

# МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТ

**ISO  
8692**

Третье издание  
2012-02-15

---

---

## Качество воды. Тест на подавление роста водорослей в пресной воде с применением одноклеточных зеленых водорослей

*Water quality — Fresh water algal growth inhibition test with unicellular green algae*

ISO 8692:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d5914d7a-ec4d-41c8-93d8-3794c6e82988/iso-8692-2012>

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R  
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO



Ссылочный номер  
ISO 8692:2012(R)

© ISO 2012

**Отказ от ответственности при работе в PDF**

Настоящий файл PDF может содержать интегрированные шрифты. В соответствии с условиями лицензирования, принятыми фирмой Adobe, этот файл можно распечатать или смотреть на экране, но его нельзя изменить, пока не будет получена лицензия на установку интегрированных шрифтов в компьютере, на котором ведется редактирование. В случае загрузки настоящего файла заинтересованные стороны принимают на себя ответственность за соблюдение лицензионных условий фирмы Adobe. Центральный секретариат ISO не несет никакой ответственности в этом отношении.

Adobe – торговый знак фирмы Adobe Systems Incorporated.

Подробности, относящиеся к программным продуктам, использованным для создания настоящего файла PDF, можно найти в рубрике General Info файла; параметры создания PDF были оптимизированы для печати. Были приняты во внимание все меры предосторожности с тем, чтобы обеспечить пригодность настоящего файла для использования комитетами-членами ISO. В редких случаях возникновения проблемы, связанной со сказанным выше, просьба проинформировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 8692:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d5914d7a-ec4d-41c8-93d8-3794c6e82988/iso-8692-2012>



**ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ**

© ISO 2012

Все права сохраняются. Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO, которое должно быть получено после запроса о разрешении, направленного по адресу, приведенному ниже, или в комитет-член ISO в стране запрашивающей стороны.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail copyright @ iso.org  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Опубликовано в Швейцарии

## Содержание

Страница

Предисловие .....	iv
1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины и определения .....	2
4 Принцип .....	2
5 Реактивы и среда .....	3
6 Аппаратура.....	5
7 Методика .....	5
7.1 Приготовление питательной среды .....	5
7.2 Предварительное приготовление культуры и инокулята.....	6
7.3 Выбор концентраций анализируемой пробы .....	6
7.4 Приготовление анализируемой пробы и исходных растворов.....	6
7.5 Приготовление опытных и контрольных партий .....	7
7.6 Инкубация .....	7
7.7 Измерения .....	8
8 Критерии достоверности .....	8
9 Расчет .....	8
9.1 Построение кривых роста .....	8
9.2 Расчет ингибирования в процентах.....	9
9.3 Определение $E_rC_x$ (например, $E_rC_{10}$ и $E_rC_{50}$ ).....	9
10 Выражение результатов .....	10
11 Интерпретация результатов.....	10
12 Прецизионность.....	10
13 Протокол испытания.....	11
Приложение А (информативное) Быстрый скрининг торможения роста водорослей в сточных водах.....	13
Приложение В (информативное) Процедура тестирования водорослей из слоя макроводорослей с прямым измерением роста водорослей в спектрофотометрических ячейках.....	16
Приложение С (информативное) Метод иммобилизации водорослей в альгинатных гранулах.....	21
Библиография.....	23

## Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) является всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации (комитетов-членов ISO). Разработка международных стандартов обычно осуществляется техническими комитетами ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в деятельности, для которой был создан технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные правительственные и неправительственные организации, имеющие связи с ISO, также принимают участие в этой работе. ISO работает в тесном сотрудничестве с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Проекты международных стандартов разрабатываются в соответствии с правилами, приведенными в Директивах ISO/IEC, Часть 2.

Основная задача технических комитетов – разработка международных стандартов. Проекты международных стандартов, принятые техническими комитетами, рассылаются комитетам-членам на голосование. Их опубликование в качестве международных стандартов требует одобрения не менее 75 % комитетов-членов, принимающих участие в голосовании.

Следует иметь в виду, что, возможно, некоторые элементы настоящего документа могут быть объектом патентных прав. ISO не несет ответственности за определение некоторых или всех таких патентных прав.

ISO 8692 подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 147, *Качество воды*, Подкомитетом SC 5, *Биологические методы*.

Данное третье издание отменяет и заменяет второе издание (ISO 8692:2004), переработанное технически.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 8692:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d5914d7a-ec4d-41c8-93d8-3794c6e82988/iso-8692-2012>

# Качество воды. Тест на подавление роста водорослей в пресной воде с применением одноклеточных зеленых водорослей

Ошибка! Источник ссылки не найден.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** — Лица, пользующиеся данным международным стандартом, должны быть ознакомлены с обычной лабораторной практикой. В данном стандарте не ставится цель рассмотреть все проблемы безопасности, если они возникают, связанные с его применением. Пользователь сам несет ответственность за разработку соответствующих правил безопасности и охраны здоровья и за обеспечение соответствия условиям национальных регламентов.

**ВАЖНО** — Необходимо, чтобы испытания проводились в соответствии с данным международным стандартом квалифицированным персоналом.

## 1 Область применения

Настоящий международный стандарт устанавливает метод определения подавления роста одноклеточных зеленых водорослей веществами и смесями, содержащимися в воде, или сточными водами. Этот метод применим к веществам, которые легко растворяются в воде.

В связи с корректировкой этого метода, как указано в ISO 14442 и ISO 5667-16, может быть протестировано ингибирующее действие плохо растворимых органических и неорганических веществ, летучих соединений, тяжелых металлов и сточных вод.

Скрининговый тест сточных вод на быстрое подавление роста водорослей описан в Приложении А.

Альтернативная процедура тестирования водорослей из гранул водорослей с прямым измерением роста водорослей в спектрофотометрических ячейках описана в Приложении В.

## 2 Нормативные ссылки

Следующие нормативные документы необходимы для применения настоящего международного стандарта. Для жестких ссылок применяется только то издание, на которое дается ссылка. Для плавающих ссылок применяется самое последнее издание нормативного ссылочного документа (включая любые изменения).

ISO 5667-16, *Качество воды. Отбор проб. Часть 16. Руководство по биотестированию проб*

ISO/TR 11044, *Качество воды. Научные и технические аспекты испытаний на подавление роста водорослей*

ISO 14442, *Качество воды. Руководящие указания по испытанию на торможение малорастворимыми веществами, летучими соединениями, металлами и сточными водами роста водорослей*

ISO/TS 20281, *Качество воды. Руководящие указания по статистической интерпретации данных по экотоксикологии*

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения.

#### 3.1

**плотность клеток**  
**cell density**

*n*

количество клеток на единицу объема среды

ПРИМЕЧАНИЕ Плотность клеток выражается количеством клеток на миллилитр.

#### 3.2

**эффективная концентрация**  
**effective concentration**

концентрация анализируемой пробы ( $EC_x$ ), при которой измеряют эффект  $x$  % по сравнению с контрольной пробой

ПРИМЕЧАНИЕ Чтобы однозначно обозначить значение  $EC$ , выводимое из скорости роста клеток, предлагается использовать обозначение " $EC_x$ ".

#### 3.3

**наименьшее неэффективное разбавление**  
**lowest ineffective dilution**

**LID**

степень разбавления, при которой не наблюдается торможение роста клеток, или наблюдаются эффекты, не превышающие характерную для теста изменчивость.

ПРИМЕЧАНИЕ Взято из ISO 15088:2007<sup>[13]</sup>, 3.5.

#### 3.4

**удельная скорость роста**  
**specific growth rate**

$\mu$

пропорциональна скорости увеличения плотности клеток в единицу времени:

$$\mu = \frac{1}{n} \frac{dn}{dt}$$

где

$n$  плотность клеток, выраженная в количестве клеток на миллилитр;

$t$  время, выраженное в сутках.

ПРИМЕЧАНИЕ Удельная скорость роста выражается в обратных сутках (сутки<sup>-1</sup>).

[ISO/TR 11044:2008, 3.2]

### 4 Принцип

Штаммы монотипичных видов водорослей культивируют для нескольких поколений в определенной среде, содержащей диапазон концентраций анализируемой пробы, приготовленной путем смешивания соответствующих количеств питательной среды, анализируемой пробы и инокулята клеток водорослей в экспоненциальной фазе роста. Опытные порции инкубируют в течение  $(72 \pm 2)$  ч, во время которых плотность клеток в каждом испытуемом растворе измеряют, по крайней мере, каждые 24 ч.

Подавление роста клеток определяют как снижение удельной скорости роста относительно контрольных культур, выращенных в идентичных условиях.

## 5 Реактивы и среда

**5.1 Тест-микрорганализм**, используют любой из следующих видов планктонных пресноводных водорослей:

- a) *Desmodesmus subspicatus* (R. Chodat) E. Hegewald и A. Schmidt<sup>1)</sup> (86.81 SAG<sup>2)</sup>);
- b) *Pseudokirchneriella subcapitata* (Korshikov) Hindak<sup>3)</sup> (ATCC® 22662<sup>TM 2)</sup>, CCAP 278/4<sup>2)</sup> или 61.81 SAG<sup>2)</sup>).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Эти два вида не проявляют идентичной реакции на токсичные вещества.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Оба вида водорослей представляют собой планктонные зеленые водоросли, принадлежащие к классу Sphaeropleales (Chlorophyta, Chlorophyceae) и, как правило, являются одноклеточными.

Рекомендуемые штаммы можно получить в виде альгологически чистых, нестерильных культур из следующих коллекций:

— SAG — Sammlung von Algenkulturen Göttingen [Göttingen Algal Culture Collection], Германия

[www.epsag.uni-goettingen.de](http://www.epsag.uni-goettingen.de) (представлен 2012-01-30);

— ATCC — American Type Culture Collection, США

[www.atcc.org](http://www.atcc.org) (представлен 2012-01-30);

— CCAP — Culture Collection of Algae and Protozoa, Великобритания

[www.ccap.ac.uk](http://www.ccap.ac.uk) (представлен 2012-01-30);

— ALCP — Algothèque du Laboratoire de Cryptogamie, Франция

[www.mnhn.fr](http://www.mnhn.fr) (представлен 2012-01-30).

Исходные культуры могут храниться в среде, указанной в 5.3. и 7.1. Однако часто необходимо проводить пересев (раз в неделю), чтобы предотвратить отсутствие роста. Исходная культура может храниться в течение длительного периода на более богатых водорослевых средах, таких как те, которые рекомендованы коллекцией культур.

В качестве альтернативы, водоросли могут храниться в течение нескольких месяцев на чашках с агаровой средой или в альгинатных гранулах<sup>4)</sup> без потери жизнеспособности<sup>[1]</sup>. Водоросли можно легко восстановить из агара или выделить из гранул водорослей (см. Приложение С), когда необходимо провести тесты на токсичность.

1) Этот вид ранее был известен как *Scenedesmus subspicatus* Chodat.

2) Торговые названия штаммов являются примерами подходящих штаммов, имеющихся в продаже. Эта информация приведена для удобства пользователей данного документа и не служит поддержкой ISO этих продуктов.

3) Этот вид ранее был известен как *Selenastrum capricornutum* Prinz. Новое название взято из коллекций культур.

4) Гранулы водорослей, поставляемые MicroBioTests Inc., Mariakerke-Gent, Бельгия, являются примером подходящего продукта, имеющегося в продаже. Эта информация приведена для удобства пользователей данного документа и не служит поддержкой ISO этих продуктов. Могут использоваться эквивалентные продукты, если соблюдены критерии применимости, установленные в данном документе.

Появление клеток и идентичность тестовых организмов должны быть подтверждены микроскопическими исследованиями.

**5.2 Вода**, деионизированная или эквивалентной чистоты (проводимость <10 мкСм/см), используемая для приготовления питательной среды и растворов испытуемого вещества.

Следует предпринять меры предосторожности, чтобы избежать загрязнения воды неорганическими или органическими веществами в процессе приготовления и хранения. Не использовать оборудование, изготовленное из меди.

### 5.3 Питательные вещества

Готовят четыре питательных исходных раствора в воде, в соответствии с составами, указанными в Таблице 1.

Впоследствии эти растворы разводят (см. 7.1 и 7.4) для достижения конечной концентрации питательных веществ в тестируемых растворах. Однако вместо этого, макронутриенты можно добавить непосредственно в воду.

Все используемые химические вещества должны иметь лабораторную степень чистоты.

Стерилизуют исходные растворы с помощью мембранной фильтрации (средний диаметр пор 0,2 мкм) или обработкой в автоклаве [(120 ± 2) °C, 15 мин]. Хранят растворы в темном месте при температуре 4 °C.

Исходный раствор 4 не обрабатывают в автоклаве, чтобы избежать потерь на испарение NaHCO<sub>3</sub>, а стерилизуют через мембранный фильтр.

**Таблица 1 — Массовые концентрации питательных веществ в испытуемом растворе**

Исходный раствор	Питательное вещество	Массовая концентрация в исходном растворе	Окончательная массовая концентрация в испытуемом растворе
1: Макронутриенты	NH <sub>4</sub> Cl	1,5 г/л	15 мг/л (N: 3,9 мг/л)
	MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	1,2 г/л	12 мг/л (Mg: 2,9 мг/л)
	CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	1,8 г/л	18 мг/л (Ca: 4,9 мг/л)
	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	1,5 г/л	15 мг/л (S: 1,95 мг/л)
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,16 г/л	1,6 мг/л (P: 0,36 мг/л)
2: Fe-EDTA	FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	64 мг/л	64 мкг/л (Fe: 13 мкг/л)
	Na <sub>2</sub> EDTA·2H <sub>2</sub> O	100 мг/л	100 мкг/л
3: Следовые элементы	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> <sup>a</sup>	185 мг/л	185 мкг/л (B: 32 мкг/л)
	MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	415 мг/л	415 мкг/л (Mn: 115 мкг/л)
	ZnCl <sub>2</sub>	3 мг/л	3 мкг/л (Zn: 1,4 мкг/л)
	CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	1,5 мг/л	1,5 мкг/л (Co: 0,37 мкг/л)
	CuCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0,01 мг/л	0,01 мкг/л (Cu: 3,7 мкг/л)
	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	7 мг/л	7 мкг/л (Mo: 2,8 мкг/л)
4: NaHCO <sub>3</sub>	NaHCO <sub>3</sub>	50 г/л	50 мг/л (C: 7,14 мг/л)

<sup>a</sup> H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> можно растворить, добавив 0,1 моль/л NaOH.



## 6 Аппаратура

Все оборудование, которое вступает в контакт с испытательной средой, должно быть изготовлено из стекла или другого химически инертного материала.

Используется обычное лабораторное оборудование и, в частности, следующее.

**6.1 Терморегулируемая камера или помещение с регулируемой температурой**, с белым люминесцентным светом, обеспечивающим непрерывное, равномерное освещение в соответствии с требованиями, предъявляемыми к испытанию в 7.6.

**6.2 Прибор для измерения плотности клетки водоросли**, предпочтительно счетчик частиц, способный подсчитывать количество частиц в диапазоне размеров от 2,5 мкм до 25 мкм (сферический диаметр), или микроскоп и счетная камера.

С другой стороны, плотность водорослей может быть определена путем косвенной процедуры с применением, например, флуориметра (например, флуоресценция<sup>[2]</sup> *in vitro* или флуоресценция<sup>[3]</sup> *in vivo* с усиленной DCMU<sup>5)</sup>, если он достаточно чувствителен и достаточно хорошо коррелирует с плотностью клеток. Используемый прибор должен быть способен измерять плотность клеток до 10<sup>4</sup> клеток/мл и отличать рост водорослей от возмущающих воздействий, таких как присутствие твердых частиц и цвет пробы. Спектрофотометры могут быть достаточно чувствительными, чтобы измерить 10<sup>4</sup> клеток/мл, при условии, что используется соответствующая длина пути (до 10 см). Тем не менее, этот метод особенно чувствителен к помехам от взвесей и окрашенных веществ при низкой плотности клеток (см. ISO/TR 11044).

**6.3 Сосуды для культивирования (стекло)**, например, 250 мл конические колбы с воздухопроницаемыми пробками.

**6.4 Устройства для мембранной фильтрации**, использующие фильтры со средним диаметром пор 0,2 мкм.

**6.5 Автоклав.**

**6.6 рН-метр.**

## 7 Методика

### 7.1 Приготовление питательной среды

Готовят питательную среду, добавляя установленный объем питательных исходных растворов (5.3) к воде (5.2).

Добавляют приблизительно к 500 мл воды (5.2):

- 10 мл исходного раствора 1 (5.3);
- 1 мл исходного раствора 2 (5.3);
- 1 мл исходного раствора 3 (5.3);
- 1 мл исходного раствора 4 (5.3).

Доводят до 1 000 мл водой.

5) DCMU это 3-(3,4-дихлорфенил)-1,1-диметилмочевина (CAS No. 330-54-1).

Перед использованием уравнивают среду, выдерживая ее в течение ночи в контакте с воздухом, или пропуская через нее в течение 30 мин барботажный отфильтрованный воздух. После уравнивания, при необходимости, регулируют рН до  $8,1 \pm 0,2$ , используя либо 1 моль/л соляной кислоты, либо 1 моль/л раствора едкого натра.

Эта питательная среда буферизуется за счет бикарбонатов и атмосферного  $\text{CO}_2$ . Различные значения рН, могут быть получены путем изменения концентрации  $\text{HCO}_3^-$  и/или концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере (требуется закрытые сосуды), как определено в ISO 14442. Если такие изменения необходимы для того, чтобы выполнить тест при другом, конкретном значении рН, они должны быть четко мотивированы и оговорены.

## 7.2 Предварительное приготовление культуры и инокулята

Предварительное культивирование должно быть начато за 2 – 4 дня до начала проведения теста. Питательная среда (7.1) засеивается при достаточно низкой плотности клеток (например, от  $5 \times 10^3$  клеток/мл до  $10^4$  клеток/мл в течение 3 дней предварительного культивирования) для того, чтобы поддерживать экспоненциальный рост клеток до начала теста. Предварительно выращенные культуры должны быть инкубированы в тех же условиях, что и во время теста (7.6).

Эту предварительно выращенную в экспоненциальной фазе культуру используют в качестве инокулята для проведения теста. Измеряют плотность клеток в предварительно выращенных культурах непосредственно перед использованием, чтобы рассчитать необходимый объем инокулята.

## 7.3 Выбор концентраций анализируемой пробы

Водоросли должны подвергаться воздействию концентраций анализируемой пробы в геометрической прогрессии с коэффициентом, не превышающим 3,2 (например, 1,0 мг/л, 1,8 мг/л, 3,2 мг/л, 5,6 мг/л и 10 мг/л).

Концентрации следует выбирать так, чтобы получить, по меньшей мере, одно значение подавления ниже и одно значение подавления выше предполагаемого параметра  $E_r C_x$ . Кроме того, следует включить, по крайней мере, два уровня подавления между 10 % и 90 %, чтобы предоставить данные для регрессионного анализа.

Может быть проведен ограниченный тест только с одной концентрацией, чтобы продемонстрировать отсутствие токсичности. Количество реплик для этой концентрации должно быть не менее шести.

Если необходимо определить “наименьшее неэффективное разбавление” (LID) сточных вод, должны применяться следующие серии разбавлений: 1:1,25, 1:2, 1:3, 1:4, 1:6, 1:8, 1:12.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Подходящий диапазон концентраций лучше всего определяется путем проведения предварительного диапазонового теста, охватывающего несколько порядков модуля разности в тестовой концентрации. Репликация тестовых концентраций не является обязательным требованием для предварительного теста.

## 7.4 Приготовление анализируемой пробы и исходных растворов

Анализируемая проба может представлять собой водную (например, сточные воды) или неводную (например, химическое вещество или смесь химикатов) субстанцию, на которой определяется подавляющее действие роста водорослей.

Если анализируемая проба представляет собой водный раствор (например, сточных вод), то следует рассмотреть вопрос о предварительной обработке (например, фильтрация, нейтрализация) в зависимости от происхождения пробы и цели теста. К пробе добавляют питательные исходные растворы (5.3), подготовленные в соответствии с 7.1.

Для неводных анализируемых проб, как правило, необходимо приготовить исходные растворы. Способ приготовления растворов должен быть тщательно подобран с учетом свойств пробы. Исходные растворы обычно готовят путем растворения анализируемой пробы в питательной среде. Изменения необходимы, когда анализируемая проба не растворяется полностью в питательной среде, как определено в ISO 14442 и ISO 5667-16.

Обычно, тест проводится без регулировки pH среды после добавления анализируемой пробы. Тем не менее, некоторые вещества могут оказывать токсическое действие вследствие чрезмерной кислотности или щелочности. Для того, чтобы определить токсичность пробы независимо от pH, следует отрегулировать pH водной пробы или исходного раствора (до разбавление в серии) в соответствии с pH культуральной среды, используя либо 1 моль/л соляной кислоты или 1 моль/л раствора едкого натра (см. ISO 5667-16).

## 7.5 Приготовление опытных и контрольных партий

Готовят опытные партии, смешивая в сосудах для испытания соответствующие объемы анализируемой пробы или исходные растворы (7.4) анализируемой пробы, питательную среду (7.1) и инокулят (7.2). Общий объем, концентрации добавленных нутриентов питательной среды и плотность клеток должны быть одинаковыми во всех сосудах. Готовят не менее трех одинаковых партий для каждой концентрации анализируемой пробы.

Исходная плотность клеток должна быть достаточно низкой, чтобы позволить экспоненциальный рост в контрольной культуре на протяжении всего испытания без отклонения pH более чем на 1,5 pH единицы (см. Раздел 8). Таким образом, исходные значения плотности клеток не должны превышать  $10^4$  клеток/мл.

Готовят шесть повторных/контрольных партий в каждой тестовой концентрации, добавляя соответствующий объем инокулята к питательной среде.

Измеряют pH повторной партии в каждой испытываемой концентрации и в одной контрольной повторной пробе.

При необходимости готовят одну серию концентраций анализируемой пробы без водорослей в качестве фона для определения плотности клеток.

Количество реплик на концентрацию может быть снижено на основе статистических данных (см. ISO/TS 20281) в случае увеличения количества концентраций и уменьшения интервала концентрации.

В случае испытания химических веществ для целей регистрации, воздействие концентрации в начале, во время и в конце экспозиции должно быть проверено с помощью специального химического анализа. Для этого может потребоваться получение дополнительных партий для анализа. Более подробную информацию можно найти в OECD 201<sup>[4]</sup>.

## 7.6 Инкубация

Сосуды для испытания должны быть достаточно закрытыми, чтобы избежать загрязнения воздуха и уменьшить испарение воды, но они не должны быть герметичными, чтобы позволить CO<sub>2</sub> поступать в сосуды (достаточно иметь небольшое отверстие). Инкубируют сосуды при температуре (23 ± 2) °C под непрерывным белым светом. Интенсивность света при среднем уровне испытательной среды должна быть равномерной в пределах ± 10 % и в диапазоне от 60 мкмоль/(м<sup>2</sup> с) до 120 мкмоль/(м<sup>2</sup> с) при измерении в фотосинтетически эффективном диапазоне длин волн от 400 нм до 700 нм с использованием соответствующего рецептора.

Важно отметить, что метод измерения, в частности тип рецептора (коллектор), влияет на измеренное значение. Сферические рецепторы (которые реагируют на свет из всех углов выше и ниже плоскости измерения) и "косинусные" рецепторы (которые реагируют на свет из всех углов выше плоскости измерения) являются предпочтительными по сравнению с однонаправленными рецепторами. Они дают более высокие значения для источника света многоточечного типа, описанного в Примечании.