

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПЕРЕНОСА  
РАСТВОРЯЮЩИХ АГЕНТОВ В СИСТЕМЕ  
«ЭЛЕКТРОЛИТ-КОЛЛАГЕН»**

**Дерябин М. А., Шалбуев Дм. В.**

*Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,  
г. Улан-Удэ, Республика Бурятия, Российская Федерация deryaba1993@mail.ru,  
shalbuevd@mail.ru*

К ряду перспективных методов снижения негативного воздействия коллагенсодержащих отходов на окружающую среду относится переработка кожевенно-меховых отходов с целью получения ценных продуктов растворения коллагена (далее ПРК). Однако большое количество технологических факторов, влияющих на получение ПРК, находятся в широких диапазонах варьирования. Следствием этого является разброс качественных характеристик товаров, получаемых из ПРК, и снижение их потребительских свойств.

Для решения поставленной задачи было необходимо провести модельное математическое описание технологических процессов, что позволит регулировать факторы, влияющие на механизм разупорядочения структуры коллагена так, чтобы можно было предопределять качественные характеристики получаемого биоактивного продукта. Наиболее распространенными методами получения ПРК являются щелочно-солевой и ферментативный [1].

Растворы электролитов представляют удобную модель для разработки теоретической базы процессов переноса. Так, ионы и молекулы электролитов (в том числе применяемых в кожевенно-меховой отрасли) могут рассматриваться в качестве системы зарядов ( $Kt^+$ ,  $An^-$ ) или нейтральных частиц ( $KtAn$ ), к которым применимы законы физики: электронейтральности, материального баланса, количественных характеристик и термодинамики равновесных и неравновесных процессов, и т. д. [2]

Если рассматривать процесс зольения-обезволашивания, то можно прийти к выводу, что обводненные шкуры после процесса отмоки погружаются в раствор зольной жидкости (или наоборот). Образуется система, где существует разницы концентраций таких веществ-электролитов, как гидроксид кальция и сульфид натрия (напомним, что любая неравновесная система стремится к выравниванию). Тогда происходит процесс диффузии веществ-электролитов в кожуемую ткань

или, если назвать по-другому – процесс переноса молекул электролитов в толщу дермы.

Поэтому результаты, получаемые в ходе строго поставленного эксперимента в рамках диффузионного процесса в соответствии с определенными математическими законами, могут являться достаточными, чтобы назвать такое исследование разработкой модели переноса.

Исходя из поставленной задачи было изучено влияние таких параметров, как продолжительность, температура и концентрация реагента. Согласно чему был разработан план полного факторного эксперимента и проведена обработка коллагенсодержащих отходов с использованием щелочно-солевой обработки. В качестве выходных параметров была принята относительная и динамическая вязкость растворов коллагена после щелочной обработки.

В результате проведенных исследований была сформирована модель полного факторного эксперимента процесса щелочно-солевой обработки коллагенсодержащих отходов, выведено уравнение регрессии полинома третьей степени и проведен анализ его точности описания процесса при помощи проверки значимости вычисленных коэффициентов. Проверка валидности по критерию Фишера не потребовалась, т. к. количество значимых коэффициентов соответствовало количеству опытов [3]. Следовательно, рассчитанное уравнение достоверно описывает зависимость относительной вязкости растворов от длительности процессов ( $X_1$ ), температуры ( $X_2$ ), при которой они проводились и концентрации реагентов ( $X_3$ ) и в натуральном виде принимает следующий вид:

$$10^6 \cdot \eta_{\text{щ.-сл}} = 605200,00 - 7783,33x_{21} + 22040,00x_{21} - 17720,00x_{31} + 53,33x_{11}x_{21} + 1211,67x_{11}x_{31} + 36,00x_{21}x_{31} - 19,08x_{11}x_{21}x_{31}.$$

Была проведена проверка корректности полученного уравнения, которая представляла собой подстановку значений  $X_1$ ,  $X_2$  и  $X_3$  в натуральном выражении в уравнение регрессии и сравнением полученных расчётных значений с экспериментальными данными. Максимальное отклонение между расчётными и экспериментальными данными составило не более 2%.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белевцова Д.В. Способ получения растворов коллагена из отходов кожевенного производства <http://www.collagen.su/archives/770> [Электронный ресурс] //collagen.: сайт продукции ООО «VitaRINO». URL: <http://www.qrz.ru/articles/article260.html> (Дата обращения: 14.08.2017).
2. Взаимодействие «растворенное вещество – вода (растворитель)»: отчет за 2014 год по госзаданию (промежуточ.). У.-У., 2014, 28 с.
3. Головтеева А.А., Куцидин Д.А., Санкин Л.Б. Лабораторный практикум по химии и технологии кожи и меха. М.: Легпромбытиздат, 1987, 312 с.