

ПРИЧИНА АКТИВНОСТИ растворов после электрохимической обработки. РОЛЬ ХЛОРИДОВ И окислительно- восстановительного ПОТЕНЦИАЛА

Активность каталитов и анолитов сред М 9 определяли по стимуляции и ингибированию роста клеток *Escherichia coli* в растворах, полученных после электрохимической обработки питательной среды. Растворы приобретали активные свойства только в том случае, если в исходном растворе при электролизе находились хлориды. Возможная причина стимулирующего эффекта католита заключается в активации восстановительных свойств анионов хлора под действием электростатического поля. Это приводит к диссоциации анионов хлора на радикал и сольватированный электрон, который является сильнейшим восстановителем. Стимулирующий эффект не связан с окислительно-восстановительным потенциалом раствора, измеряемым платиновым электродом относительно хлорсеребряного электрода сравнения. Ингибирующие свойства анолита определяются окислителями, образующимися в растворе при электролизе хлоридов.

Введение

В последние годы электрохимически активированные растворы находят широкое применение в медицине, экологии, сельском хозяйстве, промышленности. Связано это с высокой физико-химической и биологической активностью католитов и анолитов, что представляет большой общебиологический и практический интерес.

Существуют разные мнения о причинах активности и механизмах действия активированных растворов: аномальные изменения электрохимических параметров растворов – рН, окислительно-восстановительного потенциала (Е_{ов}) и электропроводности (ЭП), возникновение в растворах неустойчивых высокоактивных частиц и соединений, образование в растворах газовых микропузырьков, формирование в растворах метаста-

бильных структурных изменений воды. Многие авторы связывают биологическую активность католитов с восстановительными свойствами и аномально высоким отрицательным значением окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) католита -600-- -800 мВ. Полагают, что такие свойства католит приобретает в связи с образованием в растворе при электролизе молекулярного водорода. Аномальные значения ОВП католита после окончания обработки релаксируют к равновесному значению за несколько часов, в течение которых католит проявляет высокую активность. Отклонение величины ОВП от исходного равновесного значения характеризует степень активности католита. Такие предположения не всегда удовлетворительно объясняют имеющиеся экспериментальные результаты.

Полагают, что молекулярный водород не является единственным восстановителем, образующимся в католите. Выдвигалось несколько гипотез: образование в католите атомарного водорода [1,2] или гидратированных электронов [3]. Сохранение атомарного водорода в растворе несколько часов представляется маловероятным из-за его высокой активности – атомы водорода рекомбинируют с образованием молекул водорода за доли секунды [4]. По гидратированным электронам не приведено достаточных теоретических и экспериментальных результатов. Автор работы [5] без достаточной биологической проверки утверждал, что причиной активности обработанных растворов является образующаяся в растворах перекись водорода. При этом перекись водорода сохраняется в растворе длительное

А.И. Мирошников*,
доктор биологических
наук, ведущий
научный сотрудник,
ФГБУН Институт
биофизики клетки
Российской
академии наук

* Адрес для корреспонденции: aimir10@yandex.ru

время благодаря свободно-радикальным циклическим реакциям с участием гидратированных электронов. В нашей работе [6] было измерено с точностью до нескольких наномолей количество перекиси водорода, образующейся в католитах и анолитах при различных ионных составах растворов и определено время ее полужизни, которое в отдельных случаях достигает несколько часов. Показано, что образующаяся перекись водорода не оказывает ни какого влияния на стимулирующий эффект при выращивании клеток *E. coli* в католите питательной среды М 9. Позднее авторы [7] описали методику приготовления и хранения растворов, насыщенных газообразным водородом. При этом растворы приобретали пониженные значения ОВП (аналогично католитам) и сохраняли эти значения в течение длительного времени (до нескольких месяцев). В работе описаны закономерности изменения ОВП при хранении таких растворов. Но авторы не провели достаточной проверки активности ни сразу после насыщения, ни после длительного хранения растворов, насыщенных водородом.

Цель работы – определить степень активности католитов и анолитов в зависимости от ионного состава и режимов обработки растворов на примере роста клеток *E. coli* в обработанной питательной среде. Исследовать возможную причину активности и механизм действия обработанных растворов. Изучить связь активности растворов с величиной ОВП в процессе продолжительного хранения обработанных растворов после окончания обработки.

Материалы и методы исследования

Обработку растворов постоянным электрическим током проводили в трехкамерном диафрагменном электролизере [8]. Отделения электролизера – катодное, промежуточное, анодное – разделены мембранами из ацетата целлюлозы марки Владипор МФА-МА № 3 с диаметром пор 0,200 мкм. Электроды пластинчатые, материал катода – титан, материал анода – платинированный титан. К электродам подключен источник регулируемого постоянного тока. Возможны два режима работы – стационарный, без протока раствора через электролизер, и проточный, при непрерывном протоке раствора. Контрольные растворы не обрабатывали. Среда роста клеток М 9 имеет состав в г/л: Na_2HPO_4 безводный 6,0, KH_2PO_4 3,0, NaCl 0,5, NH_4Cl 1,0, MgSO_4 безводный 0,123, CaCl_2 0,01, глюкоза 4,0 [9] с добавлением

дрожжевого экстракта в количестве 1 г/л. В каждом варианте растворов – контрольном, католите, анолите – использовали четыре пробирки по 5 мл раствора в каждой. После введения инокулята клеток *E. coli* контрольные и экспериментальные пробирки помещали на качалку в термощкаф при температуре $37 \pm 0,5$ °С. В процессе роста клеток через регулярные интервалы времени брали пробы суспензий из каждой пробирки и измеряли оптическую плотность фотоэлектрическим колориметром ФЭК-56М (Россия) со светофильтром 540 нм. Каждую величину оптической плотности получали как среднее из четырех значений оптической плотности клеток, растущих одновременно в одном эксперименте и рассчитывали стандартное отклонение. Стимулирующий эффект определяли как увеличение оптической плотности суспензии при выращивании клеток в католите питательной среды относительно необработанной среды в %. Ингибирующий эффект определяли по отсутствию роста клеток в анолите питательной среды. Исходный инокулят клеток выращивали накануне в среде М 9 на качалке при температуре $37 \pm 0,5$ °С в течение 8 ч и ресуспензировали в среде М 9 в количестве 10^9 кл/мл. Исходный инокулят в контрольные и экспериментальные пробирки вводили в количестве 10^7 кл/мл сразу после обработки экспериментальных растворов в электролизере. Количество клеток определяли путем калибровки оптической плотности суспензий подсчетом числа клеток в пробе под микроскопом.

Причины биологического действия электрохимически активированных растворов среды М 9 изучали на предварительно полученных католитах и анолитах растворов, содержащих отдельные компоненты питательной среды: дистиллированную воду, фосфатный буфер, фосфатный буфер с хлоридами питательной среды (NaCl , NH_4Cl), хлориды питательной среды. После электрохимической обработки в течение 25 мин. в полученные католиты и анолиты добавляли недостающие компоненты в соответствии с прописью для получения полной среды М 9 в конечном объеме. Более детально методика эксперимента описана в работе [10].

Измерения рН и Еов (мВ) проводили рН-метром рН-121 (Россия), соответственно, стеклянным и платиновым электродом относительно каломельного электрода сравнения. ЭП (См/м) измеряли кондуктометром Раделкис ОК-102/1 (Венгрия). В качестве реактивов использовали стандарт-титры и реактивы Реахим марки «хч» и «чда».

Результаты и их обсуждение

На рис. 1 приведены кривые роста клеток в католите и анолите полной среды М 9 относительно контроля – необработанной среды. Из рисунка видно, что в анолите клетки не растут (кривая 3), а в католите (кривая 2) через 8 ч роста клеток наблюдался стимулирующий эффект. В первом варианте экспериментов для приготовления среды М 9 использовали католит и анолит дистиллированной воды H_2O , в которые вносили необходимые компоненты питательной среды. Параметры исходной H_2O , католитов и анолитов H_2O после обработки и параметры питательных сред М 9, приготовленных на этих растворах, приведены в табл. 1, из которой видно, что введение компонент питательной среды в католиты и анолиты H_2O существенно изменяют исходные параметры растворов. Измерение оптической плотности в процессе роста клеток в приготовленных растворах по описанной методике показало, что при обработке H_2O клетки растут практически одинаково в питательных средах контрольной, на католите и анолите H_2O . Наблюдалась некоторая разница оптической плотности кривых в пределах 6–8 % в логарифмической фазе через 4–5 ч роста клеток. Кривые роста клеток в этом варианте соответствуют кривой 1 на рис. 1.

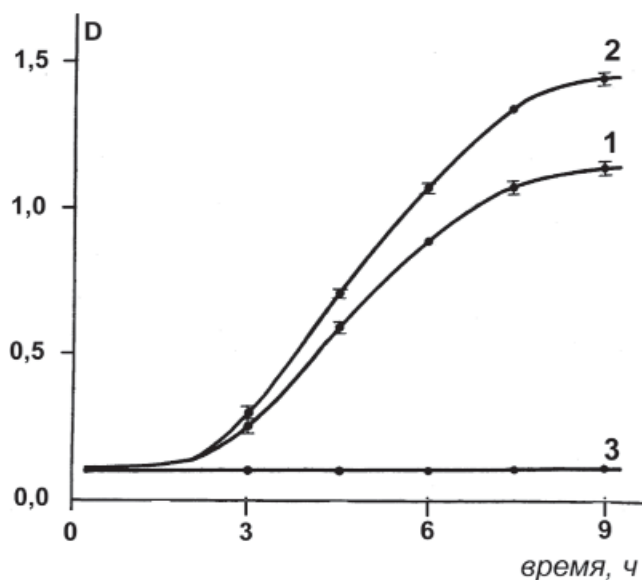


Рис. 1. Изменение оптической плотности суспензии в процессе роста клеток *E.coli* в католите (кривая 2) и анолите (3) относительно контроля – роста клеток в необработанной среде М 9 – кривая 1. Каждая точка на кривой есть среднее из 4-х значений оптической плотности вместе со стандартным отклонением для клеток, растущих одновременно в одном эксперименте. Стандартные отклонения, меньшие, чем размер точки, на рисунке не показаны.

Во втором варианте экспериментов в катодной и анодной камерах электролизера проводили электрохимическую активацию растворов фосфатного буфера среды М 9. Электрохимические параметры исходного раствора, католитов и анолитов фосфатного буфера и параметры сред, приготовленных на обработанных растворах, приведены в табл. 2, из которой видно, что внесение компонент питательной среды в католиты и анолиты фосфатного буфера практически не меняют величину рН растворов, несколько изменяют величину ЭП и существенно изменяют величину E_{ov} . При выращивании клеток в этой серии экспериментов в приготовленных средах М 9 на католитах и анолитах были получены результаты изменения оптической плотности суспензий, которые практически совпадают с кривой 1.

В третьем варианте обрабатывали растворы разного ионного состава – в анодной камере раствор содержал фосфаты и хлориды питательной среды ($NaCl$, NH_4Cl), а катодной камере – только фосфаты. Приготовление питательных сред на этих растворах привело к ингибированию роста клеток в питательной среде на анолите (кривая 3), но стимулирующего эффекта в питательной среде на католите не наблюдалось (кривая 1). В случае наличия фосфатов и хлоридов в катодной камере, а в анодной камере – только фосфатов питательной среды и приготовления питательных сред на этих растворах привело к стимуляции роста клеток в католите питательной среды на 18 % (кривая 2), но ингибирования в питательной среде на анолите не наблюдалось, т.е. клетки росли как в контроле (кривая 1).

После обработки хлоридов питательной среды в обеих камерах электролизера, последующего приготовления питательных сред на католитах и анолитах обработанных растворов и выращивания клеток в этих питательных средах, оказалось, что в католите имеет место стимуляция роста на 24%, а в анолите – ингибирование роста клеток. Выращивание клеток в питательных средах, приготовленных на католитах и анолитах обработанной соляной кислоты привело к стимуляции роста клеток в питательной среде на католите на 21% (кривая 2) и ингибированию роста клеток на анолите (кривая 3).

Электрохимическая активация растворов без хлоридов (дистиллированная вода, раствор фосфатного буфера) и последующее добавление недостающих компонентов к католисту и анолисту до полной питательной среды М 9, не приводили ни к стимуляции, ни к ингибированию роста клеток в среде

Таблица 1

Параметры дистиллированной воды и фосфатного буфера после обработки при плотности тока j А/м² и напряженности электрического поля E В/м, а также параметры сред М 9, приготовленных на обработанных растворах

Ионный состав раствора и режим обработки	Дистиллированная вода j 3,2 Е 4.10 ³			Фосфатный буфер j 26,8 Е 190		
	рН	$E_{ов}$ мВ	ЭП, См/м	рН	$E_{ов}$, мВ	ЭП, См/м
Исходный раствор	5,7	380	$4,03 \times 10^{-4}$	7,7	330	0,51
Катодит	9,8	-280	82×10^{-4}	7,8	-710	0,57
Анолит	6,0	420	$5,86 \times 10^{-4}$	6,7	440	0,48
М 9 на катодите	7,55	70	0,77	7,7	-670	0,77
М 9 на анолите	7,5	190	0,75	6,5	320	0,67

Таблица 2

Электрохимические параметры растворов после обработки при плотности тока 26,2 А/м², напряженности электрического поля 192 В/м, а также параметры сред М 9, приготовленных на обработанных растворах.

Электродные отделения	Катодная камера			Анодная камера		
	рН	$E_{ов}$, мВ	ЭП, См/м	рН	$E_{ов}$ мВ	ЭП См/м
Ионный состав раствора	Фосфатный буфер			Фосфатный буфер, аммоний хлористый, натрий хлористый		
Исходные параметры	7,6	330	0,53	7,5	310	0,88
Параметры растворов после обработки	7,8	-720	0,59	6,5	560	0,73
Параметры среды М 9 на обработанных растворах	7,7	-630	0,77	6,4	450	0,68
Ионный состав раствора	Фосфатный буфер, аммоний хлористый, натрий хлористый			Фосфатный буфер		
Исходные параметры	7,5	310	0,88	7,6	330	0,53
Параметры растворов после обработки	7,7	-710	0,95	6,7	440	0,44
Параметры среды М 9 на обработанных растворах	7,7	-540	0,76	6,5	320	0,67

Таблица 3

Электрохимические параметры растворов после обработки при плотности тока 26,2 А/м² и напряженности электрического поля 192 В/м для растворов хлоридов и 295,3 В/м для растворов соляной кислоты, а также параметры сред М 9, приготовленных на полученных растворах.

Электродные отделения	Катодная камера			Анодная камера		
	рН	$E_{ов}$, мВ	ЭП См/м	рН	$E_{ов}$, мВ	ЭП, См/м
Ионный состав и исходные параметры растворов	Натрий хлористый, аммоний хлористый рН 5,8, $E_{ов}$ 460 мВ, ЭП 0,35 См/м					
Электрохимические параметры	рН	$E_{ов}$, мВ	ЭП См/м	рН	$E_{ов}$, мВ	ЭП, См/м
Параметры растворов после обработки	9,7	-830	0,27	3,2	1070	0,65
Параметры сред М 9 на обработанных растворах	8,2	-50	0,79	7,0	490	0,84
Ионный состав и исходные параметры растворов	Соляная кислота рН 3,8, $E_{ов}$ 530 мВ, ЭП 0,37 См/м					
Параметры растворов после обработки	4,0	-470	0,15	3,1	1050	0,39
Параметры сред М 9 на обработанных растворах	7,4	50	0,76	7,0	420	0,77

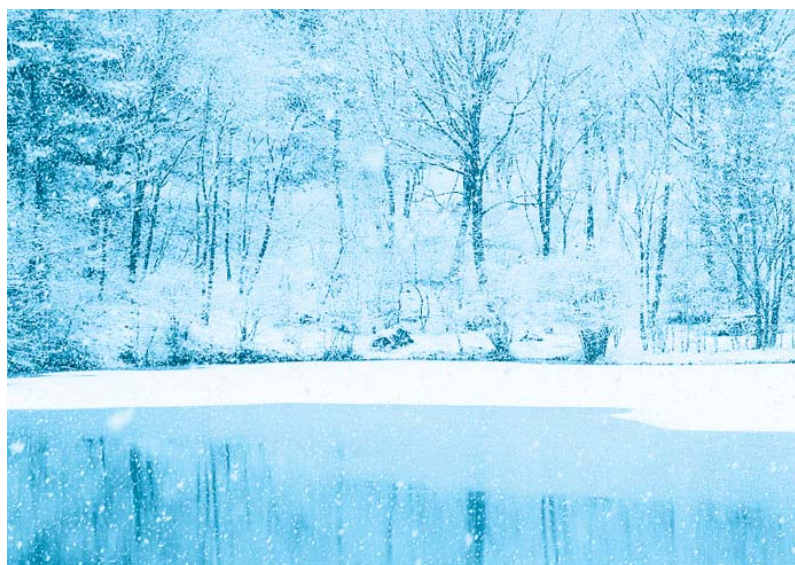
М 9, приготовленной на растворах католитов и анолитов без хлоридов. Обработка раствора соляной кислоты в катодной и анодной камерах электролизера подтвердила, что наличие именно ионов хлора в растворе при электролизе приводит к стимуляции и ингибированию роста клеток в среде М 9, приготовленной на католите и анолите соляной кислоты, содержащей ионы хлора.

Возможная причина активности католитов – восстановительные свойства, которые приобретают анионы хлора как донорная система свободных электронов в результате энергизации анионов хлора электростатическим полем [11]. Таким электростатическим полем может являться сильное электрическое поле на границе электрод-электролит в прикатодной области диафрагменного электролизера. Это поле оказывает существенное влияние на скорость химических реакций [12]. При этом, энергизованный анион хлора диссоциирует на свободный электрон и радикал хлора [13, 14]. Как следует из продолжительности сохранения активности католитов [19], анион хлора может находиться в энергизованном состоянии несколько суток. В последующем два радикала хлора рекомбинируют и образуют стабильную молекулу хлора. Свободный электрон может существовать в растворе как сольватированный электрон в виде отрицательно заряженного комплекса, возникающего в результате взаимодействия свободного электрона с молекулами растворителя, поляризованными в его поле [15, 16]. Такой электрон является сильнейшим восстановителем, его время жизни в воде порядка 1 мс [11]. Последующие превращения сольватированного электрона в растворе могут идти несколькими путями в зависимости от состава раствора [17] – он может отнять протон у

молекулы растворителя, отнять протон у протонированного растворителя, взаимодействовать с другим сольватированным электроном. В случае клеточной суспензии представляет интерес взаимодействие сольватированного электрона с веществом – акцептором, в качестве которого может выступать вещество на клеточной поверхности.

Комплексы сольватированных электронов могут способствовать увеличению массопереноса ионов и веществ через мембраны клеток. Увеличение массопереноса через мембраны клеток является одним из трех возможных механизмов стимуляции жизнедеятельности микроорганизмов [18]. Два других описанных в этой работе механизма стимуляции – экспрессия генетического аппарата и адаптационный механизм – представляются в случае электрохимической обработки растворов менее вероятными. Продолжительность сохранения биологической активности католитов будет определяться временем сохранения восстановительных свойств энергизованных анионов хлора и образованием комплексов сольватированных электронов в растворе. По мере потери восстановительных свойств анионами хлора и исчезновения комплексов сольватированных электронов католит будет терять свою биологическую активность.

Ранее было показано [19], что биологическая активность католитов и продолжительность ее сохранения после окончания электрохимической обработки зависит от времени воздействия электрического поля на раствор и от объема полученного раствора. Продолжительность времени пребывания раствора в электрическом поле в этой работе задавали скоростью протока раствора через электролизер. При минимальной скорости протока 1,2 мл/мин (наибольшем времени воздействия поля на раствор) и получении 1 л католита стимулирующий эффект составлял 25–27 %, тогда как при максимальной скорости протока 9,0 мл/мин (наименьшем времени воздействия поля на раствор) в 0,1 л стимулирующий эффект практически отсутствовал. ОВП католита, обработанного в первый день эксперимента при скорости протока 1,2 мл/мин, сразу после обработки имел значение 80 ± 30 мВ. Через сутки ОВП релаксировал к равновесному значению и приобретал некоторое установившееся значение $+210 \pm 38$ мВ. Это значение затем сохранялось в пределах стандартного отклонения на протяжении всего эксперимента несколько суток. Другими словами, время релаксации величины ОВП к равновесному значению после окончания обработки



составляет несколько часов (не более суток), что согласуется с результатами [2, 20]. Таким образом, величина ОВП, измеряемая платиновым электродом относительно хлор-серебряного электрода сравнения не может характеризовать степень биологической активности католита, которая сохранялась 18–21 сут.

Из приведенных в данной работе результатов следует, что окислители образуются в анолите только при наличии ионов хлора в растворе при электролизе. Ранее показано [8, 21], что биологическое действие анолита обусловлено образованием окислителей в анолите. В зависимости от ионного состава исходного раствора и режимов обработки окислители в анолите образуются в виде молекулярного хлора, хлорноватистой кислоты или ионов гипохлорита. Окислители разрушают белки и мембраны клеток и вирусов, что приводит к их гибели. Продолжительность сохранения активных свойств анолитов определяется продолжительностью сохранения окислителей в растворе. При соответствующем хранении растворов (в темноте, в закрытой не металлической посуде) анолиты могут сохранять активность до года.

Механизм образования восстановителей и продолжительность их существования в растворе, а также процессы жизнедеятельности, стимуляция которых приводит к ускорению роста клеток, требуют дополнительных исследований.

Заключение

Католиты и анолиты питательной среды М 9 приобретали активные свойства только в том случае, если в исходном растворе при электролизе находились соли, содержащие хлор. Величина активности католитов и продолжительность ее сохранения пропорциональна времени воздействия электрического поля на раствор и объему полученного раствора. Возможно, биологическая активность католита определяется активацией восстановительных свойств анионов хлора электрическим полем на границе электрод-электролит. При этом анион хлора диссоциирует на радикал и сольватированный электрон, который является сильнейшим восстановителем. По мере потери восстановительных свойств анионов хлора и разрушения комплекса сольватированных электронов католит будет терять свою активность.

Величина стимулирующего эффекта католита не связана с величиной окислительно-вос-

Ключевые слова:

питательная среда,
католит,
анолит,
рост клеток,
причины активности,
редокс потенциал

становительного потенциала. Такой редокс потенциал релаксирует к равновесному значению в течение нескольких часов, а биологическая активность католитов сохранялась в течение 18–21 суток.

Продолжительность сохранения биологической активности растворов анолитов определяется окислителями, образующимися при электролизе хлоридов и временем их сохранения в растворе. При соответствующих условиях хранения активность может сохраняться до года.

Необходимо отметить, что степень активности обработанных растворов в данной работе определяли по росту и делению клеток *E.coli*. Возможно, что разные биологические процессы имеют разные механизмы активации, и, соответственно, необходимо в каждом случае подбирать ионный состав раствора и режим обработки для получения наибольшего эффекта стимуляции и ингибирования.

Литература

1. Shirahata S. Electrolyzed-reduced water scavenges active oxygen species and protects DNA from oxidative damage / S. Shirahata, S. Kabayama, M. Nakano, T. Miura, K. Kusumoto, M. Gotoh, H. Hayashi, K. Otsubo, S. Morisava, Y. Katakura // *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 1997. V. 234. P. 269-274.
2. Пат. 2140881 РФ / Морисава С., Сирахата С. Полученная электролизом вода, содержащая растворенный водород, способ получения и установка для получения электролизом воды. Заявлено 08.26.1997. Опубликовано 11.10.1999. Бюл. № 31.
3. Прилуцкий В.И. Электрохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия / В.И. Прилуцкий, В.М. Бахир. М.: ВНИИИ Мед. Техники, 1997. 228 с.
4. Сильвера А.Ф. Стабилизация атомарного водорода / А.Ф. Сильвера, Ю. Валравен // *Успехи физических наук.* 1983. Т. 139. № 4. С.701-717.
5. Клосс А.И. Электрон – радикальная диссоциация и механизм активации воды // *ДАН СССР.* 1988. Т. 303. № 6. С.1403-1407.
6. Мирошников А.И. Содержание перекиси водорода в электрохимически активированных растворах и анализ ее присутствия на рост клеток *E.coli* / А.И. Мирошников, Ж.К. Масалимов, В.И. Брусков // *Биофизика.* 2004. Т. 49. Вып. 1. С. 32-37.
7. Аристова Н.А. Релаксация окислительно-восстановительного потенциала воды, насыщенной водородом / Н.А. Аристова, И.М. Пискарев, В.А. Ушканов // *Вода: химия и экология.* 2009. № 12. С.40-44.

8. Мирошников А.И. Исследование причин биологической активности при анодных растворах хлористого натрия после их обработки в диафрагменном электролизере // Биофизика. 1997. Т. 42. Вып. 4. С.979-984.
9. Сборник методик по генетике микроорганизмов / Под ред. Р. Клауса, У. Хейса. М.: Медицина, 1970. 203 с.
10. Мирошников А.И. Исследование причин биологического действия электрохимически активированных растворов по изменению роста клеток *Escherichia coli* // Биофизика. 2004. Т. 49. Вып. 5. С. 866-871.
11. Харт Э Гидратированный электрон / Э. Харт, М. Анбар. М.: Атомиздат, 1973. 280 с.
12. Корыта И.М. Ионы, электроды, мембраны. М.: Мир, 1983. 264 с.
13. Брусков В.И. Активация восстановительных свойств анионов морской воды под действием тепла / В.И. Брусков, А.В. Черников, С.В. Гудков, Ж.К. Масалимов // Биофизика. 2003. Т. 48. Вып. 6. С. 1022-1029.
14. Лилич Л.С. Растворы как химические системы. 2-е изд. / Л.С. Лилич, М.К. Хрипун СПб.: Изд. СПб ун-та, 2010. 252 с.
15. Антропов Л.И. Итоги науки. Электрохимия. М.: ВИНТИ, 1971. Т. 6. С. 5-64.
16. Методы исследования быстрых реакций / Под ред. Г. Хеммис. М.: Мир, 1977. 716 с.
17. Электрохимия органических соединений. Пер. с англ./ Под ред. А.П. Томилова и Л.Г. Феоктистова. М.: Мир, 1976. 732 с.
18. Шигаева М.Х. Стимуляция жизнедеятельности микроорганизмов и вирусов / М.Х. Шигаева, Н.Б. Ахматуллина, Н.К. Джаигалина, К.Г. Мустафин. Алма-Ата: Наука, 1986. 184 с.
19. Мирошников А.И. Продолжительность сохранения биологической активности католинов после модификации свойств растворов электрическим полем // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2008. № 3. С. 26-33
20. Петрушанко И.Ю. Неравновесное состояние электрохимически активированной воды и ее биологическая активность / И.Ю. Петрушанко, В.И. Лобышев // Биофизика 2001. Том 46. Вып.3. С. 389-401.
21. Nakagawara S. Spectroscopic Characterization and the pH Dependence of Bactericidal Activity of Aqueous Chlorine Solution / S. Nakagawara, T. Goto, M. Nara, Y. Ozawa, K. Hotta, Y.Arata // Anal. Sci. 1998.. V. 14. P. 691-698.



A.I. Miroshnikov

CAUSE OF SOLUTION ACTIVITY AFTER ELECTROCHEMICAL TREATMENT AND ROLE OF CHLORIDES AND OXIDATION-REDUCTION POTENTIAL

Activity of nutrient media M9 was determined by stimulation or inhibition of *Escherichia coli* cell growth in catholyte or anolyte solutions of treated medium. The solutions became active only after electrolysis of initial solution containing chlorides. A probable cause of the stimulation effect of the catholyte is activation of reducing properties of chlorine anion affected by electrostatic field. It leads to chlorine anion dissociation into radical and solvated electron being strong reductant. The stimulation effect is unrelated to solution redox potential measurable by platinum electrode against silver-chloride reference electrode. Inhibiting properties of anolyte are defined by oxidizing agents forming in solution during electrolysis.

Key words: nutrient medium, catholyte, anolyte, cell growth, causes of activity, redox potential