



Produkcja kokonów jedwabnika morwowego i kierunki wykorzystania surowców jedwabnych

Małgorzata Łochyńska

Pracownia Hodowli Jedwabnika i Uprawy Morwy
Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich
ul. Wojska Polskiego 71B, 60-630 Poznań

Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



Królestwo: Zwierzęta

Typ: Sławonogi

Gromada: Owady

Rząd: Motyle

Rodzina: Przędkowate

Rodzaj: *Bombyx*
(Jedwabnik)

Gatunek: *Bombyx mori*
(Jedwabnik morwowy)



Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



Maj/czerwiec - wykluwają się gąsienice wielkości 3 mm,
natychmiast zaczynają jeść.

W ciągu 28-34 dni osiągną postać dorosłych gąsienic 8-10 cm.

Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



Gąsienice co 4-7 dni przechodzą 4-krotnie linienie.

Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



- włókna jedwabne przyczepiają do podłoża
- gąsienice unoszą przednią część ciała do góry
- charakterystyczne, trójkątne pęknięcie oskórka.

Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



Gąsienica wysuwa się ze starego oskórka.
Wylinka pozostaje przyczepiona do liści, podłoża.

Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



Oskórek gąsienic o różnej pigmentacji:
biała, pasiasta, plamista, czarna,
bez śladów barwnika.

Ubarwienie nie chroni gąsienic przed
drapieżnikami.

Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



Dostępność karmy – 1 500 osobników – 550 kg liści morwy białej.

I miejsce w świecie żarłocznych zwierząt!!!

Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



Gąsienice tracą apetyt,
przybierają żółtawy odcień
oskórki stają się przezroczyste

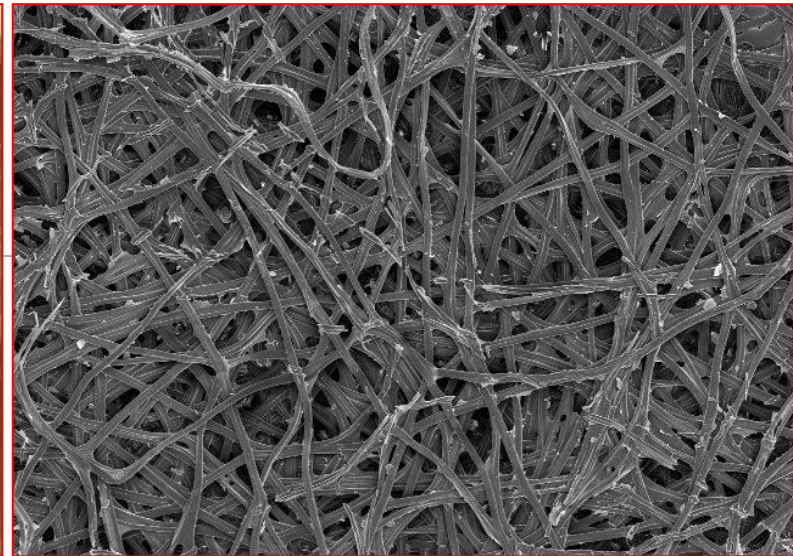


Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



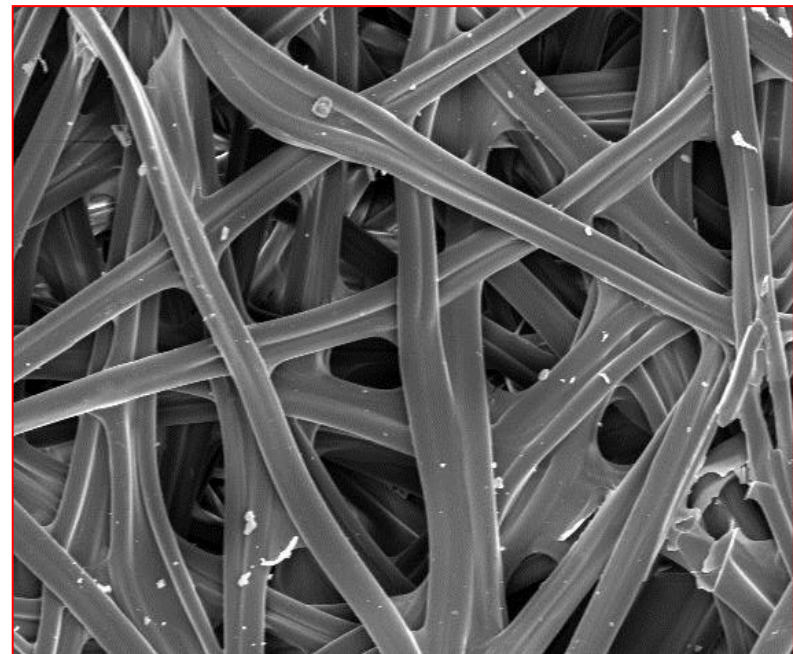
Kokon – oprzęd z gąsienicą, poczwarką lub motylem i oskórek po ostatnim linieniu.

Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



Włókno jedwabiu:
płynna, nierozpuszczalna, biała
fibroina.

Pod wpływem tlenu, fibroina
twardnieje. Białko to pokrywane
jest warstwą **serycyny**
(klej białkowy)
o żółtawym kolorze.

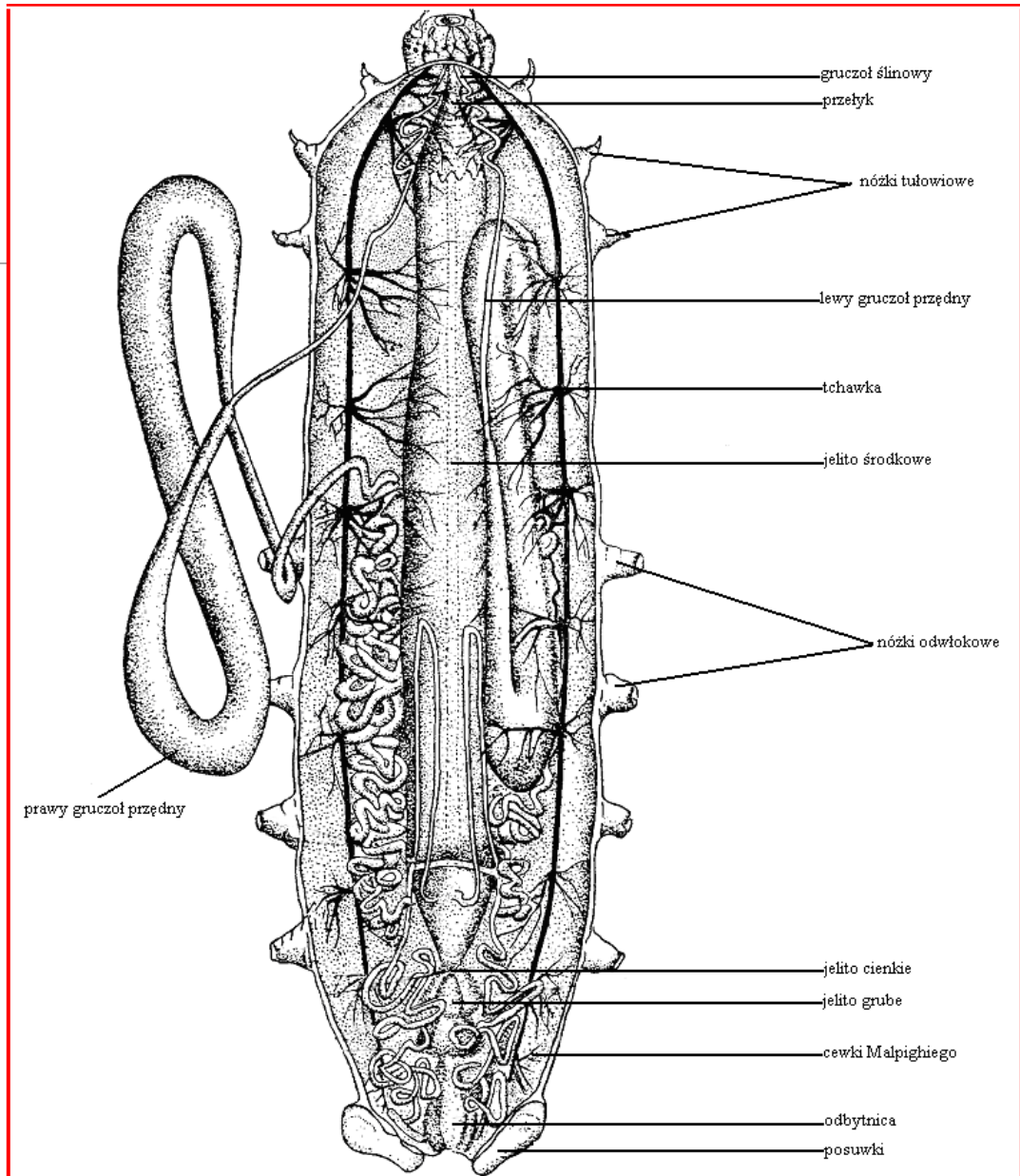


Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)

Dwa gruczoły przedne po obu stronach jelita gąsienicy.

Ich długość jest pięciokrotnie większa od długości ciała gąsienicy.

Dwa pojedyncze włókna jedwabiu (z dwóch gruczołów) są wysnuwane na zewnątrz przez kądzielnik.



Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



Budowa oprzędu:
zaczepianie włókna jedwabiu
o krawędzie oprędnika,
tworzenie gęstej siatki (**opląt**),
zawieszanie oprzędu
właściwego.

1 kokon = 500 - 3 500 m włókna



Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



Poczwarka - przeobrażenie
zupełne.
2-3 tygodnie od zawinięcia,
poczwarka przekształca się w
motyla.

Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



Motyle - 10 dni życia;
białe, rozpiętość skrzydeł 3-4 cm,
niezdolne do lotu.

Samica – pęcherzykowate gruczoły wonne (feromony), krępe, większe ciało.

Samiec – dwa haczyki do kopulacji, mniejszy, aktywnie rusza skrzydłami.

Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



Motyle, po wyjściu z oprzędów, obeschnięciu i rozprostowaniu skrzydeł, łączą się w pary i rozpoczynają kopulację.

Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.)



Składanie jajeczek 2-4 dni
(przyklejone do podłoża).

Jedna samica - 300-600 jaj.

Po przezimowaniu,
w kolejnym roku na wiosnę
– nowe pokolenie gąsienic.

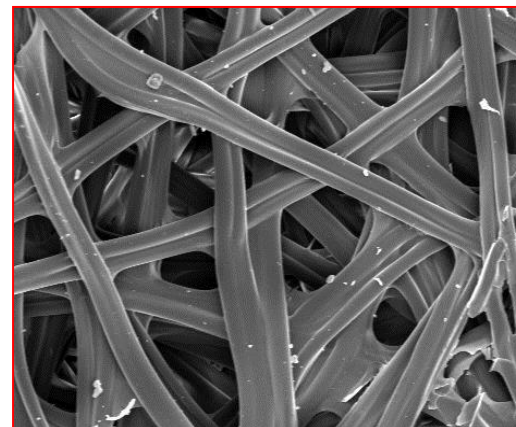
Jedwab

70-75% FIBROINA

25-30% SERYCYNA

1-3% INNE

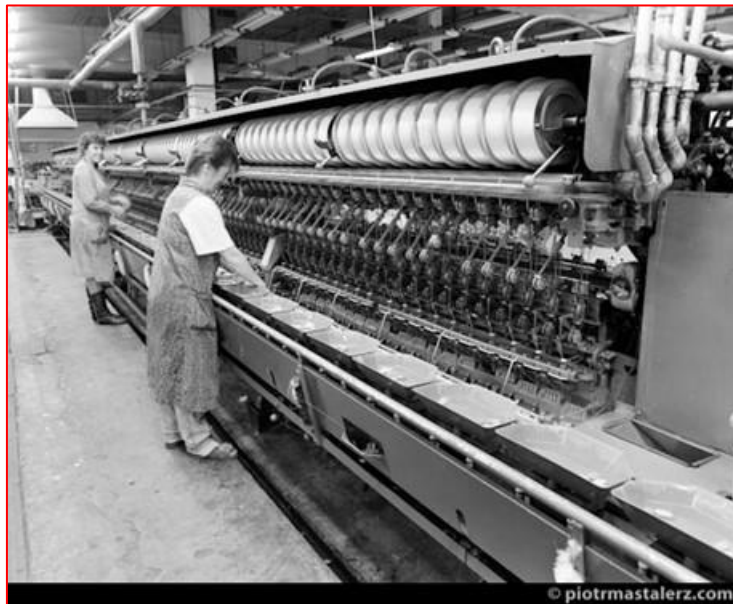
- higroskopijny,
- chłodny w dotyku, ale zatrzymuje ciepło,
- połysk,
- duża wytrzymałość,
- sprężystość,
- pali się powoli, małym, gasnącym płomieniem



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.

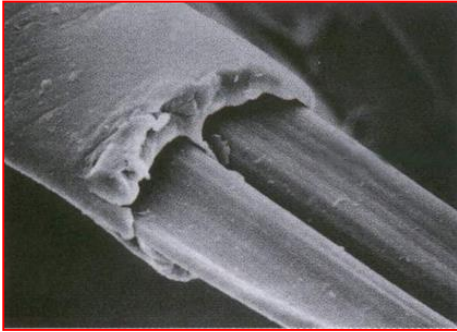
→ **Jedwabniki transgeniczne:**

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



→ **DNJ (1-deoxynojirimycyna)**
Wielonienasycone kwasy tłuszczowe

Białka bioaktywne włókna

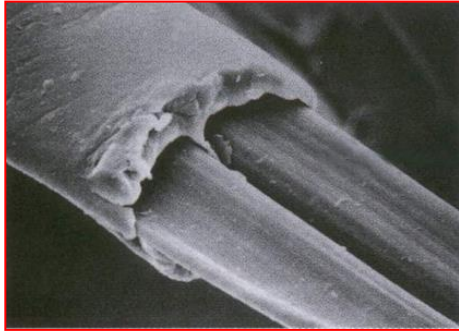


FIBROINA:

- ❖ 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.



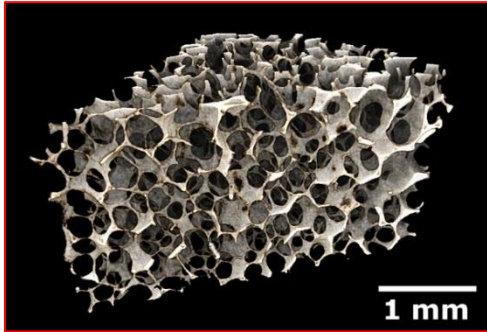
Białka bioaktywne włókna



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 γ),
- ❖ brak reakcji alergicznej, odpowiedzi immunologicznej i stanów zapalnych w organizmie człowieka.

Biomateriały fibroinowe



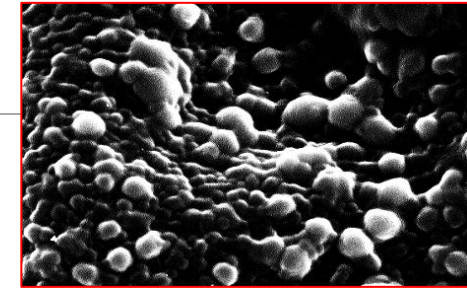
Rusztowanie jedwabne



Płytkę podniebienną



Gąbka jedwabna



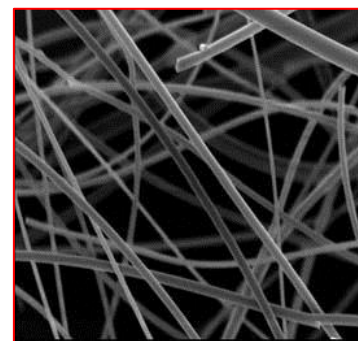
Mikrokapsuły



Śruby jedwabne



Film jedwabny



Włókna jedwabne

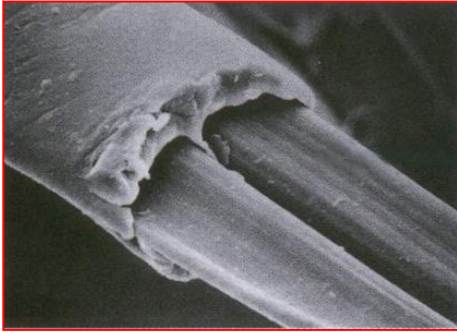


Naczynia jedwabne



Śruby ortopedyczne

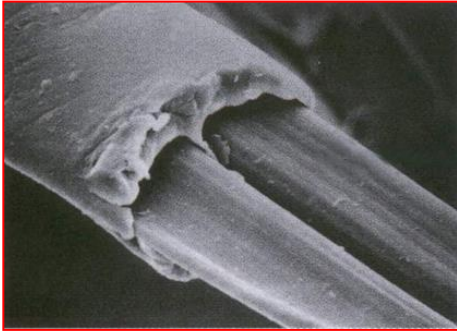
Białka bioaktywne włókna



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

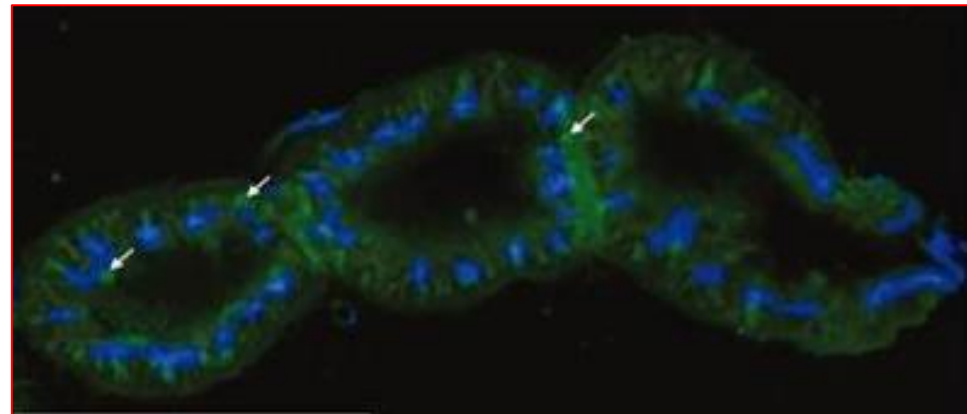


SERYCYNA:

- ❖ 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 i innych białek (białka bioaktywne w zastosowaniu terapeutycznym).

Białka w hemolimfie larw

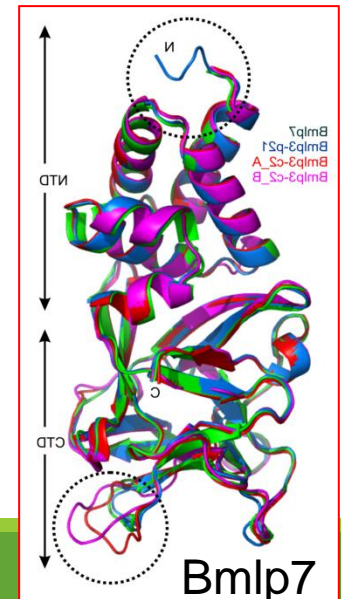
- ❖ 241-298 protein,
- ❖ zaledwie 61 jest przebadanych i ulokowanych w Protein Data Bank (PDB),
- ❖ białka zapasowe SP1, SP2, SP3 (500 kDa) – magazyn N, aminokwasów,
- ❖ lipoproteiny LPs (30 kDa) – 46 genów LPs.



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.



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, kwasy tłuszczowe wielonienasycone),
- 2) włókna jedwabnego (tkaniny, materiały opatrunkowe, biomateriały),
- 3) surowca do produkcji paszy,
- 4) nawozu organicznego, biomasy rolniczej, substratu do produkcji biogazu.





Dziękuję za uwagę