

УДК 581.111+631.8

Б. Б. Вартапетян, Н. Г. Давтян

Особенности кислородного режима корней растений в условиях водной культуры

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. С. Давтяном 9/XII 1969)

Выращивание растений на питательных растворах в последние десятилетия получает все большее распространение не только в научных экспериментах, но и в практике (1-3).

Большой интерес представляет кислородный режим корней, поскольку корневая система растений, будучи погружена в раствор, практически лишена возможности непосредственного газообмена с окружающей атмосферой. Возможность аэрации корней, путем транспорта молекулярного кислорода из надземных зеленых органов растений, на что неоднократно ранее указывалось рядом исследователей (4-6), весьма ограничена (7-12).

До настоящего времени не разработаны оптимальные нормы обеспечения кислородом корней в условиях водных культур. Нами сделана попытка произвести прямые измерения кислорода в питательном растворе с помощью полярографического метода.

В опытах были использованы взрослые растения тыквы и томатов, выращенные в оранжерее на растворе Кнопа в 3-литровых вегетационных сосудах. В процессе выращивания корни ежедневно в течение 6-7 часов аэрировались. Растения были помещены корнями в сосуды с питательным раствором или с обычной водопроводной водой. До помещения корней в сосуд, вода (раствор) в течение 60 минут энергично аэрировалась. Температура воды 26-27°. В одних опытах (рис. 1-3) раствор в вегетационном сосуде не перемешивался. В других случаях (рис. 4) в течение всего опыта раствор в сосуде с корнями энергично перемешивался с помощью магнитной мешалки. Перемешивание приостанавливалось лишь на короткий срок, для снятия показания гальванометра.

Измерение кислорода в прикорневой зоне проводилось методом полярографии с использованием твердого платинового электрода (13). Во время опыта платиновые электроды (катоды) помещались в раствор на различные расстояния от корней. В некоторых опытах электрод прямо вводился по внутрь корня. В качестве анода служил каломель-

ный электрод, который контактировался с раствором с помощью агарового мостика. Между электродами создавалась разность потенциалов 0,60 в. В этих условиях сила тока, возникающего в полярографической

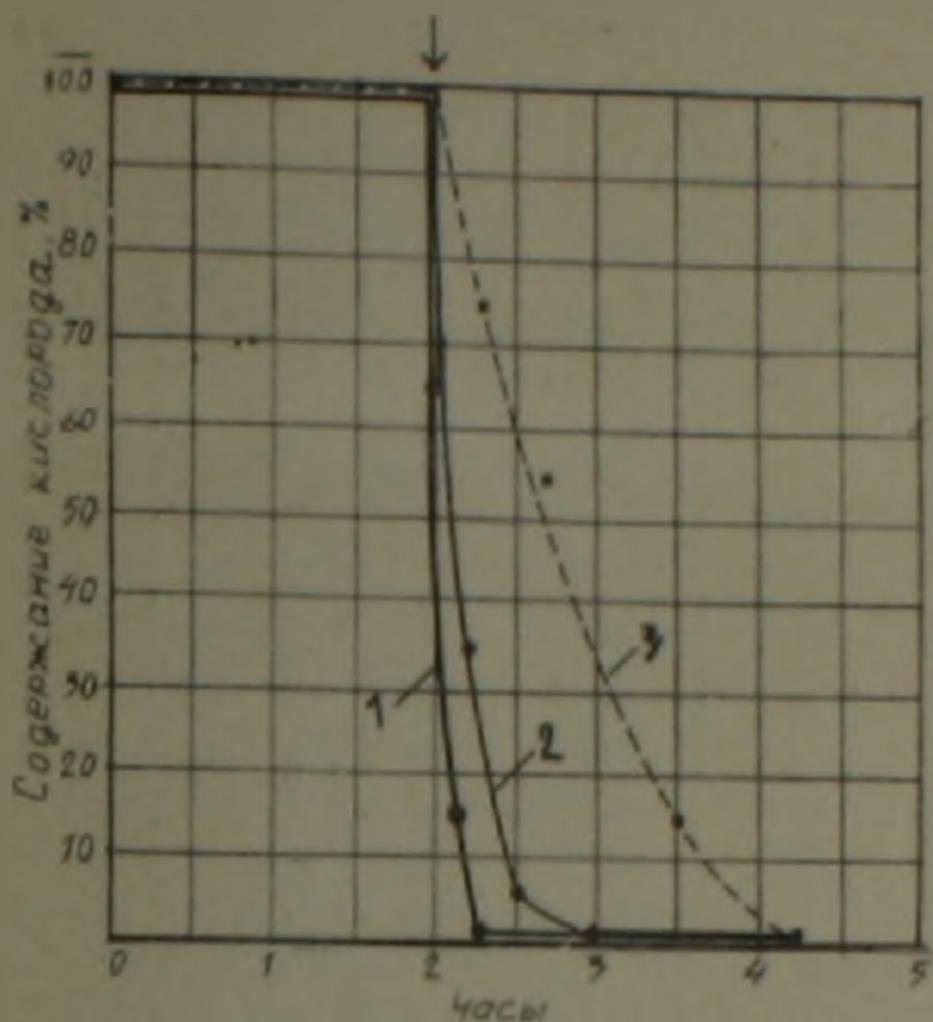


Рис. 1 Топография распределения кислорода в прикорневой зоне томатов.

Показания электродов, введенного в корень (1), помещенных в гущу корней (2), в раствор (3). Стрелка указывает момент прекращения аэрации

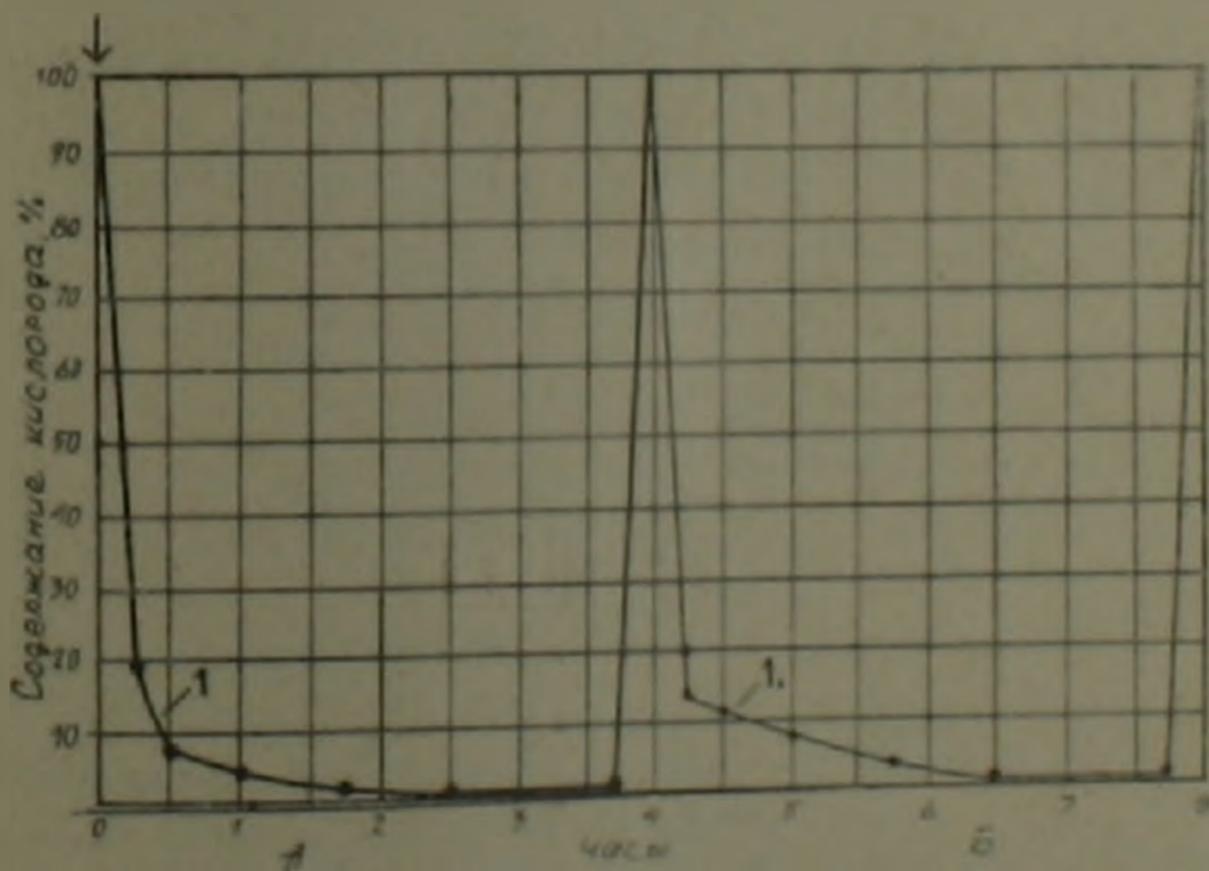


Рис. 2. Динамика поглощения кислорода корнями томатов при изоляции прикорневой зоны от окружающей атмосферы.

Электрод помещен в гущу корней. А—до нанесения слоя вазелинового масла на поверхность воды в сосуде; Б—после покрытия поверхности воды вазелиновым маслом

цепи в результате восстановления на катоде растворенного молекулярного кислорода, прямо пропорциональна концентрации кислорода в околокатодном пространстве. Таким образом, измеряя величину силы

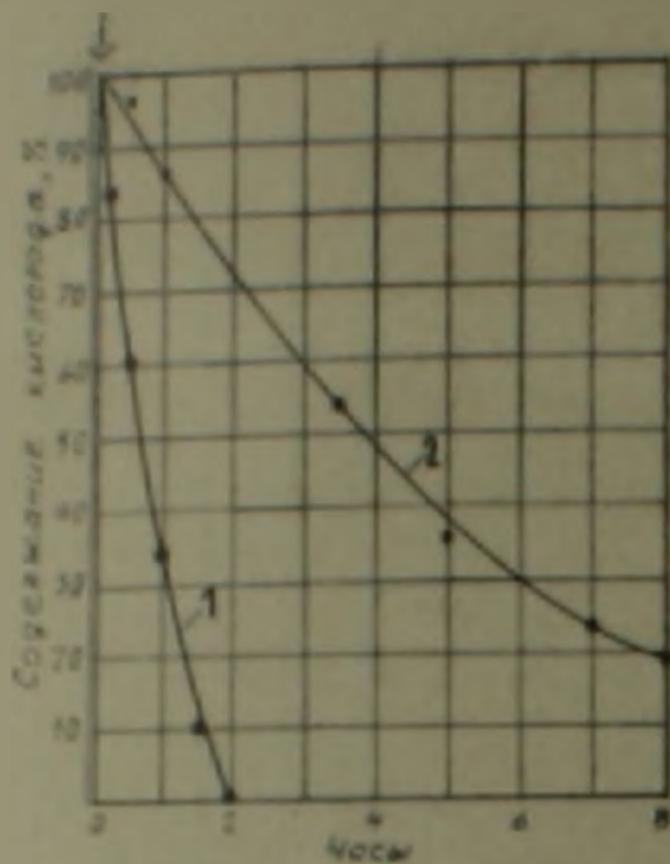


Рис. 3. Топография распределения кислорода в прикорневой зоне *Sycybia reed* в 10-литровом сосуде. Подача электродов в непосредственной близости от корней (1), вдали от корней, в воде (2).

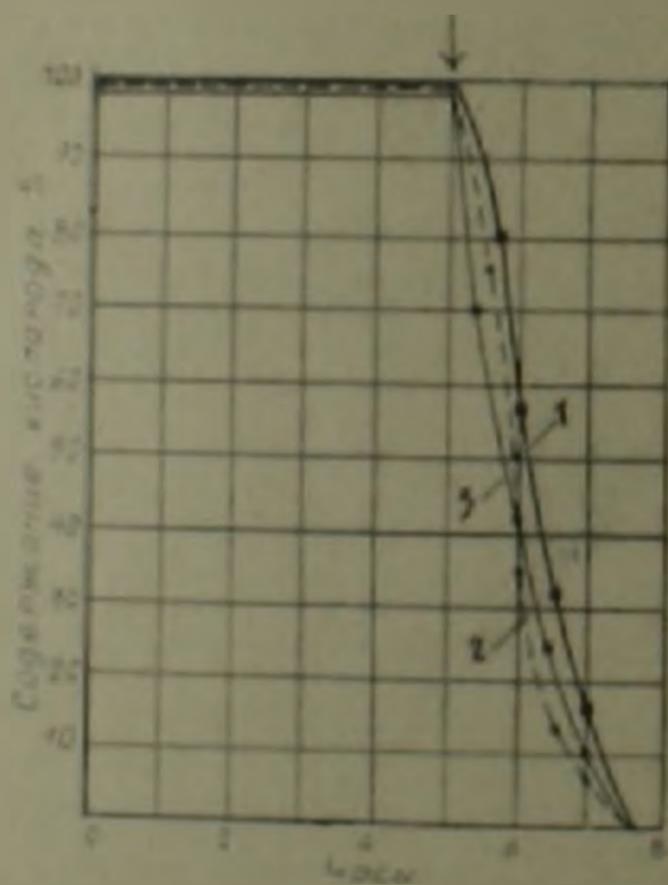


Рис. 4. Равномерное распределение кислорода в прикорневой зоне *Sycybia reed* при постоянном перемешивании питательного раствора. Электроды помещены: в гущу корней (1), поднесен к корням снаружи (2), вдали от корней в воду (3).

тока в полярографической цепи, можно было получить сведения о содержании кислорода в непосредственной близости от катода. Для регистрации возникающих токов был использован гальванометр М-196/1.

чувствительность которого $3,4 \times 10^{-9}$ А/дел. Цифры, приведенные на ординатах рис. 1—4, означают относительное содержание кислорода в растворе после 30—60 мин энергичной его аэрации, а за нуль—после 30 минутного пропускания через раствор тока тщательно очищенного кислорода газообразного азота (примесь O_2 —0,001 %).

На рис. 1 показана динамика поглощения кислорода корнями томатов из питательного раствора. В этих опытах корни растения на стадии цветения были помещены в 3-х литровый вегетационный сосуд. Вес корней 105 г, температура раствора 26—27°C. Один платиновый электрод (№ 1) был введен внутрь корня; электрод № 2 был помещен в самую гущу корней, наконец, третий электрод (№ 3) находился в питательном растворе на некотором расстоянии от корней.

Обращают на себя внимание показания платиновых электродов, помещенных внутрь корня и в гущу корней. Уже через 15 и 45 минут после прекращения аэрации раствора, кислород вблизи этих электродов оказался израсходованным, тогда как показание третьего электрода, расположенного вдали от корней, указывало на то, что значительная часть первоначального запаса кислорода в растворе остается еще неизрасходованной. Лишь через 2 часа кислород в питательном растворе оказался полностью использованным.

Диффузия кислорода из окружающей атмосферы к корням через открытую поверхность воды (раствора) настолько незначительна по сравнению с интенсивностью потребления O_2 корнями, что она не может оказать сколько-нибудь заметного влияния на динамику поглощения O_2 из окружающей водной среды. Это особенно наглядно видно из результатов другого опыта (рис. 2), где изучалась динамика поглощения кислорода из воды одними и теми же корнями до и после нанесения на водную поверхность слоя вазелинового масла. Как видно из приведенных данных, изоляция вазелиновым маслом прикорневой зоны от окружающей атмосферы не сказалась на динамике потребления кислорода прикорневой зоны.

Еще более наглядно обнаруженная выше закономерность неравномерного распределения O_2 в прикорневой зоне проявилась в другом опыте, в котором регистрировалась динамика поглощения кислорода из 10-литрового сосуда (рис. 3). В этом случае один платиновый электрод (№ 1) был подвешен к корням снаружи и, следовательно, он регистрировал содержание кислорода в воде, в непосредственной близости от корней. Второй электрод (№ 2) находился вдали от корней, на дне сосуда с водой.

Измерения показали, что через 2 часа, когда в окружающей водной среде еще имелся большой избыток кислорода (70 %), содержание кислорода в непосредственной близости от корней уже достигло нулевого значения.

Иная картина обнаруживается, если водную среду подвергнуть востоянному перемешиванию. На рис. 4 графически изображены показания трех платиновых электродов, регистрирующих изменение концен-

трации O_2 в воде на различном расстоянии от корней. В отличие от опытов, иллюстрированных на рис. 1 и 3, в данном случае, благодаря перемешиванию воды с помощью магнитной мешалки, различия в содержании кислорода в отдельных точках прикорневой зоны не были обнаружены.

Таким образом, результаты проведенных опытов показывают, что уже через 20—30 минут, даже после очень хорошей аэрации питательного раствора значительная часть корней исследованных растений начинает испытывать кислородный голод, хотя в самом растворе к этому времени большая часть запасов кислорода еще остается не использованной. Это обстоятельство следует принять к сведению при разработке оптимального кислородного режима корней в условиях водных культур. В частности из этих данных уже сейчас можно заключить, что в неподвижных питательных растворах перерывы в аэрации корней, длящиеся более 30—60 минут, должны привести к депрессии аэробного метаболизма клеток корней у тех растений, у которых транспорт O_2 из надземных частей отсутствует или проявляется слабо.

Авторы выражают благодарность Л. И. Поляковой за помощь при проведении экспериментальной части настоящей работы.

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

Институт агрохимических проблем и гидропоники
Академии наук Армянской ССР

Ր. Ր. ՎԱՐԴԱԳԵՏՅԱՆ, Ն. Գ. ԳԱՎԻՅԱՆ

Ջրային կուլտուրայի պայմաններում աճեցվող բույսերի արմատների թրթվածնային ռեժիմի առանձնահատկությունները

Առանձնատիրվել է ջրային կուլտուրաներում աճեցվող զրումի և լուիկի մերձարմատային զոնայում թրթվածնի բաշխման տեղայնությունը պայլարոգրաֆիկ մեթոդի օգնությամբ՝ օգտագործելով ամուր պլատինի էլեկտրոդ:

Ցույց է տրվել, որ արդեն 20—30 րոպեում լուծույթի օդափոխումից հետո, արմատների զգայի մասը սկսում է զգալ թրթվածնի սով: Հնայած որ լուծույթում թրթվածնի պայարի մեծ մասը դեռ մնում է չօգտագործված:

Առաջված տվյալներից կարելի է եզրակացնել, որ սենդարար լուծույթներում աճեցվող բույսերի արմատների սովորարար ընդունված օդափոխության նորմաները յատ հեռու են արմատները թրթվածնով ապահովելու պահիմայ պայմաններից:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ М. Бектли, Промышленная гидропоника, Изд. «Колос», М., 1965. ² Г. С. Давтян, Гидропоника как производственное достижение агрохимической науки. XVIII Прянишниковское чтение, М., 1968. ³ З. И. Журбицкий, Теория и практика вегетационного метода, Изд. «Наука», М., 1968. ⁴ R. Brown, Ann. Bot. N; S. 11, 417 (1947). ⁵ N. T. S. Evans, & M. Ebert, Journ. Exptl. Bot. 11, 246 (1960). ⁶ С. В. Солдатенков и Чжао-Сянь дуан, Физиол. раст., т. 8, 385 (1961). ⁷ С. В. Солдатенков и Т. В. Чиркова, Физиол. раст. т. 10, 535 (1963). ⁸ С. R. Jensen, I. Leloy, & I. H. Stolzy, Science, 144, 550, 1964. ⁹ Б. Б. Вартанетян, Физиол. раст. т. 11, 774 (1964). ¹⁰ Б. Б. Вартанетян, И. И. Андреева, И. Г. Давтян, И. И. Маслова, Физиол. раст., т. 15, 19 (1968). ¹¹ A. I. Kursanov, & B. B. Vartapetyan, Plants and Oxygen. Mediterranean, № 27, p. 726, 1968. ¹² B. B. Vartapetyan, XI Internat. Botanic. Congress Seattle, Washington, USA. Abstracts. 1969.