

УДК 631.811.98:581.12

**ПОГЛОЩЕНИЕ КИСЛОРОДА  
СИСТЕМОЙ ПОЧВА — ОГУРЕЧНОЕ РАСТЕНИЕ ПРИ ВНЕСЕНИИ  
ПРЕПАРАТА СИМБИОНТ-2 В ПОЧВУ**

**Н. Н. ИГНАТЬЕВ, В. А. ШУВАЕВ**

**(Кафедра почвоведения)**

Колебания скорости поглощения кислорода системой почва — растение позволяют судить о реакции последней на воздействия факторов роста растений. В частности, по скорости поглощения кислорода тепличным грунтом с корнями 7-дневных проростков огурцов можно оценивать активность Симбионта-2 (СЭО) [9]. Предпосевная обработка семян огурцов этим препаратом приводила к заметному повышению урожая, чему предшествовало усиленное развитие корневой системы и грибов-эндофитов в корнях. Синтетическая активность корневой системы возрастает уже на 7-й день жизни растений, что подтверждается увеличением в обработанных стимулятором вариантах скорости поглощения кислорода почвой с корнями огуречных проростков и числа корневых окончаний [6].

Если учесть, что разовое применение препарата (замочка семян) вызывает устойчивые и благоприятные для растений сдвиги в жизнедеятельности растительного организма, то закономерен вопрос о расширении способов применения стимулятора. В настоящей работе мы сделали попытку найти способ непрерывного воздействия Симбионта-2 на сформировавшееся растение и обнаружить это действие по изменению скорости поглощения кислорода почвой с развившимися в ней корнями. Для этого стимулятор вводили в почву с растениями путем их полива в течение нескольких дней.

При проведении настоящей работы мы исходили из предположения, что механизм, лежащий в основе методики выделения грибов-эндифитов из корней, имеет место и в системе почва — растений. Согласно методике Ф. Ю. Гельцер [4], эндифиты прорастают из корней только в том случае, если в питательной среде есть стимулирующее начало. Это означает, что обогащение среды стимулятором вызывает усиленный рост эндифитов.

Если допустить, что введение Симбионта-2 в почвенный раствор прямо или косвенно путем активизации деятельности микроорганизмов приведет к увеличению стимулирующего начала внутри растущих молодых корней, то можно ожидать более интенсивного внедрения эндифитов в корни и их дальнейшего развития. В свою очередь, это должно усилить грибной синтез в корнях и вызвать увеличение скорости поглощения кислорода почвой с развившимися в ней корнями, повышение урожая [3, 13] и устойчивости растений к болезням [5]. Следует подчеркнуть, что имеется в виду прорастание эндифитов из более старых корней в более молодые, отрастающие от первых.

## Материал и методика

Первоначально мы поливали почву с проростками огурцов в стаканчиках объемом 40 мл и в 7-дневном возрасте растений на аппарате Варбурга определяли скорость поглощения кислорода почвой с корнями. Однако достоверного и воспроизводимого увеличения скорости дыхания получить не удалось, что можно объяснить недостаточным развитием эндифитов в корнях проростков. Это согласуется с имеющимися в литературе данными [13] о заметном усилении развития эндифитов у однолетних злаков в фазы кущения и цветения, в период образования 2—3 листьев в корнях были лишь отдельные гифы грибов. Таким образом, поскольку для развития эндифитов необходимо достаточное количество времени, мы решили измерить скорость поглощения кислорода почвой с корнями в месячном возрасте огурцов.

Для работы с большими растениями модифицированный аппарат Варбурга [7, 8] непригоден. Поэтому мы модифицировали прибор Лиса [16], приспособив его для измерения скорости поглощения кислорода почвой с корнями растений и исключив операцию отрезания стебля перед опытом. Схема модифицированного прибора Лиса представлена на рис. 1. В модифицированном приборе в отличие от прототипа имеется сосуд измененной конструкции для почвы. Как видно на рис. 1, сосуд для почвы 1 снабжен двумя патрубками. Через короткий патрубок 7 с боковыми отверстиями предварительно парафинированная и обернутая куском капроновой ткани 8 стальная оцинкованная трубка 7 с боковыми отверстиями. Остальная часть сосуда заполняется почвой 2, которая не доходит примерно 1 см до края в

длинном патрубке. Трубка в сосуде почвой не заполняется, через короткий патрубок она связана с атмосферой. Проросшее семя высаживается в почву через отверстие длинного патрубка. Корневая система 3 оказывается внутри сосуда в почве, а надземная часть растения 6 — за пределами сосуда в атмосфере. Отверстий двух патрубков и трубки с боковыми отверстиями достаточно

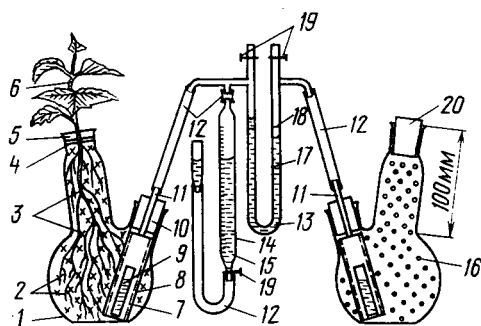


Рис. 1. Схема модифицированного аппарата Лиса.

1 — сосуд с почвой и растением; 2 — почва; 3 — корни; 4 — полиэтиленовая пленка, положенная на почву вокруг стебля растения; 5 — слой парафина; 6 — надземная часть растения; 7 — парафинированная металлическая трубка с боковыми отверстиями; 8 — слой капроновой ткани вокруг трубки; 9 — сосудик с щелочью; 10 — резиновая пробка с отверстием; 11 — стеклянная трубка; 12 — резиновые шланги; 13 — манометр; 14 — боковая градуированная бюретка; 15 — 10 %  $H_2SO_4$ ; 16 — силикагель в компенсирующем сосуде; 17 — жидкость Броди внутри манометра; 18 — отметка первоначального уровня манометрической жидкости; 19 — краны; 20 — сплошная резиновая пробка.



Рис. 2. Рост растений в модифицированных сосудах.

для снабжения почвы с корнями воздухом и выращивания полноценных растений (рис. 2).

Полив осуществляется через нижний патрубок и трубку с боковыми отверстиями. В начальный период развития растений допустим полив и через верхний патрубок. При определении скорости поглощения кислорода системой почва-растение почву с развившимися в ней корнями необходимо изолировать от атмосферы. Для этого в длинном патрубке на почву вокруг стебля накладывают без зазоров полиэтиленовую пленку 4 (с отверстием для стебля), а на пленку — слой вазелина 5, который обеспечивает герметичность. В трубку 7 вводится сосуд со щелочью 9 (10 % NaOH) для поглощения углекислого газа, выделяемого почвой и корнями внутри сосуда. Через короткий патрубок сосуд соединяется с помощью пробки 10, стеклянной трубки 11 и резинового шланга 12 со стеклянным манометром 13, заполненным жидкостью Броди 17 [14]. Вторая ветка манометра соединяется с изолированным от атмосферы (пробка 20) компенсирующим сосудом такой же конструкции. Этот сосуд, компенсирующий случайные колебания давления, заполняется увлажненным 10 % серной кислотой силикагелем 16. Кроме того, в него вставляется трубка с боковыми отверстиями, а в нее вводится сосудик с щелочью.

В начале опыта краны 19 на манометре закрывают. Поглощение кислорода в левом сосуде с почвой и корнями приводит к изменению уровней жидкости в манометре. С последним соединена боковая градуированная бюретка 14 с жидкостью, практически не растворяющей газы (10 %  $H_2SO_4$ ) [2]. Открыв кран 19 в нижней части бюретки, с помощью сообщающегося сосуда можно менять уровень жидкости в ней. В боковую бюретку из этого сосуда вводится жидкость, необходимая для приведения жидкости Броди в манометре к первоначальной отметке 18. Количество добавленной жидкости равно объему поглощенного кислорода. Количество поглощенного кислорода мы приводили к нулю гра-

дусов и нормальному давлению. Путем взвешивания рабочих сосудов перед началом опыта и после взятия отсчетов учитывали изменение объема воздуха внутри сосудов за счет испарения воды растениями и вводили поправки в значения поглощенного кислорода. Скорость поглощения кислорода выражали в миллилитрах на 1 кг абсолютно сухой почвы за час. Опыты проводили при постоянной температуре. Сосуды помещали в ванну аппарата Варбурга, температура воды в которой автоматически поддерживалась на уровне 25°. Перед закрытием кранов на манометрах сосуды 1 ч выдерживали в ванне, за этот период температура почвы достигала температуры воды в ванне. Экспозиция опыта затем составляла 30 мин. Над ванной на высоте 60 см над уровнем сосудов было подвешено две лампы ДРЛФ-400 [11] для освещения растений во время опыта. Растения выращивались на световом столе, над которым было укреплено 6 ламп ДРЛФ-400 на высоте 100 см над уровнем сосудов. Длительность освещения составляла 11 ч в сутки. Дневная температура почвы в сосудах на столе равнялась  $25 \pm 2^\circ$ .

В опытах использовали выщелоченный тяжелосуглинистый чернозем (пахотный горизонт) и семена огурцов гибрида ТСХА-211. Содержание физической глины в почве составляло 53,60 %, илстой фракции — 24,70 %, плотность почвы в сосуде — 1,07 г/см<sup>3</sup>, плотность твердой фазы — 2,41 г/см<sup>3</sup>, содержание гигроскопической влаги — 5,55 %, гумуса по Тюрину — 6,95 % сухой массы почвы,  $pH_{вод}$  и  $pH_{сол}$  — соответственно 6,0 и 5,3; содержание  $NH_4^+$  и  $NO_3^-$  в водной вытяжке — соответственно 4,06 и 3,39,  $K_2O$  и  $P_2O_5$  в 1 % углекислом аммонии — соответственно 13,72 и 2,96 мг на 100 г абсолютно сухой почвы. В каждый сосуд входило 376,6 г абсолютно сухой почвы, которая увлажнялась до 25 % пористости аэрации. Через 5 дней после увлажнения почвы в нее высевали проросшие семена огурцов (1 семя на сосуд). Начиная с 4-дневного возраста проростков в течение четырех дней в почву через отвер-

ствие длинного патрубка вносили 35 мл раствора Симбионта-2, причем в 1-й день — 20 мл. На 4-й день после постепенного внесения остальных 15 мл препарата пористость азрации достигла 20 % от объема почвы, этот уровень и поддерживался до конца опытов путем регулярных поливов.

Так как стимулятор может не оказать действия на дыхание системы при недостаточно хороших условиях роста растений, полив в соответствующих вариантах проводили не водой, а раствором Кнопа [15] половинной концентрации (в нормальной смеси содержание  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  — 1,0;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  — 0,25;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 0,25;  $\text{KCl}$  — 0,125;  $\text{FeCl}_3$  — 0,0125 г/л). В дни полива стимулятором последний разводился в питательном растворе, количество которого учитывалось. В вариантах без растений количество внесенного в почву питательного раствора было меньше, чем в вариантах с растениями, что связано с меньшим количеством испаряемой из почвы воды. И так как элементы питания в вариантах без растений и в варианте с растениями вноси-

ли одинаковым способом, эти варианты представлены двумя параллельными опытами.

Наблюдения проводили в 6 повторностях. Использовалась двухфакторная схема математического планирования эксперимента [10]. Факторами были Симбионт-2 ( $X_2$ ), представленный соответствующим разведением в долях от первоначальной концентрации, и питательный раствор ( $X_1$ ). Последний можно рассматривать как самостоятельный фактор при условии постоянства соотношений между элементами питания.

Результаты экспериментов представлены в таблицах и в виде уравнений, предназначенных для работы с кодированными независимыми переменными. Фактические критерии Фишера ( $F_\Phi$ ) для уравнений рассчитывались согласно рекомендациям [12]. В качестве теоретических критериев Фишера и Стьюдента при уровне значимости 0,01 взяты соответственно значения  $F_{01}=5,8$  и  $t_{01}=2,9$ , которые отвечают уравнениям с двумя независимыми переменными.

### Результаты исследований

В табл. 1 представлены условия и результаты опыта с почвой и корнями растений, достигших месячного возраста.

На основании полученных результатов рассчитаны два уравнения регрессии, отражающие влияние  $X_2$  и  $X_1$  на скорость поглощения кислорода ( $Y$ ). Перед каждым уравнением приведены колебания действующих факторов:

$$X_1 (0,00—295); X_2 (0,00—0,00001). \\ Y = 4,58 + 0,34 X_1 + 0,50 X_2 + 0,20 X_1 X_2$$

$$t_\Phi = \quad 10,8 \quad 15,8 \quad 6,3 \\ F_\Phi = 128,1 \quad (1)$$

Т а б л и ц а 1

Поглощение кислорода черноземом с корнями огуречных растений в зависимости от действия факторов  $X_1$  и  $X_2$

Вариант опыта	$X_1^*$ , мл	Элементы питания, мг/сосуд			$X_2$ (концентрация)	$Y$ , мл/кг·ч
		N	$P_2O_5$	$K_2O$		

36-й день компостирования после 1-го полива (растения в возрасте 31 дня)

1	0,0	28,06	11,15	51,67	0,0	3,94
2	295	53,24	30,40	76,08	0,0	4,22
3	0,0	28,06	11,15	51,67	0,00001	4,54
4	295	53,24	30,40	76,08	0,00001	5,60
5	0,0	28,06	11,15	51,67	0,0001	3,83
6	295	53,24	30,40	76,08	0,0001	5,02

43-й день компостирования после 1-го полива (растения в возрасте 38 дней)

1	0,0	28,06	11,15	51,67	0,00	4,09
2	365	59,21	34,97	81,88	0,00	4,43
3	0,0	28,06	11,15	51,67	0,00001	4,56
4	365	59,21	34,97	81,88	0,00001	5,76
5	0,0	28,06	11,15	51,67	0,0001	3,91
6	365	59,21	34,97	81,88	0,0001	5,09

\* На 36-й и 43-й день компостирования после 1-го полива внесено с питательным раствором (в мг/100 г абсолютно сухой почвы): N — соответственно 6,69 и 8,27;  $P_2O_5$  — 5,11 и 6,33;  $K_2O$  — 6,48 и 8,02.

$$X_1(0,00-295); X_2(0,00001-0,0001).$$

$$Y=4,75+0,56 X_1 - 0,32 X_2$$

(2)

$$t_{\Phi} = \quad 16,7 \quad 9,5$$

$$F_{\Phi} = 185,7$$

Из табл. 1 видно, что добавка в почву питательного раствора способствует некоторому повышению скорости поглощения кислорода почвой с корнями. Несколько эффективнее оказалось действие стимулятора в разведении 0,00001. При совместном действии стимулятора в указанной концентрации и питательного раствора скорость поглощения кислорода возросла по сравнению с контролем почти в полтора раза.

Как видно из уравнения (1), указанный эффект обеспечивается благодаря сумме достоверных индивидуальных действий факторов, а также их взаимодействия ( $X_1X_2$ ). Таким образом, стимулирующий фактор, введенный в почву, способствует более эффективному использованию элементов питания системой почва — растение. Это согласуется с литературными данными [1]. Использование препарата Симбионт-2 в концентрации 0,0001 приводило к уменьшению скорости поглощения кислорода, о чем свидетельствует отрицательный знак при коэффициенте регрессии второй независимой переменной ( $X_2$ ) в уравнении (2). Следовательно, концентрация препарата 0,0001 оказалась избыточной.

Для проверки устойчивости выявленных тенденций в изменении скорости поглощения кислорода почвой с корнями растений в возрасте 31 дня были проведены наблюдения через неделю (табл. 1). Характер колебаний значений скорости поглощения кислорода системой почва—растение был одинаковый в оба срока наблюдений, некоторые различия связаны с возрастом растений. Рассчитанные по данным второго срока наблюдения уравнения регрессии (3) и (4) отражают те же особенности воздействия изучаемых факторов на дыхание системы, что и в первый срок.

Сохранилось достоверное индивидуальное действие факторов. Имело место положительное взаимодействие между питанием и стимулятором в интервале разведений 0,00—0,00001 (3), а также отрицательное действие стимулятора в интервале 0,00001—0,0001 (4).

$$X_1(0,00-365); X_2(0,00-0,00001)$$

$$Y=4,71+0,39 X_1+0,45 X_2+0,22 X_1X_2$$

$$t_{\Phi} = \quad 8,4 \quad 9,7 \quad 4,7 \quad (3)$$

$$F_{\Phi} = 60,8$$

$$X_1(0,00-365); X_2(0,00001-0,0001)$$

$$Y=4,83+0,60 X_1-0,33 X_2$$

(4)

$$t_{\Phi} = \quad 12,9 \quad 7,1$$

$$F_{\Phi} = 111,4$$

Для вычленения влияния корневой системы на скорость поглощения кислорода системой почва — растение и установления реакции одной почвы на действие изучаемых факторов были проведены опыты с почвой без растений в те же сроки (табл. 2).

В 1-м варианте почва с корнями поглощала больше кислорода, чем без них. В 3-м варианте (без питательного раствора) скорость поглощения кислорода возросла в результате действия стимулятора в разведении 0,00001, хотя сама величина была меньше, чем в варианте с корнями. Это свидетельствует о том, что не только корни, но и почвенные микроорганизмы положительно отреагировали на стимулирующее начало. Большую скорость поглощения кислорода в первом случае можно отнести за счет прямого и косвенного действия корней. Уравнения (5) и (6) рассчитаны по данным табл. 2.

Поглощение кислорода черноземом в зависимости от действия факторов  $X_1$  и  $X_2$ 

Вариант опыта	$X_1^*$ , мл	Элементы питания, мг/сосуд			$X_2$ (концентрация)	У, мл/кг·ч
		N	$P_2O_5$	$K_2O$		
36-й день компостирования						
1	0,0	28,06	11,15	51,67	0,0	3,03
2	170	42,57	22,24	65,74	0,0	3,33
3	0,0	28,06	11,15	51,67	0,00001	3,36
4	170	42,57	22,24	65,74	0,00001	3,45
5	0,0	28,06	11,15	51,67	0,0001	3,07
6	170	42,57	22,24	65,74	0,0001	3,38
43-й день компостирования						
1	0,0	28,06	11,15	51,67	0,0	3,03
2	183	43,68	23,09	66,82	0,0	3,34
3	0,0	28,06	11,15	51,67	0,00001	3,36
4	183	43,68	23,09	66,82	0,00001	3,46
5	0,0	28,06	11,15	51,67	0,0001	3,07
6	183	43,68	23,09	66,82	0,0001	3,39

\* На 36-й и 43-й день компостирования после 1-го полива внесено с питательным раствором (в мг/100 г абсолютно сухой почвы): N — соответственно 3,85 и 4,15;  $P_2O_5$  — 2,94 и 3,17;  $K_2O$  — 3,74 и 4,02.

$$X_1(0,00-170); X_2(0,00-0,00001).$$

$$Y = 3,29 + 0,10 X_1 + 0,11 X_2 - 0,05 X_1 X_2$$

(5)

$$t_{\phi} = \quad 9,2 \quad 10,1 \quad 4,6$$

$$F_{\phi} = 74,4$$

$$X_1(0,00-170); X_2(0,00001-0,0001).$$

$$Y = 3,32 + 0,10 X_1 - 0,09 X_2 + 0,06 X_1 X_2$$

(6)

$$t_{\phi} = \quad 11,0 \quad 9,9 \quad 6,6$$

$$F_{\phi} = 87,1$$

Из уравнения (5) видно, что индивидуальное действие питательного раствора, как и стимулятора (0,00001), оказало положительное и достоверное действие на поглощение кислорода почвой (положительные коэффициенты при  $X_1$  и  $X_2$ ). В то же время имело место достоверное отрицательное взаимодействие питания и стимулирующего начала (отрицательный коэффициент при  $X_1 X_2$ ). Поскольку микроорганизмы очень чувствительны к сбалансированности питания, то можно допустить, что более интенсивное под действием стимулятора потребление НРК не сбалансировано с достаточным количеством доступного органического вещества. При увеличении концентрации до 0,0001 стимулятор оказывал отрицательное действие на поглощение  $O_2$ , о чем свидетельствует отрицательный знак при  $X_2$  в уравнении (6). Снижение скорости поглощения кислорода можно объяснить излишне большой концентрацией препарата для почвенных микроорганизмов. Наряду с этим установлено положительное и достоверное взаимодействие между питательным раствором и препаратом. Можно предположить, что при повышении концентрации стимулятора до 0,0001 некоторые группы микроорганизмов смогли использовать малодоступные для них формы питания. Как видно из табл. 2 и уравнений (7) и (8), результаты, полученные на 43-й день после полива, практически не отличались от предыдущих. Это говорит об устойчивом действии изучаемых факторов на дыхание почвенной микрофлоры. Следует отметить, что, несмотря на малые различия между значениями скорости поглощения кислорода по вариантам, удалось получить достоверные коэффициенты регрессии бла-

годаря достаточному числу повторностей — 36 наблюдений по 6 вариантам.

$$\begin{aligned} X_1(0,00-183); X_2(0,00-0,00001). \\ Y = 3,30 + 0,10X_1 + 0,11X_2 - 0,05X_1X_2 \\ t_{\phi} = \quad 12,2 \quad 13,5 \quad 6,1 \\ F_{\phi} = 125,0 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} X_1(0,00-183); X_2(0,00001-0,0001). \\ Y = 3,32 + 0,11X_1 - 0,09X_2 + 0,06X_1X_2 \\ t_{\phi} = \quad 13,3 \quad 10,9 \quad 7,2 \\ F_{\phi} = 121,0 \end{aligned} \quad (8)$$

### Выводы

1. Модифицированный аппарат Лииса дает возможность измерять скорость поглощения кислорода почвой с развившимися в ней корнями огуречных растений месячного возраста, что исключает необходимость отрезать стебли перед опытом.

2. Введение в почву Симбионта-2 (концентрация 0,00001) в фазе проростков способствует повышению скорости поглощения кислорода почвой с развившимися в ней корнями огурцов месячного возраста.

3. Установлен эффект взаимодействия препарата в концентрации 0,00001 и питательного раствора, выражающийся в усилении поглощения кислорода системой почва — растение.

4. Скорость поглощения кислорода почвой без корней возрастает при введении в нее раствора препарата (концентрация 0,00001), однако в меньшей степени, чем системой почва — растение в тех же условиях.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова И. В. О физиологической активности органических веществ специфической и индивидуальной природы. — Почвоведение, 1983, № 11, с. 22—32. — 2. Бондарев А. Г. Воздушные свойства и воздушный режим почв. — В кн.: Агрофизические методы исследования почв / Под ред. С. И. Долгова. М.: Наука, 1966, с. 122—142. — 3. Гельцер Ф. Ю. Новые продуценты стимулирующих веществ для растений. — Докл. ВАСХНИЛ, 1975, № 5, с. 16—18. — 4. Гельцер Ф. Ю. Получение чистых культур эндофитов из растений. — Микология и фитопатология, 1977, том 11, № 3, с. 183—188. — 5. Гельцер Ф. Ю. Микробиологическая теория иммунитета. — Защита растений, 1981, № 9, с. 22—24. — 6. Дозорцева Н. В., Игнатьев Н. Н. Влияние совместного применения меди и биостимуляторов Симбионта-1 и Симбионта-2 на поглощение кислорода тепличной почвой с корнями огуречных проростков. — Изв. ТСХА, 1983, вып. 2, с. 90—96. — 7. Игнатьев Н. Н. Модификация метода Варбурга с целью определения интенсивности поглощения кислорода почвой с ненарушенной структурой. — Докл. ТСХА, 1972, вып. 176, с. 51—55. — 8. Игнатьев Н. Н., Дозорцева Н. В. Поглощение кислорода системой почва — растение в зависимости от уровня аэрации, азотного питания и дей-

ствия стимулятора Симбионт-1. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 6, с. 94—101. — 9. Игнатьев Н. Н., Дозорцева Н. В. Оценка активности биологических стимуляторов роста растений по интенсивности поглощения кислорода системой почва — растение. — Изв. ТСХА, 1981, вып. 1, с. 72—78. — 10. Игнатьев Н. Н., Передкова Л. И. Использование метода математического планирования эксперимента при изучении биологической активности почвы. — Изв. ТСХА, 1977, вып. 2, с. 113—121. — 11. Леман В. М. Курс светокультуры растений. М.: Высшая школа, 1976. — 12. Политова И. Д. Дисперсионный и корреляционный анализ в экономике. М.: Экономика, 1972. — 13. Селиванов И. А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. М.: Наука, 1981. — 14. Семихатова О. А., Чулановская М. В. Манометрические методы изучения дыхания и фотосинтеза растений. М.—Л.: Наука, 1965. — 15. Чернавина И. А., Потапов Н. Г., Косуплина Л. Г., Кренделева Т. Е. Большой практикум по физиологии растений. М., Высшая школа, 1978. — 16. Lees H. — Plant and Soil, 1949, vol. 2, N 1, p. 123—128.

Статья поступила 8 мая 1984 г.

### SUMMARY

The article suggests a way to measure the speed of oxygen absorption by the soil containing developed roots of 1-month-old cucumber plants. Introducing Symbiont-2 into the soil results in higher speed of oxygen absorption by the soil and by the system soil-plant. Effect of interaction of the chemical and plant nutrition was found expressing itself as higher rate of oxygen absorption by the given system.