

### [Akceptuje](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)  
[Kontakt](#)



[Laboratoria](#)  
[.net](#)  
[Innowacje](#)  
[Nauka](#)  
[Technologie](#)

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Artykuły](#)

## ABC: Badanie właściwości celulozy

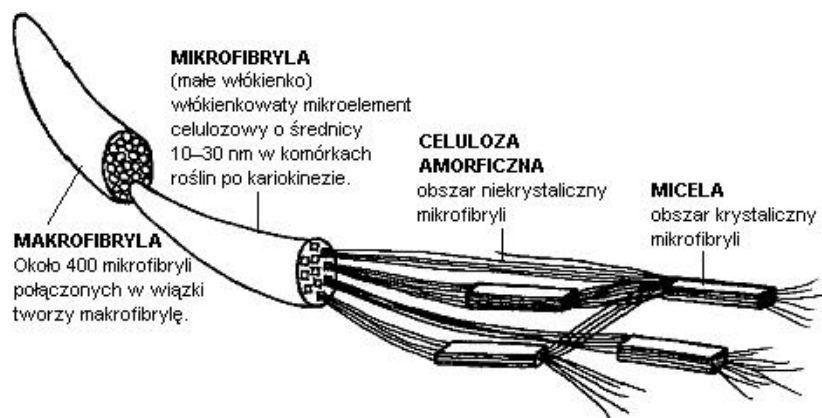
**Polisacharydy, czyli wielocukry stanowią ponad ¼ dostarczanych z pożywieniem węglowodanów. W ich budowie można wyróżnić tylko cząsteczki jednego cukru prostego bądź cząsteczki różnych cukrów prostych. Tym samym mogą one tworzyć łańcuch proste lub złożone. Jednym z przykładów wielocukrów jest celuloza (błonnik) [1], [2].**

**Słowa kluczowe:** *celuloza, błonnik pokarmowy, włókna celulozowe, proces wiskozowy, rozpuszczalność celulozy, odczynnik Schweitzera, odczynnik Cross-Bewana, hydroliza celulozy.*

Celuloza zwana też błonnikiem jest najbardziej rozpowszechnioną substancją organiczną. Jest ona przede wszystkim budulcem ścian komórkowych roślin, w związku z czym zaliczana jest do tzw.

blonnika pokarmowego. Przykładem prawie czystego blonnika jest włókno bawełniane, bibuła bądź wata [2].

Celuloza jest liniowym polimerem  $\beta$ -D-glukopiranozy, a jej podstawową jednostką strukturalną jest celobioza. Tak więc, szereg resz celobiozowych tj. ok. 1500 reszt, tworzy długie łańcuchy, które połączone są siłami międzycząsteczkowymi oraz wiązaniami wodorowymi w równoległe przebiegające pęczki (tzw. micela). To właśnie taka budowa zapewnia celulozie swą dużą wytrzymałość mechaniczną [2].



**SCHEMAT STRUKTURY FIBRYLI CELULOZOWYCH**

**Zdjęcie:** <http://medycyna.linia.pl/celuloza.html>, [4].

Celulozę budują cząsteczki glukozy, które połączone są ze sobą za pomocą wiązania  $\beta$ -1,4-glikozydowego.

Celuloza jest ciałem stałym o strukturze typowo włóknistej. Jest nierozpuszczalna zarówno w zimnej jak i gorącej wodzie, a ponadto również nierozpuszczalna w rozpuszczalnikach organicznych. Ponadto, charakteryzuje się dużą odpornością na działanie różnych odczynników, w tym na rozcieńczone kwasy. Dopiero bardziej stężone kwasy są w stanie zhydrolizować celulozę. Ponadto, cukier ten rozpuszcza się także w odczynniku Schweitzera lub Cross-Bewana. Co ciekawe, wiele gatunków bakterii, grzybów a także niektóre zwierzęta (np. ślimaki) są zdolne do rozkładania celulozy, a tym samym do korzystania z niej jako pożywienia, a to wszystko dzięki posiadaniu enzymu  $\beta$ -celulazy [2].

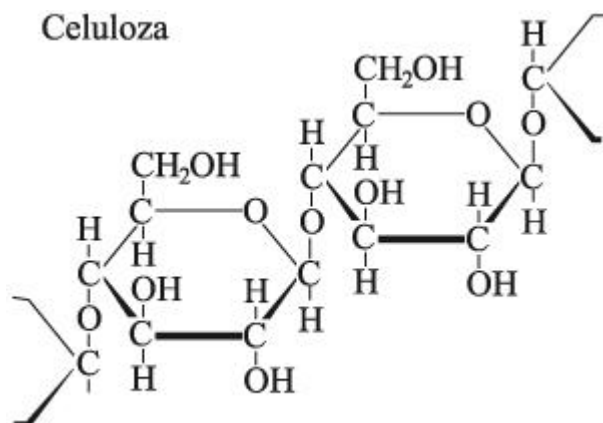
Celuloza występuje w zdrewniałych częściach roślin, ziarnach zbóż, nasionach strączkowych, a także warzywach i owocach. Bardzo ważną falkcja celulozy (blonnika) są tzw. polisacharydy mieszane, których bardzo skomplikowaną strukturę tworzą różne cukry proste połączone ze sobą za pomocą wiązań  $\beta$ -glikozydowych [1].

Błonnik pokarmowy, który tworzą cukry odporne na działanie enzymów trawiennych człowieka można w zależności od właściwości podzielić na:

- błonnik rozpuszczalny- tj. węglowodany częściowo przyswajalne degradowane przez drobnoustroje w jelitach m.in. do związków wchłanianych i metabolizowanych w organizmie (np. stachioza, rafinoza, pektyny, hemicelulozy)

- błonnik nierozpuszczalny- czyli tzw. włókno surowe, które odporne jest na działanie enzymów trawiennych i drobnoustrojów (np. celuloza, legnina) [1].

Ponadto, do błonnika zaliczana jest także skrobia oporna, która to nie ma zdolności do kleikowania, w związku z czym nie poddaje się ona działaniu enzymów trawiennych [1].



**Zdjęcie: Wzór**

***celulozy,***  
**[http://sownik.ekologia.pl/115\\_Leksykon\\_ekologii\\_i\\_ochrony\\_srodowiska/1201\\_1\\_C\\_0\\_celuloz\\_a.html](http://sownik.ekologia.pl/115_Leksykon_ekologii_i_ochrony_srodowiska/1201_1_C_0_celuloz_a.html) [5].**

Nieprzyswajalny błonnik pokarmowy w zależności od udziału frakcji rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej, w organizmie człowieka pełni kilka bardzo ważnych funkcji. Między innymi pobudza on funkcję żucia i wydzielania śliny, buforuje oraz wiąże nadmiar kwasu solnego w żołądku, a także ogranicza strawność składników odżywczych. Ponadto, błonnik zwiększa wypełnienie jelit, a także pobudza ich ukrwienie i perystaltykę [1].

Jedyną z bardzo ważnych cech błonnika jest fakt, że tworzy on korzystne warunki do rozwoju pożądanej flory bakteryjnej w jelitach i zapobiega nadmiernemu odwodnieniu mas kałowych. Powszechnie wiadomo także, że zapobiega on zaparciom oraz zwiększa wydalanie w kale kwasów żółciowych, obniża też stężenie cholesterolu we krwi. Pomimo wielu bardzo ważnych funkcji prozdrowotnych jakie pełni błonnik, należy pamiętać, że spożywanie nadmiernych ilości błonnika nie jest wskazane. A to dlatego, że w nadmiarze może on być przyczyną niedoboru składników mineralnych w organizmie [1].

Otrzymywanie włókna z celulozy drzewnej (w przeciwieństwie do przędzenia bawełny czy lnu) nie jest procesem łatwym, co wynika z konieczności oczyszczania celulozy oraz z faktu jej nierozpuszczalności w większości roztworów i substancji.

Historyczne znaczenie ma tzw. proces miedziowo-amoniakalny odkryty przez Fremery'ego i Urbana w 1897 roku. Polega on na rozpuszczeniu celulozy w roztworze wodorotlenku tetraaminomiedzi (II) (odczynnik Schweitzera,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ ). Proces ten jest mało opłacalny w przemyśle (duże ilości soli miedzi i amoniaku co równa się z kosztownym ich zagospodarowaniem), jest jednak najłatwiejszym procesem do prowadzenia w skali laboratoryjnej [3].

### **Otrzymywanie włókna celulozowego**

Do kolby z odczynnikami Schweitzera należy dodać ok. 3 g celulozy (można stosować watę). Następnie, kolbę zamknąć i wytrząsać aż do momentu rozpuszczenia się celulozy. Po rozpuszczeniu otwartą kolbę wstawić się eksykatora próżniowego i odpowietrzyć roztwór przez ok. 15-20 minut podłączając w tym celu pompę próżniową. W trakcie, gdy roztwór się odpowietrza, w szerokiej

zlewce lub krystalizatorze umieścić ok. 200 mL 33% kwasu siarkowego (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Odpowietrzony roztwór celulozy umieścić w strzykawce z igłą i powoli właczać do roztworu kwasu. W trakcie ewstrzykiwani abędzie wytrącać się nić, która należy chwycić pęsetą i powoli nawinąć na bagietkę. Po zużyciu całości roztworu celulozy, wypłukać nić kolejno:

- w wodzie,
- 5% roztworze amoniaku
- i w wodzie.

Niść (włókno celulozowe) wysuszyć w celu zbadania jego właściwości [3].

### **Przemysłowe otrzymywanie celulozy- proces wiskozowy**

Do przemysłowego otrzymywania włókna celulozowego stosowany jest dwuetapowy proces tzw. wiskozowy, który został opracowany w 1892 roku .

W pierwszym kroku tego procesu, celulozę traktuje się ługiem sodowym- w wyniku czego następuje jej częściowa degradacja oraz skrócenie łańcuchów polimeru. Następnie, na tak otrzymaną alkalicelulozę działa się disiarczkiem węgla(IV), co prowadzi do powstania rozpuszczalnego związku zwanego ksantogenianem celulozy. Jego roztwór w rozcieńczonym ługu sodowym stanowi płyn przędzalniczy zwany wiskożą. Wiskoza włączana przez otworki dyszy przędzalniczej do kwaśnej kąpieli zawierającej H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i ZnSO<sub>4</sub> odtwarza celulozę, która występuje w formie włókien jedwabiu wiskozowego.

Ponadto, poza jedwabiem wiskozowym, celuloza służy także do produkcji celofanu (wiskożę tłoczy się przez szczelinę, a otrzymaną folię nasycy gliceryną, oraz ewentualnie pokrywa wodnoodporną warstwą nitrocelulozy (czyli triazotanem celulozy)).

Zaletami procesu wiskozowego jest niski koszt surowca (celuloza drzewna) oraz związków chemicznych (CS<sub>2</sub>, NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Współcześnie, proces ten z uwagi na uciążliwości środowiskowe , co wiąże się z emisją gazów zawierających siarkę oraz na duże ilości trudnych do oczyszczenia ścieków, jest coraz bardziej problematyczny, a tym samym kosztowny [3].

### **Badanie rozpuszczalności celulozy**

1) Badanie rozpuszczalności w odczynniku Schweitzera:

Należy przygotować odczynnik: tj. do 50 ml 0,3M roztworu CuSO<sub>4</sub> powoli dolewać, ciągle mieszając 1 M roztwór NaOH, aż do momentu zupełnego wytrącenia się wodorotlenku miedzi (Cu(OH)<sub>2</sub>) .

Należy unikać nadmiaru wodorotlenku sodu, ponieważ powoduje on czernienie osadu. Otrzymany osad wodorotlenku miedzi przesączyć na sączku, następnie przemyć wodą, na koniec osad zalać 75 ml 28% roztworu amoniaku w parownicy - cały osad rozetrzeć aż do otrzymania roztworu [2].

2) Do kolby stożkowej (o poj. 250 ml) wsypać 5 g siarczanu miedzi (II), sól rozpuścić w 50 ml wody destylowanej. Następnie , dodawać kroplami 1 M roztwór NaOH (aż do momentu ilościowego wytrącenia wodorotlenku miedzi (Cu(OH)<sub>2</sub>). Otrzymany osad wodorotlenku odsączyć na lejku, przemyć wodą i wysuszyć w suszarce o temp. 40-50 °C. Tak wysuszony wodorotlenek miedzi

przenieść do kolby stożkowej o pojemności 100 ml (z doszlifowanym korkiem), i rozpuścić w wodzie amoniakalnej (w 50 ml). Otrzymany w ten sposób roztwór stanowi odczynnik Schweitzera [3].

W przypadku badania rozpuszczalności celulozy w postaci bibuły lub waty, ciała te podczas wytrąsania w odczynniku Schweitzera powoli się rozpuszczają. Zaś, po zakwaszeniu kwasem solnym, celuloza wytrąca się z roztworu w postaci kłaczków [2].

### **Badanie rozpuszczalności celulozy w odczynniku Cross-Bewana**

Należy przygotować odczynnik Cross-Bewana tj. rozpuścić 1 g  $ZnCl_2$  w 2,5 ml stężonego (37%) roztworu HCl. Celulozę w postaci bibuły lub waty rozpuścić w tym odczynniku, po czym ponownie wytrącić, dodając w tym celu równą objętość wody [2].

Chemicznie czysta celuloza jest białym proszkiem, który całkowicie pozbawiony jest smaku i zapachu. Polisacharyd ten- pomimo dużej polarności jest nierozpuszczalny w wodzie, oraz w większości rozpuszczalników organicznych. Celuloza ulega całkowitej biodegradacji. Biodegradacja zachodzi pod działaniem enzymów celulaz (tj. rozkładających celulozę). Ponadto, ulega także hydrolizie pod działaniem roztworów kwaśnych w podwyższonej temperaturze. Hydroliza zachodzi przez stadium dekstryn (oligomery) do glukozy [3].

### **Hydroliza celulozy:**

Celuloza może być zhydrolizowana do glukozy, jednak reakcja ta przebiega znacznie trudniej niż hydroliza skrobi. Wymaga ona obecności stężonego kwasu siarkowego (VI)  $[H_2SO_4]$  oraz długotrwałego ogrzewania. Wskutek hydrolizy celuloza rozpada się na coraz to krótsze łańcuchy dochodząc do stanu końcowego, którym to jest glukoza [2].

### **Wykonanie:**

Parę skrawków bibuły należy zalać 10 ml wody oraz dodać 1 ml stężonego roztworu kwasu siarkowego ( $H_2SO_4$ ). Tak przygotowaną próbkę wstawić do wrzącej łaźni wodnej na kilkanaście minut. Po inkubacji należy próbkę zobojętnić oraz wykonać próbę redukcyjną na cukry proste [2].

**Autor: Lidia Koperwas**

### **Literatura:**

[1]. Gawęcki J., Mossor-Pietraszewska T., praca zbiorowa, 2008. Kompendium wiedzy o żywności, żywieniu i zdrowiu. Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 219-223.

[2]. Kłyszajko-Stefanowicz L, 2003. Ćwiczenia z biochemii. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2003, s. 282-283.

[3]. Kacprzak K. Polimery; Wydział Chemii UAM. <http://www.poczujchemie.amu.edu.pl/zalaczniki/str/polimery2.0.pdf>

[4]. <http://medycyna.linia.pl/celuloza.html>

[5].

[http://sloownik.ekologia.pl/115\\_Leksykon\\_ekologii\\_i\\_ochrony\\_srodowiska/1201\\_1\\_C\\_0\\_celuloza.html](http://sloownik.ekologia.pl/115_Leksykon_ekologii_i_ochrony_srodowiska/1201_1_C_0_celuloza.html)

<http://laboratoria.net/artukul/13909.html>

**Informacje dnia:** [Jak poradzić sobie z końcem wakacji? Zalecenia w sprawie mpox są racjonalne i adekwatne](#) [Przydatność organów do przeszczepu](#) [Naukowcy zbadali, jak powstają nowe słowa w mediach społecznościowych](#) [Telefony komórkowe nie powodują nowotworów mózgu](#) [Ryzyko zawału i udaru mózgu u kobiet](#) [Jak poradzić sobie z końcem wakacji? Zalecenia w sprawie mpox są racjonalne i adekwatne](#) [Przydatność organów do przeszczepu](#) [Naukowcy zbadali, jak powstają nowe słowa w mediach społecznościowych](#) [Telefony komórkowe nie powodują nowotworów mózgu](#) [Ryzyko zawału i udaru mózgu u kobiet](#) [Jak poradzić sobie z końcem wakacji? Zalecenia w sprawie mpox są racjonalne i adekwatne](#) [Przydatność organów do przeszczepu](#) [Naukowcy zbadali, jak powstają nowe słowa w mediach społecznościowych](#) [Telefony komórkowe nie powodują nowotworów mózgu](#) [Ryzyko zawału i udaru mózgu u kobiet](#)

## **Partnerzy**