

ELECTROSPINNING OF PVA SOLUTIONS BASED ON PLANT EXTRACTS

Liashok I.O., Ishchenko O.V., Sikora A.S., Medianska V.V., Antonenko M.S.

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Mala Shiyanovska str. 2, 01011

Today, research on nanofibrous materials produced by the electrospinning method is gaining considerable popularity. Much of the research is focused on determining the optimal parameters to ensure the stability of the process and the high quality of the obtained samples. Nanofibrous materials are particularly interesting as wound dressings. The production of bioactive wound dressings with the addition of medicinal plant extracts is a progressive and understudied direction. Such wound dressings can have, in addition to physical properties, properties necessary for rapid healing of wounds.

Keywords: electrospinning; plant extracts; bioactive wound dressings.

ЕЛЕКТРОФОРМУВАННЯ РОЗЧИНІВ ПВС НА ОСНОВІ РОСЛИННИХ ЕКСТРАКТІВ

Ляшок І.О., Іщенко О.В., Сікора А.С., Медянська В.В., Антоненко М.С., Стаднік Д. В.

Київський Національний Університет Технологій та Дизайну, Київ, вул. Мала Шияновська 2, 01011

Сьогодні електроформування (ЕФ) одним із ефективних способів одержання нетканих волокнистих матеріалів (НВМ) з діаметром волокон в ультра- та нанорозмірах. Вперше явище утворення тонких волокон під дією електричного поля зафіксував Дж. М. Бозе в 1745 році [1], проте в його роботі це був лише побічний ефект. Перші патенти та перші дослідження зосереджені на вивченні процесу ЕФ з'явилися лише на початку ХХ ст., однак, більшого поширення процес набув у ХХІ ст.

Під процесом електроформування розуміють одержання волокон шляхом дії електростатичних сил на електрично заряджений потік полімерного розчину чи розплаву. Сопла дозуючого пристрою

підключають до одного з контактів джерела високої напруги, інший контакт з'єднаний з осаджувальною платформою, для промислових установок осадження відбувається на конвеєр чи ролик. В процесі ЕФ полімерний матеріал набуває однойменного заряду та під дією кулонівських сил витягується в тонкий струмінь, котрий в свою чергу розривається на тонкі волокна, що осідають на протилежно заряджений електрод [1].

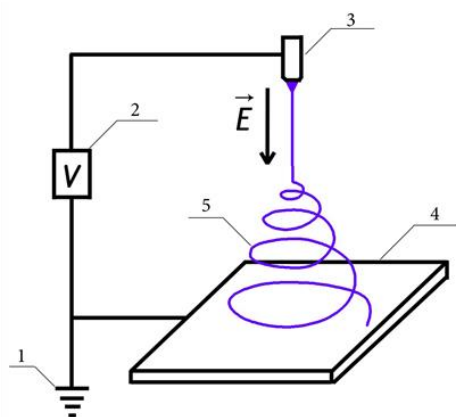


Рисунок 1 – Схематичне зображення типової установки для ЕФ. 1-джерело постійного струму, 2-перетворювач напруги, 3-контакт на капілярі, 4-дрейфуючі волокна, 5-осаджувальний електрод

Проте, не дивлячись на відносну простоту та невелику вартість установок, основною складністю процесу електроформування волокон є підбір його параметрів, а саме в'язкості матеріалу; електропровідності та швидкість подачі формувального розчину, відстані між електродами та напруги електричного поля.

Як сировина для ЕФ значну увагу привертають природні біополімери такі як полісахариди (альгірати, хітозан, хітин) протеїни (колаген, желатин, фібрин). Їх морфологічна будова, подібна до макромолекул людини, здатність до біологічного розкладання та біосумісність є особливо цікавими при виготовленні ранових пов'язок [2]. Більшість біополімерів мають не достатні механічні властивості, котрі можна покращити шляхом комбінування їх з штучними чи синтетичними матеріалами, наприклад з полівініловим спиртом (ПВС).

ПВС є біосумісним полімером, що має низьку схильність до зчеплення з білками та низьку токсичність, чи не єдиним істотним мінусом ПВС є його

низька гідрофільність, через що його часто змішують з іншими гідрофільними речовинами, наприклад з крохмалем чи хітозаном [3].

Нановолокнисті матеріали виготовлені із сумішей на основі ПВС цікаві зокрема як ранові пов'язки, які за класифікацією Ердема Рамазана поділяються на пасивні, інтерактивні, вдосконалені та біоактивні [4]. Пасивні ранові пов'язки мають лише структурні властивості та слугують лише для збереження достатньої вологості в рані та захисту ран від зовнішніх чинників. Інтерактивні пов'язки реагують на клітини та обмежують ріст бактерій, вдосконалені – виготовляють із додаванням лікарських препаратів, а біоактивні пов'язки мають такі властивості, що дозволяють виліковувати рани забезпечуючи захист. Особливу увагу привертають біоактивні пов'язки, які виготовлені з додавання екстрактів лікарських рослин.

Рослини, що мають в своєму складі сполуки, котрі позитивно впливають на гоєння ран відомі людству віддавна. Рослинні екстракти здебільшого містять алкалоїди, флаваноїди, глікозиди та ефірні олії [5]. Ці сполуки, на відміну від синтетичних, є екологічно стійкими, дешевшими, доступнішими та нетоксичними та мають мінімальні побічні реакції. В таблиці 1 наведені приклади деяких лікарських рослин, які застосовують для загоєння ран, і які є потенційно цікавими для створення НВМ методом електроформування.

Таблиця 1 – Деякі лікарські рослини, які застосовують для загоєння ран

№	Рослина	Частина рослини	Метод екстракції	Властивості
1	Ромашка	Суцвіття	Водна витяжка, суха екстракція	Протизапальна, дезінфікуюча, заспокійлива, ранозагоювальна
2	Нагідок лікарський	Суцвіття	Водна витяжка	Бактерицидна, протизапальна, атисептична, ранозагоювальна

3	Кропива дводомна	Листя	Суша екстракція	Антисептична, кровоспинна, ранозагоювальна, знеболювальна
4	Евкалипт кулястий	Листя	Водна витяжка	Антимікробна, заспокійлива, протипаразитна.
5	Дуб	Кора	Мацерація, циркуляційна екстракція	Кровоспинна, протизапальна, антисептична.
6	Материнка звичайна	Квітучі пагони	Мацерація	Протизапальна, антимікробна

Мета роботи: Дослідити вплив екстрактів лікарських рослин на характеристики розчину ПВС та процес електроформування нетканих волокнистих матеріалів.

1 Методика експерименту

В якості основи формувального розчину для електроформування було використано водні екстракти лікарських рослин, а саме ромашки, кори дуба, кропиви та їх сумішей. Для цього висушені лікарські рослини у співвідношенні сухої суміші до води 1:10 заливають гарячою водою і витримують на водяній бані 45 хв, після чого охолоджують до кімнатної температури та проціджують. Отриманий рослинний екстракт використовували в якості розчинника при створенні 10% розчину полівінілового спирту (ПВС) марки 16/1 масова частка ацетатних груп, не більше 0,9-1,7 %. Одержану композицію використовували для електроформування НВМ на лабораторній установці з напругою електричного поля 30 кВ. У процесі формування використовувався капіляр із внутрішнім діаметром 0,33 мм.

Електропровідність виміряли за допомогою цифрового вимірювача якості води марки TDS-ZT 2.

2 Результати експерименту та їх обговорення

В роботі було досліджено можливість одержання НВМ на основі ПВС з додаванням рослинних екстрактів ромашки, кори дуба, кропиви та їх сумішей. Було встановлено оптимальну відстань між електродами 17,5 см при якій зразки НВМ формувались найкраще. В таблиці 2 наведено можливість електроформування волокон на основі ПВС з додаванням рослинних екстрактів, та електропровідність прядильних розчинів.

Таблиця 2 – Параметри електроформування НВМ на основі ПВС з додаванням рослинних екстрактів

Склад зразків	Якість формування *	Значення електропровідності	
		Показник TDS	Значення у См/м
Ромашка	±	218	0,0396
Кора дуба	+	217	0,0394
Ромашка + кора дуба (1:1)	±	217	0,0394
Кропива	+	439	0,0798
Ромашка + кропива (1:1)	-	330	0,06
Кора дуба + кропива (2:1)	+	288	0,0524

* «+» - електроформування відбувається стабільно, утворюється рівномірний НВМ; «±» - електроформування відбувається не стабільно, утворюється не рівномірний НВМ; «-» - електроформування волокон не відбувається.

3 Висновки

Отже, розчини ПВС з додаванням екстрактів лікарських рослин, а саме ромашки, кори дуба, кропиви та їх сумішей, придатні для створення нетканих волокнистих матеріалів на основі ПВС методом електроформування, а такі НВМ можуть бути перспективними для

використання, як ранозагоювальні пов'язки та в косметології, як засоби по догляду за шкірним покривом.

Література

[1] G. M. Bose. Recherches sur la cause et sur la veritable teorie de l'electricite publies par George Mathias Bose prof. en phisique. de l'imprimerie de Jean Fred. Slomac, 1745 (cited on page 21).

[2] Ashish George, M.R. Sanjay, Rapeeporn Srisuk, Jyotishkumar Parameswaranpillai, Suchart Siengchin. A comprehensive review on chemical properties and applications of biopolymers and their composite/ A. George, M.R. Sanjay, R. Srisuk, J. Parameswaranpillai, S. Siengchin. International Journal of Biological Macromolecules - 2020. V.154. - P.329-338.

[4] Nuno Alexandre, Jorge Ribeiro, Andrea Gärtner, etc. Biocompatibility and hemocompatibility of polyvinyl alcohol hydrogel used for vascular grafting—In vitro and in vivo studies/ N. Alexandre, J. Ribeiro, A. Gärtner, etc. Journal of Biomedical Materials Research. - 2014. Part A. V102. - P.4262-4275.

[4] Erdem Ramazan. Advances in fabric structure for wound care/ E. Ramazan. Advanced Textiles for Wound Care. – 2019. – P. 509-651.

[5] Гродзинський Андрій Михайлович, Лебеда Андрій Пилипович, Джуренко Надія Іванівна, Ісайкіна Олена Павлівна. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник - 1992. – 544 с.