

5. *Huang Biao, Zhou Qing*. Effects of urban environmental pollution on Human Health [J]. Biology Teaching, School of Bioengineering, Jiangnan University, 2005 (vol. 30), No. 8.
6. Zhuang Guotai soil Pollution status and prevention and control strategies in China. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, July 15, 2015.
7. National Soil Pollution Investigation Bulletin 2014 [R] ministry of Environmental Protection, Ministry of Land and Resources, April 17, 2014.
8. *Xu Chunya*, Analysis on the Evolution of urban soil ecological service Function and urban Ecological environment Protection. Energy and Environment, April 30, 2019.
9. *Zhong Wei* Status quo and Conservation approaches of Plant Species Diversity in Jining city [R] Baidu Library, August 11, 2018.

ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА И КУРКУМИНА FILMS BASED ON POLYVINYL ALCOHOL AND CURCUMIN

***М. В. Махакей^{3,4}, Л. Н. Филиппович^{1,2,3,4}, Ж. В. Игнатович²,
С. Н. Шахаб^{1,2,3,4}, Л. Ф. Подобед^{3,4}, Е. П. Лобанова^{3,4}***
***M. V. Mahakhei^{3,4}, L. N. Filippovich^{1,2,3,4}, J. V. Ignatovich²,
S. N. Shahab^{1,2,3,4}, L. F. Podobed^{3,4}, E. P. Lobanova^{3,4}***

¹Институт физико-органической химии НАН Беларуси,
Минск-72, ул. Сурганова 13, 220072, Беларусь, luda1977@list.ru;

²Институт химии новых материалов НАН Беларуси,
Минск-141, ул. Ф.Скорины 36, 220141, Беларусь;

³Белорусский государственный университет, БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

⁴Учреждение образования «Международный государственный экологический институт
имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь

¹ *Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk-72, st. Surganova 13, 220072, Belarus, luda1977@list.ru;*

² *Institute of Chemistry of New Materials of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk-141, st. F.Skorina 36, 220141, Belarus;*

³ *Belarusian State University, BSU, Minsk, Republic of Belarus*

⁴ *International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU,
Minsk, Republic of Belarus*

В работе получены пленки на основе поливинилового спирта (ПВС) и куркумина, которые перспективны в качестве упаковочных и перевязочных материалов.

In the work, films based on polyvinyl alcohol (PVA) and curcumin were obtained which are perspective as packaging and dressing materials.

Ключевые слова: поливиниловый спирт, куркумин, спектры поглощения, упаковочные и перевязочные материалы.

Keywords: *polyvinyl alcohol, curcumin, absorption spectra, packaging and dressing materials.*

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2022-1-279-282>

Пленки на основе поливинилового спирта (ПВС) находят применение в качестве биodeградируемых упаковочных материалов. Эти пленочные материалы обладают высокими барьерными свойствами и могут использоваться в пищевой отрасли, медицине, химической промышленности. С целью улучшения функциональных характеристик и расширения областей применения разрабатываются разнообразные композитные материалы на основе ПВС. Перспективными направлениями исследований являются поиски экологических пленочных материалов с бактерицидными свойствами. Поливиниловый спирт разрешен к использованию в пищевой отрасли как добавка Е 1203 поскольку не оказывает неблагоприятного влияния на организм человека. В пищевой промышленности ПВС применяют для связывания воды, как глазирующий агент, как основа съедобных упаковочных пленок [1]. Создан антибактериальный композит на основе ПВС, содержащий пектин, глицерин и TiO₂ и пленка, которая предложена для предотвращения микробиологической порчи пищевых продуктов, в частности хлебобулочных изделий. Такая упаковка кроме антибактериальных имеет хорошие механические свойства и способна к биodeградации [1].

В настоящее время активно развивается направление по созданию «умной упаковки», которая с помощью внутренних и внешних индикаторов отслеживает взаимодействие между пищевыми продуктами, упаковкой и окружающей средой [2]. В «умной упаковке» используется два способа контроля: системы данных и сенсоры в упаковке, которые позволяют контролировать окружающую среду и упаковку продукта с помощью химических, физических или биологических процессов. Альтернативой биологическим индикаторам, основанным на микробиологических культурах и требующих больших затрат времени, является анализ образцов пищевых продуктов с целью получения химических (или органолептических) данных о ретроспективной активности микроорганизмов. Использование метаболитов в качестве индикаторов порчи (например, показателем активности уксуснокислых бактерий в винах может являться содержание летучих кислот) зачастую удобнее и быстрее, чем выполнение микробиологических подсчетов. Инструментальными методами измеряют, по сути, изменение химических или физических характеристик. Предполагается, что характеристики, полученные с помощью инструментальных методов, хорошо коррелируют с подсчетами микроорганизмов. В качестве средств оценки степени дрожжевой порчи пищевых продуктов используется определение содержания этанола и ацетона, которые являются надежными индикаторами качества поступающих на переработку фруктов и санитарно-гигиенического состояния технологического участка. Такие химические маркеры могут считаться «предсказателями порчи», поскольку в малых концентрациях их можно обнаружить еще до начала процесса порчи пищевого продукта.

На основе ПВС получены полимерные композиционные материалы с антибактериальными свойствами, содержащие дисперсные биосовместимые неорганические наполнители с наночастицами серебра [3]. Высокая антибактериальная эффективность наблюдалась при содержании наночастиц серебра около 0.018%. Кроме того, наночастицы серебра уменьшают температуру начала процесса термодеструкции и существенно замедляют скорость образования летучих продуктов разложения полимера.

Кроме того, ПВС является одним из самых востребованных и широко используемых для создания переплетных материалов, который служит основой для гидрогелевых повязок [4]. Востребованность ПВС при разработке медицинских изделий обусловлена его биосовместимостью, биоинертностью, а также возможностью изготавливать из него пленки, гранулы, гели, в том числе содержащие антимикробные вещества и протеолитические ферменты. Молекулы ПВС, благодаря наличию в их структуре регулярно повторяющихся гидроксильных групп, способны участвовать в образовании водородных связей, которые обеспечивают стабилизацию иммобилизованных биоактивных молекул и пролонгированное лечебное действие. Среди пленок на основе естественных полимеров авторы [4] рассматривают композит на основе поливинилового спирта и модифицированного крахмала в соотношении 1:1 с добавлением как пластификаторов глицерина или молочной кислоты. Этот композит может быть использован для получения трансдермальных терапевтических систем с последующим добавлением биологически активных веществ и лекарственных средств, что позволит увеличить эффективность лечения инфицированных ран [5].

Куркумин – естественный полифенол, получаемый из корня растения Куркума Лонга, использовался на протяжении веков в традиционной медицине Китая и Индии для лечения ран, инфекций и других проблем кожи. Куркумин обладает широким спектром фармакологически полезных свойств, таких как антиоксидантные, противоопухолевые, антимутагенные, противовирусные, противогрибковые и противовоспалительные свойства.

Таким образом, цель данной работы – создать композиции и пленки на основе ПВС с добавками куркумина, перспективные для применения в медицине и в качестве упаковочных материалов, что обусловлено нетоксичностью ПВС и куркумина и биологической активностью последнего.

Пленки отливали в чашки Петри из композиции 9-10%-ного раствора ПВС (150 кДа; Mowiol 28-99, Германия), содержащего (мас.%): глицерин (2,8–3,0), H_3BO_3 (0,05–0,10), куркумин (Fluka, Германия) – (1,0), этанол (5,0–7,5) и воду (до 100 %), которую нагревали на водяной бане до температуры 85–90°C для полного растворения ПВС в воде. Пленки сушили при комнатной температуре, толщина пленок составила 15–20 мкм.

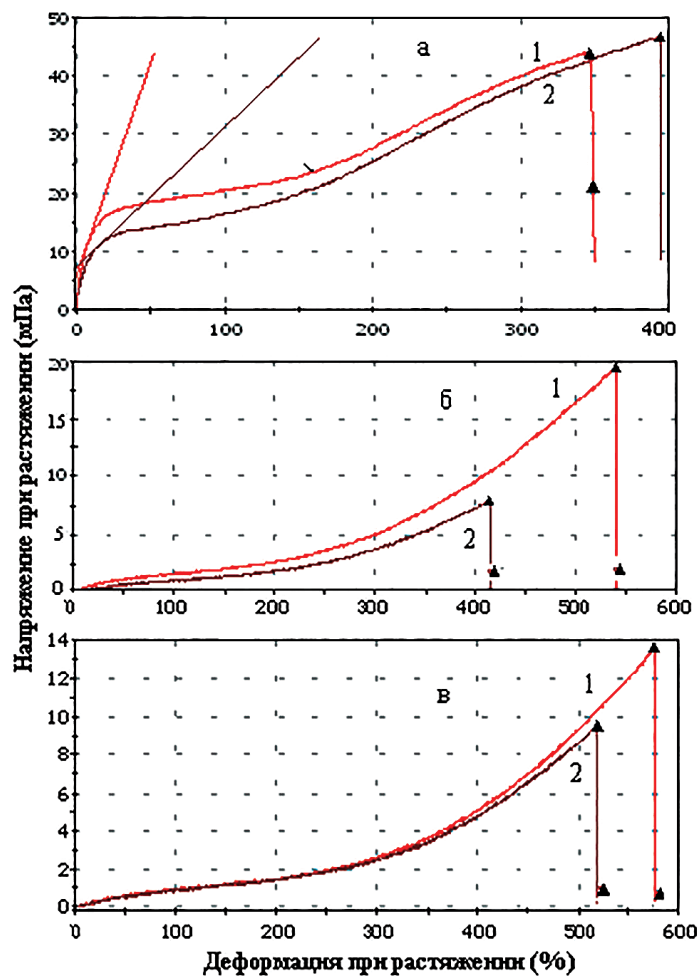
Концентрация поливинилового спирта на уровне 9–10 % выбрана как оптимальная для получения раствора с вязкостью, позволяющей получать пленки методом полива. Борная кислота широко применяется не только в медицинских целях, но и в быту, и в сельском хозяйстве. Применение борной кислоты в медицине заключается в обработке кожных покровов при дерматитах, микозах, ссадинах, прыщах, угрях. Глицерин применяется в медицине как увлажняющее средство. Куркумин достаточно хорошо растворим в водно-спиртовой смеси.

Проведены исследования механических и оптических свойств полученных ПВС-пленок. Деформацию при растяжении ПВС-пленок измеряли на универсальной испытательной машине TENSOMETER 2020 при комнатной температуре со скоростью растяжения пленки 50 мм/мин.

Вид кривых зависимости «напряжение–деформация» (рисунок 1 а – в) свидетельствует о том, что процесс деформирования пленки зависит от ее влажности.

Диаграммы растяжения сухих пленок с содержанием остаточной воды 6,5–7,5 мас. % имеют вид, типичный для пластичного материала (рисунок 1 а). Линейный участок приведенных зависимостей характерен для упругой обратимой деформации, которая подчиняется закону Гука. Модуль упругости составляет ~ 1,6 МПа, предел упругой деформации – <10 МПа. Затем в пленках развивается высокоэластическая обратимая деформация, а при напряжениях свыше 19 МПа (в пленке с куркумином) и 23 МПа (в пленке без куркумина) накапливается необратимая вязкотекучая деформация. Предельная деформация пленок происходит при 46 и 44 МПа и составляет 390 и 350 % в окрашенной и неокрашенной пленках, соответственно.

Спектроскопическое исследование полученных образцов пленок показало, что все образцы имеют в UV-Vis спектрах поглощения полосы, отвечающие поглощению куркумина в спирте (рис. 2, а). Раствор и ПВС-пленки имеют ярко-желтую окраску.



а – сухие пленки; б, в – пленки, содержащие соответственно 60 ± 2 и 75 ± 2 мас. % воды; концентрация куркумина в пленках (мас.%): 1– 0; 2– 1,0

Рисунок 1 – Зависимость деформации ПВС-пленок от напряжения при растяжении

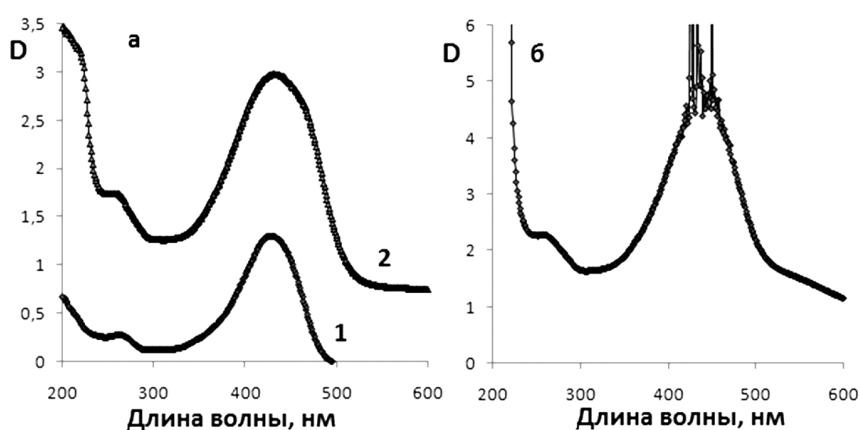
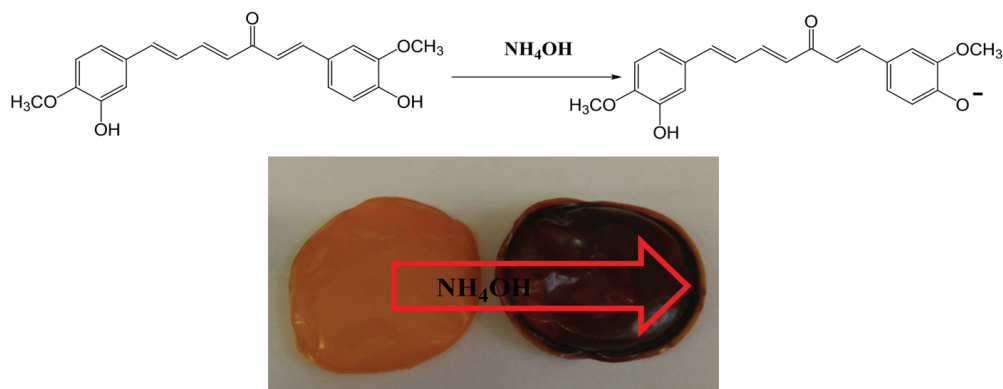


Рисунок 2 – Оптическая плотность куркумина: в этиловом спирте ($0.1 \cdot 10^{-4}$ моль/л, $l=0,2$ см) (1) и ПВС-пленке (1 мас.%) до (2) – а и после воздействия аммиака (б)

Было проведено исследование влияния паров аммиака на оптические свойства ПВС-пленок с куркумином. Образцы помещались в герметичный бокс с находящейся внутри тканью с каплей 10% раствора аммиака (100 мкл). Запись спектров проводилась с использованием спектрофлуориметра SOLAR (СМ2203) в диапазоне от 200 до 800 нм.

В течение 2 минут пленка изменила цвет с ярко-желтого на красно-бурый. На рис.2,б показана зависимость оптической плотности пленки после воздействия аммиака от длины волны (λ , нм).

Таким образом, полученные пленки могут быть предложены для использования в медицине, в частности в хирургии для лечения ран, ожогов, повреждений в качестве минимально травматичных, биосовместимых и биоразлагаемых, антимикробных повязок для поврежденной кожи, а также для производства маркеров, чувствительных к опасным газам (аммиак), который выделяется, например, при порче рыбы. При обработке парами аммиака пленки изменяют свои оптические параметры, что делает их перспективными для производства гибких газовых сенсорных пленок, в том числе, пригодных для индикации качества продуктов питания («умная упаковка»).



ЛИТЕРАТУРА

1. Черная А.И., Шульга О.С., Арсеньева Л.Ю., Кобилинский С.М. Упаковочные биodeградебельные пленки на основе поливинилового спирта. / Упаковка. – № 6. – 2016. – С. 32–35.
2. Bagchi, A.; He, T. Intelligent Sensing and Packaging of Foods for Enhancement of Shelf life : Concepts and Applications. *Int. J. Sci. Eng. Res.* 2012, 3, 1–13.
3. Толстов А.Л., Маланчук О.Н., Бей И.Н., Климчук Д.А. Получение и свойства антибактериальных полимерных композитов на основе поливинилового спирта и наночастиц серебра. / Полімер. журн. – 2013. –Т. 35 (№ 4). – С. 343–349.
4. Бесчастнов В.В., Юданова Т.Н., Арефьев И.Ю., Чернышев С.Н., Погодин И.Е., Павленко И.В., Тулунов А.А., Леонтьев А.Е. Возможности использования гидрогелевых композиций в лечении ран. / Московский Хирургический Журнал. – 2019. - Т. 6 (70). - С. 18-21.
5. Іщенко О.В., Ресницький І.В., Коляда М.К., Ляшок І.О., Шинкарьова К.В., Швидка К.М. Плівки медичного призначення на основі природних полімерів. /О.В. Іщенко. Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія Технічні науки. – 2017. – № 1 (106). – С. 76–86.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГЕНЕРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ЭКСПЛАНТОВ ВИНОГРАДА СОРТА MARQUETTE НА ЭТАПЕ ВВЕДЕНИЯ В КУЛЬТУРУ IN VITRO И СТАБИЛИЗАЦИИ СТЕРИЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ

EFFICIENCY OF REGENERATION PROCESSES OF EXPLANTS OF GRAPE VARIETY MARQUETTE AT THE INTRODUCTION STAGE IN VITRO CULTURE AND STABILIZATION OF STERILE CULTURE

Д. Д. Шикунец^{1,2}, Т. А. Красинская^{1,2,3}

D. D. Shikunets^{1,2}, T. A. Krasinskaya^{1,2,3}

¹Белорусский государственный университет, БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

gebeg@iseu.by, dasha.shy@mail.ru

³РУП «Институт плодородия»

krasinskaya@tut.by

¹Belarusian State University, BSU, Minsk, Republic of Belarus

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

³RUE "Institute for Fruit Growing"