

УДК 541.

З. Е. Егорова, доцент;  
Е. М. Заяц, профессор БАТУ;  
А. Е. Заяц, студент БАТУ;  
Н. В. Кирильчик, магистрант

### **ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ *ESCHERICHIA COLI***

The effect of constant electric field from active *Escherichia coli* in inorganic and organic solutions depending on electric field strength and electrode material is shown.

Анализ данных литературы, содержащей сведения о воздействии постоянного однородного электрического поля на микроорганизмы, позволяет классифицировать это воздействие как бактерицидное, бактериостатическое, стимулирующее и не оказывающее какого-либо эффекта.

Бактерицидное и бактериостатическое действие постоянного электрического поля зависит от плотности и силы тока, температуры и электрического сопротивления обрабатываемой среды, материала электродов, вида и количества микроорганизмов в обрабатываемой среде [1].

Проводя морфологические и физиолого-биохимические исследования тест-культур микроорганизмов после воздействия на них постоянного электрического поля, многие авторы отмечали, что оно проявлялось в виде либо ориентации ассиметричных частиц, либо образования цепочек, либо агрегации частиц.

И.М. Насонов [1], систематизируя данные по воздействию электрического поля на живые микроорганизмы, пришел к выводу, что изменения в клетке сводятся к изменению коллоидного состояния протоплазмы (потере гидрофильности), изменению вязкости протоплазмы и возрастанию способности протоплазмы и ядра связывать основные и кислые красители.

Кроме признания прямого действия электрического поля на живые микроорганизмы, ряд авторов связывают его бактерицидное и бактериостатическое действие с побочными факторами, возникающими в процессе электрообработки, такими как показатель рН и температура среды, а также образование токсичных продуктов электрохимических реакций.

Таким образом, имеющиеся данные литературы не позволяют сделать однозначный вывод о непосредственном влиянии электрического тока на жизнедеятельность микроорганизмов.

Поэтому целью данной работы было исследование возможных механизмов влияния постоянного однородного электрического поля на жизнедеятельность *Escherichia coli*.

Для получения суспензии вегетативных клеток *Escherichia coli* последнюю генерацию активированной культуры выдерживали до наступления стационарной фазы роста и отмывали 2-3 раза от среды путем центрифугирования в физиологическом растворе с соблюдением асептических условий на всех этапах работы.

Суспензию приготавливали непосредственно перед использованием. Титр суспензии был не менее  $10^8$  КОЕ/мл. В качестве рабочей среды использовали физиологический раствор (физ. р-р) и мясо-пептонный бульон (МПБ).

Обработку суспензии тест-микроорганизма постоянным электрическим током проводили по режимам, представленным в табл. 1.

Таблица 1

**Режимы обработки суспензии вегетативных клеток постоянным электрическим током**

Объем суспензии тест-микроорганизма, мл	Материал электродов	Напряженность, В/см	Продолжительность воздействия электрического тока, мин
60-70	Графит	4	15-20
	Нержавеющая сталь	8	10
		16	1-10
		25	1-5

В процессе эксперимента регистрировали изменение силы тока, температуры и показателя рН обрабатываемой среды. Выживаемость тест-микроорганизма определяли высевом 1 мл обработанной суспензии на чашки Петри с МПА и термостатированием посевов при температуре 37 °С. В процессе эксперимента регистрировали изменение температуры, рН среды и количества микроорганизмов. Для определения влияния продуктов электрохимических реакций на суспензию *Escherichia coli* проводили обработку стерильных рабочих сред по режимам, указанным в табл. 1. Затем обработанные среды нейтрализова-

ли до pH = 6,8-7,2 с помощью стерильных растворов 0,1 н HCl и 0,1 н NaOH и инокулировали суспензией тест-микроорганизма. Термостатирование осуществляли в течение 72 ч при температуре 37 °С.

Для определения динамики выживания тест-микроорганизма в обработанных постоянным электрическим током рабочих средах осуществляли отбор 1 см<sup>3</sup> суспензии тест-микроорганизма через 1 ч, 18 ч, 24 ч и 48 ч термостатирования и высевали в чашки Петри с МПА глубинным способом для подсчета выживших клеток *Escherichia coli*.

Таблица 2  
Выживаемость *Escherichia coli* в процессе пропускания постоянного электрического тока через ячейку

Режимы обработки			Температура среды, °С	Показатель pH среды	Количество микроорганизмов, КОЕ/см <sup>3</sup>
напряженность, В/см	продолжительность обработки, мин	вид рабочей среды			

Материал электродов - графит

4	18	Физ. р-р	39,5	7	отсутств. в 0,1 см <sup>3</sup>
	15	МПБ	39	7	7,0·10 <sup>3</sup>
8	5	Физ. р-р	73	7	отсутств. в 0,1 см <sup>3</sup>
	5	МПБ	74	7	то же
16	0,75	Физ. р-р	76	7,5	0
	0,75	МПБ	75	7,5	0
0		Физ. р-р			3,3·10 <sup>9</sup>
		МПБ			1,1·10 <sup>9</sup>

Материал электродов - нержавеющая сталь

4	20	Физ. р-р	39	12	отсутств. в 0,1 см <sup>3</sup>
	20	МПБ	24	11	4,0·10
8	6	Физ. р-р	62	11	0
	12	МПБ	71	10	0
16	1	Физ. р-р	51	8	0
	1,75	МПБ	79	8	0
0		Физ. р-р			1,1·10 <sup>8</sup>
		МПБ			1,7·10 <sup>8</sup>

Таблица 3

**Выживаемость *Escherichia coli* в рабочих средах после пропускания электрического тока**

Режим обработки			Продолжительность , термостатирования, ч	Количество микроорганизмов, КОЕ/см <sup>3</sup>
напряженность, В/см	продолжительность обработки, мин	вид рабочей среды		
<u>Материал электродов - графит</u>				
4	20	Физ. р-р	1	0
			24	0
			48	0
	15	МПБ	1	более 3,3·10 <sup>2</sup>
			24	0
			48	0
8	6	Физ. р-р	1	0
			24	5
			48	0
	5	МПБ	1	более 3,3·10 <sup>2</sup>
			24	0
			48	0
16	1	Физ. р-р	1	7,2·10 <sup>3</sup>
			24	0
			48	0
	1	МПБ	1	более 3,3·10 <sup>2</sup>
			24	то же
			48	0
0		Физ. р-р		7,9·10 <sup>8</sup>
		МПБ		7,1·10 <sup>8</sup>
<u>Материал электродов - нержавеющая сталь</u>				
4	20	Физ. р-р	1	0
		МПБ	18	0
	20	Физ. р-р	1	0
		МПБ	18	0
8	10	Физ. р-р	1	0
		МПБ	18	0
	10	Физ. р-р	1	0
		МПБ	18	0
16	1	Физ. р-р	1	0
		МПБ	18	0
	1	Физ. р-р	1	0
		МПБ	18	0
0		Физ. р-р		1,9·10 <sup>11</sup>
		МПБ		1,8·10 <sup>11</sup>

Кроме выживаемости тест-микроорганизма в процессе действия постоянного электрического тока, определяли и изменение морфологии клеток путем приготовления микроскопических препаратов из колоний выживших клеток *Escherichia coli*, окрашивания их по Граму и микроскопирования [2].

Результаты исследований по определению выживаемости тест-микроорганизма в процессе обработки постоянным электрическим током представлены в табл. 2.

Данные табл. 2 подтверждают исследования других авторов [1] о том, что материал электродов влияет на степень выживаемости микроорганизмов в процессе пропускания электрического тока через их суспензию. В наших исследованиях бактерицидное действие электрического поля наблюдалось при его напряженности 8 В/см при использовании электродов из нержавеющей стали.

Влияние продуктов электрохимических реакций на выживаемость *Escherichia coli* представлено в табл. 3.

Как видно из результатов исследований (табл. 3), продукты электрохимических реакций, протекающих на электродах из нержавеющей стали, были более токсичными для *Escherichia coli* по сравнению с продуктами, образовавшимися на графитовых электродах.

Микроскопирование колоний тест-микроорганизма показало отсутствие видимых изменений в морфологии бактерий.

Таким образом, постоянное электрическое поле обладает определенным бактерицидным действием на клетки *Escherichia coli*, степень которого определяется величиной его напряженности, материалом электродов и составом веществ, образующихся в результате протекания электрохимических реакций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кульский Л.А. и др. Влияние электрического поля на процессы обеззараживания воды. - Киев: Об-во Знание, 1980.- 135 с.
2. Мейнелл Дж., Мейнелл Э. Экспериментальная микробиология. - М.: Мир, 1967.- 215 с.