

Н. А. САТАРОВА

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ КЛЕТОК  
В СОСТОЯНИИ ЛЕТНЕГО ПОКОЯ**

*(Представлено академиком Н. А. Максимовым 2 VIII 1948)*

Состояние покоя является признаком, закрепившимся в процессе филогенеза в результате приспособления к неблагоприятным условиям внешней среды (низкая температура зимой, продолжительные засухи летом, укорачивание дня к осени).

П. А. Генкель и Е. З. Окнина<sup>(1,2)</sup> характеризуют состояние покоя как приостановку роста всего растения или его отдельных органов и снижение обмена. Своими исследованиями над разнообразными растениями, находящимися в зимнем покое, они доказали, что растительные клетки реагируют на изменение внешней среды переходом протоплазмы в обособленное от клеточных стенок состояние, что связано с повышением гидрофобности коллоидов плазмы, благодаря скоплению липоидов на ее поверхности. Одновременно вязкость плазмы оказывается повышенной. При помещении срезов в одномолярный раствор сахарозы в клетках сразу же наблюдается выпуклый плазмодиз, что служит признаком обособления плазмы от стенок клеток, а не признаком ее пониженной вязкости. Физиологически клетки с обособленной плазмой являются разобщенными между собой, внутриклеточный обмен при этом снижен, так же как и общий обмен данного органа или растения, что дает ему возможность пережить неблагоприятный для нормальной жизнедеятельности период.

Настоящее исследование было предпринято с целью выяснения состояния растительных клеток в летнем покое у некоторых корневых каучуконосов и у клубней картофеля, которые, как известно, не прорастают в течение 2—3 месяцев после уборки даже в самых благоприятных условиях. По вопросу о причинах непрорастания свежесобраных клубней и о методах нарушения их покоя имеется большое число исследований<sup>(3—12)</sup>. Подводя итоги значительному числу работ по изучению состояния покоя у клубней картофеля, С. М. Прокошев<sup>(13)</sup> подчеркивает, что не существует тесной корреляции между действием отдельных стимуляторов на прорастание и на изменение физиолого-биохимических процессов. Так, в атмосфере этилена или паров спирта увеличивается содержание сахаров, но задерживается прорастание; низкие концентрации этилена повышают интенсивность дыхания, но задерживают прорастание. Прокошев выражает мнение, что покой обусловлен процессами как в резервных тканях, так и в глазках, но что доминирующее значение имеют глазки. Мы согласны с мнением Прокошева, что доминирующее значение для прохождения покоя имеют процессы, протекающие в глазках; при этом, с нашей точки зрения, дело сводится к особому состоянию протоплазмы клеток, которое является характерным для растений, находящихся в покое.

Наши исследования проводились над клубнями картофеля сортов Лорх, Эпикур и Курьер и над корневыми каучуконосами кок-сагыз, тау-сагыз и крым-сагыз. Клубни разных сроков уборки обрабатывались различными химическими веществами (этиленхлоргидрин, роданистый калий в разных концентрациях, 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-ДУ), фенилуретан). Свежеубранные контрольные и обработанные клубни высаживались в оранжерею в вазоны для учета прорастания; одновременно проводилось изучение состояния растительных клеток как на живом, так и на фиксированном материале, определялась вязкость протоплазмы методом центрифугирования и проводилась реакция Фейльгена на тимонуклеиновую кислоту и реакция на липоиды. Аналогичные исследования проводились и над каучуконосами, за исключением определения вязкости; с ними также не ставились опыты по выведению их из покоя.

Результаты по учету прорастания свежеубранных клубней сорта Лорх (уборка 1947 г.), высаженных в вазоны в оранжерею при температуре 20—23°С, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Вариант	Число высаженных клубней	Число дней до появления всходов, считая от уборки	Всего проросло к концу опыта в % от высаженных
Контроль необработан. . . . .	10	60	40
Обраб. этиленхлоргидрином . . .	10	26	100 (на 30-й день)
» 2,4-ДУ, 1 мг/л . . . . .	10	83	20
» 2,4-ДУ 5 мг/л . . . . .	10	100	30
» род. калием 0,1 мол. . . . .	10	61	100
» род. калием 0,2 мол. . . . .	10	31	100 (на 38-й день)
» фенилуретаном . . . . .	10	83	60

Наиболее быстрое прорастание как в представленном опыте, так и в ряде других получено после обработки в парах этиленхлоридрина из расчета 2 см<sup>3</sup> 40% этиленхлоргидрина на 1 кг клубней и при обработке роданистым калием 0,2 мол. из расчета 1 л раствора на 1 кг клубней. Задержка в прорастании наблюдалась у клубней, обработанных фенилуретаном и 2,4-ДУ; следует отметить, что к концу опыта температура в оранжерее снизилась до 15° (а ночью доходила и до 12°), что сказалось на неравномерности всходов у оставшихся в прорастании вариантов. В это время растения из клубней, обработанных этиленхлоргидрином, достигли высоты 30—40 см и образовывали бутоны, опадавшие без зацветания, повидимому, в связи с короткими осенними днями.

Микроскопические исследования показали, что у находящихся в состоянии покоя корневых каучуконосов и у покоящихся глазков картофельных клубней в клетках обнаруживается характерное для зимнего покоя обособление протоплазмы от клеточных стенок (рис. 1). При помещении срезов покоящихся растений в одномолярный раствор сахарозы в них обнаруживается выпуклый плазмолит (рис. 2).

При определении вязкости методом центрифугирования в клетках коровой паренхимы, окружающей глазок со стороны основания, смещение крахмальных зерен наблюдалось частично после 8-минутного центрифугирования при 2000 тыс. об/мин. Повышенная вязкость наблюдалась также у клубней с задержанным прорастанием после обработки фенилуретаном и 2,4-ДУ. Одновременно определялась вязкость протоплазмы клеток коровой паренхимы у клубней, вышедших из покоя естественным путем, а также под действием этиленхлоргидри-

на и роданатов; в этом случае смещение крахмальных зерен началось после 2 мин. центрифугирования, а полное смещение наступало после 4 мин. На срезах клубней, вышедших из покоя естественным или искусственным путем, в клетках коровой паренхимы и точках роста не наблюдается обособления протоплазмы, а в одномолярном растворе сахарозы имеет место судорожный или вогнутый плазмолиз (рис. 3 и 4). В

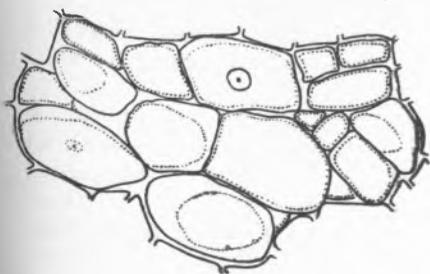


Рис. 1. Срез картофельного клубня у основания глазка в покое. Обособление плазмы в воде

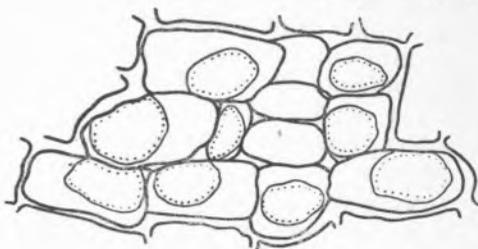


Рис. 2. Срез картофельного клубня у основания глазка в покое. Выпуклый плазмолиз в одномолярном растворе сахарозы

точках роста каучуконосов и частично в паренхиме корней на некотором удалении от корневой шейки в состоянии покоя наблюдается обособление протоплазмы при рассмотрении их в воде и выпуклый плазмолиз в сахарозе, тогда как в состоянии вегетации клетки дают в одномолярном растворе сахарозы вогнутый или судорожный плазмолиз, а в воде протоплазма плотно прилегает к стенкам клеток.

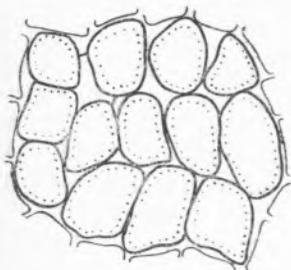


Рис. 3. Срез картофельного клубня у основания прорастающего глазка. В воде

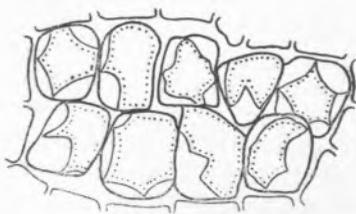


Рис. 4. Срез картофельного клубня у основания прорастающего глазка. В одномолекулярном растворе сахарозы

Для выяснения, является ли обособленная плазма блокированной с поверхности липоидами, были проведены специальные микрохимические реакции на жиры и липоиды: 1) с 1% осмиевой кислотой, 2) с нильским голубым сульфатом (на живом материале) и 3) на фиксированном материале с последующей покраской суданом III<sup>(14)</sup>. Срезы глазков со свежесобранных клубней в период покоя и с клубней, обработанных фенилуретаном, давали ярко выраженную положительную реакцию на липоиды (желто-оранжевое окрашивание) в клетках с обособленной плазмой. Эти клетки с положительной реакцией на липоиды и обособлением плазмы располагались в корой почки глазка, окружающей основание глазка, и распространялись на почку глазка. Эти же клетки с обособлением плазмы давали при воздействии 1% осмиевой кислоты черное окрашивание, а с нильским голубым сульфатом синее окрашивание.

При естественном выходе клубней из покоя, а также при обработке этиленхлоргидрином положительной реакции на липоиды не на-

блюдается, так же как не наблюдается и обособления плазмы. При обработке этиленхлоргидрином восстановление связи протоплазмы со стенками клеток шло параллельно с разрушением липоидного слоя; это разрушение шло постепенно, но довольно быстро. Уже на 5-й день после обработки положительную реакцию давали только отдельные клетки, при одновременном, хорошо заметном под микроскопом росте почки; на 10-й день этих клеток было еще меньше, а почка выростала еще больше, а на 20-й день прорастание было заметно невооруженным глазом, положительной же реакции на липоиды уже совершенно не наблюдалось.

На особое состояние ядра у покоящегося лука по сравнению с вегетирующим указывал П. А. Генкель<sup>(15)</sup>, проводя исследования при помощи фазово-контрастного микроскопа. В связи с большим значением, которое придается тимонуклеиновой кислоте, которая является важной составной частью клеточного ядра, была проведена микрохимическая реакция на тимонуклеиновую кислоту в ядрах клеток у покоящихся и вышедших из покоя клубней картофеля и каучуконосов. Реакция проводилась по методу Фейльгена<sup>(16)</sup> при фиксации слабым флеммингом. В результате проведенного исследования обнаружено, что точки роста в состоянии покоя как у картофельных глазков, так и у каучуконосов имеют слабо выраженную реакцию на тимонуклеиновую кислоту как по интенсивности окрашивания ядер, так и по числу клеток, дающих положительную реакцию.

Точки роста глазков клубней, вышедших из покоя естественным путем или при обработке этиленхлоргидрином, обнаруживают интенсивную реакцию на тимонуклеиновую кислоту в ядрах как по окраске, так и по количеству клеток от основания до верхушки точек роста, при этом заметно выдвинувшихся над окружающей тканью клубня. Такая же положительная реакция на тимонуклеиновую кислоту обнаруживается в точках роста каучуконосов по выходе их из покоя. Таким образом, выход из состояния покоя как естественным, так и искусственным путем сопровождается интенсивной нуклеальной реакцией в ядрах клеток меристематических тканей. А. И. Опарин и Н. С. Гельман<sup>(17)</sup> установили, что при прорастании семян пшеницы в проростках идет новообразование пуриновых оснований, в результате чего накапливаются нуклеиновые кислоты. Этот интересный факт нарастания количества нуклеиновых кислот при прорастании нам удалось гистохимически наблюдать в отношении дезоксирибонуклеиновой кислоты у глазков картофеля, вышедшего из состояния покоя как естественным путем, так и под влиянием этиленхлоргидрина.

В заключение приношу глубокую благодарность проф. П. А. Генкелю, под руководством которого выполнена настоящая работа.

Институт физиологии растений  
им. К. А. Тимирязева  
Академии Наук СССР

Поступило  
2 VIII 1948

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> П. А. Генкель и Е. З. Окнина, Сб. реф. Биотд. АН СССР, № 2, 17 (1944). <sup>2</sup> П. А. Генкель и Е. З. Окнина, Тр. Ин-та физиол. раст. им. Тимирязева, 6, в. 1 (1948). <sup>3</sup> Müller-Thurgau, Landw. Jahrb., 14, Н. 5—6 (1885). <sup>4</sup> F. Denny, Am. J. Bot., 13, No 6 (1926). <sup>5</sup> J. Guthrie, Contrib. Boyce Thomps. Inst., 2, No. 4 (1940). <sup>6</sup> Ю. В. Ракитин и Н. Н. Суворов, ДАН, 4, № 6—7 (1935). <sup>7</sup> Т. С. Тер-Саакян, ДАН, 31, № 2 (1941). <sup>8</sup> N. Thornton, Contrib. Boyce Thomps. Inst., 10, No. 3 (1939). <sup>9</sup> H. D. Michener, Am. J. Bot., 29, No. 7 (1942). <sup>10</sup> Т. Д. Лысенко, Докл. ВАСХНИЛ, в. 1 (1943). <sup>11</sup> И. Е. Глушенко, там же, в. 4 (1944). <sup>12</sup> А. И. Челядинова, Тр. Ин-та генетики АН СССР, № 14 (1947). <sup>13</sup> С. М. Прокошев, Биохимия картофеля, изд. АН СССР, 1947. <sup>14</sup> Г. И. Роскин, Микроскопическая техника, 1946. <sup>15</sup> П. А. Генкель, Микробиология, 5, в. 6 (1946). <sup>16</sup> R. Feulgen u. H. S. Rossenbeek, Z. f. physiol. Chem., 135, 203 (1924). <sup>17</sup> А. И. Опарин и Н. С. Гельман, ДАН, 54, № 1 (1946).