

УДК 604.2:547.458

ПОЛУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕЛЕЙ И «ВТОРИЧНЫХ» ГЕЛЬ-ПЛЁНОК БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИТОВ С АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМИ И БИОСТИМУЛИРУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ

© Мажанова И.С., Евдокименко Д.А., Клёнова Н.А.

e-mail: irinamazhanova@gmail.com

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация

Целью данной работы стало получение композитов на основе гелей и «вторичных» гель-плёнок с добавлением растительных экстрактов и антибиотических компонентов.

В качестве продуцента бактериальной целлюлозы (БЦ) нами была использована культура *Glucanacetobacter sucrofermentans* Н-110. Штамм депонирован во Всероссийской Коллекции под регистрационным номером ВКПМ В-11267 и любезно предоставлен нам кафедрой биотехнологии, биоинженерии и биохимии Мордовского государственного университета имени Николая Платоновича Огарева.

Для получения гелей была использована среда Grande (2009). Культивирование осуществляли в шейкере-инкубаторе (Environmental Shaker-Incubator ES-20/60) в течение 5 суток при температуре 30°C и скоростью перемешивания 250 об/мин. Полученные гели промывали в дистиллированной воде, затем помещали в 0,1N раствор NaOH на 30 минут, затем промывали дистиллированной водой, помещали в 0,5% раствор HCl на 30 минут и снова промывали дистиллированной водой до нейтральной реакции [1].

В качестве иммуностимулирующих и антибактериальных компонентов использовали спиртовые экстракты календулы и алоэ. Спиртовые экстракты календулы и алоэ готовили по аптечной рецептуре. Для получения композитов «вторичных» гель-плёнок в гель добавляли экстракты календулы или алоэ в соотношении 1:1. В качестве контроля использовались гели с добавлением 96% этилового спирта в соотношении 1:1. После тщательного перемешивания композиты распределяли тонким слоем по полиэтиленовой пленке и сушили в кристаллизаторе при комнатной температуре до постоянного веса.

На часть «вторичных» гель-плёнок наносили 0,5% раствор хлоргексидина в количестве 10 мкл на каждый образец, площадью 0,25 см² после помещения его на свежие посеы бактерий. Композит геля бактериальной целлюлозы с экстрактами, хлоргексидином и диметилсульфоксид (DMSO) содержал 33% экстракта, 16% хлоргексидина и 3% DMSO. Полученные композиты гелей бактериальной целлюлозы с экстрактом, хлоргексидином и DMSO формировались в виде шаровидных образцов. В качестве контроля использовались гели с добавлением 52-х процентов 96% этилового спирта.

Полученные образцы «вторичных» гель-плёнок перед использованием подвергались стерилизации с помощью УФ-облучения или термообработки горячим или сухим паром, гели предварительной стерилизации не подвергались с целью сохранения первичного состава. В качестве тест-объектов были использованы бактериальные культуры *E.coli* М-17 и *Staphylococcus epidermidis* NCTC8325-4. Для посевов использовали суточные инокулянты в минеральной среде Чапека с плотностью

популяций от 0,15 до 0,44 ед. ОП ($\lambda = 670$ нм, толщина поглощающего слоя 0,5 см). Об антибактериальном действии судили по зонам отсутствия роста вокруг образцов после односуточного или 2-3-х суточного роста на МПА при температуре 30°С.

Использование гелей, содержащих только этиловый спирт не эффективно по отношению к *E.coli*, однако дает значительные зоны ограничения роста *Staphylococcus epidermidis*. Гель с добавлением экстракта алоэ, хлоргексидина и DMSO более эффективен по отношению к *Staphylococcus epidermidis*, чем по отношению к *E.coli*. Зоны ограничения роста при использовании в качестве тест-объекта *Staphylococcus epidermidis* приблизительно в 2 раза больше, чем при использовании в качестве тест-объекта *E.coli*.

«Вторичные» гель-пленки с добавлением экстракта алоэ не характеризовались высоким антибактериальным эффектом, как по отношению к *E.coli*, так и по отношению к *Staphylococcus epidermidis*. Рост не наблюдался только под образцами. При добавлении во «вторичные» гель-пленки с экстрактом алоэ 10-ти мкл хлоргексидина наблюдается значительный антибактериальный эффект, выражающийся в увеличении зон ограничения роста примерно в 4 раза как по отношению к *E.coli*, так и по отношению к *Staphylococcus epidermidis*.

При использовании в качестве носителей «вторичных» гель-пленок добавление экстракта календулы предотвращает рост *E.coli* только под образцами, зоны ограничения роста вокруг образцов нет. При использовании контрольных образцов «вторичных» гель-пленок наблюдается полное зарастание чашек, включая область образцов. Ту же закономерность мы наблюдали и в случае использования в качестве тест-объекта инокулят *Staphylococcus epidermidis*. Если же на образцы «вторичных» гель-пленок, содержащих экстракт календулы, наносили водный раствор хлоргексидина, то наблюдали появление значительных зон ограничения роста бактерий. Эффект ограничения роста наиболее выражен был по отношению к *Staphylococcus epidermidis*. Диаметр зон отсутствия роста оказался выше на 30%, чем у *E.coli*.

Добавление в гели экстракта, хлоргексидина и DMSO характеризовалось антибактериальным действием против *E.coli*, давая задержку роста около 11 мм. Но большую эффективность оказывали на рост *Staphylococcus epidermidis*. Наблюдаемый эффект был выше, чем у *E.coli* более, чем в 2 раза.

Таким образом, использование «вторичных» гель-пленок и гелей БЦ в качестве носителей антибактериальных и иммуностимулирующих компонентов эффективно и может применяться в медицине как раневые покрытия.

Библиографический список

1. Grande, Cr.J. Nanocomposites of bacterial cellulose/hydroxyapatite for biomedical applications / Cr.J. Grande, F.G.Torres, C.M.Gomez, [et al.] // Acta Biomaterialia, 2009, Vol. 5. P. 1605-1615.
2. Способ борьбы с грибковыми и бактериальными заболеваниями сельскохозяйственных растений: пат. № 2371919 / Абеленцев В.Н., Черкашин М.Н., Борисова Е.Я. и др. 10.11.2009. Бюл. 31.
3. Ревин, В.В., Получение и изучение свойств композитов на основе бактериальной целлюлозы и поли-N,N-диметил-3,4-метиленипирролидиний хлорида / В.В. Ревин, Н.А. Кленова, Н.А. Редькин и др. // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017, Т.7. №1. С.102-110.