

МИКРОБИОЛОГИЯ

В. ЗАЖУРИЛО и П. ШВАРЦ

**АНАТОМИЧЕСКИЕ И ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ
МОЗАИЧНЫХ БОЛЕЗНЯХ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР**

(Представлено академиком Н. И. Вавиловым 27 IV 1939)

Работами Воронежской станции защиты растений за последние годы установлено, что в среднечерноземной полосе Союза довольно широкое распространение имеют мозаичные болезни злаков (1). Ввиду того, что инфекционность этих болезней до сих пор не доказана, большой интерес представляют все косвенные данные, по которым можно судить о природе этих болезней.

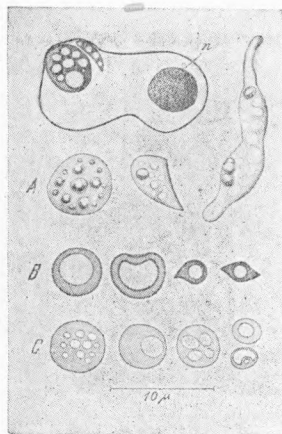
К такого рода косвенным данным относятся анатомические и цитологические изменения, наблюдающиеся при вирусных болезнях растений. Они были исследованы у следующих типов мозаик злаковых культур: мозаика-розетка и зеленая мозаика озимой пшеницы и озимой ржи, желтая мозаика озимой пшеницы, желтая мозаика твердой яровой пшеницы, желтая мозаика овса, зеленая мозаика овса, проса и кукурузы, мозаика житняка. Материал для исследования взят главным образом с посевов Каменно-степной селекционной станции. При исследовании применялась обычная микроскопическая техника. Из фиксаторов применялись 10% формалин, жидкость Карнуа, фиксатор Навашина, фиксатор Левицкого, хромоуксусная смесь и жидкость Рего. Исследовались главным образом листья больных и здоровых растений на поперечных срезах.

При поражении исследованных нами культур мозаикой прежде всего бросается в глаза неравномерная окраска листовой пластинки и влагалища листа. При исследовании мозаичных участков установлено, что в светло-зеленых и желтых участках наблюдается сильное недоразвитие пластид. Пластиды слабо окрашены, меньших размеров, и количество их в клетке меньше, чем в здоровой клетке. В клетках с почти полным отсутствием пластид содержимое представляет собой зернистую массу протоплазмы с ядром, собранную иногда в одном из концов клетки в виде комка. Ядра в пораженных участках обычно имеют повышенное количество ядрышек (3—5 и больше). Нередко наблюдается гипертрофия ядер, сопровождающаяся изменением очертаний их и вакуолизацией.

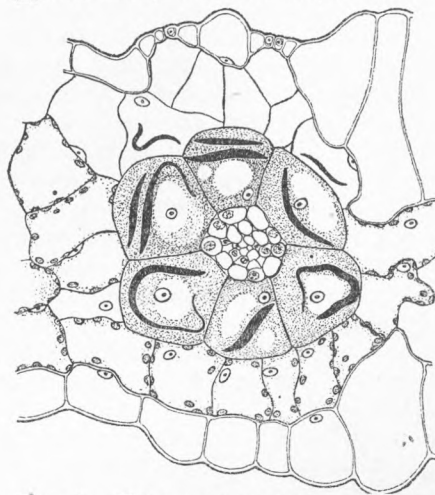
При всех исследованных нами типах мозаики злаков наблюдаются глубокие нарушения сосудистой системы. В флоэме образуются некрозы, причем наблюдается тем большая некротизация флоэмы, чем сильнее мозаичность листьев и чем сильнее угнетены растения. Особенно сильная некротизация наблюдается у розеток озимой пшеницы и ржи, у которых некрозы

зачастую развиваются не только в большей части флоэмы, но и в прилегающих к ней участках паренхимы.

В паренхиме листьев некрозы встречаются в виде отдельных очень характерных некротических очагов. Некротизированные клетки таких очагов заполнены веществом, имеющим сильное сродство ко многим краскам (гематоксилин, генциан-виолет и др.) и удерживающим их даже при сильной дифференциации. Хлоропласты этих клеток сильно вакуолизируются. В тех случаях, когда хлоропластов в клетке много и они соприкасаются друг с другом, создается картина сеток трабекул, описание которых принадлежит Дюфрену. Картина сетчатости усиливается тем, что внутренние слои пластид, выстилающие вакуоли, окрашиваются сильнее периферических участков пластид и вещества, заполняющего клетку.



Фиг. 1.—Вакуолярные тела. А—при мозаике-розетке (сорт *Harvest Queen*), Б—при желтой мозаике озимой пшеницы, В—при зеленой мозаике овса, н—ядро.



Фиг. 2.—Протеиновые кристаллы в паренхиме листа проса, пораженного зеленой мозаикой.

Некрозы дают положительную реакцию с Миллоновым реактивом, реакцию на суберин с генциан-виолет и реакцию на древесину с флороглюцином. Последняя реакция является указанием на образование раневого гумми, отмечаемое рядом авторов для некрозов при мозаичных болезнях растений (4,6). Некрозы флоэмы окрашиваются суданом, на что также имеются указания в литературе. Все это позволяет отнести наблюдавшиеся нами некрозы к наиболее характерной для вирусных болезней растений группе острых некрозов.

Почти при всех типах мозаики обнаружены внутриклеточные тела. В наибольшем количестве они наблюдались при зеленой мозаике овса, зеленой и желтой мозаике озимой пшеницы и в розетках озимой пшеницы и ржи. В незначительном числе они найдены при поражении овса желтой мозаикой, твердой яровой пшеницы желтой мозаикой и в мозаичных листьях житняка. Не удалось обнаружить внутриклеточные тела в мозаичных растениях проса и кукурузы.

Внутриклеточные тела встречаются почти исключительно в светло-зеленых участках. В нормально окрашенных участках их удается обнаружить с трудом, а в здоровых растениях они совсем не обнаружены. Число их возрастает с прогрессированием болезни.

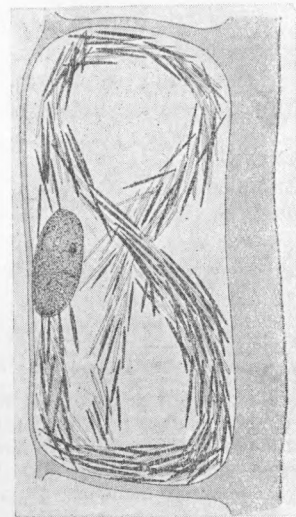
Наблюдавшиеся нами внутриклеточные тела совершенно тождественны с вакуолярными тельцами, изученными у пшеницы Мак-Кини и др.

и у овса Суховым и Вовк (^{2,3}). В целях более точной идентификации наблюдавшихся нами внутриклеточных тел с вакуолярными телами, образующимися в овсе при поражении его закукливанием, были исследованы гербарные образцы пораженного закукливанием овса из Западной Сибири и Тувинской народной республики. Сравнительным изучением наших и указанных образцов установлена полная тождественность вакуолярных телец различных типов мозаики злаков и закукливания овса.

В материале, фиксированном формалином, а также в исследованных гербарных образцах, внутриклеточные тела имеют вид сильно преломляю-



Фиг. 3.—Игольчатые протеиновые кристаллы в клетках листа кукурузы, пораженной зеленой мозаикой.



Фиг. 4.—Крупный протеиновый кристалл в виде восьмерки, распавшийся на мелкие игольчатые кристаллы. Клетка эпидермиса кукурузы, пораженной зеленой мозаикой.

щих свет бесцветных или слегка желтоватых капель, покрытых тонкой оболочкой. Оболочка становится хорошо заметной при выдергивании срезов в двухромовокислом калие, а также при окраске генциан-виолет. Вакуолизированные тела в формалиновом и гербарном материале встречаются как исключение. В материале, фиксированном другими фиксаторами, в состав которых входит уксусная и хромовая кислота, тела обычно вакуолизируются (фиг. 1, А и В). Сильная вакуолизация наблюдается при помещении срезов в растворы кислот, например уксусной (фиг. 1, С). Такая же вакуолизация происходит при окраске срезов метилен-грюн и ацетокармином, содержащими уксусную кислоту.

Внутриклеточные тела хорошо красятся гематоксилином и генциан-виолет. Оболочка и внутренний слой, окружающий вакуоли, красятся сильнее, чем содержимое тел. Окраска генциан-виолет оказалась особенно удобной для обнаружения внутриклеточных тел. Тела мозаичных

растений овса хорошо красятся генциан-виолет по способу, применяемому для обнаружения суберина (с последующей дифференциацией 5—10% соляной кислоты). При этом способе окраски содержимое телец окрашивается в темнолиловый цвет, а оболочка—в сине-зеленый. После дифференциации окрашенными остаются только тела и одревесневшие и кутинизированные стенки клеток, а также некрозы. Окраска телец при мозаике пшеницы и ржи этим способом не удается. Для этих культур хорошие результаты дает генциан-виолет по Ньютону. Внутриклеточные тела растворимы в спирите и хлороформе.

Результаты проведенного нами изучения внутриклеточных тел позволяют считать вместе с Рыжковым и Суховым и Вовком, что внутриклеточные тела являются продуктом патологической клеточной секреции. Они чрезвычайно напоминают таноидные тела, найденные Рыжковым и Михайловой в клубнях картофеля, однако при внешнем сходстве с ними химизм их иной, так как реакции на дубильные вещества дают отрицательные результаты. По отношению к краскам внутриклеточные тела ведут себя также иначе, чем таноидные тела. Они не окрашиваются синькой, сафранином и фуксином. Специальная реакция на таноидные тела с метиленовой синькой по Пфефферу также дает отрицательные результаты. У овса, проса и кукурузы, пораженных зеленой мозаикой, и в розетках озимой пшеницы в клетках образуются протейновые кристаллы, белковая природа которых установлена Миллоновой реакцией. Они растворимы в воде, окрашиваются кислым фуксином и другими красками (гематоксилином, генциан-виолет). По форме и величине, а также по своему генезису они тождественны протейновым кристаллам, обнаруженным Суховым в эпидермальных клетках листьев овса, проса, кукурузы и ячменя, пораженных закручиванием.

У розеток пшеницы кристаллы обнаружены в эпидермисе, у овса и проса только в клетках мезофилла, у кукурузы как в эпидермисе, так и в мезофилле (фиг. 2 и 3).

В ы в о д ы. 1. Мозаичные болезни злаковых культур, распространенные в Воронежской области, характеризуются целым комплексом анатомических и цитологических изменений, типичным для вирусных болезней растений, в частности злаков (некрозами флоэмы, недоразвитием пластид, гипертрофией ядер, сопровождающейся вакуолизацией их и увеличением количества ядрышек, образованием вакуолярных тел и протейновых кристаллов).

2. Обнаружение протейновых кристаллов в больных растениях овса, проса и кукурузы (фиг. 4), пораженных зеленой мозаикой, и в розетках озимой пшеницы позволяет высказать предположение о том, что зеленая мозаика, и мозаика-розетка в Воронежской области вызывается вирусом закручивания злаков, распространенным в Сибири и в северо-восточных областях Европейской части Союза.

Фитопатологическая лаборатория
Воронежской станции защиты растений.

Поступило
29 IV 1939.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. К. Зажурило и М. В. Горленко, Итоги научно-исследовательских работ ВИЗР за 1936 г. (1937). ² К. С. Сухов и А. М. Вовк, ДАН, XIX, № 3 (1938). ³ К. С. Сухов и А. М. Вовк, ДАН, XX, № 9 (1938). ⁴ П. В. Михайлова и Р. М. Пивоварова, Сборн. Вирусные болезни в Крыму и на Украине (1934). ⁵ В. Л. Рыжков, Вирусные болезни растений (1935). ⁶ K. E s a u, Botanical Reviews, 4, № 10 (1938). ⁷ A. M e y e r, Analyse der Zelle (1920). ⁸ M s K e i n n e y, E s k e r s o n a. W e b b, Journ. Agr. Res., 26 (1923).