

РАЗЛИЧНЫЕ ФОРМЫ ОПУХОЛЕЙ У ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ

В.В. Малыченко д.с.-х.н., профессор.

И.Ф. Гавришова, к.б.н.

Е.В. Горемыкина , к.б.н.

М.Н. Ананьина, к.б.н.

ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», 400062, г. Волгоград, проспект Университетский, 100, goremikina@volsu.ru

Аннотация

В Волгоградской области выявлены и описаны четыре типа опухолей на корнях и два – на стеблях плодовых культур (груша, малина, виноград). Дана картина нормального вегетативного размножения карликовой яблони с помощью бородавчатых опухолевидных наплывов (берноты). Описано строение типичного галла на плодах шиповника. На основании гистологических и гистохимических исследований проведена аналогия с опухолевым ростом у животных. Отмечено высокое содержание в пролиферирующих тканях липидосодержащих комплексов стероидной природы и железосодержащих белков с переменной валентностью. Возникающие очаги меристемы часто имеют форму турбулентных вихрей.

Ключевые слова: плодовые растения, типы опухолей, гистология тканей

VARIOUS FORMS OF THE TUMOURS OF FRUIT PLANTS

V.V. Malychenko doc. agr. sci.

I.F. Gavrishova, cand. biol. sci.

E.V. Goremykina , cand. biol. sci.

M.N. Ananina, cand. biol. sci.

Volgograd State University, 400062, Russia, Volgograd, prospect Universitetskii, 100, goremikina@volsu.ru

Abstract

It has been discovered and described 4 kinds of tumours on roots and 2 kinds tumours on the stems of fruit plants. Research of the normal vegetatively propagated stocks and of the galls on fruit wild hedge rose have been carried out. On the basis of hystological and hystochemical studies was shown analogy plants tumour with animals tumour. The complex of substances contributing abundance growing tissue was defined supposedly this substance are phitohormones. In the meristem centers found protein containing iron (Fe 1-4-Fe). Shapes of meristem become alike by turbulent whirlwind.

The study was made in Volgograd Experimental Station of the All-Union Research Institute of the Plant Growing.

Key words: fruit plants, tumor types, tissue histology

Введение

Патологические новообразования на корнях плодовых растений называют зобоватостью, или корневым раком. В Америке это заболевание известно под названием «Crown gall» и в переводной русской литературе фигурирует как корончатый галл. Широко распространено мнение о том, что опухоли растений, вызываемые *Agrobacterium tumefaciens*, Smith and Town имеют в гистологическом отношении аналогию со злокачественными заболеваниями животных. В 1935 году фитопатолог А.А. Ячевский на основании гистологических исследований, выполненных совместно с медиками, высказал мнение о злокачественности опухолей плодовых культур. Это вызвало ряд законодательных мероприятий, направленных на уничтожение и сжигание плодовых деревьев, а при больших очагах поражений и целых питомников. В настоящее время питомниководы ограничиваются уничтожением только сильно пораженных саженцев.

Актуальность изучения новообразований определяется тем, что исследование опухолей растений сможет выявить механизмы, ведущие к инициации перерождения нормальной клетки в опухолевую. Это обусловлено тем, что растения обладают высокой способностью к регенерации тканей, к замещению погибших тканей и органов, легко размножаются вегетативным путем, что особенно ценно для использования их в качестве объекта исследований.

Интерес к новообразованиям усилился, когда молекулярные и генетические исследования микроорганизмов показали, что *A. tumefaciens* имеют вирулентные штаммы, которые индуцируют образование опухолей. Нормальные клетки растения трансформируются под влиянием плазмидной ДНК бактерии – T_i плазмиды (от tumor inducing). Предполагается, что в составе T_i плазмиды находятся гены онкогенности и синтеза опинов (Долягина и др., 1983).

Однако патологические новообразования могут быть вызваны не только бактериями, но и механическим травмированием, физическими агентами, в том числе ионизирующим излучением, влиянием химических соединений, загрязняющих окружающую среду и другими причинами. В работах Новосибирского Института экспериментальной и клинической медицины выяснено, что передать информацию от злокачественного процесса здоровой ткани может УФ свет (Казначеев, Субботин, 2006).

Обширная сводка по опухолям растений составлена немецким профессором Р. Байдербек (Байдербек, 1981). Им сделан обзор более тысяч работ и актуализирована проблема роста и развития растительных опухолей. В России прошло три Всесоюзных совещания по патологическим новообразованиям (1974 – Ленинград, 1979 – Москва, 1983 – Ленинград), где обобщены теоретические вопросы регуляции роста и развития, проблемы инфекции и инвазии, вопросы о переносчиках болезней, генетических факторах и другие аспекты (Слепян, 1960; Долягина и др., 1983; Слепян, 1973). В настоящее время выделился самостоятельный раздел науки – фитоонкология (Слепян, 1977; Слепян, 1978).

Целью нашей работы явилось изучение гистологии и гистохимии различных опухолей растений у плодовых культур.

Материалы и методика исследований

Изучение проводили в лабораториях биохимии и цитологии Волгоградской опытной станции ВИР и в лаборатории патанатомии при морге в Волгоградской Областной клинической больнице.

Различные по морфологии и гистогенезу опухоли изучали на корнях однолетних саженцев яблони, привитых на карликовых подвоях (*Malus pumila*, Mill.), однолетних саженцах груши, привитых на сеянцах сортов типа черномясок (*Pyrus puraster*), на

однолетних побегах плодоносящей груши (*Pyrus domestica*, Medic), на корнях взрослых, плодоносящих корнесобственных деревьев айвы (*Cydonia oblonga*, Mill), на однолетних саженцах и взрослых деревьях абрикоса (*Prunus armeniaca*, Mill), лозе привитого винограда (*Vitis vinifera*), малине (*Rubus idaeus*) и шиповнике (*Rosa canina*).

Карликовые подвои яблони типа дусенов и парадизок (*Malus pumila*, Mill.) легко размножаются вегетативным путем, что используют в производстве карликовых саженцев. Размножаются эти яблони с помощью бородавчатых наростов – бернотов.

Размножение с помощью бернотов естественно, и поэтому их использовали в качестве контроля. В Нижнем Поволжье при изучении коллекционного материала наиболее перспективными из карликовых вегетативно размножаемых подвоев оказались гибриды селекции В.И. Будаговского – краснолистная парадизка, ПК-14, и др., которые были взяты в качестве объектов изучения.

Гистологические, гисто- и цитохимические исследования проводили по общепринятым методикам (Джапаридзе, 1953; Конарев, 1966; Конарев, Тютюрев, 1970; Конарев, 1967; Лилли, 1969; Меркулов, 1956; Паушева, 1970; Прозина, 1960;). Специально для гистологических целей некоторые биохимические методы были модифицированы (Ермаков и др., 1972).

Для определения различных фракций фосфолипидов непосредственно на предметном стекле приспособили методику В.П. Ниловой (1964).

В качестве объектов исследования использовали живой и фиксированный материал. Фиксирующие жидкости: 15% нейтральный формалин, 96% этанол и смесь Карнуа. Срезы для гистологических исследований по необходимости готовили бритвой от руки, но чаще всего на замораживающем микротоме. Небольшое количество препаратов сделано санным микротомом с использованием парафиновой или целлоидиновой заливки. Целлоидин готовили из киноплёнки.

Окраску препаратов проводили разными красителями и реактивами. Для четкого выявления тканевых структур с нежным целлюлозными и одревесневшими, пропитанными лигнином оболочками применялась двойная окраска кармином и метиловым зеленым. Если препарат перед окраской просветлить жавелевой водой, в состав которой входят $\text{CaCl}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ и K_2CO_3 , то окраска может дать дополнительные сведения о гистологии тканей и функциональном состоянии клеток и их оболочек. В прожавеленных препаратах легко выявляются меристематические очаги в зонах дифференциации клеток, более четко выявляется структура тканей при беспорядочном опухолевом росте.

Для цитологических исследований, связанных с изучением ядерных структур использовали двойную окраску – гематоксилин + эозин в различной модификации: железистый гематоксилин по Ван-Гизону, гематоксилин по Делафильду и др., вместо эозина иногда использовали фуксин. Эти окраски дают возможность выявить нормальную структуру ядра, его гиперхромность, наблюдать распад клеток и четко разграничить базофилию и ацидофилию.

Изучение нуклеиновых кислот проводилось с использованием классической реакции метиловый зеленый + пиронин (смесь Унна), которые перед употреблением смешивали с ацетатным буфером pH 4,8. Специфичность реакции проверяли по Браше с использованием слюны в качестве РНК-азы. Для выявления липидов и их комплексов использовали судан III и сульфатнильский голубой. Эти красители применялись только на свежем материале или при фиксации формалином. Липиды из препаратов экстрагировали смесями, содержащими спирт и хлороформ.

Постоянные препараты готовили проводкой срезов через спирты возрастающей крепости с последующим обезвоживанием на основе смеси спирт + ксилол, чистый ксилол,

заклучение в бальзам. Срезы, окрашенные на липиды, заключали в глицерин + желатин. В случае затруднений идентификации тех или иных групп веществ, проводили серии дополнительных окрашиваний и ставили модельные опыты, модифицируя биохимические методики (Ермаков и др., 1972).

Результаты исследований и их обсуждение

Нормальное вегетативное размножение с помощью бернотов

Гистологическое изучение карликовых, вегетативно размножаемых подвоев показало, что легкие выпуклости на стеблях, принимающие форму бородавчатых наростов (берноты), представляют в гистологическом плане каллусоподобную ткань, в глубине которой закладываются очаги меристем. В последующем эти очаги принимают вид конусов нарастания, в которых отчетливо видны слой дерматогена, зона периблемы, дифференцирующаяся в первичную кору, и плерома, дифференцирующаяся в осевой цилиндр (стель).

У основания конуса нарастания видны проводящие элементы, состоящие из сосудов со спиральными и лестничными утолщениями, что является показателем дифференциации проводящих элементов за счет прокамбия, закладывающегося в стели. На более поздних этапах прокамбий дифференцируется в камбий, активно формирующий элементы ксилемы и флоэмы – идет нормальное формирование осевых органов. При окучивании влажной землей из конусов нарастания образуются побеги с листовым аппаратом и корневой системой.

В зависимости от количества возникших зон роста и степени их дифференциации в глубоких слоях бернотов наблюдается как нормальное, так и атипичное строение тканей. При сравнительно редком расположении конусов нарастания осевые органы разрастаются за счет деятельности камбия беспрепятственно. Если конусов нарастания много, и они расположены близко друг от друга осевые органы, разрастаясь в толщину, мешают друг другу, и, испытывая противодействие со стороны окружающих тканей, трансформируются. Клетки древесной паренхимы, образующиеся в «тесной атмосфере» мельчают, сосуды сминаются, облитерируются. Появляется большое количество механических элементов, которые пропитываются лигнином и превращаются в механическую ткань. Во флоэме, которая оказывается зажатой между участками ксилемы, появляются мощные сосудистые тяжи, которые путем анастомозов соединяются с проводящей системой. Иногда наблюдается свилеватость древесины.

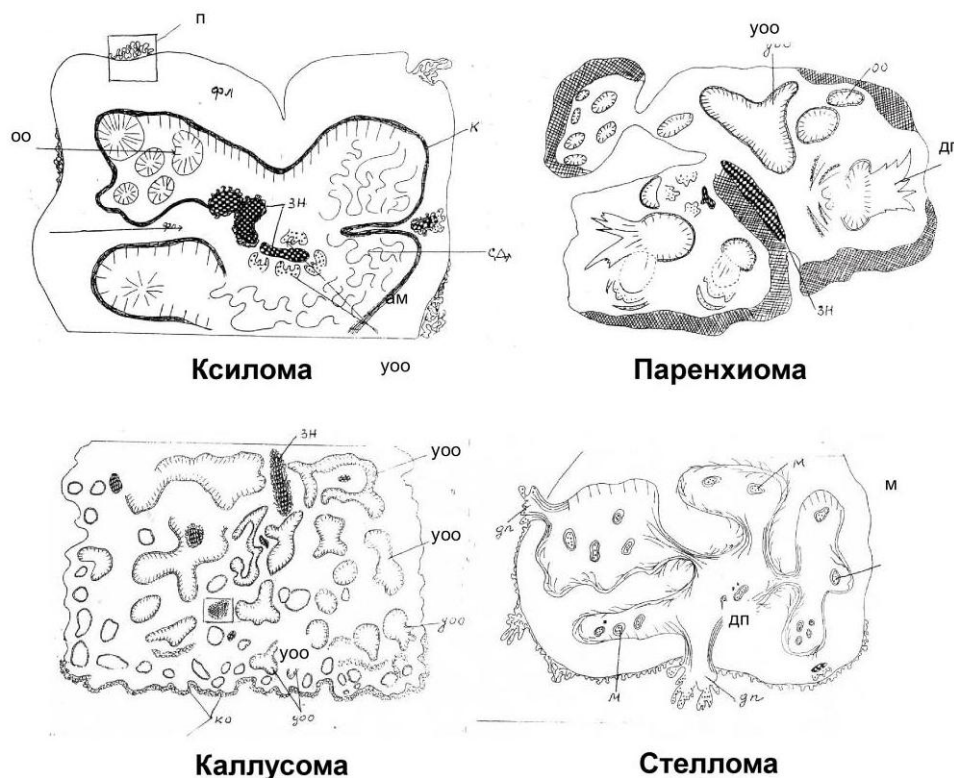
Гистологическая картина описанных явлений такова, что можно уверенно говорить о тканевой атипии. Тем не менее, для растений такие явления обычны, и рассматривать их как особый вид патологии нет никаких оснований. Тканевая атипия и возможные уродства вызваны в данном случае формированием тканей в несколько необычных «трудных» для нормального роста условиях. При создании нормальных условий берноты дают самостоятельные растения, которые в генетическом плане идентичны материнскому растению – клон.

Различные формы патологических новообразований на корнях

Корни растений – это неотъемлемая часть организма, без которых жизнь надземной части: стеблей и листьев невозможна. Корень не только закрепляет растение в почве, но и обеспечивает его водой, минеральными и органическими веществами. В корнях идет активный синтез многих соединений: аминокислот, пептидов, белков, нуклеиновых кислот, фенольных соединений, ферментов и др.

На поперечном разрезе корня при рассмотрении в микроскоп видно, что его ткани радиально (лучисто) симметричны, клетки дифференцированы, образуют функционально действующие ткани, главные из которых – флоэма и ксилема.

При патологии строение и функция этих тканей нарушается. В Волгоградской области выявлено 4 вида опухолей на корнях яблони, груши, айвы и абрикоса. Общая характерная черта всех типов новообразований – нарушение симметричного строения тканей, резкая атипия, не позволяющая без окрашивания определить специфичность их строения. На рисунке 1 показаны схемы гистологического строения каждого типа опухолей: ксилома, каллусома, стеллома, паренхиома.



П – пробковая ткань, покрывающая всю опухоль; фл – флоэма; к – камбий; оо – нормальные осевые органы; уоо – уродливые осевые органы; сд – свилеватая древесина; ам – апикальные меристемы; м – очаг пролиферативного роста – меристема; дп – дифференцированная почка; зн – зона некроза; ко – край опухоли

Рисунок 1 – Схемы гистологического строения разных типов опухолей на корнях плодовых растений: ксилома, каллусома, паренхиома, стеллома

Ксилома. Чаще всего на корнях встречается плотная, крупнобугристая, «тяжелая» опухоль мелкого, среднего и крупного размера диаметром до 10 см и более. На рисунке 2 показана типичная опухоль диаметром 5 см, внизу которой, виден «метастаз». Опухоль состоит в основном из патологически разросшейся ксилемы. Отдельные ее участки дифференцированы достаточно глубоко и похожи на нормальные осевые органы.

Основная масса дифференцирована слабо, наблюдается свилеватость древесины. В глубине опухолевой ткани крупные участки некротического распада, где на месте погибшей ткани видны полости (каверны). Наиболее вероятной причиной появления некрозов считается синтез в больной ткани фенолов. Часто около некрозов образуются группы апикальных меристем с характерными для них крупными ядрами и плотной базофильной

окраской плазмы. Вероятно, появление почек около некроза вызвано митогенетическими лучами Гурвича.

Ткань ксилемы как бы разрезана на участки. Между участками древесины расположены ткани, которые по гистологии и гистохимии представляют собой флоэму с иным, менее упорядоченным строением. Клетки здесь расположены рыхло, разобщены, форма их продолговатая, наблюдается усиленный синтез нуклеиновых кислот. Практически во всей флоэме группы клеток с грубо пенистым или грубо глыбистым содержимым, которое заполняет всю клетку. При окраске гематоксилин + эозином эти клетки темно-фиолетовые, почти черные, при большом увеличении видны скрученные, извитые, прерывистые тяжи ядерного содержимого. При окраске другими красителями, в том числе пиронин + метилен грюн выявляются примерно в одинаковом соотношении комплексы ДНК и РНК.

Ксилома

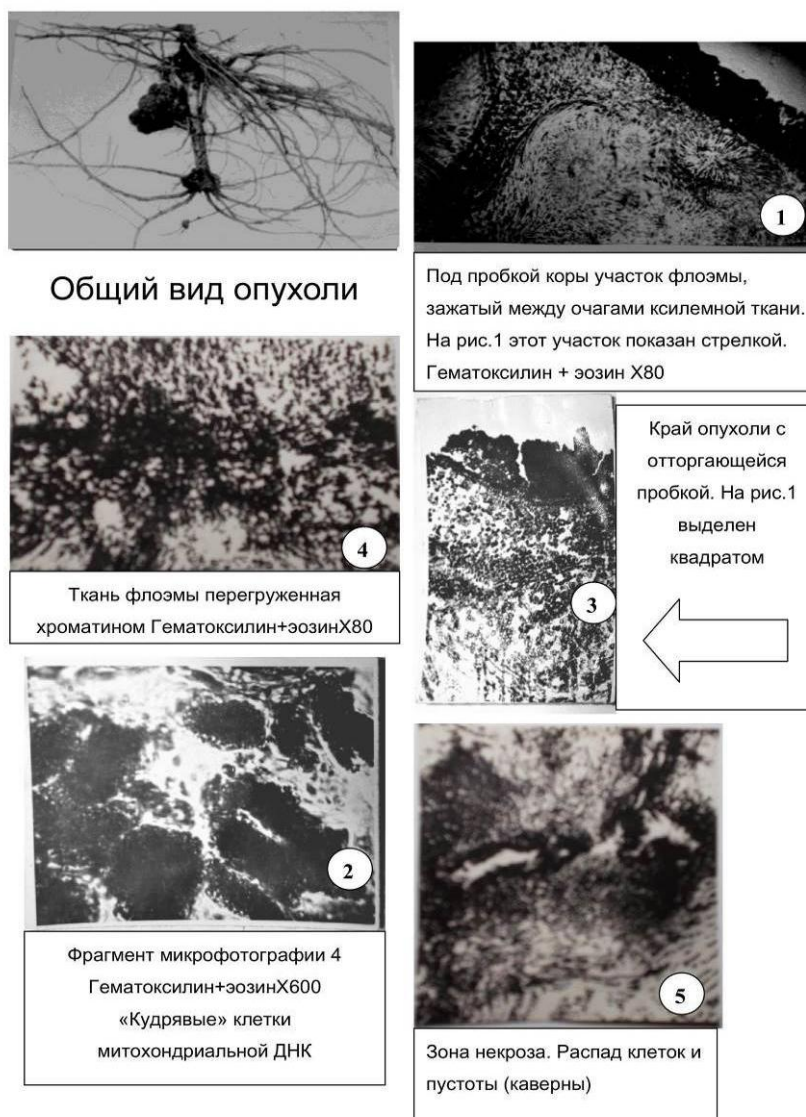


Рисунок 2 – Гистологические особенности ксиломы

С помощью методик лаборатории В.Г. Конарева и В.П. Ниловой были получены результаты по изучению нуклеиновых кислот и фосфолипидов. Отмечалось, что оболочки клеток растений толстые, многослойные и в них содержатся дыхательные ферменты,

светопроводящие полосы и нуклеиновые кислоты. В оболочках водопроводящих сосудов ксилемы содержится структурная ДНК заэкранированная основными белками, стойкими к щелочному гидролизу и жирными кислотами с высокой температурой плавления (выше 90°C).

Методика В.Г. Конарева (1966; 1967; 1970) позволила выявить структурную ДНК, которая содержит основные белки-гистоны, лабильную, раскрученную ДНК, связанную с белками другого характера и РНК. Изучение и сопоставление серийных срезов одинаковой толщины (не более 10 микрон), окрашенных разными красителями, позволяет видеть многие химические вещества и их соединения, судить об обмене веществ, при действии разных растворителей, детергентов, температуры и др. факторов.

Установлено, что у растений легко осуществляется переход с прямой на обратную транскрипцию, в частности, происходит раздревеснение клеток ксилемы и переход их в юное, меристематическое состояние. Очевидно, в оболочках клеток идет реверсия ДНК, что обеспечивает процессы вегетативного размножения. Из черенков, при помещении их во влажную среду, легко образуются корни. Клетки опухоли, перегруженные хроматином, легко разрушаются, как бы взрываются, образуя бесструктурный детрит, и на их месте появляется юная нежная ткань с небольшим, хорошо окрашенным ядром.

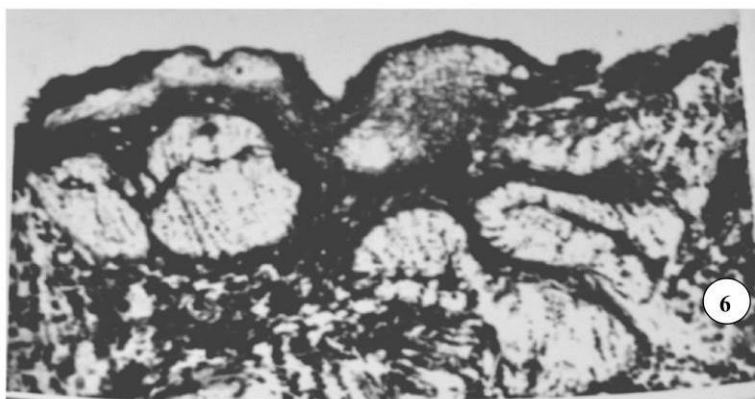
Апикальные меристемы, возникающие около некротизированной ткани, способны давать ростки. Чаще всего эти меристемы погибают, отторгаясь пробкой, закладывающейся в глубине тканей. В глубине патологической ткани большие участки некрозов показаны на схемах штриховкой (рисунок 1, 2).

Разрушение отдельных очагов идет одновременно с возвратом зрелых элементов в меристематическое, неорганизованное состояние, что наблюдается как в ксилеме, так и во флоэме. Все вместе создает картину атипичности, неорганизованности, анаплазии и метаплазии. По аналогии с классификацией, которую используют медики, для того, чтобы подчеркнуть основную ткань, составляющую опухоль, мы назвали ее ксилемой (ксилобластомой).

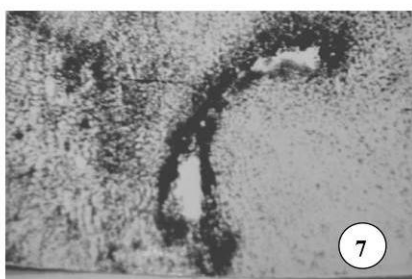
Каллусома. Сравнительно мягкая, пружинящая, средне- или мелкобугристая опухоль, состоящая из каллусоподобной ткани (рисунок 1). В патологически разросшемся каллусе, постоянно закладываются тяжи или кольца прокамбия, с деятельностью которого связана дифференциация элементов ксилемы и флоэмы. Дифференциация идет недостаточно полно, дифференцирующиеся осевые органы имеют, как правило, уродливую форму. В патологической по своему строению флоэме наблюдается большое скопление рыхло лежащих продолговатых клеток, многие из которых перегружены хроматином. В этих зонах отмечается пиронинофилия. Ксилема, как правило, уродливая. В ткани опухоли многочисленные очаги некрозов или группы клеток, отмирающих и пропитывающихся кутином. Пробкой обволакиваются довольно большие участки, получающие недостаточное питание и водоснабжение. На месте некротизированной и разрушившейся ткани образуются каверны.

Края опухоли также пропитаны кутином, который легко стирается и крошится. Наличие большого числа опробковевших зон является причиной довольно мягкой структуры опухоли, которая легко крошится и разрушается. По этой причине, по-видимому, в нашей работе не встречались опухоли такого строения диаметром больше 5...6 см. Этот вид опухоли можно охарактеризовать как незаживающую рану, где наряду с процессами пролиферации идет постоянное отмирание, разрушение и сдувание тканей. По типу основной ткани предлагаем назвать ее каллусома, или каллусобластома (рисунок 3).

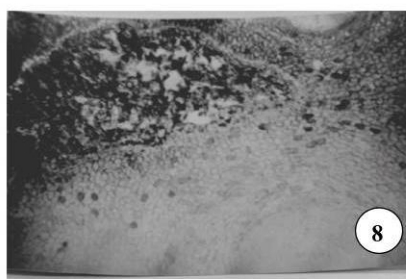
Каллусома



Периферическая часть опухоли, пропитанная кутином X80



Участок некроза



Участок опробковевшей ткани, пропитанный кутином. На рис.1 выделен квадратом

Этот вид опухоли похож на описанный выше. По морфологии не отличается. Разница в анатомии и гистохимии. Из-за наличия мягкой пробки опухоль пружинит, сминается. Разница в строении хорошо видна под микроскопом

Рисунок 3 – Гистологические особенности каллусомы

Стеллома. Третий тип опухоли представляет патологически уродливое разрастание тканей центрального цилиндра (стеллы). Нам удалось наблюдать этот вид новообразований в зоне корневой шейки при перетяжке стебля лентой из полиэтиленовой пленки. Проводящие пучки в осевом органе расположены беспорядочно, в основном по периферии, и образуют сложно сплетенную путем перемычек и анастомозов сеть. Различить в этих тяжях ксилемную и флоэмную ткань достаточно сложно. В некоторых зонах эти элементы дают перманганатную реакцию на лигнин, в то время как в других, окраска типична для не одревесневших клеток. На неокрашенных препаратах эту разницу заметить невозможно, так как по своему анатомическому строению они очень похожи. Схематический рисунок опухоли показан на рисунке 1.

Центральная часть сердцевины стебля состоит из атипично расположенных паренхимных клеток, в которых видны очаги пролиферации, окрашивающиеся как меристемы. Ядра в этих очагах при окраске гематоксилин + эозином крупные, гиперхромные. Гистохимические реакции (окрашивание желтой и красной кровяной солью) показывают, что в этих очагах большое количество железосодержащих белков. В

прожавеленных препаратах ядра обесцвечиваются. Становится видно, что оболочки клеток в очаге необычайно толстые.

Стеллома

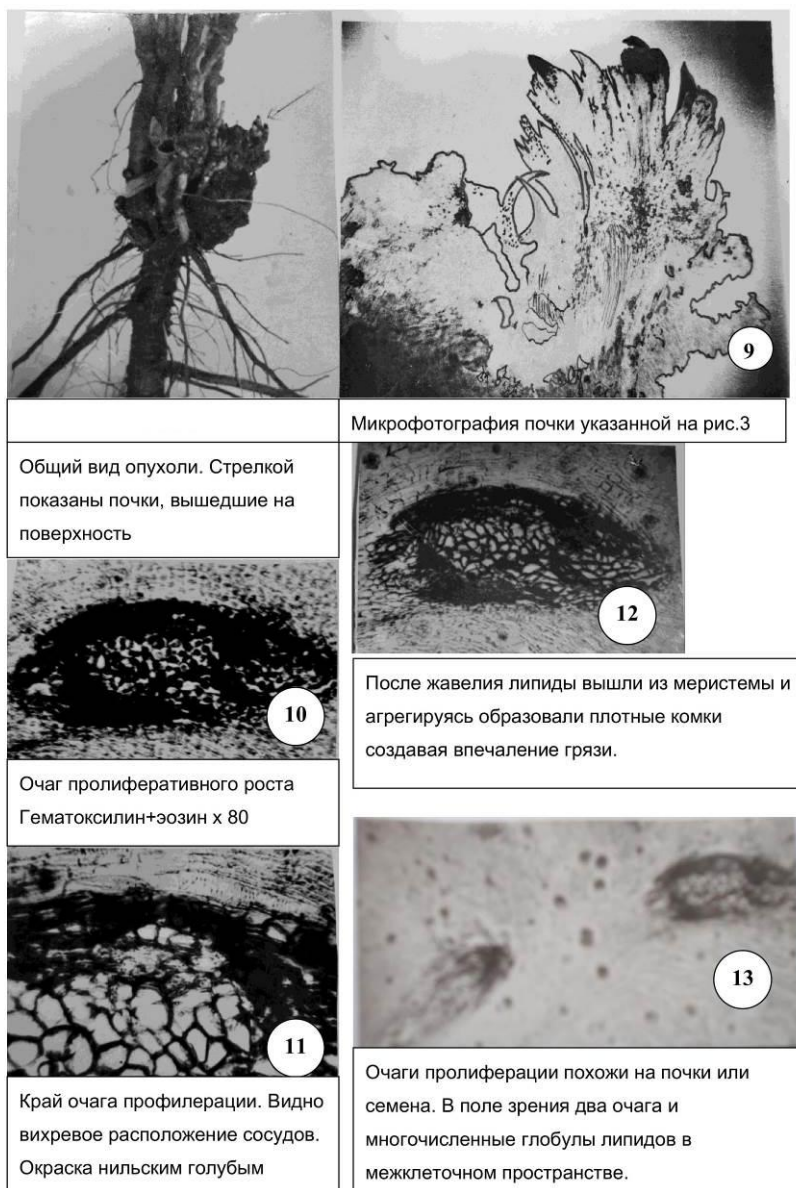


Рисунок 4 – Гистологические особенности стелломы

По периферии очага сосуды ксилемы как бы обрамляют очаг пролиферации, расположение их вихревое. Ткань опухоли сенсibilизирована, в ней много липидосодержащих комплексов стероидной природы. Локализация этих соединений и их отношение к различным растворителям и детергентам дает основание предполагать, что они близки по своему строению к холестерину, т.е. это фитостерины, обладающие гормональной природой. Гистохимические реакции показывают, что липиды связаны с белками – липопротеины. При действии формалина связи липидов с аминными группами разрушаются, резко возрастает количество свободных липидов. Это легко обнаруживается при окраске Нильским голубым как нативных, так и фиксированных препаратов по приросту в последних глобулах свободных липидов, агрегирующихся в многочисленные скопления. Прирост свободных липидов наблюдается и при обработке срезов жавелевой

водой, содержащей активный ион хлора. Под действием этого фактора наблюдается выход липидов из плотноупакованных структур. Синтез стероидных гормонов в норме мы наблюдали при анатомическом и гистохимическом изучении репчатого лука *Allium cepa*, L. в период выхода луковиц из состояния покоя (Казакова и др., 1991).

В сенсibiliзированной ткани опухоли возникают очаги пролиферации, анатомически похожие на почки или семена. Наблюдаются прорывы стеллы в радиальном направлении и выход формирующихся почек и тканей новообразований на поверхность. Почки достаточно хорошо сформированы и способны к самостоятельному росту. Садоводы утверждают, что при окучивании почек землей опухоль способна размножаться. Описанный тип опухоли предлагаем называть стеллома (стеллобластома). Внешне она выглядит как желвак, на поверхности которого достаточно хорошо видны сформированные почки или ростки (рисунок 4).

Паренхиома. Четвертый тип новообразований встречается очень редко. В нашем, очень большом экспериментальном материале такой тип новообразований встретился один раз. Трудно назвать этот тип новообразований опухолью, так как они похожи на типичные клубеньки азотфиксирующих бактерий (рисунок 1, 5).

Паренхиома

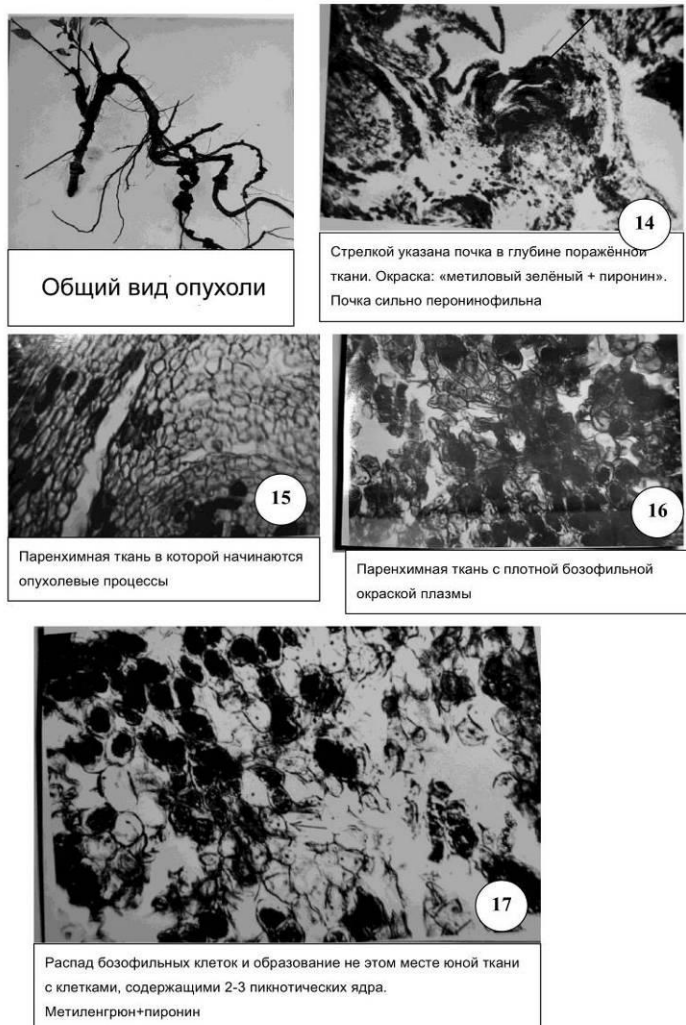


Рисунок 5 – Гистологические особенности паренхимы

В патологически разросшемся каллусе, образовавшемся из пролиферирующей паренхимы, очень мало гидроцидных элементов. Ткань похожа на раневой каллус, но клетки лежат рыхло, обособленно. В отдельных участках ткани встречаются достаточно дифференцированные и наряду с ними уродливые осевые органы. В рыхло лежащих клетках определяется большое количество нуклеиновых кислот, которые распадаются и как бы плавятся. На их месте образуется юная, нежная ткань, где наряду с нормальными клетками встречаются дву- и даже трехъядерные клетки. Участки с атипичным строением разрушаются, некротизируются, обволакиваются пробкой и разобщаются. В опухоли очень много почек, иногда достаточно дифференцированных, но они быстро погибают. Границы почек подчеркиваются яркой пиронинофилией, что свидетельствует о большом количестве РНК. Опухолевая ткань разрезается некротизированной тканью на отдельные участки, связанные друг с другом узкими мостиками. Мостики разрушаются и отдельные участки, содержащие в себе почки, отторгаются, слущиваются. В силу особенностей своего строения этот вид новообразований имеет мелкие, «бисерные» размеры. Предлагается назвать этот вид опухоли паренхиома (паренхимобластома), поскольку основной тканью, в которой развиваются события, является паренхима.

Мы изучали только хозяина, т.е. ткани растения, а если бы исследовались и бактерии, то этот тип новообразований следовало назвать *Rhizobium malus* – клубеньки на корнях яблони (так же, следовало бы назвать и клубеньки на других видах – по латинскому названию растения).

Новообразования на стеблях плодовых культур

В производственных и любительских садах Волгоградской области найдено два типа новообразований на стеблевой части растений.

1. Бородавчатые опухоли на однолетних побегах груши, на коре которых образуются многочисленные выросты, которые могут быть одиночными или, сливаясь в сплошные полосы, образуют уродливые наплывы вдоль стебля (рисунок 6). У основания одногодичного прироста наплывы могут достигать в диаметре 2 см. Поверхность их усеяна бородавками. Этот тип опухолей был обнаружен в коллекционных насаждениях груши на Волгоградской опытной станции ВИР.



Рисунок 6 – Патологическое разрастание коровой паренхимы на стеблях груши в коллекционных насаждениях ВИР. Образование нормальных бернотов при этом заболевании невозможно

Прослеживается, что заболевание появилось после опрыскивания сада от плодовой гнили из емкости, где до этого был приготовлен гербицид дактал. Возможно, что индуцирующим фактором этого поражения стал именно гербицид. Внешние признаки поражения – опухолевое разрастание коровой части стебля и почек. Страдают, прежде всего, молодые ткани – почки и однолетний прирост. При гистологическом исследовании отмечается пролиферация тканей коры, ее разрастание, атипия в строении флоэмы, усиленный синтез в зоне поражения нуклеиновых кислот, отмирание клеток и формирование в зонах поражения мощной многослойной перидермы, которая отрезает пострадавшие слои клеток и способствует их слущиванию. Прежде всего, гибнут и слущиваются почки, а затем процесс идет глубже и захватывает всю флоэму. Флоэма погибает, что ведет к ослаблению или полной гибели однолетнего прироста. На рисунке 7 показано нормальное вегетативное размножение с помощью бернотов.



Подвой ПК 14



Краснолистная парадизка

Рисунок 7 – Нормальное размножение клоновых подвоев яблони с помощью бородавчатых наростов – Бернотов

2. Пузырчатые опухоли на стеблях малины и винограда (рисунок 8).



Пузырчатая опухоль винограда



Пузырчатая опухоль малины

Рисунок 8 – Пузырчатая опухоль на стеблях винограда и малины

Опухоли похожи как по этиологии (пролиферируют сосудистые пучки), так и по патогенезу (развиваются быстро и вызывают гибель пораженных растений). Патологический процесс начинается, по-видимому, в камбии, который формирует атипичные элементы флоэмы и ксилемы. В уродливой, крайне атипичной проводящей ткани малины много вихревых очагов, которые образуют «луковицу» из скрученных, извитых сосудистых пучков (рисунок 9). У винограда практически всю опухоль составляет уродливая ксилема (рисунок 9) с лестничным типом строения. Создается впечатление, что растение задыхается, и, пытаясь скомпенсировать сбой в дыхательной цепи, отвечает гиперплазией все новых и новых элементов, в оболочках которых содержится цепь дыхательных, железосодержащих ферментов. Желтой и красной кровяной солью выявлено большое количество (примерно в одинаковом соотношении) двух- и трехвалентного железа. Пораженные ткани отмирают, как бы «сползают» с больных стеблей, и все растение погибает. Нарушаются окислительно-восстановительные реакции, за счет которых растения дышат (снабжаются кислородом). Малина и виноград умирают.



Малина



Виноград

Рисунок 9 – Гистология пораженных тканей стеблей малины и винограда

Патологические изменения плодов шиповника

В парковых насаждениях около здания опытной станции ВИР на шиповнике (*Rosa canina* L.) найдены крупные патологические разрастания плодов, формирующихся на концах побегов. Размер их от 1,0 до 5,0 см в диаметре, форма уродливая, бугристая, волосистая (рисунок 10).

Выяснено, что патологические разрастания плодов шиповника – это галлы, вызванные орехотворкой розанной (*Phodites rosae* L.). В ответ на внедрение паразита начинается хаотическая пролиферация паренхимы мясистого цветоложа и гипертрофическое увеличение его размеров. В галловой паренхиме видны многочисленные полости, образующиеся в процессе питания личинок. В некоторых из них личинки еще не вышли и хорошо видны (материал зафиксирован формалином в июне). Ткань новообразований довольно мягкая, хорошо режется. Той патологии, которая наблюдается в вышеописанных формах, не прослеживается. Вся опухольевая ткань – продукт пролиферации паренхимы.



Рисунок 10 – Патологическое разрастание тканей плодов шиповника, пораженных орехотворкой розанной – *Phodites rosae* L.

Обсуждение результатов

На основании гистологических и гистохимических исследований плодовых культур (яблоня, груша, айва, абрикос) описаны 4 типа корневых патологических новообразований и 2 типа стеблевых (груша, малина, виноград).

Дана гистологическая картина нормального вегетативного размножения карликовой яблони с помощью бородавчатых опухолевидных наплывов (берноты). Описано строение типичного галла на плодах шиповника.

В медицинской практике диагноз «рак» ставят на основании не только клинических, но и гистологических исследований. Как правило, решающее слово в диагностировании остается за гистологами, поскольку несомненным признаком рака служит не опухоль, а те изменения в ее клетках и тканях, которые можно увидеть только под микроскопом. Далеко не всякая опухоль, даже быстро растущая, является раковой.

Типичные черты малигнизации, т.е. злокачественного перерождения, это тканевая и клеточная атипия, анаплазия, метаплазия, полиморфность клеток, дезорганизация упорядоченных структур. Ядра клеток пораженной ткани крупные, гиперхромные, перегружены хроматином. На препаратах опухолей растений все эти явления наблюдаются, т.е. гистологическая картина подтверждает злокачественность процесса.

В пролиферирующей ткани постоянно закладываются очаги меристем, похожие на почки или семена. Эти очаги дифференцируются, иногда достаточно глубоко, потом отмирают. Зоны некроза индуцируют появление новых меристем. Распад опухоли идет одновременно с появлением ювенильных зон. Рост опухоли идет, как правило, изнутри, мультицентрически, поэтому опухоли часто имеют бугристую форму.

В зависимости от типа и возраста пораженной ткани и от их пролиферативного роста опухоли могут быть твердыми, бугристыми, мягкими, крошащимися, а от того, насколько глубоко идет дифференциация, они могут быть зрелыми, доброкачественными, без явных признаков малигнизации или злокачественными.

Хотя опухоли растений по своей гистологии действительно похожи на злокачественные малигнизированные образования, характеризовать их как злокачественные очень трудно. В силу специфики вегетативного размножения растений, которое для них является нормой, новообразования, вероятно правильнее характеризовать как патологическую регенерацию

по типу опухолевого роста. Нами выяснено, что у растений действенной формой защиты является пробковая ткань, которая обволакивает пораженные участки, или отрезает их от нормально функционирующих. Так как растения имеют много ветвей и корней, изоляция поврежденных органов летального исхода может не иметь. Хотя опухоли растений и животных похожи, растения могут отторгать пораженные участки, и таким образом справляться с заболеванием. Перидерма играет роль скальпеля, отрезающего больную ткань от здоровой. Видимо, поэтому в экспериментальных садах, посаженных заведомо больными растениями, через несколько лет при выкопке опухолей не находят (Ванин, Степанов, 1963). Они отторгаются и разрушаются.

Трагедия опухолевого роста у животных организмов заключается в высокой специализации органов и тканей, благодаря которой они потеряли способность к восстановлению пораженных и утраченных частей. У растений же меристемы сохраняются и закладываются вновь на протяжении всей жизни. Растительные клетки обладают тотипотентностью, т.е. способностью переходить из специализированного состояния в эмбрионально-активное, (схожее с апикальной верхушечной меристмой) и таким образом, начинать жизненный цикл заново.

Настоящие злокачественные опухоли выявлены при поражении стеблей малины и винограда. Больная родительская ткань – камбий дифференцирует патологические ткани ксилемы и флоэмы, не справляющиеся со своей функцией. Опухоль опоясывает весь стебель, процесс развивается быстро, больные ткани «сползают», оголяя стебель, и растение погибает.

При нормальном вегетативном размножении с помощью бернотов наблюдаются картины атипичии тканей (свилеватость древесины, ненормальное, атипичное расположение ксилемы и флоэмы, образование механической ткани в местах сдавливания растущих в ширину осевых органов и т.д.), но это обычная регенерация без явно выраженной патологии.

Галлы на плодах шиповника по своей гистологии представляют опухоль, состоящую из пролиферирующей паренхимы мясистого цветоложа. Многочисленные полости в галлах образуются в результате питания личинок. Явлений малигнизации мы не наблюдали.

В статье изложены данные о высоком содержании в зонах роста липидосодержащих комплексов стероидной природы – фитогормонов, что может быть причиной непрерывного образования меристем. Повышенное содержание фитогормонов характерно для всех, изучаемых в нашей работе, опухолей. В работах В.И. Кефели (1975) также отмечается, что по какой бы причине опухоли не возникали, всегда в пораженных растительных тканях наблюдается изменение в активности синтеза или разрушения эндогенных фитогормонов.

Мы обратили внимание, что в молодых растущих тканях, какими являются очаги патологического роста, наблюдается усиленный синтез белков, содержащих железо. Вероятно, очаги с высокой концентрацией железосодержащих белков создают магнитное поле, что меняет ориентацию родительской ткани камбия. Неоднократно наблюдали изменение ориентации камбия, который потоком бурно делящихся клеток направляется к возникшим очагам. Формирующиеся очаги часто имеют форму вихрей, а гидроцидные элементы около них, как правило, искривляются. Ксилема повторяет контуры вихря».

Впервые сообщение о вихрях в условиях патологии опубликовано нами в докладах XIX Международного конгресса по садоводству, Варшава, 1974 год (Гаврилова, Гаврилов, 1974). Может быть, причиной образования вихрей является присутствие в них молекул соединения с разной валентностью железа? Двух- и трехвалентные комплексы могут иметь разную поляризацию: одни вращаются по часовой стрелке, а другие против? По-разному они и реагируют с гравитацией. Правовращающиеся связаны с тяготением, а левые не

связаны. На микропрепаратах эта связь прослеживается, хотя все исследователи гравитацию на малых расстояниях отбрасывают. Наши рассуждения по этому поводу пока носят только вероятный характер, и полного осмысливания наблюдаемой картины еще нет.

Микрофотографии возникшего вихря и последствия его деятельности, опубликованы в диссертационной работе одного из авторов этой статьи (1984). Возникновение возбужденного очага, который может стать вихрем, происходит по разным причинам: инфекция, инвазия, механическая травма (сдавливание, расплющивание клеток), ожог, рана, химические, физические факторы и т.д. Все они вызывают однотипную реакцию – пролиферацию (разрастание) ткани, направленную на ликвидацию принесенного ущерба. Это нормальный процесс регенерации, т.е. восстановление утраченных клеток и тканей. Но рост юных клеток может выйти из-под контроля и привести к неограниченному, буйному росту, каким является рак.

Основная задача лечения – остановить размножение клеток, заставить дифференцироваться, т.е. стать зрелой. Снятие меристематического состояния очагам это превращение злокачественной опухоли в доброкачественную или ее полное рассасывание.

Знакомство с многочисленными обзорами публикаций по онкологии приводит к выводу о том, что кардинальное решение проблемы еще не найдено. Есть успехи в лечении, и они бесспорны. Есть они и в традиционной медицине и в холистической (Америка) и в оздоровлении по методу Ниси (Англия). Все они подчеркивают, что в профилактике заболевания главную роль играет здоровый образ жизни, снятие открытых и скрытых стрессов, нормальное, спокойное состояние нервной системы, доброжелательность человека.

Опухолевый рост у растений и человека наблюдается обычно в ослабленном организме – это показатель дефицита иммунитета. У растений иммунитет создают вещества с функциональной группой гидроксила – это фенолы, спирты, пигменты и др. Например, в молекуле хлорофилла к порфириновому кольцу с центральным атомом магния, присоединен многоатомный спирт фитол с большим количеством гидроксильных групп. Окраска срезов растений по Романовскому – Гимза (применяемая для окрашивания мазков крови) показала, что роль лимфоидной ткани у растений выполняет флоэма. Ее некоторые клетки имеют крупные вакуоли, в которых идет лизис ненужных соединений. Их можно рассматривать как макрофаги с той разницей, что белые кровяные клетки у человека передвигаются с помощью крови и лимфы, а макрофаги растений жестко связаны со структурой. Это сообщение было сделано на конференции по антропозологии в 1984 году (Гавришова, 1984). Известно, что низкий гемоглобин – это преддверие многих заболеваний, в том числе такого грозного как лейкоз – рак крови. Порфириновое кольцо в молекуле гемоглобина по химическому строению удивительно схоже с таким у хлорофилла, с той разницей, что вместо магния другой металл – железо. К этому кольцу – гему, который часто называют «красная мантия кардинала» тоже присоединен многоатомный спирт. Возможно, он участвует в создании иммунитета.

При изучении клубеньков на корнях яблони создается впечатление, что природа ищет пути фиксации атмосферного азота для создания белка и перед нами, пример поиска такого пути с помощью симбиоза с бактериями. Клубеньки образовались на корнях яблони, что вызывает удивление, хотя примеры симбиоза древесных растений с бактериями (в частности с ольхой) описаны.

Растения обладают ярко выраженным тропизмом. Начало работ по изучению электромагнитного поля на растениях было положено П.В. Савостиным (Томский

университет), который в 20–30-х годах прошлого столетия утверждал, что геомагнитное поле является необходимым фактором внешней среды для высших растений. Дальнейшие исследования А.В. Крылова и Г.А. Таракановой (Институт физиологии растений) показали, что существует магнитотропизм, и раскрытие его механизма прольет свет на природу полярности, механизма фотосинтеза, механизма роста и т.д. Эти вопросы обсуждаются в работах Ю.А. Холодова (1978).

Мы полагаем, что эта способность растений связана с ферромагнитными редокс-цепями дыхательных ферментов и коферментов, входящих в состав клеточных оболочек. Возможно, что редокс-цепи создают особую физическую упорядоченность в таких сложных архитектурных сооружениях, какими являются растения.

В процессе работы мы получили сведения о том, что асимметрия в строении органов и тканевая атипия приводят к уродству, избыточному росту и нарушению анатомии и химии в клетках и тканях. Самоорганизация, свойственная биологическим объектам, нарушается. Разобщение межтканевых и межклеточных связей ведет к тому, что клетки действуют не как единое целое, а каждый сам по себе. Это приводит к глубоким нарушениям обмена веществ и выявляется окрашиванием тонких срезов растений различными красителями. Получена большая информация по гисто- и цитохимии. По нашему мнению, метод окрашивания может быть даже более информативен, чем спектрофотометрия, потому что исследователь видит живую реакцию. Этот метод может дать информацию и по оптике, т.к. синтез различных веществ идет при поглощении света различной длины волны. Разные функциональные группы поглощают разные участки спектра, происходит диссипация (рассеяние) света.

Вытекающие из наших наблюдений предположения могут быть дискуссионными, требующими экспериментальной проверки химиками и биофизиками.

Литература

1. Байдербек Р. Опухоли растений. М.: Колос, 1981. 303 с.
2. Ванин И.И., Степанов С.Н. Корневой рак безвреден // Защита растений от вредителей и болезней, 1963. Вып. 2. 15 с.
3. Гавришова И.Ф., Гавришов Н.Н. Очаги меристемы при тканевой несовместимости у плодовых // Доклады советских ученых к XIX Международному конгрессу по садоводству. М.: Колос, 1974.
4. Гавришова И.Ф. Роль меристемы в явлении несовместимости и возникновение зобоватости у плодовых культур // Проблемы онкологии и тератологии растений. Л.: Наука, 1975. 97-100 с.
5. Гавришова И.Ф. Вегетативное размножение, прививка и корончатогалловая болезнь у плодовых, как возможные экологические индикаторы // Биологическая индикация в антропоэкологии: Материалы Всесоюзного совещания по космической антропоэкологии. Л.: Надзаг, 1984. 183-187 с.
6. Гавришова И.Ф., Малыченко В.В. Гистология и гистохимия опухолевого роста у плодовых культур // Стрежень: Научный ежегодник. Волгоград, 2000. Вып. 1. 47-55 с.
7. Джaparидзе Л.И. Практикум по микроскопической химии растений. М.: Наука, 1953. 452 с.
8. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И., и др. Методы биохимического исследования растений. Л.: Колос, 1972. 456 с.
9. Казакова А.А., Гавришова И.Ф., Ананьина М.Н. Анатомическая и гистохимическая характеристика структурных частей лукавицы *Allium cepa*, L. // Бюл. ВИР, 1991. Вып. 208. 24-38 с.

10. Казначеев В.П., Субботин М.Я. Этюды и теории общей патологии. Новосибирск, 2006. 264 с.
11. Кефели В.И. Регуляция роста высших растений и гормональные системы у микроорганизмов - общее и специфичное в связи с явлениями патологического роста // Проблемы онкологии и тератологии растений. Ленинград: Наука, 1975. 17-22 с.
12. Конарев В.Г. Цитохимия и гистохимия растений. М., 1966. 320 с.
13. Конарев В.Г., Тютюрев С.Л. Методы биохимии и цитохимии нуклеиновых кислот. Л., 1970. 204 с.
14. Конарев В.Г. Методы исследования нуклеиновых кислот растений. Л., 1967.
15. Лилли Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия. М., 1969. 645 с.
16. Меркулов Г.А. Курс патогистологической техники. Л., 1956. 262 с.
17. Нилова В.П. Методика последовательного фракционного определения фосфорных фракций в растениях. Труды ВИЗР, 1964.
18. Патологические новообразования у растений / под ред. А.Б. Долягина, Н.М. Зоз, К.Е. Кругляковой, Н.М. Эмануэля. Черноголовка, 1983. 141 с.
19. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М., 1970. 255 с.
20. Проблемы онкологии и тератологии растений // Итоговый сборник Первого Всесоюзного совещания по проблемам патологических новообразований у растений / под ред. Э. Слепяна. Ленинград, 1975. 493 с.
21. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. М., 1960. 206 с.
22. Слепян Э.И. Патологические новообразования и их возбудители у растений. Л.: Наука, 1973. 512 с.
23. Слепян Э.И. Фитоонкология. БСЭ, 1977. Т. 27. 475-476 с.
24. Слепян Э.И. Фитоонкология // Будущее науки. М.: Знание, 1978. 121-144 с.
25. Холодов Ю.А. Шестой незримый океан. М.: Знание, 1978. 82 с.

References

1. Bajderbek, R. (1981). *Plant tumors*. Moscow: Kolos. (In Russian).
2. Vanin, I.I., & Stepanov, S.N. (1963). Root cancer is harmless. *Plant protection against pests and diseases*. 2, 15.
3. Gavrishova, I.F., & Gavrishov, N.N. (1974). The foci of the meristem in tissue incompatibility in fruit. *Reports of Soviet scientists to the XIX International Congress on Horticulture*. Moscow: Kolos. (In Russian).
4. Gavrishova, I.F. (1975). The role of the meristem in the phenomenon of incompatibility and the emergence of governoriness in fruit crops. In *Problems of Oncology and Teratology of Plants (pp 97-100)*. Leningrad: Science. (In Russian).
5. Gavrishova, I.F. (1984). Vegetative reproduction, vaccination and coronary gall disease in fruit, as possible environmental indicators. In *Biological Indication in Anthropoecology: Proc. Sci. Conf. on Space Anthropoecology (pp 183-187)*. Leningrad. (In Russian).
6. Gavrishova, I.F., & Malychenko, V.V. (2000). Histology and histochemistry tumor growth in fruit crops. In *Sterzhen. Research Yearbook (Issue 1, pp 47-55)*. Volgograd: Izdatel. (In Russian).
7. Dzhaparidz, L.I. (1953). *Workshop on microscopic chemistry of plants*. Moscow: Science. (In Russian).
8. Ermakov, A.I., Arasimovich, V.V., & Smirnova-Ikonnikova, M.I. (1972). *Methods of biochemical research of plants*. Leningrad: Kolos. (In Russian).

9. Kazakova, A.A., Gavrishova, I.F., & Ananina, M.N. (1991). Anatomical and histochemical characteristics of the structural parts of the bulb *Allium cepa* L. *Bulletin N.I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR)*. 208, 24-38. (In Russian).
10. Kaznacheev, V.P., & Subbotin, M.Ya. (2006). *Etudes and theories of general pathology*. Novosibirsk. (In Russian).
11. Kefeli, V.I. (1975). Growth regulation of higher plants and hormonal systems in microorganisms – general and specific in connection with the phenomena of pathological growth. In *Problems of Oncology and Teratology of Plants* (pp 17-22). Leningrad: Nauka. (In Russian).
12. Konarev, V.G. (1966). *Cytochemistry and histochemistry of plants*. Moscow. (In Russian).
13. Konarev, V.G., & Tyuterev, S.L. (1970). *Methods of biochemistry and cytochemistry of nucleic acids*. Leningrad. (In Russian).
14. Konarev, V.G. (1967). *Methods for the study of plant nucleic acids*. Leningrad. (In Russian).
15. Lilli, R. (1969). *Histopathological technique and practical histochemistry*. Moscow. (In Russian).
16. Merkulov, G.A. (1956). *Course histopathological technique*. Leningrad. (In Russian).
17. Nilova, V.P. (1964). Methods of sequential fractional determination of phosphorus fractions in plants. In *Works VIZR*. (In Russian).
18. Dolyagina, A.B., Zoz, N.M., Kruglyakovoj K.E., & Ehmanuehlya, N.M. (Eds.) (1983). *Pathological neoplasms in plants*. Chernogolovka. (In Russian).
19. Pausheva, Z.P. (1970). *Workshop on plant cytology*. Moscow. (In Russian).
20. Slepian, E.H. (Ed.). (1975). *Problems of Oncology and Teratology of Plants. Final collection of the First All-Union Conference on the problems of pathological neoplasms in plants*. Leningrad: Science. (In Russian).
21. Prozina, M.N. (1960). *Botanical Microtechnique*. Moscow. (In Russian).
22. Slepian, E.I. (1973). *Pathological neoplasms and their pathogens in plants*. Leningrad: Science. (In Russian).
23. Slepian, E.I. (1977). Phyto-oncology. In *Great Soviet Encyclopedia* (Vol. 27, pp 478-476). Moscow. (In Russian).
24. Slepian, E.I. (1978). Phyto-oncology. In *Future of science* (Issue 11, pp 121-144). Moscow: Znanie. (In Russian).
25. Kholodov, Yu.A. (1978). *The sixth invisible ocean*. Moscow: Znanie. (In Russian).