

УДК 676.252.2

**Людмила АНДРІЄВСЬКА,
Тетяна ГЛУШКОВА,
Леонід КОПТЮХ**

ЕВКАЛІПТОВА ЦЕЛЮЛОЗА ЯК АЛЬТЕРНАТИВНА СИРОВИНА У ВИРОБНИЦТВІ ПАПЕРУ

Наведено результати досліджень, які визначають переваги використання евкаліптової целюлози в паперовому виробництві. Доведено ефективність і доцільність застосування евкаліптової целюлози в композиції паперової маси та її вплив на поліпшення споживчих властивостей паперу для виробів санітарно-гігієнічного призначення.

Ключові слова: целюлозно-паперове виробництво, листяна целюлоза, хвойна целюлоза, евкаліптова целюлоза, папір для виробів санітарно-гігієнічного призначення.

Андриевская Л., Глушкова Т., Коптюх Л. Эвкалиптовая целлюлоза как альтернативное сырье в производстве бумаги. Приведены результаты исследований, определяющих преимущества применения эвкалиптовой целлюлозы в бумажном производстве. Доказана эффективность и целесообразность использования эвкалиптовой целлюлозы в композиции бумажной массы и ее влияние на улучшение потребительских свойств бумаги для изделий санитарно-гигиенического назначения.

Ключевые слова: целлюлозно-бумажное производство, листовая целлюлоза, хвойная целлюлоза, эвкалиптовая целлюлоза, бумага для изделий санитарно-гигиенического назначения.

© Людмила Андрієвська, Тетяна Глушкова, Леонід Коптюх, 2015

Постановка проблеми. На сучасному етапі глобалізація світової економіки та розвиток інноваційних технологій у целюлозно-паперовому виробництві спонукає до розширення сировинної бази. Все більшої актуальності набувають питання використання нетрадиційних видів волокнистих напівфабрикатів.

Довгий час у світовій целюлозно-паперовій промисловості (ЦПП) для виробництва паперових виробів домінували північні породи дерев із м'якою деревиною, особливо хвойні. Їх використання давало можливість виробляти якісну довговолокнисту целюлозу, яка до недавня була поза конкуренцією у виробництві картону й паперу різних видів. Проте все більшого використання набуває целюлоза з твердих порід, зокрема евкаліпта. До виявлення унікальних якісних характеристик вона розглядалася як сировина другорядного значення для світової ЦПП, хоч і є економічно ефективною – її ціна за тону становить майже 700 доларів США, хвойної – 1010, традиційної листяної – 820 [1].

Використання евкаліптової целюлози має також екологічні аспекти, адже швидкий ріст дерев гарантує відновлюваність лісів: евкаліпт належить до швидкорослих, період зрілості обмежується 5–7 роками, він легко пристосовується до будь-яких видів ґрунту та кліматичних умов. Саме тому евкаліптові дерева в майбутньому можуть стати основним сировинним джерелом галузі.

Провідні науковці М. В. Фролов і В. О. Горбушин [2], які досліджували властивості евкаліптової целюлози, встановили, що папір з неї має підвищені показники непрозорості, м'якості та вбирної здатності. Ці властивості необхідні перш за все для виробництва вбирних видів паперу, а також деяких видів друкарського та спеціального паперу. Т. В. Соловйова [3] досліджувала вплив процесу розмелювання евкаліптової целюлози на властивості паперу. Проте недостатньо вивченим залишається питання використання евкаліптової целюлози у виготовленні паперу для виробів санітарно-гігієнічного призначення (ВСПП).

Ураховуючи те, що на сьогодні в Україні відсутнє виробництво целюлози, а ціни на готову продукцію залежать переважно від вартості імпортованої сировини, актуальним є збільшення обсягів евкаліптової целюлози в паперовому виробництві, зокрема використання її у виробництві паперу для ВСПП.

Мета роботи – дослідження властивостей евкаліптової целюлози як альтернативного волокнистого напівфабрикату для виробництва паперу для ВСПП.

Матеріали та методи. Для проведення дослідження як альтернативну сировину обрано сульфатну білену евкаліптову целюлозу виробництва *BOTNIA* (Фінляндія). Для порівняння – білену сульфатну листяну целюлозу виробництва Архангельського ЦПК (Росія), що використовується в класичній схемі виробництва паперу для ВСПП на підприємствах України. Міцнісні характеристики евкаліптової целюлози нижчі, ніж у листяної, оскільки її волокна значно тонші й коротші.

Для досліджень виготовлено зразки паперу, які відрізнялися складом фракції целюлози листяних порід (табл. 1).

Таблиця 1

Склад композиції целюлози, %

Фракції целюлози	Номер зразка					
	1	2	3	4	5	6
Хвойна білена сульфатна целюлоза	60					
Целюлоза листяних порід:						
- листяна целюлоза	30	32	22	28	–	–
- листяна евкаліптова целюлоза	10	8	–	–	–	–
- листяна евкаліптова целюлоза з додаванням смоли <i>Kumene 25 X Gel</i>	–	–	18	12	–	40
- листяна целюлоза з додаванням смоли <i>Kumene 25 X Gel</i>	–	–	–	–	40	–

Підготовку паперової маси з використанням евкаліптової целюлози та виробництво паперу-основи для ВСГП проведено згідно з діючим технологічним регламентом і традиційною схемою виробництва, яка включала в себе: приготування паперової маси (розмелювання, регулювання концентрації, акумулювання в машинних басейнах, одержання необхідної композиції), виливання (формування) паперового полотна та його крепування.

Вологостійку смолу *Kumene 25 X Gel* введено до паперової маси для зменшення "провалу волокна" через сітку папероробної машини при збільшенні в композиції частки коротких волокон евкаліптової целюлози.

Дослідження споживчих властивостей паперу проведено за стандартними методиками [4–10].

Результати дослідження. Проаналізовано низку фізико-механічних показників виготовлених зразків паперу (табл. 2).

Таблиця 2

Показники властивостей паперу для ВСГП

Показники	Номер зразка						Норми за ТУ У [11]
	1	2	3	4	5	6	
Маса, 1м ² , г	18.1	18.1	18.2	18.0	18.1	18.1	18.1±1.0
Ступінь крепування, %	10.9	9.1	10.8	10.9	11.7	9.1	Не менше 5.0
Руйнівне зусилля у напрямі:							
- машинному	2.3	2.5	2.0	3.0	2.8	1.5	Не менше 1.3
- поперечному	1.1	1.3	0.9	1.3	1.1	0.6	Не менше 0.7
Капілярне всмоктування в середньому з двох напрямів, мм	39	36	37	39	35	40	Не менше 22
pH водної витяжки	7.3	7.4	7.6	7.4	7.2	7.8	4.5–8.0
Білість, %	91	92	91	91	92	91	Не менше 90
Пухкість, мм	0.098	0.090	0.105	0.103	0.094	0.154	Не нормується
Вологоміцність, %	7.5	7.9	7.6	9.8	10.7	6.8	Не менше 9.0

В Україні відсутній національний стандарт, що регламентує вимоги до якості паперу для ВСГП із целюлози, тому отримані дані порівнювали з ТУ У 17.1-05509659-033:2013 "Технічні умови на виробництво паперу для виробів санітарно-гігієнічного призначення з целюлози марки СГ" [11].

Збільшення вмісту евкаліптової целюлози в композиції паперу призводить до зниження його механічної міцності (руйнівного зусилля). Однак при цьому підвищуються такі показники, як капілярне всмоктування в середньому з двох напрямів і пухкість паперу, що є найважливішими споживчими властивостями паперу для ВСГП, а саме – його вбирної здатності та м'якості.

Щодо білості паперу для ВСГП, то в багатьох випадках цей показник визначає придатність до використання паперу та можливість його подальшої переробки.

Значення білості паперу залежить зазвичай від якості використаної волокнистої сировини, мінерального наповнювача – оптичного відбілювача та технології його виготовлення. Для паперу санітарно-гігієнічного призначення з біленої целюлози цей показник має бути не нижчим 90 %, що й підтверджено для всіх досліджуваних зразків.

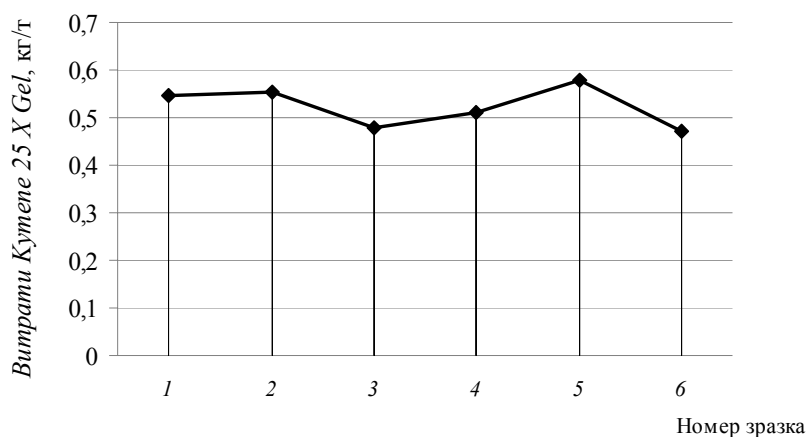
Важливим показником безпечності паперу для ВСГП є значення рН водної витяжки, яке залежить від виду сировини, технології виробництва та хімічних речовин. Більшість ВСГП на основі паперу контактують із слизовими оболонками людини, тому є важливим забезпечити значення рН на рівні нейтрального середовища [2]. Усі досліджувані зразки відповідають встановленим нормам.

Ще одним важливим показником паперу для ВСГП є вологоміцність (її оцінюють як відношення міцності (руйнівного зусилля) під час розтягування вологого паперу до міцності (руйнівного зусилля) сухого паперу. Він повинен бути не нижчим 9 %, але не вищим за 20 %, оскільки це впливає на здатність паперу до розпаду у воді. Лише зразки 4 та 5 відповідають встановленим вимогам щодо вологоміцності, тобто мають достатню міцність у вологому стані, однак разом з тим руйнуватимуться під час контакту з водою.

Отже, оптимальні значення показників споживчих властивостей паперу для ВСГП досягаються при вмісті 12 % евкаліптової целюлози в композиції паперової маси, що відповідає досліджуваному зразку 4. Співвідношення листяної целюлози Архангельського ЦПК та евкаліптової целюлози *ВОТМА* 28:12 % забезпечує розробленому паперу достатньо високі показники механічної міцності, вбирної здатності, пухкості та м'якості.

Підвищення вмісту евкаліптової целюлози в композиції паперу понад 18 % (зразки 3 і 6) призводить до деякого зниження показників механічної міцності отриманого паперу, що не відповідає вимогам.

Дослідженням встановлено, що введення до композиції паперу евкаліптової целюлози сприяє зниженню витрат смоли *Кутене 25 X Gel*, яка вноситься до паперової маси перед формуванням (рисунок).

Витрати *Кумене 25 X Gel* у виробництві паперу

Під час дослідного виробництва паперу для ВСГП на Київському картонно-паперовому комбінаті відмічено зниження витрат хімічних речовин із використанням у композиції 12 % евкаліптової целюлози (зразок 4). Це стало можливим завдяки великій кількості дрібних волокон евкаліптової целюлози, які сприяли утворенню на поверхні сушильного циліндра більш щільного адгезійного шару, що уможливило знизити витрати смоли *Кумене 25 X Gel* на 12 % порівняно з папером, виготовленим згідно традиційної схеми технології виробництва (зразок 5).

Висновки. Досліджувані зразки паперу для виробів санітарно-гігієнічного призначення відповідають чинним нормативним документам щодо якості. До того ж папір, виготовлений за композицією, в основі якої є 30 % евкаліптової целюлози, характеризується вищим значенням показників руйнівного зусилля, капілярного всмоктування та пухкості порівняно із зразком паперу, виготовленого за традиційною технологією. Позитивним ефектом є зниження рівня витрат хімічної речовини – смоли *Кумене 25 X Gel*, необхідної для підвищення міцності паперу у вологому стані.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дані щодо стану світового ринку целюлози. — Режим доступу : <http://www.pulprandpaperonline.com>.
2. Фролов М. В. Производство санитарно-бытовых видов бумаги / М. В. Фролов, В. А. Горбушин. — М. : Лесная пром-сть, 1977. — 248 с.
3. Соловьева Т. В. Исследование размола сульфатной беленой целлюлозы из эвкалипта / Т. В. Соловьева, А. Н. Кашин // Тр. Белорусского гос. технол. ун-та. — 2008. — № 4. — С. 270—274. — Серия: "Химия, технология органических веществ и биотехнология".
4. ГОСТ 28172–89. Целлюлоза сульфатная беленая из смеси лиственных пород древесины. Технические условия. — Введ. 1990–07–01. — М. : Изд-во стандартов, 1990. — 7 с.
5. ДСТУ 2297–93. Напівфабрикати волокнисті, папір та картон. Метод визначення маси продукції площею 1 м². — [Чинний від 1996–01–01]. — К. : Держспоживстандарт України, 1996. — 19 с.

6. ДСТУ 2334-94. Папір та картон. Визначення міцності під час розтягування. Частина 1. Метод навантажування з постійною швидкістю. — [Чинний від 1998—01—01]. — К. : Держспоживстандарт України, 1997. — 10 с.
7. ГОСТ 12602-93. Бумага и картон. Определение капиллярной впитываемости. Метод Клемма. — Введ. 1995—01—01. — Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. — 7 с.
8. ДСТУ ISO 2470:2005. Папір, картон і целюлоза. Вимірювання коефіцієнта дифузного відбиття в синьому світлі (білість за ISO). — [Чинний від 2006—01—07]. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 12 с.
9. ДСТУ EN 20534:2005. Папір і картон. Визначення товщини і уявної щільності одиничного аркуша та в стосі (EN 20534:1993, IDT). — [Чинний від 2006—07—01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 12 с.
10. ДСТУ ISO 3781:2005. Папір і картон. Визначення міцності під час розтягування після занурення у воду (ISO 3781:1983, IDT). — [Чинний від 2006—07—01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 12 с.
11. ТУ У 17.1-05509659-033:2013. Технічні умови на виробництво паперу для виробів санітарно-гігієнічного призначення з целюлози марки СГ. — Обухів : Київський картонно-паперовий комбінат, 2013. — 15 с.

Стаття надійшла до редакції 24.02.2015.

Andrievska L., Glushkova T., Koptiukh L. Eucalyptus pulp as alternative raw material in paper production.

Background. Using eucalyptus pulp in paper products for sanitary purposes is due to several advantages including low cost and availability of the properties required for high quality products.

The aim of the article is to study the properties and selection of alternative fiber semi-finished products, including eucalyptus pulp in paper products for sanitary purposes.

Material and methods. Sulfuric bleached eucalyptus pulp produced by BOTNIA (Finland) was chosen for the study as an alternative raw material. Sulfuric bleached hardwood pulp produced by GIC Arkhangelsk (Russia) was chosen for comparison. Paper samples which differ among themselves in hardwood pulp fraction (*table 1*) were produced for research.

Moisture proof resin Kymene 25 X Gel was put into paper pulp to reduce "failure fibers" over the net of paper machine with an increase in the share of short fiber composition of eucalyptus pulp.

Research of consumer properties of paper was made by standard methods [5–10].

Results. The influence of eucalyptus pulp on consumer properties of paper products for sanitary purposes has been identified. It has been established that the content of 30 % eucalyptus pulp in pulp composition significantly improves consumer properties such as mechanical strength of paper, absorbing ability, softness, friability and moisture proof. The use of eucalyptus pulp in paper composition causes lower costs of chemicals used in the manufacture of paper.

Conclusion. Efficiency and expediency of eucalyptus pulp in the composition of pulp products for products for sanitary purposes has been proven. The obtained paper meets the regulatory requirements regarding quality.

Keywords: pulp and paper industry, hardwood cellulose, cellulose pine, eucalyptus pulp, consumer properties of paper for products sanitary purposes.

REFERENCES

1. *Dani shhodo stanu svitovogo rynku celjulozy.* — Rezhym dostupu : <http://www.pulpandpaperonline.com>.

2. *Frolov M. V.* Proizvodstvo sanitarno-bytovykh vidov bumagi / M. V. Frolov, V. A. Gorbushin. — M. : Lesnaja prom-st', 1977. — 248 s.
3. *Solov'eva T. V.* Issledovanie razmola sul'fatnoj belenoj celljulozy iz jevkalipta / T. V. Solov'eva, A. N. Kashin // Tr. Belorusskogo gos. tehnol. un-ta. — 2008. — № 4. — S. 270—274. — Serija: "Himija, tehnologija organicheskikh veshhestv i biotehnologija".
4. GOST 28172–89. Celljuloza sul'fatnaja belenaja iz smesi listvennykh porod drevesiny. Tehnicheskie uslovija. — Vved. 1990—07—01. — M. : Izd-vo standartov, 1990. — 7 s.
5. DSTU 2297–93. Napivfabrykaty voloknysti, papir ta karton. Metod vyznachennja masy produkcii' plohheju 1 m². — [Chynnyj vid 1996—01—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 1996. — 19 s.
6. DSTU 2334–94. Papir ta karton. Vyznachennja micnosti pid chas roztjaguvannja. Chastyna 1. Metod navantazhuvannja z postijnoju shvydkistju. — [Chynnyj vid 1998—01—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 1997. — 10 s.
7. GOST 12602–93. Bumaga i karton. Opredelenie kapilljarnoj vpityvaemosti. Metod Klemma. — Vved. 1995—01—01. — Minsk : Mezghosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii. — 7 s.
8. DSTU ISO 2470:2005. Papir, karton i celjuloza. Vymirjuvannja koeficijenta dyfuznogo vidbyttja v syn'omu svitli (bilist' za ISO). — [Chynnyj vid 2006—01—07]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2006. — 12 s.
9. DSTU EN 20534:2005. Papir i karton. Vyznachennja tovshhyny i ujavnoi' shhil'nosti odynychnogo arkusha ta v stosi (EN 20534:1993, IDT). — [Chynnyj vid 2006—07—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2006. — 12 s.
10. DSTU ISO 3781:2005. Papir i karton. Vyznachennja micnosti pid chas roztjaguvannja pislja zanurennja u vodu (ISO 3781:1983, IDT). — [Chynnyj vid 2006—07—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2006. — 12 s.
11. TU U 17.1-05509659-033:2013. Tehnichni umovy na vyrobnyctvo paperu dlja vyrobiv sanitarno-gigijenichnogo pryznachennja z celjulozy marky SG. — Obuhiv : Kyi'vs'kyj kartonno-paperovyj kombinat, 2013. — 15 s.