

на галловую кислоту по заранее построенному градуировочному графику.

Экстракция и анализ проводились в трехкратной повторности. Обработку данных осуществляли по критерию Стьюдента при  $p=0,95$ . Результаты приведены в Таблице 1.

Исходя из данных, представленных в Таблице 1, можно сделать вывод о том, что плоды ягодных культур являются богатыми источниками биологически активных веществ, что объ-

ясняет их фармакологическую ценность. В ходе проведенной нами работы было обнаружено, что плоды ежевики наиболее богаты фенольными соединениями по сравнению с другими исследованными плодами. С другой стороны, малина превосходит ежевику и виноград по значению титруемой кислотности. Содержание аскорбиновой кислоты для исследованных образцов сравнительно одинаково.

## **БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИФИЦИРОВАННОГО КРАХМАЛА**

М. А. Верховский, И. Е. Голинский, В. И. Кислицина, В. В. Лебедева,  
Е. А. Мильке, А. О. Погодаева, В. А. Тимохина  
Научный руководитель – к.х.н., доцент А. А. Троян

*МБОУ лицей при ТПУ г. Томска  
634028, г. Томск, ул. А. Иванова, 4, troyan@tpu.ru*

Биоразлагаемые полимеры – полимеры, которые в окружающей среде под действием различных микроорганизмов (бактерий или грибов) и физических факторов (УФ-излучение, температура, кислород) разлагаются [1], следовательно, этот материал можно назвать экологичным.

Пластиковое загрязнение является в настоящее время одной из самых серьезных антропогенных угроз для нашей планеты. Поэтому работы, направленные на получение новых биоразлагаемых композиционных материалов, которые позволят снизить эти последствия, являются актуальными и перспективными.

Цель работы заключается в получении биоразлагаемых пленочных материалов на основе термопластифицированного крахмала (ТПК) и определении их основных характеристик.

Термопластичный, или термопластифицированный, крахмал – это относительно новый термин и в настоящее время является одним из главных направлений исследования для производства относительно дешевых биоразлагаемых материалов [2].

Для приготовления биоразлагаемых композиций использовали: крахмал картофельный, соляную кислоту концентрированную, глицерин, этиловый спирт, воду, щавелевую кислоту, адипиновую кислоту.

Получали биоразлагаемые пленки по растворяющей технологии. Растворяющая технология предусматривает получение формовочного раствора посредством смешения заранее пригото-

ванных водных растворов крахмала и поливинилового спирта. Способы получения различных образцов пленок похожи и отличаются только соотношением крахмала и ПВС и дополнительным введением связующего вещества в раствор крахмала. Были получены формовочные растворы с различным соотношением крахмала и поливинилового спирта равным 1:1, 1:2, 2:1. Компонентный состав полученных растворов представлен в табл. 1. Биоразлагаемый материал в форме пленки получали поливом формовочного раствора на плоскую подложку с последующим удалением испаряющихся реагентов в условиях комнатной температуры ( $T=20-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и нормального атмосферного давления в течение 3–5 суток.

Целью получения пленок на основе ТПК является не только получение биоразлагаемых материалов, но материалов, которые будут иметь отличные реологические и механические свойства. Поэтому следующим этапом было определение прочности на разрыв и модуля упругости полученных пленок. Результаты эксперимента по определению прочностных характеристик представлены в табл. 2.

Исходя из полученных результатов, можно сказать, что наилучшими прочностными характеристиками обладает пленка полученная при соотношении крахмал:ПВС=1:2. Значения модуля упругости для всех пленок попадают в допустимый интервал, характерный для данного вида пленок.

**Таблица 1.** Компонентный состав формовочных растворов

Состав	Содержание, % мас. при соотношении крахмал:ПВС		
	1:2	1:1	2:1
Крахмал	1,29	1,31	2,39
ПВС	2,59	1,31	1,19
Глицерин	5,07	5,14	9,36
Этанол	2,19	2,21	4,03
Соляная кислота	1,15	1,16	2,12
Вода	87,71	88,86	80,91
Итого	100,00	100,00	100,00

Еще одним из важных показателей является водопоглощение и водостойкость. Наименьшим водопоглощением обладают пленки, полученные при соотношении крахмал:ПВС=1:2, введение адипиновой кислоты позволило снизить водопоглощение, а введение щавелевой кислоты привело к значительному увеличению водопоглощения. После высыхания, почти все пленки становились жесткими и хрупкими, что тоже оказывает влияние на их эксплуатационные и технологические характеристики.

### Список литературы

1. Бозарова Г. К. // *Теоретическая и прикладная экология*, 2020. – № 4. – С. 93–99.
2. Подденежный Е. Н. // *Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого*, 2015. – № 2. – С. 31–41.

**Таблица 2.** Прочностные характеристики полученных пленок

Соотношение крахмал:ПВС	Площадь, мм <sup>2</sup>	Максимальная нагрузка, МПа	Модуль упругости, МПа
1:2	5,134	4,391	27,56
1:1	6,156	1,507	12,423
2:1	5,94	0,229	10,494
Пленки с добавлением связующего агента			
Адипиновая кислота	4,914	1,194	7,715
Щавелевая кислота	7,65	0,022	0,312

Одним из основных показателей для биоразлагаемых материалов является их способность к биодegradации. В данной работе мы провели эксперимент по биоразложению полученных пленок в почве. Образцы были помещены в почву и в настоящее время эксперимент еще продолжается. После завершения эксперимента мы должны определить потерю массы образцов и оценить их внешний вид.

## ГАШЕНИЕ КИСЛОТОЙ ГИДРОКАРБОНАТА НАТРИЯ (НАТРИЯ ДВУУГЛЕКИСЛОГО) ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВЫПЕЧКИ

А. И. Власкина

Научный руководитель – учитель химии М. В. Бантьева

МАОУ «Кафтанчиковская средняя общеобразовательная школа» Томского района  
634521, Россия, Томская область, с. Кафтанчиково, ул. Коммунистическая 91А, lyudep@yandex.ru

Сода (натрий двууглекислый) была изобретена французским химиком Лебланком в конце XVIII столетия. Пищевая очищенная сода появилась в 1861 году [1]. А её применение в кондитерском деле началось в последней четверти 19-го века. До этого вместо соды тесто разрыхляли с помощью добавления пива, кваса, дрожжей и других видов природных разрыхлителей.

При соприкосновении с кислотой или при нагревании сода начинает разлагаться и выделять углекислый газ. Углекислый газ, как и

другие виды газов при нагревании расширяется, поднимая тем самым выпечку. Именно благодаря газу изделия с содой получают подъем и пышность.

Однако, как пишут литературные источники [1, 2, 3], только за счет нагревания соли натрия в составе соды разлагаются не полностью. Изделия получаются с характерным привкусом соды. Поэтому так важно применять соду вместе с кислотами при изготовлении выпечки.