

**Возможности исследования окислительных процессов
в белках и других биологических объектах под действием
активных форм кислорода**

Участники работы Пискарев И.М. НИИЯФ МГУ Ушканов В.А. НИИЯФ МГУ Аристова Н.А. НТИ УрФУ Нижнетагильский Технологический институт Уральского федерального Университета (филиал) Иванова И.П. ННГУ Нижегородский Государственный университет Имени Н.И. Лобачевского Кузина Е.Д. НПО "Здоровье нации" Москва	Содержание Введение. Цель исследований. 1) Источники активных частиц и их характеристики. 2) Флуоресценция. Двумерное сканирование. 3) Stern-Volmer-like coefficient 4) Деструкция белков, аминокислот и микроорганизмов под действием АФК. 5) Очистка воды 6) Список работ за 2024 год по теме доклада.
---	---

Введение. Цель исследований.

1) Исследование окислительных процессов в организме. Окислительные процессы постоянно происходят в живом организме. В нормальных условиях они осуществляются с помощью ферментов. Эти реакции носят направленный характер и приводят к образованию определенных продуктов, в которых организм нуждается.

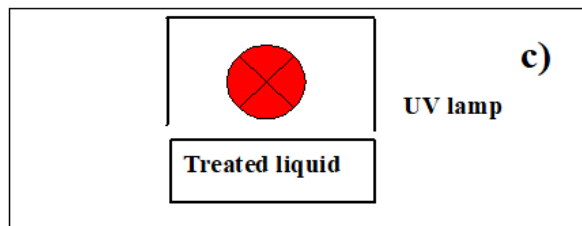
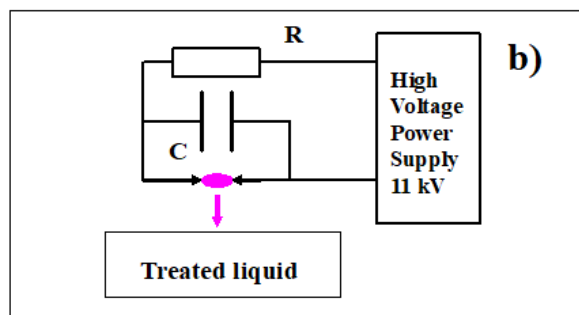
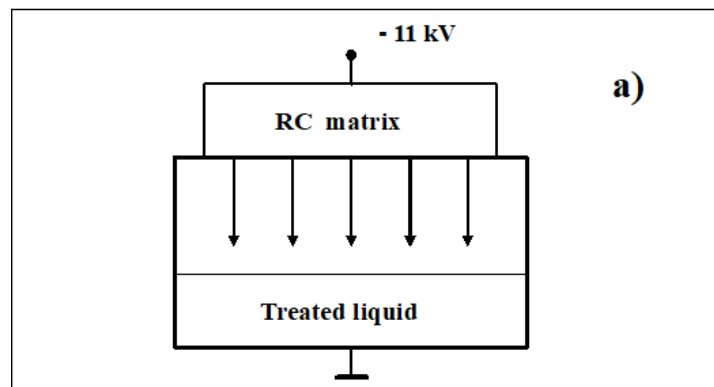
В случае болезни сам организм начинает вырабатывать активные формы кислорода и азота, которые могут разрушать организм. Это явление называют "окислительный стресс". Изучение состава окисленных продуктов и знание их выхода помогает бороться с болезнью.

2) Дезинфекция продуктов питания. Другой насущной проблемой является дезинфекция продуктов питания. Бактерицидный эффект должен осуществляться методом, который будет **эффективным, дешевым и безопасным**. Несмотря на большие достижения в этой области поиск новых дезинфектанов продолжается. Дезинфицирующую роль могут играть активные формы кислорода и азота. Оценка дезинфицирующей способности известными методами трудоемка и занимает много времени. Нами разработана методика оперативного контроля эффективности дезинфицирующей способности активных форм кислорода и азота, генерируемых физическими методами.

3) Подготовка питьевой воды. По-прежнему остается актуальной задача подготовки питьевой воды. Вода оказывается загрязненной антибиотиками. Сама по себе их концентрация не велика, но регулярное потребление воды, содержащей антибиотики, приводит к выработке в организме антибиотико-резистенции. Это уменьшает эффективность применения лекарственных средств.

Нами исследованы условия снижения концентрации тетрациклина до уровня 0,001 м/л и разработан прибор, решающий эту задачу.

Источники активных частиц и их. характеристики



Характеристика	Тип прибора		
	Холодная плазма, а)	ИР10 b)	ДКБ9 с)
Объем пробы, мл	50	10	10
Мощность дозы, Дж/(10 мл мин)	30 ± 3	35 ± 3	20 ± 2
Частицы, которые несут энергию	Электроны $E=10$ кэВ	Фотоны $\lambda=220$ нм	Фотоны $\lambda=253.7$ нм
Поток первичных частиц, 1/мин	$1.87 \cdot 10^{17}$	$3,9 \cdot 10^{19}$	$2.5 \cdot 10^{19}$
Активные частицы	Радикалы $\text{OH}^\bullet$	Радикалы $\text{NO}_2^\bullet$	Фотоны $\lambda=253.7$ нм
Поток активных частиц, 1/мин	$(3.7 \pm 0.5) \cdot 10^{18}$	$(4.3 \pm 0.6) \cdot 10^{17}$	$(2.5 \pm 0.4) \cdot 10^{19}$

Метод регистрации: флуоресценция, двумерное сканирование.

Длина волны возбуждение 200 – 500 нм; Длина волны регистрации 200 – 800 нм

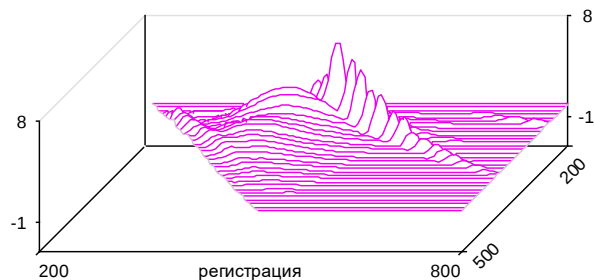
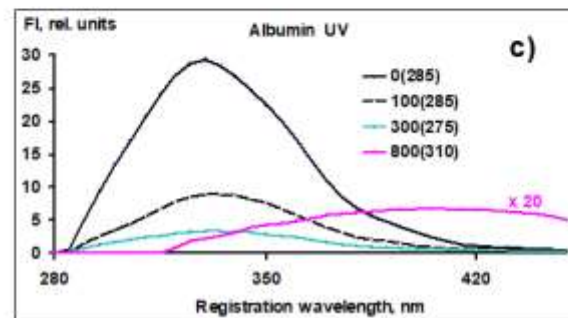
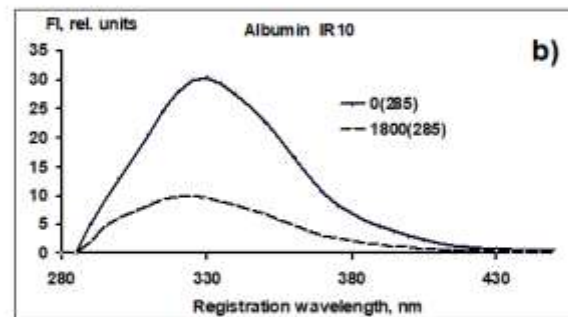
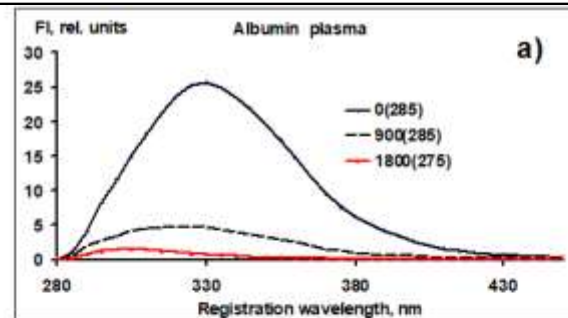


Таблица 2. Флуоресцентные характеристики исследуемых веществ.

Вещество	Длина волны, нм	
	Возбуждения	Регистрации
Тирозин	275	303
Дитирозин	290, 310	410
Триптофан	285	355
Фенилаланин	260	285
Дофамин	280	315
L-DOPA	280	320
Альбумин	275	330

Эти исследования позволяют определить каналы распада аминокислот и выходы вторичных продуктов



Коэффициенты Stern-Volmer

В начальной стадии, когда израсходовано мало исходного вещества, закон убывания концентрации может быть выражен в виде:

$$F_D = F_0 e^{-DK_{SV}^0} \quad (2)$$

Где F_0 – флуоресценция исходной пробы,

F_D – флуоресценция той же пробы после воздействия с активными частицами, доза D.

K_{SV}^0 - initial value of Stern-Volmer-like coefficient при дозе D ~ 0.

Рассмотрим соотношение, которое выполняется при малых дозах $DK_{SV}^0 < 0.1$.

$$\frac{F_0}{F_D} = \frac{F_0}{F_0 \cdot e^{-DK_{SV}^0}} = e^{DK_{SV}^0} \sim 1 + DK_{SV}^0$$

(3)

Соотношение (3) позволяет находить значение K_{SV}^0 . При малых концентрациях флуоресцирующего вещества, когда самопоглощением излучения в пробе можно пренебречь, флуоресценция пропорциональна концентрации вещества.

Таблица 3. Коэффициенты K_{SV}^0 (10mL)/J для процессов расходования исходных продуктов и образования вторичных под действием источников активных частиц. Дитиروزин ($\lambda_{reg} = 410$ nm) образуется в двух модификациях: $\lambda_{ex}=290$ nm and $\lambda_{возб}=310$ nm

Target	Characteristic Of process	Source of active species		
		Plasma	IR10	UV
Tryptophan	Consumption	$23,6 \cdot 10^{-3}$	$0,71 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
Tyrosine	Consumption	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$0,31 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
	Dityrosine Production $\lambda_{ex}=290$ nm	$12,7 \cdot 10^{-3}$ $\lambda_{ex}=290$ nm	$< 1 \cdot 10^{-6}$ –	$7,8 \cdot 10^{-3}$ $\lambda_{ex}=290$ nm
Phenylalanine	Consumption	$1,075 \cdot 10^{-3}$	$1,38 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
	Tyrosine Production $\lambda_{ex}=275$ nm	$0,68 \cdot 10^{-3}$ $\lambda_{ex}=275$ nm	$0,14 \cdot 10^{-3}$	$9,6 \cdot 10^{-3}$ $\lambda_{ex}=275$ nm
	Dityrosine Production $\lambda_{возб}=310$ nm	$0,74 \cdot 10^{-3}$ $\lambda_{возб}=310$ nm	$< 1 \cdot 10^{-6}$ –	$9,7 \cdot 10^{-3}$ $\lambda_{возб}=310$ nm
Bovine serum albumin	Consumption	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$26,3 \cdot 10^{-3}$
	Dityrosine Production	$< 1 \cdot 10^{-6}$ –	$< 1 \cdot 10^{-6}$ –	$29,8 \cdot 10^{-3}$ $\lambda_{ex}=310$ nm
Albumin-like Mixture	Consumption	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$
	Dityrosine Production $\lambda_{ex}=310$ nm	$3,1 \cdot 10^{-3}$ $\lambda_{ex}=310$ nm	$< 1 \cdot 10^{-6}$ –	$14,7 \cdot 10^{-3}$ $\lambda_{ex}=310$ nm

Деструкция аминокислот

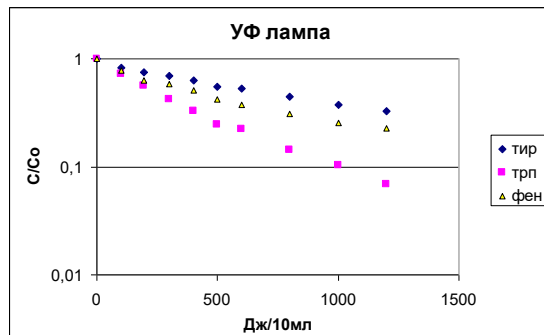
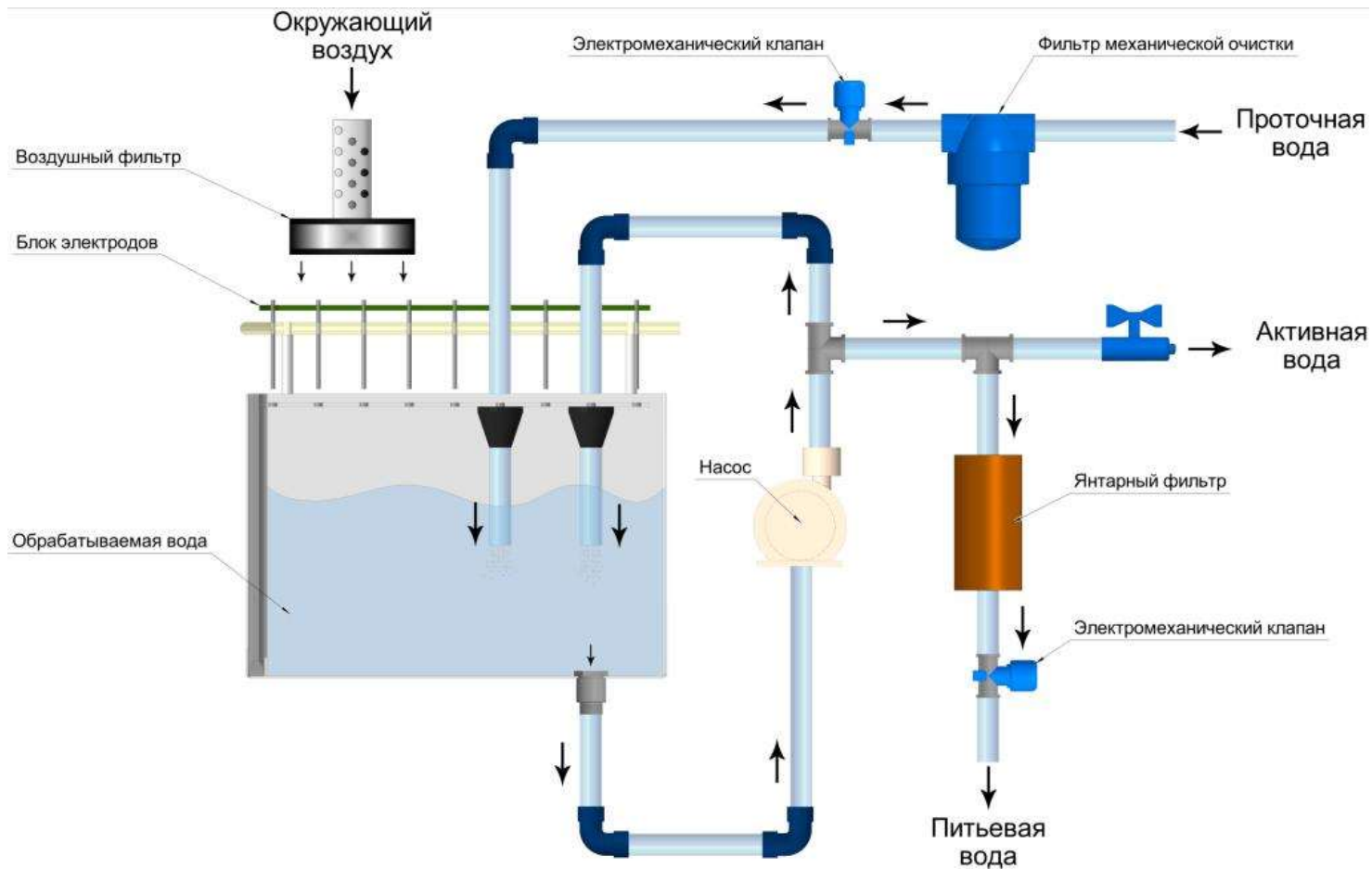


Рисунок 3. Зависимость относительного уменьшения концентрации аминокислот после обработки (C/C_0) от дозы облучения УФ лампой (Дж/10мл), $\lambda = 253.7$ нм.

Доза, соответствующая уменьшению CFU в 10 раз, D10(CFU), Дж/10 мл.

Пробы	Характеристика	D10 (CFU), Дж/10 мл		
		Плазма	ИР10	УФ
<i>Staphylococcus Aureus</i>	Грамположительная бактерия	6 ± 1.5	29 ± 3	1.6 ± 0.2
<i>Escherichia coli</i>	Грамотрицательная бактерия	6 ± 1.5	41 ± 5	0.7 ± 0.1
<i>Enterobacter cloacae</i>	Грамотрицательная бактерия	8 ± 1.9	-	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Грамотрицательная бактерия	7 ± 1.1	-	2 ± 0.5
<i>Enterococcus faecalis</i>	Грамположительная бактерия	7 ± 1.3	-	-
<i>Aspergillus Niger</i>	Микромицет	9 ± 2	280 ± 25	2100 ± 250
<i>Alternaria Alternata</i>	Микромицет	6 ± 1.5	177 ± 16	1900 ± 240
<i>Chaetomium Globosum</i>	Микромицет	-	35 ± 5	2000 ± 210
<i>Penicillium Chrysogenum</i>	Микромицет	-	210 ± 23	1400 ± 160

Очистка воды



Приборы для очистки воды



- **2024** Гипотетическая возможность образования октаоксида водорода в кавитационном плазменном разряде
- Аристова Н.А., Иванова Ирина Павловна, Гулько Н.К., Макаров А.А., Пискарев И.М.
- в журнале *Химия высоких энергий*, издательство ФГБУ "Издательство "Наука" (Москва), том 58, № 6, с. 489-494 DOI
-
- **2024** Анализ флуоресценции белка и аминокислот как метод оценки эффективности бактерицидного действия
- Пискарев И.М.
- в журнале *Химия высоких энергий*, издательство ФГБУ "Издательство "Наука" (Москва), том 58, № 5, с. 3-8 DOI
-
- **2024** Disinfection of Water and Solid Surfaces: Possibilities for Deep Degradation of Phenol and Tetracycline by Corona Electric Discharge
- Ivanova Irina P., Piskarev I.M.
- в журнале *IEEE Transactions on Plasma Science*, издательство *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (Piscataway, NJ, United States), том 52, № 8, с. 3118-3126 DOI
-
- **2024** Hypotetical Possibility of Formation of Octaoxidane in Discharge Plasma with Cavitation
- Aristova N.A., Ivanova Irina Pavlovna, Gul'ko N.K., Makarov A.A., Piskarev I.M.
- в журнале *High Energy Chemistry*, издательство *Pleiades Publishing, Ltd* (Road Town, United Kingdom), том 58, № 6, с. 682-687 DOI
-
- **2024** Protein and Amino Acid Fluorescence Analysis as a Method for Evaluating Bactericidal Effectiveness
- Piskarev I.M.
- в журнале *High Energy Chemistry*, издательство *Pleiades Publishing, Ltd* (Road Town, United Kingdom), том 58, № 5, с. 80-85 DOI
-
- **2024** Возможности коронного электрического разряда для глубокой очистки питьевой воды от фенола и тетрациклина
- Пискарев И.М.
- в журнале *Журнал физической химии*, издательство ФГБУ "Издательство "Наука" (Москва), том 98, № 3, с. 152-156
-
- **2024** Effect of gas-discharge plasma radiation on the biochemical parameters of blood and urine of intact animals and those with acute alcohol intoxication
- Trofimova S.V., Kupriyanova A.A., Shumilova A.M., Piskarev I.M., Ivanova I.P.
- в журнале *Opera Medica et Physiologica*, том 11, № 1, с. 137-146 DOI
-
- **2024** Possibilities of Corona Electric Discharge for Deep Purification of Drinking Water from Phenol and Tetracycline
- Piskarev I.M.
- в журнале *Russian Journal of Physical Chemistry A*, издательство *Pleiades Publishing, Ltd* (Road Town, United Kingdom), том 98, № 3, с. 1-5 DOI
-

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ