлеанский страдал слабее. Тип повреждений листьев был таким же, как и для меркаптофоса, хотя степень была меньше.

Последняя группа фосфорорганических инсектицидов по своему строению сильно отличается от меркаптофоса. Среди этой группы наблюдается также большое разнообразие по фитотоксическому действию. Тиофос вызывает слабые ожоги, которые располагаются по краям; в центре листовой пластинки иногда появляются хлорозные пятна. У сорта Ренет Орлеанский эти явления слабо выражены. Октаметил, так же, как и дитиофос, вызывал сильные повреждения листьев даже при небольшой нагрузке яда. Опрыснутые листья покрывались коричневыми пятнами, затем желтели и осыпались, ожоги сосредоточивались в основном в центре листовой пластинки, но вместе с тем наблюдались и сильные краевые повреждения листьев. После высушивания листья сорта Сары-Синап приобретали желтый фон с более яркими хлорозными пятнами, некротические места отграничивались более резко. Листья Ренета Орлеанского сохраняли зеленый фон, но покрылись пятнами ожогов в центре и по краям листа, также наметились участки хлорозной ткани.

Хлорофос оказывал слабое фитотоксическое и фитоцидное действие.

Изучавшиеся инсектициды можно расположить в следующем нисходящем порядке по фитотоксическому и фитоцидному действию на яблоню: наиболее сильное действие оказывает октаметил, затем идет дитиофос—оба эти инсектицида являются производными пирофосфорной кислоты; дальше тиоловый изомер меркаптофоса, меркаптофос—смесь изомеров, тионовый изомер меркаптофоса, метилсистокс, тиофос, препарат М-81, хлорофос, и очень слабое фитоцидное действие оказывает метилэтилсистокс. Из этих данных можно видеть, что инсектициды из группы эфиров тио- и дитиофосфорных кислот выгодно отличаются от эфиров пирофосфорной кислоты своим сильным инсектицидным и слабым фитоцидным действием.

Одновременно эти инсектициды испытывались в отношении своих фитоцидных свойств на семенах некоторых растений. Испытание на семенах представляет значительный интерес в связи с тем, что обмен у семян сильно отличается от обмена у взрослого растения. Сопоставление данных по фитоцидности у этих объектов могло дать интересный материал для понимания механизма действия. Работа имела и практическое значение, так как фосфорорганические инсектициды находят все большее применение в деле защиты всходов растений от повреждения вредителями. С этой целью разрабатываются приемы обработки семян перед посевом. Интоксикация семян обеспечивает в дальнейшем защиту всходов, полученных из них.

Определение всхожести семян в зависимости от вида инсектицида и энергии прорастания, установление длительности намачивания, выяснение динамики набухания семян и предельной нагрузки яда—эти вопросы требовали своего разрешения. Для работы были использованы семена гороха Австрийского и ячменя. Семена предварительно проверялись на всхожесть. Растворы инсектицидов готовились в концентрации 0,025 М и 0,1 М. В стаканчики с приготовленными растворами отсчитывалось по 100 семян и выдерживались в растворах 3, 9, 24 и 33 часа. После каждой выдержки семена помещались в чашки Петри на проращивание. С целью контроля за динамикой поступления инсектицидов в семена перед помещением на проращивание в чашки Петри производилось их взвешивание. Контролем служили семена, выдержанные такое же время в воде и в растворе ОП-7. Во время проращивания учитывалась длина проростков. В таблице 4 и 5

*Таблица 4*

**Динамика поглощения растворов ядохимикатов семенами гороха при концентрации ядов 0,025 М (вес 20 семян)**

| № | Названия ядохимикатов | Экспозиция | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 часа | 9 часов | 24 часа | 33 часа |
| 1 | Меркаптофос | 1,56 | 2,50 | 2,45 | 2,75 |
| 2 | Тиоловый изомер меркаптофоса | 1,56 | 2,20 | 2,18 | 2,20 |
| 3 | Тионовый изомер меркаптофоса | 1,50 | 2,30 | 2,57 | 2,50 |
| 4 | Метилсистокс | 1,37 | 1,93 | 2,20 | 2,35 |
| 5 | Метилэтилсистокс | 1,55 | 2,37 | 2,21 | 2,53 |
| 6 | Препарат М-81 | 1,23 | 2,35 | 2,43 | 2,42 |
| 7 | Тиофос | 1,38 | 2,50 | 2,48 | 2,48 |
| 8 | Октаметил | 1,75 | 2,25 | 2,20 | 2,70 |
| 9 | Дитиофос | 1,73 | 2,23 | 2,37 | 2,60 |
| 10 | Вода (контроль) | 1,75 | 2,53 | 2,58 | 2,60 |
| 11 | Раствор ОП-7 | 1,36 | 1,88 | 1,30 | 1,47 |



даются материалы, характеризующие поступление ядохимикатов в семена гороха.

Из таблицы 4 видно, что при концентрации ядохимикатов 0,025 М поглощение растворов прекращается через 9 часов, далее изменения в весе семян практически не происходит.

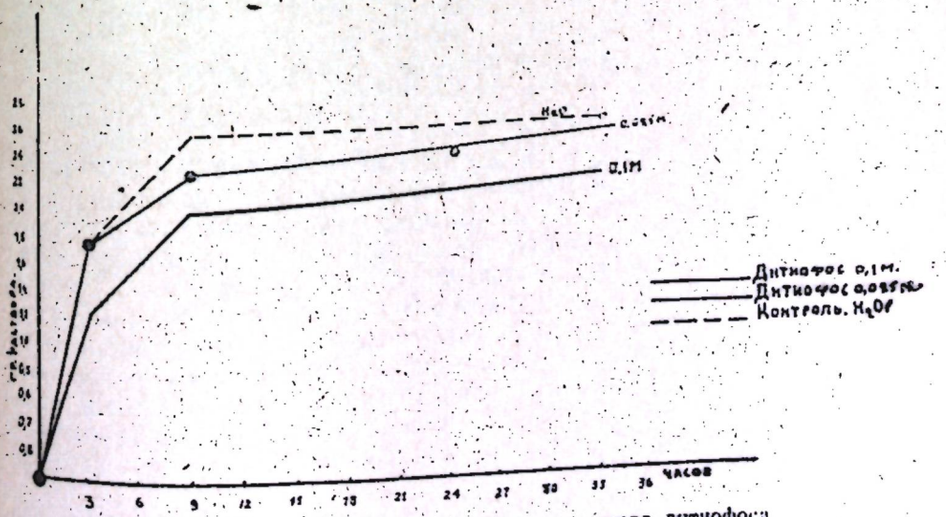
*Таблица 5*

**Динамика поглощения растворов ядохимикатов семенами гороха при концентрации ядов 0,1 М (вес 20 семян)**

| № п/п. | Названия ядохимикатов | Экспозиция | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 часа | 6 часов | 9 часов | 24 часа |
| 1 | Меркаптофос | 1,24 | 2,03 | 2,08 | 2,11 |
| 2 | Тиоловый изомер меркаптофоса | 1,31 | 1,77 | 2,15 | 2,23 |
| 3 | Тионовый изомер меркаптофоса | 1,30 | 1,55 | 2,00 | 2,45 |
| 4 | Метилсистокс | 1,26 | 1,63 | 1,68 | 2,22 |
| 5 | Препарат М-81 | 1,78 | 1,95 | 1,65 | 2,57 |
| 6 | Тиофос | 1,05 | 1,50 | 1,67 | 2,39 |
| 7 | Октаметил | 1,49 | 1,75 | 1,82 | 2,14 |
| 8 | Дитиофос | 1,20 | 1,55 | 1,97 | 2,12 |
| 9 | Вода (контроль) | 1,70 | 1,97 | 1,97 | 2,38 |
| 10 | ОП-7 | 1,56 | 1,75 | 1,85 | 2,17 |
| 11 | Метилэтилсистокс | 1,30 | 1,73 | 1,52 | 2,20 |

При концентрации инсектицида в 0,1 М (таблица 5) поглощение ядов идет значительно хуже и достигает только через 24 часа той величины, которая была в первом опыте через 9 часов. Следовательно, здесь наблюдается обратная зависимость: чем выше концентрация ядов, тем медленнее идет поглощение. Это можно наглядно видеть на примере дитиофоса, динамика поглощения которого при разных концентрациях изображена на рисунке 1.

Рис. 1




Динамика поглощения семенами гороха раствора дитиофоса.

Между отдельными ядами разницы в интенсивности поглощения их растворов семенами гороха не наблюдается. Предельная величина поглощения также одинакова.

При обработке ядами 0,025 М концентрации горох пророс во всех случаях, за исключением семян, обработанных раствором тиофоса. Семена гороха и ячменя погибли даже при относительно небольшой экспозиции их в растворе этого инсектицида. Проросшие семена не отличались между собой как по энергии прорастания, так и по интенсивности роста.

При обработке семян ядохимикатами 0,1 М концентрации более ясно была выявлена разница между отдельными инсектицидами по фитотоксичности в отношении семян. Тиофос в этом случае также оказался наиболее токсичным: под действием его семена при всех экспозициях погибли. Насколько различна интенсивность роста семян гороха под влиянием различных ядохимикатов по сравнению с контролем, видно из таблицы 6, где указана средняя длина проростка через сутки после помещения в чашки Петри на проращивание.

*Таблица 6*

**Длина проростков семян, обработанных различными ядами при концентрации 0,1 М (в *мм*)**

| № п/п. | Названия ядохимикатов | Экспозиция | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 часа | 6 часов | 9 часов | 24 часа |
| 1 | Меркаптофос | 1—3 | 3—5 | 3—5 | 1 |
| 2 | Тиоловый изомер меркаптофоса | 10—15 | 5—10 | 2—5 | 1 |
| 3 | Тионовый изомер меркаптофоса | 5—10 | 3—10 | 2—4 | 1 |
| 4 | Метилсистокс | 5—10 | 3—10 | 2—4 | 1 |
| 5 | Метилэтилсистокс | 10—15 | 5—12 | 3—5 | — |
| 6 | Препарат М-81 | 10—15 | 7—12 | 5—7 | 1 |
| 7 | Тиофос | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | Октаметил | 15—20 | 10—15 | 10—15 | 3—5 |
| 9 | Дитиофос | 20—30 | 18—20 | 7—15 | 3—5 |
| 10 | ОП-7 | 20—25 | 20—25 | 20—25 | 5—7 |
| 11 | Вода (контроль) | 25—30 | 25—30 | 20—23 | 10—15 |

Сопоставляя величину проростков семян, приведенных в таблице, все ядохимикаты по своему токсическому действию можно расположить в следующем нисходящем порядке: наибольшей фитотоксичностью отличается тиофос, затем идет меркаптофос, тионовый изомер меркаптофоса, метилсистокс, тиоловый изомер меркаптофоса, метилэтилсистокс, препарат М-81, октаметил, дитиофос; эмульгатор ОП-7 и контроль были почти одинаковыми, только экспозиция в 24 часа снизила энергию роста для ОП-7. Результаты этих испытаний хорошо можно видеть на прилагаемой фотографии 1, где показано закономерное изменение длины проростков гороха в зависимости от вида ядохимиката. Здесь семена расположены в порядке уменьшения действия ядохимикатов, от наиболее фитотоксического тиофоса (1) до контроля (11).

Полученные данные позволяют примерно рассчитать общее количество яда, которое способны поглотить семена гороха и предельную величи-



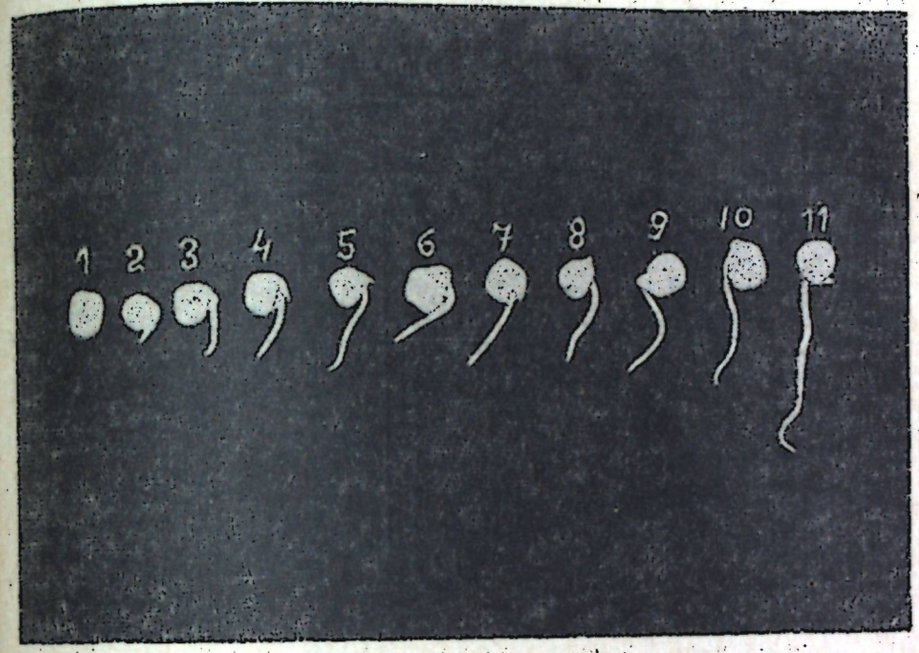



Фото 1. Длина проростков семян, обработанных различными ядами.

ну инсектицида, которую может перенести, не теряя всхожести, горох при намачивании в том или ином ядохимикате. Эти сведения представляют интерес для практики защиты всходов растений от повреждения вредителями, так как позволяют обоснованно переходить к вопросам техники замачивания семян и примерно рассчитать продолжительность действия ядов.

В таблицах 7 и 8 даны расчеты количеств различных инсектицидов, поглощенных одним семенем гороха при 2-х концентрациях и различных экспозициях.

*Таблица 7*

**Количество яда (γ), поглощенное одним семенем гороха при концентрации 0,025 М**

| № п/п. | Названия ядохимикатов | Поглотилось инсектицида в γ за | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 часа | 9 часов | 24 часа | 33 часа |
| 1 | Меркаптофос | 0,015 | 0,025 | 0,026 | 0,026 |
| 2 | Тиоловый изомер меркаптофоса | 0,016 | 0,022 | 0,027 | 0,027 |
| 3 | Тионовый изомер меркаптофоса | 0,016 | 0,019 | 0,025 | 0,030 |
| 4 | Метилсистокс | 0,015 | 0,020 | 0,021 | 0,027 |
| 5 | Метилэтилсистокс | 0,022 | 0,022 | 0,020 | 0,032 |
| 6 | Препарат М-81 | 0,013 | 0,019 | 0,020 | 0,030 |
| 7 | Тиофос | 0,019 | 0,022 | 0,023 | 0,027 |
| 8 | Октаметил | 0,015 | 0,019 | 0,024 | 0,026 |
| 9 | Дитиофос | 0,021 | 0,024 | 0,024 | 0,030 |

*Таблица 8*

**Количество яда (γ), поглощенное одним семенем гороха при концентрации 0,1 М**

| № п/п. | Названия ядохимикатов | Поглотилось инсектицидов в λ за | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 часа | 6 часов | 9 часов | 24 часа |
| 1 | Меркаптофос | 0,078 | 0,125 | 0,122 | 0,137 |
| 2 | Тиоловый изомер меркаптофоса | 0,078 | 0,110 | 0,109 | 0,110 |
| 3 | Тионовый изомер меркаптофоса | 0,075 | 0,115 | 0,128 | 0,125 |
| 4 | Метилсистокс | 0,068 | 0,096 | 0,110 | 0,117 |
| 5 | Метилэтилсистокс | 0,068 | 0,094 | 0,115 | 0,123 |
| 6 | Препарат М-81 | 0,077 | 0,118 | 0,110 | 0,126 |
| 7 | Тиофос | 0,061 | 0,117 | 0,121 | 0,121 |
| 8 | Октаметил | 0,069 | 0,125 | 0,124 | 0,124 |
| 9 | Дитиофос | 0,087 | 0,112 | 0,114 | 0,135 |

*Таблица 9*

**Предельные количества инсектицидов (γ), не снижающие жизнеспособности семян гороха**

| № п/п. | Названия ядохимикатов | Строение молекулы | Предельное содержание яда в γ |
|---|---|---|---|
| 1 | Меркаптофос | Смесь изомеров | 0,078 |
| 2 | Тиоловый изомер меркаптофоса | $(C_2H_5O)_2P(=O)-S-CH_2CH_2-S-CH_2CH_3$ | 0,078 |
| 3 | Тионовый изомер меркаптофоса | $(C_2H_5O)_2P(=S)-O-CH_2CH_2-S-CH_2CH_3$ | 0,075 |
| 4 | Метилсистокс | $(CH_3O)_2P(=S)-O-CH_2CH_2-S-CH_2CH_3$ | 0,068 |
| 5 | Метилэтилсистокс | $(CH_3O)(C_2H_5O)P(=S)-O-CH_2CH_2-S-CH_2CH_3$ | 0,077 |
| 6 | Препарат М-81 | $(CH_3O)_2P(=S)-S-CH_2CH_2-S-CH_2CH_3$ | 0,070 |
| 7 | Тиофос | $(C_2H_5O)_2P(=S)-O-C_6H_4NO_2$ | 0,019 |
| 8 | Октаметил | $[(CH_3)_2N]_2P(=O)-O-P(=O)[N(CH_3)_2]_2$ | 0,069 |
| 9 | Дитиофос | $(C_2H_5O)_2P(=S)-O-P(=S)(C_2H_5O)_2$ | 0,087 |



Из таблиц мы видим, что величина абсорбции ядов семенами находится в прямой зависимости от концентрации применяемых для замачивания ядохимикатов. Если концентрацию растворов ядов мы увеличиваем в четыре раза (от 0,025 М до 0,1 М), то и количество абсорбированного яда увеличивается примерно в четыре раза. Сопоставляя полученные результаты с энергией прорастания и всхожестью, можно видеть, что предельные величины ядов, не влияющие или слабо влияющие на прорастание семян, будут разные в зависимости от вида яда. Эти предельные количества ядов для гороха приведены в таблице 9.

Из таблицы, так же, как и из других данных мы видим, что для семян инсектициды из группы производных пирофосфорной кислоты наименее токсичны, высокой токсичностью обладает тиофос, довольно высокая фитотоксичность проявляется у метилэтилсистокса (см. табл. 6). Эти результаты не согласуются с данными по фитотоксичности тех же препаратов, полученных для зеленых листьев яблони. В таблице 10 дана сравнительная оценка фитотоксичности всех ядов, сделанная для семян и для листьев.

*Таблица 10*

**Сравнительная оценка фитотоксичности инсектицидов**

| № п/п. | Названия ядохимикатов | Фитотоксичность в баллах | |
|---|---|---|---|
| | | семена гороха | листья яблони |
| 1 | Тиофос | 1 | 7 |
| 2 | Меркаптофос | 2 | 4 |
| 3 | Тионовый изомер меркаптофоса | 3 | 5 |
| 4 | Метилсистокс | 4 | 6 |
| 5 | Тиоловый изомер меркаптофоса | 5 | 3 |
| 6 | Метилэтилсистокс | 6 | 9 |
| 7 | Препарат М-81 | 7 | 8 |
| 8 | Октаметил | 8 | 1 |
| 9 | Дитиофос | 9 | 2 |
| 10 | Контроль | 10 | 10 |

Оценка фитотоксичности произведена в баллах, от первого—наиболее фитотоксичного до десятого—нетоксичного. Как можно видеть из таблицы, фитотоксическое действие изучавшихся препаратов почти противоположно в зависимости от тестобъекта. Так, тиофос, отличавшийся очень слабой фитотоксичностью для зеленых растений, на семена оказал самое сильное действие, а октаметил, сильнее других действовавший на листья яблони, оказался почти совершенно не токсичным в отношении семян.

Подобная же закономерность в разной степени наблюдается и для других инсектицидов, только препарат М-81 оказал почти одинаковое действие на зеленые растения и семена.

Результаты, приведенные в этой работе, получены с использованием в качестве тестобъекта двух видов семян—гороха и ячменя и листьев двух сортов яблони.

Учитывая однотипность обмена, присущую только семенам разных видов растений (Д. Н. Михлин, П. А. Колесников, 1947) и совершенно

другой тип обмена для зеленых частей растений, можно допустить, что при других тестобъектах будет сохраняться та же закономерность, и полученные результаты в значительной степени будут иметь универсальный характер.

На основании полученных данных можно сделать следующие предварительные выводы.

1. Изучавшиеся инсектициды по своему действию на растения можно разделить на две группы—производные пирофосфорной кислоты, преимущественно токсичные для зеленых частей растений и слабо токсичные для семян, и производные ортофосфорной кислоты, более токсичные для семян и слабо действующие на зеленые растения.

2. Патологические нагрузки яда на растение колеблются в широких пределах и зависят от характера тестобъекта, концентрации инсектицида, строения молекулы его, а также погодных условий. Для семян патологическая нагрузка яда более постоянна и зависит от вида семян и строения молекул яда.

3. В связи с различиями в устойчивости семян и зеленых растений к инсектицидам методы определения фитоцидности инсектицидов, основанные на использовании семян как тестобъектов, нельзя считать надежными.

4. Скорость абсорбции инсектицидов выше у зеленых частей растений по сравнению с семенами.

## ЛИТЕРАТУРА

Коверга А. С., Нилов Г. И. Влияние меркаптофоса (диэтилэтилмеркаптоэтилтиофосфата) на активность аскорбиноксидазы. Бюллетень научной информации ГНБС, № 5—6, Ялта, 1957.

Нилов Г. И. Сравнительное изучение антиаскорбиноксидазной активности некоторых фосфорорганических инсектицидов. Краткие итоги работ по физиологии и биохимии растений за 1957—1958 гг. Госуд. Никитский ботанический сад. Труды, том 30, Ялта, 1959.

Нилов Г. И. К вопросу о механизме ингибирования окислительных процессов в растениях некоторыми фосфорорганическими инсектицидами. Там же.

Михлин Д. М. и Колесников П. А. О дыхательных системах растений. Биохимия. т. 12, в. 5, 1947.

Николаева М. Г. и Карклина В. Особенности дыхания покоящихся и стратифицированных семян бересклета европейского. Труды Ботанического института им. В. Л. Комарова Акад. Наук СССР. Сер. 4, вып. 10, 1955.

Понтович В. Э. Изменение активности окислительных ферментов (полифенолоксидазы) с возрастом растений. Биохимия, т. 14, в. 5, 1949.

Шпиндлер М. Внутрирастительные инсектициды. Химические средства защиты растений. Сборник переводов из иностранной периодической литературы. № 1, 1956, 44—104.

Смирнова А. А. К вопросу о поведении диэтилэтилмеркаптоэтилтиофосфата (меркаптофос) в растении. Труды Всесоюзного института защиты растений, в. 7, 1956.

*G. I. NILOV*

## COMPARATIVE PHYTOTOXICITY STUDY OF CERTAIN ORGANOPHOSPHOROUS INSECTICIDES

### SUMMARY

Comparative phytotoxicity study of 10 organophosphorous insecticides was carried out on seeds of barley, pea and on leaves of two apple sorts. For this work there were used: systox, its thiol and thion isomers, thiophos, methylsystox, methylethylsystox, preparation M-81, Bayer, L. 13/59, shradan and dithiophos.



The pyrophosphoric acid derivatives are toxic chiefly for plant green parts and little so for seeds, and the ortophosphoric asid derivatives, on the contrary, are toxic for seeds but feebly act on leaves. Shradan is more phytotoxic relatively — in comparison with dithiophos — for seeds and leaves. Among other insecticides, thiophos is most toxic for seed and thiol isomer of systox—for foliage.

A top poison loading was determined for plant objects indicated. Increase of this loading is followed by depression and loss of germinability in seed and by necrose formation on the green leaf blade.

*С. А. РОСЛАВЦЕВА*

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ФИТОТОКСИЧНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ БИНАРНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

В основу метода определения фитотоксического действия препаратов положено понятие об избирательной проницаемости плазмы и оболочки растительной клетки. Явление избирательной проницаемости характерно для неповрежденной живой клетки.

О повреждении клетки судили по выходу антоциана из клетки после воздействия препаратов; а также при плазмолизе и деплазмолизе.

С помощью этого метода была определена сравнительная фитотоксичность соединений, имеющих широкое применение в качестве средств борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур (тиофос, метилсистокс) и находящихся в стадии изучения: хлорофос (0,0-диметил-2,2,2-трихлор-1-оксиэтилфосфонат), чистый и технический продукт, винилфосфат (0,0-диметил-0-дихлорвинилфосфат), ацетоксон (0,0-диэтил-5-карбэтоксиметилтиофосфат)[1], а также бинарные смеси хлорофоса с тиофосом и метилсистоксом в соотношении 1:1. О сравнительном фитоцидном действии меркаптофоса и октаметила на клетку традесканции известно из работы Коверги А. С. и Горбань И. С. (1).

При исследовании отмечалась максимальная концентрация, при которой не было отмечено выхода антоциана из клетки при деплазмолизе, и минимальная концентрация, при которой происходил полный выход антоциана.

В качестве объекта использовались клетки эпидермиса нижней стороны молодых листьев традесканции (Tradescantia discolor L.).

Высечки из листа традесканции инфильтрировали водой в люэровском шприце (В. Я. Александров, 1955), затем помещали их на 1 час в растворы или эмульсии препаратов. По истечении этого срока высечки слегка подсушивали на фильтровальной бумаге и переносили в 1 М раствор сахарозы для плазмолиза; часть высечек после подсушки сразу перекладывали в воду. Таким образом были получены данные о действии фосфорорганических соединений на клетку без вмешательства плазмолитика и с

---

[1] Все концентрации в таблицах даны в % действующего вещества; винилфосфат применяли в виде 30% концентрата из технического продукта; тиофос—30% концентрата из чистого продукта; метилсистокс—в виде 60% концентрата из технического; ацетоксон—чистый водорастворимый продукт.

наложением действия плазмолитика. Полученные результаты приведены в таблице 1.

*Таблица 1*

**Влияние фосфорорганических препаратов на растительную клетку**

| № п/п | Препараты | Максимальная концентрация, при которой не было отмечено выхода антоциана из клетки при деплазмолизе, % | Максимальная концентрация, при которой происходил полный выход антоциана из клетки, % | Минимальная концентрация, вызывающая выход антоциана без влияния плазмолитика, % |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Хлорофос (чистый) | 0,03 — 0,06 | 1,0—0,2 | 0,2 |
| 2 | Хлорофос (технический) | 0,0035 — 0,0070 | 0,5—1,0 | — |
| 3 | Винилфосфат | 0,00023 — 0,00047 | 0,0035—0,007 | 0,015—0,03 |
| 4 | Тиофос (чистый) | 0,00047 — 0,00085 | 0,015—0,03 | 1,0 |
| 5 | Хлорофос (чистый)+тиофос (чистый) (1:1) | 0,0035 — 0,0070 | 0,12—0,25 | 1,0 |
| 6 | Метилсистокс | 0,03 — 0,06 | 0,25—0,50 | 0,50—1,00 |
| 7 | Хлорофос+метилсистокс (1:1) | 0,007 — 0,015 | 0,50—1,00 | 0,50—1,00 |
| 8 | Ацетоксон | 0,0035 — 0,0070 | 0,12—0,25 | 1,00 |
| 9 | ОП-7 | 0,00085 — 0,0017 | 0,03—0,06 | более 1,00 |

Сравнительное изучение действия ядов на растительную клетку показало, что наиболее фитоцидным из перечисленных выше препаратов является винилфосфат. При погружении высечек из листа традесканции в 1% раствор этого препарата антоциан исчезал буквально на глазах, зеленые части ткани приобретали желтую окраску. Возможно, что при воздействии винилфосфата происходило разрушение хлорофилла. В оставшихся окрашенных клетках проходил очень сильный, резко видимый плазмолиз, по характеру не отличающийся от такового на контрольных высечках, не подверженных действию препарата.

Минимальная концентрация винилфосфата, не вызывающая выхода антоциана при деплазмолизе, крайне мала и лежит в пределах 0,00023—0,00047%.

При сопоставлении действия чистого перекристаллизованного хлорофоса с техническим продуктом оказалось, что технический продукт был приблизительно в 10 раз более фитстоксичен, чем чистый. Это можно объяснить, вероятно, присутствием в техническом хлорофосе кислот (в частности, диметилфосфоновой) и небольшого количества винилфосфата. Последний, будучи весьма фитотоксичным, даже в незначительных количествах может резко усиливать фитотоксические свойства технического хлорофоса.

После обработки чистым хлорофосом плазмолизированные клетки имели несколько необычный вид. Однопроцентный раствор хлорофоса затормаживал прохождение плазмолиза. Под микроскопом края клеток выглядели как бы размытыми. Плазмолиз прошел не во всех клетках. При снижении концентрации препарата интенсивность плазмолиза усиливалась.

Среди изученных препаратов следующим по фитотоксичности после винилфосфата является тиофос. Он в 2—3 раза менее токсичен, чем винилфосфат, но приблизительно в 70 раз более токсичен, чем метилсистокс. Тиофос более токсичен, чем чистый и даже технический хлорофос.

Большую роль в ожигающем действии препаратов играет вспомогательное вещество ОП-7 (смесь оксиэтилированных алкилфенолов), которое входит в состав препаратов. Помимо самостоятельной фитоцидности соединений, фитотоксичность приготовленных из них препаратов зависит от количества присутствующего ОП-7. Проведенное определение повреждающих концентраций ОП-7 показало, что максимальная концентрация, при которой не было выхода антоциана, лежит в пределах 0,00085—0,0017%, а полный выход антоциана наступает при концентрации 0,06—0,03%. Таким образом, один ОП-7 уступал по фитоцидности лишь винилфосфату и тиофосу.



Из препаратов, в состав которых входит ОП-7, наименее фитотоксичным является метилсистокс (60% концентрат эмульсии). Это, вероятно, можно объяснить меньшей фитотоксичностью самого действующего вещества, а также меньшим содержанием ОП-7 в концентрате.

Принимая во внимание фитотоксичность ОП-7, исследованные препараты располагаются в порядке снижения фитотоксических свойств таким образом: винилфосфат>тиофос>ОП-7>хлорофос технический и ацетоксон>метилсистокс>хлорофос чистый.

Смесь чистого хлорофоса с тиофосом почти аналогична по фитоцидности техническому хлорофосу, а смесь технического хлорофоса с метилсистоксом занимает промежуточное место между чистым и техническим хлорофосом. Таким образом, смесь тиофоса с хлорофосом значительно снижает фитотоксические свойства. Так, максимальная концентрация, при которой не было выхода антоциана при деплазмолизе, лежит в пределах 0,007—0,0035%, что приблизительно в 8 раз выше, чем такая же концентрация у чистого тиофоса.

Действие смеси хлорофоса с метилсистоксом имело несколько иной характер. Здесь не наблюдалось смягчения действия смеси по сравнению с наиболее фитотоксичным компонентом (хлорофос технический).

Результаты по фитотоксичности бинарных смесей хлорофоса с тиофосом и хлорофоса с метилсистоксом для растительной клетки согласуются с данными по фитотоксичности этих смесей для семян люцерны и хлопчатника, а также листьев гортензии и огурцов.

О фитотоксичности бинарных смесей на семена люцерны и хлопчатника судили по всхожести и длине корней (табл. 2).

*Таблица 2*

**Фитотоксичность бинарных смесей для семян**

| Препараты | Минимальная концентрация, подавляющая всхожесть (МКПВ), % | | Средняя длина корня при средней концентрации 0,33%, мм | |
|---|---|---|---|---|
| | люцерна | хлопчатник | люцерна | хлопчатник |
| Хлорофос | 0,25 — 0,50 | 0,50 — 1,00 | 7,20 | 6,11 |
| Метилсистокс | 0,25 — 0,50 | 0,12 — 0,25 | 5,00 | 2,00 |
| Хлорофос+метилсистокс | 0,25 — 0,50 | 0,25 — 0,50 | 4,80 | 2,30 |
| Хлорофос | 0,25 — 0,50 | 0,50 — 1,00 | 7,20 | 6,11 |
| Тиофос | 0,03 — 0,06 | 0,06 — 0,12 | 0,90 | 0,68 |
| Хлорофос+тиофос | 0,06 — 0,12 | 0,25 — 0,25 | 1,90 | 1,20 |
| Контроль | — | — | 9,60 | 9,70 |

По данным таблицы 2 МКПВ у тиофоса в 8 раз ниже, чем у хлорофоса. В смеси же хлорофоса с тиофосом угнетающее действие несколько смягчалось. Средняя длина корней проростков у семян, обработанных смесью тиофоса с хлорофосом, была в 2 раза больше, чем у корней проростков из семян, обработанных тиофосом. Смесь хлорофоса с метилсистоксом имела такую же МКПВ, как и ее компоненты.

Определение острого ожога проводили на листьях гортензии методом укола с последующим учетом размеров некротического пятна и листьях огурцов сорта Неросимые путем погружения листовой пластинки в растворы и эмульсии определенных разведений (табл. 3).

*Таблица 3*

**Ожигаемость листьев растений**

| Препараты | Минимальная ожигающая концентрация, % | |
|---|---|---|
| | гортензия | огурцы |
| Хлорофос | 0,12 — 0,25 | — |
| Метилсистокс | 0,12 — 0,25 | — |
| Хлорофос+ метилсистокс | 0,12 — 0,25 | — |
| Хлорофос | 0,12 — 0,25 | 0,25 |
| Тиофос | 0,007 — 0,015 | 0,007 — 0,015 |
| Хлорофос+ тиофос | 0,06 — 0,12 | 0,03 — 0,06 |

Как видно из таблицы, добавление хлорофоса к тиофосу приводит к снижению фитотоксических свойств смеси.

Если сравнивать минимальные концентрации, которые эффективны в борьбе с вредителями сельскохозяйственных культур, и минимальные концентрации, опасные для растений, то наиболее выгодными препаратами по отношению к растениям являются метилсистокс и чистый хлорофос. Технический хлорофос имеет весьма малый разрыв между указанными выше концентрациями и, вероятно, в ряде случаев этот разрыв может отсутствовать. Действие технического хлорофоса аналогично действию ацетоксона. Наиболее неблагоприятно в этом отношении действие винилфосфата, тиофоса и вспомогательного вещества ОП-7.

Комбинация хлорофоса с тиофосом и хлорофоса с метилсистоксом не усиливает опасности возникновения ожогов, а в случае смеси хлорофоса с тиофосом, наоборот, может предотвратить ее.

Полученные экспериментальные данные позволяют считать, что в порядке снижения фитотоксичности изучавшиеся нами препараты располагаются в следующем порядке: винилфосфат>тиофос>ОП-7>хлорофос технический и ацетоксон>метилсистокс>хлорофос чистый.

Фитотоксичность смеси тиофоса с хлорофосом ниже, чем наиболее ожигающего компонента—тиофоса, что представляет интерес для практического применения этих препаратов.

Снижения фитотоксических свойств смеси хлорофоса с метилсистоксом не наблюдалось.

Изложенная выше работа была начата в лаборатории физиологии растений Государственного Никитского ботанического сада и продолжена в НИИУИФе.



## ЛИТЕРАТУРА

Коверга А. С., Горбань И. С. Сравнительное изучение влияния фосфорорганических и хлорорганических инсектицидов на жизнеспособность растительных клеток. Труды ГНБС, т. XXX, Краткие итоги работ по физиологии и биохимии растений за 1957—1958—1959 гг.

Александров В. Д. Цитологическая оценка различных методов жизнеспособности растительных клеток. Труды БИН АН СССР, серия IV, в. 10, 1955.

*S. A. ROSLAVTSEVA*

## COMPARATIVE PHYTOTOXICITY OF CERTAIN ORGANOPHOSPHORIC COMPOUNDS AND THEIR BINARY MIXTURES FOR PLANT CELL

SUMMARY

Data are reported on comparative phytotoxicity of some organophosphoric preparations (thiophos, methylsystox, chlorophos vinilphosphate, acetoxon) and their binary mixtures (chlorophos mith thiophos and chlorophos with methylsystox in relation 1:1) for the Tradescantia discolor L. cell. Phytotoxic activity was evaluated by the anthozyane exit out of the cell after effect of preparations and also by plasmolysis and deplasmolysis. In order of decreasing phytotoxicity the preparations are distributed as follows.

Vinilphosphate>thiophos>OP-7>technical chlorophos and acetoxon>methylsystox>pure chlorophos.

It was noted the phytotoxicity of the thiophos-chlorophos mixture to be lower than of the most burning component (thiophos). In the chlorophos—methylsystox mixture the decrease of phytotoxic properties was not be noted.

Data on phytotoxicity of binary mixtures cited for plant cell agree with these for the alfalfa and cotton seed and the hortensia and cucumber leaves.

М. Н. АРТЕМЬЕВА

# ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ФИТОНЦИДНЫХ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЙ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА [1]

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Со времени открытия Б. П. Токиным (1933) фитонцидов как защитных веществ, предохраняющих растения в ряде случаев от бактериальных и грибных болезней, с открытием антибиотиков из микроорганизмов (грибов, бактерий), избирательно подавляющих различные клетки, нако-вец, с обнаружением веществ подобного действия в тканях животных, область фитонцидов и антибиотиков стала самостоятельным разделом биохимии, весьма плодотворным и быстро развивающимся.

Главной целью исследований фитонцидов обычно является нахождение веществ, могущих служить лечебными препаратами при различного рода заболеваниях, вызываемых болезнетворными микроорганизмами. Известны попытки найти вещества, предохраняющие пищевые продукты при их переработке от вредных микробиологических процессов.

Наряду с этим, много работ посвящено выяснению биологической роли и значения фитонцидов для растений, их образующих. Приступая к исследованию растений Южного берега Крыма на содержание в них фитонцидов, мы ставили такие же цели. Кроме того, учитывая закономерности изменения количества фитонцидов в онтогенезе растений, мы предполагали, что, возможно, они могут служить регуляторами роста и развития для самих растений и, быть может, в этом и заключается их первоначальная и важнейшая роль. Поэтому мы имели в виду накопить известный материал по фитонцидам в этом направлении.

Излагаемая ниже работа производилась в 1947—1949 гг.

Растительный материал для изучения предоставлялся арборетумом, дикорастущие виды—отделом ботаники, а плодовые культуры—соответствующими отделами Государственного Никитского ботанического сада. Определения всех приводимых растений принадлежат указанным отделам.

### Методика

Определение фитонцидной активности производилось обычным описанным в литературе методом N. G. Heatley (1944). Нами применялись следующие обозначения для характеристики содержания фитонцидов.

[1] Работа выполнена в лаборатории Никитского ботанического сада под руководством доктора химических наук В. И. Нилова.

Знаком «+» обозначалось отсутствие активности для данного теста.

Знаком «—» — наличие активности. Цифра при знаке «—» обозначает диаметр зоны подавления, выраженной в миллиметрах.

Знак «0» означает, что исследование не проводилось.

Знак ± указывает на слабое, едва учитываемое действие.

Знак ⊕ обозначает стимулирующее действие на рост микроорганизмов.

В числителе приводятся результаты, полученные на стерилизованном материале, в знаменателе—на сыром.

«Сырая проба» означает, что испытанию подвергались растертые растения (кашица), «стерильная проба»—тот же материал, подвергнутый термической обработке в автоклаве при 120°С 20 минут.

Испытание производилось на следующих тестах: Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Saccharomyces vini, Bacterium aceti и кислотоустойчивая бактерия $B_5$ (сапрофит, предложенный Ю. К. Вейсфейлером взамен туберкулезной палочки при изучении новых антибиотиков).

По данным автора, этот штамм реагирует с антибиотиками аналогично вирулентному штамму Mycobacterium tuberculosum, вследствие чего является удобным лабораторным тестом для ориентировочных испытаний на МБТ.

Для обнаружения фитонцидной активности важным моментом является способ приготовления вытяжки.

В связи с этим было уделено большое внимание подготовке растительного материала. В процессе работы нами проведены сравнительные определения фитонцидной активности:

а) в высушенном и сыром материале;

б) в целом свежеотжатом соке и разбавленном водой;

в) в соках с различным значением pH;

г) в соках, полученных из тканей, растертых со стеклянным порошком и без него;

д) в соках, полученных из свежих и промороженных растений;

е) в соках, подвергавшихся термической стерилизации и сырых;

ж) в разбавленном соке и кашице, разведенной водой.

*Таблица 1*

**Изменение активности в зависимости от высушивания растений**

| Названия растений | Название микроорганизма-теста | Из свежих растений сырая проба | Из свежих растений стерильная проба | Из высушенных растений сырая проба | Из высушенных растений стерильная проба |
|---|---|---|---|---|---|
| Acer dasycarpum . . . | St. aureus. | 21 | 20 | 0 | + |
| Centaurea arenaria . . | „ | 30 | 12 | + | + |
| Hesperis steveniana . . | „ | 32 | + | + | + |
| Hesperis matronalis . . | „ | 11 | 9 | + | + |
| Spiraea cantoniensis . . | „ | 21 | 17 | + | + |
| Syringa vulgare . . . | „ | 11 | 20 | + | + |
| Cerasus silvestris . . . | B. aceti | 27 | 27 | 0 | 12 |
| Malus silvestris . . . | Штамм $B_5$ | + | 17 | 0 | 10 |
| Сорт Ренет шампанский | | | | | |



Высушивание растений на воздухе или в шкафу при 80°—100°С в некоторых случаях действительно не изменяло их активности, так, например, высушивание хорошо переносят листья Cotinus coggygria, Myrtis communis, Ligustrum vulgare, Pirus communis и др. растений. Быстро теряют или сильно снижают фитонцидные свойства при высушивании Hesperis steveniana, Gladiolus sp., Hypericum hircinum, Centaurea arenaria и др. Встречаются растения, которые переносят кратковременное высушивание, но при хранении высушенного материала теряют активность (Cerasus vulgaris, Malus silvestris).

При апробировании сока, полученного отжатием измельченного растения, и сока, разбавленного небольшим количеством воды при растирании растений, выяснилось преимущество последнего, т. е. соки, разбавленные водой, в ряде случаев обладали активностью, в то время как соки без добавления воды не показывали активности (таблица 2). Следовательно, вода не только облегчает растирание тканей, но и является фактором, высвобождающим фитонцид.

*Таблица 2*

**Изменение активности в зависимости от способов обработки растения[1]**

| Названия растений | Растерто в ступке с водой | Сок, отжатый из свежего растения | Сок, отжатый из промороженного растения |
|---|---|---|---|
| Cotinus coggygria . . . | 12 | + | 14 |
| Syringa vulgaris . . . . | 18 | + | 18 |
| Hypericum calycinum . . | 14 | + | 16 |
| Ligustrum vulgare . . . . | 17 | 9 | 12 |

Подщелачивание соков буферными растворами показало, что большинство фитонцидов выявляются в кислой зоне pH; это и понятно, т. к. все растительные соки имеют кислую реакцию, однако, бывают случаи, когда активность проявляется и в щелочной среде. К таким растениям относятся Cotinus coggygria и Hypericum calycinum. Возможно, у этих растений в естественном соке фитонцид находится в виде кислоты, плохо растворимой в воде, в щелочной же среде образуется соль, обладающая большей растворимостью.

Подщелачивание соков производилось едким натрием. Однако таких растений очень мало. Большинство проявляют фитонцидную активность в кислой зоне pH. Ввиду этого применение стеклянного порошка для измельчения растений, как показали наши опыты, часто приводит к отрицательным результатам, т. к. при этом сок подщелачивается до pH больше 7, и антимикробного эффекта не наблюдается.

Интересно отметить, что соки, отжатые на гидравлическом прессе, из растений, промороженных до —15°, —20°, и из свежих, резко различались между собой. Так, в ряде случаев соки, отжатые из свежего растения, не обладали активностью, тогда как активность отжатых из промороженных растений не уступала сокам, полученным при растирании в ступке с дистиллированной водой. Это убедительно доказывает связан-

[1] Тестом служил St. aureus.

ное состояние фитонцидов в некоторых растениях и освобождение их в результате процессов автолиза.

Предпосылкой для испытания стерилизованного материала послужило не только желание сохранить соки на более продолжительное время, но и доказать наше предположение, что фитонциды, как и многие продукты обмена веществ, могут находиться в растении в связанном состоянии. Нагрев в условиях давления и кислой среды должен был произвести гидролиз, и фитонциды, связанные в виде глюкозидов, а возможно, и сорбированные коллоидами могли высвободиться.

Приведенная ниже таблица 3 подтверждает это положение.

*Таблица 3*

**Изменение активности сока под влиянием термической обработки**

| Названия растений | До стерилизации | После стерилизации |
|---|---|---|
| Acer steveni | + | 15 |
| Gladiolus sp. № 38 | + | 14 |
| Cistus tauricus | + | 12 |
| Helianthemum marifolium | + | 22 |
| Diospyrus kaki | + | 15 |
| Carya pecan | + | 15 |
| Salvia grandiflora | + | 15 |
| Cytisus rochelii | + | 14 |
| Indigofera splendens | + | 15 |
| Ligustrum regeleanum | + | 12 |
| Fraxinus americana | + | 16 |
| Phillyrea decora | + | 12 |
| Primula acaulis | + | 17 |
| Ceanothus pallidus | + | 15 |
| Jasminum arboreum | + | 15 |
| Gladiolus sp. № 40 | 10 | 14 |
| Ilex aquifolium v. laurifolium | 10 | 17 |
| Viburnum sargentii | 8 | 13 |
| Benthamia fragifera | 12 | 28 |
| Coriaria myrtifolia | 9 | 16 |
| Quercus pubescens | 9 | 15 |
| Cytisus ponticus | 9 | 20 |
| Ligustrum sinense | 9 | 27 |
| Syringa vulgare | 11 | 20 |
| Forestiera neomexicana | 7 | 20 |
| Phillyrea angustifolia | 9 | 15 |
| Ceanothus thyrsiflorus | 10 | 15 |
| Potentilla heptaphylla | 12 | 18 |
| Physocarpus opulifolius | 15 | 20 |
| Cerasus vulgare. Сорт Удивительная саксонская | 15 | 20 |



Как видно из таблицы, некоторые растения совсем не обладали активностью в свежем состоянии, у других активность усиливалась после термической стерилизации.

Аналогичный процесс можно предполагать и при мацерации тканей без нагревания. В этом случае материал подвергается автолизу и гидролитические процессы получают сильное развитие. Примерно 16,5% из исследованных нами растений, обладающих фитонцидной активностью, проявляли свои свойства только после термической стерилизации, а 12,8% растений после такой обработки явно увеличивали свою активность.

При хранении стерильных соков имеют место весьма сложные и различающиеся процессы. Возникающие изменения можно разделить на два типа:

1. При хранении наблюдается потеря активности; сюда могут быть отнесены Cotinus coggygria, Baccharis salicina, Diospyrus kaki, Carya amara и др.

Здесь мы, очевидно, имеем дело с химическими изменениями фитонцида, возможно, под действием кислорода воздуха, света или других факторов.

2. При хранении активность сока усиливается и приобретает новые свойства, сюда могут быть отнесены Berberis chitria, Viburnum opulus v. sterille, Ligustrum ibota, Syringa Henryi, S. josicae и ряд сортов Syringa vulgaris.

Здесь мы можем видеть, что при хранении выделенного сока постепенно, в результате каких-то реакций, возникает и накапливается в свободном состоянии новый фитонцид.

Тот факт, что в некоторых случаях фитонцид подавляющий (St. aureus) при хранении явно инактивируется и в то же время возникает значительная активность против E. coli ясно говорит о том, что здесь мы имели дело с двумя различными веществами (Syringa vulgaris Doctoers Maesters, Syringa vulgaris Janna D'Arc).

Наряду с этим мы видим, как, например, в случае Syringa vulgare, Berberis chitria, Ligustrum ovalifolium, что фитонцидные свойства при хранении усиливаются.

В данном случае мы предполагаем наличие гидролитических процессов, при хранении выделенных соков, в результате чего происходило постепенное освобождение и накопление фитонцида.

Изложенное может быть иллюстрировано таблицей 4.

Резюмируя все изложенное, относящееся к моменту приготовления пробы для испытания, мы должны обратить внимание на необходимость тщательного мацерирования тканей растения, которое должно обеспечить течение автолитических процессов, в результате которых связанные фитонциды освобождаются в свободном виде.

Эта мацерация должна производиться обязательно с добавлением воды. Большинство авторов (Osborn, 1943; Т. Д. Янович, 1944; Haddleson, 1944; Sanders, 1945; Atkinson, 1946; Hayes, 1947; Р. В. Певгова, 1946; М. М. Касумова, 1956), изучавших растительные материалы для обнаружения их фитонцидного действия, работали с соками, выделенными из растения тем или иным методом, и обычно тщательно отфильтрованными или центрифугированными.

В тех случаях, когда фитонцид был трудно растворим в воде, и вследствие этого находился в полученном соке в ничтожных концентрациях, он не мог быть обнаружен обычным методом. Для обнаружения в таких случаях прибегали к извлечению его растворителями и испытанию экстракта.

*Таблица 4*

**Изменение активности при длительном хранении растительных соков**

| Названия растений | Август | | Сентябрь | | | X | XI | XII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 23.VIII | 30.VIII | 2.IX | — | 30.IX | | | |
| Acer dasycarpum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | St. aur. 21 | St. aur. + | |
| Cotinus coggygria | St. aur. 14 | 0 | St. aur. 14 | St. aur. 12 | St. aur. 10 | St. aur. 12 | St. aur. + | |
| Berberis aristata | 0 | 0 | St. aur. 11 | 0 | 0 | St. aur. + | 0 | |
| Berberis chitria | St. aur. 11 | St. aur. 11 | St. aur. 13 | St. aur. 12 | 0 | 0 | St. aur. 12 | St. aur. 16 |
| Baccharis salicina | E. coli + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | E. coli 22 |
| Corylus tubulosa v. athrosanquinema | St. aur. 12 | St. aur. 12 | St. aur. + | 0 | St. aur. + | 0 | 0 | — |
| Carya amara | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | St. aur. 15 | St. aur. + | — |
| Diospyrus kaki | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | St. aur. 13 | St. aur. + | — |
| Ligustrum vulgaris | St. aur. 19 | St. aur. 16 | St. aur. 13 | 0 | St. aur. 10 | 0 | 0 | — |
| Ligustrum ibota v. regeleanum | 0 | 0 | St. aur. 12 E. coli + | 0 | St. aur. 10 0 | 0 | St. aur. 11 0 | St. aur. 7 E. coli 16 |
| Ligustrum sinense v. stauntonii | 0 | 0 | St. aur. 27 E. coli 11 | St. aur. 17 0 | St. aur. 12 0 | 0 | St. aur. 14 0 | St. aur. 15 E. coli 10 |
| Ligustrum ovalifolium | 0 | St. aur. 20 | 0 | 0 | St. aur. 12 | 0 | St. aur. 16 | — |
| Syringa Henryi | 0 | 0 | St. aur. 17 E. coli ± | 0 | 0 | St. aur. 11 0 | St. aur. 14 0 | St. aur. 16 E. coli 15 |
| Syringa vulgaris | 0 | 0 | St. aur. 20 E. coli 9 | St. aur. 14 0 | St. aur. 12 0 | 0 | St. aur. 13 0 | St. aur. 12 E. coli 20 |
| Syringa josikaea | 0 | 0 | St. aur. 17 E. coli + | St. aur. 10 0 | 0 | 0 | St. aur. 9 0 | St. aur. 7 E. coli 16 |
| Syringa amurensis | 0 | 0 | St. aur. 18 | St. aur. 13 | St. aur. 10 | 0 | St. aur. 11 | |
| Syringa junnanensis | 0 | 0 | St. aur. 27 | 0 | St. aur. + | 0 | 0 | 0 |



| Названия растений | Август | | Сентябрь | | | X | XI | XII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 23.VIII | 30.VIII | 2.IX | — | 30.IX | | | |
| Syringa vulgare Casimir perrier | 0 | 0 | St. aur. 18 E. coli + | 0 | St. aur. 11 | 0 | St. aur. 13 | St. aur. 16 E. coli 20 |
| Syringa vulgaris Abel carrier | 0 | 0 | St. aur. 18 E. coli + | 0 | St. aur. 11 | 0 | St. aur. 12 | St. aur. 12 E. coli 21 |
| Syringa vulgaris Janna D'ark | 0 | 0 | St. aur. 16 | 0 | St. aur. 10 | 0 | St. aur. 12 | St. aur. ± 9 E. coli 16 |
| Syringa vulgaris President Loubet | 0 | 0 | St. aur. 18 E. coli + | 0 | St. aur. 10 | 0 | St. aur. 13 | St. aur. 13 E. coli 15 |
| Syringa vulgaris Michel Buchner | 0 | 0 | St. aur. 16 E. coli + | 0 | St. aur. 10 | 0 | St. aur. 10 | St. aur. 11 E. coli 12 |
| Syringa vulgaris Doctoer Maesters | 0 | 0 | St. aur. 16 E. coli + | 0 | St. aur. 9 | 0 | St. aur. 9 | St. aur. ± 9 E. coli 18 |
| Viburnum opulus v. sterile | 0 | 0 | St. aur. 11 E. coli ± | 0 | 0 | St. aur. 11 | 0 | St. aur. 12 E. coli 15 |

Действительно, если представить себе, что выделенный сок содержит плохо растворимое вещество в максимальной при данной температуре концентрации, то при внесении его в агаровую среду, он еще дополнительно разбавляется в несколько раз за счет влаги среды. При этом ничтожная концентрация вещества в соке падает еще ниже и часто при этом фитонцидный эффект не обнаруживается. При внесении на агар концентрированного экстракта непосредственно около лунки достигаются максимальные при данной температуре концентрации трудно растворимого вещества и в этом случае фитонцидный эффект обнаруживается отчетливо. Предварительное извлечение фитонцида с помощью того или иного органического растворителя значительно усложняет работу и неудобно для серийных испытаний.

Поэтому мы предположили, что если на агаровую среду будет вноситься не отжатый и фильтрованный сок, а растертая масса растения, то вместе с растворенным фитонцидом будет внесена и нерастворенная его часть, отложенная на растительной ткани. Следовательно, мы будем иметь те же условия, что и при внесении экстракта, а именно: при диффузии раствора в агаровую среду и падении концентрации вещества за счет его разбавления, новые порции фитонцида из растительной ткани могут поступать в раствор и удерживать его в пределах насыщения при данной температуре.

Произведенные нами опыты полностью подтвердили предположение. Экспериментальные данные приводятся в таблице 5.

*Таблица 5*[1]

**Фитонцидная активность сока и растертой ткани**

| Названия растений | Сок | Растертая ткань |
|---|---|---|
| Abelia grandiflora | + | 15 |
| Baccharis salicina | + | 12 |
| Berberis chitria | + | 15 |
| Chamaecyparis lawsoniana | + | 11 |
| Lonicera pileata | + | 15 |
| Nandina domestica | + | 14 |
| Phillyrea angustifolia | 13 | 17 |
| Phillyrea decora | + | 15 |
| Phamnus dahurica | + | 16 |

Полученные экспериментальные данные устанавливают, что главная масса фитонцидов в живом растении находится в связанном состоянии и не деятельна. Из этого состояния фитонциды высвобождаются в результате гидролиза, иногда в процессе мацерации тканей на холоду, в этом случае, вероятно, под влиянием ферментов или же при нагревании, или при длительном хранении стерилизованного сока, по-видимому, под влиянием кислотного гидролиза.

Фитонциды могут быть термостабильны или термолабильны. Некоторые фитонциды, благодаря плохой их растворимости в водных жидкостях, могут быть обнаружены только в том случае, если для испытания будет взят не только отфильтрованный сок, но также и мацерированная ткань.

Большинство проделанных нами опытов проводилось в следующих условиях.

В чашку Петри наливалась та или другая питательная среда (20 *мл*) в зависимости от теста и засевалась суспензией микроорганизма.

Взвесь микроорганизмов приготовлялась с таким расчетом, чтобы в 1 *мл* среды или физиологического раствора находилось около 1000000 клеток. Среда для St. aureus МПА[2] с глюкозой, E. coli выращивалась на синтетической среде следующего состава: пептона 10 *г*, $K_2HPO_4$—2 *г*, глюкозы—5 *г*, воды водопроводной—1000 *мл*, агара 2%, pH 7,2.

Среда для B. aceti: белое столовое вино с 1% сахарозы нейтрализировалось 5% NaOH до pH 6,8; иногда добавлялся спирт с расчетом, чтобы среда содержала около 9—10% спирта и агара 2%. Дрожжи выращивались на сусло-агаре с pH 6,8. Для микобактерии $B_5$ применялась среда Сотона.

Чашки с засеянным агаром подсушивались с приоткрытой крышкой в термостате при температуре, оптимальной для роста данного микроорганизма, затем вырезались лунки обычным пробочным сверлом и петлей иглы вносился испытуемый материал.

[1] Тестом служил St. aureus.
[2] Мясопептонный агар.



Средняя проба свежего растительного материала разрезалась ножом или ножницами как можно мельче. Из измельченного материала бралась навеска в количестве 10 *г* и растиралась с 10 *мл* дистиллированной воды, после этого прибавлялось еще 10 *мл* воды и все тщательно размешивалось. Минимальная навеска растительного материала, которая применялась нами с достоверными результатами равнялась 0,1 *г*.

Растертая проба распределялась на 2 пробирки. Из одной материал поступал на испытание в сыром виде, другая—подвергалась стерилизации в автоклаве в течение 20 мин. при 0,5—1,0 атм. Обычно мацерированная растительная ткань имеет pH в пределах около 4—5 и не требует более сильного подкисления для испытания.

В тех случаях, когда необходимо было произвести пробу в щелочной зоне pH, материал доводился до pH около 8,0 добавлением едкого натра (около 5%).

Стерилизованная и сырая растительная масса переносилась в лунки обычной микробиологической иглой, но с увеличенной и немного загнутой петлей.

Перед помещением на чашки Петри содержимое пробирок перемешивалось той же иглой.

Поскольку растертую массу нельзя отсчитывать в виде капель, то для сохранения равноценности каждой пробы лунка заполнялась до уровня агара.

### Содержание фитонцидов в различных частях растений и изменение их количества в различные фазы развития

Из работ Б. П. Токина (1944), В. И. Карелиной (1944), Н. В. Платовой (1944), Ф. А. Гуревич (1949), И. К. Дагис и Б. Гудиене (1954), С. С. Скворцова (1956), а также других авторов можно видеть, что на протяжении вегетационного периода фитонциды иногда находятся во всех частях растений, иногда сосредоточены в каком-либо органе и, как будет показано в наших опытах, временно исчезают совсем.

Нами было исследовано в этом отношении значительное количество видов растений, принадлежащих к 28 семействам. Материалом для исследований служили листовые почки и листья, иногда другие органы.

Для облегчения проведения этого исследования были взяты виды, подавляющие St. aureus, так что тестом для опытов был только этот микроорганизм.

Полученные результаты позволяют выделить несколько групп растений, которые заметно различаются между собой. Так отчетливо выделяется группа, у которой фитонциды содержатся в листьях (а иногда и в других частях) в течение всего вегетационного периода. Это наиболее обширная группа, характерными представителями которой являются: Clematis flamula, Hypericum hircinum, Spiraea cantoniensis, Ligustrum vulgare, Rhus trilobata, Rhus coriaria.

Другая группа растений характеризуется тем, что у ее представителей фитонциды исчезают, или количество их сильно понижается в течение летних, наиболее жарких месяцев (июнь, июль, август) на тот или иной промежуток времени. Сюда могут быть отнесены следующие виды (таблица 6).

Необходимо отметить, что весною в почках и молодых листьях у лиственных, а у вечнозеленых и в старых листьях поддерживается заметная, а иногда и весьма значительная активность.

*Таблица 6*

**Изменения концентрации фитонцидов в листьях в течение вегетационного периода**

| Названия растений | Март | Апрель | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Anacardiaceae<br>Rhus typhina | 0 | 0 | 12<br>— | +<br>+ | +<br>+ | 11<br>9 | 0 | 13<br>12 | Опали | |
| Apocynaceae<br>Nandina domestica | 0 | 9<br>14 | 17<br>+ | +<br>+ | 10<br>15 | 14<br>14 | 10<br>9 | 10<br>10 | 0 | 9<br>14 |
| Betulaceae<br>Betula raddeana | +<br>35 | 35<br>0 | +<br>12 | +<br>11 | +<br>+ | 7<br>+ | 0 | 11<br>15 | Опали | |
| Coriariaceae<br>Coriaria japonica | 0 | 0 | 14<br>14 | +<br>+ | 15<br>+ | 11<br>12 | 9<br>9 | 9<br>7 | 14<br>14 | 17<br>9 |
| Coriariaceae<br>Cornus candidissima | 27<br>0 | 0 | 11<br>11 | 10<br>13 | 10<br>+ | +<br>+ | 12<br>±7 | 10<br>+ | Опали | |
| Fagaceae<br>Quercus cerris | 17<br>0 | 16<br>12 | 11<br>+ | 13<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | 25<br>+ | +<br>16 | 0 | 0 |
| Juglandaceae<br>Juglans major | 0 | 18<br>0 | 15<br>11 | 11<br>+ | ±<br>±7 | 0 | 10<br>±7 | 7<br>+ | 13<br>+ | Опали |
| Juglandaceae<br>Juglans rupestris | 0 | 0 | 15<br>+ | 13<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | 30<br>+ | 15<br>+ | 14<br>12 | Опали |
| Oleaceae<br>Phillyrea decora | +<br>0 | 15<br>+ | 7<br>+ | 12<br>11 | 9<br>±8 | +<br>+ | +<br>+ | 12<br>+ | 0 | 18<br>+ |
| Rhamnaceae<br>Rhamnus dahurica | 12<br>0 | 16<br>9 | 15<br>11 | ±10<br>+ | 12<br>+ | +<br>+ | 12<br>+ | +<br>7 | 12<br>+ | 17<br>+ |
| Rhamnaceae<br>Ceanothus thyrsiflorus | 20<br>+ | 0 | 13<br>+ | 12<br>+ | 11<br>+ | +<br>+ | 25<br>+ | 22<br>+ | 15<br>10 | 20<br>7 |

С наступлением жаркого летнего времени она снижается или исчезает иногда постепенно, иногда довольно резко.

К осени при наступлении устойчивых похолоданий активность вновь возникает или усиливается. Наиболее характерна в этом смысле Betula raddeana, у которой активны почки и молодые листочки вплоть до июня; в июле и августе листья неактивны и они вновь становятся активными в октябре к моменту листопада.

Обращает на себя внимание из этой группы Juglans rupestris и Juglans major, у которых активность отсутствует (J. rupestris) или сильно ослабевает (J. major) только в июле и августе. Возможно, что понижение фитонцидной активности здесь возникает под воздействием высоких температур.



У обширной группы растений фитонцидная активность наблюдается только ранней весной и иногда поздней осенью.

Некоторые представители этой группы характеризуются тем, что фитонцидные вещества у них обнаруживаются весной только в листовых почках, но отсутствуют в молодых листиках, хотя их распускание происходит в мае, когда температуры еще не так высоки. Сюда относятся Corylus tubulosa, Cistus salvifolius, Ribes sanguinemum, Rosa banksiae. Появление же фитонцидной активности осенью, в зрелых, а иногда и опадающих листьях, происходит не раньше октября. В сентябре, когда температуры уже сравнительно не так высоки, все же у большинства этих растений не возникает еще фитонцидной активности (таблица 7).

Таким образом, изменение фитонцидной активности у этой группы растений скорее можно было бы связать не с колебаниями температуры, а с прохождением растениями определенных фаз развития.

*Таблица 7*

**Изменение активности в зависимости от стадии развития**

| Названия растений | Март | Апрель | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Betulaceae<br>Corylus tubulosa | Почки<br>30<br>0 | 0 | +[1]<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | ∓14<br>+ | 15<br>+ | +<br>+ | Опали |
| Cephalotaxaceae<br>Cephalotaxus fortunei | +<br>+ | +<br>+ | Почки<br>12<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | 0 | Почки<br>15<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | Почки<br>18<br>+ |
| Cistaceae<br>Cistus salvifolius | — | 30<br>0 | +<br>+ | 0 | +<br>+ | +<br>+ | 0 | 14<br>+ | — | — |
| Malvaceae<br>Hybiscus siriacus | — | — | Почки<br>+<br>10 | +<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | 14<br>7 | Опали | |
| Rhamnaceae<br>Rhamnus tinctoria | Почки<br>20<br>0 | 0 | 12<br>11 | 12<br>12 | +<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | Опали | |
| Rosaceae<br>Rosa Banksiae | — | Почки<br>35<br>0 | +<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | 0 | ±20<br>+ | +<br>+ | 0 | Почки<br>21<br>0 |
| Saxifragaceae<br>Ribes sanguinemum | 26<br>+ | +<br>+ | 0 | +<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | 27<br>+ | +<br>+ | Опали |

[1] Данные без надписей относятся к листьям.

Особо должен быть отмечен Cephalotaxus fortunei, у которого фитонцидная активность наблюдается только в листовых почках и не появляется в листьях даже при осенних похолоданиях.

У некоторых растений (таблица 8) фитонцидные вещества появляются только в зрелых и отсутствуют в молодых растущих органах.

*Таблица 8*

**Растения, накапливающие фитонциды в листьях в середине и в конце вегетационного периода**

| Название растений | Март | Апрель | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Apocynaceae<br>Nerium oleander | +<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | +<br>+ | +<br>15 | ±17<br>8 | 0 | 0 | 0 |
| Berberidaceae<br>Berberis aristata | +<br>0 | +<br>+ | 12<br>18 | 14<br>13 | +<br>13 | 11<br>7 | ±9<br>12 | 0 | 12<br>14 | 15<br>17 |
| Berberidaceae<br>Berberis thunbergii | +<br>+ | +<br>+ | 7<br>18 | 9<br>18 | 0 | 11<br>9 | 0 | 14<br>13 | 0 | 0 |
| Caprifoliaceae<br>Viburnum sargentii | 0 | +<br>9 | +<br>+ | +<br>15 | 13<br>12 | 13<br>8 | 11<br>9 | 12<br>7 | Опали | |

У многих растений имели место колебания фитонцидной активности, которые не обнаруживали какой-либо определенной закономерности.

Наличие у некоторых растений в их вегетационном цикле закономерных изменений в содержании фитонцидов указывает на их особую роль. В частности, если бы образование их в эволюционном развитии сводилось только к защитной роли, то трудно было бы объяснить понижение их концентрации или исчезновение в моменты такой активной жизнедеятельности, которая имеет место с июня по сентябрь включительно.

Не отвергая их защитной роли, мы склонны думать, что основным или во всяком случае первичным их назначением было, а возможно, остается и сейчас участие в регулировании роста и развития растений путем специфического воздействия на ферментные системы, определяющие характер метаболизма как первичной меристемы, так и специализированных тканей.

Наличие такого специфического воздействия фитонцидов и антибиотиков на ферментные системы в настоящее время ни у кого не вызывает сомнений.

## Распределение фитонцидных веществ в различных органах растений

Исследование фитонцидных веществ в различных органах растений показало, что они распределены неодинаково. Так, например, у Hypericum calycinum фитонцидные вещества на протяжении вегетационного периода имелись как в надземной части, так и в корнях. У Cotinus coggygria—в надземной части растения, а именно: в листьях и в коре стеблей, в корнях же отсутствуют.

Представляло интерес выяснить, имеются ли фитонцидные вещества в цветочных почках, учитывая, что генезис этих органов один и тот же с



листьями, но произошла специализация тканей, которая придала им особые физиологические функции.

Относящиеся к этому данные представлены в таблице 9.

*Таблица 9*

**Распределение фитонцидов в различных частях растения**

| Названия растений | Молодые листья или листовые почки | Цветочные почки или цветы | Плоды |
|---|---|---|---|
| Ilex aquifolium | 22<br>+ | +<br>+ | 0 |
| Phillyrea angustifolia | 15<br>12 | +<br>+ | 0 |
| Phillyrea media | 16<br>7 | +<br>+ | +<br>+ |
| Ceanothus thyrsiflorum | 13<br>+ | +<br>+ | +<br>+ |
| Nandina domestica | 17<br>+ | +<br>+ | +<br>+ |
| Berberis chitria | 13<br>0 | +<br>+ | +<br>+ |
| Viburnum sargentii | +<br>9 | +<br>+ | 0 |
| Fontanesia fortunei | +<br>10 | +<br>+ | +<br>+ |
| Rhamnus californica | 7<br>+ | +<br>+ | 0 |
| Feichoa sellowiana | 13<br>+ | +<br>+ | +<br>+ |
| Carya amara | 7<br>+ | 7<br>7 | 12<br>+ |
| Platicaria Strobilacea | 21<br>0 | 20<br>20 | 17<br>19 |
| Cytisus sessilifolius | 17<br>15 | +<br>11 | 16<br>13 |
| Spiraea arcuata | 26<br>32 | 22<br>34 | 0<br>12 |
| Quercus cerris | 15<br>+ | 9<br>+ | 10 |

Полученные данные показывают, что например, у Ilex aquifolium, Phillyrea angustifolia, Phillyrea media, Ceanothus thirsiflorum, Nandina domestica, Berberis chitria, Viburnum sargentii, Fontanesia fortunei, Rhamnus californica и Feichoa sellowiana, цветочные почки, цветы содержат или очень мало или совсем не содержат фитонцидов, в то время как листовые почки и листья явно обладают активностью. К этим растениям можно отнести и Populus canadensis, так как у него в зачатке цветка совершенно не имеется фитонцидных веществ, а они находятся только в кроющих чешуях цветочных почек.

Следовательно, можно сказать, что в данном случае специализация тканей повлекла за собой существенные изменения в содержании фитонцидных веществ и поэтому возможно, что в данном случае имеется какая-то связь между этими двумя явлениями.

С другой стороны, у многих растений фитонцидные вещества одинаково сохраняются как в листовых почках и листьях, так и в цветочных почках, в цветах и плодах. Сюда могут быть отнесены: Carya amara, Platicaria strobilacea, Cytisus sessilifolius, Spiraea arcuata, Quercus cerris и ряд других растений.

Главнейшие трудности, возникающие при постановке и решении указанных вопросов, заключаются в том, что нам пока неизвестно химическое строение фитонцидов, находящихся в этих растениях, а следовательно, нет точного химического метода для их количественного определения.

В наших работах мы вынуждены были применять биологический метод испытания. Диаметры зон подавления давали приблизительное представление о колебаниях активности, но этот метод не может считаться безупречным постольку, поскольку фитонцидное действие проявляется только при условии определенной концентрации вещества.

Если представить себе, что в растении в какой-то момент времени количество фитонцидов упало ниже токсической концентрации, то такое состояние принималось нами за отсутствие фитонцидного вещества, хотя, вероятно, в некоторых случаях это могло не отвечать действительному положению дел.

Если даже принять вышеуказанную оговорку, то все-таки наши данные имеют определенную ценность, так как они с несомненностью показывают наличие значительных колебаний в концентрации фитонцидных веществ у растений, и характер этих колебаний позволяет выделить определенные группы растений.

Дальнейшее исследование покажет, являются ли эти колебания результатом реакции растения на изменения температуры или влажности, или они связаны с прохождением той или иной фазы развития, появлением тех или иных органов на растении. В настоящее же время является совершенно очевидным, что колебания в содержании этих веществ закономерны. Это приводит к мысли, что они не только играют защитную роль, но являются физиологически активными и важными продуктами, влияющими на обмен веществ самого растения.

В ряде случаев эти изменения строго закономерны и, по-видимому, связаны в одних случаях с прохождением растениями тех или иных фаз и стадий развития, в других случаях — с колебаниями внешних условий.

Распределение фитонцидов в различных органах растений неодинаково. Помимо количественных колебаний, часто бывают случаи, когда фитонциды сосредоточены только в органах и тканях определенной специализации.



## Испытание растений Южного берега Крыма на содержание в них фитонцидов

Согласно современным представлениям, механизм действия антибиотиков и фитонцидов сводится к подавлению тех или иных ферментных функций; таким образом, естественно предположить, что ферментные системы самого растения столь же подвержены их действию, как и ферментные системы микроорганизмов, которые погибают под действием фитонцида.

С этой точки зрения можно было предположить, что чем большее разнообразие тестов будет применено для испытания растений на содержание фитонцидов, тем большее количество растений окажется активными. Если учесть принятое нами положение, что фитонциды растений возникли в эволюционном развитии как вещества, регулирующие рост и дифференциацию тканей, то можно было ожидать, что всякое растение обязательно содержит те или иные фитонциды, и вопрос сводится лишь к тому, чтобы подобрать соответствующий тест для их открытия.

Некоторое подтверждение изложенному можно видеть в таблице 10, где с увеличением количества тестов закономерно увеличивается и процент растений, содержащих фитонциды.

*Таблица 10*[1]

**Зависимость между количеством тестов и процентом активных растений**

| Дата испытания | Количество испытанных растений | Количество тестов-бактерий | Количество тестов-грибов | Общее количество тестов | Количество активных видов | % активных видов |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1947 | 295 | 2 | 2 | 4 | 105 | 35,6 |
| 1948 | 470 | 2 | 4 | 6 | 355 | 75,5 |
| 1949 | 205 | 5 | 4 | 9 | 191 | 93,1 |

Для нашего исследования были приняты следующие тесты: в 1947—1948 гг. St. aureus и E. coli, а в 1949 г., кроме того, еще Saccharomyces vini штамм Кахури, B. aceti и микобактерия $B_5$. Изучению подверглись культурные растения арборетума Никитского ботанического сада, дикорастущие виды, эндемичные для Южного берега Крыма, и, наконец, главные представители плодовых культур.

Обследование было начато осенью 1947 г. и продолжалось в 1948 и 1949 гг.

Исследовались главным образом листья, но у некоторых растений также и цветы.

Нами обследовано около тысячи видов, принадлежащих к 112 семействам.

Полный список исследованных растений с указанием полученных результатов и открытых фитонцидов здесь не приводится, но дается сводная таблица содержания фитонцидов по семействам.

Кроме того, нами были исследованы еще представители следующих семейств (156 видов): Anonaceae, Araceae, Araliaceae, Araucariaceae, Aristolochiaceae, Asclepiadaceae, Borraginaceae, Buxaceae, Castaceae, Cappa-

[1] Результаты испытания на грибах взяты из данных Н. И. Петрушовой, которая пользовалась для своей работы получаемыми нами препаратами. В качестве тестов ею использовались в 1947 г. Saprolegnia sp., Pythium intermedia, а в 1948 и 1949 гг. еще взяты Monilia laxa и Phomopsis cinerescens.

*Таблица 1*

**Семейства, содержащие фитонциды против 5 микроорганизмов**

| Названия семейств | Количество исследованных видов | Количество видов, действующих на | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | St. aureus | E. coli | St. aureus и E. coli | B. aceti | Sacchar. vini | Микобактерия $B_5$ |
| Aceraceae | 8 | 4 | — | — | — | — | — |
| Amarallidaceae | 31 | 4 | — | — | — | 21 | 3 |
| Anacardiaceae | 13 | 7 | — | — | — | — | — |
| Apocynaceae | 3 | 1 | — | — | — | — | — |
| Aquifoliaceae | 10 | 1 | — | — | 5 | — | — |
| Berberidaceae | 20 | 6 | 2 | 2 | — | — | — |
| Betulaceae | 8 | 3 | — | — | — | — | — |
| Bignoniaceae | 4 | 3 | — | — | — | — | — |
| Calycanthaceae | 3 | 1 | 1 | 1 | — | — | — |
| Caprifoliaceae | 30 | 9 | 2 | 2 | 2 | — | — |
| Caryophyllaceae | 7 | 1 | — | — | — | — | — |
| Celastraceae | 7 | 1 | — | — | — | — | — |
| Cephalotaxaceae | 2 | 1 | — | — | — | — | — |
| Cistaceae | 10 | 4 | — | — | — | — | — |
| Cneoraceae | 1 | 1 | — | — | — | — | — |
| Compositae | 46 | 16 | 5 | 5 | — | — | — |
| Convolvulaceae | 4 | 1 | — | — | — | — | — |
| Coriariaceae | 2 | 2 | 1 | 1 | — | — | — |
| Cornaceae | 5 | 4 | — | — | — | — | — |
| Cruciferae | 22 | 4 | — | — | — | — | — |
| Cupressaceae | 25 | 3 | — | — | — | — | — |
| Dillaniaceae | 1 | 1 | — | — | — | — | — |
| Ebenaceae | 3 | 2 | — | — | — | — | — |
| Ericaceae | 2 | 1 | 1 | 1 | — | — | — |
| Euphorbiaceae | 9 | — | 1 | — | — | — | — |
| Fagaceae | 10 | 2 | — | — | — | — | — |
| Feacourtiaceae | 1 | 1 | — | — | — | — | — |
| Fimaricaceae | 1 | 1 | — | — | — | — | — |
| Geraniaceae | 5 | 1 | — | — | — | — | — |
| Guttiferae | 11 | 9 | — | — | — | — | — |
| Hamamelidaceae | 1 | 1 | — | — | — | — | — |
| Juglandaceae | 9 | 5 | — | — | — | — | — |
| Labiatae | 27 | 4 | — | — | — | — | — |
| Leguminosae | 67 | 8 | — | — | 2 | — | — |
| Liliaceae | 12 | 2 | 1 | 1 | — | — | — |
| Loraunthaceae | 1 | 1 | — | — | — | — | — |
| Magnoliaceae | 6 | 1 | — | — | — | — | — |
| Malvaceae | 4 | 1 | — | — | — | — | — |
| Menispermaceae | 2 | 1 | — | — | — | — | — |
| Moraceae | 8 | — | — | — | 1 | — | — |



| Название семейств | Количество исследованных видов | Количество видов, действующих на | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | St. aureus | E. coli | St. aureus и E. coli | B. aceti | Sacchar. vini | Микобактерия $B_5$ |
| Myrtaceae | 9 | 9 | — | — | — | — | 1 |
| Oleaceae | 51 | 34 | 3 | 3 | 2 | — | — |
| Pittosporaceae | 5 | — | — | — | 2 | — | — |
| Pinaceae | 23 | 1 | — | — | — | — | — |
| Platanaceae | 3 | 1 | — | — | — | — | — |
| Primulaceae | 4 | 2 | — | — | — | — | — |
| Ranunculaceae | 30 | 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| Resedaceae | 2 | 2 | — | — | — | — | — |
| Rhamnaceae | 17 | 5 | — | — | — | — | — |
| Rosaceae | 164 | 32 | 19 | 18 | 44 | 1 | 2 |
| Rubiaceae | 5 | 1 | — | — | — | 2 | — |
| Salicaceae | 4 | 2 | — | — | — | — | — |
| Saxifragaceae | 26 | 4 | — | — | 1 | — | — |
| Umbelliferae | 19 | 1 | — | — | — | — | — |
| Valerianaceae | 1 | 1 | — | — | — | — | — |
| Vitaceae | 14 | 1 | 2 | 1 | 2 | — | — |
| Всего | 818 | 224 | 41 | 38 | 62 | 27 | 8 |

ridaceae, Chenopodiaceae, Crassulaceae, Cucurbitaceae, Dioscoreaceae, Dipsacaceae, Elaeagnaceae, Equisetaceae, Eucommiaceae, Ginkgoceae, Gnetaceae, Graminea, Hippocastanaceae, Lardizabalaceae, Lauraceae, Linaceae, Loganiceae, Lythraceae, Meliaceae, Onagraceae, Orchidaceae, Orobanchaceae, Palmae, Papaveraceae, Passifloraceae, Podocarpaceae, Polygonaceae, Polygalaceae, Polypodiaceae, Portulaceae, Punicaceae, Rutaceae, Santalaceae, Sapindaceae, Scrophulariaceae, Simarubaceae, Solanaceae, Sterculiaceae, Tamaricaceae, Taxaceae, Taxodiaceae, Thymelaeaceae, Tiliaceae, Ulmaceae, Verbenaceae, Violaceae, Zygophyllaceae.

Среди представителей этих семейств активных растений против применяемых тестов не оказалось, это объясняется, по-видимому, тем, что изученного количества видов в каждом семействе было недостаточно.

Таким образом, количество видов растений, подавляющих только St. aureus, равняется 224, E. coli подавляется 41 видом, и, наконец, 38 видов действуют одновременно на St. aureus и E. coli.

Это показывает на значительную устойчивость E. coli против фитонцидов по сравнению с St. aureus. Такое явление может стать понятным, если принять во внимание, что местом обитания E. coli является кишечник животных, куда обычно попадают мацерированные растительные ткани, и такой постоянный контакт обусловил приспособленность этого микроорганизма по отношению ко многим фитонцидам.

Если выразить в % количество видов растений, подавляющих тот или иной микроорганизм, то оказывается, что St. aureus подавлялся 29,9% от испытанных видов растений, E. coli—4,6%.

Всего действующих на St. aureus и E. coli 265 видов, что составляет от 974 исследованных видов 27,5%. Так как в 1949 г. были введены в качестве тестов еще 3 вида микроорганизмов, а именно: B. aceti, Sacch. vini и

микобактерия $B_5$, то для этих микроорганизмов % действующих растений вычислен только за это время. Оказалось, что микобактерия $B_5$ угнетается 8 растениями, это равняется 4,2% от общего количества растений.

Sacchar. vini угнетается 27 видами, что составляет 13% от исследованных растений.

Среди растений, угнетающих B. aceti, оказалось 62 вида, что составляет от 205 видов и форм растений, испытанных в 1949 г., 30%.

Так как мы особенно интересовались веществами, подавляющими B. aceti и дрожжи, то по нахождении среди представителей какого-либо рода активного вида растения мы исследовали все близко родственные виды и сорта. Естественно, что мы находили у близких сортов (или видов) аналогичные вещества, и за счет этого процент действующих растений возрастал.

Если же откинуть сорта и учитывать только виды, то процент действующих значительно понижается, а именно, для B. aceti—до 9,0%, а для Sacch. vini—до 2,0%.

Это означает, что в растительном царстве далеко не так часто встречаются вещества, подавляющие эти микроорганизмы. Если учесть, что местом обитания их являются растения или растительные остатки, то вследствие этого, вероятно, у них выработалась устойчивость к многим растительным фитонцидам.

Рассмотрим отдельно каждое семейство.

Из семейства Amarallidaceae было испытано 31 растение, из них 29 представлены родом Gladiolus. Интерес к роду Gladiolus обусловливается тем, что очень многие его формы обладали активностью против дрожжей, а также против микобактерии $B_5$.

Приводим таблицу, показывающую действие представителей рода Gladiolus.

*Таблица 12*

**Содержание фитонцидов в роде Gladiolus**

| Название растений | St. aureus | E. coli | B. aceti | Sacchar. vini | Микобактерия $B_5$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Gladiolus hybridus N 73 | + | + | + | + | + |
| | + | + | + | + | + |
| „ „ N 50 | + | + | + | + | + |
| | + | + | + | + | + |
| „ „ N 68 | + | + | + | + | + |
| | + | + | + | + | + |
| „ „ N 65 | + | + | + | + | + |
| | + | + | + | + | + |
| „ „ N 87 | + | + | + | + | + |
| | + | + | + | + | + |
| „ „ N 90 | + | + | + | + | + |
| | + | + | + | + | + |
| „ „ N 18581 | + | + | + | 12 | + |
| | + | + | + | + | + |
| „ „ N 18561 | + | + | + | 13 | + |
| | + | + | + | 12 | + |



| Название растений | St. aureus | E. coli | B. aceti | Sacchar. vini | Микобактерия $B_5$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Gladiolus hybridus N 18555 | + | + | + | 16 | + |
| | + | + | + | 15 | + |
| „ „ N 32 | + | + | + | 15 | + |
| | + | + | + | 17 | + |
| „ „ N 40 | + | + | + | 14 | + |
| | + | + | + | 10 | + |
| „ „ N 51 | + | + | + | 16 | + |
| | + | + | + | 17 | + |
| „ „ N 41 | + | + | + | 20 | + |
| | + | + | + | 18 | + |
| „ „ N 35 | + | + | + | 18 | + |
| | + | + | + | 17 | + |
| „ „ N 34 | + | + | + | 18 | + |
| | + | + | + | 16 | + |
| „ „ N 29 | + | + | + | 17 | + |
| | + | + | + | 15 | + |
| „ „ N 77 | + | + | + | 14 | + |
| | + | + | + | 12 | + |
| „ „ N 57 | + | + | + | 12 | + |
| | + | + | + | 11 | + |
| „ „ N 56 | + | + | + | 11 | + |
| | + | + | + | 7 | + |
| „ „ N 55 | + | + | + | 11 | + |
| | + | + | + | + | + |
| „ „ N 67 | + | + | + | 13 | + |
| | + | + | + | + | + |
| „ „ N 18560 | + | + | + | 18 | + |
| | + | + | + | 14 | + |
| „ „ N 76 | + | + | + | 11 | + |
| | + | + | + | + | + |
| „ „ N 37 | + | + | + | + | 13 |
| | + | + | + | + | 13 |
| „ „ N 18558 | 16 | + | + | + | + |
| | + | + | + | + | + |

| Название растений | St. aureus | E. coli | B. aceti | Sacchar. vini | Микобактерия $B_5$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Gladiolus hybridus N 38 «Orange König» | 15 / + | + / + | + / + | 15 / 13 | 15 / + |
| „ „ N 18572 | 14 / + | + / + | + / + | 15 / 13 | + / + |
| „ „ N 29 (из Риги) | 16 / + | + / + | + / + | 17 / 14 | + / + |
| „ „ N 18575 | + / + | + / + | + / + | 10 / + | 7 / 17 |

Результаты испытаний, приведенные в таблице, показывают узкую специфичность действия фитонцидов рода Gladiolus. Из 29 обследованных форм 6 совершенно не проявили никакой активности на пяти тестах, 17 образцов угнетали только дрожжи, образец № 37 оказался специфичным для микобактерии $B_5$, а образец № 18558 угнетал только один St. aureus. Четыре растения проявили активность уже на нескольких микроорганизмах. Так, № 18575 задерживает рост дрожжей и микобактерии $B_5$, №№ 18572 и 29 одновременно подавляют St. aureus и дрожжи и, наконец, № 38 угнетает сразу все эти тесты. Из этого можно заключить, что в роде Gladiolus можно встретить три различных вещества, действующие соответственно на St. aureus, дрожжи и микобактерию $B_5$. Фитонцид, угнетающий St. aureus, термостабилен и, по-видимому, всегда находится в связанном состоянии, так как сырые соки ни в одном случае не действовали. Фитонцид, угнетающий рост дрожжей, также термостабилен и часто высвобождается только после термической обработки.

Из семейства Asclepiadaceae представляет интерес только Roulinia Jacquinii. Сок ее совершенно не активен против пяти применявшихся нами микроорганизмов, но активен, по данным Н. И. Петрушовой, против 4 видов грибов.

Из семейства Aquifoliaceae заслуживает внимания род Ilex. растения которого подавляют отчетливо B. aceti, не затрагивая других бактерий.

Из семейства Berberidaceae необходимо отметить несколько видов Berberis. Три вида: B. wilsonae, B. lycium, B. oblonga обладают свойством стимулировать E. coli, B. chitria, наоборот, угнетает E. coli и St. aureus, остальные виды очень слабо задерживают рост St. aureus.

Семейство Compositae. Из растений, принадлежащих к этому семейству, обращают внимание своей активностью против St. aureus и E. coli различные виды Centaurea. Особенно активными оказались местные виды C. Stankovii, C. Nikitensis и два, точно не определенные ботаниками. Фитонцид Centaurea мало термостабилен и проявляется больше в сырых соках.

Из семейства Cornaceae интересно отметить Benthamia fragifera, содержащую вещества с сильным бактерицидным действием против St. aureus.



Семейство Cruciferae, несмотря на сравнительно большое количество обследованных видов, показало весьма слабую активность как по отношению к бактериям, так и грибам.

Из семейства Cupressaceae оказались активными Juniperus monosperma против St. aureus и Callitris articulata против B. aceti. Sapr. species и Pyth. intermedium угнетались всеми представителями данного семейства.

Из семейства Dillaniaceae исследован только один вид—Actinidia chinensis, который обращает на себя внимание тем, что сок его стимулировал рост St. aureus и E. coli, не оказывая никакого действия на остальные тесты.

Из семейства Guttiferae исследовались представители рода Hypericum. Большинство оказались активными против St. aureus. Один из видов H. patulum показал активность против микобактерии $B_5$. Судя по тому, что в большинстве случаев сырые соки зверобоя дают несколько более обширные зоны подавления, можно предположить, что фитонцид неустойчив к нагреванию.

Из семейства Leguminosae исследовано 67 видов. Заслуживают внимания: Pueraria thunbergiana и Petteria ramentaceae, отчетливо подавляющие B. aceti и различные виды Cytisus, угнетающие St. aureus.

Из семейства Myrtaceae изучались роды Eucalyptus, Myrtus, Feichoa. Все исследованные виды очень активны против St. aureus, кроме того, Myrtus communis задерживает рост микобактерии $B_5$.

Семейство Oleaceae содержит наибольшее количество растений, подавляющих принятые нами микроорганизмы. К активным родам необходимо отнести: Ligustrum, Syringa, Olea, Phillyrea. Вещества, заключенные в этих растениях, бактерицидны, главным образом, для St. aureus. L. vulgare, кроме того, подавляют еще E. coli и B. aceti.

Из семейства Pinaceae изучались представители родов Abies, Cedrus, Picea, Pinus, которые оказались весьма неактивными в отношении применяемых нами тестов, и только в одном случае наблюдалось слабое подавление St. aureus. По данным Н. И. Петрушовой, все испытывавшиеся виды подавляли Sapr. species, на остальные виды грибов действие их незначительное, и в некоторых случаях обнаруживалась только задержка роста.

Из семейства Pittosporaceae мы имели возможность испытать несколько видов Pittosporum. Из них два вида P. tobira и P. heterophyllum отчетливо подавляли дрожжи, не оказывая никакого влияния на остальные микроорганизмы.

Семейство Ranunculaceae. Некоторые представители этого семейства содержат вещества, приближающиеся по своему действию к клеточным ядам, подавляя все испытывавшиеся тесты, как грибы, так и бактерии, например, фитонцид из Clematis flammula.

Из семейства Rhamnaceae можно отметить только Ceanothus pallidus, задерживающий рост микобактерии $B_5$. Остальные роды проявляли слабое действие на St. aureus.

Семейство Rosaceae обследовано более подробно. Заслуживают внимание роды Cerasus, Pyrus, Prunus, Physocarpus, Exochorda, Sorbaria, которые содержат фитонцид, подавляющий B. aceti, причем сорта Cerasus vulgaris, виды Prunus, Physocarpus, Exochorda подавляют почти исключительно эту бактерию (таблица 13).

*Таблица 13*

**Содержание фитонцидов у рода Cerasus и Prunus**

| Название видов и сортов | St. aureus | B. aceti |
|---|---|---|
| Cerasus vulgaris сорт Анадольская | + | 27 |
| | + | 27 |
| Cerasus vulgaris сорт Аморель двойная стеклянная | 18 | 25 |
| | + | 20 |
| Cerasus vulgaris×cerasus avium сорт Гортензия | 20 | 23 |
| | + | 23 |
| Cerasus vulgaris сорт Мичурина 1658 | 20 | + |
| | + | + |
| Cerasus vulgaris сорт Подбельская | 20 | + |
| | + | + |
| Cerasus vulgaris сорт Монморанси | + | 25 |
| | + | 25 |
| Cerasus vulgaris сорт Аморель королевская | + | 28 |
| | + | 30 |
| Cerasus vulgaris×Cerasus avium сорт Гортензия поздняя | + | 27 |
| | + | 27 |
| Cerasus vulgaris сорт № 1654 | + | 18 |
| | + | 15 |
| Cerasus vulgaris сорт № 1651 | + | 24 |
| | + | 23 |
| Cerasus vulgaris сорт без названия | + | 15 |
| | + | 11 |
| Cerasus vulgaris сорт без названия | + | + |
| | + | + |
| Cerasus vulgaris сорт Любская | + | + |
| | + | + |
| Cerasus vulgaris×Cerasus avium сорт Май Дюк | + | 15 |
| | + | 16 |
| Cerasus vulgaris×Cerasus avium сорт Мускатная пражская | + | 25 |
| | + | 24 |
| Cerasus vulgaris×Cerasus avium сорт Удивительная суасонская | + | 20 |
| | + | 15 |



| Название видов и сортов | St. aureus | B. aceti |
|---|---|---|
| Cerasus vulgaris×Cerasus avium сорт Португальская | + | 14 |
| | + | 12 |
| Cerasus vulgaris сорт № 1652 | + | 24 |
| | + | 25 |
| Cerasus vulgaris×Cerasus avium сорт Гортензия средняя | + | 25 |
| | + | 25 |
| Cerasus vulgaris сорт Шпанка | + | + |
| | + | + |
| Cerasus vulgaris сорт Piemonte | + | 30 |
| | + | 30 |
| Cerasus vulgaris сорт Мономах | + | 30 |
| | + | + |
| Cerasus vulgaris № 1658 | + | + |
| Cerasus vulgaris×Cerasus avium сорт Превосходная | + | 26 |
| | + | 26 |
| Cerasus vulgaris×Cerasus avium сорт Карнасьон | + | 28 |
| | + | 25 |
| Cerasus vulgaris×Cerasus avium сорт Английская ранняя | + | 29 |
| | + | 25 |
| Cerasus vulgaris×Cerasus avium сорт Дюшес палио | + | 28 |
| | + | 29 |
| Cerasus vulgaris×Cerasus avium сорт Королевская поздняя | + | + |
| | + | + |
| Prunus serrata | + | 30 |
| | + | 15 |
| Prunus triflora×Prunus Sinonii сорт Климакс | + | + |
| | + | 12 |
| Prunus triflora×Prunus americana сорт Ванета | + | + |
| | + | 20 |
| Physocarpus opulifolius | + | 20 |
| | + | 15 |
| Exochorda grandiflora | + | + |
| | + | 22 |

Другие виды плодовых обладают более обширным спектром, подавляя одновременно St. aureus, E. coli, B. aceti, а также дрожжи (таблица 14):

*Таблица 14*

**Содержание фитонцидов у рода Pyrus**

| Название видов и сортов | St. aureus | E. coli | B. aceti | Sacch. vini |
|---|---|---|---|---|
| Pyrus communis сорт Скороспелая из Треву | 10 | + | 20 | + |
| | 20 | 17 | + | + |
| Pyrus communis сорт Александрина Дульяр | + | + | 25 | + |
| | 16 | 20 | 32 | + |
| Pyrus communis сорт Магдалина зеленая | 9 | + | 15 | + |
| | 11 | 13 | + | + |
| Pyrus communis сорт Ильинка | 19 | + | 12 | + |
| | 18 | 16 | + | + |
| Pyrus communis сорт Стегната | 9 | + | + | + |
| | 12 | 12 | + | + |
| Pyrus communis сорт Бэре Боск | + | + | 30 | + |
| | 14 | 18 | 25 | + |
| Pyrus communis сорт Бэре Боск, плоды | + | + | + | + |
| | + | + | 16 | + |
| Pyrus communis сорт Масляная Блюменбаха | + | + | 32 | + |
| | 16 | 15 | 30 | 12 |
| Pyrus communis сорт Масляная Блюменбаха, плоды | + | + | + | + |
| | + | + | 12 | + |
| Pyrus communis сорт Виндзорская | 20 | + | + | + |
| | + | 24 | 12 | + |
| Pyrus communis сорт Бэре зимняя | 20 | + | + | + |
| | + | + | 13 | + |
| Pyrus communis сорт Дюшес ангулем | 20 | + | + | + |
| | + | 13 | 11 | + |
| Pyrus communis сорт Маргарита Марилья | + | + | 20 | + |
| | 12 | 14 | 25 | + |
| Pyrus communis сорт Гиокко | + | + | 20 | + |
| | 12 | 14 | 25 | + |
| Pyrus communis сорт Гиокко, плоды | + | + | + | + |
| | + | + | 12 | + |
| Sorbaria arborea | 15 | 23 | 24 | + |
| | 12 | 32 | 0 | + |



Кроме приведенных видов, St. aureus и E. coli подавляются еще несколькими видами, в частности, некоторыми видами Spiraea, Amygdalus и Rosa. St. aureus угнетается еще видами Potentilla, Armeniaca. Семейство Rosaceae замечательно еще и тем, что некоторые его представители подавляют микобактерию $B_5$. Это Malus silvestris, сорта Ренет Шампанский и Ренет Ореанский. При большом разнообразии сортов яблонь необходимо все их просмотреть в этом отношении, так как вряд ли это свойство имеется только у 2 вышеуказанных сортов.

Останавливаясь на характере действия отдельных фитонцидов, можно сказать (таблицы 13 и 14), что вещество, подавляющее B. aceti, относительно термостабильно и находится, по-видимому, в легко связанной форме, для освобождения из которой достаточно обычной мацерации тканей. В пользу этих положений может служить характер зон сырого и стерильного препаратов, а именно: в большинстве случаев зоны подавления для сырых и стерильных препаратов приблизительно равны.

Очевидно также, что вещество, подавляющее St. aureus, не имеет отношения и к веществу, подавляющему B. aceti, поскольку St. aureus угнетается и в тех случаях, когда на B. aceti угнетающего действия не наблюдается.

Если обратиться к таблице 14, где приводятся представители рода Pirus с разнообразным фитонцидным действием, то можно отметить, что преимущественно активны сырые препараты—это указывает на относительно слабую устойчивость данного фитонцида при нагревании. Фитонцид, специфичный по своему действию на микобактерию $B_5$, термостабилен, находится в растении в связанном состоянии и освобождается только при термической стерилизации. Поэтому сырые препараты обычно не оказывают никакого влияния.

Семейство Saxifragaceae. В этом семействе следует отметить Hydrangea arborescens v. grandiflora, препараты которой угнетают B. aceti, Ribes aureum, R. Sanguineum v. aquifolium, действующие очень активно против St. aureus, и несколько видов Philadelphus, стимулирующих рост E. coli.

Семейство Solanaceae. Несмотря на то, что многие представители этого семейства, а именно: Solanum, Artopa, Datura, Nicotiana содержат алкалоиды, ни один из них не обладает сколько-нибудь заметным действием против St. aureus и E. coli.

Семейство Umbelliforae обследовалось также только на двух тестах St. aureus и E. coli. Из 19 представителей этого семейства ни одно растение не проявило бактерицидных свойств против указанных микроорганизмов.

Из семейства Vitaceae, представленного 13 видами, наличие фитонцидов установлено у Partenocisus Henryana, подавляющего B. aceti, и у Vitis arizonica, содержащего вещество, ингибирующее St. aureus и E. coli, Ampelopsis aegerophylla стимулирует рост B. aceti.

На основании полученных экспериментальных данных, можно вывести заключение, что определенные таксономические группы растений часто содержат близкие или аналогичные фитонциды, действующие на определенные тесты, как например, в роде Gladiolus из семейства Amaryllidaceae весьма часто встречаются фитонциды, подавляющие дрожжи. Роду Ilex из семейства Aquifoliaceae свойственно подавление B. aceti. Различные сорта Cerasus vulgaris семейства Rosaceae подавляют B. aceti. Действие на B. aceti характерно также для представителей рода Pirus. Род Centaurea. из семейства Compositae угнетает St. aureus и E. coli. Род Hypericum из семейства Guttiferae подавляет St. aureus. Роды Myrtus и Eucalyptus. из семейства Myrtaceae. подавляют St. aureus и мико-

бактерию туберкулеза. Роды Syringa, Ligustrum, Phillyrea из семейства Oleaceae действуют против St. aureus.

Многие роды Ranunculus семейства Ranunculaceae содержат вещества с обширным бактериальным и микологическим спектром.

## ВЫВОДЫ

1. Фитонциды часто содержатся в растениях в связанном состоянии. В таких случаях для обнаружения их необходим предварительный гидролиз.

2. Некоторые растения могут содержать несколько активных веществ, действующих на различные тесты.

3. В случаях плохой растворимости фитонцида в соке растения для его обнаружения следует брать в испытание не отжатый или фильтрованный сок, а мацерированную ткань или сгущенный экстракт.

4. У многих растений содержание фитонцидов в течение вегетационного периода испытывает закономерные изменения, что свидетельствует об особой их роли в росте и развитии самого растения.

5. У ряда растений фитонциды локализованы лишь в определенных органах.

6. Из всего разнообразия исследованных нами видов растений наиболее интересны в практическом отношении следующие: против дрожжей для возможного использования при регулировании спиртового брожения в особых случаях виноделия, когда необходимо сохранить высокую сахаристость при низкой спиртуозности:

1. Различные виды Gladiolus.
2. Pittosporum tobira и P. Heterophyllum.
3. Pirus communis.

Против B. aceti, для возможного использования при предохранении сухих, не спиртованных виноградных вин и в особенности сидров и некоторых плодоягодных вин, а также других пищевых продуктов от болезней уксусного скисания:

1. Различные виды Ilex, например, I. heterophyllum, I. japonica, I. aquifolium и др.
2. Различные сорта Cerasus vulgaris.
3. Различные сорта Pirus communis.
4. Ligustrum vulgare.
5. Pueraria thunbergiana.
6. Sorbaria arborea.
7. Physocarpus opulifolius.
8. Hydrangea arborescens.
9. Prunus serrulata.

Для дальнейшего изучения в качестве терапевтического препарата против Mycobacterium tuberculosum могут быть рекомендованы:

1. Некоторые сорта и виды Gladiolus.
2. Hypericum patulum.
3. Некоторые сорта Malus silvestris, именно Ренет шампанский, Ренет Орлеанский и, возможно, другие.
4. Myrtus communis.
5. Ceanothus pallidus.

## ЛИТЕРАТУРА

Б. П. Токин. Митогенетические лучи. Медгиз, 1933.
N. G. Heatley. Metod determination of penicillin Bioch. j. 38, 1944.
E. M. Osborn. On the occurrence of antibacterial substances in green plants. Brit. j. exper. path. 24, № 6. 1943.



Т. Д. Янович. Действие фитонцидов на возбудителя дифтерии. Сборник «Фитонциды», Томск, 1944.
F. Hadlleson, J. Dutrain, K. Barrons end M. Giefel. Antibacterial substances in plants. J. of veterinary medical assosiation. 813, 1944.
D. Sanders, P. Weatherivax and L. Clung. Antibacterial substances from plants collected in Indiana J. bact. 49, 6, 1945.
N. Atkinson and K. Rainsford. Antibacterial substances produced by flowering plants. Austr. j. exp. biol. med. sci. 24, 1, 1946.
L. Hayes. Survey of. hingher plants for presences. Bot. gag. 108, № 3, 1947.
Р. В. Певгова. Сравнительная чувствительность к фитонцидам различных биологических объектов. Бюл. экспер. биологии и медицины, в. 2, № 2, 1948.
М. М. Касумова. Исследования листьев и околоплодника грецкого ореха на фитонцидные свойства. Сборник Трудов Азерб. медицинского института, в. 3, 1956.
Б. П. Токин. Биологическая роль фитонцидов. Сборник «Фитонциды», Томск, 1944.
В. И. Карелина, Б. П. Токин. Фитонцидные свойства разных растений. Сборник научных исследований об антисептиках растительного происхождения. Томск, 1944.
Н. В. Плахова. Результаты исследований по влиянию фитонцидов на тифо-дизентерийную группу микробов. Сборник научных исследований об антисептиках растительного происхождения. Томск, 1944.
Ф. А. Гуревич. Материалы о фитонцидах водных и прибрежно-водных растений. Автореферат. Ин-т экспериментальной медицины, Акад. медицин. наук СССР, 1949.
И. К. Дагис, Б. Гудиене и др. Динамика фитонцидов едкого лютика в течение вегетационного периода. Ботанический журнал, № 5, 1954.
С. С. Скворцов. Влияние условий среды на накопление фитонцидов. Ботанический журнал, № 1, 1956.

*M. N. ARTEMIEVA*

## AN ESSAY OF STUDY ON PHYTONCIDAL PROPERTIES OF CERTAIN PLANTS ON THE SOUTH CRIMEA COAST

### SUMMARY

Content of phytoncides has been investigated in 974 species and forms of higher plants belonging to 112 families.

As tests there were used: St. aureus, E. coli, B. aceti, Sacch. vini, and the acid-resisting mycobacterium $B_5$.

It was stated that plants contain phytoncides frequently in bound condition. To detect them in such cases the preliminary hydrolisis is necessary. Some plants can contain several active substances acting on different tests. Sometimes an active substance is badly soluble in plant sap, therefore it is necessary for detecting it to take not pressed and filtered sap but the macerated tissue or condensed extract.

In many plants the phytoncide content goes through regular changes during vegetative season, what suggests them to have a peculiar role in plant growth and development. In a number of plants the active substances are localized in certain organs and are absent in other organs.

As a result of the study a number of plant species was singled, phytoncides of which present interest for further study because of their considerable depressing action on Sacch. vini, B. aceti, and Mycobacterium tuberculosum.

*А. П. ДЕГТЯРЕВА*

# АНТИБИОТИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА МИРТА (MYRTUS COMMUNIS) И ЭВКАЛИПТОВ (EUCALYPTUS LAEVOPINEA и E. WILKINSONIANA)

В связи с широким и успешным применением антибиотиков в медицине, а также в сельском хозяйстве (ветеринарии, животноводстве, растениеводстве), пищевой, консервной и других отраслях промышленности, проблема изыскания и изучения новых антибиотиков является одной из актуальнейших проблем современной науки. Наряду с антибиотиками микробного и животного происхождения, большой интерес представляют антибиотические вещества, продуцируемые высшими растениями, выделение и изучение которых представляет интерес в целях получения новых антибиотиков и выявления новых биологически активных растительных веществ.

С развитием учения о фитонцидах (Б. П. Токин, 1957) возрос интерес к лекарственным растениям в отношении изучения их антимикробных (фитонцидных) свойств. Изучение некоторых лекарственных растений в свете фитонцидной теории Б. П. Токина, позволяет дать научное обоснование их применения и лекарственной ценности. Среди лекарственных высших растений, недостаточно изученных в отношении фитонцидных свойств, представляют интерес растения из семейства миртовых, рода Myrtus и Eucalyptus, целебные свойства которых были известны в глубокой древности и использовались при лечении различных заболеваний. В научной медицине листья и эфирное масло эвкалиптов и мирта также используются в качестве лекарственных средств. При этом главной терапевтически важной составной частью листьев эвкалипта и мирта считается эфирное масло, содержащее в качестве основного компонента цинеол (G. Hegi, 1926; П. Икономов и соавторы, 1947; М. А. Алиев, 1950; Е. Ю. Шасс, 1952). Поэтому к числу лекарственных видов относят эвкалипты, эфирное масло которых характеризуется высоким содержанием цинеола (50—80%). В Европе и СССР наиболее распространенным лекарственным видом является Eucalyptus globulus Labill. По данным субтропического отделения ВИР'а (Сухуми), эфирное масло эвкалипта глобулюс, произрастающего в СССР, отличается высоким содержанием цинеола—до 82%. (Б. Н. Рутовский и И. В. Виноградова, 1927).

Однако исследования последних лет по изучению протистоцидных свойств различных видов и форм эвкалиптов (Г. И. Изюмов, 1952; В. Я. Родина, 1957), а также антибактериальных свойств фитонцидных препаратов из эвкалиптов (отваров, настоек) и эфирных масел (Т. Д. Янович и

соавторы, 1959) показали, что антибиотические свойства листьев различных видов и форм эвкалиптов не зависят ни от количественного содержания эфирного масла, ни от его качественного состава (содержания цинеола). Значительное протистоцидное действие летучих фракций листьев Myrtus communis L. выявлено А. В. Коваленок и А. И. Здруйковской (1946). Антибактериальное действие водных извлечений из тканей листьев мирта установлено М. Н. Артемьевой в лаборатории биохимии Никитского ботанического сада в 1948 г.

Наши исследования, проведенные в 1953—1954 гг., по изучению антибактериальных свойств различных видов и форм эвкалиптов и мирта также показали, что антибактериальная активность у различных видов эвкалиптов различна и что это различие не находится в прямой зависимости от выхода эфирного масла и содержания в нем цинеола (А. П. Дегтярева, 1957, 1959). Из исследованных нами 88 видов и форм эвкалиптов наибольшая антибактериальная активность была обнаружена у E. dumosa, E. occidentalis, E. laevopinea и E. Wilkinsoniana, не относящихся к числу лекарственных, так как их масла характеризуются малым содержанием цинеола (5—44%). В особенности бедно цинеолом эфирное масло левопиненового эвкалипта (5—10%), однако, по антибактериальной активности он превзошел все испытанные виды и формы. Высокую активность проявили и все испытанные формы мирта.

Все изложенное выше говорит о том, что антибактериальные, а также и лечебные свойства листьев эвкалипта и мирта обусловлены не только содержанием в них эфирного масла, как считали раньше, но, по-видимому, и содержанием в них еще каких-то веществ, обладающих высокой антибиотической активностью. Поэтому задачей наших исследований было выделить эти вещества в чистом виде и изучить их некоторые физико-химические и антибиотические свойства. В качестве объектов были взяты растения, проявившие наибольшую антибактериальную активность, мирт обыкновенный (Myrtus communis L.) и его формы—белоплодный (M. communis L. v. leucocarpa) и крупноплодный (M. communis L. v. macrocarpa), эвкалипт левопиненовый (Eucalyptus laevopinea R. T. Bak.) и эвкалипт Вилькинсона (E. Wilkinsoniana R. T. Bak.).

Испытание растительных тканей на антибактериальную активность, как нами уже сообщалось (А. П. Дегтярева, 1957 и 1959), производилось в виде водных вытяжек, приготовленных при соотношении навески и воды 1:2 для сырого материала и 1:5—1:6,5—для воздушно-сухого. Экстракты (эфирные, спиртовые и др.) испытывались в виде раствора остатка (после удаления растворителя) в 0,1N едком натре. Предварительно было установлено, что 0,1N раствор едкого натра не проявляет антибактериального действия на используемые тест-микробы.

Антибактериальная активность при изучении свойств активного начала и в процессе выделения его в чистом виде определялась методом диффузии в агаре в модификации «лунок» («колодцев»), описанной нами ранее (А. П. Дегтярева, 1957). Антибактериальное действие учитывалось путем измерения диаметра зоны полного угнетения роста тест-микроба вокруг лунки и выражалось в *мм*. Частичное угнетение, проявляющееся в виде лишь некоторого просветления вокруг лунки, отмечалось знаком ±, а наличие роста, то есть отсутствие антибактериального действия—знаком +. При изучении антибактериальных свойств выделенных веществ использовался также метод серийных разведений в жидких питательных средах. Для этого из основного раствора испытуемого вещества в спирте (разведение 1:1000) приготовлялась серия разведений в дистиллированной воде, и каждое разведение в количестве 0,2 *мл* добавлялось к 1,8 *мл* жидкой среды в пробирках. Пробирки засевались суточной культурой



тест-микроба и выдерживались в термостате. Учет результатов производился через 24 и 48 часов путем просмотра пробирок и высева на плотные среды. Бактериостатическое действие определялось по отсутствию помутнения среды и выражалось максимальным разведением антибиотического вещества, при котором наблюдалось полное угнетение роста тест-микроба. Бактерицидное действие выражалось максимальным разведением, при котором отсутствовал рост тест-микроба при высеве на плотные среды через 48 часов пребывания в термостате.

В качестве тест-микроба использовались золотистый стафилококк—Staphylococcus aureus (штамм 209) и кислотоустойчивый сапрофит—Mycobacterium штамм $B_5$, предложенный в качестве тест-микроба при изыскании и изучении новых противотуберкулезных антибиотиков. Тест-микробы выращивались при температуре 37°С на плотных средах: золотистый стафилококк—на мясопептонном агаре, микобактерия $B_5$—на среде Сотона с 2% агара. Для опытов использовалась микробная взвесь суточной агаровой культуры в изотоническом растворе (0,85% раствор хлористого натрия в дистиллированной воде), приготовленная по оптическому стандарту.

Работа проводилась в следующих направлениях:

1. Исследование антибиотических свойств различных частей растения.

2. Выделение и очистка активных веществ.

3. Изучение физико-химических и антибиотических свойств полученных веществ.

На основании ранее полученных нами данных (А. П. Дегтярева, 1957), установлено, что наибольшей антибактериальной активностью обладают листья мирта, меньшей—кора, неодревесневшие стебли, лепестки и зеленые плоды; у древесины и зрелых плодов при данных условиях опыта антибиотическая активность не обнаружена.

Аналогичные результаты опытов были получены при изучении антибактериальных свойств различных частей растения эвкалиптов. Также было выявлено, что активные вещества содержатся в сухих опадающих листьях мирта и эвкалиптов и что листья различных форм мирта обыкновенного по антибактериальной активности существенно не отличаются. Поэтому в качестве материала для изучения свойств активного начала и выделения его в чистом виде были использованы воздушно-сухие листья (смесь живых и погибших) различных форм мирта обыкновенного, собранные с растений, пострадавших от мороза. В опытах с эвкалиптами (левопиненовым и Вилькинсона) использовались воздушно-сухие листья молодых побегов, которые были собраны в июне 1955 г. в Сочинском эвкалиптарии Ботанического института Академии наук СССР.

В целях выделения активного начала в чистом виде нами изучались следующие его свойства в нативном состоянии: летучесть с водяным паром, отношение к повышенным температурам, растворимость в различных растворителях и отношение к щелочам и кислотам.

Результаты опытов по изучению свойств активного начала показали, что антибактериальные вещества листьев мирта и указанных двух видов эвкалипта обладают некоторыми аналогичными свойствами. Так, они не перегоняются с водяным паром и при отгонке эфирного масла частично переходят в отвар, частично остаются в листьях. Автоклавирование при 1 атм (120°С) в течение 20 минут незначительно снижает активность водных вытяжек из листьев мирта по отношению к золотистому стафилококку и более значительно—к микобактерии $B_5$. У водных вытяжек из листьев

эвкалиптов заметного снижения активности при стерилизации не наблюдалось (А. П. Дегтярева, 1957, 1959). Далее было установлено, что активное начало листьев эвкалиптов, подобно активному началу листьев мирта, плохо растворимо в воде, лучше в щелочах (что указывает на его кислотные свойства) и многих органических растворителях. Из водно-щелочных растворов оно осаждается при подкислении минеральными кислотами, а также при насыщении углекислотой и вновь может быть полностью извлечено растворителем. Эти свойства активного начала листьев мирта и эвкалиптов были положены в основу химического метода выделения его в чистом виде.

Сущность метода выделения активного начала из листьев мирта и эвкалипта заключалась в следующем. Из предварительно измельченных листьев активное начало извлекается растворителем. Путем обработки экстракта водной щелочью оно переводится в водно-щелочной раствор, из которого осаждается углекислотой и экстрагируется растворителем; экстракт промывается водой, сушится безводным сульфатом натрия, фильтруется, растворитель отгоняется, и остаток (или концентрат) подвергается кристаллизации из соответствующего растворителя. В качестве основного растворителя в опытах по извлечению активного начала из листьев мирта использовался петролейный эфир, обладающий в данном случае следующими преимуществами: хорошо извлекая активное начало, он меньше, чем спирт и серный эфир, извлекает из листьев другие экстрактивные вещества. Кроме этого, он обладает малой взаимной растворимостью с водой, благодаря чему при меньших потерях растворителя водно-щелочные извлечения из экстракта, а также экстракты осажденных из них активных веществ получаются более чистыми, чем в случае серного эфира, имеющего большую взаимную растворимость с водой.

Опыты по сравнительному извлечению активного начала из листьев эвкалипта петролейным эфиром, серным эфиром и их смесью из равных объемов (1:1) показали, что петролейный эфир хуже извлекает активное начало из листьев эвкалиптов, чем серный эфир или смесь эфиров. Поэтому извлечение активных веществ из листьев эвкалиптов производилось серным эфиром. Затем, учитывая отмеченные выше недостатки серного эфира и преимущества петролейного, полученный серно-эфирный экстракт концентрировался до $^1/_5$—$^1/_6$ первоначального объема и разбавлялся равным объемом петролейного эфира. Выпавшие при этом в осадок вещества, оказавшиеся практически неактивными, отфильтровывались с промыванием на фильтре смесью эфиров.

В целях выбора метода экстракции для извлечения активного начала из листьев мирта было произведено сравнительное испытание метода мацерации (прерывная экстракция на холоду), перколяции (непрерывная экстракция) без настаивания, перколяции с предварительным настаиванием и экстракции в аппарате Сокслета. Полученные данные по выходу и активности веществ, выделенных при различных методах экстракции, приведены в таблице 1.

Как следует из приведенных данных, извлечение активного начала методами мацерации и перколяции заметно не отличаются как по выходу, так и по активности полученных веществ; извлечение же экстракцией в аппарате Сокслета отличается как меньшим выходом, так и более низкой их активностью, что вызвано, вероятно, уже отмеченной ранее некоторой термолабильностью активного начала. Поэтому извлечение активных веществ из листьев производилось методом мацерации при 4—5-разовом настаивании с новыми порциями растворителя. Полнота извлечения активного начала из листьев контролировалась микробиологическим методом определения активности.



*Таблица 1*

**Выход и активность действующего начала из листьев мирта при различных методах извлечения**

| Метод экстракции | Выход вещества в % | Активность вещества (диаметр зоны угнетения в мм) | | Примечание |
|---|---|---|---|---|
| | | золотистый стафилококк | микробактерия $B_5$ | |
| Мацерация | 0,253 | 21 | 29 | Кристаллизация быстрая, в процессе растворения в спирте. |
| Перколяция без настаивания | 0,232 | 21 | 29 | |
| Перколяция с настаиванием | 0,234 | 22 | 30 | |
| Экстракция в аппарате Сокслета | 0,200 | 20 | 27 | Кристаллизация медленная. |

Извлечение активных веществ из экстракта первоначально производилось 0,1 N едким натром. Затем для отделения кислотных и фенольных фракций выделение активного начала из экстракта было произведено последовательно 0,1N растворами двууглекислого, углекислого и едкого натра. При этом для всех трех объектов—мирта и двух видов эвкалипта—были получены аналогичные результаты, показавшие, что двууглекислый натрий плохо извлекает активные вещества; лучше, но не полностью извлекает углекислый и полностью—едкий натрий. Поэтому в дальнейших опытах извлечение активных веществ из экстракта производилось последовательно углекислым и едким натром.

Полнота выделения активного начала из экстракта контролировалась двумя методами: микробиологическим (определение активности) и химическим (реакция осаждения при подкислении пробы водно-щелочного извлечения 5% соляной кислотой). В конце извлечения щелочные растворы получаются бесцветными и при подкислении соляной кислотой наблюдается лишь слабое помутнение без образования осадка, что указывает на полноту извлечения. Водно-щелочные растворы активных веществ очищались от эмульсии фильтрованием через влажный бумажный фильтр или экстрагированием небольшими порциями петролейного эфира и насыщались углекислотой в присутствии растворителя. Осажденные углекислотой активные вещества окончательно извлекались петролейным эфиром, что контролировалось по исчезновению мути в водном слое и окраски—в эфирном, а также микробиологическим методом. Экстракт активных веществ промывался водой, сушился безводным сульфатом натрия, фильтровался, и эфир отгонялся на водяной бане. Кристаллизация активных веществ производилась или непосредственно из петролейно-эфирных концентратов или из других растворителей (спирта, уксусной кислоты).

По разработанной методике из листьев мирта были получены в кристаллическом виде две фракции антибиотически активных веществ. Одна из них, № 111, представляет собой вещество с выраженными кислотными свойствами, так как выделяется из экстракта карбонатом натрия. Другая, № 112, извлекающаяся из экстракта едким натром, может быть отнесена к веществам фенольного характера. В последующих опытах, в процессе очистки первой фракции перекристаллизацией из спирта, вещество № 111 было разделено на два: одно, трудно растворимое в спирте, кри-

сталлическое лимонно-желтого цвета (№ 111-1) и другое, выделенное из спиртового маточника, хорошо растворимое в спирте (№ 111-2). Последнее представляет собой аморфный порошок белого цвета с зеленовато-желтым оттенком. После обработки небольшими порциями петролейного эфира (при подогреве) вещество 111-2 получалось в виде белого порошка. Из раствора в смеси серного и петролейного эфира оно было получено в кристаллическом виде. Фракция фенольных веществ на основании различной их растворимости в растворителях также была разделена на два вещества: 112—кристаллическое, зеленовато-желтого цвета и 113—аморфный белый порошок. Таким образом, из листьев мирта было выделено четыре антибактериальных вещества, названные нами препаратами №№ 111-1, 111-2, 112 и 113.

Вещества, выделенные по указанной методике из листьев эвкалиптов, очищались путем перекристаллизации из смеси равных объемов серного и петролейного эфира. Полученные в процессе выделения фракции вещества оказались идентичными по внешнему виду, температуре плавления, реакции с хлорным железом и антибактериальной активности. Поэтому можно полагать, что из листьев эвкалиптов выделено по одному веществу: из левопиненового эвкалипта—№ 115, из эвкалипта Вилькинсона—№ 116.

Суммарный выход веществ из воздушно-сухих листьев в наших опытах составлял: у мирта около 0,4%, левопиненового эвкалипта — 0,6%, эвкалипта Вилькинсона—0,3%.

В качестве контроля химического метода выделения активных веществ был использован хроматографический метод на колонке с окисью алюминия. Разделение производилось методом жидкой хроматограммы (разделение в «фильтрате»). Промывание колонки производили сначала петролейным эфиром (2 фракции), затем хлороформом (4 фракции). Из наиболее активных хлороформенных фракций при кристаллизации из спирта было получено порошкообразное вещество, бледно окрашенное в зеленовато-желтый цвет. По своим свойствам—растворимости в щелочи, осаждению из водно-щелочных растворов кислотой, реакции с хлорным железом (синее окрашивание, переходящее в бурое) и по антибактериальной активности (методом серийных разведений)—оно оказалось идентичным суммарному веществу, выделенному из экстракта едким натром. В дальнейшем антибиотические вещества из листьев мирта и эвкалиптов выделялись химическим методом.

Изучение физико-химических свойств выделенных веществ производилось в целях их идентификации и выявления функциональных групп, обусловливающих антибиотические свойства. Исходя из этого, нами исследовались следующие свойства: температура плавления, растворимость в различных растворителях, кислотное число, число омыления, число омыления после ацетилирования, характерные цветные реакции (с хлорным железом и концентрированной серной кислотой), восстановительные свойства (обесцвечивание перманганата калия) и некоторые другие.

Температура плавления определялась в капиллярах; кислотное число—титрованием спиртового раствора исследуемых веществ 0,1 N спиртовым раствором едкого калия; число омыления—омылением 0,1 N или 0,5 N едким калием в спиртовой среде. Ацетилирование производилось уксусным ангидридом в присутствии плавленного уксуснокислого натрия.

Результаты изучения физико-химических свойств показали, что вещество 111-1 извлекается из петролейно-эфирного раствора карбонатом и даже бикарбонатом натрия, что указывает на его явно выраженные кислотные свойства. При кристаллизации из спирта или петролейного эфира оно представляет собой кристаллический порошок лимонно-желтого цвета с температурой плавления 173—175°С (с частичным разложением—



побурение сплава), практически не растворимый в воде, очень хорошо растворимый в хлороформе, хорошо—в четыреххлористом углероде, хуже—в ацетоне, серном эфире, амилацетате, плохо—в этилацетате и бутаноле и трудно—в этиловом спирте. Спиртовый раствор его с хлорным железом дает положительную цветную реакцию—синее окрашивание, переходящее через фиолетовое в бурое. Однопроцентный раствор вещества в серной кислоте имеет зеленовато-желтую окраску. Это вещество отличается значительной стабильностью и термостабильностью как при хранении в сухом чистом виде, так и в виде водных суспензий и растворов. Близкие значения кислотного числа (161,3) и числа омыления (0,5 N едким калием) (179,0), а также высокое число омыления продукта ацетилирования, полученного в кристаллическом виде (555,7), указывает на наличие в молекуле свободных гидроксильных групп, возможно, фенольного характера.

Вещество 111-2, извлекающееся из петролейно-эфирного раствора карбонатом и бикарбонатом натрия и, следовательно, также обладающее кислотными свойствами, получено в виде белого порошка с температурой плавления 161—162°С; вещество практически не растворимо в воде и в отличие от вещества 111-1 плохо растворимо в петролейном эфире, лучше—в спирте, хорошо—в серном эфире, ацетоне, бутаноле, этилацетате и очень хорошо—в амилацетате. С хлорным железом не дает характерной цветной реакции. Раствор в серной кислоте имеет ярко-желтую окраску. Данные определения кислотного числа (82,1), числа омыления (162,3), числа омыления после ацетилирования (273,2) позволяют полагать, что, наряду со свободными гидроксильными группами, имеются и связанные.

Вещество 112 извлекается из экстракта едким натром и обладает более выраженными фенольными свойствами. Это кристаллический порошок зеленовато-желтого цвета с температурой плавления 184—185°С, практически не растворимый в воде, лучше растворимый в петролейном, чем в серном эфире и спирте. С хлорным железом дает красно-бурое окрашивание. Раствор в серной кислоте имеет зеленовато-желтую окраску. Данные определения кислотного числа (81,9), числа омыления (89,1) и числа омыления после ацетилирования (231,8) позволяют полагать наличие в молекуле свободных гидроксильных групп, возможно, фенольного характера.

Вещество 113 также извлекается из экстракта едким натром и в отличие от вещества 112 лучше растворимо в серном эфире и спирте, чем в петролейном эфире. Это порошок белого цвета с температурой плавления 173—174°С. С хлорным железом характерной цветной реакции не дает. Раствор препарата в серной кислоте имеет зеленовато-желтую окраску. Вещество 113 отличается меньшей стабильностью в водно-щелочных растворах.

Следует отметить, что растворимость, как и температура плавления веществ, сильно варьирует в зависимости от растворителя, взятого для кристаллизации или обработки. Так, например, вещество 111-2, выделенное из спиртового маточного раствора в виде аморфного порошка, более легко растворимо в спирте и имеет более низкую температуру плавления (с выделением пузырьков), чем это же вещество, дополнительно обработанное петролейным эфиром. Возможно, здесь имеет место образование кристаллогидратов и сольватов. Аналогичные явления наблюдались и с веществом 111-1.

Вещество 115 извлекается из экстракта карбонатом и едким натром. Это кристаллический порошок бледно-желтоватого цвета, практически не растворимый в воде, хорошо растворимый в серном эфире и спирте, плохо—в петролейном эфире. Температура плавления его 180—182°С. С хлорным железом дает слабое оранжево-красное окрашивание, постепенно

усиливающееся. Раствор его в серной кислоте имеет желтовато-зеленую окраску.

Вещество 116 извлекается из экстракта карбонатом натрия. Это порошок бледно-желтоватого цвета с температурой плавления 172—174°С практически не растворимый в воде, хорошо растворимый в серном эфире и спирте, хуже—в петролейном эфире. С хлорным железом дает быстро появляющееся черно-фиолетовое окрашивание.

Вещества из эвкалиптов—115 и 116—отличаются от веществ из мирта своей неустойчивостью в щелочных растворах. В сухом чистом виде и в кислой среде они, подобно веществам из мирта, могут храниться продолжительное время без особых изменений. При хранении же щелочных растворов наблюдается резкое снижение активности до полного исчезновения и изменение цвета раствора от почти бесцветного до розово-малинового.

Анализируя данные физико-химических свойств, можно видеть, что антибиотические препараты, выделенные из листьев мирта и эвкалиптов, представляют собой кристаллические вещества кислотного или фенольного характера. Так, подобно кислотам, одни из них (111-1, 111-2, 115, 116) образуют соли при воздействии на эфирный раствор карбоната и даже бикарбоната натрия. При пропускании сухого аммиака в эфирный раствор веществ выпадают осадки, по-видимому, аммонийных солей, которые на воздухе быстро разлагаются с выделением аммиака, что характерно для слабых кислот. Подобно фенолам, вещества выделяются углекислотой в свободном виде из водных растворов солей. По данным числа омыления после ацетилирования, а для некоторых из них и по положительной цветной реакции с хлорным железом, можно предполагать наличие гидроксильных групп, возможно, фенольного характера.

Все препараты в спиртовых и водно-щелочных растворах обесцвечивают перманганат калия, что указывает на их восстановительные свойства. Элементарный качественный анализ веществ из мирта на содержание азота, серы, фосфора и хлора дал отрицательные результаты.

На основании предварительных данных по изучению физико-химических свойств антибактериальных веществ, выделенных из листьев мирта и эвкалиптов, их можно отнести к классу феноло-кислот или полифенолов, возможно, дубильных веществ, ближе не исследованных. Антибактериальная активность их обусловливается, по-видимому, наличием активных гидроксильных групп фенольного характера. Последнее находит свое подтверждение в том, что полученные нами кристаллические продукты ацетилирования активностью не обладали, а после омыления продукта ацетилирования активность вновь появлялась.

При изучении антибактериальных свойств выделенных веществ мы исходили из того, что в случае применения их в качестве антибиотических препаратов для терапевтических и других целей будут сказываться условия среды (кровь, эксудат, гной и др.) с различными значениями pH и содержанием нативных белков. Поэтому антибактериальная активность выделенных веществ изучалась в зависимости от различных значений pH среды, содержания нативных белков и микробной нагрузки.

Влияние pH среды на активность выделенных веществ изучалось в отношении золотистого стафилококка методом серийных разведений в жидких средах с различным значением pH (6,6; 7,2; 7,6). Полученные результаты приведены в таблице 2.

Как видно из приведенных данных, в кислой среде (pH 6,6) антибактериальная активность веществ выше, а с повышением pH до 7,6 она резко снижается, причем в большей степени у веществ 111-1 и 113 и в меньшей—у препарата 111-2.



*Таблица 2*

**Антибактериальная активность препаратов из мирта и эвкалиптов при различных значениях pH среды (выражена в разведениях)**

| Вещество | Действие | pH среды | | | Снижение активности в интервале pH 6,6—7,6 (в %) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 6,6 | 7,2 | 7,6 | |
| 111-1 | БС | 1:1000000 | 1:300000 | 1: 50000 | 95 |
| | БЦ через 48 час. | 1: 750000 | 1:100000 | 1: 50000 | 93 |
| | БЦ через 75 дн. | 1: 750000 | 1:100000 | 1: 50000 | 93 |
| 111-2 | БС | 1:1000000 | 1:500000 | 1:400000 | 60 |
| | БЦ через 48 час. | 1: 500000 | 1:400000 | 1:200000 | 60 |
| | БЦ через 75 дн. | 1: 500000 | 1:400000 | 1:200000 | 60 |
| 113 | БС | 1: 500000 | 1:300000 | 1: 50000 | 90 |
| | БЦ через 48 час. | 1: 200000 | 1:100000 | 1: 50000 | 75 |
| | БЦ через 75 дн. | 1: 200000 | 1:100000 | 1: 50000 | 75 |
| 115 | БС | 1: 750000 | 1:400000 | 1:300000 | 60 |
| | БЦ через 48 час. | 1: 500000 | 1:200000 | 1:100000 | 80 |
| | БЦ через 75 дн. | 1: 500000 | 1: 75000 | <1:50000 | > 90 |
| 116 | БС | 1: 750000 | 1:360000 | 1:200000 | 73 |
| | БЦ через 48 час. | 1: 300000 | 1:150000 | 1: 75000 | 75 |
| | БЦ через 75 дн. | 1: 300000 | 1: 75000 | 1:50000 | > 83 |

БС — бактериостатическое действие.
БЦ — бактерицидное.

В отличие от веществ, выделенных из мирта, у веществ из эвкалиптов наблюдалось значительное снижение активности в нейтральной и полное исчезновение ее в щелочной среде (pH 7,6) при хранении опытных пробирок в течение 75 дней. Это можно объяснить уже отмеченной ранее лабильностью веществ 115 и 116 при хранении их в щелочной среде. При низком значении pH (6,6) все препараты обладали высоким

бактериостатическим и бактерицидным действием на золотистый стафилококк.

Влияние нативных белков на антибактериальную активность веществ изучалось методом серийных разведений в жидких питательных средах с добавлением 5, 10, 15 и 20% кровяной сыворотки и методом диффузии в агаре. В опытах с диффузией сыворотка крови добавлялась в количестве 80—100% к водному раствору калийных солей изучаемых веществ, а при испытании влияния цельной крови последняя добавлялась к плотной питательной среде в количестве 16,6%. Результаты, полученные в опытах с диффузией, приведены в таблице 3.

*Таблица 3*

**Антибактериальная активность веществ из мирта в присутствии крови и кровяной сыворотки (выражена диаметром зоны угнетения в *мм*)**

| Опыт | Условия опыта | Золотистый стафилококк | | | | Микобактерия $B_5$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 111-1 | 111-2 | 112 | 113 | 111-1 | 111-2 | 112 | 11 |
| 1 | Контроль. Среда без крови | 20 | 20 | 15 | 20 | 23 | 24 | 23 | 27 |
| | Среда—16,6% крови | 14 | 10 | 10 | 13 | 13 | 10 | 13 | 15 |
| 2 | Контроль: Раствор препарата без сыворотки | 18 | 18 | 16 | 18 | — | — | — | — |
| | С 80% кроличьей сыворотки | 15 | 12 | 10 | 15 | — | — | — | — |
| 3 | Контроль. Раствор препарата в воде | 20 | 17 | 14 | 19 | 20 | 24 | 22 | 30 |
| | В 100% сыворотке человеческой крови | 16 | + | ±14 | 16 | + | + | 15 | 23 |

В результате этих опытов оказалось, что при наличии в жидкой питательной среде 5% сыворотки крови антибиотическая активность веществ 111-1, 111-2, 113, 115, 116 снижалась на 87—92%, а у вещества 112—на 28%. Увеличение количества сыворотки в питательной среде до 20% снижало активность веществ на 96—98%, у вещества 112—на 57%. При добавлении 16,6% крови в питательный агар (метод диффузии) зоны угнетения роста золотистого стафилококка уменьшились на 7—10 *мм*, а микобактерии $B_5$—на 10—14 *мм* по сравнению с контролем. Добавление к раствору вещества 80% кровяной сыворотки уменьшало зоны угнетения золотистого стафилококка, по сравнению с контролем, на 3—6 *мм*. Полная потеря активности наблюдалась только у веществ 111-1 и 111-2 в случае растворения их солей в 100% сыворотке.

Сравнительное определение активности выделенных веществ и эфирных масел показало, что антибактериальная активность веществ в отношении стафилококка значительно выше активности миртового и эвкалиптового масла. В то время как миртовое и эвкалиптовое эфирные масла действуют бактериостатически при разведениях 1 : 2000—1 : 8000, выделенные нами вещества проявляют бактериостатическое действие в разведениях 1:80000 — 1:1400000 и бактерицидное—при разведениях 1:60000—1:1000000.



Антибактериальный спектр веществ, выделенных нами из мирта, определен в Институте антибиотиков. Данные института приведены в таблице 4.

*Таблица 4*

**Антибактериальный спектр препаратов из мирта обыкновенного**

| Название микроба | Максимальные разведения, обладающие бактериостатическим действием | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 111-1 | 111-2 | 112 | 113 |
| B. anthacoides | 1 : 640000 | 1 : 800000 | 1 : 160000 | 1 : 400000 |
| Mycobact. $B_5$ | 1 : 1280000 | 1 : 640000 | 1 : 80000 | 1 : 320000 |
| Staphylococcus 209 P | 1 : 640000 | 1 : 800000 | 1 : 40000 | 1 : 640000 |
| Staphylococcus 209 P. резист. к пенициллину | 1 : 640000 | 1 : 800000 | 1 : 80000 | 1 : 1280000 |
| Staphylococcus 209 P. резист. к стрептомицину | 1 : 640000 | 1 : 800000 | 1 : 40000 | 1 : 640000 |
| Staphylococcus 209 P. резист. к ауреомицину | 1 : 640000 | 1 : 800000 | 1 : 20000 | 1 : 640000 |
| Staphylococcus 209 P. резист. к преп. 41-12 | 1 : 640000 | 1 : 800000 | 1 : 160000 | 1 : 800000 |
| B. typhi abdom. | не активен | не активен | не активен | не активен |
| B. Paratyphi A. | " | " | " | " |
| B. Paratyphi B. | " | " | " | " |
| B. dysent. Hiss. Flexner'a | " | " | " | 1 : 20000 |
| B. diphtheriae | " | " | " | не активен |
| Proteus vulgaris | " | " | " | " |
| B. coli | " | " | " | " |
| B. pyocyaneum | " | " | " | " |
| Связывание нормальной лошадиной сыворотки 25% | 1 : 20000 | 1 : 10000 | 1 : 10000 | 1 : 10000 |

Как видно из данных таблицы 4, препараты обладают одинаковым антибактериальным спектром. Проявляя высокую активность в отношении грамположительных микробов, они практически не оказывают действия на грамотрицательные. Антибактериальное действие веществ 111-1 и 111-2 на различные виды грамположительных микробов, в том числе и кислотоустойчивые микобактерии (штамм $B_5$), проявляется в разведениях 1 : 640000 — 1 : 1280000; вещество 113 обладает несколько меньшей активностью — 1:320000 — 1:1280000. Наименее активным оказалось вещество 112. Его антибактериальное действие проявилось в разведениях 1 : 20000—1 : 160000. Представляет интерес выявленная высокая активность веществ в отношении штаммов золотистого стафилококка, устойчивых к пенициллину, стрептомицину, ауреомицину и антибактериальному препарату 42-12, а также кислотоустойчивой микобактерии $B_5$ и представителя спороносной микрофлоры Bac. anthracoides. По нашим данным, вещества 111-1 и 111-2 действуют на микобактерию штамм $B_5$ бактериостатически в разведениях 1 : 800000—1 : 1000000 и бактерицидно—в разведениях 1 : 400000—1 : 800000.

Высокое антибактериальное действие выделенных веществ на туберкулезную палочку, сибиреязвенную палочку (вакцинный штамм

СТИ), дифтерийную и некоторые другие установлено В. Я. Починок — ассистентом кафедры микробиологии Киевского медицинского института.

Заслуживает большого внимания также выявленное нами бактериостатическое и бактерицидное действие выделенных из мирта веществ на следующие фитопатогенные бактерии: Corynebacterium michiganense (возбудитель бактериального рака томатов, грамположительная) и Pseudomonas andropogoni (возбудитель заболевания сорго, грамотрицательная), а также на представителя спороносных микробов—Bac. mesentericus vulgatus (возбудитель заболевания тыквенных, кукурузы и свеклы при кагатном хранении—«кагатная гниль»), что видно из данных, приведенных в таблице 5.

*Таблица 5*

**Бактериостатическое и бактерицидное действие веществ из мирта на фитопатогенные бактерии (выражено в разведениях)**

| Вид микроорганизма | III-1 | | III-2 | |
|---|---|---|---|---|
| | бактерио-статическое | бактери-цидное | бактерио-статическое | бактери-цидное |
| Corynebacterium michiganense | 1 : 800000 | 1 : 600000 | 1 : 800000 | 1 : 600000 |
| Pseudomonas andropogoni | 1 : 500000 | < 1 : 400000 | 1 : 600000 | 1 : 400000 |
| Bac. mesentericus vulgatus | 1 : 800000 | < 1 : 400000 | 1 : 600000 | < 1 : 400000 |

Следует отметить, что вещества III-1 и III-2, обладая избирательным действием на грамположительные патогенные бактерии, оказались активными и в отношении грамотрицательной фитопатогенной бактерии Pseudomonas andropogoni.

Для изучения действия выделенных антибиотических веществ III-1 и III-2 в опытах in vivo на животных и растениях получены их активные водорастворимые натриевые соли. В основу метода получения этих солей был положен принцип метода Е. И. Моисеевой (1957), предложенного для приготовления натриевой соли усниновой кислоты.

Полученные данные по изучению свойств выделенных веществ представляют как теоретический, так и практический интерес и указывают на необходимость дальнейшего изучения фармакологических и терапевтических свойств препаратов и их химической природы.

## ВЫВОДЫ

1. Разработан метод выделения антибиотических веществ из листьев мирта и эвкалиптов. В основу метода положены свойства активных веществ давать водорастворимые соли и осаждаться из водных растворов углекислотой.

2. По указанному методу из листьев различных форм мирта (Myrtus communis) выделено четыре кристаллических вещества (III-1, III-2, 112, 113) из листьев эвкалиптов — Eucalyptus laevopinea и E. Wilkinsoniana Bak.—по одному (115 и 116). Вещества III-1 и III-2 получены также в виде водорастворимых натриевых солей.

3. Выделенные вещества обладают феноло-кислотными свойствами и отличаются по температуре плавления, цветной реакции с хлорным железом и концентрированной серной кислотой, кислотному числу, числу омыления, числу омыления после ацетилирования, а также по антибактериальной активности.



4. В опытах in vitro вещества проявляют высокую антибактериальную активность в отношении патогенных для человека и растений грамположительных неспоровых бактерий: различных штаммов золотистого стафилококка, устойчивых к другим антибиотикам, микобактерии $B_5$, туберкулезных и дифтерийных бактерий. Они оказывают также высокое действие на спороносные палочки—антракоид, сибиреязвенную и возбудителя «кагатной гнили».

5. Вещества не проявили антибактериального действия на грамотрицательные патогенные и непатогенные бактерии—возбудителя брюшного тифа и паратифов А и В, бактерии дизентерии Флекснера, а также на кишечную палочку и вульгарного протея.

6. Антибактериальная активность веществ изменяется в зависимости от pH среды и присутствия нативных белков. В кислой среде (pH 6,6) она выше, а с повышением pH до 7,6 — резко снижается. Также значительно снижается активность в присутствии крови и кровяной сыворотки.

7. Проведенными исследованиями доказано, что в листьях различных форм мирта обыкновенного и эвкалиптов левопиненового и Вилькинсона содержатся вещества феноло-кислотного характера, которые по своему антибактериальному действию в 14—500 раз активнее эвкалиптового и миртового эфирных масел.

## ЛИТЕРАТУРА


Алиев М. А. Лечение гнойных заболеваний отваром эвкалипта. Москва, Медгиз, 1950.

Дегтярева А. П. Об антибиотических свойствах мирта обыкновенного. Бюллетень научно-технической информации Гос. Никитского ботанического сада, № 3—4, 1957, стр. 64—68.

Дегтярева А. П. Об антибактериальных свойствах эвкалиптов. Труды Гос. Никитского ботанического сада, том. XXX, 1959, стр. 46—51.

Изюмов Г. И. Протистоцидные свойства фитонцидов миртоцветных. Сб. Фитонциды, их роль в природе и значение для медицины, Изд. АМН СССР, М., 1952, стр. 109—113.

Коваленок А. В. и Здруйковская А. И. Результаты поисков новых фитонцидоносителей. Сб. Биологические антисептики. Томск, 1946, стр. 101 — 126.

Моисеева Е. Н. Натриевая соль усниновой кислоты (препарат бинан), ее получение физико-химические свойства и методы исследования. Новый антибиотик бинан или натриевая соль усниновой кислоты, Изд. АН СССР, М., Л., 1957.

Родина В. Я. О фитонцидах эвкалиптов. Сб. Фитонциды, их роль в природе, Изб. доклады 2-го совещания по проблеме фитонцидов, Изд. Ленингр. Универс., 1957, стр. 32.

Рутовский Б. Н. и Виноградова И. В. О составе кавказских эвкалиптовых масел. Тр. научн. химико-фармацевт. института, в. 17, 1927, стр. 39—60.

Токин Б. П. О роли фитонцидов в природе. Сб. Фитонциды, их роль в природе, Изд. Ленингр. Универс., 1957.

Шасс Е. Ю. Фитотерапия. М., 1952, стр. 204.

Янович Т. Д., Габрилович А. Б., Корницкая Н. В. и Корчетьян О. Н. Фитонциды эвкалипта и их действие на возбудителя туберкулеза. Сб. Фитонциды в медицине, Изд. АН УССР, Киев, 1959, стр. 111—118.

Hegi G. Illustrirte Flora von Mittel—Europa, b. V. teil 2, 1926.

Икономов П., Николаев П., Бойчиков А. Лечебные растения. София, 1947, стр. 287.

*A. P. DEGTYAROVA*

## ANTIBIOTIC SUBSTANCES OF MYRTLE (Myrtus communis L.) AND EUCALYPTI (Eucalyptus laevopinea R. T. Bak. and E. Wilkinsoniana R. T. Bak.)


### SUMMARY

Crystalline substances of acidic or phenolic character having different both physico-chemical properties and antibiotic activity were isolated from leaves of Myrtus communis L. Eucalyptus laevopinea R. T. Bak. and E. Wilkinsoniana R. T. Bak. In experiments in vitro they show bacteriostatic and bactericidal effect (in dilutions 1:20000—1:1280000) on various stamms of Staphylococcus aureus, resistant to penicillin, streptomycin and aureomycin, Mycobact. $B_5$, Mycobact. tuberculosis, Bact. michiganense, Bac. mesentericus and others. These substances, however, did not show any antimicrobial action against Bact. coli, B. Typhi abdominalis, B. paratyphi A. and B. B. pyocyaneum and others, and on fungi Candida and Fusarium as well.


*А. С. КОВЕРГА, С. Г. МАЛЯРЕНКО, В. М. СПЕКТОРЕНКО.*

## К ВОПРОСУ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛИМОННОЙ ПОЛЫНИ (ARTEMISIA BALCHANORUM KRASCH.) В КРЫМСКОЙ И ДРУГИХ ОБЛАСТЯХ ЮГА УКРАИНЫ

Изучение дикорастущих растений в целях изыскания новых источников эфиромасличного сырья для нужд парфюмерной, пищевой и других отраслей промышленности показало, что ряд видов полыней представляет значительный интерес для практического использования естественных зарослей и введения в культуру.

Эфирные масла Artemisia santolinaefolia, A. serotina, A. annua, A. arenaria, A. frigida, A. Kryloviana, A. Lehmaniana, A. Meyeriana, A. persica и некоторых других видов применяются или могут найти применение для отдушки туалетного мыла и синтетических моющих средств и являться весьма ценными для указанного вида использования ввиду их высокой бактерицидности.

Эфирные масла Artemisia scoparia, A. scoparioides, A. Sosnowskyi, A. badghysi, A. balchanorum по заключению парфюмеров пригодны для производственного применения в ряде парфюмерных изделий или могут служить источником получения весьма ценных душистых веществ с ароматом фиалки, бергамота, ландыша, лилии, розы.

Из названных видов полыней большой интерес для введения в культуру представляет Artemisia balchanorum—лимонная полынь, описанная в качестве особого вида И. М. Крашенинниковым из гор Большие Балханы (Туркменская ССР). Впоследствии этот вид был найден и в других предгорных районах Среднеазиатских республик.

Изучение химического состава эфирного масла этой полыни (Р. Я. Рафанова, 1944) показало, что она представляет большой интерес для парфюмерно-косметической и пищевой промышленности, так как содержит до 16% цитраля, до 35% гераниола и, что особенно важно,— до 50% линалоола, при общем выходе эфирного масла от 0,8 до 1,0% на сухой вес.

Столь высокое содержание левовращающего линалоола, при сравнительно высоком выходе эфирного масла и урожае зеленой массы позволяет, по данным Главпарфюмера, получить с 1 *га* промышленной плантации лимонной полыни такое количество линалоола, какое в настоящее время получается с 20 *га* кориандра (Coriandrum sativum L.), который является пока основным источником его промышленного получения.

Еще более важным является то, что все указанные компоненты эфирного масла лимонной полыни не только могут быть легко разделены и

использованы в промышленности каждый в отдельности, но их, вероятно, окажется возможным перевести почти полностью в цитраль, являющийся весьма ценным и дефицитным промышленным сырьем.

Ценные свойства лимонной полыни и первые положительные результаты введения ее в культуру Среднеазиатской зональной опытной станцией в Таджикской ССР определяют актуальность выяснения возможности возделывания этой перспективной технической культуры за пределами естественного ареала произрастания, в частности, в южной зоне Европейской части СССР.

Исследования Б. И. Ивановой (1957 г.) в Ботаническом саду Молдавского филиала АН СССР показали возможность выращивания лимонной полыни в центральных и южных районах Молдавии. По данным этих исследований, ранневесенний бороздовой посев семян в полевых условиях, с последующим прикатыванием, обеспечивает дружные всходы и получение урожая зеленой массы в условиях Молдавии в первый год вегетации до 85 *ц* с 1 *га* с содержанием эфирного масла от 0,929 до 1,795% на абсолютно сухой вес. На второй год вегетации содержание эфирного масла составило 1,518%. Эти данные указывают на перспективность возделывания лимонной полыни в новых районах.

Однако наши опыты показали, что посев семян в полевых условиях, дающий в Таджикистане и Молдавии хорошие результаты, в условиях Крыма и Херсонской области дает чрезвычайно изреженные всходы, вследствие чего создание промышленных плантаций в этой зоне требует всестороннего изучения биологии и разработки вопросов агротехники лимонной полыни применительно к почвенно-климатическим условиям новых районов.

Задачей настоящей работы являлось выяснение возможности возделывания лимонной полыни в Крыму и других южных областях Украины и в связи с этим изучение роста и развития, зимовыносливости, урожайности и накопления эфирного масла. Изучались также вопросы биологии цветения и опыления, созревания и сохранения всхожести семян и основные вопросы агротехники этой новой технической культуры.

Исследования проводились на опытных участках Отдела технических культур и в лаборатории физиологии и биохимии Государственного Никитского ботанического сада, а также на участках географического испытания в Бахчисарайском эфиромасличном совхоз-заводе (на мергелистых почвах), в отделении степного садоводства Никитского сада в с. Гвардейское Симферопольского района (на каштановых почвах) и Сокологорненском совхозе Херсонской области (на южных черноземах).

В работе принимали участие старший лаборант Вязов А. А. и старшие техники Полиенко О. А. и Смолянская Г. И.

Опыты по выращиванию лимонной полыни были начаты в 1954 г. посевом семян репродукции Среднеазиатской опытной станции (Пахтаабад, Таджикской ССР), от которой семена были получены повторно также и в 1955 г. Впоследствии опытные посевы производились семенами своей репродукции.

Эти разведочные опыты показали, что во всех указанных пунктах географического испытания лимонная полынь может успешно расти, давать хороший урожай зеленой массы и выход эфирного масла уже в первый год вегетации, остается в этих новых условиях произрастания многолетним полукустарником и может обеспечивать продуктивность в течение ряда лет, что указывает на перспективность внедрения ее в промышленное растениеводство юга Украины.



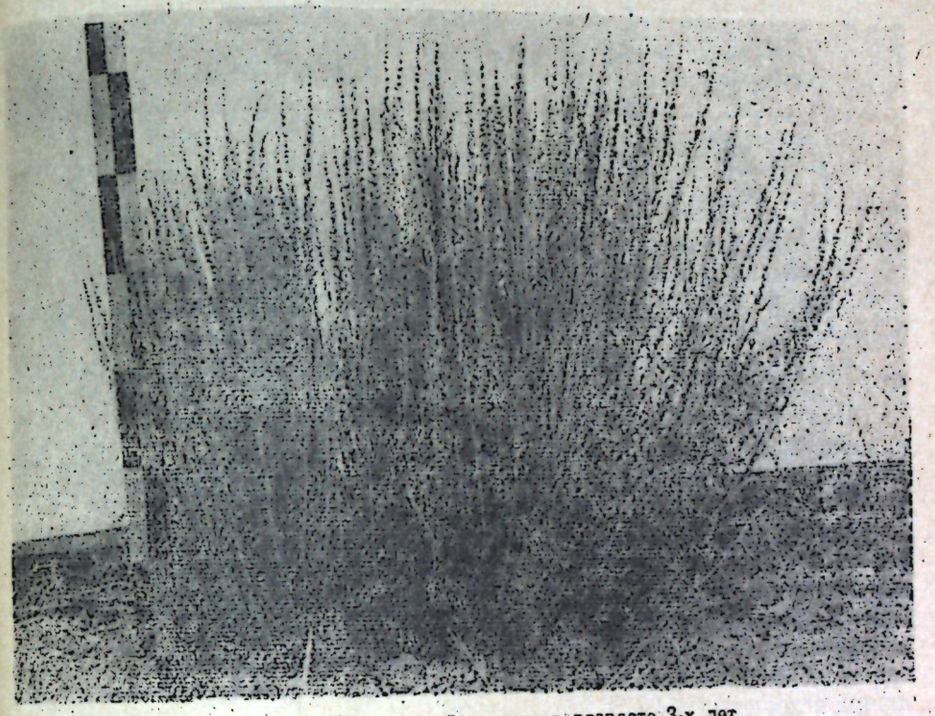


Фото 1. Куст лимонной полыни в возрасте 3-х лет.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### Изучение прорастания семян

Ввиду выявившихся трудностей выращивания растений лимонной полыни в полевых условиях посевом семян, был проведен ряд опытов по изучению условий и энергии прорастания семян, их предпосевной обработке, глубине заделки и сроков посева.

Предварительно было установлено, что прорастание семян при комнатной температуре начинается на 3—4 день после их увлажнения и что основная масса семян прорастает в течение 10 дней.

Было также установлено, что семена, полученные нами от Среднеазиатской зональной опытной станции репродукции 1953 года, имели всхожесть 42%, репродукции 1954 года—57%, а семена нашей репродукции 1955 и 1956 гг. имели всхожесть около 93%.

Опыты по предпосевной обработке семян репродукции Среднеазиатской опытной станции в целях выяснения возможности повышения их всхожести путем стратификации или прогревания проводились при 4-кратной повторности на семенах со всхожестью 42%.

Проращивание семян после стратификации и прогревания проводилось при +8 до +12°С на фильтровальной бумаге. В повторности бралось 100 шт. семян.

В таблице № 1 приведены данные по всхожести семян лимонной полыни после стратификации при t°=+1, +2°С в течение 10, 20 и 30 дней и при прогревании в течение 1 часа при +70°С.

Данные таблицы показывают, что всхожесть семян при стратификации и при прогревании снижается, что происходит, по-видимому, вследствие истощения запасов питательных веществ в набухших семенах при пониженных температурах и вследствие потери всхожести частью семян

*Таблица 1*

| Прорастание семян в % | | | | |
|---|---|---|---|---|
| стратификация 10 дней | стратификация 20 дней | стратификация 30 дней | прогревание 1 час +70°С | контроль |
| 5% | 5% | 3% | 27% | 42% |

при +70°. Последнее подтверждено тем, что прогревание в течение 2-х часов при этой температуре полностью убивает семена.

Опыты по выяснению оптимальной температуры прорастания семян лимонной полыни проводились при различных температурах на фильтровальной бумаге, почвенном и песчаном субстратах в течение 15 дней.

Для опытов были взяты семена нашей репродукции со всхожестью 93%. Повторность опытов 4-кратная. В повторности 100 шт. семян.

Полученные результаты показали, что при температуре +2 до +4°С прорастает не более 3% семян, при +8 до +12°С проросло 86%, при +18 до +24°С—58%, при +30°С—26%. Непроросшие семена оказались разложившимися или ненабухшими.

Эти данные указывают на целесообразность ранневесеннего высева семян, поскольку в этот период имеют место указанные выше оптимальные для прорастания семян лимонной полыни температуры и наиболее благоприятные условия увлажнения почвы.

Опыты по изучению всхожести в зависимости от глубины заделки проводились на семенах лимонной полыни нашей репродукции с лабораторной всхожестью 54%.

Высев производился под стеклом в холодном парнике в марте месяце.

Полученные результаты приведены в таблице № 2.

*Таблица 2*

**Влияние глубины заделки на всхожесть семян лимонной полыни**

| Глубина заделки в *см* | Количество высеянных семян | Всхожесть в % на 5-й день | Всхожесть в % на 10-й день | Всхожесть в % на 15-й день | Контрольная всхожесть в % | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 | 2500 шт. | 12,2 | 28,5 | 37,1 | 54 | Семена контроля проращивались в лаборатории на фильтровальной бумаге. |
| 1,0 | „ | 6,8 | 21,2 | 28,5 | „ | |
| 1,5 | „ | 2,5 | 8,6 | 11,1 | „ | |
| 2,0 | „ | 0,0 | 0,0 | 0,0 | „ | |

Из таблицы видно, что наиболее высокая всхожесть получена при заделке семян в почву на 0,5 *см* и что всхожесть снижается пропорционально глубине заделки, а при посеве на глубину 2 *см* всходы не появляются.

Наблюдения показали, что даже при заделке семян на глубину 0,5 *см* в почвах тяжелых и заплывающих мелкие всходы лимонной полыни не в состоянии пробиться через малейшую корку и погибают.

Опыты проращивания семян при посеве в открытом грунте в первой декаде марта в условиях Южного берега Крыма при колебаниях температуры в первой декаде от −2,7°С до +9,5°С, во второй—от −5,2°С до +11,2°С и в третьей—от −7,7°С до +5,2°С—показали, что в этих условиях появление всходов значительно замедляется и всхожесть снижается в сравнении с контрольной лабораторной проверкой.

Так, при поверхностном высеве семян с лабораторной всхожестью 65% всходы появились на 14 день и составили только 12%; при заделке на глубину 0,5 *см* в тех же условиях—на 18 день, а основная масса их появилась только на 24 день и составила 11%. При заделке на 1,0 *см* всходы появились на 30 день, преимущественно только в трещинах почвы и составили менее 2%, а при заделке на 1,5 *см* появилось только 0,7% всходов, и при заделке на глубину 2 *см* всходов вовсе не было.



Приведенные данные указывают на трудности выращивания лимонной полыни посевом семян в почвенно-климатических условиях юга Украины и объясняют причины большой изреженности опытных посевов в совхозах Херсонской и Одесской областей.

В связи с этими трудностями нами изучались возможности рассадной культуры лимонной полыни, о чем будет сказано ниже.

В изучении прорастания важным вопросом является всхожесть семян в зависимости от сроков их хранения. Изучение всхожести семян лимонной полыни проводилось нами через каждые 30 дней в течение года путем их проращивания и окрашивания индигокармином в разведении 1:1000.

Проращивались семена в лабораторных условиях при температуре +8 до +12°С на фильтровальной бумаге, повторность опытов 3-кратная, семена хранились при t°=+10, +16°С.

Полученные данные приведены в таблице № 3.

*Таблица 3*

**Всхожесть семян лимонной полыни в зависимости от срока их хранения**

| Даты проращивания—месяцы | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Всхожесть в % | 62,0 | 53,2 | 37,2 | 36,0 | 34,5 | 17,2 | 13,7 | 14,0 | 13,2 | 12,5 | 7,7 | 7,0 | 4,0 |

Данные таблицы показывают, что через год после созревания семена лимонной полыни практически теряют всхожесть, а через полгода всхожесть теряется более чем на 80%.

Окрашивание семян индигокармином 1:1000 дало сходные с проращиванием показатели количества живых семян. Следовательно, для посева могут быть пригодными только семена предшествующего урожая. При этом, ввиду столь быстрой потери их всхожести, норма высева должна обязательно устанавливаться, исходя из данных предварительного контрольного проращивания.

### Изучение вегетативного размножения

В освоении и развитии культуры лимонной полыни большое значение, несомненно, будет иметь отбор высокоурожайных и ценных по составу эфирного масла форм и закрепление признаков, что определяет важность выяснения способности растений к вегетативному размножению, поскольку закрепление хозяйственно важных признаков путем семенного размножения может оказаться невозможным.

Проведенные нами предварительные опыты показали возможность вегетативного ее размножения укоренением черенков.

Для выяснения оптимальных сроков черенкования и укореняемости черенков из различных частей стебля нами проводилось черенкование с марта по декабрь и укоренение черенков под стеклом в холодных парниках. Черенки для опытов брались с растений открытого грунта.

В таблице № 4 приведены результаты укореняемости.

*Таблица 4*

**Укореняемость черенков лимонной полыни в зависимости от срока черенкования**

| Дата черенкования | Количество черенков штук | С какой части стебля брались черенки | Укоренимость в % |
|---|---|---|---|
| Март | 200 | средняя часть прошлогоднего побега | 39,1 |
| » | 100 | основание прошлогоднего цветоноса | 18,0 |
| Апрель | 200 | основание и средняя часть прошлогоднего побега | 3,0 |
| » | 100 | основание прошлогоднего цветоноса | 0,0 |
| Июнь | 300 | основание и средняя часть побега текущего года | 4,0 |
| » | 200 | средняя часть побега и цветонос текущего года | 0,0 |
| Сентябрь | 100 | основание и средняя часть побега | 36,0 |
| » | 50 | основание цветоноса | 0,0 |
| Декабрь | 1300 | основание и средняя часть побега | 37,1 |

Из приведенной таблицы видно, что наибольший % укоренения черенков под стеклом в холодных парниках в условиях Южного берега Крыма имеет место при черенковании в марте, а при осеннем черенковании—с сентября до декабря.

Наблюдения показали, что в условиях теплицы укореняемость черенков с сентября до марта достигает 40—50%. Черенки лимонной полыни, взятые во время вегетации, не укореняются.

Способность к укоренению обнаружена только у черенков, взятых с нижней части стебля. Черенки из верхней половины стебля и основания цветоноса не укореняются.

Ввиду важности вопроса вегетативного размножения при селекции форм, проводилось также сравнительное изучение укореняемости форм лимонной полыни, выделенных нами по морфологическим признакам, выходу эфирного масла и органолептической оценке.

Черенкование проводилось в декабре, а укоренение в условиях холодного парника—с 26 декабря по 5 июля, т. е. в течение 6 месяцев. Черенки брались с нижней части стебля.

Полученные результаты этого опыта приведены в табл. 5.

*Таблица 5*

**Сравнительная укореняемость черенков некоторых форм лимонной полыни**

| № форм | 1 | 5 | 9 | 10 | 11 | 17 | 24 | 26 | 28 | 32 | 37 | 41 | 48 | 50 | 51 | 52 | 53 | 55 | 57 | 58 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Укоренение в % | 40 | 77 | 50 | 13 | 64 | 30 | 59 | 10 | 14 | 59 | 12 | 50 | 27 | 50 | 70 | 45 | 36 | 29 | 37 | 60 |

Из таблицы видно, что различные формы этого вида полыни, отличающиеся по внешнему виду, выходу и составу эфирного масла, обладают весьма различной способностью к укоренению черенков. Так, некоторые формы укореняются на 70% и выше, другие же только на 10—12%.



Эти особенности различных форм необходимо учитывать при селекционной оценке сортообразцов в случаях, когда закрепление хозяйственно ценных признаков окажется возможным только путем вегетативного размножения.

## Изучение рассадного способа закладки насаждений

Ввиду трудностей выращивания лимонной полыни в полевых условиях посевом семян, нами изучались вопросы закладки насаждений рассадным способом, что представляет, по нашему мнению, практический интерес, поскольку главным и решающим в создании на юге Украины промышленных плантаций этой ценной культуры является обеспечение нормальной густоты стояния растений.

Предварительными опытами было установлено, что выращенная в парнике рассада из семян, как и укорененные черенки, при пересадке хорошо приживается и растет в полевых условиях.

Исходя из этого, основными вопросами наших опытов являлось выяснение возможности механизированной посадки рассады и ее приживаемости, выращивания рассады и сроков высадки рассады в поле.

Испытание табачной рассадосажальной машины СР-6 ВИТИМ для посадки рассады лимонной полыни дало вполне удовлетворительные результаты как по густоте посадки и заделке рассады, так и ее приживаемости.

Указанная машина вполне позволяет производить посадку лимонной полыни 60×20 *см*, т. е. около 83000 растений на гектар, что, по нашим предварительным данным, обеспечивает желательную густоту стояния растений на плантации, механизированную обработку почвы и уборку урожая.

Приживаемость рассады при посадке этой машиной составляет от 75 до 85% на хорошо подготовленной зяблевой вспашке при обычных погодных условиях в степной части южных областей Украины.

Наши наблюдения показывают, что в указанной зоне посадку рассады можно производить с середины апреля до первых чисел мая. Лучшим временем посадки рассады можно считать 3-ю декаду апреля, когда при обычной весне температура и влажность почвы и воздуха вполне благоприятны для приживаемости и роста лимонной полыни.

Выращивание рассады для посадки в указанные сроки может быть обеспечено в полутеплых парниках табачного типа.

С одного квадратного метра парника при нормальном уходе можно получить около 1500 шт. рассады, что составляет потребность в парниках на 1 *га* плантации = 56 $м^2$.

Высев семян в парники в расчете на готовность рассады к высадке в поле необходимо проводить примерно за 60—70 дней до посадки.

Густоту высева семян в парнике необходимо определять, исходя из контрольной проверки их всхожести к моменту посева.

Абсолютный вес 1000 шт. семян лимонной полыни составляет 202 *мг*. В одном грамме семян около 4150 штук, что и можно принимать в расчет для определения густоты посева в парнике, принимая во внимание, что оптимальной густотой рассады следует считать примерно 2000 шт. на 1 $м^2$.

Посев семян в парники лучше производить, предварительно смешав их с хорошо просеянной землей. При таком способе посева семена будут равномерно распределены в 0,5 *см* слое почвы. При большой площади парникового посева высев такой смеси можно производить туковой сеялкой.

Ввиду того, что семена и всходы очень мелкие, важным является тщательное выравнивание поверхности почвы в парнике перед посевом, а также тщательность при поливе во избежание смывания их при негоризонтальной поверхности почвы или небрежном поливе.

### Изучение роста и основных фенофаз

Изучение темпа роста и прохождения основных фенофаз лимонной полыни проводилось в первый и последующие годы вегетации.

Результаты наблюдений показали, что как в условиях Южного берега Крыма, так и в условиях предгорной и степной зоны весенние всходы от посева семян и высаженная в поле рассада растут довольно интенсивно в течение всего вегетационного периода, хотя развитие растений и прохождение таких фенофаз, как кущение, появление цветоносов и зацветание, происходит весьма неравномерно.

Всходы лимонной полыни в условиях Крыма и Херсонской области в 30-дневном возрасте достигают высоты 1,5—2 *см* и имеют 2, а некоторые растения 3 пары настоящих листьев. Длина корня отдельных растений в этом возрасте достигает 2,5—6, а у некоторых 8 *см*.

Фаза кущения растений в наших условиях наступает примерно в 65-дневном возрасте в случае посева семян в полевых условиях.

В фазе кущения у некоторых растений начинают появляться цветоносы, причем появление их происходит весьма неравномерно, растягивается до конца вегетационного периода, а у части растений цветоносы в первый год вегетации вовсе не появляются.

Эта неравномерность в прохождении фазы появления цветоносов обусловливает неравномерность прохождения фазы бутонизации и цветения в первый год вегетации растений, что указывает на большое разнообразие природной популяции лимонной полыни не только по внешним признакам и составу эфирного масла, но и по длине стадий развития.

Последнее подтверждается наблюдениями, показавшими, что в отдельные годы число растений, зацветающих в первый год вегетации, колеблется в зависимости от погодных условий.

Необходимо также отметить, что у растений, высаженных в поле рассадой, начало фазы кущения и фазы появления цветоносов наступает несколько раньше, по сравнению с растениями от посева семян в поле, а процент растений, зацветших в первый год вегетации, значительно выше.

Изучение роста и развития растений природной популяции лимонной полыни в условиях южной зоны Украины показывает, что значительная часть тех из них, которые успевают цвести и плодоносить в 1-й год вегетации, погибает в течение зимы, и в результате этого насаждение заметно или даже значительно изреживается. У другой же части отплодоносивших или только отцветших растений отмирает зимой лишь цветоносный побег, и в последующие годы они продолжают вегетировать и плодоносить. Растения, которые в 1-й год вегетации цветоносов не образуют, цветут и плодоносят на 2-й год и в последующие годы. Эти важные особенности природной популяции необходимо учитывать при возделывании лимонной полыни во избежание изреживаемости производственных плантаций.

Полученные опытные данные дают основание считать, что для успешной культуры лимонной полыни в новых районах ее возможного возделывания большое значение будет иметь создание такой отселектированной популяции или сортов, которые в данных климатических условиях



обеспечивали бы многолетнюю эксплуатацию промышленных плантаций без их самоизреживания.

Эти данные также указывают на непригодность семян короткостадийных растений лимонной полыни, т. е. плодоносящих в первый год вегетации, для создания многолетних неизреживающихся плантаций. Указанные свойства природной популяции представляют широкие возможности отбора хозяйственно ценных форм по физиологическим признакам прохождения стадий развития и создания популяций и сортов, требования которых к условиям произрастания будут находиться в соответствии с условиями нового района возделывания.

На 2-й и последующие годы после посева вегетация растений лимонной полыни начинается обычно во второй половине февраля при дневных температурах воздуха около +5°С.

Пробуждение почек и отрастание происходит преимущественно из нижней части стебля и частично из средней части как однолетних стеблей, так и на старой 3- и 4-летней древесине. При отрастании новых побегов из средней части стеблей куст впоследствии разваливается, что затрудняет уборку урожая.

Поэтому важное значение имеет возможно низкое срезание растений. Это обеспечивает последующее отрастание и формирование прямостоящих, неразваливающихся кустов и механизированную уборку урожая без потерь.

Во второй и последующие годы вегетации фенофазы лимонной полыни проходят более равномерно, чем в первый год.

В условиях Крыма появление цветоносов обычно наступает в середине мая; начало бутонизации—в конце второй—начале третьей декады июля; начало цветения—в первой декаде октября. Так, за 5 лет (1955—1959) нами отмечалось начало цветения отдельных корзинок 8—13.X; начало цветения 25% растений на плантации 14—19.X; полное цветение 75% растений на плантации 20—25.X; конец цветения 26—28.X. Если погодные условия благоприятствуют цветению, оно продолжается около 3-х недель.

В первой декаде ноября начинается созревание семян, и в начале декабря зрелые семена частично начинают осыпаться.

Необходимо отметить, что одновременно с осыпанием можно наблюдать появление всходов осыпавшихся семян, которые, однако, погибают в течение зимы.

Проверка этих наблюдений показала, что свежесобранные семена лимонной полыни способны сразу же прорастать при дневных температурах выше +4°С и ночных не ниже 1—1,5°С.

Однако в наших условиях подзимний посев семян не дал положительных результатов вследствие гибели всходов или полной потери всхожести непроросших семян.

Интенсивный рост кустов лимонной полыни замедляется в фазе бутонизации и цветения, и к этому времени в основном завершается накопление урожая, т. е. зеленой массы и эфирного масла.

Для характеристики роста и размера кустов в таблице № 6 приведены данные промеров и учета урожая растений на опытной плантации второго года вегетации в Сокологорненском эфиромасличном совхозе Херсонской области.

Учет произведен перед уборкой урожая 15 ноября 1957 г.

Данные таблицы показывают, что высота, диаметр кустов и особенно число цветоносов у растений лимонной полыни значительно колеблются, что характеризует пестроту природной популяции.

*Таблица 6*

**Высота, размеры кустов и вес зеленой массы (урожая) на 1 куст лимонной полыни 2-го года вегетации**

| № п/п. | Высота куста *см* | Диаметр куста *см* | Количество соцветий | № п/п. | Высота куста *см* | Диаметр куста *см* | Количество соцветий | Средний вес урожая на куст |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 38 | 39 | 29 | 6 | 50 | 25 | 25 | — |
| 2 | 48 | 25 | 10 | 7 | 45 | 50 | 31 | — |
| 3 | 43 | 50 | 46 | 8 | 50 | 50 | 40 | — |
| 4 | 44 | 25 | 32 | 9 | 43 | 50 | 37 | — |
| 5 | 57 | 97 | 45 | 10 | 38 | 33 | 30 | 124,5 *г* |
| 1 | 47 | 53 | 47 | 6 | 37 | 53 | 72 | — |
| 2 | 45 | 73 | 57 | 7 | 49 | 60 | 64 | — |
| 3 | 43 | 37 | 66 | 8 | 44 | 36 | 24 | — |
| 4 | 56 | 95 | 35 | 9 | 43 | 45 | 44 | — |
| 5 | 50 | 95 | 67 | 10 | 51 | 72 | 60 | 130,0 *г* |

Необходимо отметить, что число цветоносов на кусте, их величина и количество корзиночек на цветоносах определяют урожайность различных форм лимонной полыни, и эти признаки, наряду с химическим составом эфирного масла, имеют первостепенную важность для селекционной работы.

При указанной высоте, диаметре кустов и количестве цветоносов урожай зеленой массы (среднее из 10 кустов) составляет от 124 до 130 *г* на куст, что при густоте данной плантации 10,2 растения на один погонный метр в ряду (среднее на 10 учетных погонных метров) составит 13—15 тонн зеленой массы на 1 *га*.

Данные по изучению роста лимонной полыни показывают, что в почвенно-климатических условиях Крыма можно получать достаточно высокий урожай зеленой массы.

### Изучение цветения, опыления и созревания семян

В первый год вегетации, как сказано выше, только некоторая часть растений лимонной полыни в условиях южной зоны Украины образует цветоносы. При этом не все они цветут и плодоносят, а отплодоносившие в большинстве случаев отмирают в течение зимы.

На второй год вегетации и в последующие годы цветение происходит в октябре.

Цветки лимонной полыни в пределах одной корзиночки развиты неодинаково, и цветение их вследствие этого протекает разновременно. Число цветков в корзинках варьирует от 15 до 12 (чаще 6—7). Зацветают прежде всего цветки, расположенные по краям корзинки, а находящиеся в центре ее цветут позже или вовсе не распускаются.

Цветение отдельных корзиночек в пределах соцветий и цветоносных стеблей одного куста протекает также разновременно. Массовое цветение обычно продолжается 20—30 дней. Неодновременность цветения отдельных форм природной популяции, а также растянутость цветения отдельных растений, соцветий и цветков в отдельных корзиночках указывают на широкие приспособительные возможности данного вида полыни и позволяют предполагать, что путем направленного отбора можно будет



создать ценные популяции или сорта с достаточной семенной производительностью в климатических условиях новых районов ее возможного возделывания.

Необходимо отметить, что ряд форм лимонной полыни сильно отличается по величине корзинок и количеству цветков в них. Имеются формы со сравнительно мелкими и крупными корзинками. Между этими крайними по величине корзинок формами имеются многочисленные, хотя и разнящиеся по многим другим признакам формы со средним размером корзинок.

Указанное различие ряда форм по величине корзинок мы считаем необходимым отметить ввиду того, что, как показали наблюдения и учеты, у растений с крупными корзинками завязывание семян примерно в 5 раз выше, чем у растений с обычными корзинками. Развитие цветка и его органов, образование большого количества пыльцы, которая целыми облачками разносится ветром во время цветения, указывает, что лимонная полынь является перекрестно опыляющимся растением.

Опыление происходит под действием ветра и при помощи насекомых. В наших условиях из насекомых главную роль играют мухи-журчалки (Syrfidae Latr.), преимущественно Eristalis tenax L., массовый вылет которых совпадает с цветением лимонной полыни.

Выяснение вопроса о возможности самоопыления различных форм лимонной полыни мы проводили путем пространственной изоляции отдельных кустов или заключения их в марлевые, бумажные и целлофановые изоляторы. Было проведено несколько серий опытов в разных условиях, давших сходные результаты, которые иллюстрируются таблицей № 7.

*Таблица 7*

**Завязывание семян лимонной полыни под изоляторами и при пространственной изоляции отдельных растений**

| Способ изоляции | Количество растений в опыте | Количество корзинок на изолированных растениях | Количество корзинок, завязавших семена | Завязалось семян % |
|---|---|---|---|---|
| Пространственная изоляция | 6 | 970 | 0,0 | 0,0 |
| Целлофановые изоляторы | 5 | 593 | 0,0 | 0,0 |
| Бумажные (пергаментные) изоляторы | 5 | 508 | 0,0 | 0,0 |
| Бязевые изоляторы | 5 | 500 | 0,0 | 0,0 |
| Марлевые изоляторы | 10 | 1011 | 17,0 | 1,6 |
| Контроль (свободное опыление) | 3 | 300 | 294,0 | 98,0 |

Из приведенных данных видно, что лимонная полынь является строгим перекрестником, и, следовательно, применение метода самоопыления в селекционной работе невозможно. Тот факт, что под марлевыми изоляторами все же завязались семена 1,6% корзинок, по-видимому, объясняется проникновением через марлю мелких насекомых и чужой пыльцы.

Как показывают результаты проведенных нами фенологических наблюдений, продолжительность вегетационного периода двулетних и многолетних растений лимонной полыни в условиях юга Украины от начала отрастания стеблей до созревания семян составляет около 260—270 дней. В связи с этим ежегодное созревание семян имеет место только в усло-

виях Южного берега Крыма, и в отдельные годы (два из пяти) зрелые семена были получены в Бахчисарае Крымской области.

В Сокологорновском совхозе в 1957 году 15 ноября была отмечена молочная зрелость семян, которые затем были уничтожены наступившими морозами.

Таким образом, природные условия Южного берега Крыма, обеспечивающие ежегодное получение зрелых семян, являются вполне благоприятными для семеноводства и осуществления в широком плане селекционных работ для развития промышленной культуры лимонной полыни в южной зоне Украины.

## Изучение накопления эфирного масла

Изучение выходов эфирного масла лимонной полыни, выращенной в условиях Южного берега Крыма, Бахчисарая, Степной зоны Крыма и Херсонской области, проводилось путем отгонки с водяным паром свежеубранной зеленой массы растений в фазе бутонизации, начала и конца цветения и в фазе созревания семян.

Как показали наши учеты, урожай зеленой массы растений достигает наиболее высокого уровня в фазе полного цветения, и поэтому наибольший интерес может представлять накопление и качество эфирного масла в этой фазе вегетации, а также в более ранней и более поздней фазе.

В таблице № 8 приведены данные по содержанию эфирного масла и его физическим и химическим константам в лимонной полыни первого

*Таблица 8*

| Возраст растений | № п/п. | Фаза вегетации | Содержание эфирного масла % на абсолютно сухой вес | Физико-химические константы: удельный вес $D_{20}^{20}$ | коэффициент рефракции $n_D^{20}$ | кислотное число | эфирное число | эфирное число после ацетилирования | общее содержание: спиртов % | общее содержание: альдегидов % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Первый год вегетации | 1 | Бутонизация | 1,81 | 0,8864 | 1,4733 | 4,64 | 4,35 | 197,1 | 63,6 | 16,0 |
| | 2 | Полное цветение | 2,39 | 0,8837 | 1,4717 | 2,72 | 4,80 | 207,4 | 67,5 | 15,0 |
| | 3 | Созревание семян | 1,65 | 0,8809 | 1,4722 | 3,60 | 3,43 | 196,1 | 63,2 | 16,0 |
| Второй год вегетации | 1 | Бутонизация | 1,92 | 0,8844 | 1,4704 | 2,76 | 5,95 | 213,1 | 69,7 | 17,5 |
| | 2 | Полное цветение | 1,98 | 0,8840 | 1,4729 | 3,10 | 5,24 | 213,8 | 70,0 | 24,0 |
| | 3 | Созревание семян | 1,80 | 0,8850 | 1,4716 | 3,35 | 5,34 | 216,0 | 70,8 | 19,4 |
| Содержание эфирного масла и его константы по данным Р. Я. Рафановой г. Регар, Таджикской ССР | | | | | | | | | | |
| — | 1 | — | 0,8—1,0 | 0,8899 | 1,4670 | 3,50 | 53,5 | 222,8 | что соответствует общему содержанию $C_{10}H_{18}O$—73,4% | |



и второго года вегетации, выращенной в Крыму, по сравнению с содержанием и константами масла из лимонной полыни, выращенной в Регаре Туркменской ССР.

Приведенные данные показывают, что содержание эфирного масла лимонной полыни, выращенной в условиях Крыма из семян репродукции Среднеазиатской опытной станции (г. Регар), составляет около 2% на абсолютно сухой вес и значительно превышает содержание масла, приведенное Р. Я. Рафановой и Б. И. Ивановой (2,3) для этого вида полыни, выращенной в условиях Таджикистана и Молдавии.

Эти данные, а также полученный нами в условиях производственного опыта урожай зеленой массы лимонной полыни в Крыму и Херсонской области позволяют считать возможным получение высоких урожаев сырья и эфирного масла в южных областях Украинской ССР.

Физические и химические константы эфирного масла выращенной в Крыму лимонной полыни указывают на некоторое его отличие от эфирного масла из сырья, выращенного в условиях Таджикистана, по удельному весу, коэффициенту рефракции, кислотному и эфирному числу, в чем, по-видимому, сказывается влияние различий в условиях произрастания.

Сравнение констант масел из Крыма и Таджикистана указывает на более высокое качество первого, характеризуемого несколько пониженным кислотным числом и значительным содержанием спиртов и альдегидов.

Как видно из приведенных в таблице № 8 данных, наиболее высокие выходы эфирного масла, составляющие около 2% на сухой вес сырья, получаются в фазе полного цветения, т. е. когда на плантации цветет около 75% растений, что в условиях Крыма приходится на период между 15 и 25 октября. Этот период, следовательно, и можно считать оптимальным сроком уборки урожая.

Содержание эфирного масла популяции лимонной полыни, выращиваемой в Крыму, характеризуется по годам следующими данными отгонок сырья на 2-й год вегетации.

| Год урожая | 1955 | 1956 | 1958 | 1959 |
|---|---|---|---|---|
| Выход эфирного масла в % на сухой вес | 2,21 | 1,98 | 2,43 | 2,03 |

Эти данные показывают, что выходы эфирного масла несколько колеблются по годам, но составляют не менее 2% на сухой вес сырья, что при среднем урожае в условиях Крыма в 10—12 тонн с *га* и при содержании воды в сырье около 55% может дать 90—100 *кг* эфирного масла с одного *га* промышленной плантации.

Начатые нами работы по изучению составляющих популяцию форм лимонной полыни показывают, что не только по морфологическим признакам и длительности прохождения стадии яровизации, но также по содержанию эфирного масла в отдельных растениях и по запаху популяция представляет большое разнообразие.

Содержание эфирного масла в отдельных растениях предварительного первичного отбора по морфологической и органолептической оценке определялось с помощью видоизмененного прибора Cocking-Middlton, позволяющего с вполне удовлетворительной точностью вести количествен-

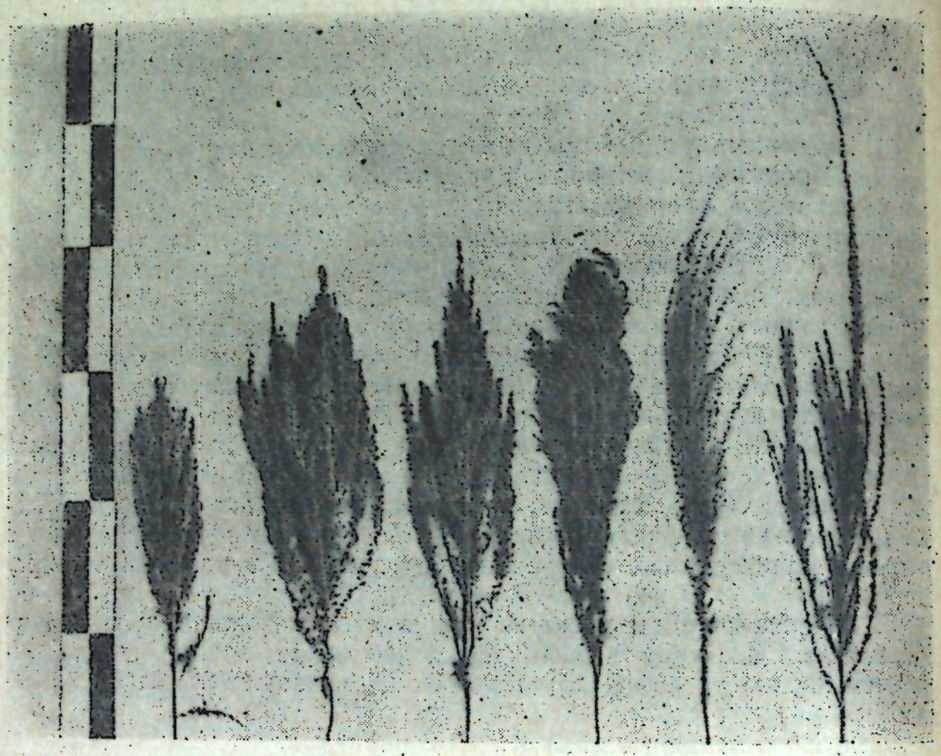


Фото 2. Соцветия некоторых выделенных форм лимонной полыни.

ный учет эфирного масла, отгоняемого с водяным паром в замкнутой системе. Отгонки проводились в 1959 г. в фазе полного цветения растений. Повторность двукратная.

Анализ полученных нами данных показывает, что из 42 отобранных для отгонки растений 6 содержали эфирного масла от 1 до 1,5%, 6 — от 1,5 до 2,0%, 10 — от 2,0 до 2,5%, 12 — от 2,5 до 3,0% и в 8 растениях содержание эфирного масла было свыше 3%, что указывает на широкую амплитуду количественного содержания эфирного масла.

При этом необходимо отметить, что приведенные данные отгонок эфирного масла отдельных растений в аппарате несколько выше, чем данные отгонок тех же форм полыни в обычных гидродистилляционных аппаратах, поскольку указанный видоизмененный аппарат Cocking-Middleton позволяет более точно учесть все количество отгоняемого с водяным паром эфирного масла.

Однако, принимая во внимание и эту разницу в содержании эфирного масла в растениях и отгонкой его в гидродистилляторах в производственных условиях, можно считать, что природная популяция позволяет в короткие сроки отселектировать высокоурожайные формы и создать культурную популяцию или сорта, обеспечивающие производственный выход эфирного масла до 3% на сухой вес сырья.

Что касается качества эфирного масла изучавшейся нами лимонной полыни и соотношения составляющих его компонентов, то, судя по запаху некоторых форм первичного отбора, имеет место большое разнообразие по составу масла, что также представляет широкие возможности отбора из природной популяции форм с высоким содержанием отдельных наиболее ценных компонентов.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные экспериментальные данные позволяют считать, что лимонная полынь может успешно произрастать в Крыму и Херсонской области, где она остается многолетним полукустарником и на Южном берегу Крыма ежегодно дает зрелые семена, что обеспечивает создание многолетних промышленных плантаций, а также организацию семеноводства и проведение селекционных работ в целях создания высокоурожайных популяций и сортов, приспособленных для различных экологических условий зоны эфиромасличного растениеводства юга Европейской части СССР.

Закладка промышленных плантаций лимонной полыни обеспечивается механизированной посадкой рассады, выращенной в полутеплых или холодных парниках. Для этой цели с успехом может быть использована рассадопосадочная машина типа СР-6 ВИТИМ, позволяющая производить посадку 60×20 *см*, что обеспечивает нормальную густоту растений.

Создание промышленных плантаций посевом семян в поле также возможно, но в ряде случаев не дает удовлетворительных результатов, вследствие большой изреженности всходов.

Лучшим сроком посадки рассады в полевых условиях Крыма является третья декада апреля, в связи с чем высев семян в парники для выращивания рассады необходимо проводить за 60—70 дней до посадки рассады.

Оптимальная температура прорастания семян +8—12°С, при которой всходы появляются в течение 10—12 дней.

Потребность в площади парников на 1 *га* промышленной плантации составляет 56 $м^2$, что обеспечивает получение 80 тыс. штук рассады, т. е. около 1,5 тыс. штук с 1 $м^2$ площади парника. Для посева пригодны только семена урожая прошлого года, т. к. всхожесть семян при хранении теряется полностью через год после созревания. Поэтому густоту посева семян необходимо определять, исходя из контрольной проверки всхожести к моменту посева.

Заделка семян в почву должна производиться на глубину около 0,5 *см*, т. к. более глубокая заделка снижает всхожесть, а при заделке их на глубину 2 *см* всходы не появляются. При этом поверхность почвы в парнике должна быть горизонтальной и ровной, а полив производиться с возможной осторожностью во избежание смыва мелких семян и всходов. После высадки рассады в поле уход за плантацией заключается в уничтожении сорняков, которые должны быть полностью уничтожены до сбора урожая полыни, т. к. в противном случае они могут испортить качество эфирного масла.

Средний урожай сырья в условиях Крымской и Херсонской областей составляет 5—7 тонн с 1 *га* в первый год вегетации и 10—12 тонн с 1 *га* во второй и последующие годы.

Получаемый выход эфирного масла составляет около 2% на сухой вес; качество эфирного масла характеризуется высоким содержанием спиртов и альдегидов и более низким удельным весом и кислотным числом, чем масло этой полыни, выращенной в Туркменской ССР.

Наиболее высокое содержание и качество эфирного масла лимонной полыни приходится на фазу полного цветения, т. е. когда на плантации цветет полностью около 75% растений, что в условиях Крыма и Херсонской области обычно бывает между 15—25 октября. Этот срок является оптимальным сроком уборки урожая зеленой массы, которая сразу после скашивания должна поступать на переработку во избежание потерь эфирного масла.

Наибольшее количество эфирного масла содержится в цветочных корзиночках, листьях и тонких побегах соцветия. В толстых частях стебля эфирное масло содержится в незначительных количествах и, следовательно, они являются балластом при переработке.

Изучение роста и развития, цветения и плодоношения, содержания и качества эфирного масла показало, что природная популяция Artemisia balchanorum представляет собой большое разнообразие форм по морфологическим признакам, содержанию и составу эфирного масла, длительности прохождения стадии яровизации. Так, в условиях Крыма растения некоторых форм зацветают и плодоносят в первый год вегетации, другие же формы цветут и плодоносят только на второй год вегетации. При этом часть растений, заплодоносивших или зацветших в первый год вегетации, погибает в течение зимы, а сохранившиеся остаются многолетними полукустарниками.

Различные формы отличаются способностью к укоренению черенков. Так, некоторые формы укоренялись в наших опытах на 70%, а другие в одинаковых условиях—только на 10—12%.

Содержание эфирного масла у ряда форм составляет от 0,5% до 3,0% и выше, а у некоторых форм нами отмечено содержание эфирного масла до 4,0% на абсолютно сухой вес.

Отмеченные физиологические и химические различия форм лимонной полыни представляют широкие возможности селекции в целях создания высокоурожайных популяций и сортов, приспособленных к условиям произрастания в новых районах промышленной культуры.

Лимонная полынь в условиях Крыма является строгим перекрестником, опыляемым ветром и насекомыми, главным образом, мухами-журчалками. Фаза цветения приходится на октябрь. Цветение протекает растянуто и разновременно в пределах одного куста, соцветия и корзиночки.

Процент завязывания семян у форм с крупными корзиночками выше, чем у форм с мелкими корзиночками, что позволяет путем индивидуального отбора создать популяции и сорта с высокой семенной продуктивностью в климатических условиях новых районов ее возможного возделывания.

Продолжительность вегетационного периода от начала отрастания стеблей до созревания семян в условиях Крыма составляет 260—270 дней, и получение зрелых семян обеспечено только на Южном берегу Крыма, почвенно-климатические условия которого являются вполне благоприятными для семеноводства и осуществления селекционных работ для развития промышленной культуры этого нового ценного эфироноса в Европейской части юга нашей страны.

В заключение авторы считают приятным долгом выразить благодарность Р. И. Невструевой за ценные консультации и помощь в работе.

## ЛИТЕРАТУРА

Горяев М. И. Эфирные масла флоры СССР, изд. АН Казахской ССР, Алма-Ата, 1952 г.

Иванова Б. И. К вопросу о культуре лимонной полыни в Молдавской ССР. Известия Молдавского филиала АН СССР, № 4 (37), 1957 г.

Рафанова Р. Я. Расширение ассортимента эфирных масел из дикорастущего сырья (эфирное масло туркменской лимонной полыни). Пищевая промышленность СССР, в. 10, 1944 г.

Лутков А. Н. Итоги и перспективы введения в культуру новых видов эфиромасличных растений, Интродукция растений и зеленое строительство. Труды Ботанического института им. Комарова, серия VI, в. 7, 1959 г.

Бурцев П. Лимонная полынь. Технические и масличные культуры. Изд. МСХ СССР, № 12, 1958 г.



*A. S. KOVERGA, S. G. MALYARENKO, V. M. SPEKTORENKO*

## ON THE QUESTION OF THE ARTEMISIA BALCHANORUM KRASCH. CULTURE IN THE CRIMEAN AND OTHER REGIONS OF THE SOUTH UKRAINE

### SUMMARY

Experiments carried out during 5 years have shown that Artemisia balchanorum Krasch. can be grown successfully in the Crimean and Khersonian regions of the Ukraine, where it remains to be perennial half-shrub and in the South Crimea coast gives mature seed, what makes it possible to carry on the breeding work and favours seed growing of highly productive forms and new varieties.

Mean yield of green mass gives 5—7t/ha in the first year and 10—12t in the second and following years of vegetation.

Essential oil yield reaches to ca. 2 per cent., i. e. 90—100 kg/ha by dry weight, in individual forms even 3—4 p. c. by dry weight.

The quality of the essential oil obtained is characterized by high contents of alcohols and aldehydes.

Cheaf essential oil lomponents are linalool, geraniol and citral.

*В. А. СОКОЛ*

# К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ПОВЫШЕННЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПАРОВ ЭФИРНОГО МАСЛА НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЦВЕТОВ

Душистые вещества чрезвычайно широко распространены в мире растений, но вопрос об их роли в растении до настоящего времени не получил должного разрешения (В. И. Нилов и др., 1929; С. Д. Львов, 1954; W. Treibs, 1955).

Выяснение биологической роли эфирных масел затруднено тем, что сторонники различных взглядов, работая с отдельными растениями, полученные результаты безосновательно относили ко всем эфироносам.

Нарушение нормальных условий существования растений (подвяливание, затемнение и т. д.), вызывающее усиление процессов распада запасных веществ, приводит к повышению выхода эфирного масла. С. Д. Львов (1954), W. Treibs (1955) считают, что растению нужны не эфирные масла, а тот процесс, который ведет к их образованию. Сами же эфирные масла являются «экскретом», «шлаком» клеточного обмена.

Ш. А. Карапетян (1947) в процессе работы с цветами крупноцветного жасмина сделал вывод, что «чем полнее отводится эфирное масло от цветов, тем длительнее их жизнедеятельность и тем больше масла они продуцируют».

Нами установлено, что выдержка лепестков роз в воде сопровождается дополнительным биосинтезом эфирного масла (В. А. Сокол, 1960). Дальнейшими исследованиями было выявлено, что роль воды в этом случае сводится к созданию анаэробных условий, растворению и удалению образующегося масла из клеток лепестков. Снижение концентрации эфирного масла в клетках лепестка стимулирует маслообразовательный процесс, т. е. удаление одного из продуктов реакции, сдвигает последнюю в сторону образования этого продукта.

Поэтому представляло значительный интерес проследить жизнедеятельность цветов различных эфироносов в условиях повышенной и пониженной концентраций соответствующего эфирного масла, что дало бы возможность судить о его физиологической роли и ценности для растения.

С этой целью нами была проведена серия опытов с цветами различных сортов роз, магнолии, крупноцветного жасмина, ириса, ночной фиалки (матиолы), жимолости, а также с соцветиями лаванды, лавандина, мускатного шалфея, сирени и др.

Опыты проводились следующим образом. Цветы каждого из эфироносов помещались в герметически закрывающиеся камеры. Для повышения концентрации паров эфирного масла на внутреннюю сторону крышек одних камер прикреплялись кусочки фильтровальной бумаги, смоченной несколькими каплями масла испытуемого эфироноса. Другие камеры с цветами являлись контролем, а в третьих камерах цветы тщательно пересыпались порошком активированного угля для удаления паров эфирного масла, испаряемого цветами эфироноса. Герметически закрытые камеры выдерживались в термостате при 37—40°С.

Во всех опытах был получен одинаковый результат—адсорбция паров эфирного масла порошком активированного угля увеличивала период жизнедеятельности цветов; повышение концентрации паров масла в камерах приводило к быстрому подвяданию и гибели цветов всех испытанных эфироносов. Так, например, на цветах роз в камерах с повышенной концентрацией паров эфирного масла уже через 4 часа наблюдались подвядание и легкий ожог (побурение края) отдельных лепестков; через 8 часов отмечено подвядание многих и побурение отдельных лепестков, а спустя 24 часа многие лепестки завяли и начали принимать бурую окраску. Через 48 часов почти все лепестки погибли. В контроле за это время наблюдалось легкое подвядание и небольшой ожог отдельных лепестков, вследствие накопления эфирного масла, испаряемого лепестками. При этом необходимо отметить, что декоративные сорта роз, содержащие 0,015—0,04% масла оказались более устойчивыми к повышенным концентрациям эфирного масла в камерах, чем эфиромасличные сорта, содержавшие 0,10—0,15% масла.

Пересыпанные порошком активированного угля цветы роз сохранялись в течение 5—12 суток (в зависимости от сорта) и погибали от заплесневения. Погибшие цветы роз в камере с повышенным содержанием розового эфирного масла не плесневели в течение 8 месяцев.

Цветы мускатного шалфея и особенно лаванды в парах шалфейного и соответственно лавандового масла начинали принимать бурую окраску уже через 20 минут и погибали полностью в течение 90—120 минут, а через 12—16 часов погибали и все соцветия. В контроле соцветия лаванды и шалфея сохранялись в течение 3—4 суток, а пересыпанные порошком активированного угля — 6—7 суток, но впоследствии те и другие погибали от плесени. Через 8—10 суток отмечался рост плесени и на соцветиях, находившихся в парах эфирного масла.

Цветы магнолии в парах масла начинали принимать бурую окраску через 4—5 часов и погибали спустя 10—16 часов. В контроле сохранялись 2—3, а пересыпанные порошком угля — 6—7 суток.

Аналогичные результаты получены и по другим объектам исследований.

Одновременно с этим проводились исследования над соцветиями сирени без отделения их от материнского растения. Связанные и помещенные в завязывающийся целлофановый мешочек они быстро увядали. Затем начиналось побурение и осыпание цветков. Соцветия сирени, пересыпанные порошком активированного угля, сохранялись в целлофановом мешочке до восковой спелости семян на контрольных—свободно цветших ветвях этого же куста сирени. При снятии мешочка с соцветий, пересыпанных порошком угля, наблюдалось массовое осыпание цветков, которые имели нормальный вид, но не имели запаха.

Для выяснения вопроса о влиянии на цветок эфироноса паров эфирного масла других эфироносов и чистого углеводорода, не содержащего



кислородных соединений, был проведен опыт с цветами крупноцветного жасмина, которые выдерживались в условиях повышенной концентрации паров розового эфирного масла, содержащего в основном только спирты, а также лавандового масла, содержащего 61,2% сложных эфиров и очищенного керосина (фракция 200—220). Контролем в этих опытах являлись цветы жасмина, выдержанные в парах жасминного эфирного масла, пересыпанные порошком активированного угля, а также выдержанные в камере без добавления угля и масла. Температура в камерах поддерживалась в пределах 38—40°С. Результаты получены следующие:

Жасминное масло — подвядание отдельных лепестков отмечено через 5,5 часов. Через 10 час. началось пожелтение некоторых лепестков, а спустя 22 часа пожелтели все цветы. Полная гибель всех цветов наступила спустя 27 часов после начала опыта.

Лавандовое масло — пожелтение отдельных лепестков наблюдалось уже через 40 минут, а через 1 час пожелтели все цветы. Полная гибель цветов наступила через 3 часа.

Розовое эфирное масло — пожелтение отдельных лепестков наблюдалось только через 26 часов, и этот момент был переломным в жизнедеятельности цветов, т. к. уже через 1 час после этого все цветы пожелтели, а через 3 часа наступила полная гибель.

Углевод, углеводород (керосин)—цветы пожелтели через 21 час, а погибли через 29 часов.

В контроле пересыпанные порошком активированного угля цветы начали желтеть через 31 час, а погибли только через трое суток.

В контроле без угля начало пожелтения отмечено спустя 21 час, а гибель цветов—через 56 часов.

Как следует из приведенных данных, наиболее сильным угнетающим действием на жизнедеятельность цветов жасмина обладает эфирное масло лаванды, пары которого уже через 40 минут вызывают пожелтение отдельных лепестков, а спустя 3 часа погибают все цветы жасмина. На втором месте оказалось эфирное масло жасмина, пары которого уже через 6 часов вызывали подвядание отдельных лепестков.

Значительно медленнее действуют пары керосина и спиртов розового масла.

Таким образом, можно сделать заключение, что пары эфирного масла одного эфироноса оказывают сильное ингибирующее действие на цветы других эфироносов. Исключительно сильное действие проявляют эфирные масла, содержащие в своем составе большое количество сложных эфиров.

Дополнительно к этому было изучено влияние паров эфирных масел розы и лаванды на цветы растений разных сортов георгин. В результате наших опытов было установлено, что в зависимости от сорта цветы георгин погибали в течение 12—48 часов, причем и в этом случае более сильное действие оказало лавандовое масло.

Для выяснения причины гибели цветов под влиянием повышенных концентраций паров эфирного масла нами изучалась динамика сахаров и азотистых веществ в цветах эфироносов при их выдержке в камерах с различной концентрацией паров эфирного масла.

Объектом исследований были взяты соцветия лаванды и лавандина, у которых пожелтение цветов в парах эфирного масла начинается через 20 — 30 минут, а гибель всего соцветия — спустя 12—16 часов.

Кроме того, нас интересовал вопрос о влиянии повышенных концентраций паров эфирного масла на углеводный и белковый обмен соцветий на разных фазах их развития. В связи с этим соцветия лаванды и лавандина изучались в фазах бутонизации, полного цветения (распустилось 70—80% цветов) и отцветания (осталось 5—10% цветов).

Опыты проводились следующим образом. В свежих соцветиях определялось содержание сахаров (общее количество, сумма моноз, сахароза, глюкоза и фруктоза) и азотистые вещества (общий, белковый и небелковый азот). Одновременно навески соцветий помещались в герметически закрывающиеся камеры, где часть из них тщательно пересыпалась порошком активированного угля, к крышкам других камер прикреплялись кусочки фильтровальной бумаги, смоченные соответствующим эфирным маслом, в концентрации 200 *мг*/литр. Третья камера являлась контролем. Камеры выдерживались в термостате при 37 — 40°С в течение 18 часов до полной гибели соцветий в камере с эфирным маслом, после чего они поступали на анализ. Результаты опытов приводятся на рис. 1 и 2.

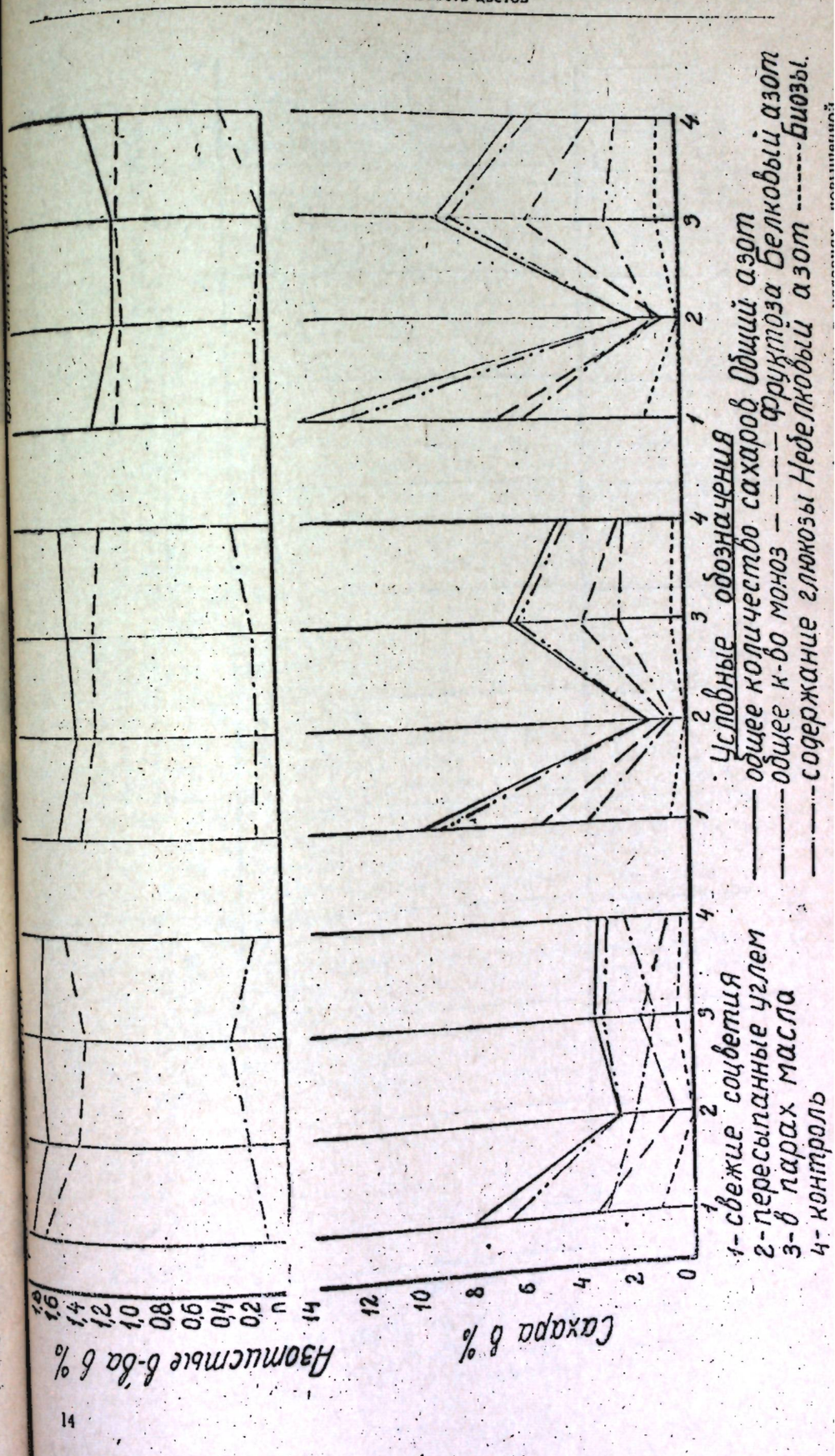
Как следует из приведенных графических данных (рис. 1), адсорбция активированным углем испаряемого соцветия эфирного масла (на графике колонка «уголь») обеспечивает интенсивный распад сахаров. В период бутонизации их содержание уменьшилось от 8,03% до 2,84%, в период полного цветения — от 9,84% до 1,28% и в конце цветения — от 13,73% до 1,48%.

В камерах с повышенной концентрацией паров эфирного масла (на графике колонка «эфирное масло») распад сахаров наименьший. В период бутонизации снижение общего количества сахаров происходит от 8,03% до 3,72%, в период цветения — от 9,84% до 6,48% и в конце цветения — от 13,73% до 8,97%.

В контрольных камерах (на графике «контроль») изменение содержания сахаров занимает промежуточное положение между колонками «уголь» и «эфирное масло», т. к. в начале выдержки пары эфирного масла в камере практически отсутствуют. Постепенно накапливаясь благодаря испарению из соцветий, они начинают тормозить распад сахаров и при определенной концентрации полностью подавляют его. Соцветия погибают через 30—48 часов. Таким образом, чем более развито соцветие, тем больше ингибирующее действие эфирного масла на углеводный обмен и тем интенсивнее распад сахаров в соцветиях, пересыпанных порошком активированного угля. Если содержание сахаров в свежих соцветиях принять за 100%, то после выдержки в термостате в соцветиях, пересыпанных углем, остается всего 35,37% (период бутонизации), 13,02% (цветение) и 10,77% (отцветание) сахаров, тогда как в камерах с повышенным содержанием паров эфирного масла количество сахаров в соцветиях было, соответственно, 46,34%, 65,86% и 65,33% (см. таблицу 2). Иными словами, удаление паров эфирного масла при помощи активированного угля вызывает распад сахаров до 90%, а в условиях повышенной концентрации паров эфирного масла — только до 35%. В контрольной камере интенсивность распада сахаров занимает промежуточное положение и составляет 55—58%.

Рассматривая динамику отдельных сахаров, можно отметить, что сахароза в соцветиях лаванды всех периодов развития в камере с углем расходуется полностью. В камерах с эфирным маслом и в контроле распад сахарозы составляет примерно 50%, т. е. присутствие паров эфирного масла независимо от концентрации снижает интенсивность распада сахарозы на 50%. Аналогично ведет себя и глюкоза. В камере с углем в пе-





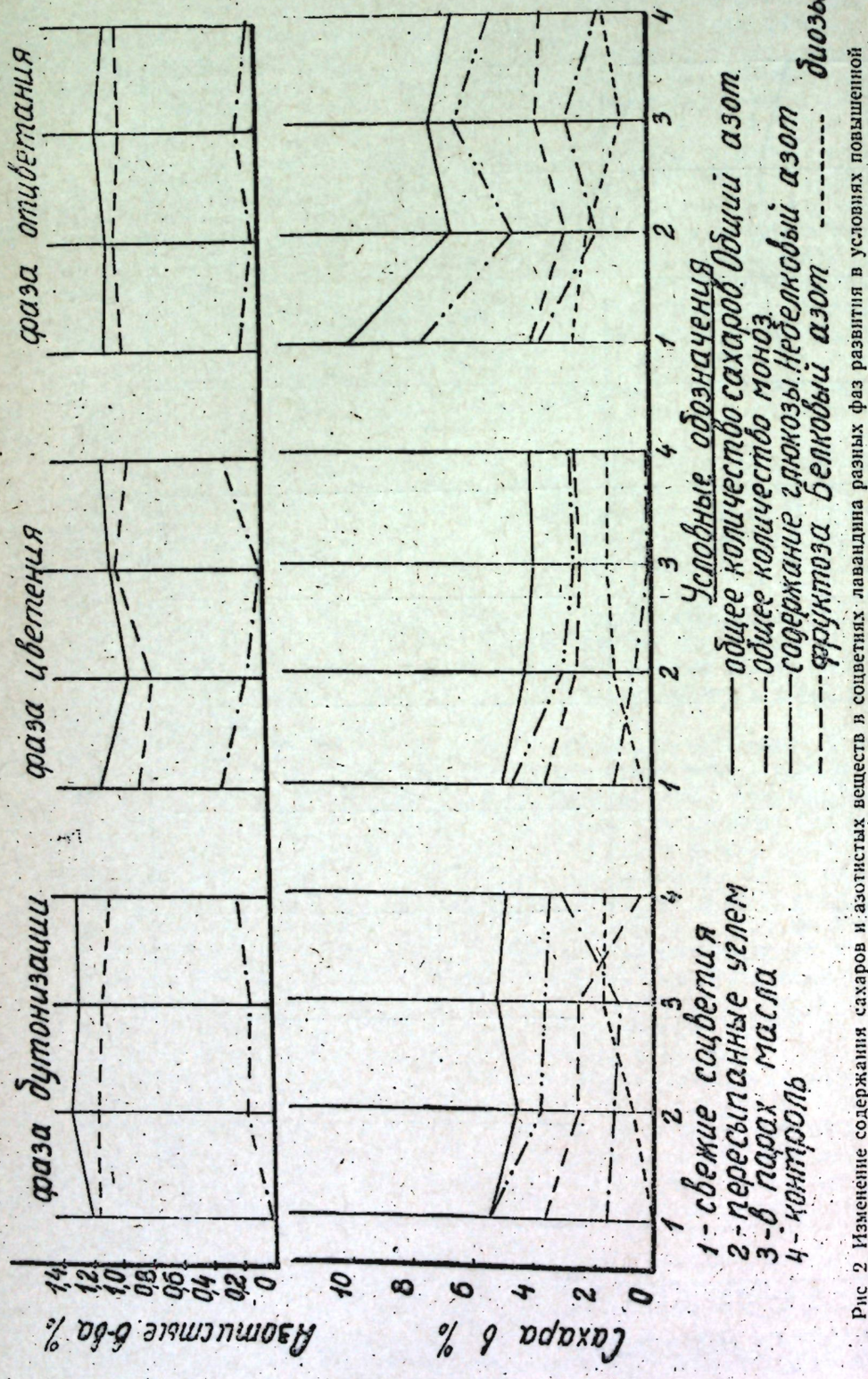



Рис 2 Изменение содержания сахаров и азотистых веществ в соцветиях лавандина разных фаз развития в условиях повышенной и пониженной концентрации паров эфирного масла.



*Таблица 1*

**Содержание сахаров в свежих соцветиях лаванды разных периодов развития и после их выдержки в термостате в условиях повышенной и пониженной концентрации паров эфирного масла**

| Периоды развития соцветий | Свежие соцветия | | После выдержки в камерах | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | „Уголь" | | «Эфирное масло» | | „Контроль" | |
| | количество сахаров | % к свежим | количество сахаров | % к свежим | количество сахаров | % к свежим | количество сахаров | % к свежим |
| Бутонизация . . . . | 8,03 | 100 | 2,84 | 35,37 | 3,72 | 46,34 | 3,54 | 44,08 |
| Цветение . . . . . | 9,84 | 100 | 1,28 | 13,02 | 6,48 | 65,85 | 4,62 | 46,97 |
| Отцветание . . . . . | 13,73 | 100 | 1,48 | 10,77 | 8,97 | 65,33 | 5,84 | 42,53 |

риод цветения и отцветания она распадается почти полностью, а в камере с эфирным маслом и в контроле — только на 40—50%. Что касается фруктозы, то в камере с углем она, как и глюкоза, распадается почти нацело, а в камере с эфирным маслом — только на 28—19%. Снижение концентрации паров эфирного масла в контрольной камере стимулирует распад фруктозы до 55—58% для тех же периодов развития.

В соцветиях лавандина влияние паров эфирного масла на углеводный обмен сказывается только в период отцветания (рис. 2).

Как следует из представленных на рис. 1 и 2 данных, содержание азотистых веществ в соцветиях лаванды и лавандина снижается по мере развития соцветий, но заметного влияния паров эфирного масла на белковый обмен установлено не было.

Таким образом, можно сделать вывод, что эфирное масло является ингибитором углеводного обмена в цветах эфироносов: угнетая распад сахаров, оно вызывает углеводное голодание и гибель цветов. Адсорбция паров эфирного масла порошком активированного угля обеспечивает нормальный процесс распада сахаров и длительную жизнедеятельность цветов. Постепенное повышение концентрации паров эфирного масла в контрольной камере, вследствие испарения эфироносом, постепенно замедляет процесс распада сахаров и при определенной концентрации останавливает его полностью.

Очевидно, это свойство эфирного масла некоторыми исследователями принималось за способность проявления энзиматического действия, за свойство влиять на транспирацию растений и т. д.

Данные опытов подтверждают высказывание С. Д. Львова о том, что эфирные масла не нужны растению и их накопление в клетках отдельных органов грозит гибелью всему растительному организму.

## ЛИТЕРАТУРА

Нилов В. И., Вильямс В. В., Михельсон Л. А. О превращениях эфирных масел в растениях. Записки Гос. Никитского ботанического сада, т. 10, в. 3, 1929.

Львов С. Д. О физиологическом значении процесса образования эфирных масел у растений. Вопросы ботаники. АН СССР, т. 2, 1954.

Treibs W. Biogenesis and Phisiological significance of Essential Oils. Perfumery ad Essential Oil Record, 222—225, 1955.

Карапетян Ш. А. К вопросу о переработке цветов жасмина методом адсорбции. Тр. Сухумской ЗОС, в. 1, 1947.

Сокол В. А. Влияние некоторых внешних факторов на выход эфирного масла из лепестков роз. Виноградарство и садоводство Крыма, № 5, 1960.

*V. A. SOKOL*

## CONTRIBUTION TO STUDY ON THE EFFECT OF HIGHER CONCENTRATIONS OF ESSENTIAL OIL VAPORS ON THE BIOTIC ACTIVITY IN FLOWERS

SUMMARY

Influence of higher concentrations of various essential oil vapors on flowers of essential oil and other plants was studied.

It was stated that essential oil vapors are strong inhibitors of biotic processes in flowers of all plants investigated: while depressing in them carbohydrate metabolism they bring them to death. The most depressing effect is shown by essential oils containing in their composition complex esters.

---

*А. И. ЗДРУЙКОВСКАЯ-РИХТЕР*

## ВОСПИТАНИЕ ЗАРОДЫШЕЙ РАННЕСОЗРЕВАЮЩИХ СОРТОВ ПЕРСИКА „in vitro"

Со времени первых работ (Hannig, 1904) по искусственной культуре зародышей растений накопилась довольно большая литература. Интерес к применению этого метода у исследователей нашей страны все более возрастает.

Ивановской Е. В. (1946, 1955) проведена ценная, интересная работа по воспитанию зародышей щуплых семян, полученных в результате отдаленной гибридизации злаков (Triticum durum (Полестинка) × Elymus arenarius и др.). Автором были получены первые гибриды такого отдаленного скрещивания.

Поддубная-Арнольди В. А. (1948) воспитала зародыши диплоидной и тетраплоидной форм гречихи.

Поддубной-Арнольди В. А. и Селезневой В. А. (1953, 1957) с целью создания отечественных сортов орхидей проведено большое исследование по стерильной культуре семян этих растений, характерной особенностью которых является наличие недифференцированных зародышей и недостаточного количества питательных веществ, необходимых для формирования проростков. Авторами получено множество гибридных растений.

Калинин Ф. Л. (1949, 1951, 1953), изучив условия развития зародышей редьки (Raphanus sativus) на материнском растении, создал оптимальные условия для развития незрелых зародышей указанного растения в искусственных условиях. Автор утверждает, что оптимальными условиями для развития зародышей редьки в контролируемых условиях являются: газовая смесь с 1% углекислоты и 50% кислорода, проточная питательная среда с определенным pH, с добавленным к ней дрожжевым экстрактом.

Зубкус Л. П. (1950, 1953) воспитывала зародыши бобовых растений. Ею получены плодоносящие растения из зародышей, лишенных семядолей. Автору удалось повысить процент удачных прививок гороха на сою путем предварительного выращивания зародышей гороха на питательной среде с вытяжками из семян сои.

Здруйковская А. И. (1951—1956) культивировала зародыши раннесозревающих сортов черешни, лимона, алычи. В результате этой работы получены плодоносящие растения, среди которых отобраны интересные формы.

Хурошвили К. Г. (1957) с селекционной целью воспитывала зародыши цитрусовых.

В данной статье описываются результаты работы по культуре зародышей раннесозревающих сортов персика, проведенной в лаборатории цитологии и эмбриологии Государственного Никитского ботанического сада в период 1951—1959 гг.

Давно известно, что семена персика, как и черешни, с ранним сроком созревания плодов неполноценны. Такие семена при обычном посеве не прорастают. Это явление мешает селекционной работе. При выведении сортов с наиболее ранним сроком созревания плодов селекционер лишен возможности использовать раннесозревающие сорта в качестве материнских растений.

Пользуясь методом стерильной культуры зародышей, удается получать растения из неполноценных семян упомянутых сортов. Работы по искусственному воспитанию зародышей персика находим в основном в иностранной литературе.

H. B. Tukey (1933, 1934), наряду с зародышами черешни и вишни, на разных питательных средах, воспитывал и зародыши персика. Наилучший результат был получен в опытах с зародышами, изолированными от плодов при достижении ими почти максимального размера, характерного для сорта.

Davidson O. W. (1933), воспитывая зародыши персика разных сроков созревания плодов, установил, что зародыши из плодов персика, созревающих до 20 июля, редко прорастали в искусственной культуре. Зародыши, взятые для опыта из семян плодов, созревающих до 25 июля, прорастали слабо. Если же брались для воспитания зародыши из зрелых и незрелых плодов после 25 июля, то они обычно прорастали хорошо.

Lammerts W. E. (1942), работая, главным образом, с поздно созревающими сортами персика, применил методы культуры зародышей для ускорения селекционного процесса.

Задачей нашей работы являлось выяснить оптимальные условия для развития зародышей персика в стерильной культуре и получить из них взрослые растения.

Для опыта были использованы зародыши следующих раннесозревающих сортов персика: Победитель, Ранний Риверса, Гринсборо, Пушистый ранний (сорт селекции Рябова И. Н.) и Майский цветок. Воспитывались зародыши как гибридные, полученные от скрещивания ранних сортов с другими ранними, так и от свободного опыления. Брались зародыши для культуры в разные периоды созревания плода. Зародыши персика Ранний Риверса культивировались только из недоразвитых плодов, т. к. близкие к созреванию плоды и косточки этого сорта, как правило, растрескивались. Это приводило к инфицированию семян, зародыши которых после этого не могли быть использованы в опыте.

О размерах зародышей, использованных в опыте, может дать представление рис. 1 со схематическим изображением семян персика, из которых вычленялись зародыши для воспитания. Как показывает рис. 1, в семенах зрелых плодов наиболее развитыми зародыши были у персика Гринсборо и Пушистый ранний. Они занимали, как правило, три четверти полости, ограниченной интегументами. Зародыши персика Победитель и Ранний Риверса были значительно меньшего размера. Они развивались до половины полости, ограниченной интегументами. Зародыши персика Ранний Риверса в большинстве случаев были меньшего размера. Самые недоразвитые семена наблюдались у персика Майский цветок. В них зародыш занимал лишь 3—5 часть полости, ограниченной интегументами и менее. Во многих случаях в зрелых плодах подопытных сортов персика,



в недоразвитых семенах эндосперм и нуцеллус отсутствовали, и семя состояло из зародыша со сморщенными оболочками в той части семени, где располагались ранее эндосперм и нуцеллус (рис. 1-г, д, е).

Прежде, чем воспитывать зародыши в стерильных условиях на питательных средах, мы пытались прорастить их в обычных условиях. Для этой цели были взяты зародыши всех перечисленных выше сортов тотчас после сбора плодов. Проращивание велось в чашках Петри на увлажненном субстрате (фильтровальная бумага, песок, мох и древесные опилки) как с добавлением питательных веществ (минеральные соли и сахароза, только минеральные соли или только сахароза), так и без добавления питательных веществ.

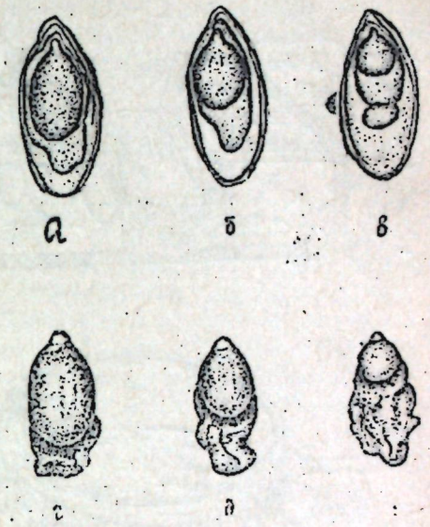



Рис. 1. Недоразвитые семена раннесозревающих сортов персика, зародыши которых использованы в опыте:
а — семя персика Гринсборо (такое же у персика Пушистый ранний);
б — семя персика Победитель (так же выглядит семя персика Ранний Риверса);
в — семя персика Майский цветок;
г, д, е — семена тех же сортов, в которых эндосперм и нуцеллус уже отсутствуют.

Проращивались зародыши при комнатной и при пониженной (0—5°С) температурах. Во всех упомянутых выше условиях зародыши в результате заражения погибали в большинстве случаев, не начав развития. В опытах при комнатной температуре с естественным освещением зародыши персика Гринсборо и Пушистый ранний, как правило, зеленели, раздвигали семядоли и в некотором числе начинали прорастать. Однако и они скоро погибали. Еще менее жизнеспособными оказались семена персика Победитель и Ранний Риверса. Семена и зародыши этих сортов в опытах по проращиванию при обычных условиях совсем не прорастали и большей частью даже не зеленели.

Зародыши для опыта по искусственному воспитанию извлекались из семян стерильно. Проводилось это следующим образом. Удалялась мякоть плодов (сочный околоплодник). Поверхность каменистых околоплодников (косточек) стерилизовалась. Для стерилизации применялись однопроцентная бромная вода и 95° спирт с последующим обжиганием на пламени спиртовой горелки. При этом косточки погружались в бромную воду на 10—15 мин., откуда они на 5—10 мин. переносились в спирт, после чего обжигались и помещались в простерилизованные чашки Петри. Из обработанных, указанным образом, косточек вычленялись зародыши и переносились на агаровые питательные среды. Последние операции производились в ручном микробиологическом боксе. Бокс перед работой стерилизовался 95° спиртом с помощью пульверизатора. Вычленение зародышей из семян более ранних фаз развития производилось под микроскопом МБС-1 в специально сконструированных для этого боксиках (рис. 2). Такие боксики позволяют вычленять в стерильных условиях зародыши, плохо различимые невооруженным глазом.

Вычлененные из семян зародыши помещались в сосуды с питательной средой. Сосудами для воспитания служили пробирки (с разным диаметром) и широкогорлые склянки (рис. 3). Основной питательной средой

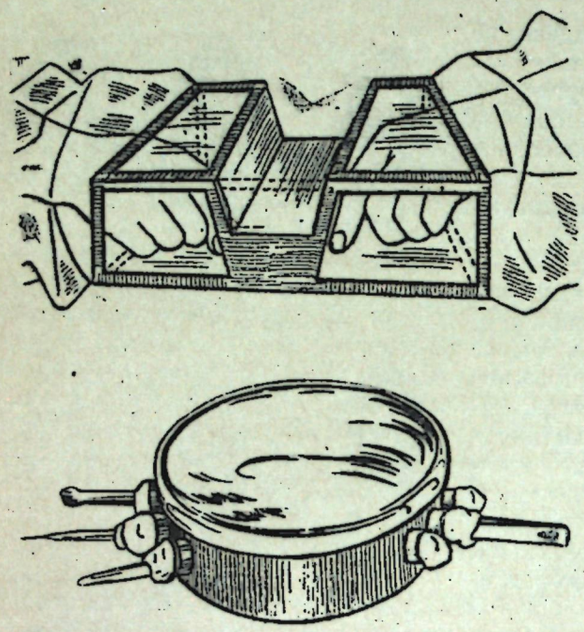


Рис. 2. Боксики для вычленения зародышей под микроскопом в стерильных условиях.

служила среда по Уайту (Уайт, 1949), содержащая минеральные соли, сахарозу или глюкозу, агар-агар и дрожжевой экстракт. На этой среде воспитывались большего размера зародыши. Для воспитания зародышей менее развитых в питательную среду по Уайту добавлялись аминокислоты (триптофан, глютаминовая и др.), витамины (аскорбиновая кислота, никотиновая кислота и витамин $B_1$). Были использованы для воспитания также казеиновый гидролизат и гидролизат из белка семян миндаля. Гидролизат готовился принятым в биохимических исследованиях методом (Иванов Н. И., 1946). Кроме того, в качестве питательной среды был испытан эндосперм кокосового ореха (кокосовое молоко). Как и гидролизаты казеина и белка из семян миндаля, эндосперм кокосового ореха добавлялся к основной питательной среде, описанной выше.

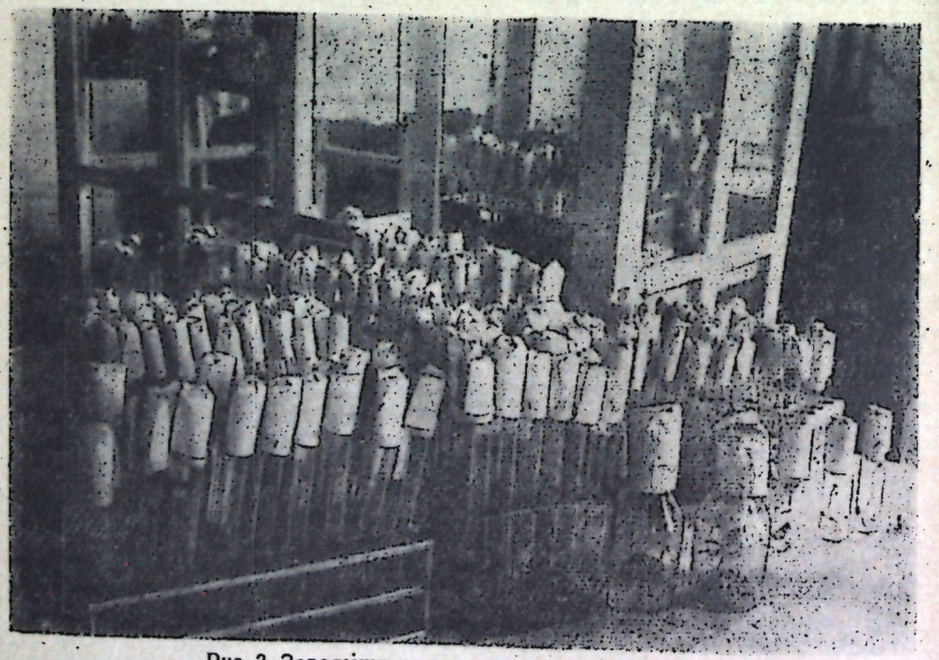


Рис. 3. Зародыши и проростки персика в сосудах с питательными средами.



Для питательных сред были применены также водные экстракты из пыльцы персика и миндаля. При приготовлении экстракта бралась одна часть (растертой в ступке) пыльцы на 20 частей бидистиллированной воды. Экстракция проводилась при кипячении на водяной бане в течение одного часа. Полученный экстракт разливался в ампулы и стерилизовался в автоклаве текучим паром. После стерилизации ампулы запаивались. Ампулы с экстрактом хранились при пониженных температурах.

Стерилизовались питательные среды в автоклаве текучим паром, а иногда при давлении в 1 атмосферу с температурой 120°С в течение 30 минут. Верхняя часть сосудов с питательными средами и пробирки во время стерилизации закрывались плотной бумагой с тем, чтобы ватные пробки, закрывающие их отверстия, оставались сухими. Сосуды с ватными пробками до разливания в них питательной среды, чашки Петри, бумага стерилизовались в сушильном шкафу при температуре 170°С. Продолжительность стерилизации—один час. Боксики, с помощью которых вычленялись зародыши из семян под микроскопом, стерилизовались в автоклаве с вложенными в них инструментами, предназначенными для операций.

После пересадки зародышей на питательные среды сосуды плотно закрывались ватными пробками и колпачками из целлофана. Последние в некоторой мере предохраняли питательные среды от подсыхания. Затем сосуды с зародышами помещались в холодильник с температурой 0—5°С, а часть из них оставлялась при комнатной температуре и естественном освещении. В процессе развития и прорастания зародыши 2—3 раза пересаживались в свежеприготовленные питательные среды. Развившиеся проростки переносились в среды без агар-агара. Это делалось потому, что в жидких средах корневая система развивалась лучше. Зародыши, оставленные для воспитания при комнатной температуре, пересаживались чаще, т. к. в этих условиях среды подсыхали быстрее. В холодильнике большая часть стерильных культур находилась в течение длительного периода (5—7 месяцев), после чего они переносились в условия лаборатории и вегетационного домика. После того, как у проростков развивались побеги и корни, они пересаживались в вазоны с почвой. С тем, чтобы изнеженные в стерильных условиях растеньица предостеречь от инфекции, они пересаживались в стерильную почву и поливались первые дни стерилизованной водой. После пересадки в почву растеньица обильно поливались и накрывались стаканами. В течение 2—3 дней они не открывались. Почва за этот период не высыхала, и не было необходимости ее увлажнять. В дальнейшем полив производился через 2—3 дня и чаще. Как только растеньица подрастали и у них появлялись новые листья, они прикапывались в вазонах в грядку и оставлялись до осени или весны, после чего высаживались в грядки открытого грунта. В этих условиях растения персика находились до плодоношения. Отобранные после плодоношения формы размножались окулировкой.

Для ускорения развития и получения растений из проростков со слабо развитым корешком производилась прививка проростков в крону раннесозревающего взрослого растения персика. Прививались они к молодым сочным побегам «в расщеп». Обмоточным материалом служили шелковые нитки и узкие полоски мягкой резины. Прививки сразу помещались во влажные камеры (пробирки, укрепленные над прививками). Отверстия пробирок закрывались влажными тампонами из ваты. Пробирки с заключенными в них прививками покрывались бумажными колпачками для предохранения привоя от солнечных ожогов.

Прививались проростки к растениям, высаженным в кадки, и в крону растений открытого грунта. Лучший результат получен на растениях, вы-

саженных в кадки и помещенных в вегетационный домик. В последнем случае растения-подвои предварительно подрезались. Этим было вызвано формирование массивных сочных побегов. К ним и прививались проростки из стерильной культуры. После того, как прививки были произведены, все оставшиеся свободными от прививок побеги подвоя удалялись. В дальнейшем удалялись и вновь развивающиеся побеги. Это также создавало благоприятные условия для приживления, а затем и развития прививок. Значительно труднее прививки удавались на растениях персика открытого грунта, вследствие того, что прививки были постоянно окружены многочисленными быстрорастущими побегами, принадлежащими подвою, которые, по-видимому, препятствовали приживлению прививок и тормозили их развитие.

Опыт по воспитанию зародышей персика в искусственных условиях был проведен в 4 вариантах.

В первом варианте воспитывались зародыши 4 сортов персика (Гринсборо, Пушистый ранний, Победитель и Ранний Риверса). Питательной средой для зародышей этого варианта служила среда по Уайту. Воспитание протекало в условиях холодильника с температурой (0°—5°С) и частично при комнатной температуре. О размерах пересаженных для данного варианта зародышей можно судить по рисунку 1 а, б, со схематическим изображением семян персика вышеупомянутых сортов.

В таблицу 1 включены данные результатов воспитания при пониженной температуре.

*Таблица 1*

**Результаты воспитания зародышей семян раннесозревающих сортов персика на питательной среде по Уайту**

| № п/п. | Природа зародышей | Год | Количество пересаженных зародышей | Количество зародышей с разным характером развития в % от количества пересаженных | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | все части проростка развиты | начальные фазы развития | развитие не наблюдалось |
| 1 | Ранний Риверса | 1951 | 100 | 41,0 | 33,0 | 26,0 |
| 2 | Пушистый ранний | 1951 | 18 | 66,7 | 33,3 | — |
| 3 | Победитель | 1952 | 23 | 34,8 | 30,4 | 34,8 |
| 4 | Ранний пушистый | 1952 | 32 | 46,9 | 21,9 | 31,2 |
| 5 | Ранний Риверса | 1952 | 46 | 27,7 | 8,7 | 69,6 |
| 6 | Победитель | 1953 | 159 | 80,5 | 17,6 | 1,9 |
| 7 | Пушистый ранний | 1953 | 47 | 76,6 | 21,3 | 2,1 |
| 8 | Ранний Риверса | 1953 | 45 | 24,4 | 28,9 | 46,7 |
| 9 | Победитель | 1954 | 28 | 71,4 | 21,4 | 7,2 |
| 10 | Ранний Риверса | 1954 | 20 | 25,0 | 25,0 | 50,0 |
| 11 | Гринсборо | 1954 | 128 | 79,7 | 5,5 | 14,8 |

В опытах 1951—1952 гг. культуры зародышей находились в холодильнике в течение 1—3 месяцев, в опытах 1953—1954 гг.— в течение 5—6 месяцев. Продолжительность пребывания зародышей в условиях пониженной температуры оказала влияние на результат опыта. Как показывает таблица 1, более положительный результат был получен в опыте 1953—1954 гг., в котором зародыши подвергались воздействию пониженных температур в течение более длительного периода. Исключение представляли зародыши персика Ранний Риверса. Из них образовалось значительно меньше полноценных проростков, и был большой процент зародышей, у которых не наблюдалось никакого развития. У зародышей этого сорта отмечалось и более замедленное формирование проростков по сравнению с зародышами других сортов, использованных в опыте.



Менее положительный результат воспитания зародышей персика Ранний Риверса, нам представляется, был связан с тем, что зародыши этого сорта брались для воспитания всегда из недозрелых плодов (как уже отмечалось выше) и были менее развитыми, чем зародыши сортов Пушистый ранний, Гринсборо и др.

Формирование проростков из зародышей, воспитываемых в условиях пониженных температур, в единичных случаях начиналось спустя 1—2 месяца, а массовое развитие проростков наблюдалось лишь после 5—6 месяцев от начала опыта. Причем из зародышей сортов Ранний Риверса и Победитель в большом числе формировались проростки через 7—8 месяцев. Развивающиеся в условиях холодильника проростки всех взятых для опыта сортов, как правило, были полноценными.

На рис. 4 изображены проростки персика Пушистый ранний, воспитанные в указанных условиях. В тех случаях, когда зародыши персика, помещенные для воспитания в холодильник, вынимались из него в период 1—3 месяцев их пребывания в условиях пониженных температур и продолжали воспитываться в условиях лаборатории при комнатной температуре, из них в большинстве случаев полноценные проростки не формировались. Их развитие было аналогичным развитию большинства зародышей и проростков с замедленным развитием, воспитываемых в течение всего периода в условиях комнатной температуры.

Анализируя развитие зародышей подопытных сортов персика в условиях комнатной температуры и естественного освещения, следует отметить следующее.

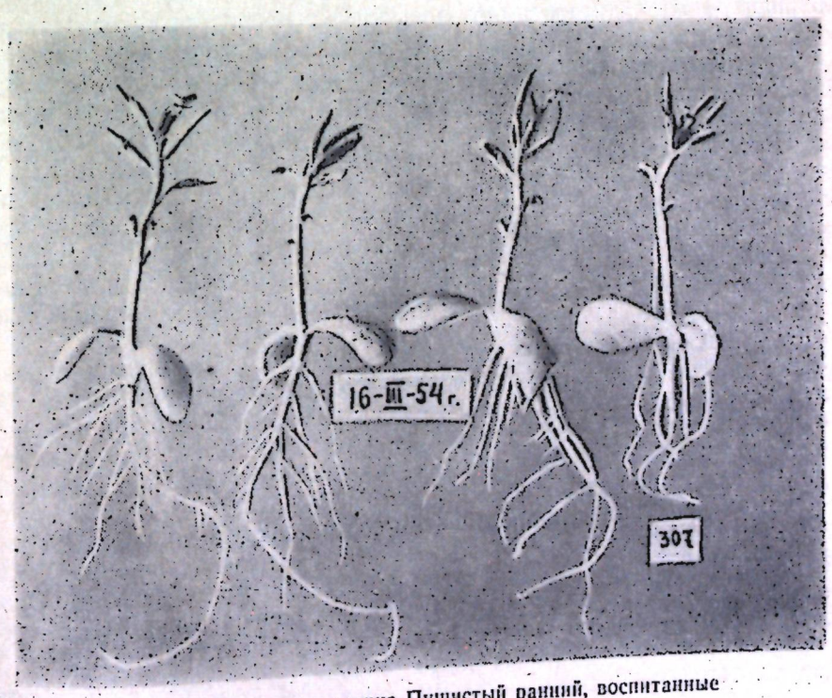



Рис. 4. Проростки персика Пушистый ранний, воспитанные на питательной среде при пониженной температуре.

Большая часть зародышей персика Пушистый ранний на 2—3 день зеленела. Через 4—5 дней они начинали прорастать, а спустя 12 дней в большинстве случаев были сформированы проростки со всеми развитыми частями. Довольно быстрое развитие наблюдалось и у некоторой части зародышей Гринсборо и Победитель. Семядоли зародышей также скоро зеленели и разрастались. Появлялся хорошо развитый корешок. У зародышей Гринсборо формировался также более или менее нормальный побег, а у проростков Победитель в большинстве случаев побеги были недоразвитыми. У них удлинялось надсемядольное колено, заканчивающееся обычно на своей верхушке розеткой мелких листочков.

Многие зародыши этого сорта отставали в развитии. Такие зародыши в условиях комнатной температуры начинали развиваться в проростки лишь через 20—25 дней после пересадки в стерильную культуру. Это явление в меньшей степени наблюдалось у зародышей персика Гринсборо и Пушистый ранний.

У персика Ранний Риверса большая часть проростков формировалась в течение месяца. Корень у них, как правило, развивался нормально, а побеги в большинстве случаев были розеточного типа. Замедленное формирование проростков этого сорта наблюдалось и в условиях пониженной температуры, хотя в этих условиях большей частью развивались нормальные побеги, что было характерно и для зародышей других взятых для опыта сортов персика, помещенных на 5—6 месяцев в холодильник с температурой 0°—5°С.

Следует также отметить, что в условиях комнатной температуры во многих случаях зародыши не развивались в проростки. Правда, у таких зародышей корешок в разной степени подрастал, заметно увеличивалась и первичная почечка, но дальнейшего развития у таких зародышей не наблюдалось. Позже у них отпадали семядоли и в конце концов они погибали.

Из зародышей, развивающихся в условиях комнатной температуры, в большом числе формировались аномальные проростки с недоразвитыми, скрученными листочками. Часто отдельные листочки или некоторые их участки были утолщены и лишены зеленой окраски (А. Здруйковская, 1956). Такие проростки независимо от сорта отличались низкой жизнеспособностью. После пересадки в вазоны с почвой они, как правило, погибали. Пониженная жизнеспособность наблюдалась и у проростков с более или менее нормально развитыми частями, если они воспитывались при комнатной температуре. Растеньица, высаженные в почву, вскоре приостанавливали рост. Возобновлялся он только в следующий вегетационный период. Эти растения в зимний период содержались в прохладном месте и весной из них почти во всех случаях развивались полноценные побеги.

Второй вариант опыта был проведен с зародышами персика Майский цветок. Этот самый ранний по срокам созревания плодов сорт имеет повышенную зимостойкость и сравнительно позднее цветение. Этими положительными качествами упомянутый сорт привлекает внимание селекционеров, т. к. является ценной исходной формой при выведении сверхранних сортов персика.

Однако селекционная работа с этим сортом затруднена полным отсутствием жизнеспособных семян. В семенах из зрелых плодов зародыши остаются малоразвитыми. Недостаточно развивается и эндосперм. Большую часть семени занимает нуцеллус. Такие семена очень скоро погибают (рис. 5).

Вполне понятно, как важно найти условия, при которых можно было бы проращивать недоразвитые семена этого ценного сорта и получать из них полноценные растения. Davidson O. W. (1933) воспитывал искусственно зародыши Майского цветка, но они не обнаружили роста. Losley Y. W. and Bonner Y. (1952) провели эксперимент с этим сортом персика следующим образом: 60 зрелых плодов они поместили в холодильник с температурой около 2°С на 47 дней. За это время ⅓ плодов при хранении погибла. Из сохранившихся плодов после охлаждения было вынуто 47 зародышей, которые культивировались на питательных средах. Однако в результате воспитания был получен только один проросток.

В нашей лаборатории работа с этим сортом была начата в 1954 году. Большая часть зародышей для опыта была взята от свободного опыления. Гибридные зародыши в основном были получены от опыления пыльцой раннесозревающих сортов. Зародыши брались для воспитания из семян



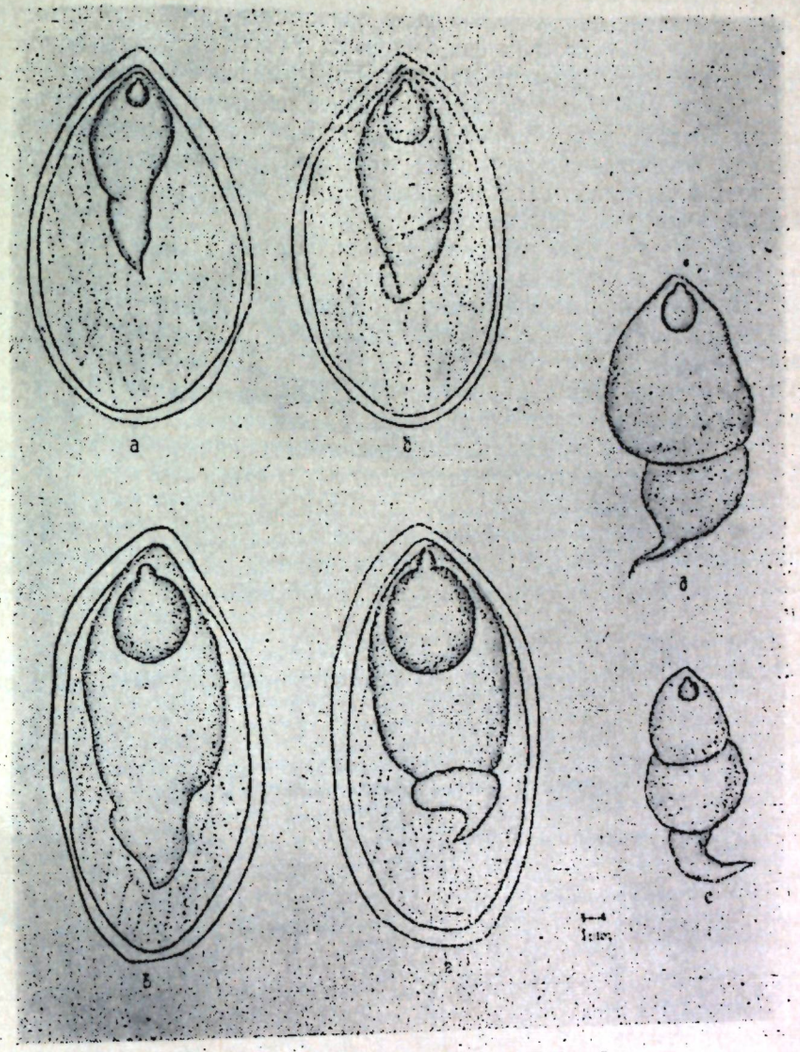



Рис. 5. Недоразвитые семена персика Майский цветок из зрелых плодов:
а, б — семена с менее развитыми зародышами и эндоспермом;
в, г — с более развитым зародышем и эндоспермом;
д, е — зародыши с эндоспермом, вычлененные из семян.

зрелых и близких к созреванию плодов. Максимального размера зародыши в таких плодах занимали третью часть полости, ограниченной интегументами (рис. 1 в.). Данного размера зародыши и были отобраны для воспитания. Для культуры упомянутых зародышей была использована питательная среда по Уайту с добавленными в нее разными физиологически активными соединениями. В описываемом варианте в питательную среду добавлялись отдельные аминокислоты и витамины, а также однопроцентный казеиновый гидролизат. Питательная среда по Уайту без добавления указанных веществ служила контролем.

Результаты второго варианта опыта изложены в таблице 2. Приведенные в таблице материалы представляют собой средние данные из опыта 2 лет. Исключением являются серии опытов по воспитанию на среде, содержащей витамин $B_1$ и казеиновый гидролизат, являющиеся данными результата опыта одного года.

Во втором варианте, как и в первом, большая часть зародышей воспитывалась длительный период в условиях пониженных температур.

Для выяснения характера развития зародышей персика Майский цветок в условиях комнатной температуры было взято 30 зародышей. Они воспитывались, главным образом, на питательной среде по Уайту.

Как видно из таблицы 2, добавление в питательную среду отдельных аминокислот стимулирует развитие зародышей, причем наилучший результат получен на питательной среде, в которую был добавлен триптофан.

При воспитании зародышей в присутствии других использованных в опыте аминокислот получен менее положительный результат, чем в опытах

*Таблица 2*

**Воспитание зародышей персика Майский цветок на питательной среде, содержащей физиологически активные вещества**

| № п/п. | Наименование питательной среды | Концентрация аминокислот и витаминов в 1 литре питательной среды по Уайту | Количество пересаженных зародышей | Из них (в % к количеству пересаженных зародышей) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | развилось проростков со всеми развитыми частями | с начальными фазами развития | развитие не наблюдалось |
| 1 | Питательная среда по Уайту | — | 67 | 38.8 | 46.3 | 14.9 |
| 2 | „ + глютаминовая кислота | 1.47 | 23 | 52.2 | 39.1 | 8.7 |
| 3 | „ + рибонуклеиновая кислота | 0.01 | 17 | 52.9 | 41.2 | 5.9 |
| 4 | „ + дезоксирибонуклеиновая кислота | 0.01 | 24 | 58.3 | 33·3 | 8.4 |
| 5 | „ + триптофан | 0.02 | 26 | 75.0 | 25.0 | — |
| 6 | „ + нуклеиновая кислота | 0.01 | 13 | 53.8 | 46.2 | — |
| 7 | „ + аскорбиновая кислота | 0.1 | 18 | 66.0 | 27.7 | 6.3 |
| 8 | „ + витамин $B_1$ | 0.01 | 33 | 57.0 | 43.0 | — |
| 9 | „ + никотиновая кислота | 0.01 | 32 | 46.9 | 46.9 | 6.2 |
| 10 | „ + гидролизат из казеина (1%) | — | 96 | 84.0 | 11.4 | 4.6 |



с триптофаном, но более высокий по сравнению с серией опытов по воспитанию зародышей на питательной среде по Уайту.

Из витаминов, как показывает таблица 2, более положительное влияние на развитие зародышей оказали аскорбиновая кислота и витамин $B_1$. О стимулирующем влиянии этих витаминов на развитие зародышей растений в искусственных условиях имеются сведения и в литературе.

J. Bonner and D. Bonner (1937—1938) отметили положительное влияние витамина $B_1$ и аскорбиновой кислоты на рост изолированных зародышей гороха.

В наших опытах с зародышами персика никотиновая кислота оказала слабое влияние, однако, при воспитании зародышей других растений (горох, дурман) разными исследователями отмечено положительное влияние никотиновой кислоты на развитие зародышей. (J. Bonner and Axtman, 1937; Van Overbeek, Conclin and Blakeslee, 1942 и др.).

Овчаров (1958) показал, что растения для нормальной жизнедеятельности нуждаются в витаминах. Они—необходимое звено всего обмена веществ. Вполне возможно, что витамины необходимы и для развития зародышей, особенно, если они изолированы из семени до его окончательного развития и пересажены в искусственные условия. Об этом свидетельствует увеличение содержания витаминов в семени в период его формирования на материнском растении.

Результаты воспитания зародышей персика на питательной среде с добавлением глютаминовой кислоты показали, что примененная нами концентрация была велика, т. к. у развившихся проростков стебель часто был с гофрированной поверхностью, а листочки скручены. Но в то же время у проростков развивалось массивное надсемядольное колено и более или менее развитый корень. После пересадки в вазоны с почвой у таких проростков побеги развивались нормально.

Как показано в таблице 2, более благоприятное влияние на развитие зародышей персика и формирование из них проростков оказала питательная среда, в которую был добавлен 1% казеинового гидролизата. Развившиеся проростки отличались хорошо развитыми частями. У большей части таких проростков наблюдалось развитие корешков в области надсемядольного колена. На других питательных средах корешки в области надсемядольного колена образовались только в трех случаях (А. Здруйковская-Рихтер, 1960). Проростки персика Майский цветок, развившиеся в стерильной культуре, показаны на рис. 6.

Стимулирующее влияние казеинового гидролизата на развитие зародышей ячменя отметили Ziebur, Brink, Graf, Stachman (1950) и дурмана — Sanders and Burkholder (1948).

Положительное влияние казеинового гидролизата на развитие незрелых зародышей ячменя показали Kent N. and Brine R., 1947.

Наблюдая за развитием зародышей персика Майский цветок в условиях комнатной температуры, было отмечено, что около половины зародышей через несколько дней после пересадки приобретали зеленую окраску. Через три недели у них появились подсемядольное колено и корешок. Надсемядольное колено в большинстве случаев не развивалось, и недоразвитые листочки располагались в виде розетки. Почти у всех развивающихся проростков листочки полностью или отдельные их участки были лишены зеленой окраски. Но если и развивались зеленые листья, они были скрученными. У всех описанных проростков отмечена очень низкая жизнеспособность. Описанное явление отмечалось здесь в большей степени по сравнению с проростками других сортов персика, развивающихся при комнатной температуре, о чем было сказано выше.

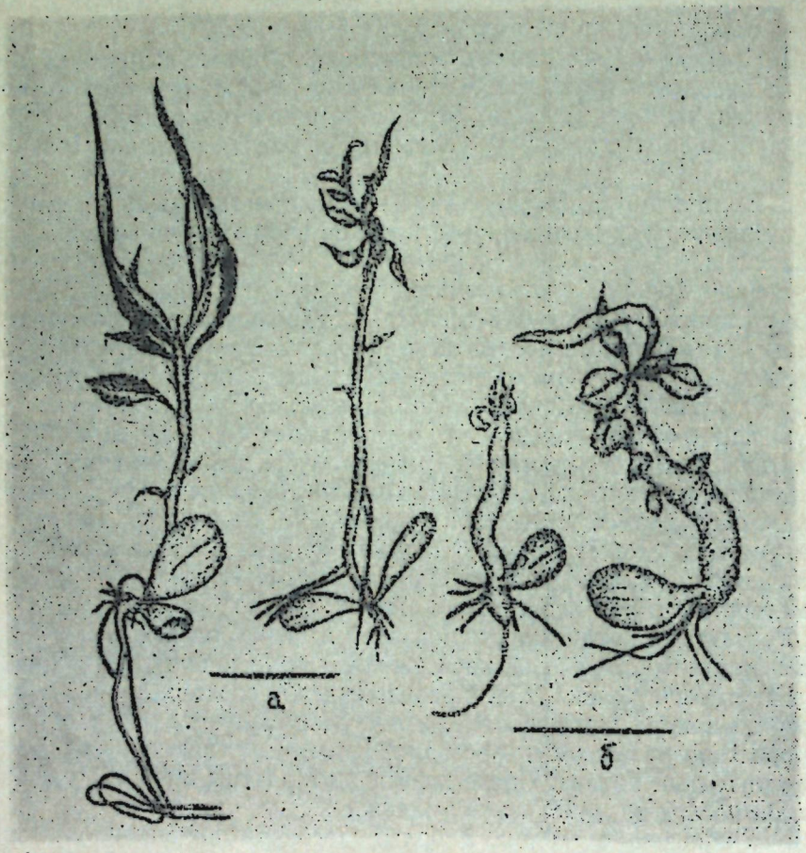



Рис. 6. Проростки персика Майский цветок, развившиеся на питательных средах:
а — на питательной среде по Уайту, в которую был добавлен 1% казеинового гидролизата;
б — на питательной среде с глютаминовой кислотой.

У зародышей же персика Майский цветок, воспитываемых в условиях пониженных температур, развивались более полноценные проростки, хотя развитие их протекало более медленно. Через месяц после пересадки на питательные среды в большинстве случаев увеличенные в размерах зародыши были в наклонившемся состоянии. Спустя полтора месяца наблюдалось формирование подсемядольного колена и увеличение первичной зародышевой почечки. Позже развивалось и надсемядольное колено. Заканчивалось развитие проростка лишь через 7—8 месяцев.

В третьем варианте воспитывались зародыши трех сортов персика (Майский цветок, Ранний Риверса и Победитель) на питательной среде по Уайту, в которую добавлялись экстракты из пыльцы персика и миндаля или гидролизаты из казеина и белка, полученного из семян миндаля, а также эндосперм кокосового ореха.

Зародыши сортов Ранний Риверса и Победитель брались для воспитания из недоразвитых плодов с тем, чтобы размеры их зародышей приблизить к размерам зародышей персика Майский цветок (рис. 1-в), отобранных для данного варианта опыта. В этом варианте, наряду с изолированными зародышами, для стерильной культуры были пересажены зародыши



вместе с эндоспермом. Результаты опыта данного варианта изложены в таблицах 3 и 4. В таблицу 3 помещены результаты воспитания изолированных зародышей, в таблице 4 показан результат воспитания зароды-

*Таблица 3*

**Воспитание зародышей персика (Майский цветок, Ранний Риверса и Победитель), вычлененных из семян более раннего периода развития**

| № п/п. | Наименование питательной среды | Количество пересаженных зародышей | Из них (в % к количеству пересаженных зародышей) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | зародышей, увеличившихся в 1,5—2 раза | образовалось проростков со всеми частями | с начальными фазами развития | развития не наблюдалось |
| 1 | По Уайту+эндосперм кокосового ореха (1—5%) | 36 | 64 | — | — | 36 |
| 2 | По Уайту+экстракт из пыльцы миндаля (1—2%) | 20 | 35 | — | 10 | 55 |
| 3 | По Уайту+экстракт из пыльцы миндаля (0,5%) | 16 | 62,5 | — | — | 37,5 |
| 4 | По Уайту+экстракт из пыльцы персика (1%) | 14 | 57 | — | 43 | — |
| 5 | По Уайту+экстракт из пыльцы персика (0,5%) | 18 | 94 | — | — | 6 |
| 6 | По Уайту+гидролизат из белка миндаля (1%) | 28 | 60 | — | 8 | 32 |
| 7 | По Уайту+гидролизат из казеина (1%) | 15 | 26,7 | — | — | 73,3 |

шей, помещенных на питательную среду с эндоспермом. Как показывают таблицы 3 и 4, на развитие и увеличение размеров зародышей более положительное влияние оказала питательная среда, содержащая 0,5% водный экстракт из пыльцы персика. Правда, ни в одной серии опыта описываемого варианта проростков не получено, хотя начальные фазы их формирования и наблюдались.

Так, под влиянием экстракта из пыльцы миндаля и персика и использованных в опыте гидролизатов (табл. 3) развивающиеся зародыши во

*Таблица 4*

**Воспитание зародышей раннесозревающих сортов персика, не изолированных от эндосперма**

| № п/п. | Наименование питательной среды | Количество пересаженных зародышей | Из них (в % к количеству пересаженных зародышей) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | зародышей, увеличившихся в 1,5—2,5 раза | развилось проростков | с начальными фазами развития | развития не наблюдалось |
| 1 | По Уайту | 31 | 54,9 | 9,7 | — | 35,4 |
| 2 | „ + эндосперм кокосового ореха (1—5%) | 16 | 37,5 | — | — | 62,5 |
| 3 | „ + экстракт пыльцы миндаля (0,5—1%) | 15 | 46,7 | — | — | 53,3 |
| 4 | „ — экстракт пыльцы персика (0,5—1%) | 10 | 60 | — | — | 40 |

многих случаях были в наклонившемся состоянии, а в некоторых случаях было отмечено формирование подсемядольного и надсемядольного колена.

Нам представляется, что применение в опыте различных концентраций описанных экстрактов и гидролизатов позволит найти оптимальные условия не только для увеличения размеров зародыша, но и для формирования полноценных проростков персика из зародышей, изолированных из семян на более ранних фазах развития.

Что касается эндосперма кокосового ореха, добавляемого к основной питательной среде в экспериментах третьего варианта, то следует отметить, что он ожидаемого положительного эффекта не показал. Между тем, из литературных данных, при воспитании зародышей других растений эндосперм кокосового ореха оказывал стимулирующее влияние на развитие зародышей.

Необходимо указать, что проростки, полученные из зародышей персика Майский цветок, даже на средах, содержащих физиологически активные вещества, являлись менее полноценными по сравнению с проростками, развивающимися из зародышей других раннесозревающих сортов (Пушистый ранний, Гринсборо и др.). Они, как правило, были меньшего размера, часто с недостаточно развитым корнем, а при воспитании зародышей на питательной среде по Уайту без стимулирующих веществ корень во многих случаях совсем не развивался. Листочки у развивающихся растеньиц даже в условиях пониженных температур были малоразвитыми. Правда, в холодильнике шло воспитание в темноте и после того, как культуры выставлялись на дневной свет, их листочки быстро развивались, становились зелеными и увеличивались в размерах (рис. 7).

Рис. 7. Верхушечная часть проростков персика Майский цветок, воспитанных в условиях стерильной культуры при пониженной температуре.
а, в — верхушки проростков, развившихся в темноте;
а¹, в¹ — верхушки тех же проростков, находившихся на свету в течение 4 дней.

Проростки персика Майский цветок были и менее жизнеспособными по сравнению с другими сортами. Особенно это обнаруживалось после пересадки растеньиц из стерильных условий в почву. Здесь они в большом числе погибали. У растеньиц, развивающихся после пересадки, были отмечены замедленные темпы роста. За один вегетационный период побег высаженного растеньица достигал лишь 15—25 *см*.



Усилить развитие побегов нам удалось путем прививки проростков в крону взрослого растения персика. Методика описана выше.

Двухмесячные прививки изображены на рис. 8. Привитые проростки в кроне быстро приживались и затем хорошо развивались. В течение одного вегетационного периода из слаборазвитых проростков были получены побеги длиной до метра и более.

Рис. 8. Прививки персика Майский цветок 2-месячного возраста (в кроне персика Амсден). Места срастания указаны стрелкой.

В третьем варианте, как и в первых двух, наибольшая часть зародышей воспитывалась в условиях пониженных температур. Оказывается, что для развития зародышей более ранних фаз развития как изолированных и пересаженных в культуру, так и пересаженных в культуру вместе с эндоспермом пониженные температуры также являются необходимыми. Те и другие зародыши, воспитываемые в условиях комнатной температуры, не показали развития.

Следовательно, сравнивая развитие зародышей персика в условиях пониженных температур (0—5°С) и при комнатной температуре, можно сделать вывод о том, что для нормального развития зародышей этого сорта в искусственных условиях необходимы пониженные температуры.

Аномальный характер развития проростков плодовых растений при комнатной температуре наблюдали многие исследователи. Flemion F. (1936), разрабатывая методы определения жизнеспособности семян персика, проращивал зародыши во влажном торфяном мхе при комнатной

температуре. Из этих зародышей развились сеянцы-карлики, которые начали нормально расти лишь через несколько месяцев.

Tukey H. B. (1935), воспитывая зародыши плодовых, включая и персик, при температуре 18,3—21°С отметил у развивающихся растений наступление периода задержанного роста. Они становились карликами. У растений, развивающихся из зародышей, помещенных на 6—8 недель в условия с температурой 4,4°С, наблюдался нормальный рост.

Lammerts W. E. (1942) проращивал нестратифицированные зародыши персика в стерильных условиях на агаровых средах. Автор получил высокий процент прорастания, но проростки приостанавливали рост. После помещения их на шесть недель в условия пониженной температуры они стали интенсивно расти (в теплице). Большая часть сеянцев, высаженных в грунт, цвела через два года с начала воспитания.

Родионов А. (1948—1940) при обычных условиях проращивал стратифицированные и нестратифицированные семена персика. Растения, полученные из семян, находившихся при комнатной температуре, имели карликовые размеры, в то время как из стратифицированных семян развивались полноценные растения.

Автор считает, что персик при температуре 0—10°С проходит стадию яровизации. Он утверждает, что пониженная температура во время стратификации является необходимым условием, без которого невозможно нормальное развитие растений.

Аналогичный результат в опытах с семенами персика получен Сергеевым Л. И. (1953).

Losley Y. W. and Bonner Y. (1952) при воспитании зародышей раннесозревающих сортов персика в условиях комнатной температуры на разных питательных средах в стерильной культуре получили отрицательный результат. Но если плоды, снятые с дерева за несколько дней до созревания, хранились при температуре около 2°С в течение 7 недель, то зародыши из этих плодов, пересаженные на питательные среды, росли и развивались нормально.

По утверждению авторов, охлаждение плодов не дало заметного увеличения размера зародышей, но они предполагают, что указанным способом предотвращается гибель зародыша и повышается его жизнеспособность.

Kester D. E. and Hesse C. O. (1955) сравнивали прорастание зародышей семян разных по сроку созревания плодов сортов персика, культивируемых сразу после сбора плодов, с культурами зародышей после стратификации. Они установили, что развитие зародышей в стерильной культуре и формирование из них сеянцев происходит тем быстрее и нормальнее, чем позже созревают плоды у сорта, из которого были взяты для воспитания зародыши. Авторы отметили, что зародыши, достигшие максимального размера и сухого веса, способны прорастать в культуре сразу после сбора семян и без стратификации. Taylor Y. W. (1957), проращивая зародыши разных сортов персика, также отметил задержку роста зародышей, уродливое образование листочков, развитие розеток. Автор высказывает мнение о том, что образование розеток и остановка в развитии у сеянцев персика может быть результатом незавершенного развития зародыша.

Анализируя вышеизложенное, можно заключить, что для успешной культуры зародышей в искусственных условиях имеет большое значение степень дифференциации зародыша и его размеры. Более развитые зародыши успешнее развиваются в стерильной культуре и из них формируются более полноценные проростки. Однако не менее важными являются и условия, в которых протекает развитие зародышей с учетом биологических особенностей зародышей взятых для опыта видов растений.



Биологическими особенностями, по-видимому, и объясняется потребность зародышей персика и других плодовых культур в пониженных температурах. Если же зародыши лишены этого важного для них условия, происходит аномальное их развитие.

В результате воспитания зародышей персика раннесозревающих сортов (что описано нами в настоящей статье) получены взрослые растения. Часть этих растений начала плодоносить. В ближайшие годы будет возможность проанализировать полученный экспериментальный материал и дать детальную характеристику полученным растениям. Для примера коротко опишем несколько форм, отобранных для испытания.

Заслуживает большого внимания сеянец 269. Он получен из зародыша персика Пушистый ранний от свободного опыления. Созревание плодов у сеянца отмечено в первой половине июля. Плоды крупные, ярко-окрашенные с приятным сильным ароматом. Мякоть плода желтого цвета с полуотделяющейся косточкой. Плоды с хорошими вкусовыми данными.

Ценные сеянцы 36 и 244 (Победитель×Гринсборо). Плоды крупные, созревают в середине июля. Отличаются они хрящеватой мякотью и хорошим вкусовым качеством. У сеянца 36 основная окраска светло-кремовая с ярким румянцем. Плоды сеянца 244 кремовые. В некоторых участках поверхности плода—легкий румянец штрихом. Консервы, приготовленные из плодов этого сеянца, получили высокую оценку.

Представляют интерес привитые растения (118, 125, 97), полученные из зародышей персика Майский цветок от свободного опыления. Проростки были привиты в крону раннесозревающего сорта персика Амсден. Созревание плодов у прививок 125, 97 происходит в первых числах июля. У прививки 118 созревание плодов отмечено в конце июня. Раннее созревание плодов сохранилось и у саженцев. По вкусовым качествам плоды значительно лучше, чем у материнской формы.

Кроме описанных, имеются и другие заслуживающие внимания растения, отличающиеся ранним сроком созревания плодов и их лучшим качеством по сравнению с самым ранним стандартным сортом персика Майский цветок.

На основании проведенной работы по искусственному воспитанию зародышей раннесозревающих сортов персика (Гринсборо, Ранний Риверса, Победитель, Пушистый ранний и Майский цветок) на питательных средах в стерильных условиях можно сделать следующие выводы:

1. Для развития зародышей раннесозревающих сортов персика in vitro и формирования из них полноценных, жизнеспособных сеянцев одним из решающих условий являются положительные пониженные температуры (0—5°С). Из зародышей, воспитываемых при комнатной температуре, развиваются в большинстве случаев аномальные проростки с пониженной жизнеспособностью.

2. Зародыши персика, занимающие половину или две трети полости, окруженной интегументами, могут нормально развиваться в стерильной культуре и давать полноценные растения на питательной среде по Уайту без добавления физиологически активных веществ.

3. Зародыши персика, вычлененные из семени на более ранних фазах развития (когда зародыши занимают третью часть и менее полости, окруженной интегументами), успешно развиваются в искусственных условиях лишь при наличии в питательной среде физиологически активных соединений (аминокислоты, витамины, гидролизат казеина и др.).

4. В образовании полноценных проростков персика эффективной является питательная среда по Уайту, содержащая один процент гидролизата казеина. Эффективно также добавление к синтетической питательной

среде отдельных аминокислот и витаминов (триптофан, витамин $B_1$, аскорбиновая кислота).

5. Пользуясь методом стерильной культуры зародышей, раннесозревающие сорта персика, характерной особенностью которых является наличие неполноценных семян, вполне могут быть использованы в селекционном процессе в качестве материнских исходных форм.

## ЛИТЕРАТУРА


Зубкус Л. П. Выращивание плодоносящих растений из зародышей фасоли, лишенных семядолей. Бюлл. Главн. бот. сада АН СССР, в. 5, 1950.

Зубкус Л. П. Воспитание зародышей гороха и их прививка на сою. Бюлл. Главн. бот. сада АН СССР, в. 16, 1953.

Здруйковская А. И. Воспитание зародышей семян ранних сортов черешни. Агробиология, № 1, 1951.

Здруйковская А. И. К вопросу о вегетативной гибридизации лимона. Ботанич. журн., т. 38, № 2, 1952.

Здруйковская А. И. Воспитание зародышей семян алычи, полученных от вторичного (осеннего) цветения. Агробиология, 1954.

Здруйковская-Рихтер А. И. Получение сеянцев ранних сортов черешни путем воспитания зародышей на искусственной среде. Бюлл. Главн. бот. сада, в. 2, 1955.

Здруйковская-Рихтер А. И. Воспитание зародышей «нежизнеспособных» семян плодовых растений. В кн. Проблемы современной эмбриологии. Изд. Ленингр. университет, 1956.

Иванов Н. И. Методы физиологии и биохимии растений, 1946.

Ивановская Е. В. Культура гибридных зародышей злаков на искусственной среде. ДАН СССР, т. 4, № 5, 1946.

Ивановская Е. В. Выращивание пшенично-элимусных зародышей на искусственной среде. Автореферат, 1955.

Калинин Ф. Л. Культура незрелых зародышей редьки в искусственных условиях. ДАН СССР, т. 2, № 6, 1949.

Калинин Ф. Л. Физиолого-биохимические особенности эмбрионального развития растений. Автореферат, 1956.

Поддубная-Арнольди В. А. Сравнительно-эмбриологическое исследование диплоидных и тетраплоидных форм гречихи. Ботанич. журн., т. 33, № 2, 1948.

Поддубная-Арнольди В. И. и Селезнева В. А. Выращивание орхидей из семян. Труды Главн. бот. сада АН СССР, т. 3, 1953.

Поддубная-Арнольди В. И. и Селезнева В. А. Орхидеи и их культура. Изд. АН СССР, 1957.

Овчаров К. Е. Физиологическая роль витаминов в жизни растений. Докторская диссертация, 1958.

Родионов А. Влияние продолжительности стратификации и сроков посева семян на зимостойкость персика. Сад и огород, 11, 1948.

Родионов А. Изучение стадии яровизации у плодовых растений. Сад и огород, № 6, 1949.

Сергеев Л. И. Выносливость растений, Изд. Сов. наука, Москва, 1953.

Уайт Ф. Р. Культура растительных тканей. Изд. иностр. литерат., Москва, 1949.

Хурошвили К. Г. Культура изолированных зародышей и тканей как метод селекции цитрусовых. Бюлл. ин-та чая и субтропических культур, № 1, 1957.

Bonner J. and Bonner D. Ascorbic acid and growth of plant embryos. Proceed. Nation. Acad. Sciences, v. 24, n. 2, 1938.

Bonner J. and Axtman G. The growth of plant embryos in vitro. Preliminary experiments on the Role of accessory substances. Proceed. Nation. Acad. Sci., v. 23, n. 8, 1937.

Davidson O. W. The germination of «non-viable» peach seeds. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., v. 30, 1933.

Flemion F. A rapid method for determining the germinative power of peach seeds. Contributions from Boyce Thompson Institute, v. 8, n. 4, 1936.

Hannig E. Ueber die kultur von Cruciferen Embryonen ausserhalb des Embryosacks. Bot. Zeit., 62, 1904.

Kent N. and Brine R. Growth in vitro immature Hordeum embryos. Science, 106, 1947.

Kester D. E. and Hesse C. O. Embryo culture of peach varieties in relation to season of ripening. Proceed. of Amer. Soc. Hortic. Sci., v. 65, 1955.





Lammerts W. E. Embryoculture an effective technique for shortening the breeding cycle of deciduous trees and increasing germination of hebrid seed. Am. Jour. Bot., 29, 1942.

Losley Y. W. and Bonner Y. The development of normal peach seedlings from seed of early-maturing varieties. Proc Am. Soc. Hort. Sci., v. 60, 1952.

Taylor Y. W. Growth of non-stratified peach embryos. Proceed. Amer. Soc. Hort. Sci., v. 69, 1957.

Tukey H. B. Artificial culture methods for isolated embryos of deciduous fruits. Proc. Am. Soc. Sci., v. 32, 1934.

Tukey H. B. Artificial culture of sweet cherry embryos. The Journ. of Heredity, v. 24, 1933.

Van Overbeek J., Conklin M. E. and Blackslee A. F. Cultivation in vitro of small Datura embryos. Amer. Journ. Bot., 29, 1942.

Ziebur N. K. and Brink R. A., Graf L. H. and Stahmann M. A. The effect of casein hydrolysate on the growth of immature Hordeum embryos. Amer. Journ. Bot., 37, 144, 1950.


*A. I. ZDRUIKOVSKAYA-RICHTER*

## RAISING EMBRYOS OF EARLY MATURING REACH SORTS IN VITRO

### SUMMARY


As result of investigation carried out it was stated that for normal development of the Prunus persica embryos in artificial media the lowered temperatures (0—5°C) are necessary.

At the same time the undeveloped peach embryos require nutrient media containing physiologically active compounds which exert a positive influence on their development (aminoacids, vitamins, bydrolysate of casein a. o.).

As result of embryo culture in vitro there were obtained the fertile plantshaving valuable properties.

*А. И. ЗДРУЙКОВСКАЯ-РИХТЕР*

# ВОСПИТАНИЕ ЗАРОДЫШЕЙ ГРУШИ НА ИСКУССТВЕННОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Груша, являющаяся одним из древнейших плодовых растений, представляет собой ценную культуру. В СССР она широко распространена и занимает одно из главных мест в плодоводстве. (Мичурин И. В., 1934; Рубцов Г. А., 1937; Малеев В. П., 1939; Жуковский П. М., 1950; Васильченко И. Т., 1957 и др.).

Имеют значение сорта груши разных сроков созревания плодов, в том числе и раннесозревающие—летние сорта. Последние особенно важны для южных районов нашей страны.

Однако плоды существующих раннесозревающих сортов груши с недостаточными вкусовыми данными. Селекция же их затруднена наличием у них неполноценных семян.

Получив методом искусственного воспитания из зародышей скороспелых сортов персика и черешни, характеризующихся отсутствием полноценных семян, плодоносящие, перспективные формы, мы решили разработать приемы культуры in virto для зародышей груши.

Исследования по культуре зародышей плодовых растений (Tukey H. B., 1933; Davidson O. W., 1933; Skirm G. W., 1942; Lammerts W. E., 1942; Losley I. W. and Bonner I., 1952; Kester D. E. and Hesse C. O., 1955; Zadaja S. W., 1961 и др.) в основном проведены с зародышами косточковых плодовых. Сведений об искусственном воспитании зародышей семечковых растений чрезвычайно мало.

В работе Tukey H. B (1934) по культуре зародышей плодовых, в том числе яблони и груши, автор не останавливается подробно на описании методик и результатов исследования, касаясь зародышей груши. В работе с зародышами яблони Nickell L. G. (1950) пользовался методом стерильной культуры с целью укорочения времени, необходимого для проращивания семян плакучей дикой яблони и наиболее быстрого получения результатов исследования.

Работы по воспитанию зародышей раннесозревающих сортов груш в стерильных условиях нам не известны.

В данной статье изложены результаты воспитания зародышей раннесозревающего сорта груши in vitro. Работа проведена в лаборатории цитологии и эмбриологии Государственного Никитского ботанического сада.

## Объект и методика

В качестве объекта для исследования были использованы зародыши сорта груши Зеленая Магдалина. Этот сорт выведен и рекомендован в стандарт Крымской научно-исследовательской станцией плодоводства. Деревья данного сорта отличаются очень хорошим развитием, высоким и ежегодным урожаем, сравнительно ранним вступлением в пору плодоношения (на 8-й год). Плоды созревают в условиях Предгорной плодовой зоны Крыма 10—15 июля (Милешко А. Ф., 1955). На Южном берегу Крыма (Никитский ботанический сад) плоды Зеленой Магдалины созревали в период проведения исследования во второй половине июля. Плоды этого сорта груши имеют светло-зеленую окраску и величину ниже средней. Вкусовые качества плодов невысокие.

Для воспитания брались зародыши, как правило, из недозрелых плодов (за 5—10 дней до их созревания), так как в зрелых плодах содержатся лишь единичные семена с живыми зародышами. Наибольшая часть семян в зрелых плодах отмирает.

Для стерильной культуры использовались зародыши, занимающие третью часть и половину полости, окруженной интегументами (рис. 1). Чаще использовались для воспитания последние, так как из них больше развивалось полноценных проростков, а в дальнейшем растений. Это было очень важно, ибо в обычных условиях из семян груши Зеленая Магдалина всходы не появляются.

Культивировались зародыши как гибридные, так и от свободного опыления. Вычленение зародышей из семян и пересадка их в сосуды с питательной средой производились стерильно в ручном микробиологическом бюксе.

Перед упомянутыми операциями поверхность плодов груши обмывалась 95° спиртом с последующим обжиганием на пламени спиртовой горелки. Обработанные таким путем плоды помещались в небольшие кристаллизаторы с крышками и переносились в бокс. В боксе плоды разрезались и из них извлекались семена. Разрез производился в области семенных гнезд перпендикулярно длинной оси плода, несколько ближе к основанию плода, с таким расчетом, чтобы не разрезать семена и не повредить зародыши, а лишь раскрыть семенные гнезда, из которых после этого довольно легко извлечь семена. Техника вычленения зародышей из семян описана нами ранее для черешни и персика (Здруйковская-Рихтер А. И., 1955, 1962). Вычлененные зародыши тотчас переносились в пробирки с питательной средой. Для воспитания служила питательная среда по Уайту (Уайт Ф. Р., 1949), в которую добавлялись некоторые витамины и аминокислоты (таблица 1) и видоизмененная питательная среда по Прянишникову с микроэлементами. Видоизменение состояло в добавлении на литр питательной среды сахарозы 20 грамм, дрожжевого экстракта 20 грамм и гликокола 3 миллиграмм. В литр упомянутой питательной среды вносились единичные и в разных комбинациях следующие микроэлементы:

Марганец в виде $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ . . . . в количество 0,02 *г*
Бор в виде $H_3BO_3$ . . . . . в количестве 0,029 *г*
Цинк в виде $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ . . . . . в количестве 0,004 *г*
Медь в виде $CuSO_4$ . . . . . в количестве 0,5 *мг*

pH среды колебался от 5,5 до 6,0. Питательные среды, разлитые в пробирки с ватными пробками, автоклавировались.

Для выяснения оптимальных температурных условий развития зародышей они помещались в холодильник с температурой 0—5°С, а часть из них оставлялась при комнатной температуре.



*Таблица 1.*

**Результаты воспитания зародышей груши Зеленая Магдалина×Б. К. Вильямс на питательной среде, содержащей физиологически активные вещества**

| № п/п. | Наименование питательной среды | Концентрация физиологически активных веществ в 1 литре питательной среды (в *граммах*) | Количество пересаженных зародышей | Из них (в % к количеству пересаженных зародышей) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | развилось проростков | с начальными фазами развития | развития не наблюдалось |
| 1 | Питательная среда по Уайту . | — | 108 | 37,0 | 49,1 | 13,9 |
| 2 | Питательная среда по Уайту + витамин $B_1$ . . . . . | 0,01 | 37 | 59,5 | 35,1 | 5,4 |
| 3 | Питательная среда по Уайту + никотиновая кислота . . | 0,01 | 22 | 77,3 | 13,6 | 9,1 |
| 4 | Питательная среда по Уайту + глютаминовая кислота . | 1,47 | 18 | 66,7 | 22,2 | 11,1 |
| 5 | Питательная среда по Уайту + аспарагиновая кислота . | 1,33 | 25 | 36,0 | 16,0 | 48,0 |
| 6 | Питательная среда по Уайту + нуклеиновая кислота . . | 0,01 | 7 | 42,9 | 14,2 | 42,9 |
| 7 | Питательная среда по Уайту + дезоксирибонуклеиновая кислота . . . . . | 0,01 | 16 | 43,8 | 43,8 | 12,5 |

По мере формирования проростков они высаживались в вазоны с почвой, предварительно простерилизованные в автоклаве. Развившиеся в вазонах сеянцы, с побегом длиной в 10—20 и более сантиметров, пересаживались в грядки открытого грунта. Часть проростков, у которых не был развит побег, прививалась в крону взрослого плодоносящего растения.

Прививка производилась в расщеп к растущему сочному побегу. Проростки прививались в области подсемядольного колена. В течение длительного периода прививки находились во влажных камерах, укрепленных над ними. Производилась прививка и другим способом. В крону взрослого растения прививались окулировкой сеянцы (тоже развившиеся из зародышей) одно- и двухлетнего возраста.

Результаты исследования представлены в таблицах 1, 2 и 3. В таблицах 1 и 2 изложены результаты воспитания зародышей груши на питательной среде по Уайту, в которую были добавлены физиологически активные вещества (витамины, аминокислоты и др.).

В таблицу 1 включены данные по воспитанию гибридных зародышей груши Зеленая Магдалина×В. К. Вильямс. Таблица 2 показывает результаты воспитания зародышей груши того же сорта, но от свободного опыления.

Данные таблиц 1 и 2 позволяют отметить значительное влияние некоторых физиологически активных веществ на развитие зародышей в стерильной культуре.

Так, положительный эффект наблюдался в опытах по воспитанию зародышей на питательных средах, содержащих витамины: никотиновую кислоту, витамин $B_1$. Менее эффективной из витаминов оказалась аскорбиновая кислота (таблица 2). Из аминокислот наиболее активной была глютаминовая кислота. Положительное влияние на развитие зародышей груши оказывал и гидролизат казеина (таблица 2).

*Таблица 2.*

**Результаты воспитания зародышей груши Зеленая Магдалина от свободного опыления на питательной среде, содержащей физиологически активные вещества**

| № п/п. | Наименование питательной среды | Концентрация физиологически активного вещества в 1 литре питательной среды (в *граммах*) | Количество пересаженных зародышей | Из них (в % к количеству пересаженных зародышей) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | развилось проростков | с начальными фазами развития | развития не наблюдалось |
| 1 | Питательная среда по Уайту . | — | 66 | 51,5 | 36,4 | 12,1 |
| 2 | „ + никотиновая кислота . . . | 0,01 | 27 | 66,7 | 29,6 | 3,7 |
| 3 | „ + аскорбиновая кислота . . . | 0,1 | 32 | 53,1 | 46,9 | — |
| 4 | „ + дезоксирибонуклеиновая кислота . . . | 0,01 | 35 | 42,9 | 57,1 | — |
| 5 | „ + казеиновый гидролизат . | 10,0 | 40 | 70,0 | 27,5 | 2,5 |

Как показывают таблицы 1 и 2, под влиянием указанных веществ образовалось значительное число полноценных проростков. Проростки, развившиеся из зародышей груши, занимающих половину полости семян, окруженной интегументами (рис. 1-б), под влиянием витамина $B_1$ и никотиновой кислоты, изображены на рис. 2. Так же выглядят проростки, сформированные на питательной среде, содержащей казеиновый гидролизат.

Проростки, развившиеся на питательной среде, содержащей глютаминовую кислоту, имели все развитые части, но листья в большинстве случаев были скрученными, что зависело, по нашему мнению, от значительной концентрации глютаминовой кислоты, использованной в опыте.

На рис. 3 показаны проростки груши, развившиеся под влиянием витамина $B_1$ и никотиновой кислоты из зародышей, занимающих в семени третью часть полости, окруженной интегументами (рис. 1-а). Особенностями этих проростков являлись значительно меньшие размеры по сравнению с проростками, развившимися из зародышей, занимающих в семени половину полости, окруженной интегументами (рис. 1-б).

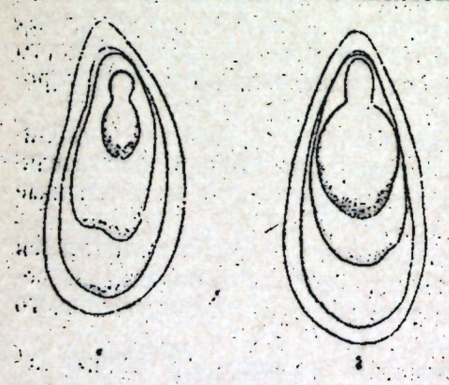


Рис. 1. Недоразвитые семена раннесозревающего сорта груши Зеленая Магдалина, зародыши которых использованы для воспитания:
а — семя груши за 10 дней до начала созревания плодов;
б — семя груши за 5 дней до созревания плодов.

Эти миниатюрные проростки (рис. 3) в большинстве случаев и в присутствии в питательной среде физиологически активных веществ имели недоразвитый корешок. Длительное выдерживание таких проростков на питательной среде не приводило к доразвитию корешка. Корешок, остановившийся в росте, в дальнейшем становился коричневым. Во многих случаях формирование побега у таких проростков протекало крайне медленно. Эпикотиль, как правило, был очень тонким, листочки были очень малы и имели светло-зеленую окраску. Такое развитие, по-видимому, объяснялось недоразвитостью почечки зародышей, пересаживаемых на питательные среды. Кроме отмеченного, во всех случаях недоразвившиеся семядоли зародышей (1-а) в процессе развития в искусственных условиях увеличивались незначительно, а в процессе формирования проростка подсыхали. Семядоли же проростков, развившихся из более крупных зародышей (рис. 1-б), разрастались, становились интенсивно зелеными и очень долго функционировали.



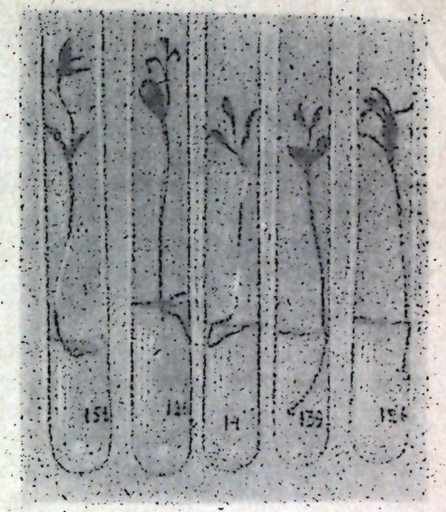


Рис. 2. Проростки груши Зеленая Магдалина, развившиеся на питательной среде из зародышей, вычлененных за 5 дней до созревания плодов.

Из таблиц 1 и 2 видно, что не все физиологически активные вещества оказывают значительный эффект на развитие зародышей груши. Так, незначительное влияние на развитие проростков наблюдалось при наличии в питательной среде нуклеиновой кислоты. Под влиянием последней развилось больше проростков, чем на питательной среде, не содержащей нуклеиновой кислоты. Однако на питательной среде, в которую добавлялась нуклеиновая кислота, у очень большой части зародышей не наблюдалось и начальных фаз развития (табл. 1). Противоречивые данные получены при воспитании зародышей на питательной среде, содержащей дезоксирибонуклеиновую кислоту. На питательной среде с аспарагиновой кислотой зародыши развивались значительно хуже, чем в контроле.

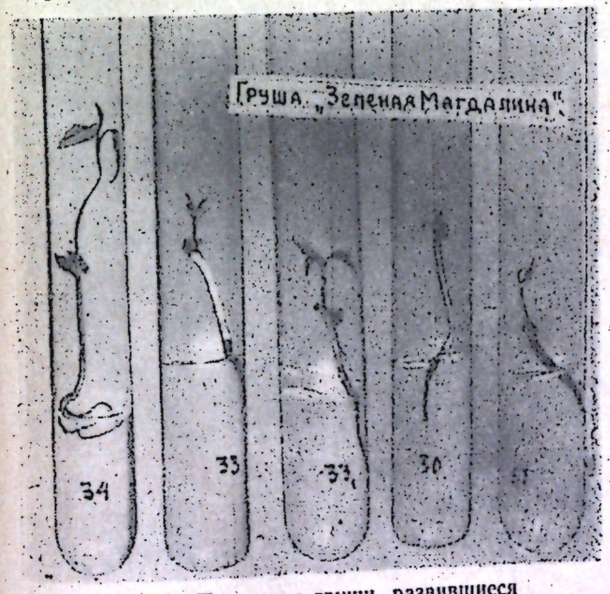



Рис. 3. Проростки груши, развившиеся в условиях стерильной культуры из зародышей, извлеченных из семян за 10 дней до созревания плодов.

Здесь меньше получено проростков и большая часть зародышей не обнаружила никакого развития. По-видимому, примененная концентрация аспарагиновой кислоты была ингибирующей. Вполне возможно, что использование оптимальных концентраций аспарагиновой кислоты даст положительный эффект. Это относится и к другим физиологически активным веществам, под влиянием которых воспитывались зародыши груши.

В таблице 3 сведены результаты воспитания зародышей груши от свободного опыления

на питательной среде, содержащей микроэлементы. Питательные среды по Уайту и по Прянишникову без микроэлементов являлись контрольными. Как показывает таблица 3, микроэлементы, присутствующие в питательной среде, почти не оказали заметного положительного влияния на развитие зародышей груши. В некоторых вариантах в присутствии микроэлементов развитие зародышей протекало хуже, чем на питательных средах, в которые микроэлементы не добавлялись. Полученный результат не согласуется с многочисленными литературными данными о положительном влиянии микроэлементов на развитие растений. (Школьник М. Я., 1939; Школьник М. Я., Абдурашитов С. А., 1959; Добролюбский О. К., 1957, 1959; Ягодин Б. А., 1960; Родигин М. Н., Краснова Т. А., Грешнова В. Н., 1961 и др.).

По-видимому, для недоразвитых зародышей нужно искать другие концентрации микроэлементов, которые, возможно, будут оказывать положительное влияние на их развитие в условиях стерильной культуры.

Остановимся коротко на опытах по воспитанию зародышей при разном температурном режиме. Как уже отмечалось, наибольшая часть зародышей воспитывалась в течение нескольких месяцев при пониженной температуре (0—5°С), остальные зародыши влиянию пониженной температуры не подвергались. Первые через 3—4 месяца в условиях холодильника начинали прорастать. Через 5—6 месяцев проростки обычно были уже сформированными. Они хорошо развивались и в дальнейшем после пересадки в почву. Что касается зародышей, которые воспитывались при комнатной температуре, то они на 3—5 день после пересадки на питательную среду становились зелеными. Через неделю у них появлялись подсемядольное колено и корешок. Развитие побега в большинстве случаев наблюдалось значительно позже. Но следует отметить пониженную жизнеспособность у проростков, развившихся при комнатной температуре, которая выразилась в гибели довольно многих проростков после пересадки в почву.

*Таблица 3.*

**Воспитание зародышей груши Зеленая Магдалина от свободного опыления на питательных средах, содержащих микроэлементы**

| № п/п. | Наименование питательной среды | Количество вещества на один литр питательной среды | Количество пересаженных зародышей | Из них (в % к количеству пересаженных зародышей) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | развилось проростков | с начальными фазами развития | развития не наблюдалось |
| 1 | Питательная среда по Уайту | — | 82 | 51,2 | 36,6 | 12,2 |
| 2 | Питательная среда по Прянишникову | — | 8 | 50,0 | 37,5 | 12,5 |
| 3 | Питательная среда по Прянишникову + | $H_3BO_3$ 0,029<br>$ZnSO_4$ 0,004<br>$CuSO_4$ 0,005<br>$MnSO_4$ 0,02 | 13 | 53,8 | 23,1 | 23,1 |
| 4 | " + | $H_3BO_3$ 0,029<br>$ZnSO_4$ 0,004<br>$CuSO_4$ 0,005 | 27 | 40,7 | 51,9 | 7,4 |
| 5 | " + | $H_3BO_3$ 0,029<br>$ZnSO_4$ 0,004<br>$MnSO_4$ 0,02 | 27 | 51,9 | 40,7 | 7,4 |
| 6 | " + | $H_3BO_3$ 0,029<br>$MnSO_4$ 0,02<br>$CuSO_3$ 0,005 | 18 | 33,3 | 61,1 | 5,6 |
| 7 | " + | $ZnSO_4$ 0,004<br>$MnSO_4$ 0,02<br>$CuSO_4$ 0,005 | 20 | 40,0 | 40,0 | 20,0 |
| 8 | " + | $ZnSO_4$ 0,004 | 8 | 50,0 | 25,0 | 25,0 |
| 9 | " + | $H_3BO_3$ 0,029 | 26 | 34,6 | 46,2 | 19,2 |
| 10 | " + | $CuSO_4$ 0,005 | 17 | 52,9 | 35,3 | 11,8 |
| 11 | " + | $MnSO_4$ 0,02 | 22 | 50,0 | 18,2 | 31,8 |



О положительном влиянии пониженной температуры на развитие проростков плодовых растений имеется большая литература. (Пискарев В. И., 1938; Зелинский М. А., 1939; Потапенко Я. И. и Захарова Е. И., 1939; Родионов А., 1948, 1949; Сергеев Л. И., 1950, 1953; Абрамов Н. А., 1956 и др.). Немало исследований проведено и с семенами груши, которые показывают положительный эффект пониженных температур на прорастание семян груши (Борисюк М. А., 1929; Зелинский М. А., 1939; Степанов С. Н., 1952; Абрамов Н. А., 1955, 1957 и др.).

В результате воспитания зародышей груши на питательных средах получены полноценные разного возраста сеянцы. Сеянцы груши перед пересадкой в грунт представлены на рис. 4. Самым взрослым растениям в настоящее время 6 лет. Два из них в возрасте 5 с половиной лет имели первые цветки.

Рис. 4. Сеянцы груши Зеленая Магдалина перед пересадкой в грунт.

Хорошо развиваются и прививки. При соблюдении вышеописанной методики прививки удавались во многих случаях. Правда, полное срастание привоя с подвоем при прививках проростком происходило медленно (в течение 2—3 недель). Но зато после срастания наблюдались интенсивные ростовые процессы, приводящие к развитию побега. На

рис. 5—прививка груши, развившаяся из проростка, у которого в момент прививки побег отсутствовал.

Прививки производились с целью получения полноценных побегов из слабых, недоразвитых проростков и ускорения плодоношения. Для последнего, как уже упомянуто выше, прививки производились и окулировкой. Окулировались сеянцы в возрасте 1—2 лет в крону взрослого растения. У одной из этих прививок в 1961 г. в возрасте 5 лет наблюдалось первое цветение.

Получение большого числа разного возраста сеянцев, возникших из недоразвитых зародышей раннесозревающего сорта груши Зеленая Магдалина, характеризующегося наличием неполноценных семян, говорит о полной возможности использовать семена раннесозревающих сортов в селекционной работе, применяя метод культуры зародышей.

На основании проведенной работы по воспитанию зародышей груши можно сделать следующие выводы:

1. Культивируя на питательных средах зародыши раннесозревающего сорта груши Зеленая Магдалина, характеризующегося наличием неполноценных семян, получены жизнеспособные проростки.

2. Из испытанных в опытах физиологически активных веществ наиболее положительное влияние на развитие зародышей и формирование из них проростков в условиях стерильной культуры оказали витамины (никотиновая кислота и витамин $B_1$), казеиновый гидролизат и глютаминовая кислота.

Рис. 5. Прививка груши Зеленая Магдалина в кроне плодоносящего растения, развившаяся из недоразвитого проростка.

3. Положительный эффект на культуру зародышей груши имели пониженные температуры (0—5°С), повышающие жизнеспособность развившихся проростков.

4. В результате проведенного исследования получены хорошо развивающиеся сеянцы разного возраста. Это подтверждает возможность получения полноценных растений из неполноценных семян раннесозревающих сортов груши и позволяет включить в селекционную работу скороспелые сорта груши в качестве материнских растений.



## ЛИТЕРАТУРА


Абрамов А. Н. Влияние некоторых биологических факторов на продолжительность периода покоя у семян яблони и груши. Изв. АН СССР, сер. биол., 1955, 1.

Абрамов А. Н. О причинах периода покоя у семян плодовых растений. Тр. Плодоовощного Института им. И. В. Мичурина, 1956, т. 9.

Абрамов А. Н. Некоторые факторы, обусловливающие продолжительность периода покоя семян груши и яблони. Агробиология, 1957, 3.

Васильченко И. Т. Новые для культуры виды груши. Изд. АН СССР, 1957.

Борисюк М. А. Всхожесть семян яблони и груши. Вестник садоводства, виноградарства и огородничества, 1929, 1—2.

Добролюбский О. К. Что дают микроэлементы плодовым культурам. Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1957, 3.

Добролюбский О. К. Предпосевная обработка семян и опрыскивание посевов растворами микроэлементов. Земледелие, 1959, 2.

Здруйковская-Рихтер А. И. Получение сеянцев ранних сортов черешни путем воспитания зародышей на искусственной среде. Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР, 1955, 22.

Здруйковская-Рихтер А. И. Воспитание зародышей раннесозревающих сортов персика in vitro. Труды Гос. Никитского ботанического сада, 1962 г.

Малеев В. П. Род груша—Pyrus L. В кн.: Флора СССР. 1939, т. 9.

Милешко А. Ф. Перспективные сорта груш для южных областей СССР. Сад и огород, 1955, II.

Мичурин И. В. Итоги шестидесятилетних работ. Сельхозгиз. М. 1936.

Пискарев В. И. Проращивание семян, не прошедших периода покоя. За мичуринское плодоводство. 1938, 5.

Потапенко Я. И. и Захарова Е. И. О биологии семян древесных растений. Докл. ВАСХНИЛ, 1939, т. 21—22.

Родигин М. Н., Краснова Т. А., Грешнова В. Н. Микроэлементы в борьбе с болезнями пшеницы. Земледелие, 1961.

Рубцов Г. А. Груша. Сельхозгиз. Ленинградское отделение, 1937.

Сергеев Л. И. Теория стадийного развития—основной закон физиологии растений. Успехи современной биологии, 1950, т. 30, в. 3(6).

Сергеев Л. И. Выносливость растений. Изд. «Советская наука», Москва, 1953.

Степанов С. Н. Повышение всхожести семян семечковых пород. Сад и огород, 1952, 12.

Уайт Ф. Р. Культура растительных тканей. Изд. иностранной литературы. Москва, 1949.

Школьник М. Я. Значение микроэлементов в жизни растений и в земледелии. Издательство АН СССР. М., 1950.

Школьник М. Я., Абдурашитов С. А. Влияние микроэлементов на прорастание семян и холодостойкость проростков кукурузы. Земледелие, 1959, 2.

Ягодин Б. А. Влияние микроэлементов на прорастание семян и рост некоторых культур. Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР, 1960, 39.

Davidson O. W. The germination of «non viable peach seeds. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 1933, v. 30.

Nickell L. G. Embryo cultura of weeping Crobepple. Proc. Am. Soc. Hort. Sci, 1951, v. 57.

Skirm G. W. Embryo culturing as an aid to plant breeding. The Journ. of Heredity, 1942, v. 33, N 6.

Tukey H. B. Artificial culture of sweet cherry embryos. Journ. of Heredity, 1933, v. 24.

Tukey H. B. Artificial culture methods for isolated embryos of deciduous fruits. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 1934, v. 32.


*A. I. ZDRUIKOVSKAYA-RICHTER*

## CULTIVATION OF BEAR EMBRYOS ON ARTIFICIAL NUTRITIVE MEDIUM


### SUMMARY

Cultivation on nutritive media of embryos of the early ripening bear variety «Zelenaya Magdalina» which is characterized by occurrence of defective sead revealed a positive influence of casein hydrolyzate and glutamic acid on vitamin development (nicotinic acid and vitamin $B_1$). Lowered tem-

peratures (0—5°) raising vitality of the developing in vitro seedling showed a positive effecs on embryo development as well.

As a result of work carried out there have been obtained the well developing seedlings of var ous age, what substantiates the possibility of including the early bear varieties as mother-plants in breeding work.

---

*С. И. ЕЛМАНОВ*

# ЦИТОЛОГИЯ СЛИВО-АБРИКОСОВОГО И ЯБЛОНО-АЙВОВОГО ГИБРИДОВ

## 1. Гибрид слива (Prunus domestica Mill.) × × абрикос (Armeniaca vulgaris Mill.)

Абрикос в районах своей промышленной культуры сильно страдает от весенних заморозков и грибных заболеваний. Поэтому вполне естественно стремление получить сорта более зимостойкие, поздно цветущие и устойчивые к грибным заболеваниям, чем существующие. В этом отношении является заманчивым вовлечение в селекционный процесс с абрикосом домашней сливы, которая обладает указанными свойствами. Однако эти два вида между собой скрещиваются с большим трудом. Пока что, как нам известно, удалось получить такие гибриды только селекционеру Костиной К. Ф. (1946) в 1935 году путем опыления сливы Клеймен пыльцой абрикоса Красный партизан.

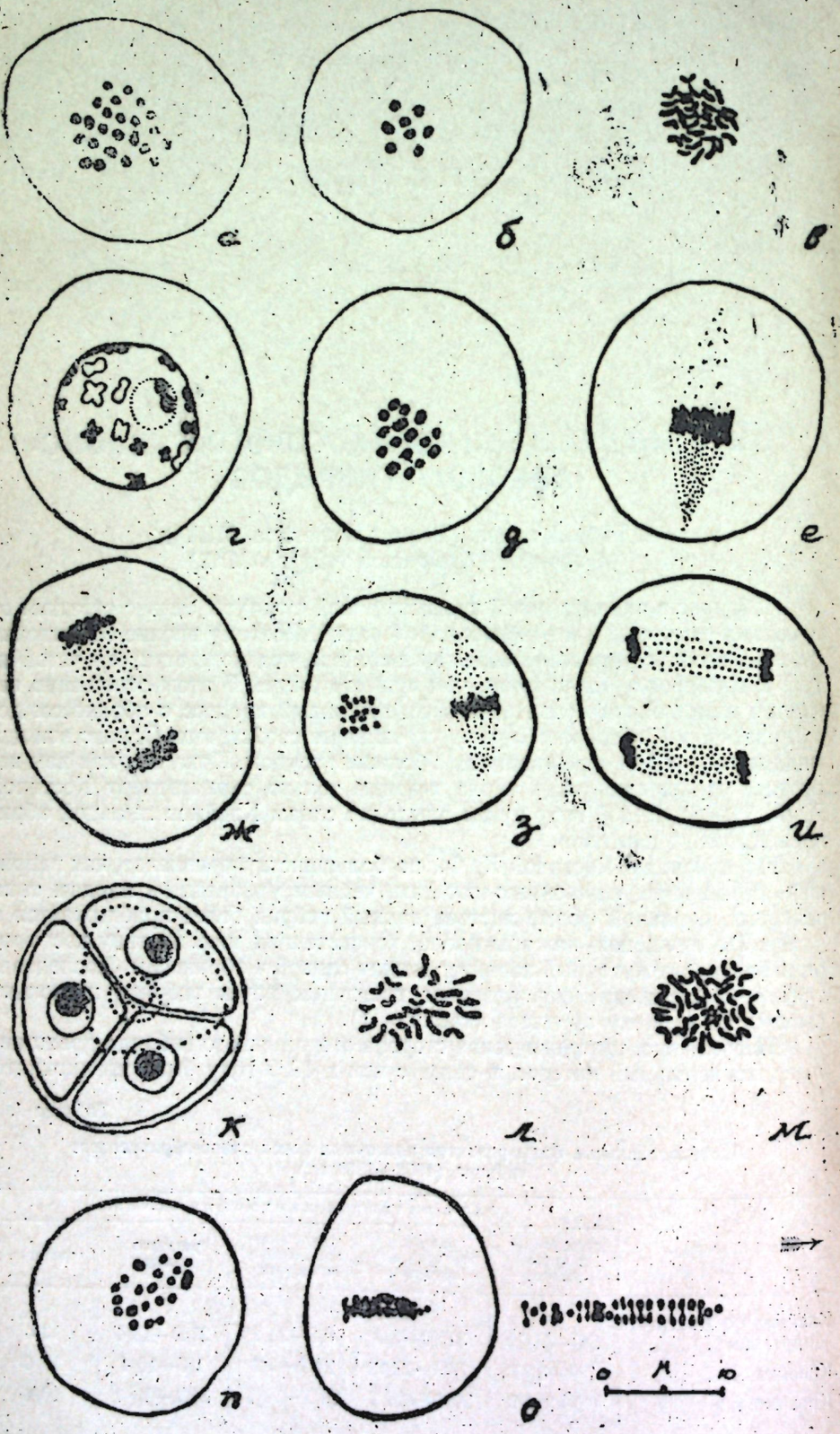
По описанию Костиной К. Ф., по большинству признаков, как например, серой коре, опушенным побегам, черным удлиненным плодам типа венгерки, овальной форме листьев данный гибрид более приближается к сливе. По опушению кожицы плода, консистенции мякоти, типу косточки он имеет промежуточный характер между сливой и абрикосом. Последовательное наступление фаз развития цветочных почек гибрида несколько смещено в сторону абрикоса (таблица 1).

Несомненно, цитологическая сторона этого редкого гибрида представляет значительный интерес, в связи с чем в 1959 году было предпринято

*Таблица 1.*

**Последовательные фазы развития цветочных почек сливо-абрикосового гибрида (1958—1959 гг.)**

| Название сорта | Фазы развития цветочных почек | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | органообразование цветка | развитие археспория пыльника | редукционное деление и тетрады | развитие пыльцы | цветение |
| Клеймен × Красный партизан | 5/9—31/10 | 31/10—6/2 | 6/2—21/2 | 21/2—13/4 | 13/4 |
| Клеймен | 7/9—5/11 | 5/11—24/2 | 24/2—1/3 | 1/3—16/4 | 16/4 |
| Красный партизан | 4/9—20/10 | 20/10—24/1 | 24/1—31/1 | 31/1—10/4 | 10/4 |





цитологическое изучение гибридных растений $F_1$ и $F_2$, любезно предоставленных Костиной К. Ф.

Для работы использовались цветочные почки разных фаз развития как гибридных растений $F_1$ и $F_2$, так и исходных форм. Пыльники фиксировались смесью Навашина и обрабатывались по обычной методике, принятой в цитологической технике. При приготовлении постоянных препаратов срезы делались толщиной в 16 микрон и окрашивались генцнан-виолетом по Ньютону.

По данным Дарлингтона (1928), домашняя слива имеет n=24, а абрикос n=8 хромосом. Исследование редукционного деления у сливы Клеймен и абрикоса Красный партизан подтвердило литературные данные и показало, что у этих сортов мейозис проходит правильно. У Клеймена в первой метафазе содержится 24, а у Красного партизана—8 бивалентных хромосом (рис. 1-а, б).

Гибрид Клеймен×Красный партизан в соответствии с кариотипами исходных родительских видов имеет 2 n=32 (рис. 1-в).

Редукционное деление у него проходит с некоторыми особенностями. Так, в диакинезе и в метафазе первого деления имеется 16 бивалентных хромосом, правильно расположенных в экваториальную пластинку (рис. 1-г, д). Анафаза первого деления протекает без видимых нарушений, в результате чего метафаза второго деления обычно содержит 16+16 хромосом. Нормально завершаются и все последующие фазы второго деления (рис. 1-е—к). Такой характер редукционного деления дает основание предполагать, что 8 хромосом абрикоса конъюгируют с 8 гомологичными хромосомами сливы, а оставшиеся 16 хромосом попарно конъюгируют между собой (аутосинтез).

В тетрадной фазе довольно часто встречаются диады, количество которых в некоторых пыльниках иногда достигает 5—7%. Диады образуются в результате близкого расположения в одной плоскости хроматиновых веретен второго деления и слияния их в одно общее веретено. Развитие пыльцы проходит без каких-либо видимых нарушений. Однако к концу одноклеточной фазы значительное число пыльцевых зерен начинает дегенерировать. Плазма у них располагается по периферии тонким слоем, образуя в центре большую вакуоль. В дальнейшем такие пыльцевые зерна прекращают развиваться в развитии, полностью теряя плазму. К моменту растрескивания пыльников нормально развитых пыльцевых зерен остается не более 5—7%, которые хорошо прорастают в искусственных средах. Возможно, в такой же степени дефективны и макроспоры, в результате чего гибрид имеет пониженную фертильность.

Одновременно цитологически были исследованы сеянцы $F_2$, полученные Костиной К. Ф. от опыления растений $F_1$, растущих на одном участке в окружении сливы, а на другом—в окружении абрикоса. Большинство сеянцев $F_2$ с первого участка по морфологическим признакам уклоняется в сторону сливы. Все они 40-хромосомные и вполне жизнеспособные. Сеянцы $F_2$ со второго участка имеют больше абрикосовых признаков. Они 24-хромосомные и маложизнеспособные (рис. 1-л, м).

Рис. 1. Редукционное деление у гибрида сливы Клеймен с абрикосом Красный партизан.

а — I метафаза $24_{II}$ (Клеймен); б—I метафаза $8_{II}$ (Красный партизан); в—экваториальная пластинка 2n=32 ($F_1$); г—диакинез ($F_1$); д, е—I метафаза $16_{II}$ ($F_1$); ж—I телефаза ($F_1$); з—II метафаза с 16+16 хромосомами ($F_1$); и—II телофаза ($F_1$); к—тетрады ($F_1$); л, м—экваториальные пластинки 2n=24 и 2n=40 ($F_2$); н, о—I метафаза и ранняя анафаза $14_{II} + {}^{I}_{III} + {}^{I}_{IV} + 5_{I}$ ($F_2$).

У некоторых гибридов $F_2$, которые вступили в плодоношение, было исследовано редукционное деление. Так, гибрид № 6/22 с кариотипом 2n=40, характеризующийся очень слабым проявлением признаков абрикоса, имеет в диакинезе и в первой метафазе редукционного деления 20—21 хромосому. В первой анафазе легко обнаруживается один тетравалент, 1—2 тривалента, 13—14 бивалентов и 4—5 унивалентов. Наиболее часто встречаются клетки со структурой ядра $14^{II}+1^{III}+1^{IV}+5^{I}$ и реже — с $13^{II}+2^{III}+1^{IV}+4^{I}$ (рис. 1-н, о). Унивалеты в первой анафазе обычно отстают и неравномерно распределяются между полюсами. Наиболее часто вторая метафаза содержит 18—19 хромосом.

Гибриды № 6/28 и 6/30 сливового типа по характеру редукционного деления аналогичны между собой. Оба они имеют по 2 n=40. В метафазе первого деления 23—24 хромосомы. Наиболее часто встречаются клетки со структурой ядра $16^{II}+8^{I}$ и реже с $15^{II}+1^{III}+7^{I}$. Редукционное деление нарушено в большей степени, чем у № 6/22.

У исследованных гибридов $F_2$, в тетрадной фазе содержится значительное число клеток с микронуклеусами. Большинство пыльцы отмирает в одноклеточной фазе. Нормально развиваются и прорастают только единичные пыльцевые зерна, что приводит к почти полной стерильности $F_2$.

## II. Гибрид яблоня (Malus pumila Mill.) × × айва (Cydonia oblonga Mill.)

Гибрид впервые был получен И. Н. Рябовым в 1935 году от опыления яблони Сары-Синап пыльцой айвы Берецкий. По описанию И. Н. Рябова, гибрид с промежуточными между исходными формами признаками по типу листьев, соцветий и цветков, образующихся на концах коротких побегов весеннего прироста, как это имеет место у айвы. В соцветиях имеется по 2—3 цветка, тогда как у айвы—только по одному. Цветки с нормально развитыми пестиками и пыльниками. По темпу развития цветочных почек гибрид приближается к айве. Однако цветение у него проходит несколько позже, чем у айвы (таблица 2).

*Таблица 2.*

**Последовательные фазы развития цветочных почек яблоно-айвового гибрида и его родителей (1958—1959 гг.)**

| Название сорта | Фазы развития цветочных почек | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | образование органов цветка | развитие археспория пыльника | редукционное деление и тетрады | развитие пыльцы | цветение |
| Яблоня×айва . . | 10/9—25/2 | 2/3—15/4 | 15/4—25/4 | 25/4—10/5 | 10/5 |
| Яблоня . . . . . | 25/8—1/2 | 26/2—10/4 | 10/4—16/4 | 16/4—5/5 | 5/5 |
| Айва . . . . . | 5/9—15/2 | 29/2—10/4 | 10/4—19/4 | 19/4—8/5 | 8/5 |

При опылении гибрида смесью пыльцы яблони и айвы образуются завязи, которые нормально развиваются до размеров лещинного ореха, но затем опадают.

Представлялось интересным выяснить цитологическую сторону этого редкого гибрида, что и было нами произведено в 1959 году на материале, любезно предоставленном Рябовым И. Н.

Для цитологического исследования цветочные почки после предварительного установления нужной фазы фиксировались по Навашину и дальше обрабатывались по обычной методике, принятой в цитологической технике. Срезы постоянных препаратов приготовлялись в 14—16 микрон толщиной. Окраска производилась по Ньютону кристалл-виолетом.



Как известно, по данным Рыбина В. А. (1926), яблоня и айва в своих соматических клетках имеют по 2 n=34 хромосомы.

Следовательно, и гибрид яблоня×айва также должен иметь 2 n=34, что и было нами установлено в клетках ткани столбика и лепестков (рис. 2-а).

Редукционное деление у гибрида характеризуется следующими особенностями. В диакинезе без особого труда можно установить 13—14 бивалентов и соответственно 6—8 унивалентов. Наиболее часто встречаются

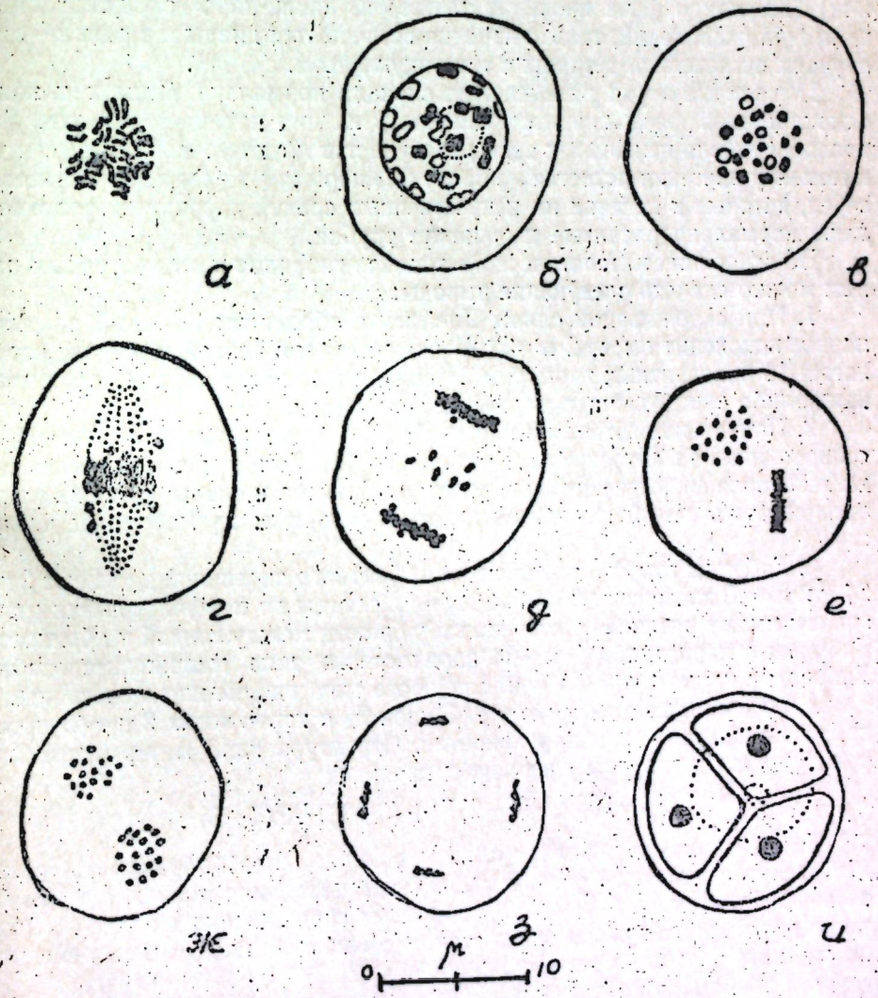



Рис. 2. Редукционное деление в материнских клетках пыльцы у гибрида яблоня×айва:

а — экваториальная пластинка с 34 хромосомами в клетках ткани столбика;
б — диакинез с 13 бивалентами и 8 унивалентами;
в — метафаза I с 13 бивалентными и 8 унивалентными хромосомами;
г — метафаза I с 6 унивалентами вне экваториальной пластинки (вид сбоку);
д — анафаза I с 6 отставшими унивалентами;
е, ж — метафаза II с 16+18 хромосомами;
з — телофаза II;
и — тетрада.

материнские клетки пыльцы с 13 бивалентами и 8 унивалентами (рис. 2-б). В связи с этим хромосомы в метафазе первого редукционного деления располагаются плохо в экваториальную пластинку и подсчет их затруднителен. Однако в наиболее удачно расположенных пластинках удается установить 21 хромосому, то есть 13 бивалентов и 8 унивалентов (рис. 2-в). В первой анафазе обычно наблюдается 6—8 отстающих хромосом-унивалентов, которые к концу этой фазы успевают отойти к полюсам и включиться в ядро интерфазы (рис. 2-г, д). Второе редукционное деление проходит более правильно, без особых отклонений от нормы (рис. 2-е). Во второй анафазе наиболее часто встречаемое распределение хромосом 16+18 (рис. 2-ж). Тетрадная фаза проходит также без каких-либо заслуживающих внимания отклонений, только изредка встречаются диады и в одном—двух случаях встретились тетрады с микронуклеусом.

Пыльцевые зерна развиваются сначала нормально. Однако к концу одноклеточной фазы значительная часть из них начинает гибнуть. Еще большая гибель пыльцевых зерен наступает в двуклеточной фазе, так что к моменту цветения остается не более 5% нормально развитых пыльцевых зерен, которые в посевах на искусственных средах хорошо прорастают и дают нормально развитые пыльцевые трубки.

На основании цитологического анализа гибридов и литературных данных можно сделать следующие выводы:

1. При скрещивании сливы Клеймен с абрикосом Красный партизан первое поколение имеет 2 n=32. В диакинезе и в первой метафазе содержится 16 бивалентных хромосом. Редукционное деление не обнаруживает каких-либо существенных отклонений от нормы.

2. Полная конъюгация 8 хромосом абрикоса с 8 хромосомами сливы, сопровождаемая аутосинтезом остальных 16 хромосом сливы, указывает на некоторое филогенетическое родство абрикоса и сливы, а также на полиплоидность самой домашней сливы с основным хромосомным числом n=8.

3. Гибриды второго поколения от обратного скрещивания имеют 2 n=24 и 2 n=40 хромосом. В обоих случаях сеянцы по морфологическим признакам имеют различную степень гибридности между сливой и абрикосом. Гибриды с кариотипом 2 n=24 абрикосового типа маложизнеспособны. Гибриды с кариотипом 2 n=40 сливового типа вполне жизнеспособны.

4. Редукционное деление у гибридов $F_2$ с кариотипом 2 n=40 протекает со значительными нарушениями. Структура ядра материнских клеток пыльцы варьирует в следующих пределах:

$$(14-16)^{II}+(1-2)^{III}+(0-1)^{IV}+(4-8)^{I}.$$

5. Скрещивание разнохромосомных видов слива×абрикос сопровождается аутосинтезом, в связи с чем первое поколение получается относительно фертильным. Однако при обратном скрещивании во втором поколении фертильность резко снижается, и повышение плодовитости возможно ожидать только с третьего поколения.

6. Гибрид яблоня×айва имеет 34 соматических хромосомы, а в редукционном делении 13—14 бивалентов и соответственно 6—8 унивалентов, т. е. яблоня и айва имеют в своем составе, по-видимому, по 14 гомологичных хромосом.

## ЛИТЕРАТУРА

Костина К. Ф. 1946. Опыт отдаленной гибридизации абрикоса. Труды Государственного Никитского ботанического сада, т. 24, в. 1.

Костина К. Ф., Рябов И. Н. 1959. Опыт отдаленной гибридизации плодовых растений. Труды Государственного Никитского ботанического сада, т. XXIX.



Рыбин В. А. 1926. Опыт кариологического исследования рода Malus. Труды по Прикл. бот. и селекц., т. 16, № 3.

Darlington, C. 1928. Stadies in Prunus, I, and II. J. Genet. 19.

Darlington, C. 1930. Stadies in Prunus, III, J.. Genet. 22.

*S. I. ELMANOV*

## CITOLOGY OF THE PLUM×APRICOT AND APPLE×QUINCE HYBRIDS

## SUMMARY

Cytological data are reported about the Prunus domestica×Pr. armeniaca and Malus pumila×Cydonia oblonga hybrids obtained at the State Nikita botanical garden.

The hybrid between Prunus domestica u Pr. armeniaca has 2 n=32 chromosomes. Meiosis does not show any essential deviations from normal. Diakinesis and M I contain 16 bivalents, i. e. the full conjugation of 8 apricot chromosomes with 8 plum chromosomes is accompanied by autsynthesis of other 16 plum chromosomes.

The hybrid between Malus pumila and Cydonia oblonga has 2 n=34 chromosomes. At reduction division there are noted 13—14 bivalents and, correspondingly, 6—8 univalents. Pollen has no more than 5 per cent. of normally developed grains.

It is suggested that both apple and quince have in their composition each 14 homologous chromosomes.

*С. И. ЕЛМАНОВ*

# ЦИТОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИШНЕ-ЧЕРЕШНЕВЫХ ГИБРИДОВ

Задачу получения новых более урожайных сладкоплодных сортов вишни и зимостойких сортов черешни селекционеры стремятся разрешить путем гибридизации вишни с черешней, то есть созданием вишне-черешневых гибридов типа естественных так называемых дюков.

Этим методом И. В. Мичурин создал такие сорта, как Краса севера, Ширпотреб черная, Бастард черешни. В настоящее время работы в этом направлении продолжаются Е. Н. Харитоновой (1960) в Центральной генетической лаборатории им. И. В. Мичурина, Веньяминовым А. Н. (1954) в институте плодоводства им. И. В. Мичурина и в ряде других научно-исследовательских учреждений Советского Союза. В Государственном Никитском ботаническом саду Рябовым И. Н. и Рябовой А. Н. (1960) в результате многолетних работ по гибридизации вишни с черешней выделен ряд элитных и перспективных сеянцев. Лучшими из них являются сеянцы, полученные от скрещивания Подбельская×Франциc, Золотая×Португальская, Золотая×Гортензия и Розовая Наполеона×Майдюк. В каждой из указанных комбинаций скрещиваний имеются сеянцы различной степени гибридности и фертильности включительно до полной стерильности. В связи с этим явилась необходимость в цитологической проверке некоторых сеянцев. Для этого от каждой пары упомянутых скрещиваний было взято по два растения—одно фертильное и другое стерильное или слабофертильное.

Материал для цитологических исследований в виде цветочных почек фиксировался по Навашину в августе, в период образования органов цветка, и в марте, в период редукционного деления. Дальнейшая обработка проводилась по обычной технике, принятой в цитологии. Парафиновые срезы приготовлялись толщиной в 14—16 микрон и окрашивались кристалл-виолетом по Ньютону. Подсчет соматического числа хромосом был произведен по метафазным пластинкам в тканях лепестков и пестика.

Известно, что среди сортов вишни и черешни довольно значительно распространено явление анеуплоидии. Поэтому параллельно с исследованием гибридов были проверены цитологически и их исходные родительские сорта. При этой проверке у вишни Подбельской, Гортензии и Португальской были обнаружены некоторые цитологические особенности, обратившие на себя внимание.

Так, выяснилось, что Подбельская имеет количество хромосом значительно больше 32, которое свойственно вишне.

Скученное и неудобное для подсчета расположение хромосом в клетках пестика и лепестков не позволило нам с абсолютной достоверностью установить соматическое число хромосом. На рис. 1 представлена пластин-

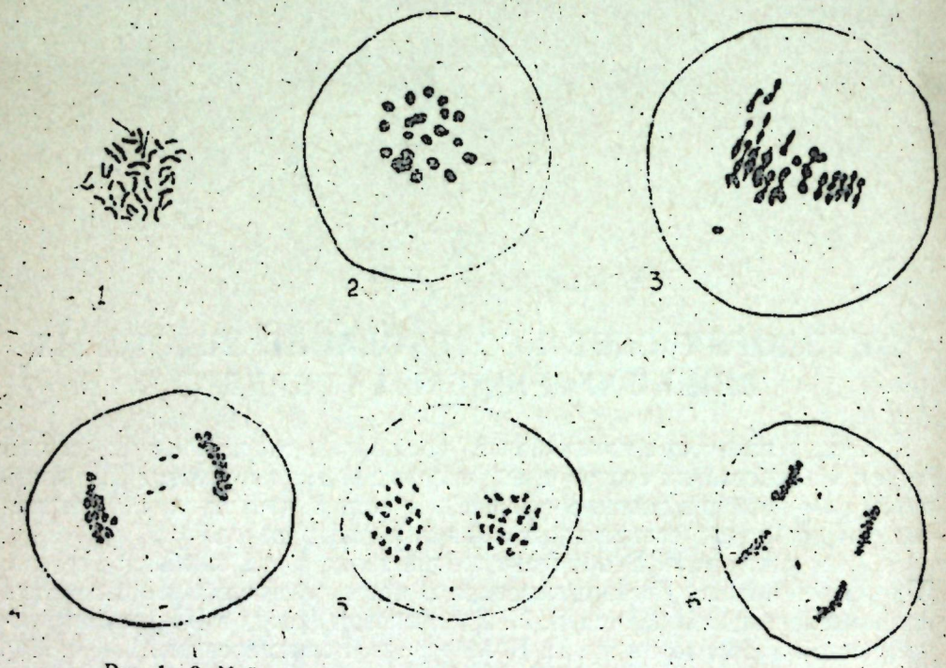



Рис. 1—6. Мейозис у вишни Подбельской: 1—соматическая пластинка с 40 хромосомами; 2—М-I с 18 хромосомами ($2^{IV} + 2^{III} + 12^{II} + 2^{I}$); 3—анафаза I сбоку ($2^{IV} + 2^{III} + 12^{II} + 2^{I}$); 4—телофаза I с 2-мя разделившимися унивалентами на хроматиновом веретене; 5—М-II с 20/20 хромосомами; 6—телофаза II с отставшими хромосомами.

ка с хорошо обособленными 38 хромосомами. Вызывает некоторое сомнение присутствие двух равноплечих хромосом, отмеченных на рисунке стрелками. Мы склонны рассматривать их как механически попарно сосдиненные четыре хромосомы. В таком случае 2 n будет равно 40, что в свою очередь подтверждается характером мейозиса. Материнские клетки пыльцы, по-видимому, различны по структуре ядра, и поэтому в М I количество хромосом варьирует в пределах от 14 до 19. Большинство клеток М-I имеет 18 хромосом в составе $2^{IV}+2^{III}+12^{II}+2^{I}$ (рис. 2). При рассмотрении метафаз и ранних анафаз с боковой стороны отчетливо выступает поливалентная структура хромосом. Так, на рис. 3 представлена анафаза, на которой хорошо видно 2 тетравалента, 2 тривалента, 12 бивалентов и 2 унивалента. Характер сцепления компонентов в поливалентах и их конфигурация точно такие же, какие приводятся Дарлингтоном (1928) и Храви (1939).

Соотношение между тривалентами и бивалентами сильно изменяется от клетки к клетке. Более постоянно присутствие 2-х тетравалентов и 2-х унивалентов. Последние в анафазе обычно отстают, и в некоторых случаях отмечено их деление в М I (рис. 4). Такие унивалеты не успевают включиться в интерфазное ядро и позже образуют микронуклеусы.

В связи с неуравновешенным первым редукционным делением в метафазных пластинках второго деления содержится различное количество



хромосом. Наиболее часто встречаются клетки со следующим распределением хромосом по пластинкам: 20/20, 19/21, 18/19 (рис. 5).

Второе деление проходит более правильно, иногда с 1—2 отстающими хромосомами (рис. 6). Это, вероятно, разделившиеся в первом делении унивалеты, потерявшие способность вторично делиться. Как правило, они образуют микронуклеусы.

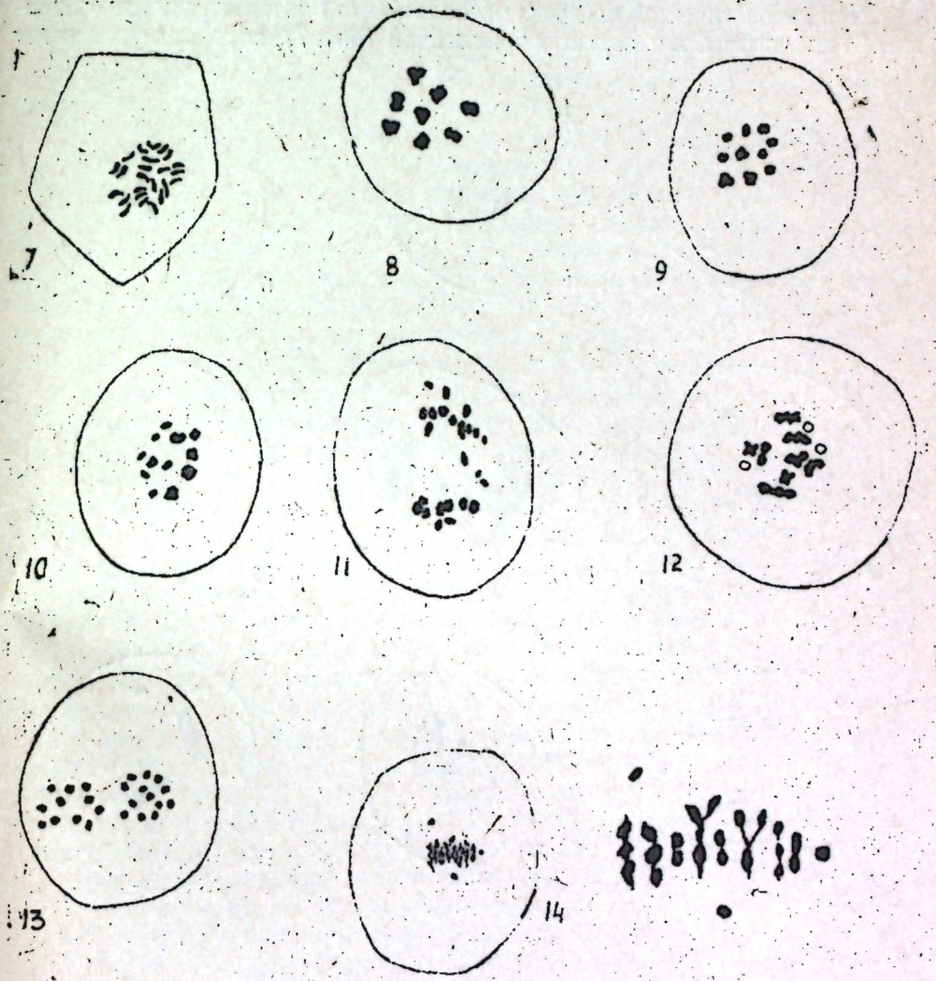



Рис. 7—14. Мейозис у триплоидной формы черешни Гортензии (Гортензия ранняя): 7—соматическая пластинка с 24 хромосомами: 8—М-I с $8^{III}$; 9—М-I с $6^{III} + 2^{II} + 2^{I}$; 10—М-I с $4^{III} + 4^{II} = 4^{I}$; 11—анафаза II с отставшими на веретене хромосомами; 12—поздний диакинез с $5^{III} + 3^{II} + 3^{I}$; 13—М-II с 11/13 хромосомами; 14—М-I; рядом в произвольном увеличении та же пластинка с $5^{III} + 3^{II} + 3^{I}$.

Примерно у 20% клеток тетрагенез проходит ненормально с образованием пентад, гексад до октад включительно.

Таковы цитологические особенности вишни Подбельской. По-видимому, она является пентаплоидом, происшедшим от опыления нередуцированной яйцеклетки вишни пыльцой черешни.

Как известно, Гортензия является типичным представителем вишне-черешневых гибридов с 2 n=32 и относительно уравновешенным редукци-

онным делением. В коллекционных насаждениях Государственного Никитского ботанического сада, кроме обычной Гортензии средней, имеются Гортензия ранняя и Гортензия поздняя, которые различаются между собою по срокам созревания плодов, причем Гортензия ранняя имеет резко выраженную пониженную фертильность.

Происхождение сортотипов Гортензии неизвестно. Наиболее вероятно, что они произошли от обычной Гортензии, как спортивные уклонения.

При цитологической проверке оказалось, что Гортензия ранняя содержит 24 хромосомы, т. е. является триплоидом (рис. 7); хотя, как указывает

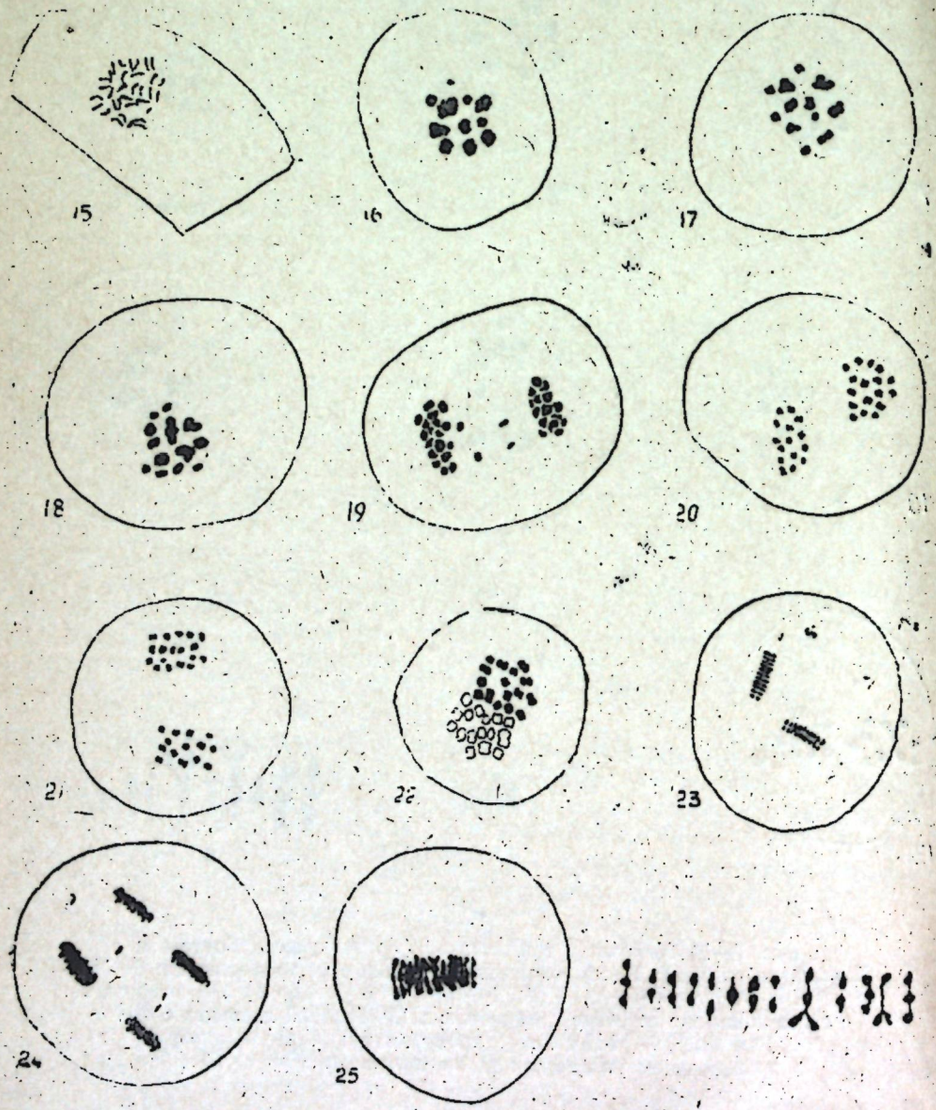


Рис. 15—25. Мейозис у вишни Португальской: 15—соматическая пластинка с 32 хромосомами 16—М-I с $3^{IV}+4^{III}+4^{II}$; 17—М-I с $3^{IV}+2^{III}+7^{II}$; 18—М-I с $1^{IV}+4^{III}+8^{II}$; 19—поздняя анафаза с отставшими хромосомами; 20, 21; 22—М-II с 15/17, 14/18 и 16/16 хромосомами; 23 и 24—М-II с невключенными в метафазные пластинки хромосомами; 25—М-I сбоку и рядом та же клетка в произвольном увеличении, хорошо видны структуры три- и тетравалентов.



Дарлингтон, среди культурных сортов вишни и черешни триплоидные формы не встречаются.

В гетеротипном делении количество хромосом варьирует от 8 до 12 (рис. 8, 9, 10). Наиболее часто встречаются клетки со структурой ядра (рис. 10), $5^{III}+3^{II}+3^{I}$ и $6^{III}+2^{II}+2^{I}$ (рис. 9), реже — с $4^{III}+4^{II}+4^{I}$ и очень редко — с $8^{III}$ (рис. 8).

В анафазе первого деления униваленты отстают на хроматиновом веретене (рис. 11). Однако к концу телофазы они успевают включиться в ядро. На рисунке 14 представлена М I сбоку. Хорошо видны униваленты. Рядом та же метафазная пластинка с произвольным увеличением и несколько раздвинутыми хромосомами в составе $5^{III}+3^{II}+3^{I}$.

В метафазных пластинках гомотипного деления содержится различное количество хромосом, но чаще всего 11/13 (рис. 13). Второе деление проходит с нарушениями в виде отставших и не включенных в хроматиновое веретено хромосом, которые в дальнейшем образуют микронуклеусы. Вследствие этого получаются различные отклонения в образовании тетрад—от пентад до октад включительно. Количество ненормальных тетрад доходит до 20%. Пыльца неравномерная, много дефективных и щуплых пыльцевых зерен. Прорастаемость пыльцы не выше 12%. Все это, по-видимому, и обусловливает слабую фертильность Гортензии ранней.

Кисло-сладкая вишня Португальская среди вишне-черешневых гибридов выделяется пониженной фертильностью и неуравновешенным делением. Она имеет 2 n=32 (рис. 15). В метафазных пластинках первого деления количество хромосом варьирует от 11 до 13 (рис. 16, 17, 18). Наиболее часто встречаются клетки со структурой ядра $1^{IV}+4^{III}+8^{II}$ (рис. 18), реже—$3^{IV}+2^{III}+7^{II}$ (рис. 17), и среднее положение занимают клетки со структурой ядра $3^{IV}+4^{III}+4^{II}$ (рис. 16). Связь между компонентами в поливалентах слабая (рис. 25), и очень часто у тривалентов в метафазе первого деления один из компонентов отрывается и отходит к полюсу ранее, чем начинают делиться биваленты, и тогда их можно легко принять за униваленты. Однако последние обычно в это время еще находятся в плоскости экваториальной пластинки. Оставшиеся два других компонента тривалента либо, не разделившись, отходят к другому полюсу и разъединяются только во втором делении, либо делятся в первом делении вместе с бивалентами.

В поздней анафазе первого деления на хроматиновом веретене часто наблюдаются отставшие хромосомы (рис. 19). Отсюда в пластинках второго деления количество хромосом варьирует следующим образом: 16/14+2 отставшие, 15/15+2 отставшие, 15/17, 14/18 и 16/16 (рис. 20, 21, 22). Наиболее часто встречаются клетки с пластинками 15/17, 14/18 и реже—16/16. В анафазе второго деления можно встретить следующее распределение хромосом: 15/14+15/16 с несколькими невключенными хромосомами (рис. 23, 24) или другое соотношение, но, как правило, в одной из пластинок анафазы II всегда содержится 16 хромосом.

В тетрагенезе наблюдаются ненормальности в виде микронуклеусов в пределах 2—3%. Пыльца невыравненная, имеет много абортивных щуплых пыльцевых зерен. Прорастаемость пыльцы не более 15%.

Как указывалось выше, от каждой пары скрещиваний было взято для исследования по два растения. Из 12 проверенных растений только 2 оказались цитологически достоверными гибридами. Одно от скрещивания Розовая Наполеона×Майдюк и второе — Золотая×Гортензия. Оба гибрида являются триплоидами (2n=24), с типичным для триплоидов мейозисом, подобно описанному нами у триплоидной формы Гортензии.

Так, у гибрида Розовая Наполеона×Майдюк в диакинезе и метафазе гетеротипного деления имеется от 8 до 11 хромосом. Наиболее часто встре-

чаются материнские клетки пыльцы с 10 хромосомами (рис. 26, 27) в составе $6^{III}+2^{II}+2^{I}$ и очень редко—с $8^{III}$. В результате нарушенного гетеротипного деления в метафазных пластинках второго деления чаще всего содержится 11/12, 11/13 и изредка встречаются клетки с 12/12 (рис. 28). Пыльца крайне невыравненная, до 90% пыльцевых зерен без плазмы, прорастаемость единичная. Все это приводит к почти полной стерильности.

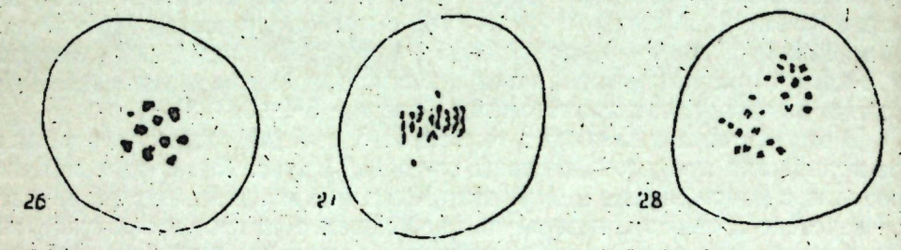



Рис. 26—28. Мейозис у гибридов Розовая Наполеона×Майдюк и Золотая×Гортензия: 26 и 27—М-I с $6^{III}+2^{II}+2^{I}$; 28—М-II с 12/12 хромосомами. Увеличение×1350.

У гибрида Золотая×Гортензия несколько чаще встречаются клетки с 8 тривалентами и с распределением хромосом 12/12 во втором делении, т. е. он имеет более уравновешенный мейозис, выше процент нормальных пыльцевых зерен и соответственно этому несколько выше его фертильность, чем у гибрида Розовая Наполеона×Майдюк, хотя и тот и другой гибриды являются практически стерильными, как и все вишне-черешневые триплоиды. Веньяминов сообщает о нормально фертильном триплоиде Любская×Наполеон розовая. О триплоидах с нормальным плодоношением говорит также и Харитонова. К сожалению, авторы не дают подробного анализа мейозиса этих триплоидов.

## ВЫВОДЫ

Цитологическими исследованиями вишне-черешневых гибридов, полученных в Государственном Никитском ботаническом саду, выяснено следующее:

1. Вишня Подбельская является пентаплоидом с 2n=40; в М I количество хромосом варьирует от 14 до 19. Большинство клеток имеет структуру ядра в составе $2^{IV}+2^{III}+12^{II}+2^{I}$.

2. Среди сортотипов черешни Гортензии выявлена триплоидная форма (Гортензия ранняя) с 2n=24. В М I большинство клеток имеют $5^{III}+3^{II}+3^{I}$.

3. Вишне-черешневый гибрид Португальская (2n=32); в М I преобладают клетки со структурой ядра $1^{IV}+4^{III}+8^{II}$.

4. Гибриды Розовая Наполеона×Майдюк и Золотая×Гортензия являются триплоидами с 2n=24; в М I количество хромосом варьирует от 8 до 11. Большинство клеток имеет структуру ядра $6^{III}+2^{II}+2^{I}$.

Гибриды практически стерильные.

## ЛИТЕРАТУРА

Веньяминов А. Н. Селекция вишни, сливы и абрикоса. Москва, 1954.
Костина К. Ф., Рябов И. Н. Итоги работ Государственного Никитского ботанического сада по отдаленной гибридизации южных плодовых культур. Сборник Отдаленная гибридизация растений и животных. Изд. Акад. наук СССР, 1960.



Харитонова Е. Н. Вишне-черешневые гибриды. Сб. Отдаленная гибридизация растений и животных. Изд. АН СССР, 1960.
Darlington. Studies in Prunus 1 and 2 Jour. Gen. 19, 1928.
K. Hrubu. The Cutologu of the Duke Cherries and their Derivatives. Jour. of Geneties, v. 38, n. 1 and 2, 1939.

*S. I. ELMANOV*

## CYTOLOGICAL STUDY ON CERTAIN CHERRY × SWEET CHERRY HYBRIDS

### SUMMARY

As a result of cytological studies on the cherry×sweet cherry hybrids obtained at the State Nikita Botanical Garden, it has been stated as follows:

1. The Podbelskaya cherry is pentaploid (2n=40). Most of the mother cells of its pollen have the nuclear structure containing $2^{IV}+2^{III}+12^{II}+2^{I}$.
2. There has been revealed in var. Hortensia a triploid (2n=24) form—H. early.
3. The hybrids: Pink Napoleon×May-duke and Gold×Hortensia are typical triploid (2n=24) sterile forms.

*В. А. ШОЛОХОВА*

# О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ПЛОДОВ УРОЖАЙНЫХ КЛОНОВ ЛИМОНА

Изучение химического состава цитрусовых плодов проводилось многими исследователями. Подробная сводка этих работ дана в монографиях Ф. В. Церевитинова (1949) и С. О. Гребинского (1940). Большой вклад в изучение химического состава плодов основных видов цитрусовых культур, произрастающих в Грузинской ССР, сделал Л. В. Метлицкий (1955).

Целью нашей работы являлся отбор урожайных клонов лимона в производственных насаждениях Южного берега Крыма и качественная оценка их плодов.

Систематическая работа по выявлению и отбору наиболее ценных клонов лимона сорта Новогрузинский и лимона Мейера и вновь возникших почковых вариаций начата нами осенью 1953 г. Работа производилась в совхозах, колхозах и здравницах Ялтинского и Алуштинского районов Крымской области. В основном хозяйственная ценность отобранных растений определялась по их урожайности.

Для оценки пищевых качеств плодов определялись: общая кислотность (методом титрования 1/10 N щелочью), содержание сахара (методом Бертрана), содержание витамина С в мякоти плодов (титрованием 0,001N $KIO_3$) и эфирных масел в кожуре (путем перегонки измельченной кожуры с водяными парами). Предварительно устанавливали размеры и средний вес плодов и соотношение в них плодовой мякоти, кожуры и семян.

Изучение химического состава проводилось в 1955 и 1956 гг. на плодах 30 клонов.

В таблице 1 приведены результаты анализов лучших клонов.

Из таблицы следует, что плоды выделенных клонов отличаются более высоким содержанием сахаров и витамина С, чем плоды исходных сортов. Так, например, содержание общего сахара в плодах лимона сорта Новогрузинский составляет 3,30%, а в плодах его клонов достигает 6,16%. По содержанию витамина С, который является одним из важнейших показателей пищевой ценности плодов лимона, многие из отобранных клонов превышают исходные сорта на 20—30 *мг*%. Одна из выделенных форм лимона Мейера (клон № 25) содержит витамина С 57 *мг*%, что является очень высоким показателем для данного сорта.

Другой важной особенностью химического состава цитрусовых плодов является содержание органических кислот. По мнению авторов, зани-

*Таблица 1*

**Содержание сахара, витамина С, лимонной кислоты и сухих веществ в плодах сорта Новогрузинский и лимона Мейера и их урожайных клонов**

| Сорт | № клона | Кислотность в % лимонной кислоты | Общий сахар в % | Витамин С в мг % | Сухие вещества в % |
|---|---|---|---|---|---|
| Новогрузинский . . | 20 | 4,31 | 4,08 | 84,5 | 13,2 |
| Новогрузинский . . | 8 | 4,10 | 4,32 | 82,4 | 13,4 |
| Новогрузинский . . | 4 | 4,69 | 6,16 | 77,5 | 11,6 |
| Новогрузинский . . | 28 | 4,10 | 5,58 | 75,0 | 8,7 |
| Новогрузинский . . | исходная форма | 4,90 | 3,30 | 50,0 | 11,3 |
| Мейера . . . . . | исходная форма | 4,23 | 4,28 | 31,3 | 11,1 |
| Мейера . . . . . | 25 | 4,77 | 4,96 | 57,0 | 12,0 |

мавшихся изучением химического состава цитрусовых плодов, содержащиеся в них кислоты практически представлены лимонной кислотой. Содержание лимонной кислоты в мякоти плодов выделенных клонов колеблется от 3,18% до 5,70%. Из приведенных в таблице 1 данных видно, что плоды лучших клонов содержат от 4,10% до 4,69% лимонной кислоты; плоды сорта Новогрузинский—4,9% и лимона Мейера—4,23%. Эти цифры говорят о приблизительно одинаковом содержании лимонной кислоты в плодах клонов и их исходных сортов.

Содержание сухого вещества в плодовой мякоти выделенных клонов колеблется в пределах от 9 до 20%. Высокий процент сухого вещества—17—20%—отмечен у некоторых клонов, отличающихся высоким урожаем, но мелкими или средними плодами с грубой мякотью. Повышенный процент сухого вещества мы относим за счет увеличения механической ткани (пленок) в средней пробе.

Колебания основных показателей химического состава плодов, изучавшихся нами 30 клонов приводятся в таблице 2.

Приведенные данные указывают на весьма значительные различия в химическом составе плодов изучавшихся нами клонов.

При этом необходимо отметить, что из 26 клонов сорта Новогрузинский 6 содержали лимонной кислоты больше, чем исходный сорт, 9—меньше и 11—столько же.

Амплитуда колебания в содержании сахара и витамина С в плодах отдельных клонов еще шире. Так, у 8 клонов содержание сахара оказалось от 1,80% до 3,3%, т. е. в 2 раза ниже, чем у исходного сорта.

Превышение в содержании витамина С в плодах некоторых клонов, по сравнению с исходным сортом, достигает 34 мг%.

Аналогичные колебания в химическом составе характеризуют также и лимон Мейера.

*Таблица 2*

**Пределы колебаний в содержании сахара, кислоты, витамина С и сухих веществ**

| Клон | Кислотность в % лимонной кислоты | Общий сахар в % | Витамин С в мг % | Сухие вещества в % |
|---|---|---|---|---|
| Сорта Новогрузинский . . . | 3,18—5,70 | 1,80—6,16 | 41,3—84,5 | 8—20 |
| Лимона Мейера . . . . . | 3,38—4,77 | 2,00—4,96 | 27,8—57,0 | 9,6—12 |



Столь значительное различие в содержании лимонной кислоты, сахара, витамина С и сухих веществ в плодах изучавшихся нами клонов дает основание считать, что сорт лимона Новогрузинский и в несколько меньшей степени лимона Мейера представляют довольно пеструю популяцию, представляющую значительный интерес для селекции в целях выделения клонов с высоким качеством плодов.

Сравнительные данные химического состава плодов сорта Новогрузинский и лимона Мейера, выращенных в Аджарии в условиях открытого грунта (по данным Л. В. Метлицкого), в Молдавии—в условиях траншей (по данным В. Г. Кужеленко и Т. А. Макаровой) и выращенных в условиях лимонария на Южном берегу Крыма (по данным лаборатории Никитского сада), приводятся в таблице 3.

*Таблица 3*

**Содержание лимонной кислоты, сахара и витамина С в плодах сорта Новогрузинский и лимона Мейера в зависимости от географических условий и способа выращивания**

| Место произрастания | Сорт | Кислотность в % лимонной кислоты | Общий сахар | Содержание витамина С в мг % |
|---|---|---|---|---|
| Аджария . . . . . | Новогрузинский | 5,6 | 2,49 | 55,0 |
| Молдавия . . . . . | „ | 5,7 | 1,23 | 36,0 |
| Крым . . . . . | „ | 5,3 | 4,08 | 51,4 |
| Аджария . . . . . | лимон Мейера | 4,4 | 2,90 | 35,0 |
| Молдавия . . . . . | „ | 6,0 | 2,23 | 39,3 |
| Крым . . . . . | „ | 4,2 | 4,28 | 31,3 |

Приведенные в таблице данные показывают, что различия в климатических условиях и способе выращивания лимонов в Аджарии и на Южном берегу Крыма мало сказываются на содержании в плодах лимонной кислоты и витамина С.

На содержании сахара в плодах различные условия произрастания сказываются весьма заметно. Так, плоды сорта Новогрузинский, выращенные в Крыму, содержали сахара 4,08%, выращенные в Аджарии—2,49%, а выращенные в Молдавии (в траншеях)—только 1,23%. Эти плоды отличались также более низким содержанием витамина С.

Аналогичные показатели имеют также плоды лимона Мейера с той разницей, что в условиях Молдавии, они характеризуются повышенной кислотностью и содержанием витамина С.

В таблице 4 приводятся данные химической характеристики плодов

*Таблица 4*

**Содержание сахара, витамина С и лимонной кислоты в плодах урожайных клонов сорта Новогрузинский за 1955 и 1956 гг.**

| № клона | 1955 | | | | 1956 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | кислотность в % лимонной кислоты | сахара в % до инверсии | сахара в % после инверсии | мг % витамина С | кислотность в % лимонной кислоты | сахара в % до инверсии | сахара в % после инверсии | мг % витамина С |
| 4 | 4,60 | 1,54 | 3,22 | 57,0 | 4,69 | 2,38 | 6,16 | 77,5 |
| 21 | 5,20 | 1,22 | 2,40 | 50,0 | 4,33 | 1,80 | 2,72 | 60,5 |
| 3 | 3,70 | 1,30 | 2,41 | 54,0 | 3,72 | 1,87 | 2,72 | 64,9 |
| 5 | 2,60 | 2,04 | 3,58 | 61,0 | 4,55 | 2,04 | 2,15 | 70,4 |

некоторых выделенных лучших клонов и изменения показателей их химического состава в разные годы.

Из этой таблицы видно, что наиболее резким колебаниям по годам подвергаются содержание сахара и витамина С в плодах.

Для полной оценки качества плодов параллельно с изучением химического состава проводились анализы их механического состава, результаты которых приводятся в таблице 5.

*Таблица 5*

**Механический состав плодов некоторых урожайных клонов**

| Дата уборки | № клона | Средняя высота в *см* | Средний диаметр в *см* | Средний вес плода в *г* | Состав плода в % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | кожуры | мякоти | семян |
| 1/XII-56 г. | 21 | 6,3 | 4,2 | 65 | 26,0 | 73,0 | 1,0 |
| » | 3 | 5,9 | 4,5 | 60 | 28,8 | 70,6 | 0,6 |
| » | 23 | 6,4 | 5,0 | 90 | 25,8 | 74,0 | 0,2 |
| » | 28 | 7,5 | 5,8 | 109 | 33,9 | 64,5 | 1,6 |
| » | 25 | 7,8 | 5,3 | 82 | 24,3 | 74,3 | 1,4 |
| » | 3 | 6,3 | 4,9 | 82 | 20,9 | 78,7 | 0,4 |
| » | 4 | 5,7 | 5,6 | 87 | 27,8 | 71,8 | 0,4 |
| » | 14 | 7,1 | 5,1 | 89 | 25,1 | 74,0 | 0,9 |
| » | 287 | 7,3 | 5,4 | 99 | 34,9 | 64,9 | 0,2 |
| » | 291 | 8,0 | 5,0 | 94 | 31,9 | 66,8 | 1,3 |

При сравнении основных показателей механического состава плодов, а именно: соотношения кожуры и семян к мякоти—видно, что у многих клонов процент мякоти превышает 70. Эта цифра определяет высокое качество плодов выделенных клонов. Естественно, что с увеличением процента кожуры ухудшается качество плодов. По данным Метлицкого, процент кожуры у лимона сорта Новогрузинский колеблется от 38 до 42%, а у лимона Мейера—от 27 до 33%. По нашим данным, процент кожуры в плодах некоторых урожайных клонов лимона сорта Новогрузинский колеблется от 21 до 35%, а у клонов лимона Мейера—от 20 до 25%.

Незначительный процент в составе плода составляет процент семян: от 0,2 до 1,6%.

Следует отметить, что при хорошей урожайности выделенные нами клоны имеют крупные и средние по размеру плоды. Очень крупными плодами отличаются: клон лимона Мейера № 6—100—130 *г* и клон сорта Новогрузинский—Бесколючий крупноплодный—100—170 *г*.

Одной из особенностей химического состава цитрусовых плодов является наличие в кожуре большого количества эфирных масел. В кожуре лимона сорта Новогрузинский, его урожайного клона Бесколючий крупноплодный и в кожуре лимона Мейера содержание эфирных масел характеризуется следующими показателями (в % к весу кожуры):

Лимон сорта Новогрузинский . . . . . 0,7%
Клон Бесколючий крупноплодный . . . . . 1,2%
Лимон Мейера . . . . . 2,1%

Согласно нашим наблюдениям, наибольшее количество эфирных масел содержится в кожуре плодов лимона Мейера. Плоды клона Бесколючий крупноплодный содержат в два раза меньше эфирных масел, а плоды сорта Новогрузинский—в три раза меньше.



Приведенные экспериментальные данные показывают, что плоды выделенных нами клонов характеризуются более высокими показателями химического состава. Так, плоды сорта Новогрузинский содержат лимонной кислоты до 5,3%, сахара 4,08%, витамина С—51,4 *мг*%; плоды лимона Мейера содержат лимонной кислоты 4,2%, сахара—4,28% и витамина С—31,3 *мг*%. Лучшие выделенные клоны характеризуются содержанием в плодах лимонной кислоты до 5,7%, сахара—до 6,2%, витамина С—до 84,5 *мг*%, при содержании мякоти в плодах до 80%.

Эти данные химического состава плодов урожайных клонов сорта Новогрузинский и лимона Мейера свидетельствуют о высоком их качестве и дополняют биологическую характеристику, определяющую их хозяйственную ценность.

## ЛИТЕРАТУРА

Гребинский С. О. Биохимия цитрусовых, Биохимия культурных растений, т. VII, Сельхозгиз, 1940.

Кужеленко В. Г., Макарова Т. А. Первичное сортоиспытание цитрусовых культур и селекция лимона в МССР. Изв. Молдавского филиала АН СССР, № 2—3 (35—36), 1957.

Метлицкий Л. В. Цитрусовые плоды. Пищепромиздат, 1955.

Церевитинов Ф. В. Химия и товароведение плодов и овощей, т. 1 и 2, Госторгиздат, 1949.

*V. A. SHOLOCHOVA*

## ON CHEMICAL COMPOSITION OF FRUITS IN LEMON PRODUKTIVE CLONES

SUMMARY

Chemical composition studies of fruits in lemon produktive clones of the Novogruzinskii and Meyer varieties which clones were detected as result of selection in commercial plantings in the Crimea South coast, showed their high quality in comparison with fruits grown in other regions of the USSR.

Comparison of their chemical composition shows the citric acid content in lemon fruits of Novogruzinskii sort from Adzhar ASSR, according to data of L. V. Metlitskii, to reach 5,88 per cent., sugar content—2,88 p. c., and vitamin C—65 mg p. c. According to our rdata, fruits of certain clones singled by us contain citric acid up to 5,7 p. c., sugar—6,2 p. c. and vitamin S—84,5 mg p. c., the pulp content of fruits being up to 80 p. c.

Having high productivity these clones give fruits of large and medim size.

All above demonstrate the high economic value of the lemon clones singled.

# СОДЕРЖАНИЕ


стр.

Е. А. Яблонский. Некоторые физолого-биохимические особенности цветочных почек и однолетних побегов абрикоса и миндаля в период зимнего развития 3

Е. А. Яблонский. Изучение гидрофильных свойств коллоидов растений при помощи рефрактометра 27

Ю. Е. Судакевич. Влияние климатических условий на зимнее развитие почек плодовых культур 47

А. С. Коверга, Е. Л. Коверга, Э. Н. Доманская и М. С. Максимова. Влияние гиббереллловой кислоты на урожай винограда 65

А. С. Коверга, Е. Л. Коверга и Э. Н. Доманская. Влияние гиббереллловой кислоты на некоторые цветочные растения 85

Е. Л. Коверга. Влияние гиббереллловой кислоты на рост сеянцев некоторых плодовых и декоративных древесных и кустарниковых растений 97

В. А. Шолохова и Э. Н. Доманская. Влияние гиббереллловой кислоты на урожай и качество плодов цитрусовых 115

Г. И. Нилов. Сравнительное изучение фитотоксичности некоторых фосфорорганических инсектицидов 125

С. А. Рославцева. Сравнительная фитотоксичность некоторых фосфорорганических соединений и их бинарных смесей для растительной клетки 139

М. Н. Артемьева. Опыт изучения фитонцидных свойств некоторых растений Южного берега Крыма 145

А. П. Дегтярева. Антибиотические вещества листьев мирта (Myrtus communis) и эвкалиптов (Eucaliptus laevopinea и E. Wilcinsoniana) 173

А. С. Коверга, С. Г. Маляренко и В. М. Спекторенко. К вопросу возделывания лимонной полыни (Artemisia balchanorum Krasch.) в Крымской и других областях юга Украины 187

В. А. Сокол. К вопросу о влиянии повышенных концентраций паров эфирного масла на жизнедеятельность цветов 205

А. И. Здруйковская-Рихтер. Воспитание зародышей раннесозревающих сортов персика «in vitro» 213

А. И. Здруйковская-Рихтер. Воспитание зародышей груши на искусственной питательной среде 233

С. И. Елманов. Цитология сливо-абрикосового и яблоно-айвового гибридов 243

С. И. Елманов. Цитологическое исследование некоторых вишне-черешневых гибридов 251

В. А. Шолохова. О химическом составе плодов урожайных клонов лимона 259


# CONTENTS


Page

E. A. Yablonsky. Some Physiologo-Biochemical Properties of Flower Buds and Annual Shoots in Apricot and Almond Trees during Winter Development Period 3

E. A. Yablonsky. Study on Hydrophylic Properties of Plant Colloids with Aid of Refractometer 27

Y. E. Sudakevitch. Influence of Climatic Conditions on Winter Bud Development in Fruit Trees 47

A. S. Koverga, E. L. Koverga, E. N. Domanskaya, M. S. Maksimova et al. Influence of Gibberellic Acid on Grape Yield 65

A. S. Koverga, E. L. Koverga, E. N. Domanskaya. Effect of Gibberellic Acid on Certain Flower Plants 85

E. L. Koverga. Influence of Gibberellic Acid on Seedling Growth in Certain Fruiting and Ornamental Trees and Shrubs 97

V. A. Sholochova, E. N. Domanskaya. Influence of Gibberellic Acid on Citrus Crop and Quality 115

G. I. Nilov. Comparative Phytotoxicity Study of Certain Organophosphorous Insecticides 125

S. A. Roslavtseva. Comparative Phytotoxicity of Certain Organophosphoris Compounds and their Binary Mixtures for Plant Cell 139

M. N. Artemieva. An Essay of Study on Phytoncidal Properties of Certain Plants on the South Crimea Coast 145

A. P. Degtyarova. Antibiotic Substances of Myrtle (Myrtus Communis L.) and Eucalypti (Eucalyptus laevopinea R. T. Bak. and E. Wilkinsoniana R. T. Bak) 173

A. S. Koverga, S. G. Malyarenko, V. M. Spektorenko. On the Question of the Artemisia balchanorum Krasch. Culture in the Crimean and Other Regions of the South Ukraine 187

V. A. Sokol. Contribution to Study on the Effect of Higher Concentrations of Essential Oil Vapors on the Biotic Activity in Flowers 205

A. I. Zdruikovskaya-Richter. Raising Embryos of Early Maturing Peach Sorts «in vitro» 213

A. I. Zdruikovskaya-Richter. Cultivation of Bear Embryos on Artificial Nutritive Medium 233

S. I. Elmanov. Cytological Study on Certain Cherry x Sweet Cherry Hybrids 243

S. I. Elmanov. Cytology of the Plum x Apricot and Apple x Quince Hybrids 251

V. A. Sholochova. On Chemical Composition of Fruits in Lemon Productive Clones 259

*Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета Никитского ботанического сада*

Ответственный редактор А. С. Коверга.

Техредактор А. И. Аркатова.

Корректор А. Н. Осташинская.

БЯ 01039. 7.IX-62 г. Объем 22,6 п. л. Формат бумаги 70×108¹/₁₆. Заказ 9. Тираж 600. Сдано в производство 2.I-62 г. Подписано к печати 7.IX-62 г. Ялтинская 5-я государственная типография, ул. Володарского, 1/4.

Цена 1 руб. 13 коп.