

ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

DOI: 10.20535/1810-0546.2018.5.146269

УДК 66.094.3-92

В.А. Барбаш*, І.М. Дейкун, Т.С. Жовтун, Т.В. Зеленчук, О.В. Яценко
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

ОКСИЦЕЛЮЛОЗА ІЗ ВОЛОКОН ЛЬОНУ

Проблематика. Розробка технологій одержання із природних джерел сировини продукції, що після закінчення свого життєвого циклу підлягає біодеструкції, як альтернатива продукції із вичерпних джерел сировини – нафті, вугіллю, газу.

Мета дослідження. Одержання целюлози із волокон льону екологічно безпечним способом делігніфікації з використанням розчину пероцтової кислоти і визначення впливу основних технологічних параметрів процесу окиснення целюлози під дією окисника ТЕМПО (2,2,6,6-тетраметил-піперидин-1-оксил) на показники якості оксицелюлози.

Методика реалізації. На першій стадії обробки волокон льону проводили екстракцію сировини розчином гідроксиду натрію з концентрацією 7 %, за гідромодуля 10:1, тривалістю від 1 до 4 год за температури 95 ± 3 °С. На другій стадії проведено варіння целюлози розчином пероцтової кислоти за температури 95 ± 3 °С тривалістю 4 год. Процес окиснення целюлози з волокон льону проводили розчином ТЕМПО з витратами 1,5; 3,0; 5,0 та 10,0 % від маси абсолютно сухої сировини, за температури 20, 40 і 60 °С і тривалості процесу від 2 до 6 год.

Результати дослідження. Наведено хімічний склад волокон льону. Одержана органосольвентна целюлоза з волокон льону із залишковим вмістом лігніну 0,34 % і зольністю 0,03 % використовувалася для процесу окиснення ТЕМПО. Показано, що збільшення витрати окисника ТЕМПО, тривалості й температури процесу окиснення сприяє збільшенню вмісту карбоксильних груп в одержаних зразках оксицелюлози із лляної органосольвентної целюлози. Встановлено, що проведенням процесу окиснення лляної целюлози за витрати ТЕМПО 5 % від маси абсолютно сухої сировини, температури 60 °С і тривалості 6 год отримано оксицелюлозу із вмістом карбоксильних груп до 5,3 %.

Висновки. Отримана оксицелюлоза може застосовуватись у хірургічній практиці як один із компонентів нетоксичних радіопротекторних, кровоспинних, антимікробних та ранозагоювальних матеріалів.

Ключові слова: лляне волокно; ТЕМПО; процес окиснення; оксицелюлоза; карбоксильна група.

Вступ

Для подальшого стабільного розвитку людства актуальним залишається пошук альтернативних нафті, вугіллю і газу природних джерел сировини та розробка технологій виробництва із неї продукції, яка після закінчення свого життєвого циклу підлягає біодеструкції. До таких джерел належить рослинна сировина, світові запаси якої щорічно поповнюються в процесі фотосинтезу. Основним структурним компонентом рослинної сировини є целюлоза, обсяги приросту якої оцінюються до 10^9 т на рік [1]. Кожна елементарна ланка макромолекули целюлози має три гідроксильні групи, які обумовлюють реакційну здатність целюлози і утворюють внутрішньомолекулярні та міжмолекулярні водневі зв'язки. Водневі зв'язки між окремими полімерними ланцюгами у фібрилах целюлози визначають кристалічну структуру, високу хімічну і температурну стійкість, механічну міцність і низьку розчинність

целюлози [2]. За рахунок своїх унікальних властивостей целюлоза широко використовується у целюлозно-паперовій, хімічній, фармацевтичній, текстильній галузях промисловості, медицині та електроніці.

Наявність трьох гідроксильних груп у кожній елементарній ланці макромолекули целюлози зумовлює її здатність зокрема вступати в реакції окиснення. В процесі окиснення можуть бути утворені альдегідні, карбонільні або карбоксильні групи залежно від природи окисника і параметрів процесу окиснення. Наприклад, водні розчини йодної кислоти або її солей селективно окиснюють вторинні гідроксильні групи біля другого і третього атомів вуглецю елементарного ланцюга целюлози з розривом глюкопіранозного ланцюга та утворенням діальдегідцелюлози [3].

Більш реакційноздатні первинні гідроксильні групи біля шостого атома вуглецю елементарного ланцюга целюлози під дією, наприклад, діоксиду азоту утворюють карбоксильні

* corresponding author: v.barbash@kpi.ua

групи [4]. У результаті реакцій окиснення утворюється так звана оксицелюлоза, яка широко застосовується в медицині як один із компонентів нетоксичних радіопротекторних, кровоспинних, антимікробних і ранозагоювальних матеріалів [5]. Традиційно для одержання оксицелюлози як окисник використовувався оксид азоту (IV), який є екологічно небезпечною канцерогенною речовиною. Тому вченими проводяться пошуки інших окисників, які були б більш безпечними і селективно впливали б на окиснення первинних гідроксильних груп із мінімальною деструкцією целюлози. Серед таких окисників розглядають, зокрема, пероксид водню, Оксон, ПІНО, ТЕМПО [2, 6–8]. Пероксид водню і Оксон належать до хімічних сполук, у яких гідроксильна група заміщена на гідрпероксидну групу $-O-O-H$. Оксон ($2KHSO_5 \times KHSO_4 \times K_2SO_4$) – це нетоксичний стабільний, простий в обігу реагент низької вартості, активним компонентом якого є моноперсульфат калію $KHSO_5$ [6]. Завдяки м'якій окисній дії Оксону можна окиснювати альдегіди до карбонових кислот і естерів. ПІНО – фталімід-N-оксидрадикал – генерується *in situ* із N-гідроксисукциниміду та використовується в хімії як активуючий реагент для одержання карбонових кислот і як окисник для окиснення целюлози [7].

Останнім часом активно як окисник використовується ТЕМПО (2,2,6,6-тетраметил-піперидин-1-оксид) [8–10]. Типова система окиснення целюлози ТЕМПО передбачає використання таких хімічних реагентів, як бромід натрію (співкаталізатор) та розчин гіпохлориту натрію. Фактичним окисником у реакції є оксоамонієва сіль, що утворюється при використанні ТЕМПО. В каталітичному циклі гіпохлорит натрію виступає як стехіометричний окисник, який генерує ту саму оксоамонієву сіль [9].

Для виробництва оксицелюлози як вихідна сировина у світовій практиці використовується в основному целюлоза із деревини і бавовни. Через постійне скорочення лісових ресурсів у різних регіонах світу як альтернатива цим волокнам розглядаються різні представники недеревної рослинної сировини. У країнах з обмеженими запасами вільних лісових ресурсів, до яких відноситься і Україна, для одержання целюлози можуть використовуватися стебла злакових і технічних культур. До останніх належить льон – багаторічна (іноді однорічна) трав'яниста рослина з тонким стеблом висотою до 1,5 м. Волокна льону характеризуються біль-

шою довжиною і міцністю волокон та більшим вмістом целюлози, ніж у деревині. Довжина елементарного волокна льону коливається в середньому від 15 до 25 мм і досягає 125 мм [11]. Україна посідає третє місце у світі за площею посівів льону (до 150 тис. га), а запаси льону становлять 500 тис. т на рік [11].

У літературі відсутні відомості про використання целюлози із лляних волокон для одержання оксицелюлози дією ТЕМПО. Тому вивчення процесів одержання лляної целюлози для виробництва оксицелюлози екологічно чистими способами делігніфікації та визначення оптимальних значень технологічних параметрів процесу її окиснення є актуальним і потребує проведення подальших досліджень.

Постановка задачі

Метою роботи є одержання целюлози із волокон льону екологічно чистими способами делігніфікації та визначення впливу основних технологічних параметрів процесу її окиснення під дією ТЕМПО на показники якості оксицелюлози.

Для досягнення мети поставлено такі задачі: провести серію лабораторних варіантів целюлози із волокон льону екологічно безпечним способом делігніфікації; дослідити вплив основних технологічних параметрів (концентрації ТЕМПО, температури і тривалості) процесу окиснення целюлози на показники якості оксицелюлози для одержання максимального вмісту в ній карбоксильних груп.

Методи досліджень

У роботі використовували волокна льону, вирощені в Чернігівській області (Україна). Волокна перед проведенням досліджень подрібнювали до частинок розміром 10–15 мм і зберігали в ексікаторі для підтримання їх постійної вологості.

Хімічний склад волокон льону, який визначався за стандартними методиками [12], був таким: вміст целюлози – 61,2 %, лігніну – 13,6 %; смоли, жири, воски – 2,7 %; пентозани – 11,9 %; зольність – 1,6 %.

Для часткового видалення із волокон льону лігніну та екстрактивних речовин, геміцелюлоз і розчинних мінеральних сполук спочатку проводили попередню обробку рослинної сировини розчином гідроксиду натрію з концентрацією 7 %, за гідромодуля 10:1, тривалістю від 1 до 4 год за температури 95 ± 3 °С.

На другій стадії проводили окисно-органосольвентне варіння целюлози розчином пероцтової кислоти в термостійких колбах, які були з'єднані зі зворотними холодильниками для запобігання втратам хімічних реагентів. Варильний розчин готували змішуванням льодяної оцтової кислоти та 35 %-ного пероксиду водню за співвідношення 70:30 об. %. Гідромодуль варіння становив 10:1, температура 95 ± 3 °С, тривалість 4 год. По закінченні процесу варіння целюлозу промивали до нейтральної реакції дистильованою водою, зневоднювали і сушили до повітряно-сухого стану, після чого визначали показники якості целюлози: вихід, вміст залишкового лігніну і залишкових мінеральних речовин у відсотках від маси абсолютно сухої сировини (а.с.с.).

Процес окиснення целюлози з волокон льону проводили розчином ТЕМРО з витратами 1,5; 3,0; 5,0 та 10,0 % від маси а.с.с., у який додано КВг з витратами 15 % від а.с.с. і розчин NaOCl концентрацією 80 г/дм³ з витратами 10 або 30 см³. рН окисного розчину підтримувався в межах 10–11. Процес окиснення проводили за температури 20, 40 і 60 °С і тривалості від 2 до 6 год. Реакцію окиснення зупиняли додаванням до реакційної суміші дистильованої води і з подальшим промиванням оксидцелюлози через воронку Бюхнера на колбі Бунзена. Отриману окиснену целюлозу сушили до повітряно-сухого стану в чашці Петрі за кімнатної температури протягом 48 год і визначали в ній вихід і вміст карбоксильних груп. Визначення вмісту карбоксильних груп у целюлозі виконували за кальцій-ацетатним методом [9]. Його суть полягає в тому, що спочатку целюлозу переводять у кислотну форму, для чого 0,5 г целюлозного волокна обробляють 0,01 М розчином соляної кислоти впродовж 60 хв. Далі целюлозу промивають дистильованою водою, додають 50 см³ дистильованої води і 30 см³ 0,25 М розчину Са-ацетату. Колбу герметично закривають і 120 хв інтенсивно струшують. По закінченні тривалості обробки з колби піпеткою відбирається по 30 см³ суспензії на титрування 0,01 М розчином NaOH з додаванням індикатора – фенолфталеїну. Вміст карбоксильних груп визначається за формулою

$$\text{COOH} = \frac{80}{30} 0,01 \text{MV}(\text{NaOH}) \times 4,5 \%, \\ m \left(1 - \frac{w}{100} \right)$$

де 0,01 MV(NaOH) – об'єм 0,01 М NaOH, що пішов на титрування, см³; m – маса волокна, що взята для аналізу, г; w – вологість волокна, %; 4,5 – коефіцієнт перерахунку ммоль/г у %.

Аналіз отриманих результатів

З метою визначення впливу тривалості процесу лужної обробки волокон льону на показники якості волокнистого напівфабрикату (ВНФ) проведено серію досліджень, результати яких наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Показники якості волокнистих напівфабрикатів із волокон льону після лужної обробки

Показники ВНФ, % від а.с.с.	Тривалість лужної обробки, хв			
	60	120	180	240
Вихід	74,6	66,8	66,8	65,7
Вміст залишкового лігніну	1,69	1,29	1,11	0,87
Вміст мінеральних речовин	0,51	0,47	0,46	0,40

З наведених у табл. 1 даних видно, що збільшення тривалості лужної обробки з 60 до 240 хв закономірно призводить до зменшення виходу і вмісту залишкових мінеральних речовин у ВНФ та істотного зменшення вмісту залишкового лігніну порівняно з вихідною рослинною сировиною. Така залежність пояснюється тим, що під час цього процесу відбувається частковий перехід до розчину компонентів рослинної сировини – лігніну, геміцелюлоз, екстрактивних і мінеральних речовин, що і призводить до зниження виходу ВНФ на 25–35 % від маси а.с.с.

З метою подальшого зменшення вмісту мінеральних речовин і залишкового лігніну в лляному ВНФ на другій стадії обробки проводили процес варіння целюлози розчином пероцтової кислоти тривалістю 240 хв. Показники якості одержаної лляної целюлози наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Показники якості лляної целюлози, одержаної в результаті пероцтового варіння ВНФ після лужної обробки

Показники целюлози, % від а.с.с.	ВНФ після лужної обробки тривалістю, хв			
	60	120	180	240
Вихід	55,8	55,2	54,8	50,8
Вміст залишкового лігніну	0,79	0,56	0,42	0,34
Вміст мінеральних речовин	0,25	0,21	0,06	0,03

Як видно з даних табл. 2, варіння целюлози розчином пероцтової кислоти призводить до подальшого зниження вмісту залишкового вмісту лігніну і золи у лляній целюлозі, особливо у целюлозі, одержаній із ВНФ за підвищеної тривалості лужної екстракції. Зменшення виходу целюлози зумовлене частковою окисною деструкцією низькомолекулярних фракцій целюлози, остаточним переведенням до розчину лігніну і геміцелюлоз, екстрактивних і мінеральних речовин. При цьому також спостерігалася зміна забарвлення лляної целюлози із сірувато-жовтого на білий. Це пояснюється тим, що пероцтова кислота не тільки руйнує молекули лігніну, діючи на ароматичні кільця його молекул, а й спричиняє деструкцію хромофорних груп, які надають забарвлення целюлозі. Як видно з даних табл. 2, отримана лляна целюлоза варінням ВНФ після лужної обробки впродовж 240 хв придатна не лише для виробництва вибілених видів картонно-паперової продукції, але і для подальшого хімічного перероблення, зокрема для проведення процесу окиснення. Тому отримана лляна целюлоза з вмістом 0,34 % лігніну і 0,03 % золи використовувалася для одержання оксидцелюлози дією окисника ТЕМПО.

У табл. 3. наведено результати процесу окиснення лляної целюлози за витрат окисника ТЕМПО від 1,5 до 10,0 % від маси а.с.с. з витратою КВг 15 % від маси а.с.с. та розчину NaOCl концентрацією 80 г/дм³ з витратами 10 і 30 см³. Процес окиснення лляної целюлози проводили за температури 20 °С та тривалості 24 год.

Таблиця 3. Показники якості оксидцелюлози залежно від витрати окисника

Витрата ТЕМПО, % від а.с.с.	Вихід оксидцелюлози, % від а.с.с.	Вміст карбоксильних груп, % від а.с.с.
1,5	91,5*/89,1**	2,83*/0,58**
3,0	87,7/84,9	3,02/0,64
5,0	84,1/77,1	3,21/1,18
10,0	81,8/67,1	3,44/2,35

* – витрата розчину NaOCl 10 см³; ** – витрата розчину NaOCl 30 см³.

З наведених у табл. 3 даних видно, що підвищення витрат розчину NaOCl з 10 до 30 мл знижує вміст карбоксильних груп в оксидцелюлозі та через окисну деструкцію целю-

лози призводить до зниження виходу оксидцелюлози.

Для визначення впливу температури процесу окиснення на показники оксидцелюлози в роботі проведено окиснення лляних волокон за різної температури: 10, 20, 30 та 40 °С, за витрати ТЕМПО 10 % від маси а.с.с., витрати КВг 15 % від маси а.с.с і 10 см³ NaOCl розчину концентрацією 80 г/дм³. У табл. 4 наведено результати процесу окиснення за таких умов тривалістю 4 год.

Таблиця 4. Показники якості оксидцелюлози залежно від температури процесу окиснення

Температура, °С	Вихід оксидцелюлози, % від а.с.с.	Вміст –COOH, % від а.с.с.
10	83,9	0,95
20	75,0	2,52
30	74,0	2,77
40	70,7	2,92

Із даних табл. 4 видно, що проведення процесу окиснення лляної целюлози впродовж 4 год за витрат ТЕМПО 10 % від а.с.с. з підвищенням температури призводить до збільшення вмісту карбоксильних груп в одержаних зразках оксидцелюлози.

У роботі також досліджено процес окиснення лляної целюлози під дією ТЕМПО з витратами 1,0; 3,0 і 5,0 % від маси а.с.с. та за температури 20, 40 і 60 °С тривалістю 2, 4 і 6 год. Залежність вмісту карбоксильних груп у лляній оксидцелюлозі від цих основних технологічних параметрів процесу окиснення наведено на рис. 1–3.

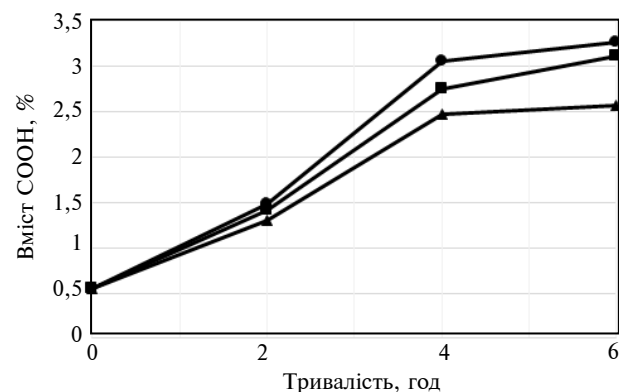


Рис. 1. Залежність вмісту карбоксильних груп у лляній оксидцелюлозі від тривалості процесу окиснення за витрати ТЕМПО 1,0 % від маси а.с.с. і температури: ▲ – 20 °С, ■ – 40 °С, ● – 60 °С

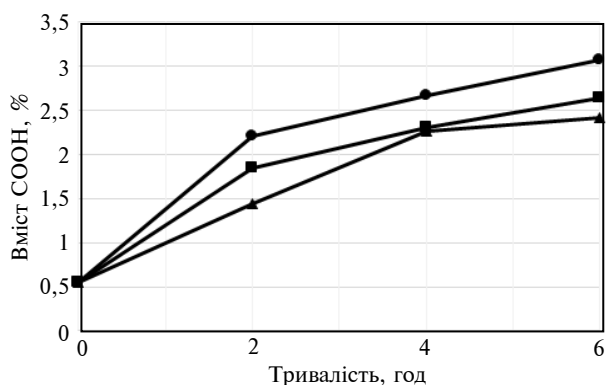


Рис. 2. Залежність вмісту карбоксильних груп у лляній оксидцелюлозі від тривалості процесу окиснення за витрати TEMPO 3,0 % від маси а.с.с. і температури: ▲ – 20 °C, ■ – 40 °C, ● – 60 °C

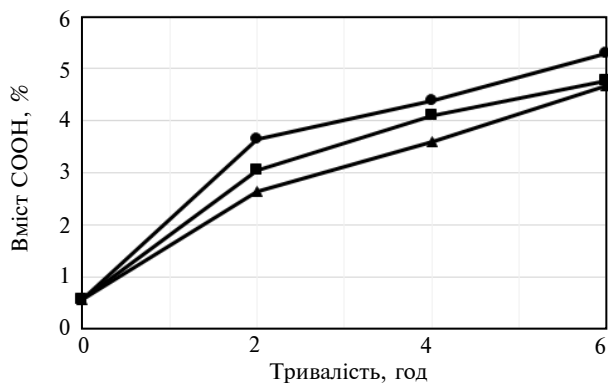


Рис. 3. Залежність вмісту карбоксильних груп у лляній оксидцелюлозі від тривалості процесу окиснення за витрати TEMPO 5,0 % від маси а.с.с. і температури: ▲ – 20 °C, ■ – 40 °C, ● – 60 °C

Наведені рис. 1–3 дані підтверджують висновки про те, що зростання витрати окисника TEMPO, тривалості та температури процесу

окиснення сприяє збільшенню вмісту карбоксильних груп в одержаних зразках оксидцелюлози із лляної органосольвентної целюлози. На основі проведених досліджень можна рекомендувати такі значення технологічних параметрів процесу окиснення лляної целюлози окисником TEMPO: витрата TEMPO 5 % від маси а.с.с., температура 60 °C і тривалість 6 год. Проведення процесу окиснення лляної целюлози за таких значень технологічних параметрів дає змогу отримати оксидцелюлозу із вмістом карбоксильних груп до 5,3 %, яка може застосовуватись у хірургічній практиці як один із компонентів нетоксичних радіопротекторних, кровоспинних, антимікробних і ранозагоювальних матеріалів.

Висновки

Одержано целюлозу із волокон льону лужною обробкою розчином NaOH та екологічно безпечним органосольвентним способом делігніфікації.

Досліджено вплив основних технологічних параметрів (концентрації TEMPO, температури, тривалості) процесу окиснення лляної целюлози на показники якості одержаної оксидцелюлози.

Рекомендовано умови проведення процесу окиснення лляної целюлози для отримання оксидцелюлози, яка може застосовуватись у медичній практиці.

У подальших дослідженнях планується використати інші окисники та целюлозу з іншої рослинної сировини для одержання оксидцелюлози із більшим вмістом карбоксильних груп.

References

- [1] I. Urruzola *et al.*, “Nanopaper from almond (*Prunus dulcis*) shell”, *Cellulose*, vol. 21, no. 3, pp. 1619–1629, 2014. doi: 10.1007/s10570-014-0238-y
- [2] C.J. Chirayil *et al.*, “Review of recent research in nano cellulose preparation from different lignocellulosic fibers”, *Rev. Adv. Mater. Sci.*, vol. 37, no. 1-2, pp. 20–28, 2014.
- [3] Sv.M. Diankova and M.D. Doneva, “Analysis of oxycellulose obtained by partial oxidation”, *Bulgarian Chem. Commun.*, vol. 41, no. 4, pp. 391–396, 2009.
- [4] V. Hejlová and M. Milichovský, “Oxidized cellulose with different carboxyl content: Structure and properties before and after beating”, *Physics Procedia*, vol. 44, pp. 256–261, 2013. doi: 10.1016/j.phpro.2013.04.031
- [5] J. Gajdziok, “Local hemostatic agents”, *Remedia*, vol. 20, no. 3, pp.185–190, May 2010.
- [6] V.A. Barbash *et al.*, “Obtaining of oxycellulose from cotton fibers by action of various oxidants”, *Naukovi Visti NTUU KPI*, no. 3, pp. 84–90, 2016. doi: 10.20535/1810-0546.2016.3.65694
- [7] L. Zhou *et al.*, “Selective oxidation of cellulose catalyzed by NHPI/Co(OAc)₂ using air as oxidant”, *Cellulose*, vol. 21, no. 6, pp. 4059–4065, Dec. 2014. doi: 10.1007/s10570-014-0413-1
- [8] J. Hao *et al.*, “Impact of degree of oxidation on the physicochemical properties of microcrystalline cellulose”, *Carbohydr. Polym.*, vol. 155, pp. 483–490, 2017. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.09.012>

- [9] J. Milanovich, "Structure and properties of TEMPO-oxidized cotton fibers", *Chem. Industry & Chem. Eng. Quarterly*, vol. 18, no. 3, pp. 473–481, 2012. doi: 10.2298/CICEQ120114024M
- [10] D. Cheng *et al.*, "TEMPO-oxidized cellulose nanofibers (TOCNs) as a green reinforcement for waterborne polyurethane coating (WPU) on wood", *Carbohydr. Polym.*, vol. 151, pp. 326–334, Oct. 2016. doi: 10.1016/j.carbpol.2016.05.083
- [11] V.A. Barbash, "Potential of non-wood raw materials for the production of paper and cardboard", *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, vol. 37, no. 1, pp. 171–180, 2011.
- [12] *TAPPI Test Methods*. Atlanta, Georgia: Tappi Press, 2004.

В.А. Барбаш, И.М. Дейкун, Т.С. Жовтун, Т.В. Зеленчук, О.В. Ященко

ОКСИЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ВОЛОКОН ЛЬНА

Проблематика. Разработка технологий получения из природных источников сырья продукции, которая после окончания своего жизненного цикла подлежит биодеструкции, как альтернатива продукции из исчерпывающих источников сырья – нефти, углю, газу.

Цель исследования. Получение целлюлозы из волокон льна экологически безопасным способом делигнификации с использованием раствора перексусной кислоты и определение влияния основных технологических параметров процесса окисления целлюлозы под действием окислителя ТЕМПО (2,2,6,6-тетраметил-пиперидина-1-оксил) на показатели качества оксицеллюлозы.

Методика реализации. На первой стадии обработки волокон льна проводили экстракцию сырья раствором гидроксида натрия с концентрацией 7 %, при гидромодуле 10:1, продолжительностью от 1 до 4 ч при температуре 95 ± 3 °C. На второй стадии проведена варка целлюлозы раствором перексусной кислоты при температуре 95 ± 3 °C продолжительностью 4 ч. Процесс окисления целлюлозы из волокон льна проводили раствором ТЕМПО с расходами 1,5; 3,0; 5,0 и 10,0 % от массы абсолютно сухого сырья при температуре 20, 40 и 60 °C и продолжительности процесса от 2 до 6 ч.

Результаты исследования. Приведен химический состав волокон льна. Получена органосольвентная целлюлоза из волокон льна с остаточным содержанием лигнина 0,34 % и зольностью 0,03 %, которая использовалась для процесса окисления ТЕМПО. Показано, что увеличение расхода окислителя ТЕМПО, продолжительности и температуры процесса окисления способствует увеличению содержания карбоксильных групп в полученных образцах оксицеллюлозы из льняной органосольвентной целлюлозы. Установлено, что проведением процесса окисления льняной целлюлозы при расходе ТЕМПО 5 % от массы абсолютно сухого сырья, при температуре 60 °C и продолжительности 6 ч получено оксицеллюлозу с содержанием карбоксильных групп до 5,3 %.

Выводы. Полученная оксицеллюлоза может применяться в хирургической практике как один из компонентов нетоксичных радиопротекторных, кровоостанавливающих, антимикробных и ранозаживляющих материалов.

Ключевые слова: льняное волокно; ТЕМПО; способ окисления; оксицеллюлоза; карбоксильная группа.

V.A. Barbash, I.M. Deikun, T.S. Zhovtun, T.V. Zelenchuk, O.V. Yashchenko

OXYCELLULOSE FROM FLAX FIBERS

Problems. Development of technologies for obtaining products from natural sources of raw materials, which after the end of its life cycle is subject to biodegradation, as an alternative to products from exhaustive sources of raw materials – oil, coal, gas.

Objective. The aim of the paper is production of pulp from flax fibers by an ecologically safe method of delignification using peracetic acid solution and determining the influence of the main technological parameters of the cellulose oxidation process under the action of the TEMPO oxidant (2,2,6,6-tetramethyl-piperidine-1-oxyl) on the quality of oxycellulose.

Methods. In the first stage of flax fiber processing, extraction was carried out with a solution of sodium hydroxide at a concentration of 7%, a liquid-to-solid ratio of 10: 1, lasting from 1 to 4 hours at a temperature of 95 ± 3 °C. In the second stage, pulping with a solution of peracetic acid at a temperature of 95 ± 3 °C, for 4 hours was carried out. The process of cellulose oxidation from flax fibers was carried out with a solution of TEMPO at a consumption of 1.5; 3.0; 5.0 and 10.0% by weight of absolutely dry raw materials at a temperature of 20, 40 and 60 °C and duration from 2 to 6 hours.

Results. The chemical composition of flax fibers is given. The organosolvent pulp from flax fibers with a residual lignin content of 0.34% and an ash content of 0.03% was obtained, which was used for the TEMPO oxidation process. It is shown that an increase in the consumption of TEMPO oxidizer, duration and temperature of the oxidation process contribute to an increase in the content of carboxyl groups in the obtained oxycellulose samples from flax organosolvent pulp. It was established that by carrying out the process of oxidation of linseed cellulose at a TEMPO consumption of 5% of the mass of absolutely dry raw material, at a temperature of 60 °C and a duration of 6 hours, oxycellulose from a carboxyl group content of up to 5.3% was obtained.

Conclusions. Obtained oxycellulose can be used in surgical practice as one of the components of non-toxic radioprotective, hemostatic, antimicrobial and wound healing materials.

Keywords: flax fiber; TEMPO; oxidation process; oxycellulose; carboxyl group.

Рекомендована Радою
хіміко-технологічного факультету
КПІ ім. Ігоря Сікорського

Надійшла до редакції
20 серпня 2018 року

Прийнята до публікації
6 вересня 2018 року