

УДК 661.123

В.А. Барбаш, Ю.М. Нагорна

Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

### ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ МІКРОКРИСТАЛІЧНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ ІЗ НЕДЕРЕВНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

**Background.** For the countries without free timber storage, Ukraine in particular, there is an actual problem of searching alternative sources of plant raw material for production of cellulose-containing products, microcrystalline cellulose (MCC) specifically. Nowadays imported cotton and sulfate bleached cellulose are the main raw materials for MCC production.

**Objective.** The purpose of research is to study the possibility of obtaining MCC from more cheap, annually renewable plant material growing in Ukraine in huge amount, fibers of technical plants and stalks of grain plants (flax, hemp, kenaf, corn, miscanthus) using ecologically safe methods of its obtaining.

**Methods.** Technology of obtaining MCC from technical and grain plants was performed with using of alkali-sulfite-alcohol delignification and oxide-organosolvent treatment. The quantity of stages obtaining microcrystalline cellulose technological process was decreased due to combining of bleaching and hydrolysis processes using mixture of acetic acid and hydrogen peroxide with ratio 70:30 % respectively.

**Results.** MCC from flax and hemp fibers meet the requirements of national and European Pharmacopoeia. MCC from kenaf fibers, corn and miscanthus stalks don't meet indices by their sulfate ash content and electrical conductivity, which is related to still high ash content in these fiber samples.

**Conclusions.** Technological conditions of obtaining MCC from bast fibers, which meets the requirements of national and European Pharmacopoeia, was proposed. It is recommended to use this product as filler for drugs production in pharmaceutical industry.

**Keywords:** organosolvent delignification; raw plant material; oxide-organosolvent treatment; microcrystalline cellulose.

#### Вступ

Охорона здоров'я людини і забезпечення її потреб у доступних лікарських препаратах є нагальною потребою часу. Виробництво лікарських препаратів, зокрема пігулок, пов'язане із використанням допоміжних речовин, які надають пігулкам необхідних властивостей за рахунок наповнення, зв'язування, розпушення [1, 2]. До числа допоміжних речовин у фармацевтичному виробництві належить мікрокристалічна целюлоза (МКЦ), яка широко використовується як зв'язуюча речовина в лікарських препаратах. Така властивість МКЦ дає змогу уникнути стадії грануляції пігулок, що підвищує економічність виробничого процесу [3, 4].

Традиційною сировиною для одержання МКЦ є довговолокониста імпортована бавовна та деревина хвойних порід [5–7]. У той же час МКЦ можна одержати із більш дешевих і доступних рослин, зокрема із волокон технічних і стебел зернових рослин. Основними перевагами використання такої недревної сировини для одержання МКЦ є висока врожайність і щорічна відновлюваність. Україна як держава з розвиненим сільським господарством виробляє велику кількість зернових і технічних культур, у результаті переробки яких щорічно утворюється значна кількість побічних волоконистих продуктів, що можуть використовув-

ватися для виробництва целюлози. До числа такої потенційної сировини для одержання целюлози належать волокна льону, конопель, кенафу та стебла кукурудзи і міскантусу.

Більшість існуючих промислових способів одержання целюлози, зокрема сульфатний і сульфітний способи варіння, характеризуються забрудненням повітряного і водного середовища. Тому для зниження навантаження на довкілля вченими розробляються альтернативні екологічно більш чисті способи одержання целюлози: органосольвентні, гідротропні, відновлювальні, біотехнологічні. Серед них найбільш перспективними вважаються органосольвентні способи делігніфікації рослинної сировини, які передбачають проведення процесу в більш м'яких технологічних умовах, спрощення регенерації компонентів варильного розчину і потребують менших капіталовкладень на будівництво підприємства [8].

Для забезпечення необхідного комплексу властивостей МКЦ використовують різні способи її одержання: механічний (розмельювання), термомеханічний, хімічний (гідроліз), висадження целюлози з розчину у вигляді порошку [9, 10]. Більшість промислових способів одержання МКЦ базуються на дії на попередньо підготовлену рослинну сировину різними хімічними реагентами для забезпечення максимального видалення із неї лігніну, геміцелюлоз, екстрактивних

і мінеральних речовин та переведення їх у розчин. Забезпечення необхідних показників якості МКЦ значною мірою залежить від кількості і послідовності стадій одержання МКЦ, значень їх технологічних параметрів, виду рослинної сировини і хімічних реагентів, що використовуються в процесі її одержання.

У той же час у літературі міститься недостатньо інформації про технологічні параметри одержання МКЦ з використанням екологічно більш безпечних способів делігніфікації недеревної рослинної сировини. Тому розробка і використання технологій одержання мікрокристалічної целюлози із волокон технічних і стебел зернових рослин екологічно більш чистими способами є актуальним завданням для науковців і підприємств целюлозно-паперової промисловості.

### Постановка задачі

Метою роботи є розробка технології одержання МКЦ із вітчизняної недеревної рослинної сировини з використанням більш екологічно безпечних способів переробки волокон льону, конопель, кенафу та стебел кукурудзи і міскантусу.

Для досягнення мети поставлено такі задачі:

- дослідити можливість одержання мікрокристалічної целюлози з волокон технічних і стебел зернових рослин із використанням різних стадій хіміко-термічної обробки;
- вивчити вплив основних технологічних параметрів обробки рослинної сировини на показники якості одержаної МКЦ;
- порівняти показники одержаної мікрокристалічної целюлози з вимогами європейської та державної фармакопеї.

### Методи розв'язку поставлених задач

Як об'єкт досліджень у роботі використовували волокна луб'яних рослин – льону і конопель з Чернігівської обл., кенафу з Херсонської обл., стебел кукурудзи із Черкаської обл. та міскантусу із Житомирської обл. У лабораторних умовах рослинну сировину відсортовували від сторонніх домішок (костриці, колосся, листя, трави), подрібнювали до розмірів  $10 \pm 5$  мм і зберігали в ексикаторах для підтримання постійної вологості і хімічного складу. Для забезпечення максимального видалення із целюлози нецелюлозних компонентів (лігніну, екстрактивних і мінеральних сполук), а також забезпечення необхідних властивостей МКЦ у роботі проведено лужно-сульфитно-

спиртову делігніфікацію, лужну, кислотну та окиснювально-органосольвентну обробку.

Лужно-сульфитно-спиртове варіння, лужну та кислотну обробку досліджуваної сировини здійснювали у сталевих автоклавах об'ємом  $400 \text{ см}^3$  у гліцериновій бані за заданими температурними режимами. Як варильний розчин використовували розчин сульфїту натрію та їдкою натру в об'ємному співвідношенні 80:20 %, з витратою 25 % від маси абсолютно сухої сировини (а.с.с.), за об'ємного співвідношення етилового спирту до води 35:65 % і витрати антрахінону 0,1 % від а.с.с. за температури  $170^\circ\text{C}$ , упродовж 180 хв за гідромодуля (ГМ) 5:1. Такі технологічні умови проведення органосольвентної делігніфікації визначено як оптимальні на основі проведених раніше досліджень [11]. Лужну обробку органосольвентних волокнистих напівфабрикатів (ВНФ) проводили розчином  $\text{NaOH}$  за концентрації 6 %, температури  $160^\circ\text{C}$ , упродовж 180 хв за ГМ 5:1. Кислотну обробку целюлози здійснювали 1 %-ним розчином  $\text{H}_2\text{SO}_4$  за температури  $130^\circ\text{C}$ , упродовж 120 хв за ГМ 10:1. Після закінчення технологічних обробок автоклави охолоджували проточною водою, целюлозу промивали, сушили до повітряно-сухого стану, визначали її вихід, зольність і вміст залишкового лігніну відповідно до прийнятих методик [12].

Для забезпечення необхідної білості целюлози проводили пероксидне вибілювання за витрати пероксиду водню 4 % від маси а.с.с., витрати  $\text{NaOH}$  – 2 % від маси а.с.с., концентрації целюлозної маси – 10 %, температури –  $85^\circ\text{C}$ , упродовж 1 год. Окиснювально-органосольвентну обробку целюлози проводили сумішшю пероксиду водню та оцтової кислоти за об'ємного їх співвідношення 70:30 %, температури  $90^\circ\text{C}$ , ГМ 10:1, упродовж 30 хв.

### Отримані результати та їх обґрунтування

Особливістю будови недеревної рослинної сировини є наявність на поверхні волокон і стебел жировоскового шару, який виконує захисну функцію і характеризується гідрофобними властивостями [13]. Гідрофобний шар перешкоджає проникненню хімічних реагентів усередину лігновуглеводневої матриці і тим самим ускладнює видалення інших компонентів із рослинної сировини. Для руйнування жировоскового шару з поверхні волокон і стебел недеревної рослинної сировини використовують полярні та неполярні органічні розчинники (ацетон, етиловий ефір, етанол, бензол, толуол тощо). Тому в роботі для

видалення жировоскового шару й отриманням ВНФ із низьким вмістом нецелюлозних компонентів (лігніну, мінеральних та екстрактивних речовин) використано лужно-сульфітно-спиртовий спосіб делігніфікації досліджених волокон технічних і стебел зернових культур. Результати лужно-сульфітно-спиртового варіння волокон льону, конопель, кенафу та стебел кукурудзи і міскантусу наведено в табл. 1. Як видно із наведених у табл. 1 даних за лужно-сульфітно-спиртової делігніфікації волокон технічних і стебел зернових рослин вихід, вміст залишкового лігніну та мінеральних речовин у ВНФ закономірно зменшуються, що пов'язано з інтенсифікацією процесів розщеплення  $\alpha$ - і  $\beta$ -етерних алкіларильних зв'язків макромолекул лігніну і частковим переведенням продуктів деструкції лігніну, а також екстрактивних і мінеральних речовин рослинної сировини до варильного розчину.

Однією з вимог міжнародних і вітчизняних нормативних документів до хімічного складу МКЦ є мінімальний вміст інших, окрім целюлози, компонентів, зокрема мінеральних речовин. Тому для ефективного видалення мінеральних речовин із органосольвентних ВНФ проведено лужну обробку з використанням як варильного розчину гідроксиду натрію. Показники якості одержаної целюлози із досліджених рослин наведено у табл. 2.

Як видно з даних табл. 2, лужна обробка органосольвентних волокнистих напівфабрикатів призводить до значного зниження вмісту мінеральних речовин і залишкового лігніну, що

пов'язано із покращенням процесу розчинення геміцелюлоз, які легко гідролізуються в лужному середовищі, та з інтенсифікацією процесу деструкції лігніну за рахунок розщеплення простих етерних зв'язків.

З метою подальшого зниження залишкового вмісту мінеральних речовин, а також для руйнування волокнистої структури целюлози проведено її кислотну обробку. Для створення кислого середовища використано сульфатну кислоту, яка порівняно з іншими кислотами більш ефективно видаляє вміст мінеральних речовин [14]. Результати кислотної обробки досліджених целюлоз наведено в табл. 3.

Із даних табл. 3 видно, що проведення кислотної обробки зменшує майже у 3 рази вміст золи для всіх досліджених целюлоз за незначного зниження вмісту залишкового лігніну, що можна пояснити активною взаємодією сульфатної кислоти з мінеральними компонентами целюлози із досліджених рослин. Але вміст сульфатної золи після другої та третьої стадій обробки целюлози із волокон технічних та зернових рослин залишається ще досить високим і перевищує вимоги нормативних документів. Тому для вилучення із целюлоз залишкових мінеральних речовин у роботі використано трилон Б, який характеризується комплексотвірними властивостями з іонами металів, що зумовлено наявністю в його молекулі одночасно декількох солетвірних карбоксильних груп, а також атомів азоту, які проявляють електрондонорні комплексотвірні властивості [15]. Обробка одержаної целюлози 1 %-ним розчином

**Таблиця 1.** Показники якості органосольвентних волокнистих напівфабрикатів із досліджених рослин, % від маси а.с.с.

Сировина	Вихід ВНФ	Вміст залишкового лігніну		Вміст золи		Вміст сульфатної золи	
		початковий	після варіння	початковий	після варіння	початковий	після варіння
Льон	74,6	10,4	1,70	2,0	1,46	2,95	2,20
Коноплі	77,3	5,76	1,04	1,8	1,37	2,50	2,07
Кенаф	70,2	14,3	2,16	3,5	2,00	5,07	3,10
Кукурудза	62,4	17,9	2,6	4,7	2,60	6,98	4,18
Міскантус	67,0	23,6	3,2	2,2	1,98	5,11	2,27

**Таблиця 2.** Показники якості органосольвентної целюлози після лужної обробки, % від маси а.с.с.

Органосольвентна целюлоза	Вихід целюлози	Вміст залишкового лігніну	Вміст золи	Вміст сульфатної золи
Льон	76,0	0,22	0,32	0,50
Коноплі	78,6	0,15	0,27	0,45
Кенаф	72,0	0,67	0,58	0,90
Кукурудза	56,7	0,88	0,79	1,12
Міскантус	59,2	0,97	0,60	1,06

Таблиця 3. Показники якості целюлози після кислотної обробки, % від маси а.с.с.

Органосольвентна целюлоза	Вихід целюлози	Вміст залишкового лігніну	Вміст золи	Вміст сульфатної золи
Льон	74,9	0,15	0,11	0,20
Коноплі	75,6	0,11	0,07	0,14
Кенаф	72,9	0,43	0,16	0,27
Кукурудза	54,0	0,69	0,23	0,38
Міскантус	55,4	0,80	0,18	0,32

Таблиця 4. Показники якості мікрокристалічної целюлози із рослинної сировини

МКЦ	Назва показника						
	Опис зовнішнього вигляду	Ідентифікація	Ступінь полімеризації	pH	Питома електропровідність, мкСм·см <sup>-1</sup>	Втрата маси при висушуванні, %	Сульфатна зола, %
Вимоги нормативної документації	Білий або практично білий, дуже дрібний або гранульований порошок	Фіолетово-синє забарвлення з йодованим розчином хлориду цинку	Не більше 350	Від 5,0 до 7,5	Не більше 75	Не більше 7	Не більше 0,1
Льон	Відповідає	Відповідає	168	5,9	33,3	3,7	0,05
Коноплі	Відповідає	Відповідає	152	5,5	16,95	4,9	0,04
Кенеф	Відповідає	Відповідає	138	6,5	96,0	3,8	0,18
Кукурудза	Відповідає	Відповідає	102	5,2	209,1	3,5	0,26
Міскантус	Відповідає	Відповідає	114	5,4	162,7	3,6	0,22

трилону Б дала позитивний результат з досягненням зменшення вмісту сульфатної золи після лужної обробки на 0,1 % і на 0,07 % після кислотної обробки.

Вимогами нормативних документів передбачається, що мікрокристалічна целюлоза повинна бути у вигляді порошку білого кольору, а тому процес одержання мікрокристалічної целюлози включає стадію її вибілювання та гідролізу. В роботі стадії вибілювання та гідролізу об'єднано в одну з використанням як розчину суміші пероксиду водню та оцтової кислоти у співвідношенні 70:30 %. Пероксид водню є м'яким окиснювачем лігніну, а оцтова кислота створює необхідне середовище для проведення процесів вибілювання і гідролізу целюлози. Показники якості одержаних із досліджених рослин зразків мікрокристалічної целюлози наведено в табл. 4.

За результатами даних табл. 4 можна зробити висновок про те, що із волокон льону та конопель можна одержати мікрокристалічну целюлозу, яка відповідає всім вимогам державної та європейської фармакопеї, що підтверджено ак-

том на одному із підприємств фармацевтичної галузі, і рекомендується для використання на фармацевтичних підприємствах як наповнювач для виготовлення лікарських препаратів. МКЦ із волокон кенафу, кукурудзи та міскантуса не відповідає показникам за вмістом сульфатної золи та питомої електропровідності, що пов'язано із ще відносно високим залишковим вмістом мінеральних речовин у цих зразках целюлози.

### Висновки

Запропонований технологічний режим одержання МКЦ із луб'яних волокон дає змогу одержати МКЦ, яка відповідає вимогам державної та європейської фармакопеї і рекомендується для використання у фармацевтичній галузі як наповнювач для виготовлення лікарських пігулок.

Використання такої ресурсозберігаючої технології одержання МКЦ із волокон льону і конопель дає змогу значно зменшити собівартість готової продукції за рахунок використання віт-

чизняної щорічно відновлюваної рослинної сировини порівняно з імпортною бавовняною або хвойною целюлозою.

У майбутньому планується відпрацювати режим переробки волокон кенафу, стебел куку-

рудзи і міскантусу для одержання МКЦ, а також розробити рецептуру лікарських пігулок з використанням як наповнювача МКЦ із різних представників недеревної рослинної сировини.

### Список літератури

1. *Егошина Ю.А., Поцелуева Л.А.* Современные вспомогательные вещества в таблеточном производстве // *Успехи современного естествознания*. – 2009. – № 10. – С. 30–33.
2. *Кугач В.В., Константин Ж.В.* Микрокристаллическая целлюлоза в производстве таблеток // *Вестник фармации*. – 2006. – № 3. – С. 1–6.
3. *Галлиулина Т.Н.* Оптимизация состава и технологии таблеток // *Фармация*. – 2001. – № 6. – С. 23–31.
4. *Jaenhwan K., Sungryul Y.* Discovery of cellulose as a smart material // *Macromolecules*. – 2006. – № 39. – P. 4202–4206.
5. *Laka M., Chernyavskaya S.* Obtaining microcrystalline cellulose from softwood and hardwood pulp // *Bioresources*, – 2007. – № 2(3). – P. 583–589.
6. *Ohwoavworhua F.O., Adelakun T.A.* Non-wood Fibre production of microcrystalline cellulose from sorghum caudatum: characterisation and tableting properties // *Indian J. Pharm. Sci.* – 2010. – № 72(3). – P. 295–301.
7. *Process for preparing a high purity chemical – free Microcrystalline cellulose from a chemically produced cellulose: Patent 2313261 CA / P. Jollez, E. Chornet.* – 1999.
8. *Примаков С.П., Барбаш В.А., Черьопкіна Р.І.* Виробництво сульфитної та органосольвентної целюлози. – К.: ЕКМО, 2009. – 280 с.
9. *Suvachitanont S., Ratanapan P.* Evaluation of microcrystalline cellulose from corn cob for development to the pharmaceutical industry // *TICHE Int. Conf.*, November 10–11, 2011, Hatyai, Songkhla, Thailand. – Hatyai, 2011. – P. 22–27.
10. *Stupinska H., Iller E., Zimek Z.* An environment-friendly method to prepare microcrystalline cellulose // *Fibres and Textiles in Eastern January*. – 2007. – № 15. – P. 167–172.
11. *Barbash V., Trembus I., Nagorna J.* Obtaining pulp from corn stalks // *Chemistry & Chemical Technol.* – 2012. – № 1. – С. 83–87.
12. *Лабораторный практикум по целлюлозно-бумажному производству / С.П. Примаков, В.П. Миловзоров, М.С. Кухникова, И.М. Царенко.* – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 168 с.
13. *Барбаш, В.А., Нагорна Ю.М.* Вплив попередньої обробки волокон льону на показники целюлози // *Східно-Європейський журнал передових технологій*. – 2014. – № 4/6 (70). – С. 4–8.
14. *Делигнификация соломы пшеницы смесью уксусной кислоты и пероксида водорода в присутствии сернокислотного катализатора / Б.Н. Кузнецов, В.Г. Данилов, И.Г. Судакова и др.* // *Химия растительного сырья*. – 2009. – № 4. – С. 39–44.
15. *Иванов Ю.С., Никандров А.Б.* Технология целлюлозы. Варочные растворы, варка и отбелка целлюлозы: Учебно-практическое пособие. – СПб: СПбГТУРП, 2014. – 41 с.

### References

1. Y.A. Egoshina and L.A. Potselueva, “Modern adjuvants in tablet production”, *Uspokhi Sovremennogo Estestvoznaniya*, no. 10, pp. 30–33, 2009 (in Russian).
2. V.V. Kugach and Z. Konstantin, “Microcrystalline cellulose in the manufacture of tablets”, *Vestnik Farmatsii*, no. 3, pp. 1–6, 2006 (in Russian).
3. T.N. Galliulina, “Optimization of composition and technology of tablets”, *Pharmatsiya*, no. 6, pp. 23–31, 2001 (in Russian).
4. K. Jaenhwan and Y. Sungryul, “Discovery of cellulose as a smart material”, *Macromolecules*, no. 39, pp. 4202–4206, 2006.
5. M. Laka and S. Chernyavskaya, “Obtaining microcrystalline cellulose from softwood and hardwood pulp”, *Bioresources*, no. 2(3), pp. 583–589, 2007.
6. F.O. Ohwoavworhua and T.A. Adelakun, “Non-wood fibre production of microcrystalline cellulose from Sorghum caudatum: Characterisation and tableting properties”, *Indian J. Pharm. Sci.*, no. 72(3), pp. 295–301, 2010.
7. P. Jollez and E. Chornet, “Process for preparing a high purity chemical – free Microcrystalline cellulose from a chemically produced cellulose”, *CA Patent 2313261*, 1999.
8. S.P. Primakov *et al.*, *Manufacture of the Sulphite and Organosolv Paper Pulp*. Kyiv, Ukraine: EKMO, 2009, 280 p. (in Ukrainian).
9. S. Suvachitanont and P. Ratanapan, “Evaluation of microcrystalline cellulose from corn cob for development to the pharmaceutical industry”, in *TICHE Int. Conf.*, Hatyai, Songkhla, Thailand, Nov. 10–11, 2011, pp. 22–27.

10. H. Stupinska *et al.*, "An environment-friendly method to prepare microcrystalline cellulose", *Fibres and Textiles in Eastern January*, no. 15, pp. 167–172, 2007.
11. V. Barbash *et al.*, "Obtaining pulp from corn stalks", *Chemistry & Chemical Technol.*, no. 1, pp. 83–87, 2012.
12. S.P. Primakov *et al.*, *Laboratory Workshop on Pulp and Paper Industry*. Moscow, Russia: Lesnaya promyshlennost', 1980, 168 p. (in Russian).
13. V.A. Barbash and Y.M. Nagorna, "Effect of previous processing of flax on paper pulp factors", *Skhidno-Yevropeys'kyy Zhurnal Peredovykh Tekhnolohiy*, no. 4/6 (70), pp. 4–8, 2014 (in Ukrainian).
14. B.N. Kuznetsov *et al.*, "Delignification of wheat straw with a mixture of acetic acid and hydrogen peroxide in the presence of sulfuric acid katalizatora", *Himija Rastitel'nogo Syr'ja*, no. 4, pp. 39–44, 2009 (in Russian).
15. Y.S. Ivanov and A.B. Nikandrov, *Paper Pulp Processing. Acid Liquors, Cooking Pulping and Bleaching of Paper Pulp* (teaching practical manual). Saint Petersburg, Russia, 2014, 41 p. (in Russian).

В.А. Барбаш, Ю.М. Нагорна

#### ТЕХНОЛОГИЯ ОДЕРЖАНИЯ МИКРОКРИСТАЛЛИЧНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ НЕДЕРЕВНОЙ РОСЛИННОЙ СИРОВИНЫ

**Проблематика.** Для країн, які не мають вільних запасів деревини, зокрема для України, актуальною проблемою залишається пошук альтернативних джерел рослинної сировини для виробництва целюлозовмісної продукції, зокрема мікрокристалічної целюлози (МКЦ). На сьогодні основною сировиною для виробництва МКЦ залишається імпортована бавовняна та сульфатна вибілена целюлоза.

**Мета досліджень.** Дослідження можливості одержання МКЦ із більш дешевої, щорічно відновлюваної сировини, яка вирощується в Україні у великій кількості, а саме волокон технічних і стебел зернових рослин (льону, конопель, кенафу, кукурудзи, міскантусу) з використанням екологічно безпечних способів її одержання.

**Методика реалізації.** Одержання МКЦ із волокон технічних і стебел зернових культур здійснювалось із використанням лужно-сульфітно-спиртової делігніфікації, лужної, кислотної та окиснювально-органосольвентної обробки. Скорочено кількість стадій технологічного процесу одержання МКЦ за рахунок об'єднання процесів вибілювання та гідролізу целюлози з використанням суміші розчинів оцтової кислоти та пероксиду водню в об'ємному співвідношенні 70:30 %.

**Результати дослідження.** Одержано МКЦ із волокон льону та конопель, які відповідають вимогам європейської та державної фармакопеї. МКЦ із волокон кенафу та стебел міскантусу і кукурудзи не відповідають показникам за вмістом сульфатної золи та питомої електропровідності, що пов'язано зі ще відносно високим залишковим вмістом мінеральних речовин у цих зразках целюлози.

**Висновки.** Запропонований технологічний режим одержання мікрокристалічної целюлози із луб'яних волокон дає змогу одержати МКЦ, яка відповідає вимогам державної та європейської фармакопеї і рекомендується для використання у фармацевтичному галузі як наповнювач для виготовлення лікарських пігулок.

**Ключові слова:** органосольвентна делігніфікація; рослинна сировина; окиснювально-органосольвентна обробка; мікрокристалічна целюлоза.

В.А. Барбаш, Ю.Н. Нагорная

#### ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ НЕДЕРЕВЕСНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

**Проблематика.** Для стран, у которых нет больших свободных запасов древесины, в частности для Украины, актуальной проблемой остается поиск альтернативных источников растительного сырья для производства целлюлозосодержащей продукции, в частности микрокристаллической целлюлозы (МКЦ). Сегодня основным сырьем для производства МКЦ остается импортированная хлопковая и сульфатная белая целлюлоза.

**Цель исследований.** Исследование возможности получения МКЦ из более дешевого, ежегодно возобновимого сырья, которое выращивается в Украине в больших количествах, а именно волокон технических и стеблей зерновых растений (льна, конопля, кенафа, кукурузы и мискантуса) с использованием экологически безопасных способов ее получения.

**Методика реализации.** Получение МКЦ из волокон технических и стеблей зерновых культур производилось с использованием щелочно-сульфитно-спиртовой делигнификации, щелочной, кислотной и окислительно-органосольвентной обработки. Сокращено количество стадий технологического процесса получения микрокристаллической целлюлозы за счет объединения процессов отбели и гидролиза целлюлозы с использованием смеси растворов уксусной кислоты и пероксида водорода в соотношении 70:30 %.

**Результаты исследования.** Полученные МКЦ из волокон льна и конопля соответствуют требованиям европейской и национальной фармакопеи. МКЦ из волокон кенафа и стеблей мискантуса и кукурузы не соответствует показателям по содержанию сульфатной зола и удельной электропроводности, что связано с еще относительно высоким остаточным содержанием минеральных веществ в этих образцах целлюлозы.

**Выводы.** Предложенный технологический режим получения микрокристаллической целлюлозы из лубяных волокон позволяет получить МКЦ, которая соответствует требованиям государственной и европейской фармакопеи и рекомендуется для использования в фармацевтической промышленности в качестве наполнителя для производства лечебных таблеток.

**Ключевые слова:** органосольвентная делигнификация; растительное сырье; окислительно-органосольвентная обработка; микрокристаллическая целлюлоза.

