

<https://doi.org/10.3176/biol.1973.2.07>

УДК 633.853.494 : 576.3

АНТС-ПЭЭП СИЛЬВЕРЕ, ТАМАРА ШНАЙДЕР

ИЗУЧЕНИЕ СПОНТАННЫХ РАЗРЫВОВ КОРНЕВОЙ ТКАНИ ПРОРОСТКОВ КРЕСТОЦВЕТНЫХ

II. ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ-УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КОРНЕВОЙ ТКАНИ

В первом сообщении об обнаружении микрофлоры в разрывах корневой ткани проростков рапса (Сильвере, Шнайдер, 1971) отмечалось обилие своеобразных, гомогенных по внутренней структуре гранул в клетках, окружающих место разрыва корневой ткани — позднее обозначенное нами как спонтанный разрыв корневой ткани (СРКТ). Эти гранулы составляли основное содержание клеток, непосредственно примыкающих к полости разрыва. Наличие таких же гранул (хотя в несколько меньшем количестве) вне клеток, в полости СРКТ, по соседству с типичными микробными клетками и мелкими овальными формами последних (Шнайдер и др., 1972) явно указывает на разрушение клеток, содержащих гранулы, в месте образования разрыва. Судя по имеющимся в литературе данным, эти умеренно осмиефильные гранулы не имеют ни в качественном — структурном, ни в количественном отношении сходства с обычными для клеток растений органоидами или иными клеточными компонентами. По нашему мнению, формирование скоплений указанных гранул является качественно наиболее характерным изменением в строении клеток корней проростков в районе возникновения СРКТ, и именно с выявления морфологических взаимоотношений этих гранул с клетками растениями мы начали цитологическое изучение СРКТ.

На первом этапе работы был выбран исключительно морфологический—ультраструктурный подход, причем главное внимание уделялось распределению гранул вокруг СРКТ и их морфологии на различном удалении от СРКТ. Для этого проведено электронномикроскопическое цитологическое изучение тканей корней проростков по мере удаления от СРКТ как места максимальной концентрации гранул в клетках корней. За оказанную на этом этапе работы техническую помощь в получении электроннограмм с достаточным разрешением на микроскопах JEM-5G и JEM-7A авторы выражают свою искреннюю благодарность канд. биол. наук В. А. Штейн-Марголиной из Института биохимии им. А. Н. Баха АН СССР и докт. биол. наук В. Ф. Машанскому из Института цитологии АН СССР.

На обзорных, с малым увеличением электроннограммах (рис. 1, 2), охватывающих как полость СРКТ, так и граничащие с ней сохранившиеся клетки, можно наряду с удлинненными и овальными бактериальными клетками, среди которых заметны делящиеся, различить скопление округлых телец одинакового размера диаметром приблизительно 0,5 мкм. Содержимое этих телец по сравнению с бактериями лишено определенной структуры, тельца-гранулы окружены бесструктурной массой, очевидно, остатками содержимого разрушенных или разрушаю-

щихся клеток. Внутри полости СРКТ, где количество и плотность гранул в скоплениях резко падает, окружающее их вещество сохраняется в виде бесструктурной ячеистой массы (рис. 3, 8).

В клетках, прилегающих к полости СРКТ, обнаруживаются исключительно гранулы, бактерии встречаются в основном в разрывах клеточной стенки (рис. 2). Гранулы в этих клетках расположены, как правило, в виде плотного скопления по периферии клетки, причем такое расположение связано часто с наличием в клетках некоторых мембранных элементов, как бы оттесняющих скопление гранул к клеточной стенке и окружающих в центральной части клетки пустое пространство (рис. 1, 3). Судя по такому расположению, эту мембрану можно, по-видимому, считать остатком тонопласта, окружавшего центральную вакуоль и, следовательно, указывающего на локализацию гранул преимущественно в цитоплазме клеток.

По мере удаления от полости СРКТ выявляются клетки, периферическая цитоплазма которых заполнена гранулами (рис. 2), причем некоторые элементы цитоплазмы и центрально расположенное ядро сохраняются, хотя ядро имеет слабо структурированное строение (как бы гомогенизировано). Наряду с такими клетками встречаются и иные, содержащие также множество гранул в периферической цитоплазме, но сохранившие между гранулами нормальный состав и строение всех компонентов цитоплазмы — рибосом, элементов эндоплазматического ретикулума, митохондрий и аппарата Гольджи (рис. 4). Вследствие накопления гранул в периферической части цитоплазмы, митохондрии, как правило, прилегают к ядру, имеющему в подобных клетках нормальное строение как в отношении нуклеоплазмы, так и в отношении ядерной мембраны.

Гранулы в таких, очевидно функционирующих клетках менее электронноплотные, чем в клетках с разрушенной цитоплазмой, содержимое гранул весьма гомогенное, снаружи гранулы покрыты четким, более осмиефильным, очень тонким пограничным слоем — мембраной. Толщина этой структуры, ограничивающей гранулы, не позволяет считать ее типичной трехслойной биологической мембраной, аналогичной стенкам митохондрий и других органоидов, соответствующая ее структура на имеющихся электроннограммах не разрешается. В то же время можно сделать предположение, что эти гранулы окружены одинарной элементарной мембраной, характерной для секреторных гранул цитосом и микротелец (Грубан, Рехцигл, 1972), или же, например, эндоплазматического ретикулума, внутри цистерн которого могло происходить накопление вещества гранул. О такой возможности как бы свидетельствует плотное прилегание рибосом к поверхности окружающих гранулы мембран (рис. 4), однако такой же эффект может быть вызван и увеличением объема гранул в цитоплазме без непосредственной связи их с эндоплазматическим ретикулумом. На самостоятельность структуры, ограничивающей гранулы, указывают места контакта двух соседних гранул (рис. 4, 9), где отсутствуют рибосомы и четко выявляются два контактирующих осмиефильных слоя. В то же время мембраны эндоплазматического ретикулума, даже плотно прилегающие к гранулам, не сливаются с их пограничным слоем (рис. 4), который, судя по узкой светлой зоне, отделяющей его от гомогенного содержимого гранул, имеет характер достаточно обособленной мембраны.

Судя по гомогенности содержимого гранул, их можно было бы рассматривать в качестве капель какого-то вещества, но этому противоречит, с одной стороны, отсутствие каких-либо признаков слияния предполагаемых гранул-капель, что может объясняться в первую оче-

редь наличием окружающей их обособленной мембраны, препятствующей слиянию содержимого. С другой стороны, контактирующие границы соседних гранул, прижатых друг к другу, явно не имеют конфигурации, характерной для соприкасающихся жидких капель. Исходя из этого, описываемые структуры можно рассматривать как достаточно плотные гранулы какого-то умеренно осмиефильного вещества, окруженного тонкой пленкой-мембраной, обособленной от основного вещества гранул, т. е. не являющегося поверхностным слоем этого вещества. Такая характеристика достаточно точно совпадает с характеристикой слабо осмиефильных округлых телец, описанных в клетках ризодермиса редиса (Данилова, Бармичева, 1972). По мнению указанных авторов, эти тельца не являются типичными липидными каплями. Их сходство с описываемыми в настоящей статье гранулами усугубляется расположением как тех, так и других вблизи клеточной стенки.

В еще большем удалении от просвета СРКТ в нормальных клетках (рис. 5, 6), бедных эндоплазматическим ретикулумом, наряду со множеством рибосом, нормального вида митохондриями и вакуолями с глыбками электронноплотного вещества (таннина?), в цитоплазме обнаруживаются нерегулярно расположенные, неправильной формы рыхлые скопления гомогенного умеренно осмиефильного вещества. Эти глыбки расположены более густо в цитоплазме, непосредственно прилегающей к клеточной стенке, причем здесь гомогенное вещество имеет более четкую форму гранул. Судя по этим признакам, можно, на наш взгляд, достаточно уверенно связать рыхлые скопления гомогенного вещества в цитоплазме с формированием вышеописанных гранул в качестве начальных стадий их развития. При большем увеличении (рис. 6) можно заметить, что рыхлые скопления непосредственно связаны с цитоплазмой и представляют собой как бы участки цитоплазмы, где отсутствует дифференциация на рибосомы, редкие мембранные элементы и основную гиалоплазму, причем эти участки имеют среднюю плотность между рибосомами и гиалоплазмой. У некоторых глыбок можно заметить едва различимую ограничивающую структуру в виде тончайшей более осмиефильной линии на границе бесструктурного вещества с нормальной цитоплазмой. В общем остается впечатление, что в цитоплазме этих клеток происходит гомогенизация — дегенерация самой цитоплазмы или скопление непосредственно в цитоплазме какого-то вещества, очень слабо отграниченного от цитоплазмы.

Обсуждение результатов

Рассматривая весь этот ряд выявленных нами изменений в клетках, связанных с образованием разрывов ткани корней проростков рапса, нетрудно заметить, что, расположив эти состояния клеток и формы скопления гомогенного вещества в обратной изложенному последовательности, можно выделить два параллельных процесса, локализованных в одних и тех же клетках. С одной стороны, наблюдается образование или формирование своеобразных гранул из рыхлого гомогенного вещества, скапливающегося в цитоплазме клеток корня, и заканчивающееся образованием хорошо обособленных скоплений одинаковых гранул, не связанных с описанными в литературе нормальными процессами жизнедеятельности клеток растений. С другой стороны, параллельно с формированием гранул происходит дегенерация содержащих их клеток, затрагивающая в первую очередь цитоплазму клеток, но в конце концов приводящая к полному разрушению клеток, что и является, по-видимому, непосредственной причиной образования разрывов ткани.

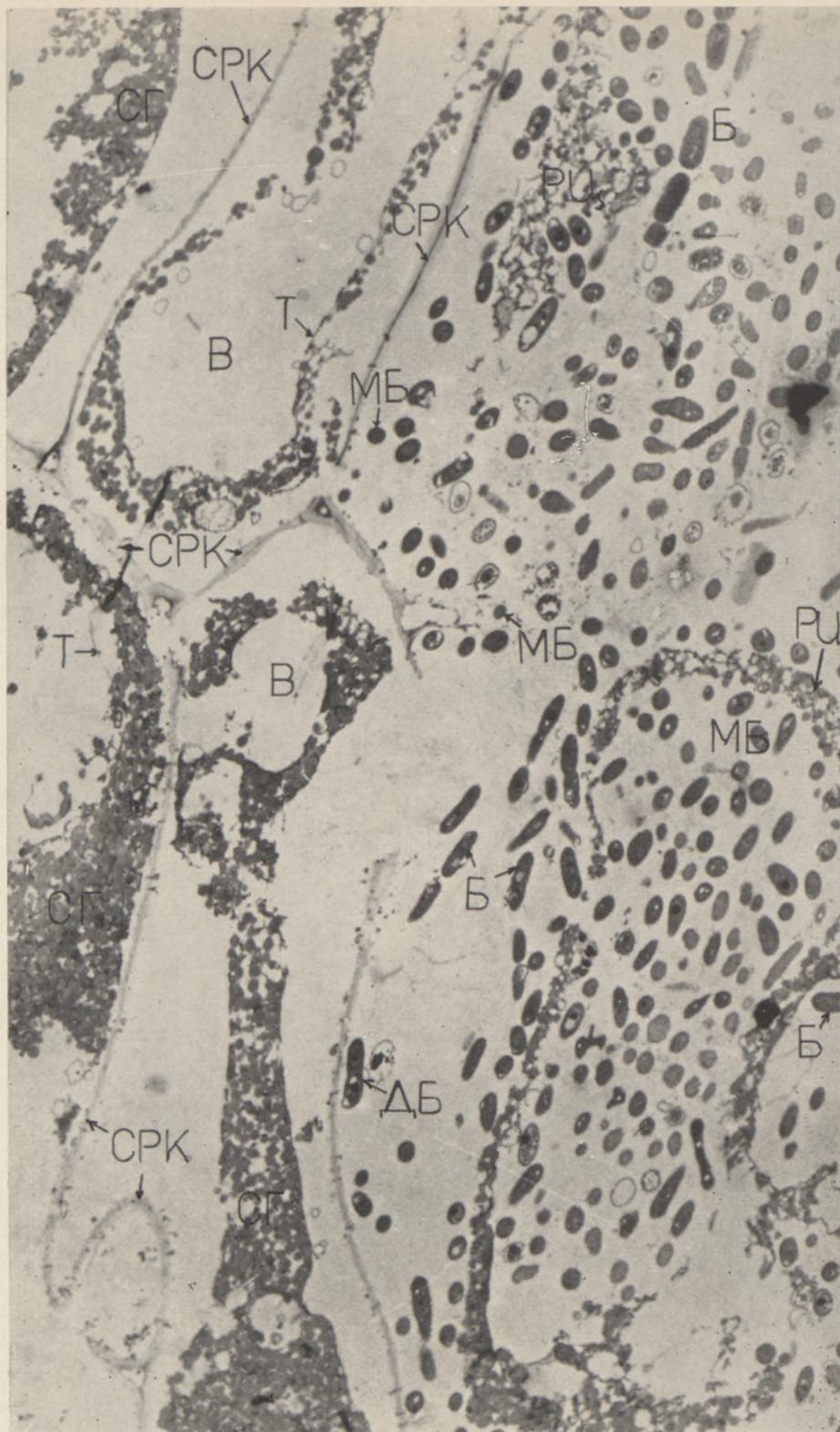


Рис. 1—3. Разрушающиеся клетки, примыкающие к полости СРКТ в корне проростка рапса. В клетках видны периферические скопления умеренно осmieфильных гранул. В полости СРКТ (справа) наряду с редкими гранулами в ячеистой массе дегенерированной цитоплазмы, обнаруживается множество бактериальных клеток, весьма полиморфных по размерам, плотности и тонкому строению. Увелич. рис. 1 — 6000X, рис. 2 — 12 000X, рис. 3 — 25 000X.



Рис. 2.

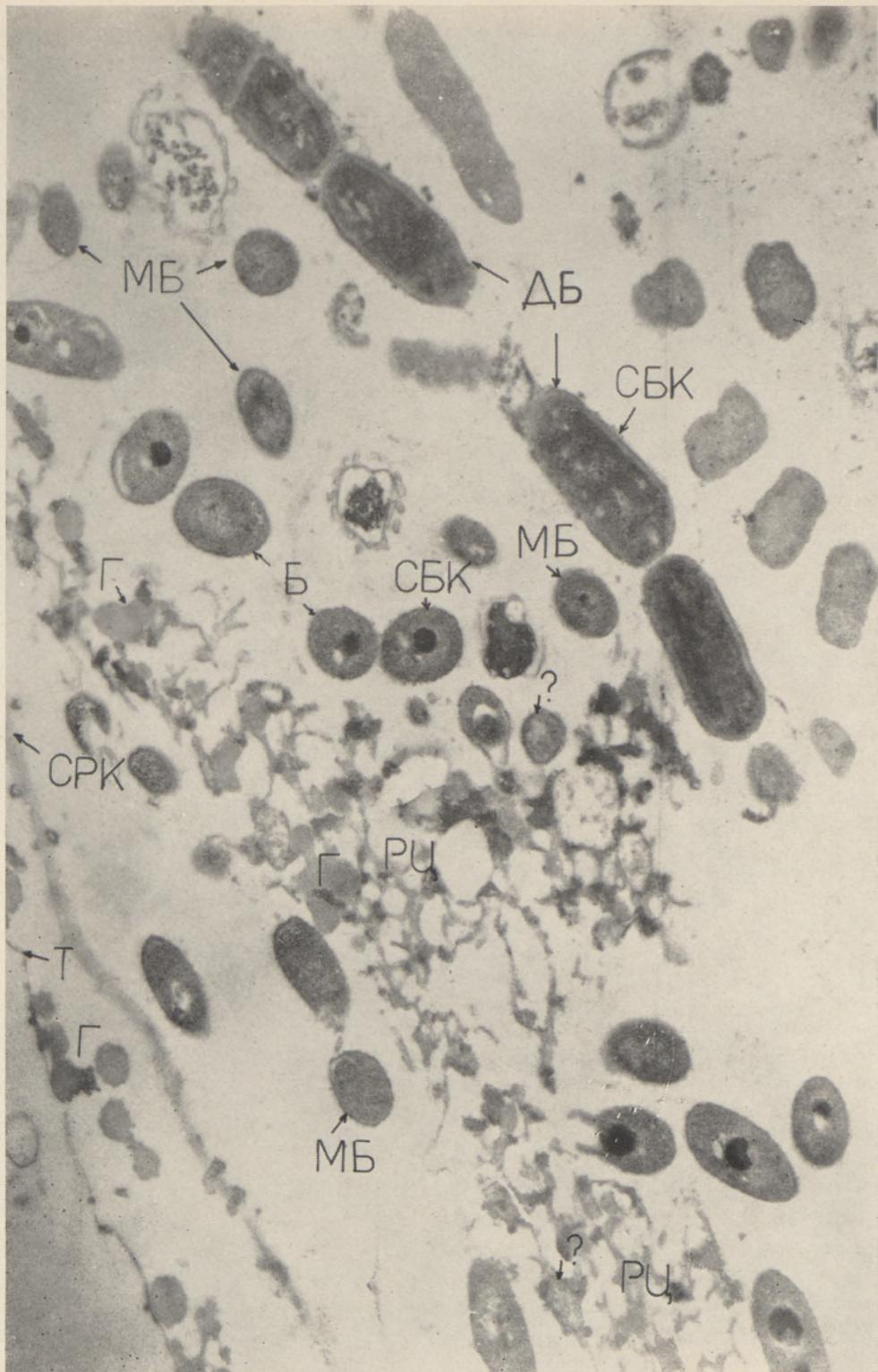


Рис. 3.

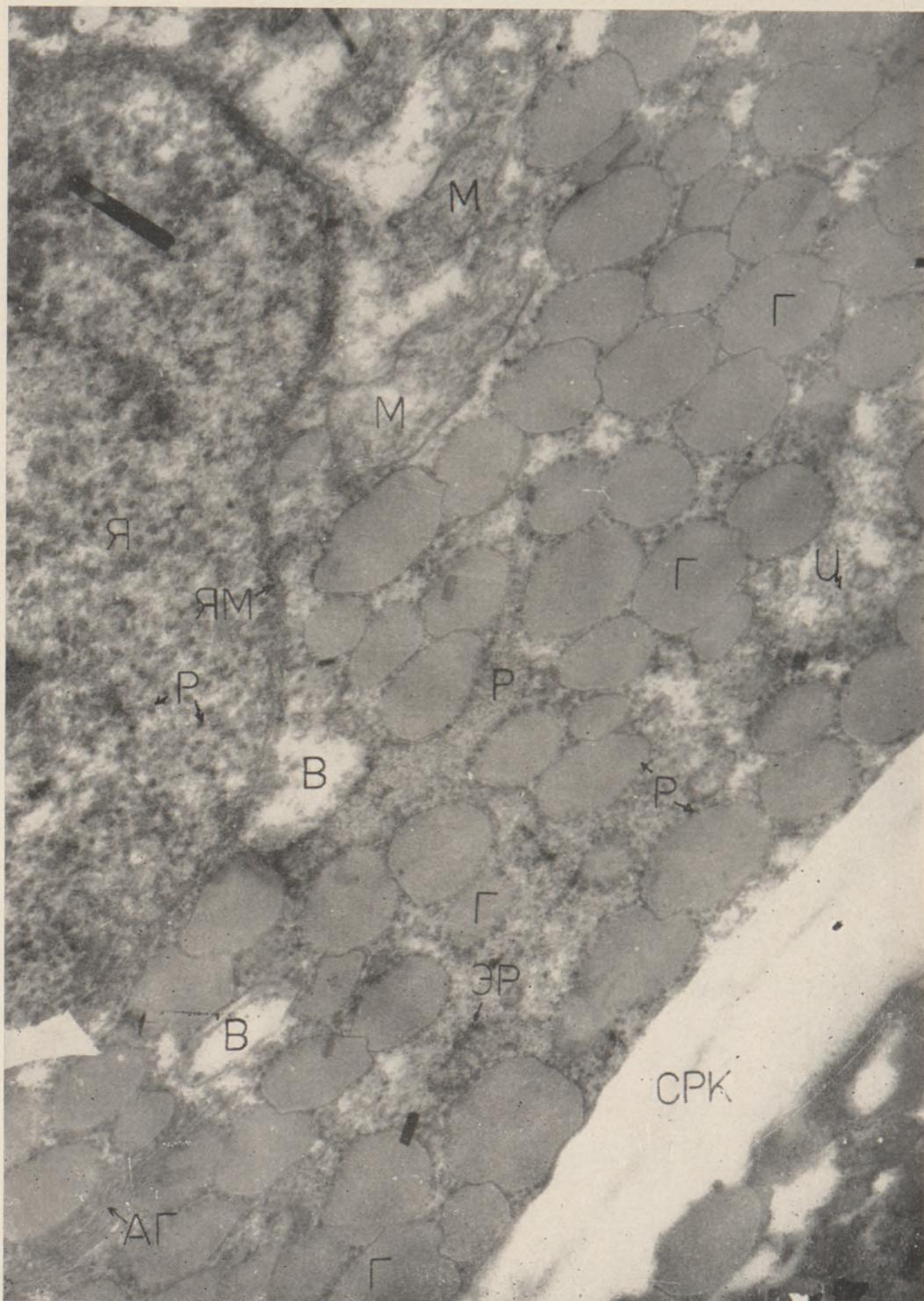


Рис. 4. Скопление гранул в периферической цитоплазме неразрушенной клетки с нормальным ядром. Увелич. 65 000X.

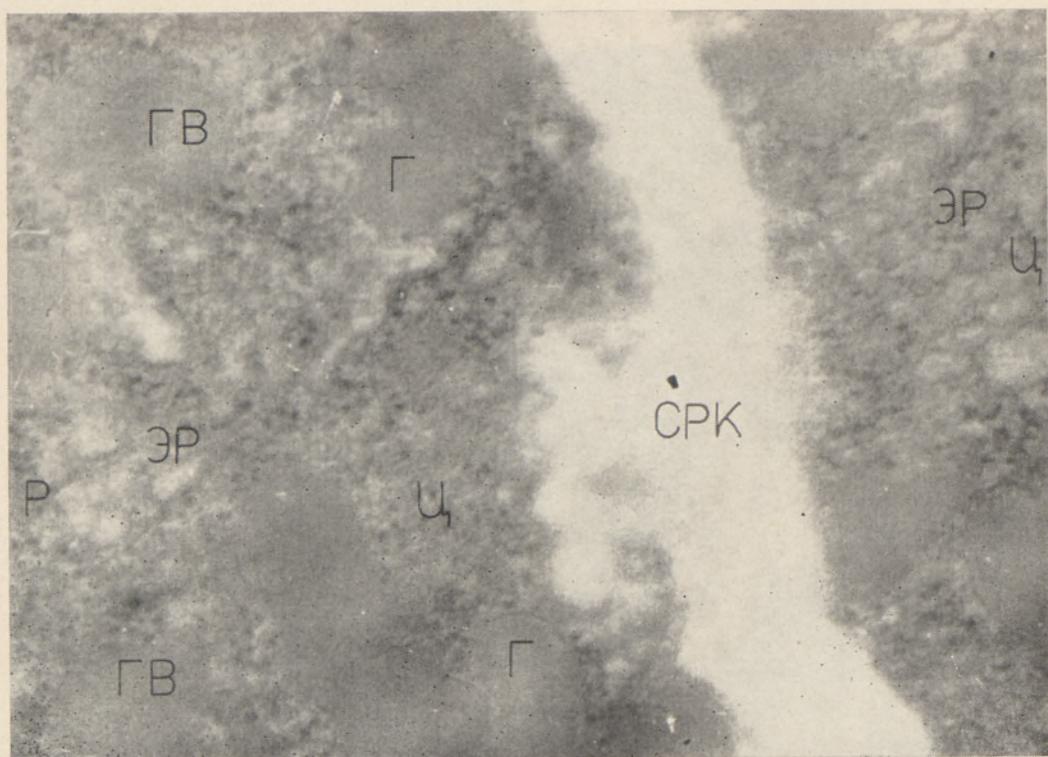
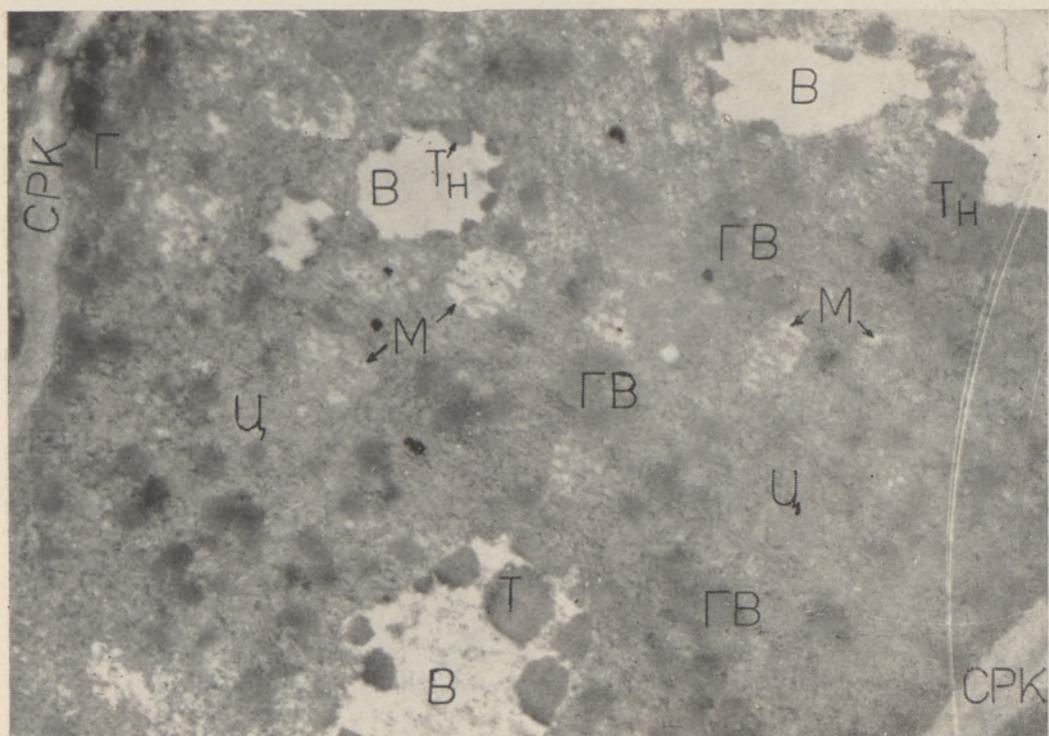


Рис. 5—6. Скопление гомогенного умеренно осмиефильного вещества в цитоплазме клетки на начальной стадии образования гранул. Увелич. рис. 5 — 10 000 \times , рис. 6 — 100 000 \times .

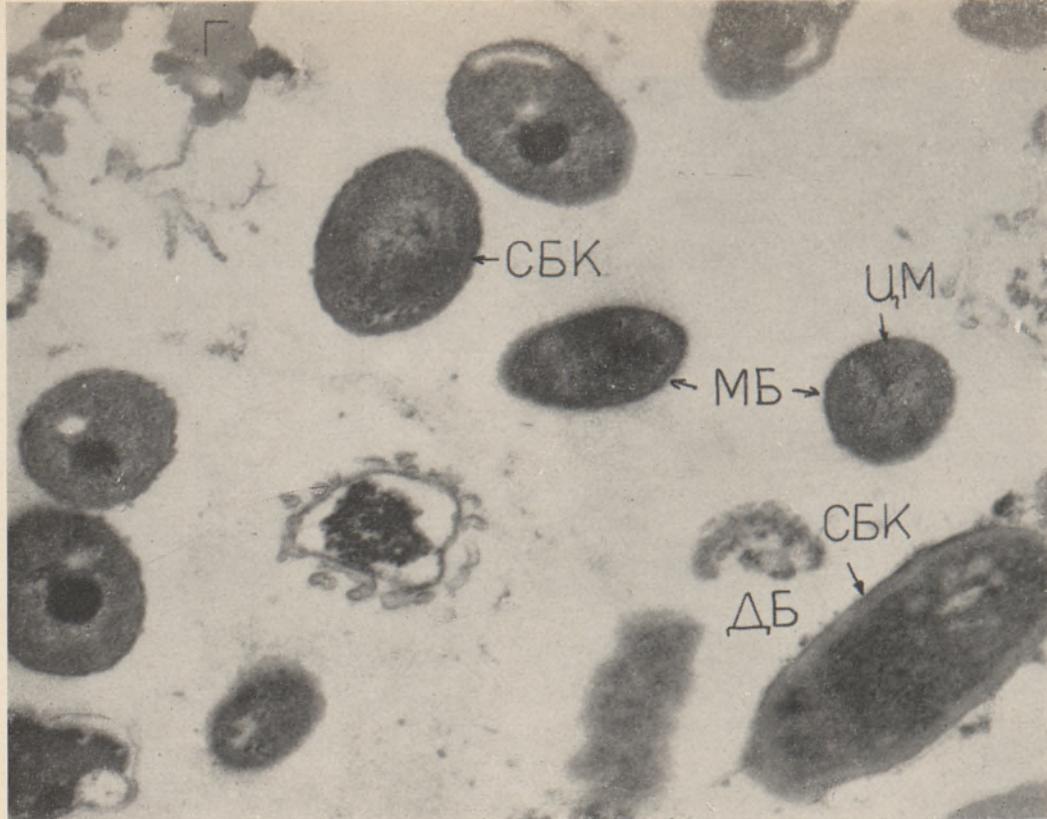


Рис. 7. Увеличенный участок рис. 3. Ясно выявлен полиморфизм бактериальных клеток.
Увелич. 43 000X.

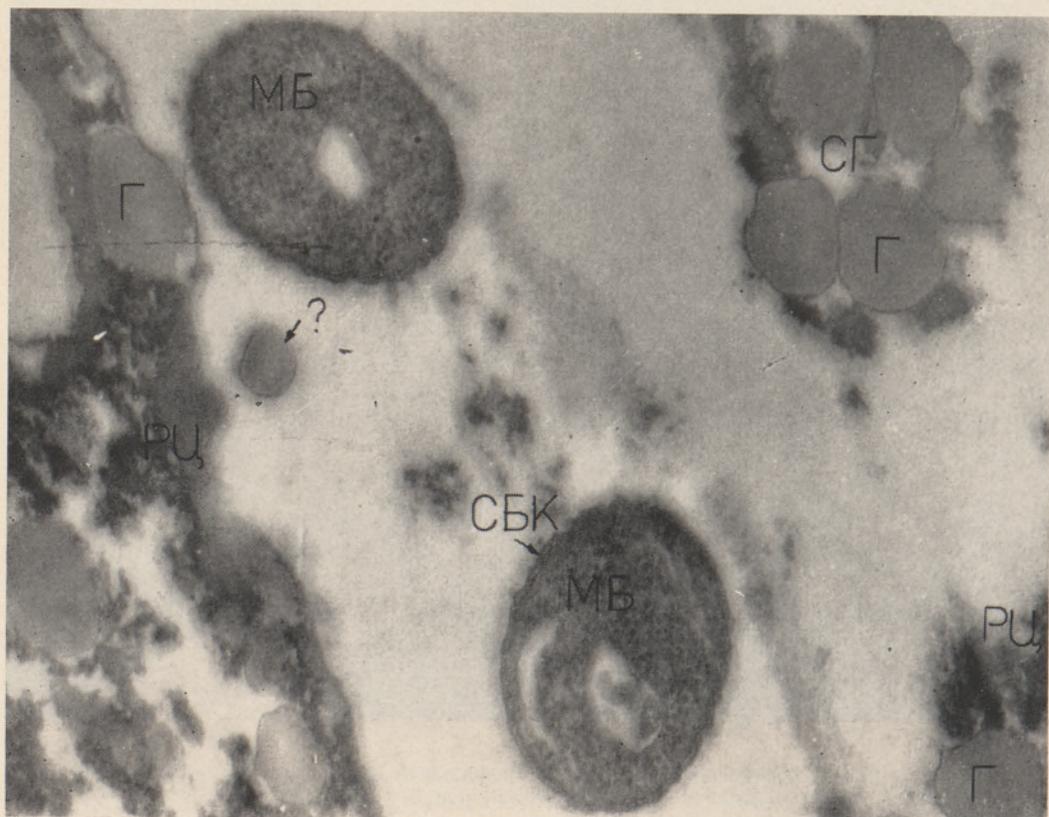


Рис. 8. Мелкие формы бактерий среди осмиофильных гранул в разрушенных клетках.
Увелич. 70 000X.

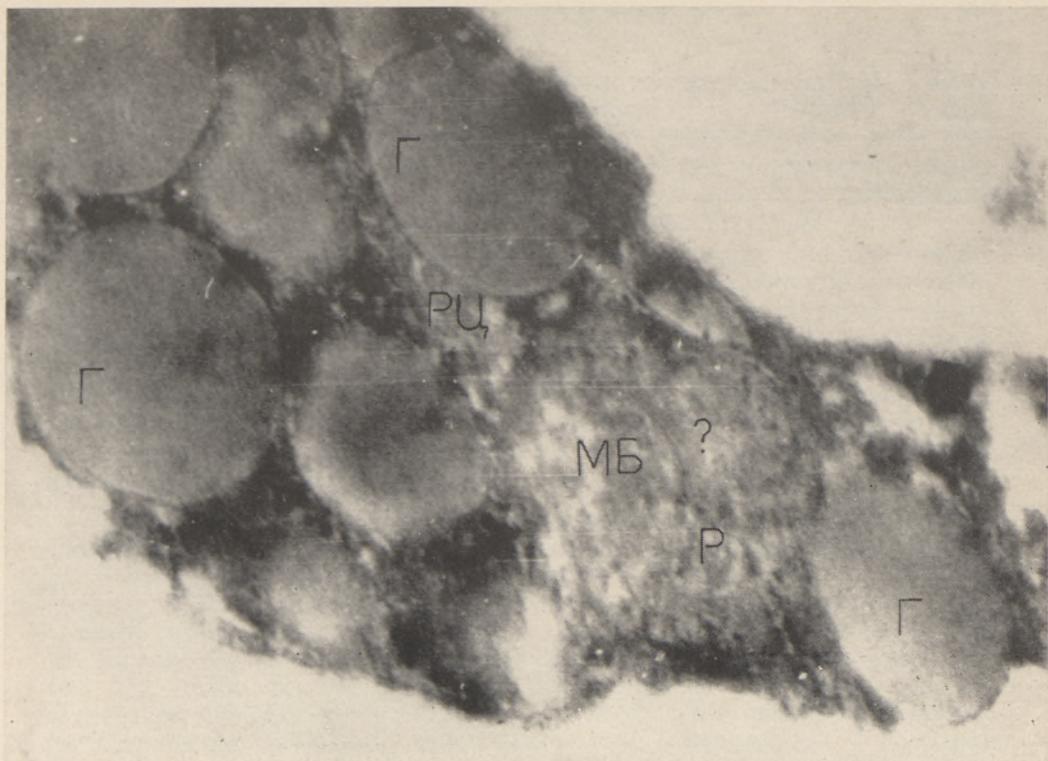


Рис. 9. Бактериоподобная структура в скоплении гранул. Увелич. 120 000X.

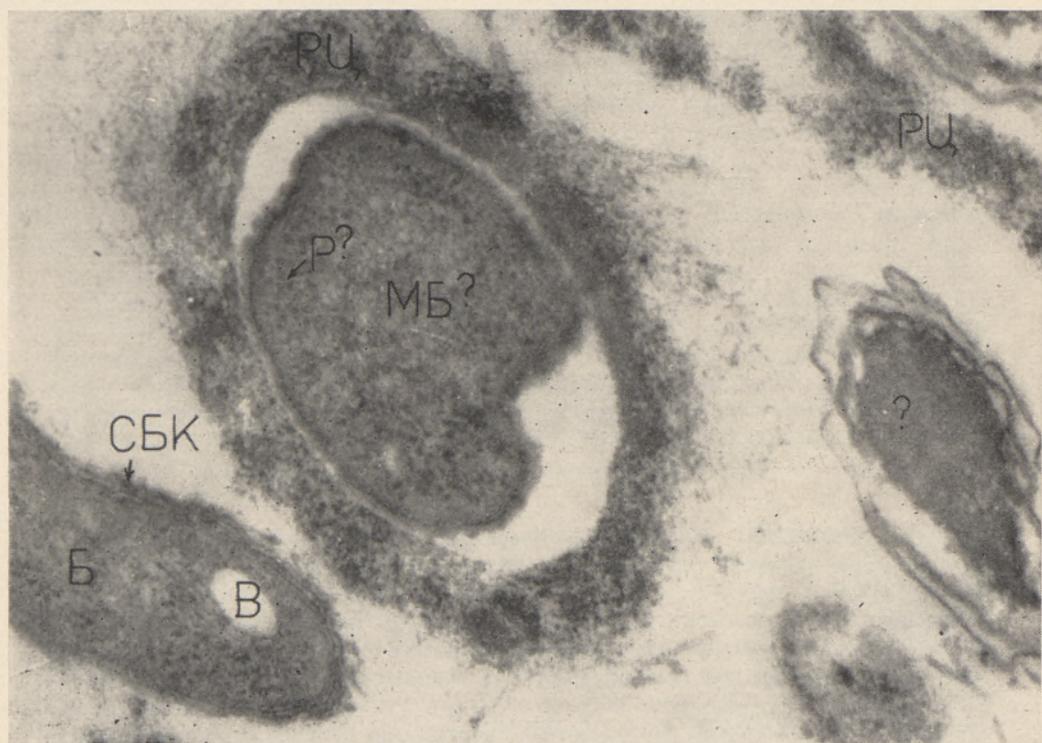


Рис. 10. Мелкая бактерия в капсуле из разрушенной цитоплазмы. Увелич. 80 000X.

Локализация этих процессов в одних и тех же клетках, как и непосредственное участие формирующихся гранул в сокращении объема цитоплазмы и общее направление описанных процессов, позволяют считать их тесно сопряженными и рассматривать в целом как синтез специфического вещества гранул, приводящий к истощению и дегенерации цитоплазмы, разрушению клеток и высвобождению гранул.

С другой точки зрения можно оценить происходящие в исследованных клетках процессы как вызванную какими-нибудь внешними или внутренними причинами дегенерацию группы клеток, в ходе которой в цитоплазме этих клеток невыводимые остаточные продукты ненормальной жизнедеятельности клеток скапливаются в цитоплазме в виде гомогенного вещества, образующего специфические гранулы, сокращающие объем цитоплазмы и препятствующие нормальному возобновлению компонентов клетки. Заканчивается этот процесс полной дегенерацией клетки и разрушением ее стенок — образованием СРКТ.

И в той, и в другой интерпретации происходящие в клетках изменения следует отнести к определенному нарушению нормальной регуляции внутриклеточных процессов, причем, судя по влиянию на частоту проявления СРКТ ионизирующей радиации, плоидности генома растения и других факторов (Шнайдер и др., 1971, 1972а, б), можно думать, что нарушение связано непосредственно с генетическим аппаратом клеток. Из этого как бы вытекает закономерность предположения об остаточной природе гранул и общей дегенеративной основе выявленных цитологических изменений. Сопоставляя эти соображения с данными М. Ф. Даниловой и Е. М. Бармичевой (1972), свидетельствующими о временном существовании описанных ими гранул, связываемых с развитием мембран в дифференцирующихся клетках протодермы редиса, можно предположить, что эти гранулы появляются в результате накопления какого-то вещества на определенной стадии развития соответствующих клеток, но не приводящего, как правило, к такому обильному скоплению гранул, как при образовании СРКТ. Следовательно, описываемые нами в клетках корней проростков крестоцветных процессы, приводящие к дегенерации части клеток — образованию СРКТ, могут быть результатом нарушения нормальной регуляции процесса накопления этого специфического вещества. В то же время, насколько можно установить по нашему, в настоящее время еще не очень большому материалу, в процессе образования гранул дегенерирующими клетками не заметно существенных различий в количестве глыбок рыхлого гомогенного вещества и полностью сформировавшихся гранул. Остается впечатление, что вещество гранул скапливается в определенных местах цитоплазмы и количество гранул почти не возрастает в течение их формирования. Это впечатление усиливается и тем фактом, что в пределах одной клетки никогда не наблюдалось гранул на различных стадиях формирования, что соответствовало бы постепенному накоплению остаточных продуктов в клетке — по нашим данным, образование гранул происходит в клетке синхронно.

Эти факты противоречат рассмотренному выше предположению об остаточной природе гранул и заставляют отдать предпочтение выводу о синтезе в клетках, сопряженных с СРКТ, каких-либо специфических веществ, что хорошо согласуется как с синхронностью этого процесса в пределах одной клетки, так и с генетической регуляцией его и влиянием на это ионизирующей радиации. В таком понимании процесс формирования гранул в цитоплазме связан в первую очередь с качественными изменениями локальных процессов в цитоплазме, основой чего, вероятно, служит изменение информации, управляющей соответствующими про-

цессами синтеза. При этом, по-видимому, реализация измененной информации в цитоплазме одноразовая, в виде пускового механизма каких-то процессов, лежащих в основе синтеза гомогенного умеренно осмиефильного вещества и формирования из него специфических гранул. Сами же эти процессы присущи соответствующим клеткам и зависят от генетической регуляции, но не определяются ею. Только такое понимание может, на наш взгляд, удовлетворительно объяснить образование разрывов ткани и у контрольных корней — спонтанность этого явления, чувствительность к факторам, влияющим на генетическую регуляцию и весьма определенную локализацию СРКТ на корнях проростков. В этом аспекте процессы, обнаруженные в связи с СРКТ в клетках проростков корней рапса, сходны с инфекцией или реализацией чужеродной информации клетками корней, причем чувствительность определенных клеток к этому процессу определяет локализацию СРКТ. Влияние генетической регуляции жизнедеятельности клетки в свою очередь определяет вероятность реализации соответствующей чужеродной или измененной информации, т. е. частоту возникновения этих нарушений в клетках и влияние на нее различных факторов. В то же время эта чужеродная или измененная информация должна потенциально иметься в большинстве семян исследованных видов крестоцветных, чтобы обеспечить повышение частоты СРКТ под воздействием, например, гамма-облучения (Шнайдер и др., 1972б).

Не располагая в настоящее время еще достаточными данными о составе рассматриваемых выше внутриклеточных гранул, сопряженных с СРКТ, трудно отдать окончательное предпочтение какой-либо из вышеприведенных гипотез относительно природы и механизмов формирования этих гранул, но нам кажется, что последняя из них уже сейчас может объяснить и связать большее количество установленных при изучении СРКТ фактов, чем первая, хотя гипотеза о необратимом старении клеток в качестве механизма возникновения СРКТ кажется наиболее простой и логичной при учете нормальных физиологических процессов как основы рассматриваемых явлений. Но здесь необходимо учитывать, что СРКТ наблюдается на очень молодых органах, где нормальных физиологических причин для развития процессов старения клеток не должно еще быть.

Имея в виду ограниченность СРКТ как по частоте встречаемости в популяциях проростков, так и по локализации на корнях проростков можно, по-видимому, предполагать весьма специфическую природу этого явления в целом. С другой стороны, распространение СРКТ на всех изученных нами видах и сортах крестоцветных как бы свидетельствует об универсальной основе этого явления, например, о связи СРКТ с общими для крестоцветных особенностями развития тканей корней проростков. Такой вывод хорошо согласуется с предполагаемой специфичностью описанных внутриклеточных изменений в отношении общих цитофизиологических процессов в растительных клетках, как и с общим распространением этого специфического явления в конкретных тканях и клетках.

Учитывая определенную связь СРКТ с бактериями и вывод о возможном влиянии чужеродной информации на развитие гранул в клетках, сопряженных с возникновением СРКТ, нельзя игнорировать возможную связь обнаруживаемой в СРКТ микрофлоры с процессами внутри дегенерирующих клеток. Эту связь можно наглядно представить в виде таблицы, объединяющей состояние клеток и их компонентов с формированием гранул и появлением микрофлоры, иллюстрирующей в то же время параллельное развитие двух вышеупомянутых процессов — дегенерацию клеток и формирование гранул.

Стадия изменений в клетках	Состояние						
	цитоплазмы	ядра	мембраны	клеточной стенки	гомогенного вещества	гранул	микрофлоры
I	+	+	+	+	+	0	0
II	±	+	+	+	0	+	0
III	—	±	+	+	0	+	0
IV	—	—	+	+	0	+	0
V	—	—	±	+	0	+	0/+
VI	—	—	—	—	0	±	+

+ Наличие, — дегенерация, 0 — отсутствие.

Как по данным, приведенным в таблице, так и по электроннограммам создается впечатление как бы о замещении гранул в полностью разрушенных клетках бактериями, обладающими значительным морфологическим разнообразием: от типичных палочковидных клеток, размножающихся обычным делением (рис. 2, 3, 7) до мелких овальных и круглых форм, деления которых на нашем материале установить не удастся и которые имеют значительно более простое строение оболочек, чем крупные клетки. Крайние формы соединены рядом промежуточных форм (рис. 7) и это наводит на мысль о том, что все разнообразие форм бактериальных клеток представляет различные формы или стадии развития одного микроорганизма в интенсивно размножающейся популяции. При этом снижение количества гранул в связи с разрушением содержащих их клеток и образованием полости СРКТ, содержащей бактерии, может быть вызвано распадом гранул или даже их использованием бактериями. Такая связь бактерий с гранулами и СРКТ предполагает наличие этих бактерий на всех корнях проростков исследованных нами крестоцветных, что обеспечивало бы достаточную вероятность попадания бактерий в СРКТ. В то же время связь бактерий с гранулами имела бы, очевидно, случайный характер, ибо вещество гранул при ограниченном распространении СРКТ не могло стать специфическим субстратом для бактерий, тем более бактерии не могли бы вызывать описанных нарушений в клетках корней и образования гранул и СРКТ. Последнее подтверждается и неинфекционностью этой микрофлоры в отношении корней проростков крестоцветных (Шнайдер и др., 1972б). Из вышесказанного следует, что, вероятно, бактерии в полости СРКТ не имеют никаких определенных связей с рассматриваемыми в настоящей статье цитологическими изменениями и существуют самостоятельно как сапрофитная микрофлора, заселяющая СРКТ в связи с относительно благоприятными условиями в этом, несомненно богатом питательными веществами биотопе.

Но прежде чем остановиться на таком предположении, необходимо обратить внимание на морфологию бактериальных клеток в популяции, обнаруживаемой в СРКТ. Как было показано выше, в ней, наряду с типичными бактериями, размножающимися делением, имеется целый ряд различных мелких, как бы переходных форм (рис. 7, 8, 10), происхождение которых остается неясным, ибо множественного деления крупных клеток или деления мелких форм не наблюдается, хотя по численности эти формы преобладают над крупными типичными бактериями. При этом мелкие формы особенно многочисленны в периферических частях полости СРКТ и чаще крупных наблюдаются в непосредственной

близости от скопления гранул (рис. 2, 3). И если мелкие формы можно считать в какой-то мере стадиями развития типичных крупных бактерий в СРКТ, то возникает вопрос о происхождении мелких форм, их предшественниках и характере развития. Такой взгляд на мелкие формы как на предшественники типичных крупных бактерий в какой-то мере подтверждается строением оболочек и тех и других (рис. 7), но это же обстоятельство значительно снижает, если не исключает, возможность предположения о циклическом характере развития популяции бактерий с чередованием мелких и крупных форм микроорганизма. При всем этом, нельзя обойти вниманием тот факт, что наиболее мелкие формы бактериальных клеток соразмерны с гомогенными гранулами и часто расположены по периферии разрушенных клеток, в непосредственной близости или даже в контакте с окружающей гранулы разрушенной цитоплазмой (рис. 2, 3, 9).

Здесь напрашивается наиболее невероятное, и даже фантастическое допущение об онтогенетической связи внутриклеточных, специфических для СРКТ гомогенных гранул с микрофлорой в полости СРКТ, точнее, с мелкими исходными формами этой популяции бактерий. И хотя нам не удалось обнаружить на имеющихся электроннограммах несомненных промежуточных между гранулами и мелкими бактериями форм, некоторые данные могут быть рассмотрены в качестве свидетельства в пользу возможности обнаружения таких переходных форм: на не совсем удачной в отношении фокусировки электроннограмме (рис. 9) в типичном скоплении гомогенных гранул обнаружилась структура, окруженная мембраной и имеющая более дифференцированное внутреннее строение, сходное со строением цитоплазмы бактерий. На другой электроннограмме (рис. 10) небольшая бактериальная клетка расположена внутри ячейки, образованной очевидно дегенерировавшей цитоплазмой разрушенной клетки. Хотя мы далеки от мысли о том, что эти электроннограммы можно считать доказательством нашего фантастического предположения, все же следует признать, что они указывают на возможность и даже необходимость специального поиска соответствующих форм среди гранул, обнаружение или строго доказанное отсутствие которых может помочь в решении возникших в связи с СРКТ проблем. Ведь в сущности наше, на первый взгляд невероятное допущение предполагает лишь существование особой внутриклеточной стадии онтогенеза у микроорганизма, обнаруживаемого в СРКТ и, хотя это предположение и несколько необычно, оно может быть связано с гипотетическим универсальным L-циклом развития микроорганизмов (Tulasne и др., 1953) так же, как и с вполне конкретными данными изучения внутритканевых форм возбудителей бактериоза корней у озимого рапса (Пересыпкин, 1956, 1957).

Резюмируя сказанное относительно цитологических—ультраструктурных изменений, связанных с СРКТ в клетках корней проростков рапса, можно сделать следующие выводы:

Внутриклеточные процессы, связанные с СРКТ, имеют специфический характер и обусловлены образованием в соответствующих клетках корней проростков скоплений гомогенного умеренно осмнефильного вещества, конденсирующегося в своеобразные гранулы, заполняющие цитоплазму вовлеченных в этот процесс клеток. Параллельно с формированием гранул в цитоплазме происходит общая дегенерация клеток, охватывающая последовательно цитоплазму, ядро, мембранную систему и заканчивающаяся полным разрушением клеток, в результате чего возникает разрыв ткани — СРКТ. Основой этих процессов является, по-видимому, нарушение регуляции нормальных процессов в соответствующи-

щих клетках и синтез специфического вещества гранул — как бы производство этими клетками вещества гранул, что и приводит клетки к необратимым изменениям.

Условные обозначения

АГ — аппарат Гольджи	СРК — стенка растительной клетки
Б — бактерия	Т — тонопласт
В — вакуоль	Тн — танин
Г — гранула	Ц — цитоплазма
ДБ — делящаяся бактерия	ЦМ — цитоплазматическая мембрана
М — митохондрия	ЭР — эндоплазматический ретикулум
МБ — мелкие формы бактерий	Я — ядро
Р — рибосомы	ЯМ — ядерная мембрана
РЦ — разрушенная цитоплазма	? — формы, сходные как с мелкими бактериями, так и с гранулами
СБК — стенка бактериальной клетки	
СГ — скопление гранул	

ЛИТЕРАТУРА

- Грубан З., Рехциг М., 1972. Микротельца и родственные им структуры. М.
- Данилова М. Ф., Бармичева Е. М., 1972. Дифференциация клеток в ризодермисе *Raphanus sativus* L. В сб.: Ультраструктура растительных клеток. Л. : 103—123.
- Пересыпкин В. Ф., 1956. Возбудители бактериоза корней озимого рапса. Научные труды УкрСХА 8 : 137—146.
- Пересыпкин В. Ф., 1957. Об изменчивости возбудителей бактериоза корней озимого рапса *Xanthomonas campestris* (Pammel) Dowson и *Pseudomonas fluorescens Migula* var. *napi* Peressypkin. Научные труды УкрСХА 9 : 127—148.
- Сильвере А.-П., Шнайдер Т., 1971. Бактериоподобные тела в клетках корней проростков из гамма-облученных семян рапса. Изв. АН Эст. ССР. Биол. 20 (3) : 279—282.
- Шнайдер Т. М., Сильвере А.-П., Ромейкис М.-А., 1971. Зависимое от гамма-облучения бактериальное поражение корней проростков рапса. В сб.: Действие радиации на растения. Материалы II Всес. симпозиума по радиобиологии растений, Ташкент : 56—57.
- Шнайдер Т., Сильвере А.-П., Ромейкис М.-А., 1972а. Некоторые данные относительно регуляции развития эндогенной микрофлоры в корнях крестоцветных. Тезисы работ II Всес. съезда о-ва генетиков и селекционеров им. Н. И. Вавилова I, вып. 2, М. : 164.
- Шнайдер Т., Сильвере А.-П., Ромейкис М.-А., 1972б. Изучение спонтанных разрывов корневой ткани проростков крестоцветных. I. Влияние гамма-облучения. Изв. АН ЭССР. Биол. 21 (3) : 223—228.
- Tulasne R., Miack R., Lavillaureix J., 1953. Quelques précisions nouvelles sur le cycle L des bactéries. Ann. Inst. Pasteur 85 (4) : 25—27.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
14/XI 1972

ANTS-PEEP SILVERE, TAMARA SNAIDER

JUUREKOE SPONTAANSEST LÖHENEMISEST RISTOIELISTE IDANDITEL

II. Tsütoloogilis-ultrastruktuursed muutused juurekoes

Resüme

Esitatakse elemkromoskoopimise andmeid muutuste kohta rapsi idandite juurekoe rakkude morfoloogias ja ultrastruktuuris. Erilist tähelepanu osutatakse homogeensete, mõõdukalt osmiofiilsete graanulite moodustumisele ja struktuurile juurekoe spontaansete koelõhedega (JKSL) seotud rakkudes. Sedastati, et üheaegselt niisuguste graanulite kujunemisega toimub rakkudes järkjärguline tsütoplasma, tuuma ja membraansüsteemi degene-

ratsioon, mis lõpeb nende rakkude täieliku lagunemise ja koelõhe tekkimisega. Analüüsitakse mõningaid tsütofüsioloogilisi protsesse kui graanulite moodustumise ja rakkude degenerereerumise võimalikku alust. Lagunenud rakkudest vabanenud graanulid satuvad JKSL-i valendikku, kus esineb spetsiifilist mikrofloorat. Uurimise tulemused osutavad võimalusele, et rakusiseste graanulite ja JKSL-i valendikus esineva mikrofloora vahel on võimalikud teatud ontogeneetilised seosed.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Eksperimentaalbioloogia Instituut*

Toimetusse saanud
14. XI 1972

ANTS-PEEP SILVERE, TAMARA SHNAIDER

STUDIES ON SPONTANEOUS FISSURES IN ROOT TISSUES OF CRUCIFEROUS SEEDLINGS

II. Cytological-ultrastructural alterations in root tissue

Summary

Data of electronmicroscopical-cytological investigations of the morphology and ultrastructural alterations in cells of tissues of oil-rape seedlings are presented. Particular attention is paid to the structure and formation of peculiar moderately osmiophilic granules specific to the cells connected with the development of spontaneous fissure of root tissue (SFRT). The formation of these granules in cytoplasm occurs simultaneously with another process in cell — the consecutive degeneration of cytoplasm, nucleus, and membranous elements, resulting in a complete destruction of cells and forming SFRT. Some cytophysiological processes which may be responsible for the formation of granules and degeneration of cells are discussed. The granules were released from destroyed cells into the lumen of SFRT, where the specific microflora was revealed. On the grounds of our results the assumption is proposed about ontogenetical relations between intracellular granules which are specific for SFRT and the minute bacterial forms detected in SFRT.

*Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Experimental Biology*

Received
Nov. 14, 1972