

Научно-исследовательская работа

биология

**ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ОТ
ИЗМЕНЕНИЯ ГАЗОВОГО СОСТАВА ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ**

Выполнила:

Смирнова Дарья Александровна,

учащаяся 9 «А» класса

ТМК ОУ «Дудинская школа №3», Россия,

Красноярский край г.Дудинка

Руководитель:

Кульбака Галина Владимировна,

учитель ТМК ОУ «Дудинская школа №3»,

Россия, Красноярский край г.Дудинка

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы: Реализуя проект «Цветочный остров» (2013-2017), в котором я принимала участие, мы распространили в школе и за ее пределами много комнатных растений. Затем мы выясняли, как меняется концентрация углекислоты в помещении и как ее концентрация влияет на самочувствие и работоспособность учащихся.

Работая над этими исследованиями, мы задумались: какие растения активнее влияют на газообмен, чтобы повысить работоспособность учащихся. Этот вопрос заинтересовал нас и потому, что он является логическим продолжением моих предыдущих работ.

Цель исследования – *повысить работоспособность учащихся при помощи изменения соотношения концентрации кислорода и углекислого газа в помещениях.*

Задачи:

- изучить литературные источники по теме исследования;
- подобрать методики проведения экспериментов и подготовить необходимые материалы и оборудование;
- провести корректурные пробы на внимание в разных условиях газового состава воздуха;
- проанализировать полученные результаты и сделать выводы;
- провести эксперименты по изучению интенсивности и условий протекания фотосинтеза у разных видов комнатных растений;
- составить рекомендации по подбору видового состава комнатных растений и уходу за ними с учетом полученных результатов;
- продолжить распространение комнатных растений.

Объект исследования – работоспособность человека.

Предмет исследования – зависимость работоспособности от соотношения CO_2 и O_2 .

Гипотезы исследования: 1. *Повышенная концентрация CO_2 и низкий уровень O_2 в помещениях снижают работоспособность учащихся.*

2. Чем выше содержание хлорофилла в комнатных растениях, тем эффективнее они снижают концентрацию углекислого газа.

Практическая значимость: полученный опыт можно использовать для оптимизации концентрации CO₂ и O₂ в помещениях, чтобы повысить работоспособность учащихся и педагогов.

В своей работе я использовала следующие **методы исследования:**

- изучение имеющихся сведений;
- эксперимент и наблюдение;
- анализ и систематизация;
- математический.

I. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

1.1. ЭТАПЫ РАБОТЫ

Вся работа была распланирована на 4 месяца, и разбита на 3 этапа:

Был составлен Календарный план, в котором были обозначены эти этапы, задачи, сроки, планируемые результаты. *См. Приложение 1*

1.2 ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА ВОЗДУХА

Воздух представляет собой смесь различных газообразных веществ: азота, кислорода, аргона, углекислого газа, водяных паров и других газов.

Состав атмосферного воздуха претерпевает различные изменения. В настоящее время в атмосфере содержится около 0,03% углекислого газа и примерно 21% кислорода.

Кислород

Норма для человека: 17% - 21% Отклонения от нормы: Физиологические сдвиги в организме человека наступают, если содержание кислорода падает до 16-17%. При 11-13% наблюдается выраженная кислородная недостаточность, а при 7-8% может наступить смерть. **Гипоксия** - патологическое состояние, которое развивается вследствие недостаточного поступления к нервным тканям кислорода. [1]

Углекислый газ

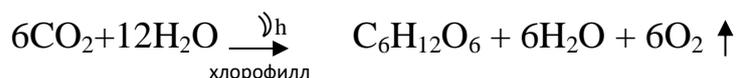
Норма для человека: Концентрация углекислого газа в чистом воздухе вне города составляет 400 ppm и является нормой для хорошего самочувствия.

Согласно ГОСТ -30494-2011 допустимый уровень углекислого газа для жилых и общественных мест составляет 1000-1400 ppm. Для нормальной жизнедеятельности в альвеолярном воздухе должно быть 6,5% CO₂. Отклонения от нормы: При повышенной концентрации углекислого газа (более 1%) внимание рассеивается, способность к осознанному восприятию информации снижается. **Асцидоз** – увеличение парциального давления CO₂ в наших альвеолах, его растворимость в крови повышается, и образуется слабая угольная кислота (CO₂ + H₂O = H₂CO₃), распадающаяся, в свою очередь, на H⁺ и HCO₃⁻. Кислотность крови повышается.[2]

1.3 ГАЗООБМЕН: ДЫХАНИЕ И ФОТОСИНТЕЗ

Наибольшие изменения претерпевают концентрации O₂ и CO₂, т.к. они включены в газообмен с участием живых объектов.

Растения – единственные организмы на Земле, которые активно влияют на соотношение углекислого газа и кислорода в атмосфере. Суть фотосинтеза состоит в образовании в клетках зеленых растений и водорослей углеводов из углекислоты и воды под воздействием света, поглощаемого хлорофиллом растений. Побочным продуктом фотосинтеза является кислород. [3]



Исходя из уравнения, можно увидеть прямую зависимость увеличения концентрации O₂ от уменьшения концентрации CO₂. На каждые 6 моль (134,4 л) поглощенного CO₂ выделяется 6 моль (134,4 л) O₂.

В 2015 г. мы проводили эксперимент, измеряя концентрацию CO₂ в кабинетах вторых классов экспресс-методом. Анализируя полученные результаты, мы пришли к **выводу**, что: **Наибольшая концентрация CO₂ наблюдалась в том кабинете, где количество комнатных растений было меньше.** См. Приложение 2

Поэтому в 2016 г. мы проверяли, как высокое содержание CO₂ в воздухе влияет на работоспособность учащихся. В результате мы выявили ухудшение работоспособности и самочувствия учащихся из-за повышенной концентрации CO₂. См. Приложение 3

На Крайнем Севере ситуация усугубляется. Во-первых, в высоких широтах плотность воздуха меньше. Во-вторых, зимой наступает полярная ночь, поэтому процесс фотосинтеза у растений замедляется. Это приводит к тому, что концентрация углекислого газа возрастает, а кислорода снижается.

II. ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭТАП ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВНИМАНИЯ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Корректирующая проба

Данная методика предназначена для исследования устойчивости внимания, возможностей его переключения, исследования особенностей темпа деятельности, выявления признаков утомления. [4]

2.2 ПОДГОТОВКА НЕОБХОДИМЫХ МАТЕРИАЛОВ

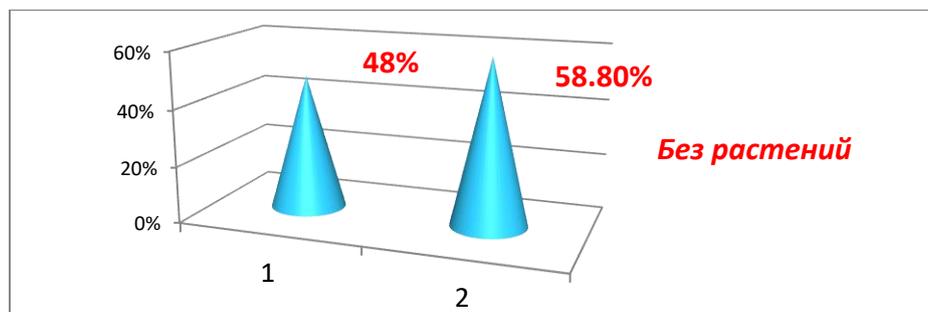
Для выполнения работы требуется:

- ручки;
- бланки корректирных проб (100 шт.);
- перфокарта для проверки результатов
- бланк инструктажа;
- сводная таблица;

Во время исследований для работы «Влияние комнатных растений на изменение концентрации углекислого газа в помещениях» мы наблюдали снижение работоспособности и внимания учащихся при увеличении концентрации CO₂. Дети в исследуемых классах разного уровня обученности, поэтому результаты оказались, возможно, некорректными. Мы решили повторить эксперимент на одном классе, но в разных условиях.

Раздали бланки корректирных проб учащимся 9-х классов. Провели инструктаж и исследование. Мы проводили эксперимент в одном классном помещении, объемом 120 м³, убрали из кабинета все комнатные растения. Полученные результаты занесли в таблицу. См. Приложение 4

2.3 АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ



Эксперимент проводился в кабинете с определенным объемом воздуха, фиксированным количеством учащихся, при одинаковом количестве уроков (одинаковой учебной нагрузке), в одно и то же время. Отсутствовали только комнатные растения, которые поглощают на свету углекислый газ. Это дает нам возможность сделать **ВЫВОД** о том, что:

В отсутствии растений - при увеличении концентрации углекислоты, процент выполнения работы в среднем составляет 48% в группе №1 и 58,8% в группе №2.

Это достаточно низкий уровень качества выполнения работы. Возникает проблема, требующая решения.

2.4 ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОЗДУХА ПОМЕЩЕНИЙ УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ

Доказано, что по сравнению с уличным воздухом, концентрация вредных веществ в воздухе внутри помещений выше в 1,5 — 4 раза. Изменить ситуацию к лучшему можно, правильно подобрав для этого определённые виды растений. [5]

На основании исследований ученых НАСА составлены Рекомендации по подбору наиболее подходящих комнатных растений для очистки воздуха помещений от углекислого газа. [6] .

При этом нужно учитывать факторы, влияющие на фотосинтез.

2.5 ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА

Свет (степень освещенности)

концентрация углекислого газа

температурный оптимум

количество хлорофилла в листьях

На протяжении учебного дня в школьных кабинетах концентрация CO_2 растет, поэтому нам необходимы растения, поглощающие его наиболее эффективно. Т.к. в помещении растения находятся в искусственных условиях – одинаковая температура и освещение, на интенсивность фотосинтеза будут больше влиять концентрация CO_2 и количество хлорофилла в листьях.

2.6 КАК МОЖНО ПОВЛИЯТЬ НА СОСТАВ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ

Для выявления наиболее эффективных растений, мы воспользовались методикой **Всплывание на свету инфильтрированных дисков из листьев**, чтобы сравнить интенсивность фотосинтеза трех видов наиболее распространенных в нашей школе комнатных растений [7], и **Методикой инфильтрации листьев** [8].

Оборудование: ножницы, шаблон, листья комнатных растений 3-х разных видов, чайник, трубочка пластиковая, стаканчики 10 шт., шприцы 20мл., часы.

Ход работы:

<i>Что делаю</i>			
	<p>1. Делаю высежки одинакового размера из листьев хлорофитума, бегонии и спатифиллума.</p>		<p>2. Инфильтрую высежки.</p>
	<p>3. Нагнетаю в емкости с кипяченой водой углекислый газ.</p>		<p>4. Помещаю высежки в воду, обогащенную углекислым газом.</p>
	<p>5. Образцы 1, 2, 3 помещаю в темное место.</p>		<p>6. Образцы 1А, 2А, 3А оставляю на свету.</p>

Результаты:

	Образец №1 <i>бегония</i>	Образец №2 <i>спатифиллум</i>	Образец №3 <i>хлорофитум</i>
Высечки контрольных образцов 1, 2, 3, которые стояли в шкафу, не сплыли.			
Время всплытия образцов, выставленных на свет			
<i>Опыт №1</i>	57 минут	40 минут	45 минут
<i>Опыт №2</i>	65 минут	43 минуты	50 минут

Вывод: *В клетках спатифиллума фотосинтез протекает наиболее интенсивно.*

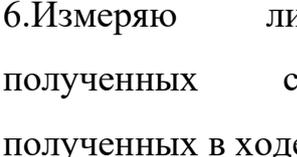
Данные результаты противоречат исследователям НАСА, которые рекомендуют использовать хлорофитум, как один из наиболее эффективных вариантов очищения воздуха помещений от CO₂. [6] Мы решили, что возможно, темная окраска листьев спатифиллума, свидетельствует о большом количестве хлорофилла. Это в свою очередь могло повлиять на результаты опыта с высечками листьев. Поэтому мы воспользовались **методом хроматографии на бумаге** русского ученого М.С. Цвета для определения количества хлорофилла в листьях, чтобы сравнить исследуемые комнатные растения.

Сначала мы воспользовались **Методикой получения спиртового раствора (вытяжки) пигментов зеленого листа**. С полученной вытяжкой производили исследование и определяли количество хлорофилла в ней. [9],[10]

Ход работы:

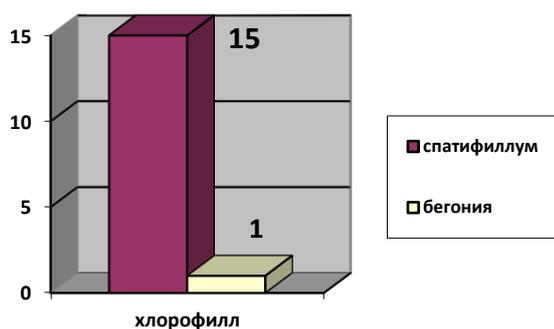


1. Делаю высечки листьев отобранных комнатных растений. Делаю навеску 1г.

	<p>2.Растираю в ступке с небольшим количеством песка, CaCO_3 и $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$</p>		<p>3.Добавляю спирт, отфильтровываю смесь. Повторяю до полного растворения хлорофилла в спирте.</p>
<p>4.Наношу пипеткой полученную спиртовую вытяжку пигментов на</p>			
			
<p>фильтровальную бумагу несколько раз до получения яркого пятна.</p>			
	<p>5.Отгибаю полоску бумаги, погружаю ее в бензин, плотно закрываю чашку Петри крышкой.</p>		<p>6.Измеряю линейкой ширину полученных слоев пигментов, полученных в ходе хроматографии.</p>

Результат:

Ширина полос хлорофилла (мм) на хроматограммах:



Вывод: В клетках спатифиллума ширина полосы хлорофилла наибольшая. У бегонии практически отсутствует хлорофилл.

Наше предположение о высоком содержании хлорофилла в листьях спатифиллума подтвердилось. Мы убедились, что на интенсивность фотосинтеза, следовательно, и увеличение поглощенного углекислого газа, оказывает влияние высокое содержание хлорофилла. Однако, когда мы стали сверяться с источниками научных исследований по этому вопросу, то выяснили, что ученые такой зависимости не обнаружили.

Они обнаружили, что интенсивность фотосинтеза возрастает с увеличением содержания хлорофилла. Однако прямой пропорциональности между этими двумя показателями не выявили. Так, при увеличении содержания хлорофилла в 20 раз интенсивность фотосинтеза увеличивается всего в 2 раза. Результаты этих исследований говорят, что содержание хлорофилла и интенсивность света можно рассматривать как единый фактор, определяющий поглощение света. [11] Значит, наши выводы не совсем корректны и требуют доработки.

III. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

Результаты исследования интенсивности фотосинтеза дают нам основание для создания некоторых рекомендаций по подбору комнатных растений и уходу за ними.

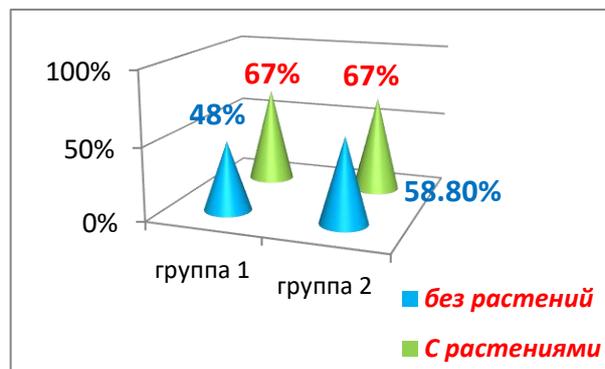
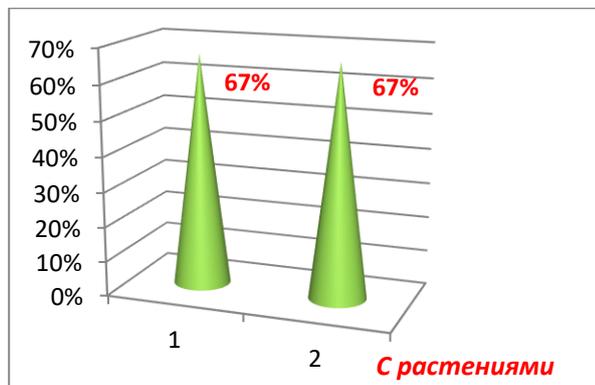
1. Лучше размещать в помещениях спатифиллум и хлорофитум.
2. Располагать растения лучше на полу или на уровне парт. Этот пункт рекомендаций основан на разнице молекулярных масс кислорода ($M(O_2) = 2 \cdot 16 = 32$) и углекислого газа ($M(CO_2) = 1 \cdot 12 + 2 \cdot 16 = 44$). Углекислота скапливается ближе к полу, поэтому напольные растения наиболее эффективно будут очищать воздух и насыщать его кислородом.
3. Для лучшего результата необходимо создать для комнатных растений оптимальные условия, описанные в интернет-ресурсах или специальной литературе, например, «Практическая энциклопедия. Комнатные растения».
4. С этой целью удобнее пользоваться табличками-памятками по уходу за комнатными растениями. [12] См. Приложение 5
5. Кроме того, соблюдать режим проветривания учебных кабинетов.

Приступая к экспериментам, мы хотели достичь цели, поставленной в начале работы: **повысить работоспособность учащихся при помощи изменения соотношения концентрации кислорода и углекислого газа в помещениях.**

Эксперимент по изучению работоспособности и внимания повторили в том же кабинете с теми же классами при той же учебной нагрузке. Для этого

внесли в кабинет 20 крупных и средних по размерам комнатных растений. Обеспечили необходимый уровень освещенности и соблюдали температурный режим. Время проведения – около 12.00, когда интенсивность фотосинтеза наивысшая. Полученные результаты занесли в таблицу. См. Приложение 4

3.1 Анализ полученных результатов



Вывод: В присутствии растений - при высокой концентрации кислорода и низкой концентрации углекислого газа качество выполнения работы выросло в группе №1 на 18,7%; в группе №2 на 7,9%.

Мы добились поставленной цели – повысили работоспособность учащихся при помощи растений.

Когда мы приступали к работе, то предполагали, что:

1. *Повышенная концентрация CO₂ в помещении ухудшает внимание и снижает работоспособность учащихся.*

На основании результатов экспериментов мы смогли сделать **Выводы:**
Высокая концентрация углекислого газа действительно приводит к снижению внимания и работоспособности учащихся.

Следовательно: наша первая гипотеза подтвердилась.

2. *Чем выше содержание хлорофилла в комнатных растениях, тем эффективнее они снижают концентрацию углекислого газа.*

Результаты нашего исследования подтвердили данную гипотезу. ***В клетках спатифиллума фотосинтез протекает наиболее активно и концентрация хлорофилла на единицу массы в его листьях больше.***

В ходе нашей работы перед нами вставали новые вопросы, на которые интересно было бы найти ответы, появлялись новые гипотезы, требующие проверки. Возможно, какой-либо из этих вопросов станет темой дальнейшего исследования. Так что процесс познания бесконечен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Добавьте чуть-чуть кислорода. Наука и жизнь
<https://www.nkj.ru/archive/articles/4847/>
2. Здоровье человека и углекислый газ (CO₂) Диоксид углерода
ru.wikipedia.org
3. Углекислый газ в атмосфере Земли
<https://ru.wikipedia.org/wiki/>
4. Корректирующая проба
u4isna5.ru/pedagogika...2011-02-02...korekturnayapoba
5. Комнатные растения полезны
polza-sovet.ru/blog/43692203561
6. ТОП-15 растений для очистки воздуха по мнению NASA
<https://www.adme.ru/zhizn-semya/top-15-rastenij-dlya-ochistki-vozdusha-po-mneniyu-nasa-1260815/>
7. Всплывание на свету инфильтрированных высечек листьев растений. СФУ. Третьяков, Н.Н. Практикум по физиологии растений /Н.Н. Третьяков, Т.В.Карнаухов, Л.А.Паничкин и др.; под общей ред. Н.Н.Третьякова. – М.: Агропромиздат. 1990. 271с.
8. Электронный учебно-методический комплекс. Методическое пособие для студентов. Экспериментальная часть «Влияние внешних условий на фотосинтез» Лабораторные работы. СФУ
files.lib.sfu-kras.ru/Index_of/ebibl/Ebibl/umkd/165/u_lab.pdf
9. Физиология растений
bio.bsu.by/fbr/files/plant-phys_metod_2011.pdf
10. Разделение пигментов листьев комнатных растений
http://www.bsu.ru/content/page/1415/hecadem/bahanova_mv/cl_718/files/mzip_618_14706/index.htm
11. Влияние содержания хлорофилла на интенсивность фотосинтеза
fizrast.ru/fotosintez/intensivnost/hlorofill.html
12. А.Степура, М.Степура. Практическая энциклопедия. Комнатные растения, М.2004

Календарный план

	<i>Действия</i>	<i>Срок и</i>	<i>Ожидаемый результат</i>	<i>Ответственный</i>
I этап <i>Подготовительный</i>	Обосновать актуальность темы	Июнь-август 2017 г.	План работы, актуальность, объект и предмет исследования, цель задачи гипотезы Ссылки и цитаты, изученных источников информации	Смирнова Дарья, руководитель Кульбака Г.В.
	Поставить цели и задачи			
	Сформулировать гипотезы			
	Определить объект и предмет исследования			
	Выбрать методы исследования			
	Составить календарный план организации работы			
	Поработать с источниками информации: литературой в библиотеке, и интернет-ресурсами			
II этап <i>Практический</i>	Подготовить необходимые материалы и оборудование	Сентябрь-октябрь 2017 г	Наличие необходимых материалов и оборудования. Проведение эксперимента. Наличие данных результатов эксперимента их анализ и систематизация полученных результатов	Смирнова Дарья, руководитель
	Подготовить и провести эксперименты			
	Проанализировать полученные результаты			
III этап <i>Заключительный</i>	Систематизировать и проанализировать собранный материал	Ноябрь-декабрь 2017 г.	Анализ и систематизация собранного материала Оформленная исследовательская работа, готовая презентация Наличие рекомендаций	Смирнова Дарья, руководитель
	Составить рекомендации по подбору комнатных растений для оптимизации соотношения углекислого газа и кислорода в помещениях.			
	Оформить исследовательскую работу, составить презентацию			
	Подвести итоги			

СРАВНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ПОМЕЩЕНИЯХ КАБИНЕТОВ 2-Х КЛАССОВ



В каб. 2А незначительное обесцвечивание раствора карбоната натрия, подкрашенного фенол-фталеином; в каб. 2Б наблюдается сильное обесцвечивание раствора.

Вывод: Концентрация углекислого газа в помещениях с большим количеством комнатных растений ниже, чем в помещениях с небольшим количеством растений.

СРАВНЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ВНИМАНИЯ УЧАЩИХСЯ 3-Х КЛАССОВ



Вывод: Высокая концентрация углекислого газа приводит к снижению внимания и работоспособности учащихся

СРАВНЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ВНИМАНИЯ УЧАЩИХСЯ 9-Х КЛАССОВ

Максимум	Без растений		С растениями		Без растений		С растениями	
	Группа 1	%	Группа 1	%	Группа 2	%	Группа 2	%
36	8	22.2 %	28	77.8%	20	55.5%	21	58.3%
36	8	22.2%	25	69.4%	22	61.1%	26	72.2%
36	20	55.5 %	23	63.9 %	16	44.4%	27	75%
36	0	0 %	0	0 %	20	55.5%	23	63.9 %
36	0	0 %	0	0 %	28	77.8%	21	58.3%
36	20	55.5 %	23	63.9 %	17	47.2%	19	52.8%
36	15	41.7 %	23	63.9 %	18	50%	17	47.2%
36	18	50 %	27	75%	16	44.4%	32	88.9%
36	24	66.7 %	26	72.2%	20	55.5%	21	58.3%
36	21	58.3 %	28	77.8%	23	63.9%	18	50%
36	16	44.4 %	30	83.3%	22	61.1%	21	58.3%
36	23	63.9 %	28	77.8%	18	50%	29	80.6%
36	23	63.9 %	27	75%	24	66.7%	34	94.4%
36	24	66.7 %	30	83.3%	18	50%	19	52.8%
36	19	52.8%	30	83.3%	21	58.3%	26	72.2%
36	0	0 %	15	41.7%	25	69.4%	25	69.4%
36	31	86.1%	30	83.3%	23	63.9%	23	63.9 %
36	21	58.3%	29	80.6 %	20	55.5%	27	75%
36	19	52.8%	26	72.2%	26	72.2%	22	61.1%
36	24	66.7 %	25	69.4%	21	58.3%	20	55.5%
36	29	80.6 %	31	86.1%	27	75%	33	91.7%
Среднее	17.3	48 %	24	66.7%	21.2	58.8%	24	66.7%
Разница			6.7	18.7%			2.8	7.9%

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДБОРУ ВИДОВ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ И УХОДУ ЗА НИМИ

Значение символов

Символы	значение	Символы	значение	Символы	Значение
<i>Свет</i>		<i>Полив</i>		<i>Опрыскивание</i>	
	Яркий прямой		Обильный		Часто
	Рассеянный свет		Средний		Изредка
	Полутень		Поливать редко		Опрыскивать запрещается