

Շ. Մ. ԱՎԱԿՅԱՆ, Դ. Դ. ԿԱԶԱՐՅԱՆ

ДЕЙСТВИЕ ДИНИТРОФЕНОЛА НА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ  
АКТИВНОСТЬ ПРОРОСТКОВ *VICIA FABA*

Действию динитрофенола (ДНФ) на живой организм посвящено много работ, в которых авторы рассматривают действие ДНФ на различные стороны обмена веществ. Как известно, ДНФ является ядом окислительного фосфорилирования, и его специфическое действие заключается в том, что ДНФ переводит окислительное фосфорилирование на свободный путь окисления, делая невозможным синтез аденозинтрифосфата (АТФ) из аденозиндифосфата (АДФ) и фосфорной кислоты ( $H_3PO_4$ ).

Мысль о возможности свободного и фосфорилирующего окисления в дыхательной цепи была высказана [3] еще в 1939 г., но лишь в 1951—1954 гг. опытами Ленинджера и сотр. [13] были получены прямые доказательства двух параллельных путей переноса электронов.

Учитывая то обстоятельство, что дыхание — центральное звено обмена веществ живой клетки, было бы ошибкой пренебречь влиянием ДНФ на дыхание и дыхательные системы и считать ДНФ только специфическим ядом окислительного фосфорилирования.

Имеющиеся в литературе данные по этому вопросу относятся к области физиологии животных. В подобных работах авторы рассматривают влияние ДНФ как на процесс окислительного фосфорилирования, так и на биоэлектрические потенциалы (БЭП) в животном организме. Ряд авторов отмечает, что действие ДНФ на животный организм, в частности, на гигантские аксоны дождевого червя, обратимо. В этом, по-видимому, большая роль принадлежит центральной нервной системе.

А у растений, как известно, «центральная нервная система не выделена в отдельную ткань, и принцип, функция ее распределена, разлита по всем клеткам» (И. П. Павлов).

Большинство электрофизиологов считает, что биоэлектрическая активность является лучшим показателем, характеризующим функциональное состояние растений и отдельных клеток. Имеются работы, показывающие связь между фотосинтезом и биоэлектрической активностью листа [7]; указывается, что при возрастании интенсивности света сначала биоэлектрическая активность увеличивается прямо пропорционально интенсивности освещения, затем в области, соответствующей порогу светового насыщения фотосинтеза, начинает в той же мере отставать от света, что и фотосинтез, и далее все больше выходит из под контроля освещения, в соответствии с классической кривой зависимости фотосинтеза от интенсивности света [11].

Ряд авторов, пользуясь различными методами, исследовал действие АТФ, ДНФ, ионов К, Na, Mg, глицерина на биоэлектрическую активность различных растений, на двигательную реакцию у растений, на круговое движение протоплазмы в клетках *Nitella* [8, 9, 10]. Приведенные работы говорят о тесной связи между биоэлектрическими потенциалами и обменными процессами, происходящими в растениях.

Наши эксперименты были проведены с целью выявить действие ДНФ на биоэлектрические потенциалы в проростках *Vicia faba*.

Для осуществления этой серии экспериментов была построена специальная экранированная камера, внутри которой смонтирован препаративный стол, на нем собрана специальная установка для регистрации биотоков проростка. Установка состоит из хлорсеребряных электродов, плексигласовой камеры с ячейками, в которые наливается вода для предупреждения высыхания проростка во время опыта, и низкочастотного электронного осциллографа с кинокамерой, дающей возможность снять ответные реакции на пленку. На корневую шейку проростка накладывается солевой мостик из 5% NaCl, который служит постоянным раздражителем, и на фоне этого постоянного во времени раздражителя мы можем видеть изменения БЭП, вызванные химическим агентом. В наших опытах использовались хлорсеребряные электроды [1] ( $\text{AgAgCl} - 0,1 \text{ N KCl}$ ), видоизмененной конструкции, предложенной М. А. Хведелидзе [2].

Расстояние между электродами остается строго постоянным за все время опыта и равно 5 см. Штатив, в зажимах которого укреплены электроды, имеет макро- и микровинты для плавного подвода электродов к испытуемому объекту.

Для выявления изменения БЭП проростков *Vicia faba* при действии динитрофенола, были выбраны три концентрации раствора ДНФ: 1)  $10^{-2}$  М, 2)  $10^{-4}$  М, 3)  $10^{-6}$  М.

В опытах использовались 2—3-дневные проростки конских бобов. До помещения проростка в раствор ДНФ несколько раз регистрировался контроль, затем тот же боб помещался в пробирку с определенной концентрацией ДНФ.

По истечении экспозиции, боб вытаскивался из пробирки, 15—30 сек. тщательно промывался в воде для удаления ДНФ с поверхности боба, и помещался на плексигласовую камеру для измерения биотоков.

Из выбранных концентраций  $10^{-2}$  М раствор динитрофенола оказался токсичным для проростков с первой же минуты экспозиции.

Остальные концентрации, начиная с  $10^{-4}$  М раствора до  $10^{-6}$  М раствора, оказались оптимальными в известных пределах. При действии ДНФ в концентрации  $10^{-4}$  М раствора на БЭП проростков получалось постепенное увеличение амплитуды, а на 15 мин. происходил резкий спад амплитуды БЭП.

При действии ДНФ в концентрации  $10^{-6}$  М раствора резкое уменьшение амплитуды БЭП произошло на 20 мин. экспозиции.

Как отмечалось выше, ДНФ является ядом окислительного фосфо-

рилирования, и действуя на этот процесс, он одновременно действует и на генерацию БЭП в растительных организмах.

При применении динитрофенола в концентрации  $10^{-2}$  М раствора наблюдается снижение БЭП до нуля с 1 же мин. Это говорит о том, что концентрация ДНФ настолько велика, что энергетический обмен сразу

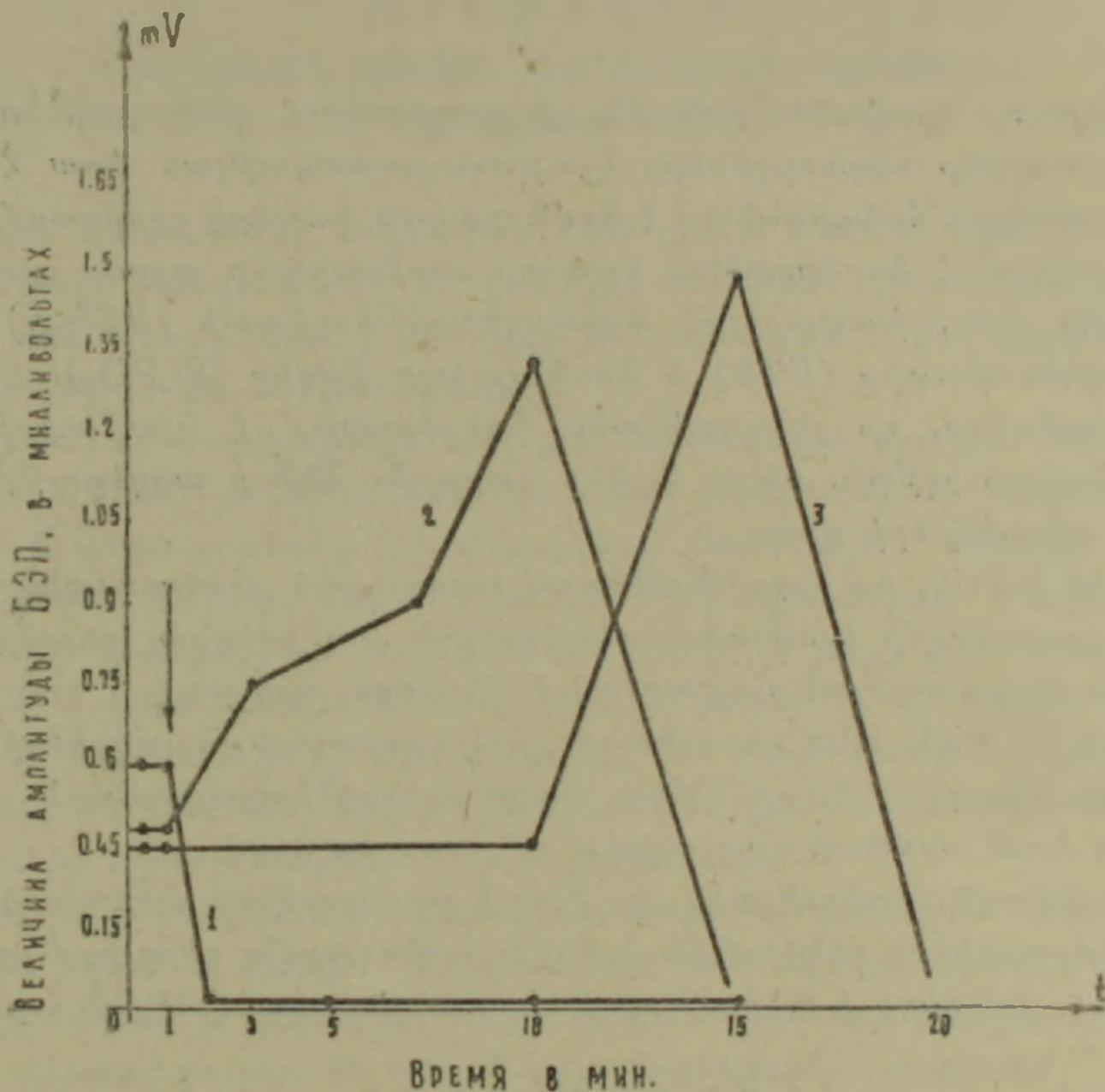


Рис. 1. Динамика изменения амплитуды БЭП под влиянием ДНФ; 1— $10^{-2}$  М; 2— $10^{-4}$  М; 3— $10^{-6}$  М. Стрелкой обозначено действие ДНФ.

нарушается, вследствие чего прекращается генерация БЭП. При применении ДНФ в концентрации  $10^{-4}$  М раствора резкое падение потенциала до нуля наблюдается уже на 15 мин. экспозиции, а в случае, когда на проросток действуем динитрофенолом в концентрации  $10^{-6}$  М раствором резкое падение потенциала происходит на 20 мин. Приведенные данные говорят о том, что при уменьшении концентрации ДНФ падение потенциала до нуля отодвигается в сторону большей экспозиции.

При действии динитрофенола медленные колебания начинают растягиваться до тех пор, пока не разовьется полное торможение электрической активности проростка.

В условиях глубоко зашедшего торможения действие динитрофенола на растительный организм необратимо.

ԴԻՆԻՏՐՈՖԵՆՈՒԼԻ ԱԶԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ VICIA FABAE ԸՆԴԵՂԵՆԻ  
ԲԻՈԷԼԵԿՏՐՈՒԿԱՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ներկայումս գրականության մեջ չի բացառվում դինիտրոֆենոլի ազդեցությունը տարբեր օրգանիզմների նյութափոխանակության վրա: Հայտնի է, որ դինիտրոֆենոլը հանդիսանում է ֆոսֆորական կապերի օքսիդացման թույն, և որ նա բերում է ֆոսֆորական կապերի օքսիդացումը ազատ օքսիդացման ճանապարհի վրա, խափանելով ազենազինտրիֆոսֆատի (ԱՏՖ-ի) սինթեզը ազենոզինդիֆոսֆատից (ԱԴՖ) և ֆոսֆորական թթվից ( $H_3PO_4$ ): Ընդունելով այն հանգամանքը, որ շնչառությունը հանդիսանում է նյութափոխանակության հիմնական շղթան, սխալ կլիներ բացառել ԴՆՖ-ի ազդեցությունը շնչառական սխեմաների վրա:

Հայտնի է նաև, որ օրգանիզմներում առաջացած բիոհոսանքները արտադրում են օրգանիզմի նյութափոխանակության ֆունկցիոնալ գրությունը:

Ներկա աշխատության մեջ արված է մի փորձ, որը ցույց է տալիս ԴՆՖ-ի ազդեցությունը *Vicia faba* ընդեղենում բիոէլեկտրական հոսանքների գեներացիայի վրա: Պարզված է, որ ԴՆՖ-ի տարբեր կոնցենտրացիաներն ընդեղենի 2—3 օրվա ծլած արմատի վրա ազդում են տարբեր ձևով:

Արվում է այն հետևությունը, որ ԴՆՖ-ի ազդեցության ժամանակ բիոէլեկտրական հոսանքներն սկսվում են ձգվել և հավասարվել զերոյի: Այդ դեպքում նկատվում է, որ տեղի է ունեցել բիոէլեկտրական ակտիվության արգելակում:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Шминке Г. А. Электрические измерения в физиологии и медицине. Медгиз, М., 1956.
2. Хведелидзе М. А. Успехи современной биологии, том XLVI, 1958.
3. Белицер В. А., Цыбакова Е. Т. Журн. Биохимия, 4, 516, 1939.
4. Котельникова А. В., Соломатина В. В., Горская И. А. Журн. Биохимия, 25, 1085, 1930.
5. Скулачев В. П. Соотношение окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи. Изд. АН СССР, М., 1962.
6. Буреш Я., Петрань М., Захар И. Электрофизиологические методы исследования. Изд. ИЛ., М., 1962.
7. Успенская В. Д. ДАН СССР, том LXXVIII, 2, 1951.
8. Поглазов Б. Ф. Журн. Биохимия, том 109, 3, 1956.
9. Синюхин А. М., Петербургская Е. А. Известия ТСХА, 2, 1962.
10. Петров-Спиридонов А. Е. Известия ТСХА, 3, 1962.
11. Тимирязев К. А. Избранные сочинения, т. I, М., 1943.
12. Кокина Н. Н. Биоэлектрические явления у инфузории. Диссертация, Москва, 1960.
13. Lehninger A. L. Oxidative phosphorylation Harvey Lectures, 49, 176, 1955.