



УДК 677.3; 677.472.6

## КОЛАГЕНОВІ ВОЛОКНА

Ас. М.К. Коляда

Науковий керівник проф. В.П. Плаван

Київський національний університет технологій та дизайну

В теперішній час велика увага приділяється раціональному використанню сировини. В нашій країні питання господарського відношення до сировинних ресурсів в загальнодержавному масштабі вирішені в недостатній мірі, що наносить значний збиток навколишньому середовищу. Близько 50 % відходів шкіряно-взуттєвої промисловості, які є основним джерелом отримання похідних колагену, не використовується, хоча переробка та використання, у більшості випадків, могли би стати базою для нових напрямків господарства. Тому обґрунтування і розробка ефективних методів утилізації колагенмістих відходів шкіряного виробництва, як сировини для отримання похідних колагену є актуальним завданням.

**Мета і завдання.** *Мета* – дослідження особливостей використання, структури та застосування колагену та його похідних у біомедичній галузі. Завдання – вивчення особливостей будови, застосування похідних колагену для отримання волокнистих матеріалів.

**Об'єктом дослідження** є комплекс фізико-хімічних властивостей похідних колагену та можливості їх застосування для отримання біоматеріалів. **Предметом дослідження** є технології отримання похідних колагену для біомедичного застосування, властивості отриманих продуктів.

**Методи та засоби дослідження.** Теоретичні дослідження виконані на основі аналізу науково-технічної і патентної інформації.

**Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.** Обґрунтування і розробка ефективних методів утилізації колагенмістих відходів шкіряного виробництва, як сировини для отримання похідних колагену, сприятимуть одержанню біоматеріалів з високою доданою вартістю.

**Результати дослідження.** Колаген – головний білок сполучної тканини тварин. Молекулярна маса колагену становить близько 300 kD, довжина 300 нм, товщина 1,5 нм [1]. Є щонайменше 16 різних типів колагену, але від 80 до 90 відсотків з них належать до типів I, II та III. Ці типи мають різні структури, функції та властивості. Деякі типи колагенових фібрил міцніші за сталь. Колаген здатний розсмоктуватись. Він також може бути сформований у тверді речовини у формі спонжів, волокон, плівок або гелів. Його різноманітний діапазон функцій і той факт, що він є природним, робить його клінічно універсальним та придатним для різних медичних цілей [1]. Колаген може використовуватися у вигляді тонких плівок, а також у тривимірній (3D) формі. Колагенові плівки товщиною в приблизно 0,01-0,5 мм утворюються шляхом висушування розчинів колагену на повітрі. У формі плівки колаген використовується в основному як матеріал для загоєння ран і як бар'єрна мембрана. Тривимірні структури – для тканинної інженерії [2].

Ефективне використання колагенових біоматеріалів в медицині вимагає розробки штучних колагенів, що мають властивості натурального колагену та можуть бути застосовані в тих областях, де зазвичай використовуються похідні натурального колагену. Для досліджень та в практичних цілях зазвичай вибирають желатин або гідролізат колагену, тому що вони мають подібний амінокислотний склад, фізико-хімічні властивості та мають меншу вартість в порівнянні з колагеном. Але насправді,



колаген, желатин і гідролізат колагену мають зовсім іншу структуру [3]. Колаген зберігає практично незмінну молекулярну структуру білка, яка складається з трьох поліпептидні ланцюжків в потрійній спіралі з молекулярною масою біля 300 kD. Що стосується желатину, то потрійна спіральна структура молекули колагену була порушена і таким чином він існує як єдиний поліпептидний ланцюг з молекулярною масою нижче 100 kD. Колагенові гідролізати отримують у більш жорстких умовах гідролізу, і вони є поліпептидами з меншою молекулярною масою. Властивості колагенових гідролізатів залежать від джерела сировини та методу обробки. Зокрема, вибір методу гідролізу та технологічних умов дозволяє регулювати вміст золи та молекулярну вагу гідролізатів. Алкогольний або ферментативний гідроліз дозволяє одержати колагеновий гідролізат, що має молекулярну масу 10-50 kD. Кислотний гідроліз в основному призводить до гідролізату з низькою молекулярною масою (до kD), який потрібно, наприклад, у виробництві ПАР.

Волокноутворюючі властивості колагену та желатину теж бувають зовсім різні. Колаген здатний до волокноутворення в соляному середовищі, тоді як желатин не має цих властивостей [3]. Це може бути пов'язано з тим, що колаген зберігає цілісність білка з власною потрійною спіральною структурою. Крім того, процес формування колагенових волокон може регулюватися рН, іонним середовищем та субстратами.

Метод електроформування може бути використаний для виготовлення волокнистих полімерних покриттів, що складаються з волокон різного діаметру в діапазоні від декількох мікрон до 100 нм або менше [4]. Оптимізуючи умови для колагену типу I була отримана матриця, що складалася з 100 нм волокон, які демонстрували репліку 67 нм, характерну для нативного колагену [5]. Методом електроформування можна регулювати властивості волокнистої матриці, контролюючи орієнтацію волокна.

**Висновки.** Волокноутворюючі властивості колагену забезпечують можливість використання препаратів колагену у біомедичній галузі. Регулюючи технологічні умови отримання похідних колагену можна забезпечити отримання продуктів з потрібними властивостями, зокрема методом електроформування. Структурні та біологічні властивості електросформованих волокон колагену вказують на те, що цей матеріал якнайкраще підходить для тканинної інженерії. Характер колагену при волокноутворенні має вирішальне значення для пористості, великої площі поверхні та задовільної механічної міцності колагенових біоматеріалів.

**Ключові слова:** колаген, колагенові волокна, волокнисті матеріали, сполучна тканина, похідні колагену, електроформування волокон.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Connective Tissue [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: [http://histology.med.yale.edu/connective\\_tissue/connective\\_tissue\\_reading.php](http://histology.med.yale.edu/connective_tissue/connective_tissue_reading.php).
2. The review of versatile application of collagen / A.Sionkowska, S. Skrzyński, K. Śmiechowski, A. Kołodziejczak. // *Polymers for Advanced Technologies*. – 2017. – №28(1). – С. 4–9.
3. Zhang, Z. K., Li, G. Y. and Shi, B., Physicochemical properties of collagen, gelatin and collagen hydrolysate derived from bovine lamed split wastes. *J. Soc. Leather. Technol. Chem.*, 2006, 90, 23.
4. Matthews JA, Wnek GE, Simpson DG, Bowlin GL. Electrospinning of collagen nanofibers. *Biomacromolecules*. 2002, 3(2), 232–238
5. Boland ED, Matthews JA, Pawlowski KJ, Simpson DG, Wnek GE, Bowlin GL. Electrospinning collagen and elastin: preliminary vascular tissue engineering. *Front Biosci*. 2004, 9, 1422–1432.