

Wprowadzenie

Zapewne przekład chińskiego opracowania pt. *Thien-kong-kai-we* na język francuski, którego dokonał Stanislas Julien¹, to pierwsza europejska publikacja poświęcona chińskiemu rękodziełu papierniczemu. Sung Ying-Hsing wydał to najważniejsze i zarazem najwcześniejsze w Chinach (1637) opracowanie technologii papieru, jak pisał Tsien². Nie ma tam informacji o stosowaniu włókien jedwabiu.

W kolejnej publikacji Julien i Paul Champion³ informują o materiałach pisarskich zastępujących w Chinach bambusowe tabliczki, wzmiankując stosowanie jedwabiu i wynalazek papieru. Błędnie podano rok 153 n.e., co później inni poprawili na 105 r.

Takie były pierwsze wieści, które dotarły do Europy o papierze w Chinach. Nowsze dane krytycznie omówiłem w eseju dostępnym w internecie⁴ i w późniejszej książce⁵. Przypomniałem tam angielski przekład chińskiego zapisu o wynalazku papieru, którego dokonał Tsien (s. 40), a także jego wersję polską, poniżej powtórzoną:

W starożytności pisma oraz inskrypcje na ogół tworzone na bambusowych tabliczkach lub na kawałkach jedwabiu zwanych *chih*. Lecz jedwab będąc kosztownym,

a bambus ciężkim, nie były praktyczne w użyciu. Wtedy Tshai Lun wpadł na pomysł wyrobu papieru z kory drzewa, odpadów konopnych, szmat z materiału oraz sieci rybackich. Przedstawił tę technologię cesarzowi w pierwszym roku Yüan-Hsing [A.D. 105] i otrzymał pochwałę swego talentu. Od tego czasu, papier pozostaje wszędzie w użyciu i jest powszechnie zwany «papierem Markiza Cai»⁶.

W transkrypcji *pinyin* zamiast *Tshai* pisze się *Cai*, a zamiast *chih* pisze się *zhi* (czytaj: czi), materiały pisarskie więc przed wynalazkiem papieru będę pisał jako *chih*, a papier wynaleziony przez Cai Luna jako *zhi*. Kora drzew nie jest zbudowana z włókien, idzie tu o tzw. korę wewnętrzną, czyli warstwę łyka.

Do niejasności tego przekładu przyczynia się fakt, że starożytny znak *chih* dla materiału pisarskiego z jedwabiu obecnie w Chinach oznacza papier *zhi*, wykonany z włókien roślinnych. Później wprowadzono nowy znak na określenie już tylko papieru Cai Luna (bez znaku jedwabiu), też wymawiany *zhi*, który jednak się nie przyjął, o czym pisali m.in. Dard Hunter⁷ i Walter Friedrich Tschudin⁸. Ten drugi podał pełny przedruk chińskiej biografii wynalazcy papieru, a jego syn Peter⁹ jej przekłady z oryginału na języki stosowane w IPH (angielski, niemiecki, francuski). Cai Lun († 121) pochodził z Kuei-yang (obecnie Lei-yang, Hunan). Jego talent do zagadnień technicznych ujawnił się na dworze cesarskim, gdy nadzorował (97) produkcję mieczów i strzał różnych rodzajów

¹ S. Julien, *Description des procédés chinois pour la fabrication du papier; traduite de l'ouvrage chinois intitulé: Thien-kong-kai-we*, Comptes rendus de séances de l'Académie des sciences, Séance du Lundi 4 Mai 1840, s. 697–703.

² T. H. Tsien, *Paper and Printing*, [w:] J. Needham (ed.), *Science and Civilisation in China*, Part 1 in Vol. 5. *Chemistry and Chemical Technology*. Cambridge 1985, s. 37–41, 69.

³ S. Julien, P. Champion, *Industries anciennes et modernes de L'Empire Chinois*. Paris 1869, s. 140–152.

⁴ J. Dąbrowski, *Remarks on the invention of true paper by Cai Lun*, IPH Congress Book (Special edition) 2006, 16, s. 5–16, <http://www.paperhistory.org/llibretIPH.pdf>.

⁵ A. Ulewicz, J. Dąbrowski, *Filigryny w zasobie Archiwum Państwowego w Olsztynie*. Olsztyn 2018, s. 7–9.

⁶ *Ibidem*, s. 40.

⁷ D. Hunter, *Papermaking. The History and Technique of an Ancient Craft*. New York 1978, s. 48–63, 77–84, 139.

⁸ F. Tschudin, *Quellen zur Frühgeschichte des Papiers*, Textil-Rundschau 1954, 9, s. 244–251.

⁹ W. F. Tschudin, *The Invention of Paper*, IPH Congress Book 1994, 10, s. 17–22. Appendix.

o doskonałej jakości. Za długie lata służby otrzymał (117) tytuł *Lung Ting Hou*, czyli Markiza Lung Ting (trzymam się określenia Tsiena, Tschudinowie użyli innych), a pracowało na niego 300 rodzin wieśniaków¹⁰. Biografię kończy wzmianka o domu Cai Luna, który istniał w Lei Yang Hsien, wraz z kamiennym moździerzem, w którym, jak się mówiło, Cai Lun przygotowywał masę papierniczą.

To Fan Yeh (398–445), który opracował co najmniej dwie części „Historii Późniejszej Dynastii Han” (*Hou Han Shu*), przedstawił biografię Cai Luna (nr 68). Zhong¹¹ stwierdził, że Fan Yeh wybrał tę biografię z zapisów w „Historii Wschodniej Dynastii Han sporządzonej we Wschodniej Świątyni” (*Dong Guan Han Ji*). Ta biografia została napisana przez Cao Shou, Yan Du oraz innych już w 151, uważa się ją więc za wiarygodne źródło informacji o Cai Lunie.

W moim eseju dostępnym w internecie przypomniałem, że w Chinach sprawdzono wszystkie doniesienia o jakoby znalezieniu w wykopaliskach próbek papieru sprzed 105 r.¹² Stwierdzono, że tak nie było, ponieważ albo próbki włókniste nie były papierem, albo nie można było w sposób ścisły określić datowania próbek rzeczywistego papieru. Nadal są dyskutowane dwie kwestie w wynalazku papieru przez Cai Luna. Idzie o kwestię jedwabiu, na której chciałbym się skupić. Drugi temat to papier wykonany ze szmat z tkaniny, tu pominięty.

Papier jedwabny w dawnych publikacjach na temat Cai Luna

Friedrich Hirth¹³ przypomniał słownik *Shuo-wên*, wydany w 100 r. n.e., w którym *chih*, czyli materiał pisarski z jedwabiu, określono jako „matę z *hsü*, to jest z odpadowego jedwabiu” [als ein Flechtwerk von *hsü*, d.i. 'Seidenabfall']. Otrzymywano go przez intensywne ubijanie [Feststampfen], natomiast *fanchih* to dosłownie papier szmaciany [Lumpenpapier], który otrzymywano z jedwabiu. Zdaniem Hirtha, koreański papier kokonowy [koreanische Kokon-Papier] odegrał znaczącą rolę w Chinach. Hirth opisał też dokonania Cai Luna, wspominając

przy tym o przekazaniu jego kamiennego moździerza na dwór cesarski dynastii T'ang.

O papierze jedwabnym szerzej pisał Édouard Chavannes¹⁴, poświęcając pierwszy rozdział dziełom spisanych na jedwabiu [*Les écrits sur soie*]. W zapisie o wynalazku Cai Luna podkreślił brak rozróżnienia między papierem uformowanym z włókien jedwabiu a tkaniną jedwabną, obu używanych jako podłoże pisma. Chavannes czytał komentarze do *Chuo wen*, które Touan Yu-ts'ai przedstawił (ok. 1786), twierdząc, iż od formowania na sicie warstwy włókien jedwabiu zaczął się wyrób papieru, kontynuowany z użyciem włókien roślinnych. Chavannes pisał, że „... papier jedwabny istniał przez jakiś czas przed papierem Ts'ai Louena” [...le papier de soie n'a eu qu'une existence éphémère antérieurement au papier de Ts'ai Louen]¹⁵. Jednakże uznał, że masa z włókien jedwabiu stawała się „arkuszem solidnym, giętkim i cienkim”, co jest samą zasadą wytwarzania papieru¹⁶. Ale w określeniu „une feuille solide, souple et mince” Chavannes przesadził. Włókna jedwabiu nie mają zdolności wiązania się ze sobą w strukturze papieru, ich stosowanie więc jest odstępstwem od „zasady wytwarzania papieru”.

Berhold Laufer¹⁷ włączył się do tych dyskusji, kwestionując twierdzenie Hirtha o pochodzeniu arabskiej nazwy papieru *kāghid* od chińskiego *ku-chih*, a przy okazji napisał: „Ts'ai Lun, wynalazca papieru w 105, pochodził z ludu *Č'u*”¹⁸. [Ts'ai Lun, the inventor of paper in A.D. 105, was a native of *Č'u*]. W transliteracji *pinyin* pisze się *Zhuang* (w wymowie Czuang).

Laufer przypomniał papier z łyka morwy, drzewa, którego liście stanowiły pokarm dla gąsiennic jedwabnika morwowego. Stosowano go do drukowania banknotów, ale także jako podłoże, na którym umieszczano kokony jedwabnika, ten drugi wyrabiano w Korei jako grubszy i wytrzymalszy od chińskich. To wyjaśnia sprawę tzw. papieru kokonowego, niekiedy przedstawianego tak jakby sporządzano go z kokonów, co technicznie jest niewykonalne.

Z późniejszej publikacji (1772) Laufer przytoczył wzmiankę o tzw. papierze mahometańskim [Mohammedan Paper]

¹⁴ É. Chavannes, *Les livres chinois avant l'invention du papier*, Journal asiatique, janvier-février 1905, s. 5–75.

¹⁵ Ibidem, s. 12.

¹⁶ Ibidem, s. 10.

¹⁷ B. Laufer, *Sino-Iranica. Chinese contributions to the history of civilization in Ancient Iran, with special reference to the history of cultivated plants and products*, Chicago 1919, s. 557–563.

¹⁸ Ibidem, s. 558.

¹⁰ A. Ulewicz, J. Dąbrowski, op. cit., s. 97, 117.

¹¹ X. Zhong, *Did Tsai Lun invent papermaking?*, Pulp and Paper International 1985, 12, s. 35–36.

¹² J. Dąbrowski, *Remarks...*

¹³ F. Hirth, *Die Erfindung des Papiers in China*, w *Chinesische Studien*, Bd 1, München und Leipzig 1890: 259–271.

wyrabianym w Turkiestanie też z łyka morwy hodowanej dla jedwabników (*Morus alba* L.), ale z dodatkiem włókien bawełny oraz odpadowego jedwabiu – wszystkie składniki w jednakowym udziale. Ten grubszy papier po wygładzeniu nadawał się do pisania. Otrzymałem próbkę takiego papieru ręcznie czerpanego w warsztacie w Samarkandzie (2011), a mikroskopowe badania dr Agnieszki Helman-Ważny wykazały, że ta dawna receptura nadal jest w użyciu. To papier o znacznej wytrzymałości, a choć w dotyku jest wyczuwalna odmienność, to jego wyrób dowiódł możliwości wykorzystania w papiernictwie odpadowych włókien jedwabiu w kompozycji ze znacznym dodatkiem włókien roślinnych.

W późniejszej publikacji Laufer¹⁹ stwierdził, iż w 3 wieku p.n.e. pojawiły się dwa nowe materiały pisarskie, w postaci pasków tkaniny jedwabnej oraz papieru jedwabnego uformowanego z odpadowego jedwabiu. Odpady z przerobu kokonów moczo i ubijano w wodzie, oddzielając zgrubne cząstki, a powstałą masę rozprawdzano na macie z pręcików bambusowych, zamocowanej do ramy. To był rodzaj produktu zbliżonego do papieru [„near” paper], ale z włókien zwierzęcych. Wymagał on do pisania pędzelków z miękkiego włosia, bo pradawny rylec drewniany nie mógł być stosowany do papieru jedwabnego. To świadczy o jego niewielkiej wytrzymałości.

Obok informacji o kamiennym mózdzierzu Cai Luna Laufer wspominał o jeszcze innej jego rezydencji, blisko Tsao-yang w prowincji Hupeh, gdzie była sadzawka, w której Cai Lun formował papier z włókien otrzymanych z sieci rybackich. Podkreślając wielkie znaczenie wynalazku papieru przez Cai Luna, Laufer uważał jednak, iż wynalazca udoskonalił proces już istniejący, a jego główna zasługa polegała na „zastąpieniu włókien zwierzęcych włóknami roślinnymi”²⁰ [„substituting vegetal fibers for animal fibers”].

Ling²¹ przypomniał, że Prowincja Hunan w starożytności była ważną częścią Państwa *Ch’u* (*Zhuang* w *pinyin*), które słynęło z produkcji tzw. materiału z kory [bark-cloth] (współcześnie znanego też jako „tapa”), prowadzonej od zamierzchłej przeszłości do czasów dynastii Ming. Cai Lun należał do narodu mówiącego językiem zbliżonym do tajskiego, znał więc wyrób materiału z kory, wykorzystującego łyko morwy

papierniczej (*Broussonetia papyrifera*, syn. *Morus papyrifera* L.). Stosowano go do wyrobu odzieży i kapeluszy, w wyposażeniu mieszkań, ale także jako podłoże pisma; ten ostatni przypadek to był materiał z kory o nazwie *nieh-ti*. Ling przypomniał też papier formowany z odpadowych włókien jedwabiu oraz papier z tkaniny jedwabnej zwany papierem *fan*. Ten drugi wyrabiano z kawałków tkaniny jedwabnej o odpowiednich wymiarach, które układano jeden na drugim i ubijano w stanie zwilżenia wodą, wykorzystując zdolność włókien jedwabiu do spłśniania (filcowania); ewentualnie łączono te kawałki z użyciem kleju. To Ling jako pierwszy wśród historyków podkreślił znaczenie kultury materiału z kory w wynalazku Cai Luna, w którym na pierwszym miejscu znalazła się kora drzew, czyli jej łyko stosowane do wyrobu różnych odmian tego materiału. Wymienione tam szmaty z materiału, zdaniem Linga, stanowiły szmaty właśnie z materiału z kory. Te jego informacje stanowią istotną nowość, jednak pod koniec Ling powtórzył za innymi historykami to, że Cai Lun wprowadził tanie włókna roślinne, chociaż zastosował ten sam dawny proces wyrobu papieru jedwabnego.

Jest to zaskakujące, bo przecież Ling poznał zestaw wielu pracochłonnych działań, które Cai Lun wprowadził do technologii papieru. Tego nie da się ująć ot tak sobie, jako użycie tanich włókien roślinnych. Najpierw uprawa morwy papierniczej, pozyskiwanie jej kory, po czym oddzielanie pasm łyka, ich gotowanie w roztworze potażu, usuwanie zanieczyszczeń po przemyciu, ubijanie wilgotnych pasm łyka i dokładanie następnych kończyły wyrób arkusza materiału z kory, niekiedy dużych rozmiarów. Z tym, że Cai Lun zastosował mózdzierz do ubijania i rozcierania pasm łyka. Brało się ich tyle, ile było potrzeba do zawiesiny włókien, by uformować określoną liczbę arkuszy – już papieru. Zatem przygotowanie masy z włókien roślinnych do formowania papieru wywodzi się z wyrobu materiału z kory i pozostaje bez związku z obróbką odpadowego jedwabiu. Niekiedy wyrób materiału z kory, z którego wywodzi się papiernictwo, uważa się (z pewną przesadą) za dawne papiernictwo tradycyjne. Przypomnę dwie nowe książki na temat tego wyrobu: na wyspie Vatulele w Archipelgu Fidżi²² oraz w Meksyku (wyd. online)²³.

Sito z pręcików bambusowych używano do różnych celów, jego stosowanie więc do osadzenia włókien odpadowego

¹⁹ B. Laufer, *Paper and Printing in Ancient China*. Printed for the Caxton Club Chicago 1931, s. 12–17.

²⁰ Ibidem, s. 15.

²¹ S. Ling, *Bark Cloth Culture and the Invention of Papermaking in Ancient China*. Bulletin of the Institute of Ethnology, Academia Sinica Taipei 1961, 11, s. 29–49.

²² R. Ewins, *Staying Fijian: Vatulele Island Barkcloth and Social Identity*, Adelaide 2006, 402 ss.

²³ A. R. Sandstrom, P. E. Sandstrom, *Traditional Papermaking and Paper Cult Figures of Mexico*, 2012, 327 ss., <https://archive.org/details/traditionalpape00sand>.

jedwabiu nie jest czymś nadzwyczajnym. Jak wiemy, Cai Lun formował w sadzawce papier z włókien otrzymanych z sieci rybackich. To upewnia nas, że nie było to czerpanie zawiesziny włókien z sadzawki, lecz wylanie porcji zawiesziny na tzw. formę pływającą [floating mould], zwaną też formą „tkaną” [„wove” mould]; tak sądził Hunter (przyp. 7), już tu wspomniany ekspert. Tkanina była w niej przytwierdzona do ramy drewnianej lub bambusowej, zatem inaczej niż w formowaniu struktury włóknistej z odpadowego jedwabiu, na wyrost określonym mianem „procesu”. Sprawę formy uważa się zazwyczaj za dodatkową w stosunku do sposobu przygotowania masy włóknistej, a ten wywodzi się z wyrobu tapy, do czego Cai Lun dodał otrzymywanie zawiesziny pojedynczych włókien w wodzie oraz jej wylanie na formę pływającą. Co więcej, znany jest przypadek wyrobu papieru z włókien roślinnych nawet bez użycia formy, tu również decydujące było przygotowanie płynnej masy włóknistej. Opisał to Sung Ying-Hsing (1637), co w wersji francuskiej opublikował (1840) Julien (przyp. 1).

Podsumowując, dyskusja ujawniła główny problem w kwestii tzw. papieru jedwabnego. Jest nim narracja historyków niemających kompetencji w zakresie nauki o papierze. Opisują w niej dawne zdarzenia bez uwzględnienia aspektów techniki papierniczej. Przy całym szacunku dla ich dokonań historycznych, papiernicy nie uznają ich sugestii, że papiernictwo jakoby zaczęło się od rzadko stosowanego wyrobu struktur włóknistych formowanych na sicie bambusowym z zawiesziny włókien odpadowego jedwabiu, które po wyschnięciu zamieniały się w arkusze o miernej wytrzymałości. Włókna jedwabiu nie mają zdolności do wiązania się w strukturze papieru, a tym samym ich formowanie z zawiesziny nie mogło zapoczątkować jego wyrobu. Tak szybka kariera papieru Cai Luna wynikała z możliwości otrzymywania bez dodatku kleju zwartych arkuszy, których strukturę i właściwości można było zmieniać przez wybór włókna roślinnego oraz intensywność jego obróbki. To Cai Lun wynalazł papier w 105 roku, bez użycia techniki wyrobu struktur z odpadu jedwabiu, a do opracowanej przez siebie technologii wprowadził recykling, co samo w sobie jest też ważnym wynalazkiem.

Wnioski z prób formowania papieru z przeważającym udziałem włókien jedwabiu

Przygotowując warstwy oprzędu, gąsiennice jedwabnika morwowego snują dwa oddzielne włókna fibroinowe sklejące

seryciną²⁴. Należy ją usunąć, aby uzyskać pojedyncze włókna jedwabiu. To, jak odmiennie od włókien roślinnych (celulozowych) zachowują się one w procesie przygotowania masy do formowania papieru, pokazały próby otrzymania cienkiego papieru z przeważającym udziałem włókien jedwabiu. Nazwa procesu mielenia włókien papierniczych dotarła do nas z Niemiec (Mahlung), chociaż angielskie określenie „beating”, ujmujące też „bicie, ubijanie”, lepiej oddaje jego charakter. W trakcie tej obróbki w holendrze laboratoryjnym włókna jedwabiu trudno było skrócić ze względu na ich wytrzymałość oraz zdolność do znacznego wydłużenia pod wpływem naprężeń. Ich deformacje w trakcie tej obróbki miały charakter trwałe, powyginane więc włókna jedwabiu, nawet o kształcie pętelek, nie były czymś niezwykłym. Lepsze wyniki uzyskano, wprowadzając do holendra pocięte włókna jedwabiu w mieszaninie z włóknami lnu lub z lintrami bawełny. Zwłaszcza te drugie okazały się przydatne i po intensywnym mieleniu potrafiły związać w strukturze papieru drugie tyle włókien jedwabiu (z dodatkiem substancji pomocniczych).

Poniżej (il. 1) pokazano włókna lintrów bawełnianych przed i po mieleniu, w ich powiększeniu 2000x²⁵. Widać, jak na uprzednio gładkiej powierzchni tych włókien celulozowych pojawiły się w wyniku mielenia liczne fibryle. Ponadto woda wnikała w głąb ścianki komórkowej (tzw. fibrylacja wewnętrzna), a włókno uległo poszerzeniu i nabrało pewnej plastyczności, przylegając do drugiego włókna.

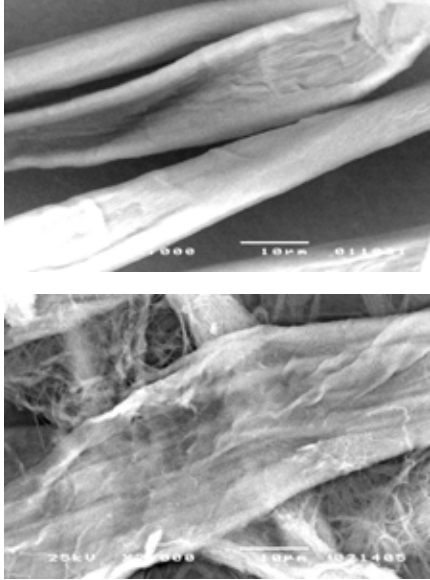
Włókna jedwabiu są cieńsze i bardziej gładkie od roślinnych, ale po intensywnym mieleniu ich fibrylacja zewnętrzna jest nawet bardziej zaawansowana (il. 2).

W wyniku tej fibrylacji nieco zmniejszyły się średnice włókien jedwabiu. Jednak zachowały one swoją sztywność i nie przylegają jedno do drugiego. W odróżnieniu od włókien roślinnych, włókna jedwabiu nie mają wewnątrz lumenu, a ich lita struktura jest tym bardziej umocniona, im znajduje się bliżej środka. Świadczy to o doskonałości włókien jedwabiu, a zarazem stanowi istotną trudność w ich stosowaniu do celów papierniczych.

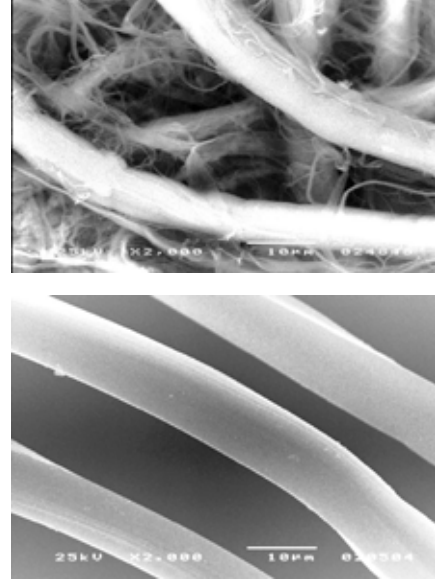
Włókna roślinne po zmieleniu łatwo dopasowują się do siebie w procesie formowania papieru, a w trakcie jego suszenia, czy nawet wysychania włókna roślinne się kurczą. Ułatwia to zapadający się lumen, a wiązania między włóknami

²⁴ T. Żyliński, *Nauka o włóknach*, Warszawa 1958, s. 466–482.

²⁵ J. Dąbrowski, H. Gonera, W. Machnowski, M. Marcinkowska, A. Potocka, H. Wrzosek, *Nowe zastosowanie jedwabiu naturalnego*, „Przegląd WOS” 2006, 7, s. 29–32.



II. 1. Mikrofotografie SEM (2000x) włókien lINTRÓW bawełnianych przed mieleniem i po mieleniu, które wykonał Henryk Wrzosek (przyp. 25)



II. 2. Mikrofotografie SEM (2000x) włókien jedwabiu przed i po mieleniu, które wykonał Henryk Wrzosek (przyp. 25)

jakby dociągają do siebie powierzchnie włókien i ich fibryle. To jest coś, co stanowi zawsze zaskoczenie dla włókienników, bo włókna nieprzydatne do produkcji papieru trwale zachowują zmiany w ich strukturze. We włóknach papierniczych mas celulozowych te zmiany powstałe w trakcie obróbki w wodzie zanikają podczas schnięcia i skurczu struktury papieru.

W próbach opanowano w miniaturowej maszynie papierniczej wyrób cieniłego papieru (ok. 30 g/m²) z włóknami jedwabiu stanowiącymi aż ok. 2/3 masy papieru²⁶. Jego średnia odporność na przedarcie z obu kierunków to ok. 220 mN, a jego średnia samozerwalność wynosiła ok. 4,4 km; stanowi ona długość paska papieru, który się zerwie pod własnym ciężarem. Są to dość dobre właściwości wytrzymałościowe, umożliwiające posługiwanie się tym papierem. Stało się tak dzięki silnie zmielonym włóknom lINTRÓW bawełny (ok. 1/3 wsadu) oraz stosowaniu środków pomocniczych i innych.

²⁶ J. Dąbrowski, M. Marcinkowska, W. Machnowski, H. Gonera, S. Kowalska, A. Kotlińska, *Papier z udziałem jedwabiu naturalnego*, „Przegląd Papierniczy” 2006, 9, s. 549–552.

Próby te wykazały brak zdolności papierotwórczych włókien jedwabiu. Nie było więc możliwe otrzymywanie materiału pisarskiego w czasach przed Cai Lunem w postaci struktury włóknistej uformowanej w całości z włókien jedwabiu odpadowego, ponieważ nie zapewniłyby minimalnych właściwości wytrzymałościowych, koniecznych do satysfakcjonującego użytkowania takiej struktury.

Podziękowania

Profesorowi Jerzemu Malinowskiemu dziękuję za inspirowanie moich poszukiwań dotyczących historii papieru i techniki jego wyrobu.

Dr Agnieszce Helman-Ważny dziękuję za pomoc w zakresie mikroskopii SEM oraz w pozyskiwaniu publikacji.