

Министерство здравоохранения
и социального развития Российской Федерации



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО
АГЕНТСТВА ПО ЗДРАВООХРАНЕНИЮ И СОЦИАЛЬНОМУ
РАЗВИТИЮ»

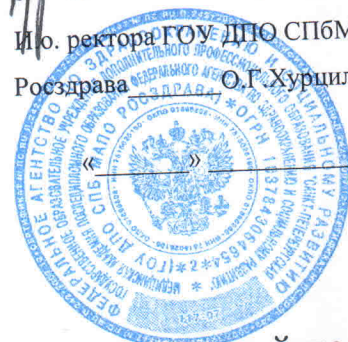
(ГОУ ДПО СПБМАПО Росздрава)

191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41
ОКПО 01896808, ОКАТО 40298564000,
ОГРН 1037843064654 ИНН 7815025190 КПП 784201001
ОКВЭД 80.3, 55.5, 70.2, 73.2, 80.22.22
тел. 303-50-01, факс 273-00-39 E-mail rectorat@spbmapo.ru

О. Гурцилава

УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора ГОУ ДПО СПБМАПО
Росздрава О. Г. Хурцилава



2008 г

Отчёт о выполнении экспериментальных исследований по
определению эффективности работы импульсных ксеноновых ламп
в отношении микромицетов на поверхностях и в воздухе
экспериментальной камеры и помещения.

I. Исследование действия ксеноновой лампы на грибы при обработке поверхностей.

Материалы и методы

Было проведено сравнительное изучение действия импульсной ксеноновой и ртутной ламп на микромицеты при обработке поверхностей. В качестве тест- объектов использовали микромицеты *Aspergillus fumigatus* штамм РКГФ-1248/880-1, *Aspergillus niger* штамм РКГФ-1249/880-2, *Fusarium oxysporum* штамм РКГФ- 846, полученные из Российской коллекции патогенных грибов НИИ Медицинской микологии им. П.Н. Кашкина. Для этого были созданы условия, отражающие заражение поверхностей микромицетами. Исследования проводили в ламинарном боксе, в котором была размещена экспериментальная установка. Установка включает в себя две лампы: лампа ИНП 7/250 –импульсная ксеноновая и ртутная - TUV 15W (Philips). Обе лампы

Опыты проводили однократно с взвесями элементов грибов в концентрации $10^3 - 10^6$ КОЕ/мл (колониеобразующие единицы). Для усиления спорообразования культуры грибов выращивали на картофельно-морковном агаре в течение 3-10 суток в зависимости от микромицета. Взвесь готовили на физиологическом растворе с добавлением 0,5 % твина-80. Количество грибных клеток (спор и элементов мицелия) микромицета во взвеси предварительно подсчитывали в камере Горяева и вносили в стерильные пластиковые чашки Петри диаметром 40 мм, при этом слой жидкости составлял порядка 1 мм. Время воздействия на объект составляло: для ртутной лампы 120, 240, 600 и 1200 сек. (2, 4, 10 и 20 мин.), а для ксеноновой - 20, 40, 100, и 240 сек. Временные интервалы были выбраны, исходя из эквивалентности доз облучения обеими лампами. Во время облучения все подготовленные пробы микромицетов находились вне зоны действия установки. Количество жизнеспособных клеток до и после облучения определяли в посевах последовательных десятикратных разведений взвесей на чашки Петри с агаром Сабуро. Образцы, подвергнутые обработке высевали сразу после облучения, инкубировали в при 37°C (для *Aspergillus fumigatus* и *A.niger*), а для *Fusarium oxysporum* - при 28°C в течение 2-5 суток. Визуальный подсчёт колоний проводили после окончания инкубирования.

Результаты определения концентраций микромицетов во взвесах при облучении поверхностей приведены в таблицах 1- 3, в которых

t - время работы ламп, сек.,

N_0 - начальная концентрация микромицета, КОЕ/мл,

N - концентрация микромицета после работы лампы, КОЕ/мл,

E - эффективность работы лампы в процентах, $E=(N_0-N)/N_0 \times 100\%$.

Статистическую обработку данных по эффективности работы ламп не проводили, т.к. опыты с одинаковыми исходными показателями проводили однократно .

Таблица 1

Эффективность работы импульсной ксеноновой и ртутной ламп
в отношении концентраций
Aspergillus niger

| № | Исходная концентрация N_0 КОЕ/мл | доза | Ксеноновая лампа | | | Ртутная лампа | | |
|----|------------------------------------|------|------------------|--------------------|-------|---------------|--------------------|-------|
| | | | t сек. | N КОЕ/мл | E % | t сек. | N КОЕ/мл | E % |
| 1. | $8,40 \times 10^6$ | 1 | 20 | $1,46 \times 10^6$ | 82,62 | 120 | $1,18 \times 10^6$ | 85,95 |
| 2. | | 2 | 40 | $7,65 \times 10^5$ | 90,89 | 240 | $8,35 \times 10^5$ | 90,06 |

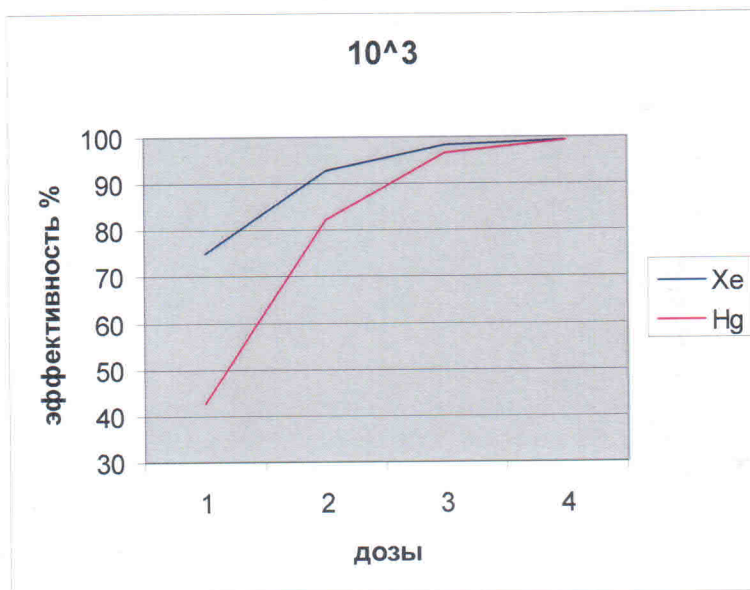


Рис. 4

Действие ксеноновой и ртутной ламп на суспензию спор *Aspergillus niger* при исходной концентрации $\sim 10^3$ КОЕ/мл

На основании полученных данных после однократного проведения опытов можно заключить, что при малых дозах облучения (доза 1 и доза 2) ртутная лампа менее эффективна, чем ксеноновая, независимо от исходной концентрации спор *Aspergillus niger*. Заметим, что при четвёртой дозе эффективность обеих ламп достигала сопоставимых значений, но ксеноновая лампа в некоторых случаях проявляла большую эффективность (на 0,46% при концентрации $\sim 10^6$ КОЕ/мл; 0,51% при $\sim 10^5$ КОЕ/мл; 0,56% при $\sim 10^4$ КОЕ/мл). Исходная концентрация спор *Aspergillus niger* не влияет на конечную (при 4-ой дозе) эффективность работы ламп.

Следующие опыты были проведены с взвесью спор *Aspergillus fumigatus*. Результаты представлены в таблице 2.

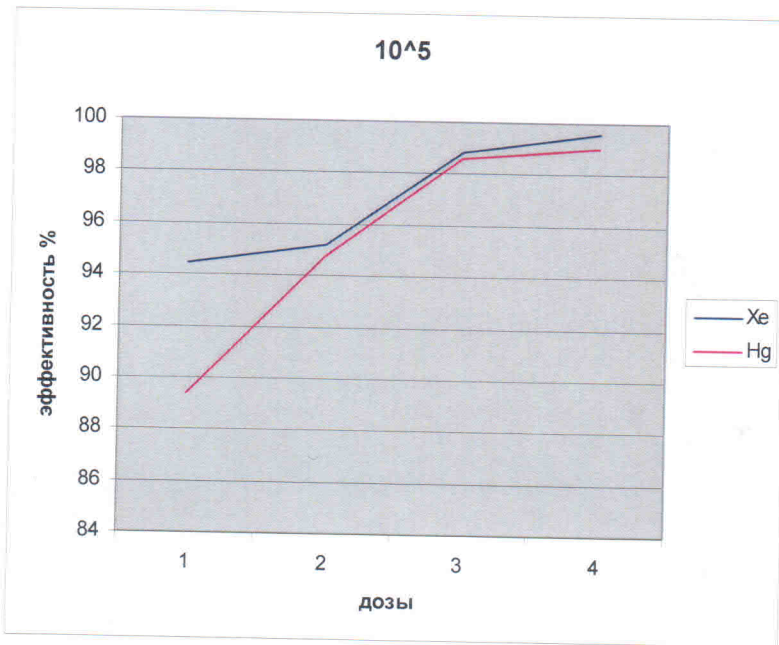


Рис.2

Действие ксеноновой и ртутной ламп на суспензию спор *Aspergillus niger* при исходной концентрации $\sim 10^5$ КОЕ/мл

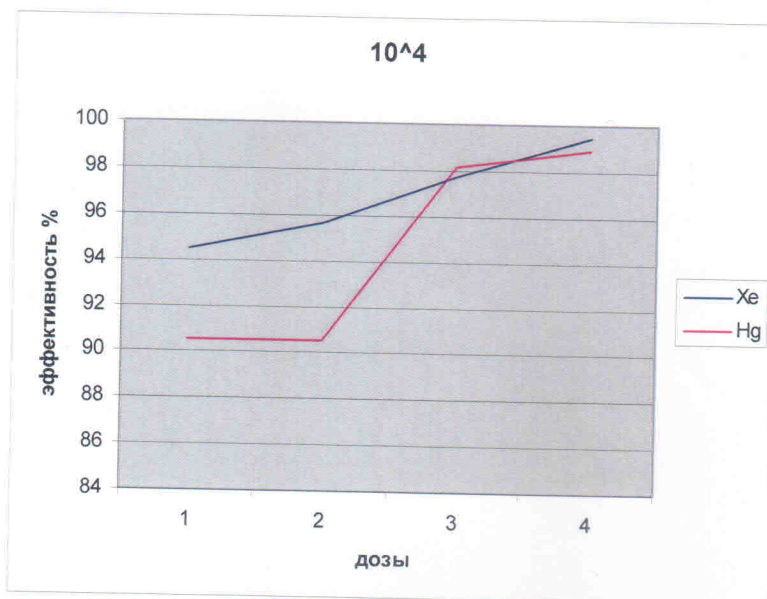


Рис. 3

Действие ксеноновой и ртутной ламп на суспензию спор *Aspergillus niger* при исходной концентрации $\sim 10^4$ КОЕ/мл

| | | | | | | | | |
|-----|--------------------|---|-----|--------------------|-------|------|--------------------|-------|
| 3. | | 3 | 100 | $1,31 \times 10^5$ | 98,44 | 600 | $1,88 \times 10^5$ | 97,76 |
| 4. | | 4 | 240 | $7,55 \times 10^4$ | 99,10 | 1200 | $1,14 \times 10^5$ | 98,64 |
| 5. | $8,40 \times 10^5$ | 1 | 20 | $4,65 \times 10^4$ | 94,46 | 120 | $8,90 \times 10^4$ | 89,40 |
| 6. | | 2 | 40 | $4,05 \times 10^4$ | 95,18 | 240 | $4,40 \times 10^4$ | 94,76 |
| 7. | | 3 | 100 | $9,75 \times 10^3$ | 98,84 | 600 | $1,18 \times 10^4$ | 98,59 |
| 8. | | 4 | 240 | $3,80 \times 10^3$ | 99,55 | 1200 | $8,10 \times 10^3$ | 99,04 |
| 9. | $8,40 \times 10^4$ | 1 | 20 | $4,65 \times 10^3$ | 94,46 | 120 | $7,95 \times 10^3$ | 90,54 |
| 10. | | 2 | 40 | $3,65 \times 10^3$ | 95,65 | 240 | $8,00 \times 10^3$ | 90,48 |
| 11. | | 3 | 100 | $1,90 \times 10^3$ | 97,74 | 600 | $1,58 \times 10^3$ | 98,12 |
| 12. | | 4 | 240 | $4,70 \times 10^2$ | 99,44 | 1200 | $9,40 \times 10^2$ | 98,88 |
| 13. | $1,40 \times 10^3$ | 1 | 20 | $3,50 \times 10^2$ | 75,00 | 120 | $8,00 \times 10^2$ | 42,86 |
| 14. | | 2 | 40 | $1,00 \times 10^2$ | 92,86 | 240 | $3,50 \times 10^2$ | 82,14 |
| 15. | | 3 | 100 | $2,50 \times 10^1$ | 98,21 | 600 | $5,00 \times 10^1$ | 96,43 |
| 16. | | 4 | 240 | $1,00 \times 10^1$ | 99,28 | 1200 | $1,00 \times 10^1$ | 99,28 |

На рисунках 1- 4 изображена зависимость эффективности работы ламп от дозы облучения на *Aspergillus niger*. На каждую изучаемую концентрацию микромицета представлен соответствующий график. По осям «Х» отмечены дозы облучения, а по оси «Y» -эффективность работы лампы в процентах.

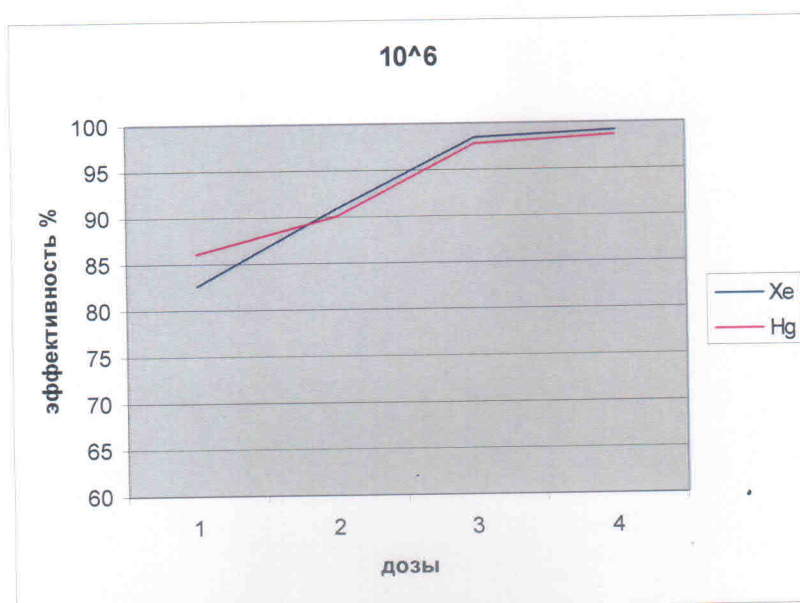


Рис.1
Действие ксеноновой и ртутной ламп на суспензию спор *Aspergillus niger* при исходной концентрации $\sim 10^6$ КОЕ/

Эффективность импульсной ксеноновой и ртутной ламп в отношении спор *Aspergillus fumigatus*

| № | Исходная концентрация N_0 КОЕ/мл | доза | Ксеноновая лампа | | | Ртутная лампа | | |
|-----|------------------------------------|------|------------------|--------------------|-------------|---------------|--------------------|-------------|
| | | | t сек. | N КОЕ/мл | E % | t сек. | N КОЕ/мл | E % |
| 1. | $5,06 \times 10^6$ | 1 | 20 | $2,15 \times 10^5$ | 95,75 | 120 | $3,85 \times 10^5$ | 92,39 |
| 2. | | 2 | 40 | $6,05 \times 10^5$ | 99,33 | 240 | $2,85 \times 10^5$ | 94,37 |
| 3. | | 3 | 100 | $5,35 \times 10^4$ | 98,94 | 600 | $2,45 \times 10^4$ | 99,52 |
| 4. | | 4 | 240 | $3,00 \times 10^3$ | 99,94 | 1200 | $1,10 \times 10^4$ | 99,78 |
| 5. | $7,50 \times 10^5$ | 1 | 20 | $7,50 \times 10^3$ | 99,00 | 120 | $5,40 \times 10^4$ | 92,80 |
| 6. | | 2 | 40 | $5,50 \times 10^3$ | 99,26 | 240 | $8,00 \times 10^3$ | 98,93 |
| 7. | | 3 | 100 | $1,00 \times 10^3$ | 99,87 | 600 | $1,60 \times 10^3$ | 99,89 |
| 8. | | 4 | 240 | $3,00 \times 10^2$ | 99,96 | 1200 | $6,50 \times 10^2$ | 99,91 |
| 9. | $7,50 \times 10^4$ | 1 | 20 | $7,00 \times 10^2$ | 99,07 | 120 | $1,75 \times 10^3$ | 97,67 |
| 10. | | 2 | 40 | $1,50 \times 10^2$ | 99,80 | 240 | $6,50 \times 10^2$ | 99,13 |
| 11. | | 3 | 100 | $2,50 \times 10^1$ | 99,97 | 600 | $3,50 \times 10^1$ | 99,95 |
| 12. | | 4 | 240 | $2,00 \times 10^1$ | 99,97 | 1200 | $2,00 \times 10^1$ | 99,97 |
| 13. | $5,06 \times 10^3$ | 1 | 20 | $4,50 \times 10^1$ | 99,11 | 120 | $8,50 \times 10^1$ | 98,32 |
| 14. | | 2 | 40 | $2,50 \times 10^1$ | 99,50 | 240 | $7,00 \times 10^1$ | 98,62 |
| 15. | | 3 | 10 | $1,00 \times 10^1$ | 99,80 | 600 | $3,00 \times 10^1$ | 99,41 |
| 16. | | 4 | 240 | Менее 10 | Более 99,80 | 1200 | Менее 10 | Более 99,80 |

На рисунках 5- 8 изображена зависимость эффективности работы ламп от дозы облучения на *Aspergillus fumigatus*. На каждый порядок концентрации микромицета представлен соответствующий график. По осям «X» отмечены дозы облучения, а по оси «Y» - эффективность работы лампы в процентах.

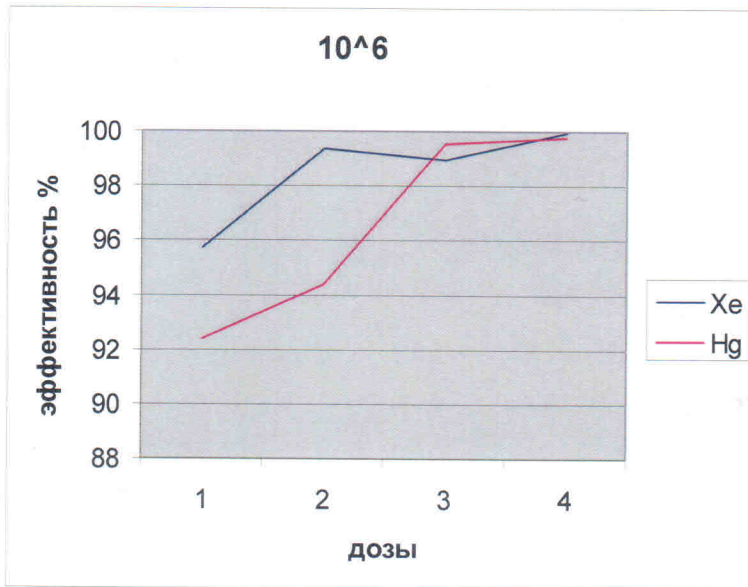


Рис. 5
 Действие ксеноновой и ртутной ламп на суспензию спор *Aspergillus fumigatus* при исходной концентрации $\sim 10^6$ КОЕ/мл

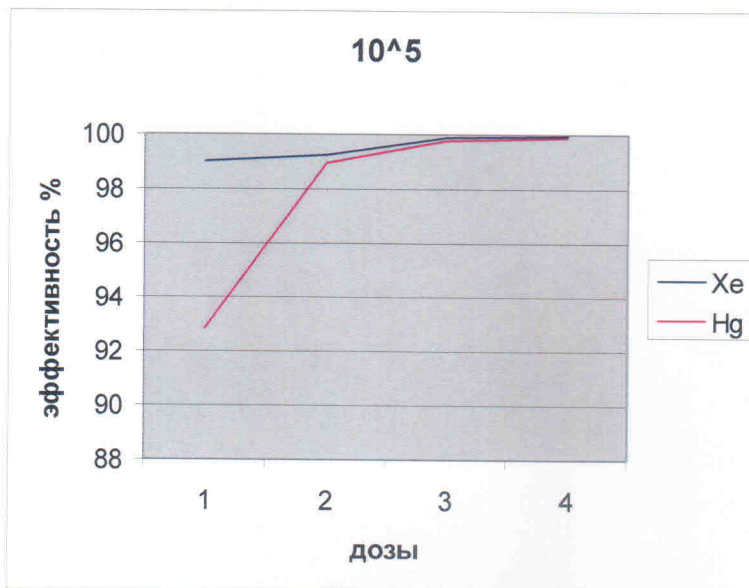


Рис. 6
 Действие ксеноновой и ртутной ламп на суспензию спор *Aspergillus fumigatus* при исходной концентрации $\sim 10^5$ КОЕ/мл

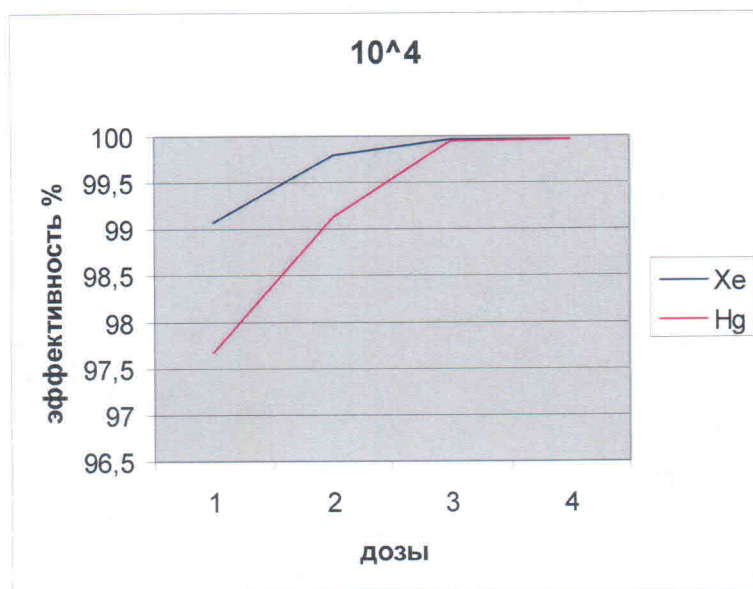


Рис.7
 Действие ксеноновой и ртутной ламп на суспензию спор *Aspergillus fumigatus* при исходной концентрации $\sim 10^4$ КОЕ/мл

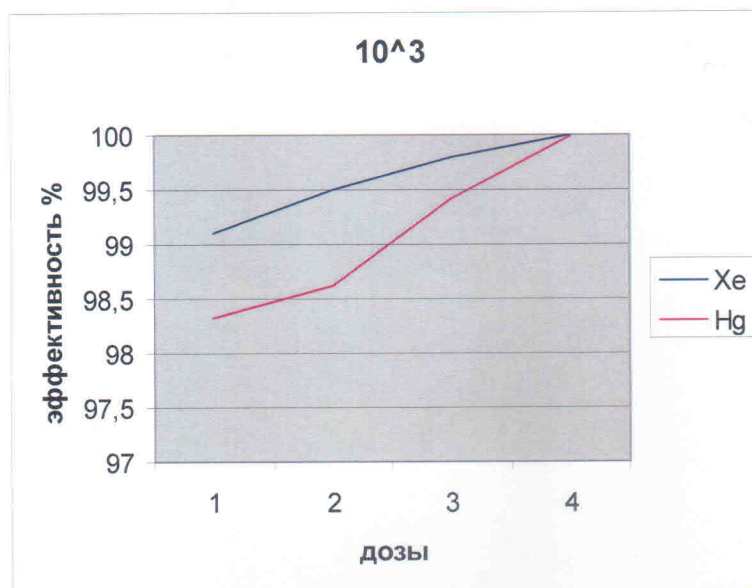


Рис. 8
 Действие ксеноновой и ртутной ламп на суспензию *Aspergillus fumigatus* при исходной концентрации $\sim 10^3$ КОЕ/мл

На основании полученных данных после однократного проведения опытов в отношении *Aspergillus fumigatus* можно заключить, что при малых дозах облучения (дозах 1 и 2) ртутная лампа менее эффективна, чем импульсная ксеноновая. При использовании 4-ой

дозы эффективность обеих ламп становилась практически одинаковой. При концентрации $\sim 10^6$ КОЕ/мл имеет место незначительно большая эффективность (на 0,16 %), чем у ксеноновой лампы.

Исходная концентрация конидий *Aspergillus fumigatus* не влияет на конечную эффективность (при 4-ой дозе) и на промежуточные эффективности (при дозах 1 - 3). При всех исходных концентрациях *Aspergillus fumigatus* (при дозе 1 и дозе 2) ксеноновая лампа проявила более высокую эффективность.

Fusarium oxysporum имеет своеобразный процесс конидиеобразования и его исходная концентрация колебалась от 10^3 до 10^4 КОЕ/мл.

Результаты эксперимента с *Fusarium oxysporum* приведены в таблице 3.

Таблица 3

Эффективность импульсной ксеноновой и ртутной ламп в отношении клеток *Fusarium oxysporum*

| № | Исходная концентрация N_0 КОЕ/мл | доза | Ксеноновая лампа | | | Ртутная лампа | | |
|----|------------------------------------|------|------------------|--------------------|-------|---------------|--------------------|-------|
| | | | t сек. | N КОЕ/мл | E % | t сек. | N КОЕ/мл | E % |
| 1. | $4,38 \times 10^4$ | 1 | 20 | $1,45 \times 10^3$ | 96,69 | 120 | $9,00 \times 10^3$ | 79,45 |
| 2. | | 2 | 40 | $1,60 \times 10^3$ | 96,35 | 240 | $5,00 \times 10^3$ | 88,58 |
| 3. | | 3 | 100 | $2,70 \times 10^2$ | 99,38 | 600 | $1,35 \times 10^2$ | 99,69 |
| 4. | | 4 | 240 | $1,90 \times 10^2$ | 99,57 | 1200 | $1,55 \times 10^2$ | 99,65 |
| 5. | $7,00 \times 10^3$ | 1 | 20 | $4,75 \times 10^2$ | 93,21 | 120 | $7,10 \times 10^2$ | 89,86 |
| 6. | | 2 | 40 | $2,00 \times 10^2$ | 97,14 | 240 | $3,80 \times 10^2$ | 94,57 |
| 7. | | 3 | 100 | $1,50 \times 10^1$ | 99,78 | 600 | $8,50 \times 10^1$ | 98,78 |
| 8. | | 4 | 240 | $7,00 \times 10^1$ | 99,00 | 1200 | $3,00 \times 10^1$ | 99,57 |

На рисунках 9 и 10 представлена зависимость эффективности работы ламп от дозы облучения на мицелиальные клетки *Fusarium oxysporum*. На каждый порядок концентрации клеток микромицета представлен свой график. По осям «X» отмечены дозы облучения, а по оси «Y» - эффективность работы лампы в процентах.

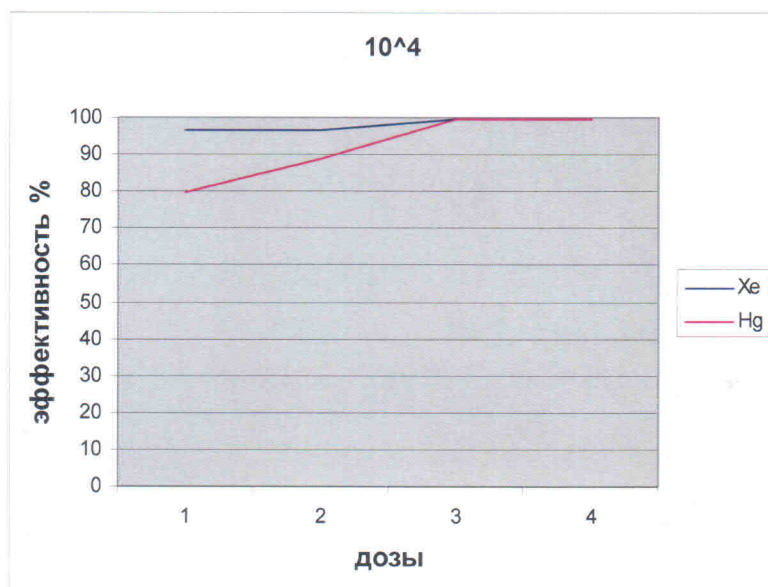


Рис. 9
 Действие ксеноновой и ртутной ламп на суспензию клеток *Fusarium oxysporum* при исходной концентрации $\sim 10^4$ КОЕ/мл

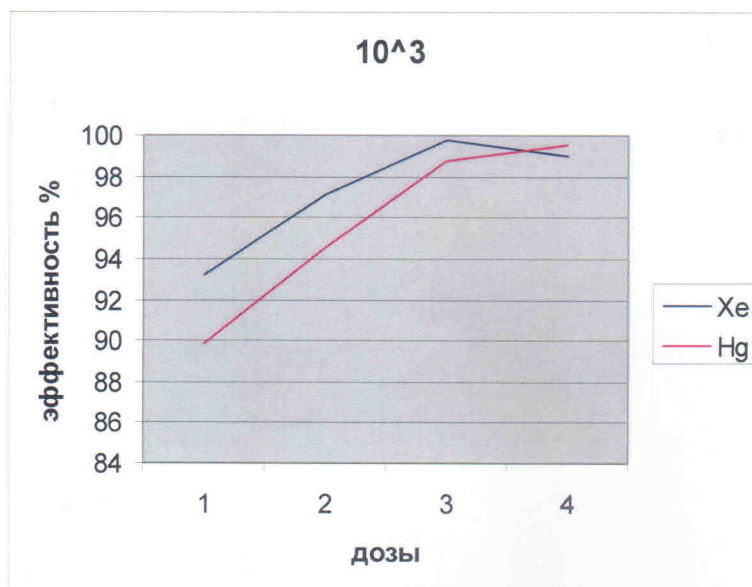


Рис. 10
 Действие ксеноновой и ртутной ламп на суспензию клеток *Fusarium oxysporum* при исходной концентрации $\sim 10^3$ КОЕ/мл

На основании полученных данных после однократного проведения опытов в отношении *Fusarium oxysporum* можно заключить, что при малых дозах облучения (дозы 1 и 2) ртутная лампа менее эффективна, чем ксеноновая. При 4-ой дозе эффективность обеих

ламп сопоставима, однако, эффективность работы ртутной лампы была выше. Это касается всех проанализированных начальных концентраций *Fusarium oxysporum*.

Выводы по исследованию действия ксеноновой лампы на грибы при обработке поверхностей.

1. Ксеноновая импульсная и ртутная лампы обладают ингибирующим действием в отношении грибов *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Fusarium oxysporum*.
2. Эффективность импульсной ксеноновой лампы выше, чем ртутной при малых дозах облучения.
3. При применении 4-ой дозы облучения - 1200 сек. для ртутной лампы и 240 сек. - ксеноновой лампы сопровождалась выравниванием эффективности действия ламп.
4. Ртутная лампа более эффективна, чем импульсная ксеноновая, в экспериментах с *Fusarium oxysporum* при максимальной дозе облучения.
5. *Aspergillus fumigatus* (штамм РКПФ -1248/880 - 1) оказался наиболее чувствительным к ультрафиолетовому облучению из трёх выбранных микромицетов.
6. Преимуществом импульсной ксеноновой лампы, в сравнении с ртутной, является затраты меньшего времени работы установки для достижения равной эффективности.

II. Исследование действия импульсной ксеноновой лампы на *Aspergillus fumigatus* (штамм РКПФ -1248/880 – 1) в опытной герметичной камере

Материалы и методы:

Исследование действия импульсной ксеноновой лампы было проведено в герметичной камере объёмом 120 литров. Камеру располагали в тёмной комнате. В опыте использовали импульсную ксеноновую лампу ИНТ 5/120, а также микромицет *Aspergillus fumigatus*, штамм РКПФ -1248/880 – 1, выделенный от больного и полученный из Российской коллекции патогенных грибов. Культуру засеивали на картофельно-морковный агар газоном.. Посев инкубировали при 37°C; образовавшиеся споры с 5 чашек Петри распыляли с помощью вентилятора в камере в течение 1 часа в первый день эксперимента. Для определения концентрации спор микромицета в воздухе использовали метод седиментации. Вентилятор включали 2 раза в день перед началом каждого эксперимента на 1 час. Режим работы лампы: С.Р.2. (специальный режим 2), время работы установки

1,7 мин. Пробы воздуха отбирали до и после включения лампы на пластиковые чашки Петри с агаром Сабуро, содержащим 2% глюкозы. Длительность экспозиции чашек варьировали в пределах 0,5 - 1 - 5 -10 - 15 - 20 - 30 мин. С внутренней поверхности камеры (фронтальная стена) брали смывы тампоном, смоченным физиологическим раствором натрия хлорида , 2 раза в день - до и после работы лампы. Всего было отобрано по 18 проб воздуха и смывов. Расстояние от лампы до места взятия смывов составляло 30 см.

Эффективность работы лампы рассчитывали по изменению количества спор гриба в воздухе через каждые 24 часа по сравнению с исходным (до начала работы установки).

Аналогичный эксперимент, но без облучения импульсной ксеноновой лампой, был проведён для сравнения в течение 5 дней.

Результаты изменения концентрации спор *A. fumigatus* в воздухе камеры и на её поверхностях, в зависимости от количества облучений (сеансов работы) ксеноновой лампой, приведены в таблице 4.

Таблица 4

Количество колониеобразующих единиц (КОЕ) *Aspergillus fumigatus* в воздухе камеры и на её внутренних поверхностях при действии ксеноновой лампы.

| День отбора проб | Время отбора проб | Количество пропагул (КОЕ) | | | |
|------------------|-------------------|---|-----------------|-------------------------------|-----------------|
| | | В смывах с поверхностей (на см ²) | | В воздухе (в м ³) | |
| | | До облучения | После облучения | До облучения | После облучения |
| 1 | 15 час | Сплошной рост | Сплошной рост | 2000000 | 1650000 |
| 2 | 12 час 1 сеанс | 750 | 500 | 490000 | 235000 |
| | 16 час 2 сеанс | 210 | 120 | 124000 | 79600 |
| 3 | 12 час 1 сеанс | 68 | 12 | 50700 | 14000 |
| | 16 час 2 сеанс | 11 | 8 | 6400 | 4880 |

| | | | | | |
|---|-------------------|---|-----|------|------|
| 4 | 12 час 1 сеанс | 2 | 3 | 5020 | 5400 |
| | 16 час 2 сеанс | 3 | 3 | 3440 | 1280 |
| 5 | 12 час 1 сеанс | 3 | 4 | 1910 | 1080 |
| | 16 час 2 сеанс | 1 | 0,5 | 1040 | 387 |

На рисунке 11 изображено изменение концентрации микромицета в воздухе камеры в зависимости от количества облучений ксеноновой лампой.

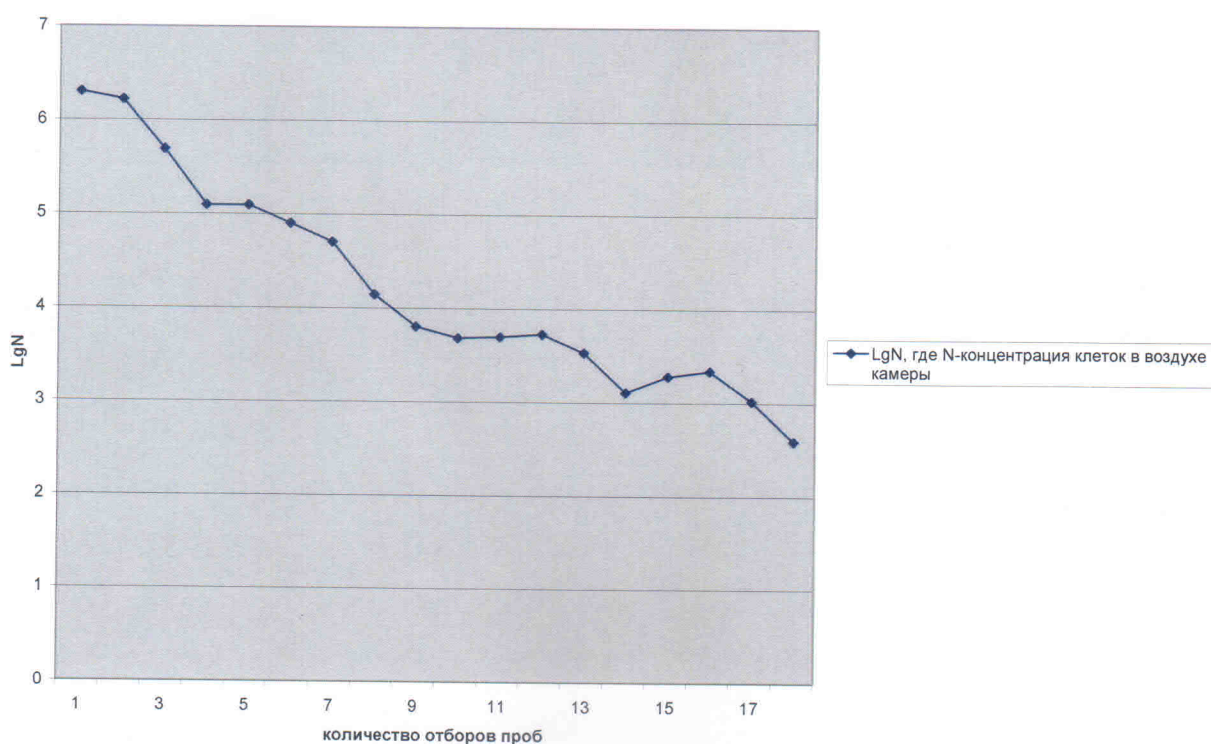


Рис. 11

Изменение концентрации спор *Aspergillus fumigatus* в камере при испытании импульсной ксеноновой лампы.

Из полученных данных следует, что при создании высокой концентрации спор *A. fumigatus* в воздухе опытной камеры и заданном режиме облучения происходит уменьшение содержания спор микромицета на $\sim 10^4$ КОЕ/м³. Общая тенденция к снижению концентрации спор имеет стабильный характер.

На рисунке 12 отображено изменение количества спор гриба на 1 см² смыва с поверхности камеры в зависимости от количества облучений ксеноновой лампой.

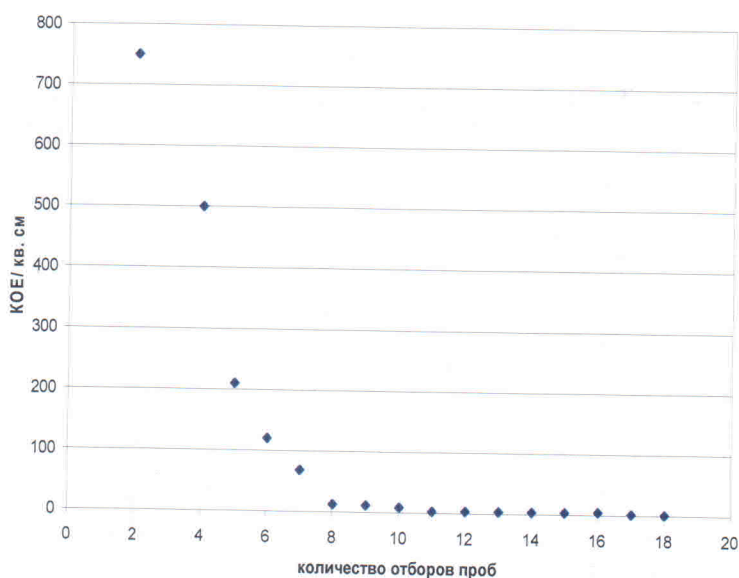


Рис. 12

Изменение количества колониеобразующих единиц *Aspergillus fumigatus* в смывах с внутренней поверхности камеры при воздействии импульсной ксеноновой лампы.

На основании полученных данных можно заключить, что количество спор *A. fumigatus* на стенах камеры резко снижается в первые дни облучения (1-ой и 2-ой дни), а в последующие дни снижается менее интенсивно. Начальное содержание спор микромицета на поверхности превышает конечные в 750 раз.

Эффективность работы импульсной ксеноновой лампы в камере в отношении спор *A. fumigatus* также рассчитывали в конце каждого дня опыта: $E = (N_0 - N) / N_0 \times 100\%$ (см. стр.2). Данные представлены в таблице 5.

Эффективность импульсной ксеноновой лампы в опытной камере в отношении
Aspergillus fumigatus

| День | Общее количество облучений | Эффективность лампы на конец каждого рабочего дня, % |
|------|----------------------------|--|
| 1 | 1 | 17,50 |
| 2 | 3 | 96,02 |
| 3 | 5 | 99,76 |
| 4 | 7 | 99,94 |
| 5 | 9 | 99,98 |

Максимальный эффект при работе лампы достигается при первых включениях (1-3). В дальнейшем происходит незначительное увеличение эффективности. При работе ксеноновой лампы в течение рабочей недели (включение 2 раза в день) без дополнительного источника микробной контаминации, эффективность лампы по обеззараживанию воздуха от спор *A. fumigatus* в камере достигала 99,98 %.

Для сравнения изменения концентрации микромицета в воздухе без воздействия лампы в этой же камере распыляли споры *A. fumigatus* с 5 чашек Петри. Затем проводили замеры концентрации спор в воздухе методом седиментации. Результаты представлены в таблице 6.

Количество колониобразующих единиц (КОЕ) *Aspergillus fumigatus* в воздухе камеры без облучения ксеноновой лампой.

| День отбора проб | Время отбора проб | Воздух, КОЕ/м ³ |
|------------------|-------------------|----------------------------|
| 1 | 15 час | 4000000 |
| 2 | 12 час 1 сеанс | 1080000 |
| | 16 час 2 сеанс | 1450000 |
| 3 | 12 час 1 сеанс | 449000 |
| | 16 час 2 сеанс | 223000 |
| 4 | 12 час 1 сеанс | 197000 |
| | 16 час 2 сеанс | 133000 |
| 5 | 12 час 1 сеанс | 72000 |
| | 16 час 2 сеанс | 32600 |

На рисунке 13 изображено изменение концентрации спор *A.fumigatus* в воздухе камеры без воздействия лампы. По оси X отмечен LgN , где N – концентрация спор *Aspergillus fumigatus* в воздухе (КОЕ/м³), а по оси Y- количество отборов проб.

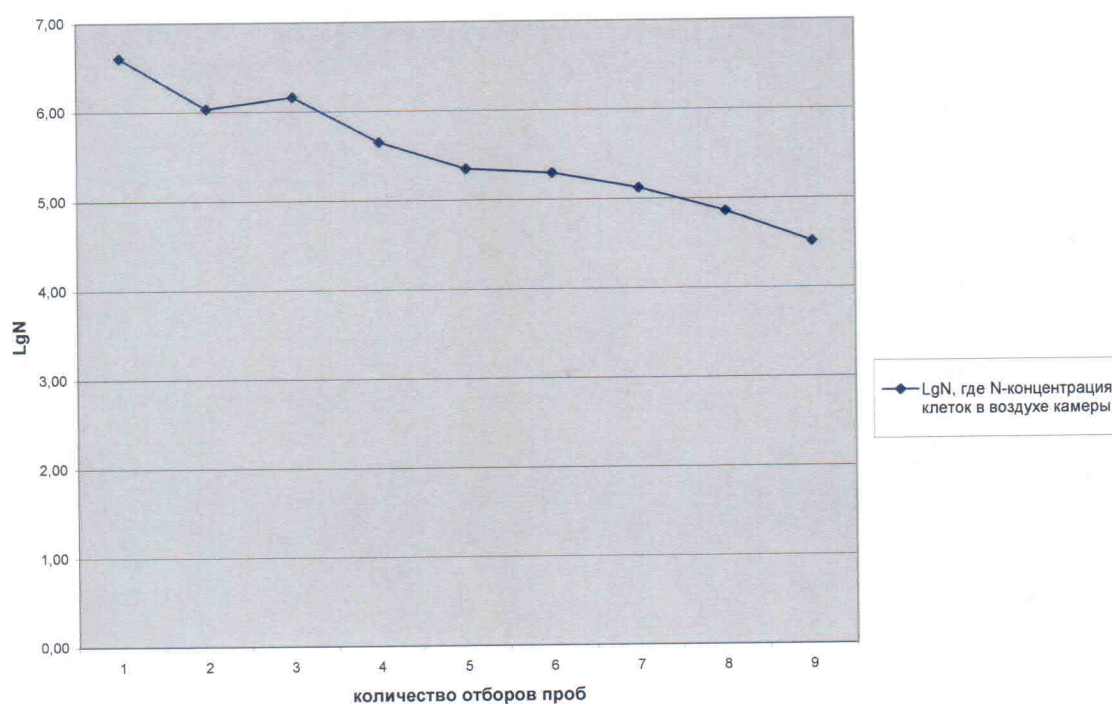


Рис. 13

Изменение концентрации спор *A. fumigatus* в камере без воздействия импульсной ксеноновой лампы.

Из рисунка 13 следует, что, несмотря на отсутствие воздействия ксеноновой лампы, происходит снижение концентрации спор гриба в воздухе камеры. Общее снижение содержания спор за 5 дней составило $\sim 10^2$ КОЕ/м³ за аналогичное время наблюдения.

На рисунке 14 представлено сравнение изменения количества спор *A. fumigatus* в воздухе камеры в эксперименте с использованием ксеноновой лампы и без неё. По оси X отложены точки отбора, которые соответствуют началу и концу каждого дня эксперимента, т.к. в опыте без воздействия лампы замеры проводили 2 раза в день, а с использованием - 4 раза. Для построения диаграммы использовали данные таблиц 4, 6 и 7.

Таблица 7

Соответствие точек отбора временным интервалам эксперимента

| | Дни эксперимента | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--|
| | 1-й | | 2-й | | 3-й | | 4-й | | 5-й | |
| | Начало эксперимента | начало | конец | начало | конец | начало | конец | начало | конец | |
| Точки отбора на графике 13 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |

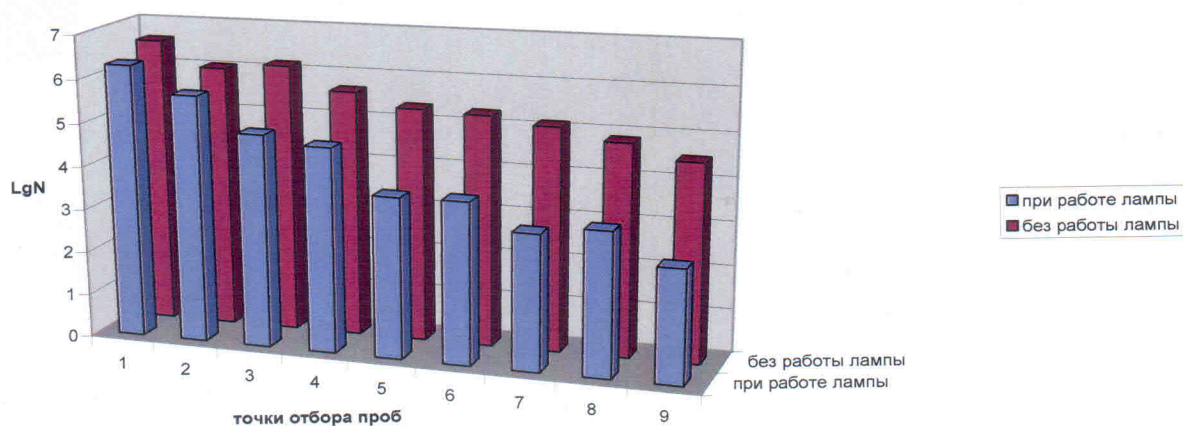


Рис. 14

Изменение концентрации клеток *A.fumigatus* в воздухе камеры при воздействии импульсной ксеноновой лампы и в отсутствии такового.

При сравнении полученных данных видно, что уменьшение концентрации спор в воздухе происходит в обоих опытах: с применением ксеноновой лампы и без неё. При испытании ксеноновой лампы концентрация спор уменьшается более интенсивно.

Предположительно часть спор оседает с течением времени эксперимента или теряет свою жизнеспособность.

Выводы по исследованию действия импульсной ксеноновой лампы на *A.fumigatus* в опытной герметичной камере

1. Импульсная ксеноновая лампа эффективна для уменьшения спор *A.fumigatus*, находящихся в воздухе герметичной камеры и на её внутренних поверхностях.
2. Уменьшение спор микромицета в воздухе камеры имеет место в обоих опытах, при действии ксеноновой лампы и без неё.

3. Уменьшение концентрации спор в воздухе камеры происходило интенсивнее при воздействии импульсной ксеноновой лампы, чем без него.
4. Количество спор на внутренних поверхностях камеры при использовании ксеноновой лампы заметно снижалось в первые дни эксперимента.

III. Исследование действия ксеноновой лампы на *Aspergillus fumigatus* в помещении.

Материалы и методы

Исследование эффективности работы импульсной ксеноновой лампы было проведено в помещении объёмом 8 м³, имеющем доступ света через небольшое окно в коридор. Для проведения эксперимента необходимо было создать высокую концентрацию спор клинически значимого микромицета. Использовали *Aspergillus fumigatus* (штамм РКПФ - 1248/880 – 1), выделенный от больного и полученный из Российской коллекции патогенных грибов. Микромицет засеивали на картофельно-морковный агар газоном. Посев инкубировали при 37°С. Затем споры с 2 чашек Петри распыляли в помещении с помощью вентилятора в течение 1 часа в первый день эксперимента. Для определения концентрации спор микромицета в воздухе использовали метод седиментации. Вентилятор включали 2 раза в день перед началом каждого эксперимента на 1 час. Режим работы лампы: С.Р.2. (специальный режим 2), время работы установки 1,7 мин. Длительность первого этапа эксперимента составляла 5 дней, общее количество сеансов работы установки с импульсной ксеноновой лампой на первом этапе – 9. Для продолжения эксперимента (2 этап) в помещении был сделан перерыв на неделю, а затем вновь повторили облучение импульсной ксеноновой лампой 2 раза в день, с включением вентилятора перед каждым сеансом на 1 час. Общее количество сеансов работы установки за 2 этапа составило 19.

До и после включения лампы отбирали пробы воздуха на пластиковые чашки Петри с 2% глюкозным агаром Сабуро. Длительность экспозиции чашек варьировали в пределах 1 мин-5 мин. Со стены отбирали пробы смывов тампоном, смоченным физиологическим раствором натрия хлорида, 2 раза в день - до и после работы лампы.

Эффективность работы лампы рассчитывали по изменению количества спор гриба в воздухе по сравнению с исходным (перед началом работы лампы).

Результаты изменения концентрации микромицета в воздухе помещения и на поверхностях в зависимости от количества облучений (сеансов работы) ксеноновой лампой приведены в таблице 8.

Количество спор *Aspergillus fumigatus* в воздухе помещения и на его поверхностях.

| дни отбора проб (п/п) | Время отбора проб | Общее количество сеансов | Количество пропагул (КОЕ) | | | |
|-----------------------|-------------------|--------------------------|---|-----------------|-------------------------------|----------------------|
| | | | В смывах с поверхностей (на дм ²) | | В воздухе (в м ³) | |
| | | | До облучения | После облучения | До облучения | После облучения |
| 1 | 15 час | 1 | 3600 | 3200 | 2,66x10 ⁵ | 1,28x10 ⁵ |
| 2 | 12 час 1 сеанс | 2 | 1360 | 1600 | 6,74x10 ⁴ | 2,13x10 ⁴ |
| | 16 час 2 сеанс | 3 | 640 | 528 | 5,10x10 ⁴ | 1,80x10 ⁴ |
| 3 | 12 час 1 сеанс | 4 | 400 | 480 | 2,01x10 ⁴ | 9,64x10 ³ |
| | 16 час 2 сеанс | 5 | 135 | 284 | 1,50x10 ⁴ | 2,09x10 ⁴ |
| 4 | 12 час 1 сеанс | 6 | 180 | 306 | 9,68x10 ³ | 4,12x10 ³ |
| | 16 час 2 сеанс | 7 | 68 | 264 | 7,32x10 ³ | 4,20x10 ³ |
| 5 | 12 час 1 сеанс | 8 | 142 | 10 | 1,66x10 ⁴ | 5,20x10 ³ |
| | 16 час 2 сеанс | 9 | 560 | 480 | 9,00x10 ³ | 4,52x10 ³ |
| 15 | 12 час 1 сеанс | 10 | 380 | 141 | 1,36x10 ⁴ | 1,54x10 ⁴ |
| | 16 час 2 сеанс | 11 | 122 | 52 | 1,56x10 ⁴ | 1,04x10 ⁴ |
| 16 | 12 час 1 сеанс | 12 | 50 | 51 | 2,99x10 ⁴ | 1,75x10 ⁴ |

| | | | | | | |
|----|-------------------|----|-----|-----|--------------------|--------------------|
| | 16 час 2 сеанс | 13 | 97 | 200 | $8,96 \times 10^3$ | $5,04 \times 10^3$ |
| 17 | 12 час 1 сеанс | 14 | 243 | 177 | $3,88 \times 10^3$ | $2,24 \times 10^3$ |
| | 16 час 2 сеанс | 15 | 114 | 392 | $4,20 \times 10^3$ | $3,12 \times 10^3$ |
| 18 | 12 час 1 сеанс | 16 | 220 | 69 | $4,96 \times 10^3$ | $4,20 \times 10^3$ |
| | 16 час 2 сеанс | 17 | 70 | 66 | $3,16 \times 10^3$ | $2,52 \times 10^3$ |
| 19 | 12 час 1 сеанс | 18 | 108 | 141 | $6,24 \times 10^3$ | $5,08 \times 10^3$ |
| | 16 час 2 сеанс | 19 | 69 | 32 | $4,60 \times 10^3$ | $4,40 \times 10^3$ |

Изменения концентраций спор *A. fumigatus* в воздухе и в смывах с поверхности стен помещения изображены на рисунках 15 и 16 соответственно.

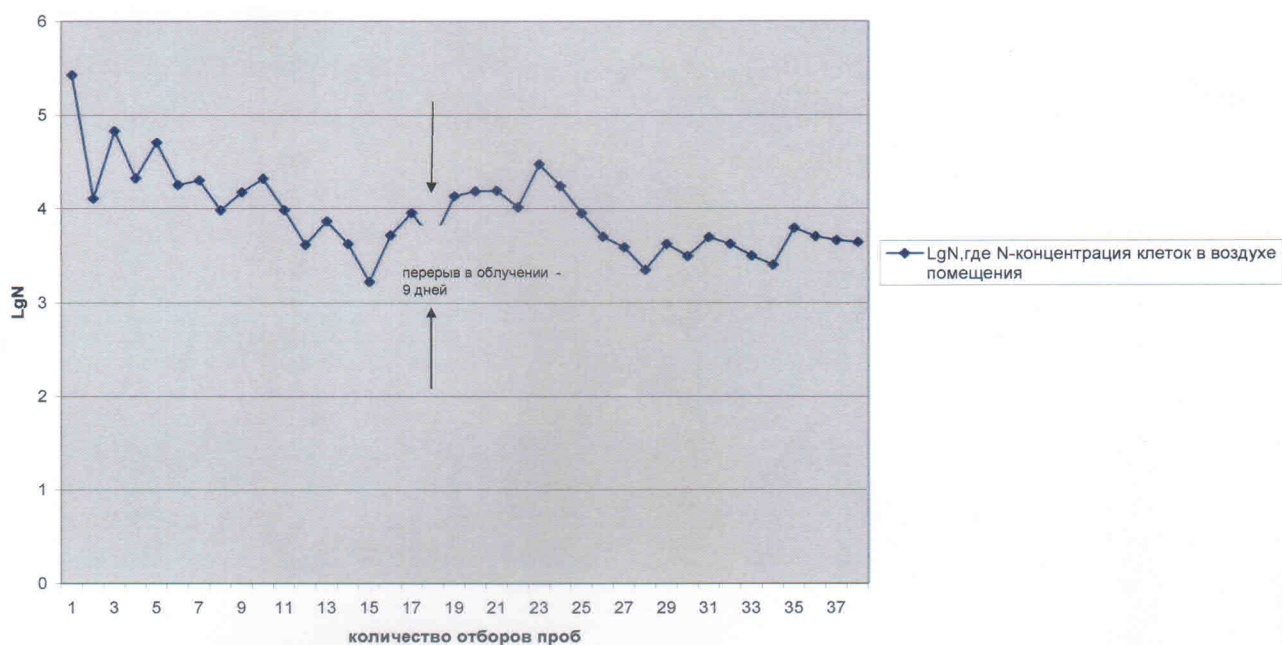


Рис. 15

Изменение концентрации клеток *A. fumigatus* в воздухе помещения при воздействии импульсной ксеноновой лампы

Из полученных экспериментальных данных следует, что происходит незначительное уменьшение содержания спор *A. fumigatus* в воздухе помещения при действии ксеноновой импульсной лампы. На рисунке 15 видно, что за 5 дней эксперимента (9 сеансов облучения) концентрация спор в воздухе снизилась примерно в 100 раз. Максимальное снижение происходило при первом и втором облучениях – в 10 раз. При последующих облучениях (3-9 сеансы) сохранялась тенденция к уменьшению концентрации спор. Но скорость снижения замедлялась. Концентрация спор *A. fumigatus* в воздухе помещения после окончания 1 этапа эксперимента составляет $\sim 10^3$ КОЕ/м³.

После перерыва в течение 9 дней эксперимент был продолжен. На графике конец первого этапа отмечен стрелкой. При этом периодически возникали небольшие колебания концентрации спор гриба в воздухе (увеличение), что, вероятно, вызвано процессами фотореактивации (способностью клеток восстанавливать жизнеспособность под воздействием видимого света) в промежутках между сеансами. Это явление представляет собой один из путей репарации ДНК клеток, повреждённых ультрафиолетовым светом. Несмотря на продолжение облучения в том же режиме, значительного дальнейшего снижения концентрации клеток не наблюдали. Возможно, это было связано с достижением предельной эффективности работы установки в выбранном режиме С.Р.2 (специальный режим 2), а также с механизмами защиты грибов от ультрафиолетового облучения.

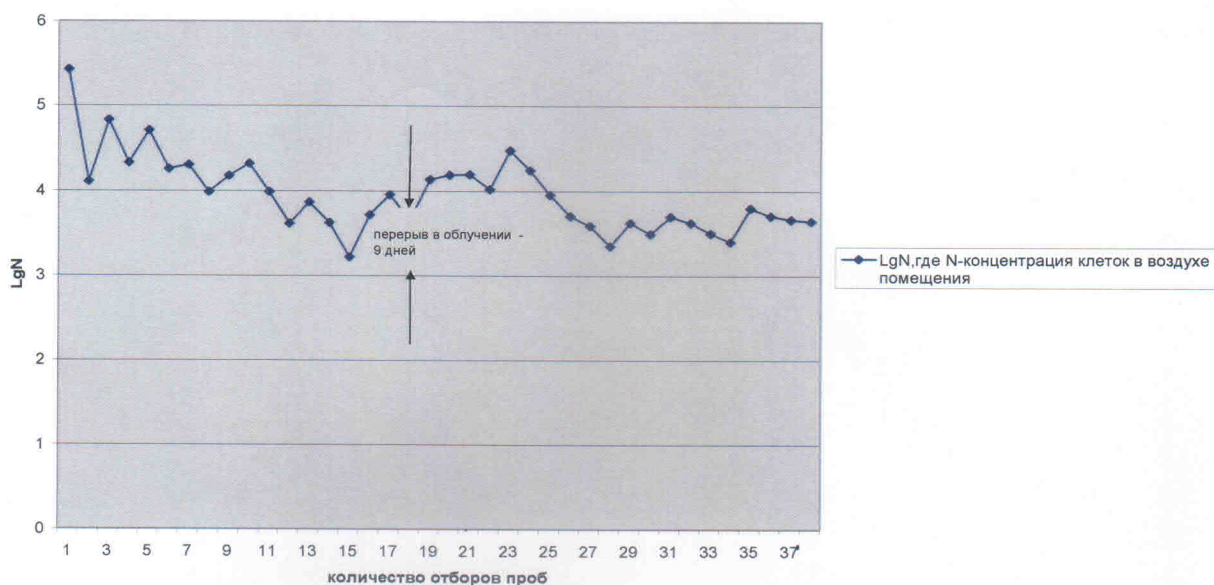


Рис. 16

Изменение количества клеток *A. fumigatus* в смывах со стен помещения при воздействии импульсной ксеноновой лампы

При анализе результатов смывов со стен помещения при действии импульсной ксеноновой лампы прослеживали снижение количества КОЕ на единицу поверхности. Результаты представлены на рисунке 16 – окончание первого этапа обозначено стрелками. Наблюдали общее снижение количества спор гриба за 5 дней (9 сеансов) примерно в 7,5 раз. Наибольшее снижение происходило за первые два дня (2-8 точки отбора). В дальнейшем, при 4-9 сеансах работы, тенденция к уменьшению спор микромицета на поверхностях сохранялась, но снижение количества спор микромицета на поверхностях происходило менее интенсивно. На втором этапе эксперимента концентрация спор гриба на поверхностях значительно не изменялась. Колебание значений, вероятно, можно объяснить первоначальным неравномерным оседанием спор на стены помещения.

Эффективность работы лампы рассчитывали по изменению количества спор гриба в воздухе через 24 часа по сравнению с исходной концентрацией:

$$E=(N_0-N)/N_0 \times 100\% \text{ (см. стр.2)}$$

Данные по эффективности работы импульсной ксеноновой лампы в отношении *A. fumigatus* в помещении представлены в таблице 9.

Таблица 9

Эффективность импульсной ксеноновой лампы в помещении
в отношении *Aspergillus fumigatus*

| День | Общее количество облучений (сеансов) | Эффективность лампы, % |
|------|---|------------------------|
| 1 | 1 | 51,88 |
| 2 | 3 | 93,23 |
| 3 | 5 | 94,36 |
| 4 | 6 | 98,42 |
| 5 | 9 | 98,30 |
| 15 | 11 | 96,09 |
| 16 | 13 | 98,10 |
| 17 | 15 | 98,83 |
| 18 | 17 | 99,05 |
| 19 | 19 | 98,34 |

Наибольший эффект отмечен при первом сеансе работы лампы - 51,88 %. В дальнейшем происходило нарастание эффективности. На 2-5 дни она увеличилась ещё на 46,42 %. При работе ксеноновой лампы в течение рабочей недели (включение 2 раза в день) эффективность работы установки в помещении достигает 98,30 %. После перерыва в облучении на 2 этапе значения эффективности колебались в интервале от 96,09% до 99,05%.

Выводы по исследованию действия ксеноновой лампы на *Aspergillus fumigatus* в помещении.

1. Облучение импульсной ксеноновой лампой сопровождается снижением концентрации спор *Aspergillus fumigatus* в воздухе и на поверхностях помещения.
2. Наибольший эффект отмечен при первых сеансах работы лампы.
3. Эффективность за 5 дней работы (2 раза в день) достигает 98,30 %.
4. По сравнению с эффективностью работы установки в камере, эффективность работы в помещении, на конец 1 этапа эксперимента (1 неделя), ниже на 1,68 %.
5. Эффективность, равная 99,90 % в эксперименте с опытной камерой, не достигается в помещении, даже после 2 недель облучения.

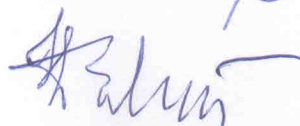
ВЫВОДЫ по эффективности работы импульсных ксеноновых ламп

1. Все испытанные лампы в выбранных режимах работы снижают концентрацию спор испытанных микромицетов.
2. Наибольшей эффективностью обладает импульсная ксеноновая лампа при облучении *Aspergillus fumigatus*, находящегося на поверхности - 99,96% (время работы лампы - 240 сек).
3. При облучении *Aspergillus fumigatus* импульсной ксеноновой лампой в камере эффективность составила 99,98% за 9 сеансов облучения в режиме С.Р.2 (специальный режим 2)
4. При облучении *Aspergillus fumigatus* импульсной ксеноновой лампой в помещении эффективность составила 99,05% на 2-ой неделе облучения.
5. При облучении тест - культур импульсной ксеноновой лампой полной гибели всех клеток в проведённых экспериментах не достигается.
6. Рекомендуем продолжить исследование действия импульсной ксеноновой лампы на микромицеты при других режимах работы.


Директор НИИ Медицинской

микологии им. П.Н.Кашкина, проф.  Васильева Н.В.

Зам. директора по
научной работе, проф.

 Елинов Н.П.

Заведующая лабораторией

 Богомолова Т.С.

Научный сотрудник

 Маметьева А.А.

Научный сотрудник

 Павлова И.Э.

Научный сотрудник

 Выборнова И.В.

Заведующая лабораторией

«Российская коллекция
патогенных грибов»

 Чилина Г.А.