

ВИРУСЫ И ВИРОИДЫ

Вирусы-возбудители болезней растений.

Существование вирусов, было впервые открыто в 1892 г. русским ученым Д.И. Ивановским при изучении мозаичной болезни табака. Он установил, что вирусы по размеру меньше, чем бактерии, они имеют корпускулярное строение, являются инфекционными и размножаются только в живом растении, а на искусственной питательной среде их невозможно выращивать. Вскоре после этого подобные болезни были обнаружены и у других растений - картофеля, огурцах, фасоли, злаках, плодовых и ягодных культурах. Однако ни о строении, ни о химических свойствах вирусов и способах размножения возбудителей этих болезней почти ничего не было известно.

Вслед за Д.И. Ивановским в 1898 году аналогичные исследования провел голландский микробиолог М. Бейеринк, который и дал название новой группе патогенов – «фильтрующие вирусы», или просто «вирусы» что в переводе с латинского означает «яд». Позднее было установлено, что вирусы могут быть и возбудителями животных, а также человека. Только в 1935 г. американский ученый биохимик и вирусолог У. Стенли впервые получил чистый препарат вируса табачной мозаики (ВТМ) в виде кристаллического белка. В 1937 г. английские ученые Ф. Боуден и Н. Пири установили, что кроме белка в состав вируса входит нуклеиновая кислота. Вирус табачной мозаики состоит из белка (95%) и нуклеиновой кислоты (5%). Нуклеиновая кислота играет важную роль в передаче наследственных свойств организма.

В настоящее время можно сказать, что вирусы характеризуются следующими особенностями:

1. Размножаются только в организме хозяина или переносчика; на искусственных питательных средах не растут. Имеют своеобразный механизм размножения.

2. Клеточного строения не имеют: состоят из РНК – рибонуклеиновой кислоты (одно или двухцепочечной) или ДНК – дезоксирибонуклеиновой кислоты, окруженной обычно (но не всегда) белковой оболочкой.

3. Геном вирусов представлен только нуклеиновой кислотой, репродуцирующейся за счет ферментативной системы хозяина.

4. Нуклеиновая кислота ответственна за инфекционность, а белок осуществляет в основном защиту РНК.

В настоящее время большинство ученых полагают, что вирусы - это самые простейшие формы жизни, не имеющие клеточную структуру и активизирующиеся при попадании в клетки восприимчивых организмов.

Вирусы имеют палочковидную (ВТМ), нитевидную (Х-вирус картофеля, тристеза цитрусовых), сферическую (некроз табака) и бацилловидную (штриховатая мозаика пшеницы) форму. Размер вирусов составляет от 25 нанометров (нм) у вируса некроза табака, и до 2500 нм у тристезы цитрусовых 1-нм (нанометр) равен $10^{-9} = 0,001$ мкм).

По характеру воздействия на пораженный организм вирусы делят на две

большие группы - вирусы мозаичного типа (мозаика) и вирусы желтушного типа (желтуха).

В результате заражения мозаичными вирусами изменяется окраска листьев, наблюдается чередование светло- и темно-зеленых, желтых, зеленых участков листьев, появление некротических пятен, штрихов, колец и др.

Такие симптомы возникают в результате разрушения хлорофилла в пораженных участках листа, использования азота и фосфора растений для построения вирусных частиц, а также усиления активности дыхательных ферментов растения (рис. 1). Иногда при мозаичных болезнях наблюдается нарушение формы пораженных листьев – морщинистость, нитевидность и папоротниковидность.

Мозаичные вирусы передаются насекомыми неперсистентно (основной переносчик – тля), но могут распространяться и контактно-механическим способом при междурядных обработках, когда повреждается ботва и происходит соприкосновение больных и здоровых растений; при уходе за растениями (при пасынковании, чеканке, обрезке, прищипке, выламывании побегов и т.д.).

Источниками инфекции мозаичных вирусов могут быть сухие растительные остатки, семена, клубни, сорняки, почва и др.

При заражении растений вирусами желтушного типа наблюдаются более сильные повреждения, чем при заражении вирусами мозаичного типа.



Рис.1. Мозаика табака



Рис.2. Африканская болезнь вздутых побегов какао (желтуха)

Вирусы поселяются во флоэме, что нарушает транспортировку углеводов из листьев в другие органы растения. В листьях накапливается много крахмала, они становятся толстыми, хрупкими. Вирусы желтух нарушают также ростовые процессы, что приводит к карликовости и чрезмерной кустистости растений, к деформации вегетативных и генеративных органов (скручивание листьев, карликовость, чрезмерная кустистость, израстание). Общим признаком является пожелтение и хлороз листьев (рис.2).

Желтушные вирусы влияют на сосудистую систему растений, вызывают отмирание и разрушение клеток флоэмы, приводят к появлению в сосудах ксилемы барьеров и т.д. Вирусы желтушного типа передаются персистентно главным образом цикадками.

Источниками инфекции вирусов желтушного типа могут быть корневища пырея, корни полыни, личинки темной цикадки (закукливание овса); клубни,

посадочный материал (черенки, отводки, молодые деревья и т.п.), семена, нематоды.

До настоящего времени еще не существует общепризнанной единой классификации вирусов, поэтому фитовирусологи предпочитают пользоваться понятием группы вирусов, а иногда криптограммами. В каждой группе подробно описывается типичный представитель и указываются родственные ему вирусы. Все фитопатогенные вирусы объединены в 20 групп.

Например, в группу тобамовирусов входит как типичный представитель вирус табачной мозаики, который характеризуется содержанием РНК – (5%), молекулярная масса – РНК $2,06 \cdot 10^6$, длина вирионов около 30 нм, температура инактивации свыше 90°C . Вирус поражает широкий круг растений хозяев с различными признаками. К этой группе относится вирус зеленой мозаики томатов и крапчатой мозаики огурца.

В настоящее время специалисты пользуются простым названием вирусов – например, вирус табачной мозаики, и сопровождают их криптограммами, каждая из которых состоит из четырех пар символов – для ВТМ криптограмма имеет следующий вид: R/I:2/5:E/E:S /O, что означает, что вирус содержит рибонуклеиновую кислоту (R/I РНК или ДНК) и что она одноцепочная. В случае двуцепочной РНК ставится цифра 2.

Вторая пара символов означает молекулярную массу нуклеиновой кислоты (в миллионах углеродных единиц (2) и ее % содержание (R)).

Третья пара символов (E/E) характеризует форму вириона и форму нуклеокапсида. В данном случае вирион и нуклеокапсид ВТМ (EE) имеет удлиненную форму с параллельными сторонами и незакругленными концами. Формы бывают с параллельными сторонами и закругленным концом (U), сложной структуры (X).

Четвертая пара символов (S/O) означает тип заражаемого хозяина и тип переносчика. В отношении ВТМ S означает, что он заражает семенные растения, а O – что переносчик неизвестен. Если вирус передается тлей, это обозначается Ar, цикадкой Ac, белокрылкой AL, C1 – жуки, D1 – мухи, Ne – нематоды, Fu – грибы, S – семенные растения, I – беспозвоночные, V – позвоночные, O – отсутствие признака, * – признак не исследован и т.д.

Вироиды – возбудители болезней растений.

Вироиды как новый класс патогенов был открыт Т.Динером в 70-х годах XX века. Они характеризуются тем, что имеют только ковалентно замкнутую кольцевую РНК, имеющую крайне низкую молекулярную массу ($2,5 \cdot 10^4$ – $15 \cdot 10^4$). Белковая оболочка отсутствует. Из заболеваний этой группы наиболее изучена веретеновидность клубней картофеля (ВВКК) ("готика") (рис.3).

К вироидам отнесены возбудители экзокортиса цитрусовых (ВЭЦ), возбудитель карликовости хризантемы (ВКХ), возбудитель хлоротичной крапчатости огурца (ВХКО), возбудитель бледноплодности огурца (ВБПО). Перечисленные болезни ранее считались вирусными, а после открытия вироидов стали относить вироидным болезням – вироидозам.

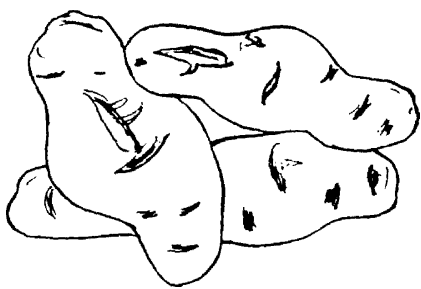


Рис. 3. Веретеновидность клубней картофеля ("готика")

Наиболее характерные симптомы виридозов: угнетение роста, уменьшение размеров растения и отдельных его органов (листьев, цветков, плодов), ослабление интенсивности окраски, хлороз листьев. При экзокортисе цитрусовых наблюдается также отслаивание коры, которая растаскивается и отламывается от ствола.

Вириды распространяются с посадочным материалом, с семенами, передаются от растения к растению механическим путем. Так, вириод экзокортиса цитрусовых быстро распространяется при прививках.

Вириды характеризуются высокой инфекционностью, термостабильностью, стойкостью к воздействию различных химических соединений.

БАКТЕРИИ И ФИТОПЛАЗМЫ

Бактерии и фитоплазмы относят к прокариотам, т.е. организмы, не имеющие настоящего ядра. Ядерный аппарат у этих организмов называют обычно нуклеотидом.

По строению клеточной стенки они отличаются от ядерных организмов – эукариотов. В составе клеточных стенок прокариот отсутствуют хитин и целлюлоза, характерные для грибных или растительных клеток. Опорный каркас их клеточных стенок образован гликопептидом муреином.

Бактерии – возбудители болезней растений

Бактерии вызывают свыше 200 болезней растений. Большой ущерб причиняют бактериозы овощным, плодовым, техническим культурам. Длина бактериальной клетки составляет 0,5-4,1 мкм, диаметр от 0,3-0,8 мкм. Преобладающая форма грамотрицательных фитопатогенных бактерий палочковидная (исключение *Streptomyces*, которые имеют нитчатое строение). Большинство фитопатогенных бактерий подвижны за счет жгутиков, неподвижных форм немного. Бактерии могут иметь один или несколько жгутиков. В зависимости от характера расположения жгутиков все подвижные бактерии делят на монотрихов – с одним полярным жгутиком, лофотрихов – с пучком жгутиков на одном из концов и перитрихов – со жгутиками, расположенными по всей поверхности клетки. У большинства подвижных фитопатогенных бактерий жгутики полярные, реже – перитрихиальное их расположение.

Бактериальная клетка окружена толстой многослойной оболочкой – клеточной стенкой, внутренний опорный слой которой придает бактериям определенную форму.

Поверхность некоторых фитопатогенных бактерий покрыта слизистым слоем – капсулой. Она имеет большое значение для выживания бактерий в неблагоприятных условиях: они становятся устойчивыми к действию солнечных лучей, химических веществ и других факторов. Во влажную погоду

бактериальные клетки накапливаются на поверхности пораженных органов в виде скопления слизи – экссудата.

На особенностях строения клеточной стенки бактерий основан важный метод анализа – окраска по Граму. Бактерии, удерживающие краситель, называют **грамположительными**, а обесцвечивающиеся – **грамотрицательными**. Почти все фитопатогенные бактерии грамотрицательные; лишь виды родов *Clavibacter* и *Streptomyces* дают положительную реакцию.

По характеру питания фитопатогенные бактерии - гетеротрофы, способные расти на питательных средах. На твердых питательных средах бактерии образуют колонии, окраска, форма, поверхность которых типична для данного штамма.

Фитопатогенные бактерии относят к тем же родам и видам, что и сапротрофные формы. Однако периодически происходит таксономическое переименование фитопатогенных бактерий, что отражено в таблице 1.

Таблица 1.

Новые и старые названия фитопатогенных бактерий

[по: DSMZ – Deute Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH, 2002]

Ранее принятое название	Применяемое в настоящее время
<i>Agrobacterium rubi</i>	<i>Rhizobium rubi</i>
<i>Agrobacterium timefaciens</i>	<i>Rhizobium radiobacter</i>
<i>Burkholderia solanacearum</i>	<i>Ralstonia solanacearum</i>
<i>Clavibacter tritici</i>	<i>Rathayibacter tritici</i>
<i>Erwinia ananatis</i>	<i>Pantoea ananatis</i>
<i>Erwinia cacticida</i>	<i>Pectobacterium cacticida</i>
<i>Erwinia cancerogena</i>	<i>Enterobacter cancerogena</i>
<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>atroseptica</i>	<i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>atrosepticum</i>
<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>betavasculorum</i>	<i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>betavasculorum</i>
<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	<i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i>
<i>Erwinia cypripedii</i>	<i>Pectobacterium cypripedii</i>
<i>Erwinia milletiae</i>	<i>Pantoea agglomerans</i>
<i>Erwinia paradisiaca</i>	<i>Brenneria paradisiaca</i>
<i>Erwinia stewartii</i>	<i>Pantoea stewartii</i>
<i>Erwinia uredovora</i>	<i>Pantoea ananatis</i>
<i>Pseudomonas solanacearum</i>	<i>Ralstonia solanacearum</i>
<i>Pseudomonas syringae</i> subsp. <i>savastanoi</i>	<i>Pseudomonas savastanoi</i>
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	<i>Xanthomonas campestris</i>
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i>	<i>Xanthomonas phaseoli</i>
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>translucens</i>	<i>Xanthomonas translucens</i>
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>	<i>Xanthomonas vesicatoria</i>

Симптомы заболевания и типы бактериозов. По воздействию бактерий на растение и степени поражения тканей бактериозы делят на два типа: диффузные, или системные, и местные, или локальные.



Рис. 4.
Кольцевая гниль картофеля:
а) пораженное растение
б) пораженный клубень,
в) бактерии.

При *диффузных бактериозах* возбудитель проникает в сосудистую систему, распространяется по проводящим пучкам и прилегающим к ним тканям. При этом нарушается процесс поступления в растение воды, и оно увядает. Увядание – основной симптом системных бактериозов. Симптомы некоторых бактериозов представлены на рис. 4. Под **увяданием** понимают патологические изменения тканей отдельных органов или всего растения, связанные с потерей ими тургора. По мере размножения бактерий сначала закупориваются сосудистые пучки отдельных органов, а затем – всего растения, и растение увядает. Например, бактериальное увядание томата сначала проявляется лишь на отдельных листьях, позже – на некоторых побегах, и, наконец, растение увядает полностью под воздействием возбудителя этой болезни – *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*.

Местные бактериозы проявляются в поражении паренхимной ткани отдельных органов растений. Основные их симптомы – это некрозы, хлорозы, гнили и опухоли. Местный тип гнили наблюдается, например, при поражении плодов абрикоса (побурение плодов). Гниль локализуется около косточки плода; болезнь вызывается почвенной спорообразующей бактерией *Bacillus mesentericus*.

Некроз — это расширяющийся участок отмерших клеток, имеющих бурую или черную окраску. Формы некрозов различны: некроз при угловатой пятнистости листьев огурца (возбудитель – *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*) ограничен тонкими жилками листовых пластинок, вследствие чего приобретает угловатую форму. При бактериальном раке косточковых (возбудитель – *Ps. syringae* pv. *syringae*) на листовых пластинках образуются мелкие округлые некротические пятна; на коре они имеют вид вытянутых полос.

Некрозы могут возникать на всех надземных частях растений: на цветках груши, яблони (возбудитель – *Erwinia amylovora*), на бобах фасоли (возбудитель – *Ps. syringae* pv. *phaseolicola*).

При поражении бактериями сочных, богатых углеводами паренхимных тканей – клубней, плодов, корнеплодов – болезнь проявляется в виде **гнилей**.

При этом под действием ферментов – пектиназы или прото-пектиназы – разрушается межклеточное вещество (мацерация тканей); ткань превращается в кашицеобразную массу с характерным запахом.

Типичные гнили развиваются на корнеплодах моркови, клубнях картофеля при поражении бактериями рода *Pectobacterium*.

Хлорозы часто появляются на ранних стадиях заболевания и одновременно с некротическими изменениями тканей. На листьях зерновых культур вокруг места заражения возникают зоны, бедные хлорофиллом (хлоротичные). Часто хлоротичные и нехлоротичные зоны сливаются.

Опухоли (галлы, или наросты) наблюдаются реже. Самый распространенный бактериоз с такими симптомами – рак корней, вызываемый *Rhizobium radiobacter*. Опухоли, галлы, или наросты, образуются в результате усиленного деления пораженных клеток меристемных тканей растений (рак корней плодовых и рак стеблей винограда, маслины, возбудитель – *Rhizobium radiobacter*). Рак и туберкулез корнеплодов свеклы вызывается *Xanthomonas campestris* pv. *beticola*. Признаками бактериальных инфекций могут быть также: угнетение роста, ненормальное развитие листьев, побегов, например незавершенное формирование кочана у капусты при поражении ее сосудистым бактериозом (возбудитель – *X. campestris*).

Для некоторых бактериозов характерно появление бактериального экссудата. Его выделяют возбудители: бактериального ожога плодовых (*Erwinia amylovora*), угловатой пятнистости огурца (*Ps. syringae* pv. *lachrymans*), бактериоза фасоли (*X. phaseoli*) и другие бактерии преимущественно при высокой влажности воздуха. На одном растении могут одновременно развиваться несколько признаков поражения: бактериальный рак томатов, возбудитель – *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, который вызывает увядание растений, растрескивание стеблей и пятнистость плодов («птичий глаз»). Возбудитель черной ножки картофеля *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* приводит к увяданию стеблей в период вегетации и вызывает гнили клубней в период вегетации и при хранении (рис. 5).



Рис.5. Различные типы проявления бактериальных заболеваний:

1 - пятнистость (гоммоз хлопчатника); 2 - черная ножка картофеля: а) пораженный клубень в разрезе, б) почернение стебля; 3. опухоль (рак стебля маслины).

В таблице 2 приведена характеристика основных родов и видов фитопатогенных бактерий.

Таблица 2

Характеристика основных родов и видов фитопатогенных бактерий (по Берджи, 1997)

Группа	Семейство	Род	Характер колонии	Вид	Болезнь
Грамотрицательные аэробные подвижные палочки с полярными жгутиками	<i>Pseudomonadaceae</i>	<i>Pseudomonas</i>	Белые флюоресцирующие, коричневые	<i>Ralstonia</i> (ранее <i>Pseudomonas</i>)	Бурая бактериальная гниль картофеля и др.
				<i>P.syringae pv.lachrymans</i>	Бактериоз огурца, угловатая пятнистость
				<i>P.corrugata</i>	Бактериоз томата
				<i>P.syringae pv. tabaci</i>	Бактериальная рябуха табака
	<i>Xanthomonadaceae</i>	<i>Xanthomonas</i>	Желтые	<i>X.campestris</i>	Сосудистый бактериоз капусты
				<i>X. translucens</i>	Черный бактериоз пшеницы
				<i>X. vesicatoria</i>	Черная бактериальная пятнистость томата, поражает турнепс, горчицу, перец
	<i>Rhizobiaceae</i>	<i>Rhizobium</i>	Полупрозрачные, слизистые	<i>Rhizobium radiobacter</i>	Корневой рак плодовых деревьев, винограда, корнеплодов свеклы
	Грамотрицательные факультативные аэробные подвижные палочки с перитрихальными жгутиками	<i>Entrobacteriaceae</i>	<i>Erwinia</i>	Неокрашенные светло-желтые	<i>E.amylovora</i>
<i>Pectobacterium carotovorum</i>					Мокрая гниль овощей, слизистый бактериоз капусты
<i>E. stewartii</i>					Бактериальное увядание кукурузы
Коринеформные бактерии грамотрицательные неподвижные палочки	<i>Mycobacteriaceae</i>	<i>Clavibacter</i>	Желтые или неокрашенные, либо голубые	<i>C.michiganensis subsp michiganensis</i>	Бактериальный рак томата
				<i>C.michiganensis subsp sepedonicus</i>	Кольцевая гниль картофеля
Грамположительные аэробные подвижные палочки с перитрихальными жгутиками	<i>Bacilliaceae</i>	<i>Bacillus</i>	Серовато-белые, матовые	<i>B.pumilus</i>	Пятнистость незрелых плодов персика
				<i>B.mycoides</i>	Бактериальная пятнистость листьев свеклы

АКТИНОМИЦЕТЫ

Актиномицетов относят к грамположительным бактериям. С бактериями их сближает отсутствие настоящего ядра (прокариоты); их относят к мицелиальным прокариотам. Однако по морфологическим, физиологическим, биологическим и экологическим признакам актиномицеты составляют самостоятельную группу. Вегетативное тело актиномицетов представлено очень тонкими (в 5-7 раз тоньше, чем грибные) ветвящимися гифами (мицелий). Размножаются актиномицеты участками мицелия или спорами. На питательных средах актиномицеты образуют сначала кожистые колонии (субстратный мицелий), которые затем покрываются воздушным мицелием. Сама колония вырастает в агар субстратным мицелием. Питание актиномицетов не специализировано. Они используют различные животные и растительные остатки.

Большинство актиномицетов ведут сапротрофный образ жизни, и только некоторые из них приспособились к паразитическому существованию на растениях.

Среди патогенных актиномицетов наибольший интерес представляют виды рода *Streptomyces*, вызывающие паршу у растений. Наиболее известны обыкновенная парша клубней картофеля и парша корнеплодов свеклы, моркови.

Паршу картофеля вызывает *Streptomyces scabies*. Заболевание развивается на клубнях во время вегетации растения. В местах заражения появляются трещины, небольшие бородавки, происходит опробковение пораженной ткани, образуются язвы. При сильном поражении паршой язвы сливаются, и весь клубень покрывается коростой. Стрептомицеты, вызывающие обыкновенную паршу картофеля, накапливаются в почве, сохраняются на пораженных клубнях, в язвах, трещинах.

МИКОПЛАЗМЫ (ФИТОПЛАЗМЫ)

Микоплазмы давно известны в качестве возбудителей болезней человека и животных. Микоплазмы (фитоплазмы) — возбудители болезней растений открыты лишь в 1967 г. Их обнаружили японские ученые при помощи электронного микроскопа во флоэме растений шелковицы, пораженных карликовостью. Эти микоплазмopodobные организмы (МПО) оказались фитопатогенными. Было установлено, что они передаются от растения к растению цикадками, листоблошками (ксиллидами) и повиликой и вызывают болезни, подобные «ведьминым метлам» и желтухам (рис. 6). По свойствам МПО напоминали организмы, входящие в группу микоплазм. Однако в отличие от микоплазм животных, обнаруживаемых обычно вне клеток, фитоплазмы были выявлены внутри клеток.



Рис. 6. Симптомы фитоплазмозов: а — столбур томата; б — «ведьмины метлы» картофеля; в — позеленение цветков (филлоидия) клевера

Наиболее четкие доказательства присутствия фитоплазм в растениях дала электронная микроскопия срезов растительных тканей. Она помогла выявить более 100 видов фитоплазм. Установлено, что возбудителями большой группы болезней, подобных «ведьминым метлам» и желтухам, служат не вирусы, как считалось ранее, а фитоплазмы. К ним относят желтуху астр, желтую карликовость риса, столбур пасленовых, реверсию, или махровость, смородины, позеленение плодов цитрусовых, курчавую мелколистность (карликовость) шелковицы, пролиферацию и мелкоплодность яблони, филлодии клевера, карликовость кукурузы и др. Всего описано более 50 фитоплазмозов, считавшихся ранее вирусными болезнями.

Фитоплазмы — специфическая группа фитопатогенных организмов, занимающих промежуточное положение между бактериями и вирусами. Клетки их, как правило, округлы, но некоторые имеют удлинённую или гантелеобразную форму. Диаметр клеток — 0,1-1 мкм.

Фитоплазмы не имеют настоящей клеточной стенки, и поэтому не имеют постоянной формы, окружены трехслойной элементарной мембраной, чем и отличаются от бактерий.

По сравнению с вирусами для них характерны клеточное строение и способность размножаться на искусственных питательных средах. На плотных средах они образуют мелкие специфические колонии, по виду напоминающие «яичницу-глазунью». В отличие от вирусных частиц, в клетках фитоплазм присутствуют два типа нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) и рибосомы, по размерам близкие к рибосомам бактерий. Фитоплазмы, в отличие от бактерий, устойчивы к пенициллину, но по сравнению с вирусами чувствительны к тетрациклину.

По существующей классификации фитоплазмы объединены в **класс *Mollicutes***. На основании пищевых потребностей выделены 2 **порядка: *Mycoplasmatales***, представители которого нуждаются в холестерине, и ***Acholeplasmatales***, для которых он не является необходимым. Наиболее известными заболеваниями, вызываемыми возбудителями этой группы, являются стабборн цитрусовых (*Citrus stubborn*), карликовость кукурузы

(*Corn stunt*) и кокосовой пальмы (*Cocos stunt*). Среди наиболее вредоносных заболеваний, вызываемых фитоплазмами из порядка *Acholeplasmatales*, можно отметить столбур томатов, курчавую мелколистность шелковицы, филлодию клевера. Эти микроорганизмы способны проникать в ткани растений непосредственно через корневую систему и вызывать специфические изменения морфогенеза (рис. 7, 8).

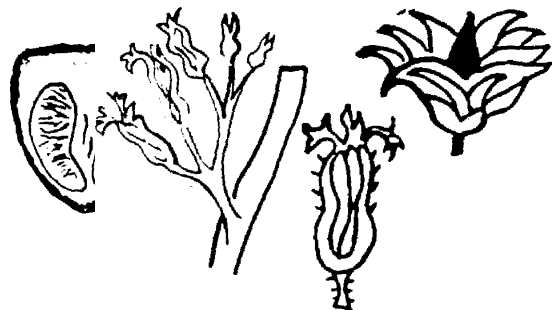


Рис. 7. Столбур томата (вверху цветок здорового растения)

Рис.8. Стабборн цитрусовых

Фитоплазмы заселяют флоэму и, как правило, распространяются по растению системно.

Переносчиками фитоплазм служат в основном цикадки, листоблошки, светоноски. Фитоплазмы могут сохраняться только в живых тканях растения: клубнях. Корневищах, луковицах, корневищах многолетних сорняков. В насекомых – переносчиках фитоплазмы могут длительное время сохраняться и размножаться.

Риккетсии. В 1972 г. во флоэмной части растений клевера с деформированными листьями были обнаружены организмы, морфологически сходные с риккетсиями – облигатными внутриклеточными паразитами позвоночных и беспозвоночных животных, получившие название риккетсиеподобные организмы. Они имеют сферическую или вытянутую форму (диаметр около 20 нм, длина до 2000 нм). По ультратонкому строению сходны с микоплазмами, но в отличие от последних имеют клеточную оболочку, чувствительную к пенициллину и не растут на питательных средах. Риккетсии не передаются с соком растений и распространяются только насекомыми-переносчиками, главным образом цикадками. Риккетсиеподобные патогены вызывают системное заражение растений. Проявления риккетсиозов в основном заключается в приостановке роста, увядании и др.