

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Н. А. САТАРОВА

**ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СТИМУЛЯТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЯ
КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОТОПЛАЗМЫ
И АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗЫ В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ**

(Представлено академиком А. Л. Курсановым 31 X 1953)

Нашими исследованиями (^{1, 2}) было показано, что нарушение покоя в клубнях картофеля при обработке этиленхлоргидрином сопровождается рядом изменений. Разрушается липоидный слой на поверхности протоплазмы клеток коровой паренхимы в зоне глазков, снижается вязкость протоплазмы, увеличивается интенсивность дыхания клубней. П. А. Генкель и Е. З. Окнина (³), установив ряд особенностей в состоянии протоплазмы клеток покоящихся почек и семян, показали также, что в этот период значительно снижена проницаемость протоплазмы, которая определялась плазмолитически, а также по экзосмосу электролитов и органических веществ. Придавая большое значение физико-химическим свойствам протоплазмы, в частности вязкости и проницаемости плазмы в связи с изменениями в ходе биохимических и физиологических процессов, мы провели некоторые исследования в этом направлении. Вязкость протоплазмы определялась по смещению крахмальных зерен при центрифугировании. Относительная проницаемость протоплазмы определялась по экзосмосу электролитов и органических веществ из кусочков клубней толщиной 2 мм, диаметром 8 мм, вырезанных из коровой паренхимы клубней зоны глазков. Навески кусочков клубней (весом по 2 г) промывались 3 раза бидестиллятом, помещались в широкогорлые пробирки и заливались 10 мл бидестиллята. Через 3 часа настаивания раствор сливался и в нем определялись электропроводность по методу, применяемому Н. А. Максимовым с сотрудниками (⁴), и сумма органических оптически активных веществ при помощи интерферометра (⁵). Активность пероксидазы определялась фотоколориметрически (⁶).

Определения проводились с клубнями картофеля сортов Лорх и Ульяновский от летних посадок свежееубранными клубнями в Крыму. Уборка была произведена 4 XI 1952 г., и к началу опыта в середине ноября клубни находились в глубоком покое. Дополнительно были проведены опыты с клубнями сортов Лорх и Берлихинген от весенней посадки в Московской обл., которые поступили в опыт 26 XII, будучи в состоянии вынужденного покоя. Покой клубней нарушался воздействием химических стимуляторов.

П. К. Шкварников (^{7, 8}) достиг больших успехов в нарушении покоя клубней картофеля путем обработки их тиомочевинной, с последующим применением при выращивании комплекса агромероприятий, позволивших получить неплохой урожай.

Поэтому наряду с обработкой клубней этиленхлоргидрином, как это было в наших прежних опытах, мы обрабатывали часть из них 2% раствором тиомочевины. Обработка этиленхлоргидрином проводилась в

закрытых сосудах. Клубни находились в парах этиленхлоргидрина (ЭХГ) в течение 4 суток. Препарат употреблялся из расчета 2 мл на 1 кг клубней. 2% раствором тиомочевины клубни обрабатывались в течение 2 час. с последующим томлением 12 час.

Таблица 1

Изменения относительной проницаемости плазмы клубней картофеля по выходу электролитов и органических экзосмирующих веществ

| Варианты Сорт | Дата | Состояние клубней | Относительная проницаемость | | |
|--|---------------|-------------------|-----------------------------|---|------------------------------|
| | | | По выходу электролитов | | По показаниям интерферометра |
| | | | Сопротивление в Оммах | в условных единицах по отношению к контролю | |
| Клубни из урожая от летней посадки в Крыму | | | | | |
| Лорх, контроль | 28 XI, через | Глубокий покой | 4000 | 1,00 | 1,28 |
| „ обр. ЭХГ | 15 дней после | Покой нарушен | 2500 | 1,60 | 1,45 |
| „ обр. тиомочевинной | обработки | То же | 3100 | 1,27 | 1,29 |
| Ульяновский контроль . | | В покое | 2100 | 1,00 | 1,36 |
| „ обр. ЭХГ | | Покой нарушен | 1800 | 1,17 | 1,69 |
| Клубни из урожая от весенней посадки в Московской обл. | | | | | |
| Лорх, контроль | 18 XII, через | В покое | 2200 | 1,00 | 1,23 |
| „ обр. ЭХГ | 30 дней после | Прорастание | 2000 | 1,10 | 1,49 |
| „ обр. тиомочевинной | обработки | Начало прораст. | 19000 | 1,16 | 1,33 |
| Ульяновский контроль . | | Покой заканчив. | 2000 | 1,00 | 1,35 |
| „ обр. ЭХГ | | Прорастание | 1550 | 1,29 | 1,65 |
| Клубни из урожая от весенней посадки в Берлихинген | | | | | |
| Берлихинген, контроль | 30 XII, не- | Покой вынужден. | 2400 | 1,00 | — |
| „ обр. ЭХГ | посред- | Покой нарушен | 1800 | 1,33 | — |
| „ обр. тиомочевинной | ственно после | То же | 1950 | 1,23 | — |
| | обработки | | | | |
| Клубни из урожая от весенней посадки в Берлихинген | | | | | |
| Берлихинген, контроль | 16 I, через | Прорастание | 1325 | 1,00 | 1,39 |
| „ обр. ЭХГ | 17 дней после | Рост | 1580 | 0,83 | 1,38 |
| „ обр. тиомочевинной | обработки | „ | — | — | 1,26 |

После обработки часть клубней использовалась на анализы, а часть оставлялась на проращивание. Об изменениях относительной вязкости мы судили по времени центрифугирования, необходимому для смещения крахмальных зерен. При обработке клубней этиленхлоргидрином наблюдалось снижение относительной вязкости протоплазмы. Так, у обработанных ЭХГ клубней сортов Лорх и Ульяновский полное смещение крахмальных зерен в клетках коровой паренхимы наблюдалось после 5 мин. центрифугирования при 2000 об/мин, тогда как у необработанных клубней сорта Лорх после 10 мин. центрифугирования было неполное смещение и лишь у сорта Ульяновский — полное.

Результаты определений экзосмоса электролитов и органических веществ представлены в табл. 1. После обработки клубней ЭХГ и тиомочевойной значительно увеличивается экзосмос электролитов, а также органических веществ из клеток коровой паренхимы клубней. Понижение сопротивления (графа 4) указывает на увеличение электропроводности и, следовательно, на увеличение выхода электролитов в наружную среду. При обработке химическими стимуляторами относительная проницаемость неизменно увеличивалась. Эти изменения коррелировались с физиологическим состоянием клубней. Клубни сорта Лорх от летней посадки находились в глубоком покое и у них наблюдалась особенно пониженная проницаемость протоплазмы (графы 4, 5, 6). Сорт Ульяновский не был в состоянии столь глубокого покоя и проницаемость протоплазмы у него была выше. У сорта Берлихинген определения производились непосредственно после обработки химическими стимуляторами. Видно, что проницаемость у обработанных клубней возросла по сравнению с контрольными, причем под действием паров ЭХГ больше, чем при обработке тиомочевойной. У сортов Лорх и Ульяновский от летней посадки определения относительной проницаемости проводились через 15 и 30 дней после обработки. Более высокая проницаемость у клубней, бывших под действием ЭХГ и тиомочевин, сохранялась в течение этого периода и вполне коррелировалась с их физиологическим состоянием.

По мере прорастания запасы растворимых веществ и электролитов в клетках зоны глазков истощаются, поэтому, возможно, у клубней Берлихинген, обработанных ЭХГ, выход электролитов 16 I был меньше, чем у контрольных клубней, которые только начали прорастать. Неоднократно наблюдалось увеличение содержания растворимых углеводов в клубнях при нарушении покоя (9). Повидимому, этим можно объяснить особенно высокие показания интерферометра по вариантам, где клубни Лорх и Ульяновский обработаны ЭХГ. Обработка тиомочевойной действует в том же направлении, но с меньшим эффектом. Если по выходу электролитов можно считать, что проницаемость повысилась, то данные по экзосмосу органических веществ у клубней, обработанных тиомочевойной, незначительно отличаются от данных по необработанным клубням. Последнее обстоятельство зависит, возможно, от того, что гидролитические процессы в клубнях, обработанных тиомочевойной, не развернулись полностью и наличие растворимых углеводов в них сначала невелико, но постепенно увеличивается.

Необходимо отметить, что судить о проницаемости плазмы по экзосмосу можно только относительно. Прорастание клубней зависит от поступления растворимых веществ из нижележащих клеток в точки роста, т. е. от экзосмоса из этих клеток. При недостатке растворимых питательных веществ, а также при низкой проницаемости протоплазмы, несмотря на их наличие в мякоти клубня, ростки будут испытывать дефицит в питательных веществах.

Воздействие химических стимуляторов вызывает глубокие изменения в состоянии биокolloидов плазмы. Разрушение липоидного слоя на поверхности протоплазмы приводит к улучшению доступа кислорода и воды в клетки. Повышаются гидрофильные свойства протоплазмы. Снижается ее вязкость. Одновременно повышается проницаемость прото-

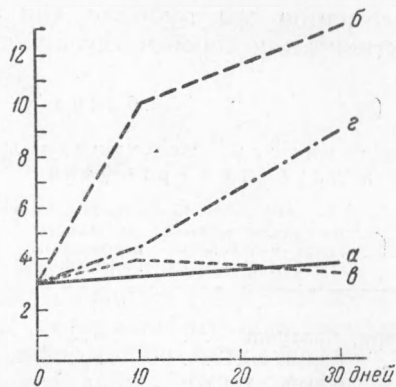


Рис. 1. Активность пероксидазы в клубнях картофеля. а — Ульяновский, контроль; б — Ульяновский, обработан ЭХГ; в — Лорх, обработан ЭХГ; г — Лорх, обработан тиомочевойной

плазмы вследствие изменения дисперсности биокolloидов и изменений в обмене веществ, в результате чего может происходить десорбция электролитов, что облегчает их последующий экссмос. Повышение осмотической концентрации электролитов в известном пределе способствует нарушению связей ферментов с липопротендным комплексом пластид⁽¹⁰⁾. При этом происходит дальнейшее усиление процессов гидролиза и окислительных процессов. Повышается интенсивность обмена веществ в клубнях, покой нарушается, обеспечивается приток растворимых веществ в точки роста и клубни прорастают. Из числа окислительных ферментов мы выбрали для исследования пероксидазу, на высокую активность которой в клубнях картофеля указывали А. Л. Курсанов⁽¹¹⁾,

Таблица 2

Активность пероксидазы в клубнях картофеля

| Клубни из урожая весенней посадки в Московской обл. | Активность пероксидазы 30 XII |
|---|-------------------------------|
| Лорх, контроль . . . | 4,2 |
| » обр. ЭХГ . . . | 9,2 |
| » обр. тиомочевинной | 6,9 |
| Берлихинген контроль | 5,5 |
| » обр. ЭХГ | 8,85 |
| » обр. тиомочевинной | 6,65 |

С. М. Прокошев⁽⁹⁾ и Н. М. Сисакян⁽¹⁰⁾. Отмечалось также повышение активности пероксидазы после обработки клубней ЭХГ⁽¹²⁾. Активность пероксидазы определялась в зоне глазков. Результаты определений представлены в табл. 2 и на рис. 1.

В клубнях, подвергавшихся обработке химическими стимуляторами, активность пероксидазы неизменно возрастала. У клубней Лорх и Берлихинген, взятых 26 XII из хранилища и обработанных ЭХГ, активность пероксидазы 30 XII была значительно выше, чем у обработанных клубней. У клубней Лорх и Ульяновский активность пероксидазы через неделю после уборки была невысока. Через 10 дней после обработки активность пероксида-

зы у обработанных клубней уже значительно выше по сравнению с необработанными, хотя у последних она тоже несколько увеличилась. Через 30 дней после обработки активность пероксидазы у обработанных клубней продолжала возрастать: они к этому времени полностью вышли из покоя и интенсивно прорастали, в то время как у контрольных глазки только начинали набухать.

Данные, представленные в настоящем исследовании, показывают, что под влиянием применявшихся химических стимуляторов изменяются коллоидно-химические свойства протоплазмы клеток коровой паренхимы в зоне глазков. Изменения физико-химических свойств протоплазмы теснейшим образом связаны с изменениями в направлении биохимических процессов в клетках и с физиологическим состоянием клубней.

Институт физиологии растений
им. К. А. Тимирязева
Академия наук СССР

Поступило
9 IV 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. А. Сатарова, ДАН, 62, № 5 (1948). ² Н. А. Сатарова, Тр. Ин-та физиол. раст. им. К. А. Тимирязева, 7, в. 1 (1950). ³ П. А. Генкель, Е. З. Окнина, там же, 6, в. 1 (1948). ⁴ Н. А. Максимов, Избр. раб., 1, изд. АН СССР, 1952, стр. 478—506. ⁵ О. С. Энгель, ДАН, 85, № 2 (1952). ⁶ А. Н. Бояркин, Биохимия, 16, в. 4 (1951). ⁷ П. К. Шкварников, Тр. Крымск. фил. АН СССР, 1 (1951). ⁸ П. К. Шкварников, Изв. АН СССР, сер. биол., № 1 (1952). ⁹ С. М. Прокошев, Биохимия картофеля, изд. АН СССР, 1947. ¹⁰ Н. М. Сисакян, Пятое Баховское чтение, изд. АН СССР, 1951. ¹¹ А. Л. Курсанов, Биохимия, 8, в. 2—3 (1943). ¹² F. E. Denny, L. P. Miller, J. D. Guthrie, Am. J. Bot., 17, № 8. (1930).