



# Innowacyjne kierunki wykorzystania surowców z jedwabiu

---

**Małgorzata Łochyńska**

Pracownia Hodowli Jedwabnika i Uprawy Morwy  
Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich  
ul. Wojska Polskiego 71B, 60-630 Poznań  
e-mail: [malgorzata.lochynska@iwnirz.pl](mailto:malgorzata.lochynska@iwnirz.pl)

# Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



Królestwo: Zwierzęta

Typ: Sławonogi

Gromada: Owady

Rząd: Motyle

Rodzina: Przędkowate

Rodzaj: *Bombyx*  
(Jedwabnik)

Gatunek: *Bombyx mori*  
(Jedwabnik morwowy)



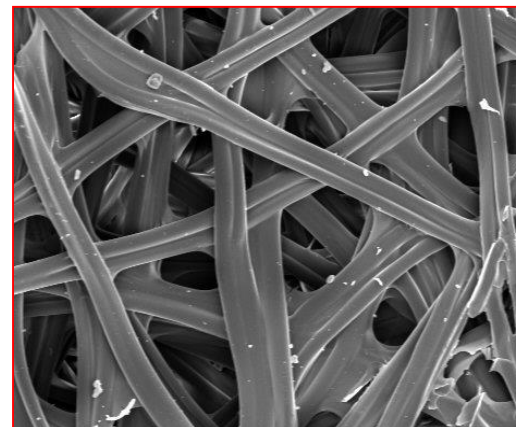
# Jedwab

70-75% FIBROINA

25-30% SERYCYNA

1-3% INNE

- higroskopijny,
- chłodny w dotyku, ale zatrzymuje ciepło,
- połysk,
- duża wytrzymałość,
- sprężystość,
- pali się powoli, małym, gasnącym płomieniem



# Tkanina jedwabna



# Tkanina jedwabna



# Tkanina jedwabna

## Składniki na 1 kg jedwabiu:

2,5 g greny

5000 gąsienic

200 kg liści morwy

9 kg kokonów



# Związki bioaktywne w ciele owada



→ **Białka włókna jedwabnego:**

- fibroina (70-75%),
- serycyna (25-30%).

→ **Proteiny pozyskane z hemolimfy:**

- lipoproteiny 30 kDa,
- białka zapasowe 500 kDa.

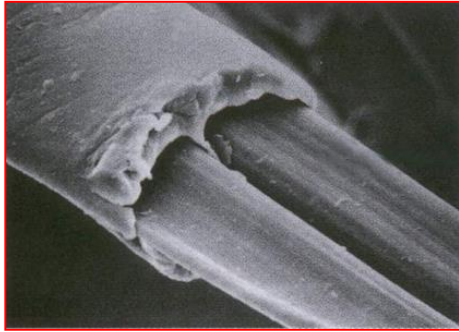
→ **Jedwabniki transgeniczne:**

- kolagen, albuminy,
- jedwab pajęczy,
- przeciwciała myszy.



→ **DNJ (1-deoxynojirimycyna)**

# Białka bioaktywne włókna



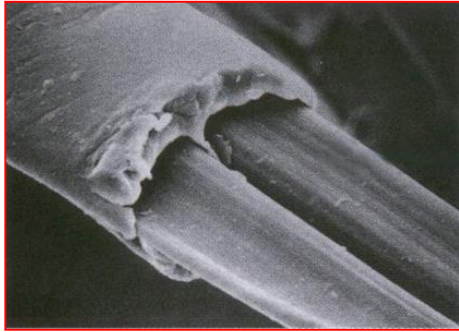
## FIBROINA:

- ❖ nierozpuszczalna w wodzie baza włókna,
- ❖ heterodimer – łańcuch ciężki 395 kDa i dwie podjednostki 25 kDa,
- ❖ glicyna (43%), alanina (30%) i seryna (12%),
- ❖ biomateriały: hydrożele, filmy, jedwabne maty, tuby, jedwabne gąbki, śruby, płytki,
- ❖ ortopedia, chirurgia szczękowa, stomatologia, rekonstrukcja złamanych kości, uszkodzonych nerwów i naczyń,
- ❖ zastosowanie biomedyczne – podłoża do hodowli osteoblastów, hepatocytów i fibroblastów,
- ❖ inżynieria tkanek ścięgna i naczyń krwionośnych,
- ❖ mikro- i nanosfery do kapsułkowania i wzrostu rozpuszczalności związków chem. lub środków terapeutycznych.





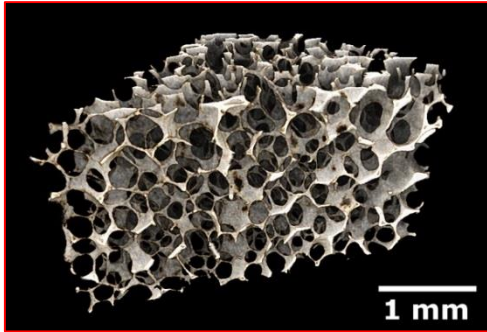
# Białka bioaktywne włókna



## BIOMATERIAŁY FIBROINOWE :

- ❖ jedwab i polimery,
- ❖ biokompatybilne i biodegradowalne,
- ❖ wzmocnienie rusztowań ceramicznych w kościach tworzonych z fosforanu wapniowego,
- ❖ fałdowane w różny sposób – wyjątkowe właściwości elastyczności i wytrzymałości,
- ❖ transport związków bioaktywnych, farmaceutyków lub antybiotyków celem prewencji infekcjom, leczenia,
- ❖ stabilna struktura pod wpływem wysokich temperatur innych warunków ekstremalnych,
- ❖ łatwa sterylizacja (wysokie ciśnienie, tlenek etylenu, 70% etanol, promieniowanie  $\gamma$ ),
- ❖ brak reakcji alergicznej, odpowiedzi immunologicznej i stanów zapalnych w organizmie człowieka.

# Biomateriały fibroinowe



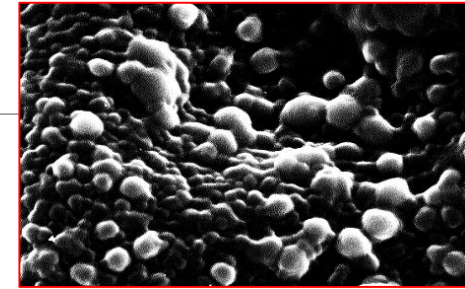
Rusztowanie jedwabne



Płytkę podniebienną



Gąbka jedwabna



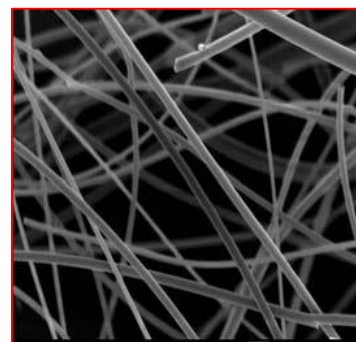
Mikrokapsuły



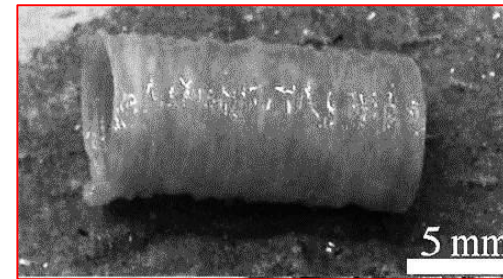
Śruby jedwabne



Film jedwabny



Włókna jedwabne

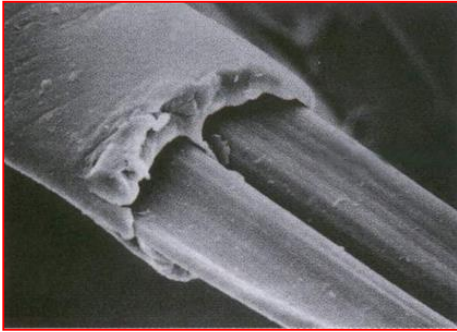


Naczynia jedwabne



Śruby ortopedyczne

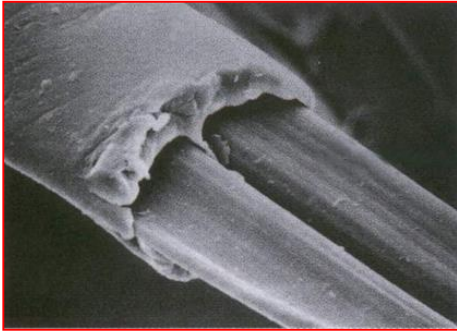
# Białka bioaktywne włókna



## SERYCYNA:

- ❖ rozpuszczalny w wodzie klej białkowy,
- ❖ różne polipeptydy (24-400 kDa),
- ❖ nadzwyczajna zawartość seryny (40%) – naturalny czynnik nawilżający (NMF),
- ❖ działanie przeciwzmarszczkowe, odmładzające,
- ❖ silne działanie antibakteryjne, antyoksydacyjne, antynowotworowe, ochronne przeciw UV,
- ❖ kremy serycynowe w leczeniu trudno gojących się ran (brak reakcji alergicznej),
- ❖ dermatozy i choroby skórne,
- ❖ efekt nawilżenia, ochrona przed utratą wody ze skóry,
- ❖ kosmetyki do ciała, paznokci, włosów do nawilżenia skóry/włosów, redukcja zniszczeń struktury włosa.

# Białka bioaktywne włókna

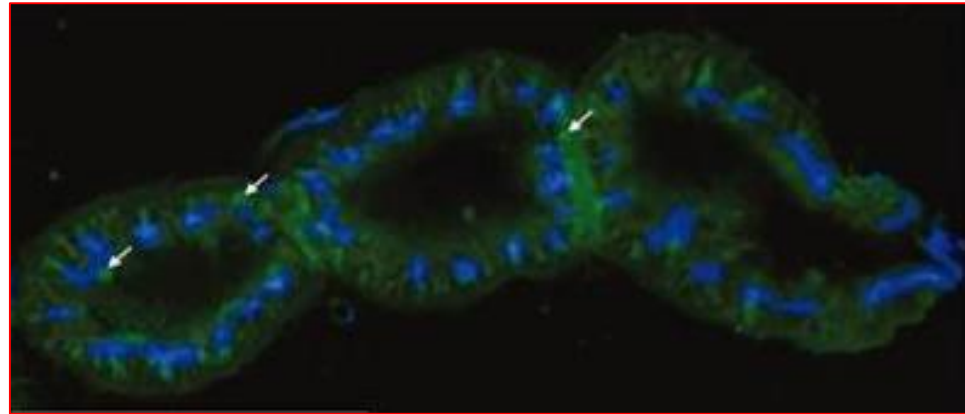


## SERYCYNA:

- ❖ biokoniugaty serycyna-insulina wydłużają czas wysokiego poziomu insuliny,
- ❖ przyspiesza podziały różnych komórek ssaków,
- ❖ zastosowania medyczne – leki przeciwnowotworowe i antykoagulanty,
- ❖ hydrofilowe naturalne polimery ułatwiające rozpuszczanie trudno rozpuszczalnych leków,
- ❖ mechanizm ekspresji genu kodującego serycynę może być wykorzystany do produkcji transgenicznych jedwabników, które mogą wydzielać bioaktywne białka poprzez fuzję serycyny innych białej terapii (białka bioaktywne w zastosowaniu terapeutycznym).

# Białka w hemolimfie larw

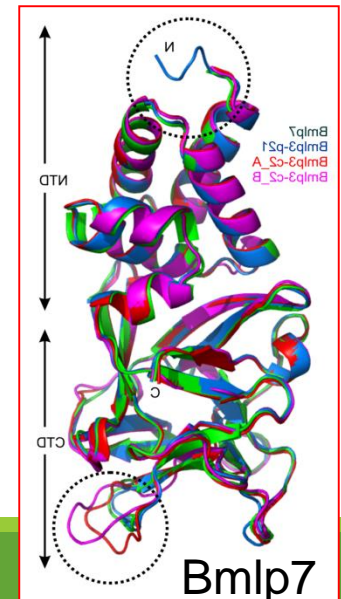
- ❖ 241-298 protein,
- ❖ zaledwie 61 jest przebadanych i ulokowanych w Protein Data Bank (PDB),
- ❖ białka zapasowe SP1, SP2, SP3 (500 kDa) – magazyn N, aminokwasów,
- ❖ lipoproteiny LPs (30 kDa) – 46 genów LPs.



Niebieska fluorescencja – materiał genetyczny  
Zielona fluorescencja – białka

# Lipoproteiny

- ❖ odpowiedź immunologiczna – wiązanie glukanu ze ścian kom. grzybów,
- ❖ kieszenie wiążące lipidy, węglowodany, białka z hemolimfy,
- ❖ kieszenie wiążące metale ciężkie (detoksykacja zanieczyszczenia) - zdolność larw do akumulacji metali ciężkich,
- ❖ właściwości transbłonowe – wnikanie do wnętrza komórek,
- ❖ transport białek bioaktywnych, DNA i innych składników do wnętrza komórek,
- ❖ funkcja magazynowa,
- ❖ potencjalne narzędzie medyczne do transportu molekuł i związków chem. do wnętrza komórek i tkanek,
- ❖ hamują i kontrolują apoptozę komórek,
- ❖ rola w odpowiedzi immunologicznej owada,
- ❖ podobna rola w ludzkich komórkach?



# Inne zastosowania

- ❖ odpady organiczne (wysuszone poczwarki, larwy, kokony-odpady) - substrat pasz lub karma dla zwierząt hodowlanych, produkcja biogazu.
- ❖ larwy – żywy pokarm dla zwierząt egzotycznych (gady, płazy, ptaki).
- ❖ poczwarki – alternatywne źródło białka (12-16% protein, 11-20% tłuszczu),
- ❖ odchody larw – ogrodnictwo i uprawy ekologiczne (N, K, Mg, Fe), produkcja biogazu,
- ❖ hodowla z 10 g greny – 530 kg świeżych liści morwy – 270 kg odchodów.



# Potencjał morwy białej

## 1. Jedwabnictwo – pasza dla larw jedwabnika morwowego





# Potencjał morwy białej

## 2. Przemysł spożywczy

**nasiona**  
(25-35% żółtego oleju)



**korzenie, liście, owoce**



**owoce**

dżemy, soki, wina, ciasta



**liście**

herbata, napar, jako sałatka



# Potencjał morwy białej

## 3. Przemysł farmaceutyczny i medycyna



- ❖ białko wysokiej jakości,
- ❖ włókno (błonnik),
- ❖ wit. B, C, D,
- ❖ kwas foliowy,
- ❖  $\beta$ -karoteny,
- ❖ minerały (Mg, Fe, P, Ca, K, Zn),
- ❖ flawonoidy,
- ❖ antocyjany.

# Potencjał morwy białej

## 3. Przemysł farmaceutyczny i medycyna

- ❖ wywar z liści jako środek napotny, do płukania w chorobach gardła,
- ❖ owoce jako środek przeczyszczający,
- ❖ korzenie jako środek przeciwwrobaczy,
- ❖ ekstrakt z liści jako środek przeciwcukrzycowy (flawonoidy obniżają poziom glukozy we krwi przez inhibicję aktywności enzymów),
- ❖ silne właściwości antyoksydacyjne, przeciwgrzybicze i przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe,
- ❖ właściwości cytotoksyczne przeciwko komórkom raka wątroby szczurów, ludzkiej białaczki i komórkom czerniaka myszy,
- ❖ w alergii – stymulacja proliferacji limfocytów i redukcja produkcji przeciwciał,
- ❖ chroni mózg przeciw dysfunkcji śródbłonka i redukują prawdopodobieństwo choroby Alzheimera,
- ❖ zapobiega i hamuje miażdżycę – silny efekt inhibitorowy na utlenianie LDL i obniża ciśnienie tętnicze krwi,
- ❖ lokalne wybielanie skóry (depigmentacja piegów, plam, czerniaków).

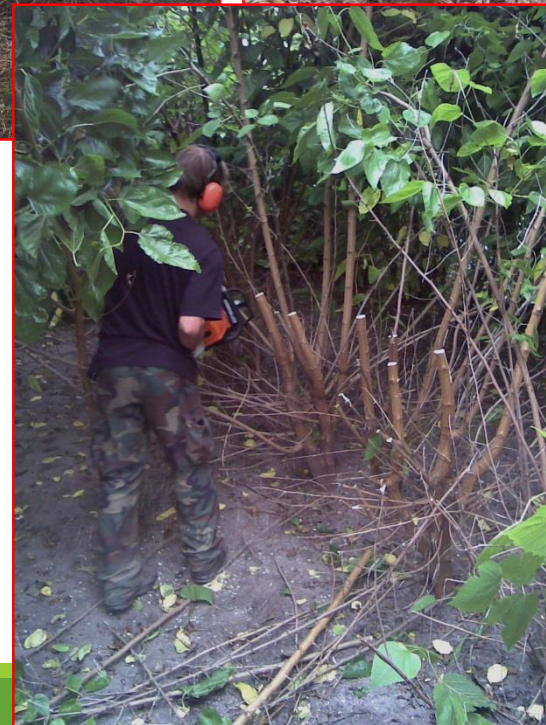
# Potencjał morwy białej

## 4. Przemysł energetyczny i biopaliwo



# Potencjał morwy białej

## 4. Przemysł energetyczny i biopaliwo



# Potencjał morwy białej

## 4. Przemysł energetyczny i biopaliwo

1. wysoka wartość energetyczna – 17,9 MJ/kg,
2. 14-17 t/ha biomasy,
3. wysoka zawartość celulozy (57,4%), hemicelulozy (16,3%) i lignin (24,6%),
4. odporność na choroby i szkodniki (brak chemikaliów),
5. niskie wymagania glebowe (plantacje na terenach mało produktywnych lub zdegradowanych).



produkcja  
ciepła, prądu, biopaliwa stałego i gazu  
wsad do biogazowni



# Potencjał morwy białej

## 5. Przemysł sprzętu sportowego

- elastyczne i giętkie drewno morwowe,
- łatwe polerowanie i lakierowanie,
- kije hokejowe, rakiety do tenisa i badmintona etc.

## 6. Naturalne barwienie

- żółto-brązowe drewno zawiera 32% tanin



## 7. Przemysł meblarski

- meble, szkatułki, dodatki dekoracyjne,
- klosze do lamp,
- parkiety.



# Potencjał morwy białej

## 8. Przemysł celulozowo-papierniczy



kora i włókno pędów morwy  
zamieniane na papier





# Potencjał morwy białej

## 9. Inne zastosowania

- material wiążący, materiał do produkcji beczek, antałek,
- dobre podłoże dla uprawy boczniaka,
- ogrodnictwo:
  - ✓ źródło nawozu organicznego,
  - ✓ żywopłoty chronią przed wiatrem, spalinami, ptakami i gryzoniami,
  - ✓ ochrona czereśni i wiśni – ptaki wybierają słodkie owoce morwy,
  - ✓ roślina na miedze – miejsce odpoczynku i pokarmu ptaków - zjadają szkodniki na polach,
- karma dla gadów, ptaków, gryzoni.



# Rewitalizacja jedwabnictwa w Polsce

- 1659 r. – pierwsza wzmianka o wychowie jedwabnika i tkaniu jedwabiu w Polsce,
- XVII-XVIII w. – polski jedwab słynny na całym świecie, 28 warsztatów tworzących jedwabne tkaniny ozdobne,
- światowe zasoby genowe stale maleją (**gatunek zagrożony** - nie występuje w stanie dzikim od 5 wieków),
- krajowe zasoby genowe + unikatowe rasy zagraniczne,
- naturalne włókno o wspaniałych właściwościach,
- białka jedwabne w medycynie, kosmetyce, farmacji,
- morwa biała - surowiec zielarski, medycyna, biomasa,
- dopłaty UE dla hodowców jedwabnika morwowego:
  - 134 Euro – 20 kg kokonów,
  - dopłaty bezpośrednio związane z plantacją morwy białej.

# Podsumowanie

Jedwabnictwo stanowi nowe źródło:

- 1) substancji bioaktywnych (białka, DNJ, związki z morwy),
- 2) włókna jedwabnego (tkaniny, materiały opatrunkowe, biomateriały),
- 3) surowca zielarskiego, energetycznego, do produkcji paszy,
- 4) nawozu organicznego, biomasy rolniczej, substratu do produkcji biogazu.





**Dziękuję za uwagę**