

Kauer K., Nöges M., Rebane J., Tampere M., Loit E., 2014 – The impact of activated carbon on NO₃--N, NH₄+--N, P and K leaching in relation to fertilizer use. *European Journal of Soil Science* 65, 120-127. 17. Raquez J. M., Habibi Y., Murariu M., Dubois P., 2013 – Polylactide (PLA)-based nanocomposites. *Progress in Polymer Science* 38, 1504-1542. 18. Ramos C., 1996 – Effect of agricultural practices on the nitrogen losses to the environment. *Environmental Quality and Fertility* 355-361. 19. Ragaišienė A., Rusinavičiūtė J., Milašienė D., Ivanauskas R., 2016 – Comparison of Selected Chemical Properties of Fibres from Different Breeds of Dogs and German Blackface Sheep. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 5 (119): 21-28. 20. Sabir M., Zia-ur-Rehman M., Hakeem K. R., Saifullah., 2015 – Phytoremediation of Metal-Contaminated Soils Using Organic Amendments: Prospects and Challenges. *Prospects*

and Challenges. *Soil Remediation and Plants: Prospects and Challenges*. 21. Shand C., 2007 – Plant Nutrition for Food Security. *A Guide for Integrated Nutrient Management*. By R.N. Roy, A. Finck, G.J. Blair and H.L.S. Tandon. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (2006), pp. 348., ISBN 92-5-105490-8. *Experimental Agriculture* vol. 43. 22. Shaviv A., Raban S., Zaidel E., 2003 – Modeling controlled nutrient release from polymer coated fertilizers: Diffusion release from single granules. *Environmental Science & Technology* 37, 2251-2256. 23. Shen Y., Wang H., Weikun L., Zijun L., Yuhua L., Hongliang W., Jingjing L., 2020 – Synthesis and characterization of double-network hydrogels based on sodium alginate and halloysite for slow release fertilizers. *International Journal of Biological Macromolecules* 164, 557-565.

Perspektywy i kierunki rozwoju hodowli jedwabnika morwowego (*Bombyx mori* L.)

Joanna Grześkowiak, Małgorzata Łochyńska

Institut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu – Państwowy Instytut Badawczy
Pracownia Hodowli Jedwabnika Morwowego i Uprawy Morwy

Początki jedwabnictwa i rozwój na świecie

Jedwabnictwo narodziło się w antycznych Chinach, a sztuka hodowli jedwabników i wytwarzania jedwabiu była tajemnicą pilnie strzeżoną przez setki lat. Chiny sprzedawały wyłącznie gotowe tkaniny, co sprawiło, że bardzo długo pozostawały monopolistami w produkcji jedwabiu [13]. Z Chin jedwabnictwo rozprzestrzeniło się do Japonii, a stamtąd do Indii. Najwcześniejsze doniesienia o europejskich hodowlach jedwabników i rozwijaniu oprzędów pochodzą z VIII i IX wieku. Pierwszym europejskim potentatem przemysłu jedwabnego była Hiszpania, która pozostawała głównym dostawcą jedwabnych tkanin dla krajów basenu Morza Śródziemnego przez blisko 300 lat [23]. Z Hiszpanii jedwabnictwo dotarło do Włoch, które w połowie XV wieku zajmowały pierwsze miejsce na świecie pod względem ilości produkowanych jedwabnych tkanin. Z Włoch dotarło do Francji, która szczyt rozwoju jedwabnictwa osiągnęła w połowie XIX wieku. Kres rozwojowi francuskich hodowli położyła epizootia gąsienic jedwabnika wywołana przez pierwotniaka *Nosema bombycis*. Z Francji jedwabnictwo dotarło do Austrii, Niemiec, Szwajcarii i Polski [19]. Jednak w żadnym z tych krajów nie osiągnęło takiego rozkwitu jak wcześniej w Hiszpanii, we Włoszech i Francji.

Historia jedwabnictwa w Polsce

Pierwsze wzmianki dotyczące hodowli jedwabnika morwowego w Polsce pochodzą z roku 1659, kiedy to został opublikowany artykuł autorstwa Żyźnowskiego dotyczący uprawy morwy białej oraz hodowli jedwabnika morwowego w miejscowości Brody [23]. Jednak dopiero w XIX wieku Jan Nepomucen Kurowski napisał trzypięciotomowe dzieło, pt. „O potrzebie i możliwości zaprowadzenia w naszym kraju jedwabnictwa”. Jest to opracowanie dotyczące biologii i fizjologii jedwabnika morwowego, hodowli owada oraz pozyskiwania jedwabiu. W dziele poruszone zostały także kwestie związane z uprawą morwy białej [23]. W Polsce powstawały kolejne Towarzystwa oraz Spółki zajmujące się jedwabnictwem, jednak bez większych sukcesów. Działalność powyższych przyczyniła się jednak do poszerzenia obszarów uprawy morwy [7]. Za niewątpliwych pionierów jedwabnictwa w Polsce uchodzi zdecydowanie rodzeństwo Stanisławy i Henryka Witaczków, którzy w 1924 roku utworzyli w Milanówku Centralną Doświadczalną Stację Jedwabniczą (CDSJ) [23, 25]. Działania Witaczków skupiały się na popularyzacji jedwabnictwa, organizacji szkoleń oraz tworzeniu instrukcji dla hodowców. Ponadto opracowali technologię rozwijania kokonów, naturalnego barwienia jedwabiu oraz utworzyli skup kokonów, stanowiący rynek zbytu dla krajowych hodowców [7, 25]. Obecnie jedyna hodowla jedwabnika morwowego w Polsce prowadzona jest przez Pracownię Hodowli Jedwabnika i Uprawy Morwy działającą w Instytucie Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu – Państwowym Instytucie Badawczym (IWNiRZ-PIB). Podejmowane w IWNiRZ-PIB działania skupiają się zarówno na hodowli zachowawczej unikatowych w skali światowej polskich ras jedwabnika morwowego, jak i tworzeniu nowych mieszańców. Przedmiot zainteresowania naukowców stanowi także poszukiwanie innowacyjnych zastosowań dla surowców jedwabniczych oraz opracowywanie metod zagospodarowania odpadów hodowlanych. Całością podejmowanych działań ma na celu zachowanie unikatowej hodowli jedwabnika morwowego w Polsce oraz rewitalizację polskiego jedwabnictwa, które niegdyś stanowiło ważną gałąź polskiego rolnictwa [25].

Jedwabnik morwowy – biologia

Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.) jest przedstawicielem rodziny Bombycidae, rzędu Lepidoptera. To motyl nocny, na którego cykl rozwojowy składa się: 5 stadiów larwalnych (gąsienica), stadium poczwarki oraz imago – motyl. Pełny cykl rozwojowy trwa około 2 miesięcy [13]. Jaja jedwabnika (grena) są owalnego kształtu z charakterystycznymi wklęsnięciami po obu stronach i średnicy około 1,5 mm. Zazwyczaj jaja zapłodnione są koloru szarego, a niezapłodnione żółtego. Jednakże jest to cecha uzależniona od rasy. W okresie jesienno-zimowym zarodek przechodzi w stan diapauzy (uśpienia), który trwa około 10 miesięcy [19]. W czasie wylęgu wiosennego trwającego od 10 do 16 dni zarodek przechodzi 14 stadiów rozwojowych i przyjmuje postać larwy. Na 2-3 dni przed wylęgiem grena bieleje, co jest wynikiem oddzielenia się gąsienicy od skorupki jaja i powstania wolnej przestrzeni wypełnionej powietrzem [25]. Na dzień przed właściwym i masowym wylęgiem pojawia się, tzw. zwiad – kilka najstarszych larw. Stadium larwalne trwa w zależności od rasy i warunków hodowli od 22 do 35 dni i stanowi jedyne odżywiające się stadium w rozwoju jedwabnika. Larwy nie przyjmują pokarmu jedynie w okresie wzrostu, czyli linienia [13]. Wyłączną bazę pokarmową dla gąsienic jedwabnika stanowią liście morwy białej, ponieważ są to owady będące monofagami. Wzrost gąsienic jedwabnika jest bardzo szybki, z uwagi na fakt, że wzrastają od zaledwie 3 mm (pierwsze stadium larwalne) do 9 cm (piąte stadium larwalne). Ciało gąsienicy składa się z 12 segmentów – 3 tworzące tułów oraz 9 składających się na odwłok larwy. Głowa jest drobna i brązowa ściśle połączona z tułowiem. Przy aparacie gębowym typu gryzącego umiejscowionych jest 6 par pojedynczych oczu, umożliwiających gąsienicy widzenie na odległość około 2 cm. Segmenty tułowa zaopatrzone są w trzy pary drobnych odnóży, segmenty odwłoka (6-9) posiadają przynóżki natomiast ostatni (12), wyposażony jest w posuwki. Zarówno przynóżki, jak i posuwki wyposażone są w haczyki i przyłgi, dzięki którym gąsienice przymocowują się do podłoża. Jest to niezmiernie istotne w okresie linienia, kiedy to gąsienice zrzucają stary oskórek [13, 23].



Fot. 1. Gąsienice jedwabnika morwowego w V. stadium larwalnym – różnorodne zabarwienie oskórka w zależności od rasy (fot. J. Grześkowiak)

Proces linienia ułatwiają gruczoły Versona umiejscowione w naskórku [32]. Segment 11 wyposażony jest w kolec, zwany rożkiem. Kolec jest narządem szczątkowym, który w okresie życia jedwabników w środowisku naturalnym stanowił funkcje obronne wobec drapieżników. Po bokach segmentów, wzdłuż ciała gąsienicy umiejscowione są przetchlinki – otwory prowadzące do tchawek stanowiących organ oddychania [19, 25].

Wewnątrz ciała, po stronie brzusznej znajdują się gruczoły przędne, które uchodzą w przedniej części ciała przez tzw. kądzielnik [19]. Dojrzałe gąsienice (V. stadium larwalne) rozpoczynają proces oprzędzenia, czyli budowania kokonów. Zawijanie oprzędu odbywa się od środka, a w czasie jego powstawania gąsienica wykonuje około 350 000 ósemkowatych ruchów głową. Kokon, zbudowany z jednej nici jedwabnej, której długość waha się od 500 do 3500 m, składa się z 3 warstw: zewnętrznej (opłat), środkowej (rozwijalnej) oraz wewnętrznej (tzw. koszulka, warstwa nierozwijalna stanowiąca odpad) [11]. Kokon stanowi dla gąsienicy miejsce przepoczwarczenia się, a później dla poczwarki ochronę przed niekorzystnymi warunkami środowiskowymi oraz drapieżnikami [5]. Zarówno zabarwienie, jak i kształt kokonu są cechami uzależnionymi od rasy. Najczęściej występującym włóknem jest białe, niemniej obserwowane są włókna o różnorodnym zabarwieniu od beżowego przez żółte aż do różowego i fioletowego. Kolory włókna są wynikiem selekcji naturalnej bądź dodatku barwnika do paszy [25].

W kokonie gąsienica przechodzi ostatnie linienie i przeobraża się w poczwarkę. W czasie przeobrażenia, ciało gąsienicy ulega skróceniu, a narządy wewnętrzne rozpuszczeniu, stanowiąc budulec dla narządów motyla [9]. Widoczne stają się zarysy skrzydeł, duże oczy złożone oraz czułki. U poczwarek zaznaczony jest dymorfizm płciowy. Poczwarki żeńskie są większe i krępe oraz posiadają na 8 segmencie odwłoka widoczną pionową linię. Z kolei poczwarki samców są smukłe i mniejsze w porównaniu z żeńskimi i posiadają na 9 segmencie wyraźnie zaznaczoną kropkę [25]. Poczwarki są bogatym źródłem białka oraz cennych kwasów tłuszczowych [37]. Po około 2 tygodniach z kokonów wydostają się motyle. Aby wydostać się z kokonu, motyle wydzielają przez otwór gębowy płyn o odczynie zasadowym, który rozpuszcza białka jedwabne. Bezpośrednio po wyjściu z kokonu motyle prostują skrzydła i przystępują do kopulacji [40]. Motyle charakteryzują się białawym zabarwieniem, długością ciała oscylującą w granicach 2 cm, silnym owłosieniem oraz wyraźnie zaznaczonym dymorfizmem płciowym. Motyle jedwabnika są nielo-



Fot. 2. Gąsienica jedwabnika morwowego budująca oprzęd (fot. J. Grześkowiak)

tami, a rozpiętość ich skrzydeł waha się od 3 do 4 cm [13]. Samice jedwabnika są większe, posiadają wąskie czułki oraz odwłok wyposażony w gruczoły wonne wydzielające feromon zwany bombikolem, który jest wyczuwalny dla samca z odległości nawet 10 km [32]. Z kolei samce – smuklejsze i mniejsze posiadają grzebieniaste czułki, a ich odwłok zakończony jest haczykami, za pomocą których przyczepiają się w czasie kopulacji do odwłoka samicy. Kopulacja trwa około 3 godzin [19]. Po kopulacji samica składa jaja, z których wylęgnie się kolejne pokolenie larw. Liczba jaj w jednym złożu waha się od 600 do 700. Motyle pozbawione są aparatu gębowego, w postaci charakterystycznej trąbki, ponieważ nie pobierają pokarmu [9].

Hodowla jedwabnika morwowego

Hodowla jedwabnika może być prowadzona celem pozyskania kokonów albo materiału grenarskiego (jaj). Założenie hodowli jedwabnika morwowego wymaga wcześniejszego przygotowania odpowiedniego pomieszczenia oraz sprzętu. Pomieszczenie powinno zostać wypo-



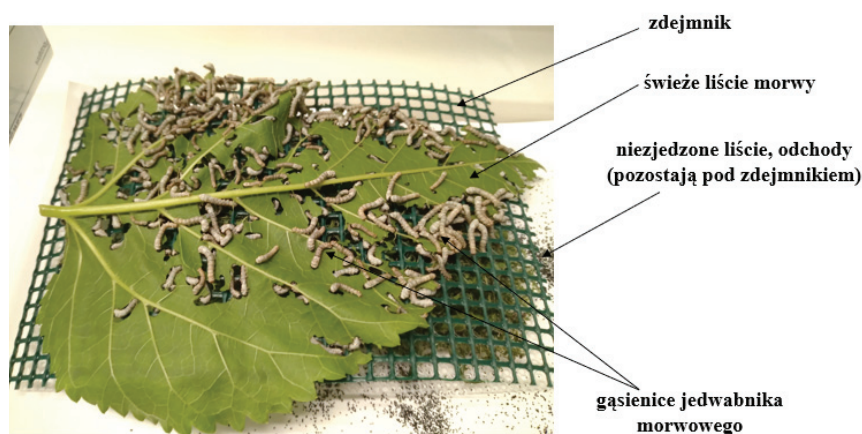
Fot. 3. Kopulacja motyli jedwabnika morwowego (fot. J. Grześkowiak)

sażone w klimatyzator z funkcją grzania i chłodzenia celem zapewnienia optymalnej temperatury oraz nawilżacz powietrza do utrzymania odpowiedniej wilgotności [25]. Stały monitoring parametrów jest konieczny z uwagi na fakt zapewnienia odpowiednich warunków w poszczególnych stadiach rozwojowych owada. Pomieszczenie dostosowane do hodowli jedwabnika nazywane jest wychowalnią. Przy planowaniu hodowli należy uwzględnić ilość owadów do powierzchni pomieszczenia, aby zapobiec ich przegęszczeniu [11, 19]. Dane literaturowe wskazują na konieczność zapewnienia 3 m³ na każdy gram greny. Przykładowo, hodowla prowadzona z 25 gramów greny wymaga zapewnienia wychowalni o 5,5 m długości, 5 m szerokości oraz 2,8 wysokości [11]. Do hodowli jedwabnika niezbędny jest sprzęt hodowlany – etażerki wyposażone w półki (metalowe lub drewniane), zdejmniki (wytwarzane z siatek ogrodniczych o różnych wymiarach oczek, w zależności od wielkości gąsienic), oprzędniki oraz deski do wymotylenia [25].



Fot. 4. Przykładowe pomieszczenie do hodowli jedwabników – wychowalnia (fot. J. Grześkowiak)

Oprócz specjalistycznego sprzętu dedykowanego do hodowli jedwabników niezbędny jest zakup środków do utrzymania czystości w wychowalni z uwagi na podatność gąsienic na choroby [10]. Bez względu na cel prowadzonej hodowli rozpoczyna się ona od wylęgu greny (jaj). Inkubacja greny trwa od 6 do 10 dni. Należy wówczas utrzymywać temperaturę 26-27°C oraz wilgotność oscylującą w granicach od 60 do 70%. Grena powinna być ułożona w pudełkach wyścielanych papierem. Sygnałem informującym o zbliżającym się wylęgu jest bieleńie greny. Po wylęgu gąsienic od razu następuje ich karmienie – wyłącznie liśćmi morwy białej [34]. Zgodnie z rekomendacjami dla hodowców, karmienie larw powinno rozpoczynać się od szczytowych liści, a w miarę rozwoju gąsienic ich dieta powinna być wzbogacana w starsze liście. Jest to konieczne ze względu na małe aparaty gębowe młodych gąsienic, które nie są w stanie odżywiać się dojrzałymi, twardymi liśćmi morwy [11, 19]. Przeniesienie gąsienic z pudełka do wylęgu na



Rys. 1. Prawidłowe użytkowanie zdejmników w codziennym sprzątanu – opracowanie własne

etażerkę następuje poprzez pierwsze karmienie. Na gąsienicach należy umieścić zdejmnik z liśćmi i pozostawić na około dwie godziny. Po tym czasie larwy przejdą na wierzch liści, co umożliwi ich przeniesienie na docelowe miejsce hodowli – etażerkę. Wykorzystanie zdejmników w codziennej hodowli umożliwi utrzymanie w czystości etażerek [11]. Codziennie rano, z wyjątkiem okresów linienia na gąsienicach umieszcza się zdejmniki, a na nich świeże liście. Kiedy gąsienice znajdują się na liściach, możliwe jest usunięcie zabrudzonego papieru i odchodów. Po wyłożeniu półek etażerek czystym papierem umieszcza się na nich ponownie gąsienice (rys. 1).

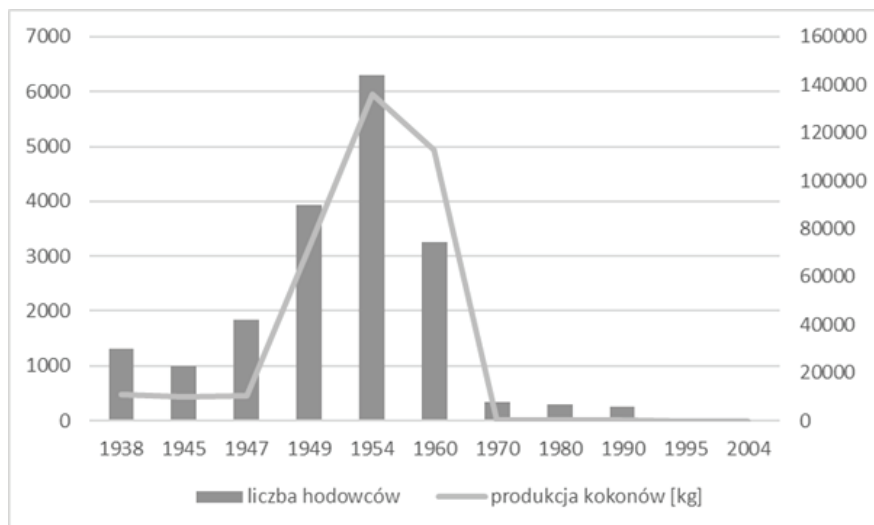
Od pierwszego do czwartego okresu larwalnego zalecane jest 6 karmień na dobę, natomiast w V. stadium larwalnym rekomendowane jest zapewnienie gąsienicom stałego dostępu do pożywienia w ciągu doby [25]. Przy zakładaniu hodowli jedwabnika należy wziąć pod uwagę konieczność zapewnienia owadom odpowiedniej ilości liści morwy oraz liczby pracowników dostosowanej zarówno do prac hodowlanych, jak i zaopatrywania hodowli w liście [40]. Z punktu widzenia hodowcy, niezwykle istotnym okresem w rozwoju jedwabników jest linienie. Na cykl rozwojowy jedwabników przypadają cztery okresy linienia, w czasie których gąsienice przyczepiają się do podłoża, aby zrzucić stary oskórek. Liniejące gąsienice charakteryzują się mniejszą ruchliwością, zaprzestaniem żerowania oraz pęknięciem oskórka na głowie w kształcie trójkąta. W okresie linienia należy zaprzestać zarówno karmienia, jak i sprzątanu [25]. Pod koniec piątego okresu larwalnego (zazwyczaj 9-12 dni po ostatnim linieniu) gąsienice rozpoczynają proces oprzędzania, czyli zawijania oprzędów [4]. Konieczne jest wówczas założenie oprzędników. Sygnałem do zbliżającego się początku oprzędzania jest żółtawe zabarwienie oskórka, wyraźnie widoczne naczynie krwionośne pompujące hemolimfę oraz zaprzestanie żerowania. Oprzędniki powinny zostać założone w taki sposób, aby umożliwić każdej z gąsienic wystarczającą przestrzeń do zawinięcia oprzędu. Zastosowanie oprzędników umożliwi uzyskanie kokonów o regularnych kształtach, co jest niezwykle istotne przy automatycznym

rozmotywaniu kokonów [7]. W czasie oprzędzania zakazane jest demontowanie oprzędników, dlatego wszelkie zanieczyszczenia należy usuwać ręcznie. Zbiór kokonów rozpoczyna się około 8 dni od momentu początku oprzędzania przez większą część gąsienic. Kokony nie mogą pozostawać na oprzędnikach dłużej niż 12 dni, ponieważ spowoduje to wydostawanie się motyli z kokonów, co prowadzi do przerwania ciągłości nici i braku możliwości jej wykorzystania w przemyśle włókienniczym [18]. Zbiór kokonów dokonuje się poprzez ściągnięcie kokonów z oprzędników oraz pozbawienie ich oplątu – luźnej waty znajdującej się na powierzchni. Kolejne kroki podejmowanych działań są

uzależnione od kierunku prowadzenia hodowli. W przypadku hodowli prowadzonej celem pozyskania kokonów należy poddać je zamrażaniu – procesowi uśmiercenia poczwarki znajdującej się wewnątrz kokonu poprzez poddanie ich działaniu wysokiej temperatury (70-80°C) [36]. W ten sposób cykl życiowy jedwabnika zostaje przerwany, co uniemożliwia wydostanie się motyla i uszkodzenie cennej jedwabnej nici. Uzyskane w ten sposób kokony znajdują zastosowanie w przemyśle włókienniczym, po wcześniejszym rozwinięciu, bądź kosmetycznym do produkcji kosmetyków opartych na bazie protein jedwabnych [3, 8]. W przypadku hodowli prowadzonej na cele grenarskie związane z pozyskaniem jaj jedwabnika do przyszłorocznego wylęgu, należy dopuścić do wydostania się motyli z kokonów i pozwolić na swobodne łączenie się w pary. Po kopulacji trwającej około 3 godziny, samice powinny zostać przeniesione na arkusz papieru i zakryte pojemnikiem [40]. Umożliwi to uzyskanie ziół jaj, które po przechowaniu w odpowiednich warunkach w okresie jesienno-zimowym posłużą do założenia hodowli w kolejnym roku.

Perspektywy rozwoju hodowli jedwabnika w Polsce

Z historycznego punktu widzenia jedwabnictwo jest wraz z pierwszą świadomą hodowlą owada prowadzoną przez człowieka [8]. Powszechnie znane są związki człowieka z owadami użytkowymi, którego przejawem są prowadzone, także współcześnie hodowle owadów [3]. Z uwagi na możliwości wielokierunkowego wykorzystania jedwabnika morwowego oraz surowców jedwabniczych jest on przedmiotem badań prowadzonych w ramach entomologii stosowanej [1, 39]. Jedwabnictwo, dawniej bardzo popularne w Polsce, praktycznie upadło wraz z zakończeniem działalności jedyne go krajowego skupu kokonów [7]. Utrata rynku zbytu dla wyprodukowanego surowca (kokonów) spowodowała stopniowy spadek, a w konsekwencji całkowity zanik hodowli jedwabnika morwowego w Polsce (rys. 2). Dotychczasowi producenci z uwagi na brak możliwości sprzedaży wyprodukowanych kokonów zaniechali hodowli jedwabników.



Rys. 2. Liczba hodowców jedwabników oraz produkcja kokonów w Polsce w latach 1938-2004 (opracowanie własne na podst. Czapllicki, Gliścińska 2020)

Z uwagi na wysokie ceny odzieży jedwabnej konsumenci zaczęli wybierać odzież z powszechnie dostępnej oraz tańszej bawełny i włókien syntetycznych. Obecnie poza Instytutem Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu – Państwowym Instytutem Badawczym brak jest innych hodowli jedwabnika morwowego w Polsce. Jednym z priorytetowych zadań Instytutu jest rewitalizacja polskiego jedwabnictwa. Z danych statystycznych wynika, że w Polsce rokrocznie wzrasta zainteresowanie hodowlą owadów użytkowych, głównie pszczoły miodnej (*Apis mellifera* L.) jest to optymistyczny trend, który można wykorzystać w procesie rewitalizacji polskiego jedwabnictwa [31]. Założenia rewitalizacji zakładają rozpoczęcie prac od zachęcenia rolników oraz innych potencjalnych hodowców do nasadzeń morwy białej. Jednym z niezbędnych wymogów do prowadzenia hodowli jedwabnika morwowego jest zapewnienie odpowiedniej bazy pokarmowej dla gąsienic [34]. Drzewa morwowe można zacząć wykorzystywać do celów związanych z hodowlą jedwabnika morwowego po upływie 4 lat od nasadzenia [25]. Oczywiście, istnieje możliwość sadzenia starszych sadzonek, które będą mogły być użytkowane wcześniej na cele hodowlane. Na uwagę zasługuje fakt, że założenie plantacji morwy wiąże się nie tylko z zapewnieniem pożywienia gąsienicom jedwabnika morwowego, ale także może stanowić źródło licznych surowców, których sprzedaż bądź wykorzystanie mogą stanowić dla plantatora dodatkowe źródło dochodu [28]. Niezwykle istotnym pozostaje fakt, iż w latach 50. została wyselekcjonowana polska odmiana morwy białej – „Żółwińska wielkolistna”, która charakteryzuje się dużymi blaszkami liściowymi oraz szybkimi przyrostami, co jest niezmiernie istotne z punktu widzenia hodowców jedwabników [26]. Powszechnie znane jest wykorzystanie liści morwy w przemyśle zielarskim z uwagi na zawartość wielu cennych mikro- i makroelementów oraz substancji o działaniu prozdrowotnym [16]. Ponadto owoce stanowią bogate źródło witamin i są doskonałym substratem do tworzenia przetworów oraz nalewek. Istnieje także możliwość wykorzystania morwy

jako rośliny energetycznej, z uwagi na jej wysoką wartość opałową. Znane jest także zastosowanie drewna morwowego do wyrobu mebli, z uwagi na łatwość w przyjmowaniu polityry [28]. Kolejnym krokiem, mającym na celu odbudowę polskiego jedwabnictwa jest utworzenie skupu kokonów, który stanowiłby rynek zbytu dla surowca wyprodukowanego przez krajowych hodowców jedwabników. Kokony jedwabnika stanowią źródło nie tylko włókna jedwabnego, ale także białek jedwabnych [2, 24, 30, 35] wchodzących w jego skład – serycyny i fibroiny, które znajdują zastosowanie zarówno w farmacji [6, 21], medycynie [17, 22] bioinżynierii [20] jak i przemyśle kosmetycznym [12, 14]. Dotychczas podjęte działania do-

prowadziły do wpisania jedwabnika morwowego na listę zwierząt hodowlanych [38] oraz uwzględnienia w wykazie zawodów hodowcy jedwabnika [33]. To ważne kroki w kierunku odbudowy jedwabnictwa w Polsce. Niemniej, czynnikiem, który mógłby przyspieszyć ten proces, niewątpliwie byłoby objęcie hodowców programem dopłat unijnych. Obecnie prace zmierzające w kierunku rozwoju polskiego jedwabnictwa toczą się wielotorowo i obejmują nie tylko spotkania i szkolenia dla potencjalnych hodowców oraz rolników, ale także prace nad tworzeniem mieszańców jedwabników, które umożliwią ich hodowlę na skalę przemysłową (wyższa odporność na patogeny, większe kokony o lepszej jakości włókna). Hodowla jedwabników jest procesem całkowicie ekologicznym, umożliwiającym zagospodarowanie wszelkich odpadów powstających w jej trakcie bez obciążania środowiska naturalnego [27, 29], zatem idealnie wpisuje się w nurt rolnictwa ekologicznego, które rozwija się bardzo szybko w Polsce [15] i może stanowić, tak jak niegdyś ważną gałąź polskiego rolnictwa, a także przemysłu poprzez liczne możliwości zastosowania w różnych gałęziach gospodarki.

Praca powstała w ramach realizacji SPUB Jedwabniki – Prowadzenie i utrzymanie unikatowej hodowli polskich ras jedwabnika morwowego (decyzja nr 11/E-198/SPUB/SN/2019.

Literatura: 1. Banaszak J., 1996 – Owady ekonomicznie ważne, czyli o entomologii stosowanej. Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Bydgoszczy 12, 121-146. 2. Banno Y., Shimada T., Kajjura Z., Sezutsu H., 2010 – The silkworm – an attractive bioresource. Experimental Animals Journal 59 (2), 139-146. 3. Boczek J., 1990 – Owady i ludzie. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. 4. Boczek J., 2006 – Jedwab i jedwabnik. Wszechświat 107, 10-12, 256-60. 5. Boczek J., 2014 – Jedwab i jego funkcje w życiu owadów, roztoczy i pajaków. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego 1, 75-84. 6. Cao T.T., Zhang Y.Q., 2016 – Processing and characterization of silk sericin from Bombyx mori and its application in biomaterials and biomedicines. Materials Science and Engineering

- 61, 940-952. **7. Czaplicki Z., Gliścińska E.**, 2020 – Rozwój hodowli i przetwórstwa jedwabiu naturalnego w Polsce. *Przegląd Włókienniczy* 12, 24-29. **8. Dziedzicka A.**, 1993 – Owady i człowiek. *Rocznik Naukowo-Dydaktyczny WSP w Krakowie. Prace Zoologiczne*, 166, VII, 13-19. **9. Frentzel J.**, 1986 – Wychów jedwabników morwowych. *Warszawskie Przedsiębiorstwo Obrotu Surowcami Włókienniczymi i Skórzanymi, Milanówek*, pp 203. **10. Gani M., Chouhan S.C., Kumar R., Ahmad M.N., Ghosh M.K.**, 2018 – Silkworm diseases and their management. <https://www.researchgate.net/publication/328043633>. **11. Golański K.**, 1957 – Poradnik chowu jedwabników. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, pp 192. **12. Gorouhi F., Maibach H.I.**, 2009 – Role of topical peptides in preventing or treating aged skin. *International Journal of Cosmetic Science* 31, 327-345. **13. Grześkowiak J., Łochyńska M.**, 2017 – Jedwabnik morwowy (*Bombyx mori* L.) – znany owad o nieznanym potencjale. *Wiadomości Zootechniczne* 1, 101-105. **14. Grześkowiak J., Łochyńska M.**, 2017 – Proteiny jedwabne – sekret piękna. *Świat przemysłu kosmetycznego*. 2, 46-47. **15. Jarecki W., Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D.**, 2019 – Development of organic farming in Poland over the period 2004-2018. *Acta Agrophysica*, 26 (4), 23-30. **16. Jeszka M., Kobus-Cisowska J., Flaczyk E.**, 2009 – Liście morwy jako źródło naturalnych substancji biologicznie aktywnych. *Postępy Fitoterapii*, 3, 175-179. **17. Kapoor S., Kundu S.C.**, 2016 – Silk protein-based hydrogels: promising advanced materials for biomedical applications. *Acta Biomaterialia*, 31, 17-32. **18. Kłudkiewicz B., Grzelak K.**, 1993 – Białka jedwabiu *B. mori* – charakterystyka, biosynteza i regulacja ekspresji genów. *Postępy Biochemii*, 39 (2), 105-110. **19. Kopański R.**, 1955 – Jedwabnictwo. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, pp 339. **20. Kundu S.C., Dasha B.C., Dasha R., Kaplan D.L.**, – 2008 – Natural protective glue protein, sericin bioengineered by silkworms: potential for biomedical and biotechnological applications. *Progress in Polymer Science*, 33 (10), 998-1012. **21. Lamboni L., Gauthier M., Yang G., Wang Q.**, 2015 – Silk sericin: a versatile material for tissue engineering and drug delivery. *Biotechnology Advances* 33 (8), 1855-1867. **22. Lawrence B.D.**, 2014 – Processing of *Bombyx mori* silk for biomedical applications. [in]: *Silk biomaterials for tissue engineering and regenerative medicine*. S. Kundu (ed.), ISBN: 978-0-85709-699-9. **23. Łochyńska M.**, 2010 – History of sericulture in Poland. *Journal Natural Fibres* 7 (4), 334-337. **24. Łochyńska M.**, 2015 – The mulberry silkworm – A new source of bioactive proteins. *Journal of Agricultural Science and Technology* 5, 639-645. **25. Łochyńska M.**, 2016 – Poradnik hodowcy jedwabnika morwowego. Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich, Poznań, ISBN 978-83-928618-7-4. **26. Łochyńska M.**, 2018 – Yield improvement of white mulberry in Poland by modern cultivation measures. *EPRA International Journal of Research and Development* 3 (11), 103-109. **27. Łochyńska M., Frankowski J.**, 2021 – The effects of silkworm excrement organic fertilizer on the hemp yield. *Journal of Natural Fibers*. **28. Łochyńska M., Oleszak G.**, 2011 – Multi-use of the white mulberry (*Morus alba* L.). *Ecological Questions* 15, 91-95. **29. Manjunath R.N., Kumar A., Kumar K.P.A.**, 2020 – Utilisation of sericulture waste by employing possible approaches [In]: *Contaminants in Agriculture – Sources, Impacts and Management*. **30. Mondal M., Trivedy K., Kumar N.S.**, 2007 – The silk proteins, sericin and fibroin in silkworm, *Bombyx mori* L. – a review. *Caspian Journal of Environmental Sciences* 5 (2), 63-76. **31. Popowych A.**, 2019 – Gospodarstwo pszczelarskie jako forma przedsiębiorstwa rodzinnego: analiza społeczno-ekonomiczna. *Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie* 4, 69-78. **32. Riddiford L.M., Truman J.W.**, 1978 – *The Biochemistry of Insects*. New York: Academic Press. **33.** Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej w sprawie klasyfikacji zawodów i specjalności na potrzeby rynku pracy oraz zakresu jej stosowania (Dz. U. 2018 poz. 227). **34. Sanchez M.D.**, 2002 – World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding [In]: *Mulberry for animal production*, FAO Rome, pp. 1-10. **35. Sprange K.U.**, 1975 – The *Bombyx mori* silk proteins: characterization of large polypeptides. *Biochemistry* 14, 5, 925-931. **36. Thangavel K., Palaniswamy P.T., Kailappan R.**, 2010 – Studies on stifling and drying of cocoons for longer storage. *Drying Technology* 16, 369-375. **37. Tomotake H., Katagiri M., Yamato M.**, 2010 – Silkworm pupae (*Bombyx mori*) are new sources of high quality protein and lipid. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology* 56, 6, 446-448. **38.** Ustawa o organizacji hodowli i rozrodzie zwierząt gospodarskich z dnia 10 grudnia 2020 roku (Dz. U. 2021 poz. 36). **39. Wilkaniac B.** (red.) 2012 – *Entomologia stosowana*. ISBN 978-83-7160-681-6, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, pp 255. **40. Witaczek H., Witaczówna S.**, 1947 – O hodowli jedwabników. Państwowy Instytut Jedwabniczy.

Prospects and directions of development of mulberry silkworm (*Bombyx mori* L.) breeding

Summary

Poland has a rich silk tradition. Silkworm farming, once widespread, provided additional income for both farmers and city dwellers. The insect's short development cycle and the relatively simple breeding methods were factors increasing the number of breeders. Nowadays, the Polish silk industry requires thorough revitalization. New methods facilitating the breeding process, effective means of preventing the spread of disease among caterpillars, and new applications of silk raw materials provide the opportunity for renewed development of silk production in Poland. This is a multi-stage process, initially requiring efforts aimed at widespread plantings of mulberry, whose leaves are the sole source of food for mulberry silkworms. The multifaceted potential uses of both the raw materials obtained during breeding and its waste products make silk production an important branch of organic farming as well as other sectors of the economy – bioengineering, pharmacy, textiles, and the food and cosmetic industries.

KEY WORDS: sericulture, organic farming, revitalization of Polish sericulture, mulberry silkworm, white mulberry