

dowych. Osobniki takie wykazywały cechy przerasowania, niemal nawet degeneracji, czego wyrazem była zwłaszcza krótka partia trzewioczaski z przesadnie szczupaczym profilem kości nosowej, tak wklęsłym, że groziło to zakłóceniem prawidłowego przebiegu górnych dróg oddechowych. Stąd czytając dzieło Pani Profesor Chmiel, odbiorca ma pewność, że zapoznaje się z kompleksowym spojrzeniem na hodowlę koni czystej krwi arabskiej, nie zaś tylko z rejestrem typowo historycznym. Ukazanie trendów dominujących na pokazach, zmieniających się sytuacji – w tym różnorodnych preferencji, jeśli chodzi o selekcję i dobór do kojarzeń – jest ogromnym atutem tej książki. Ponadto niniejsza monografia zachwycą czymś, co w obecnych czasach staje się rzadkością – chodzi o szczegółowe i ze wszelkim miar wyczerpujące podejście do tematu. Trudno sobie wyobrazić, by nie skorzystać z wiadomości w niej zawartych, niezależnie od tego czy podchodzimy do hodowli koni arabskich bardziej z praktycznego, czy może raczej z naukowego pułapu. W książce tej bowiem, aspekty czysto praktyczne przenikają się – a może należałoby powiedzieć, iż w dużej mierze wynikają – ze spostrzeżeń wybitnego badacza i znawcy tej rasy koni, jakim jest Pani Profesor Chmiel. Do takich spostrzeżeń zaliczyć należy również przewidywanie przyszłości rysującej się dla koni arabskich, zwłaszcza w kontekście ich oceny jako koni użytkowanych wierzchowo. Szczególnie ich rola, jako rasy preferowanej w rajdach długodystansowych jest ukazana w monografii w sposób niezwykle ciekawy. Dzięki książce Pani Profesor Chmiel historia koni arabskich czystej krwi zyskuje tym bardziej na znaczeniu, że uświadamia jak ważną rolę odgrywają konie tej rasy w kontekście zarówno gospodarczym, jak i prestiżowym dla naszego kraju, a tym sa-



my stanowi godną kontynuację dzieła Pana Profesora Witolda Pruskiego.

Dr hab. Marcin Komosa, prof. UP w Poznaniu

Książkę można zamówić pod adresem:
promocja@nikidw.edu.pl

Możliwości zastosowania wełny owczej jako elementu kompozytu nawozowego

**Piotr Szatkowski¹, Katarzyna Suchorowiec¹,
Alina Tadla¹, Zuzanna Flis²,
Martyna Szatkowska¹, Edyta Molik²**

¹Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Biomateriałów
i Kompozytów

²Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Katedra Żywności,
Biotechnologii Zwierząt i Rybactwa

W związku ze wzrostem liczby ludności i zapotrzebowaniem na żywność jednym z priorytetów i wyzwań

współczesnej nauki jest zwiększenie efektywności produkcji. Szacuje się, że do 2050 roku liczba ludności na świecie osiągnie poziom 9,6 miliarda, a zapotrzebowanie na żywność wzrośnie nawet o 70% [6, 7]. Postępująca urbanizacja i industrializacja przyczyniają się do ograniczenia gruntów uprawnych. Zatem, aby sprostać rosnącym wymaganiom i zmaksymalizować produkcję żywności konieczne jest stosowanie nawozów. Taka strategia może jednak generować szkody dla środowiska i problemy zdrowotne konsumentów [23]. Mimo pojawiających się alternatywnych rozwiązań w postaci bionawozów (na bazie mikroorganizmów), nadal najbogatszym źródłem składników odżywczych są nawozy sztuczne. W trosce o środowisko i zdrowie konsumentów można pomyśleć o przygotowaniu materiału kompozytowego o osłonie z polimeru biodegradowalnego z dodatkiem włókien naturalnych (np. włókna wełnianego) [5]. Opracowanie nawozów sztucznych o spowolnionym lub kontrolowanym uwalnianiu składników pozwoli na utrzymanie odpowiedniego poziomu substancji odżywczych, a także poprawę efektywności ich działania [7, 23]. Składniki odżywcze, które mają bezpośredni wpływ na wzrost i rozwój roślin, pobierane są z wody, powietrza,

gleby i nawozów. Składnikami pobieranymi z wody i powietrza są węgiel, wodór i tlen. Pozostałe czternaście pierwiastków rośliny pobierają z gleby lub nawozów. Istotne znaczenie dla rozwoju roślin mają makroelementy stanowiące powyżej 0,1% ich suchej masy. Należą do nich azot, fosfor, potas, wapń, magnez i siarka, a najbardziej powszechnym i najważniejszym składnikiem odżywczym jest azot. Rośliny absorbują go w formie jonu azotanowego NO_3^- lub jonu amonowego NH_4^+ . Drugim pod względem zawartości w tkance roślinnej składnikiem jest potas. Bierze udział w procesie fotosyntezy oraz w działaniu ponad 60 enzymów. Warunkuje transport produktów fotosyntezy do organów spięchrzowych, czyli bulw, korzeni, owoców lub nasion. Reguluje gospodarkę wodną rośliny oraz zapewnia odporność na stres, szkodniki czy też choroby (tab. 1) [3, 21].

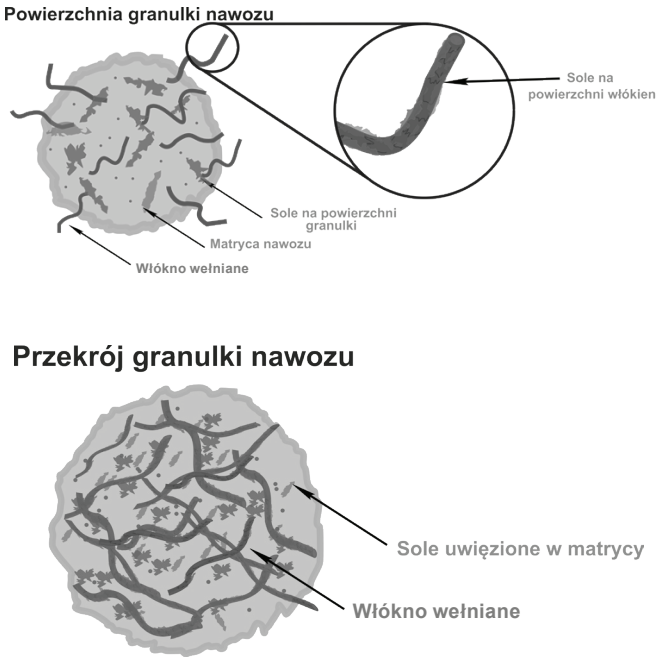
Intensyfikacja produkcji żywności niesie za sobą potrzebę stosowania dużej ilości różnego rodzaju nawozów. Jednak stosowanie tych środków w nadmiernych ilościach może powodować szkody w postaci eutrofizacji zbiorników wodnych (spowodowanej obecnością związków azotu i fosforu) czy też rozprzestrzeniania się glonów w wodach przybrzeżnych. Proces ten zachodzi w wyniku erozji, czyli wymywania i spływu nawozów z pól uprawnych. Szacuje się, że powszechne stosowanie nawozów sztucznych i pestycydów jest jednym z głównych czynników powodujących zanieczyszczenie wód [2, 8]. Według National Research Council ograniczenie stosowania środków o negatywnym wpływie na środowisko jest jednym z celów zrównoważonego rolnictwa [8, 10, 18]. Zatem skłania do poszukiwania nowoczesnych technologii wzbogacania komponentów nawozowych naturalnymi włóknami charakteryzującymi się dobrymi cechami hydrofobowymi i biodegradowalnymi.

Tabela 1
Zestawienie składników odżywczych i ich zawartości w roślinach [21]

Grupa substancji	Pierwiastek	Typowa zawartość w suchej masie rośliny
Makroelementy	Azot (N)	1,5%
	Potas (K)	1-5%
	Fosfor (P)	0,1-0,4%
	Wapń (Ca)	0,2-1,0%
	Magnez (Mg)	0,1-0,4%
	Siarka (S)	0,1-0,4%
Mikroelementy	Chlor (Cl)	0,2-2,0 %
	Miedź (Cu)	5-20 µg/g
	Bor (B)	6-60 µg/g
	Żelazo (Fe)	50-250 µg/g
	Mangan (Mn)	20-500 µg/g
	Molibden (Mo)	<1 µg/g
	Cynk (Zn)	21-150 µg/g

Projektowanie nawozów organicznych na bazie biopolimerów

Termin nawozy mineralne odnosi się do związków chemicznych (lub ich mieszanin), mających w swoim składzie pierwiastki odżywcze niezbędne do życia roślin, powstałe w wyniku przeróbki kopalin lub syntezy [4]. Wśród nawozów komercyjnych najczęściej stosowane są nawozy szybko działające (QRF), rozpuszczalne w wodzie. Taki preparat po zaaplikowaniu do gleby w bardzo krótkim czasie uwalnia wszystkie pierwiastki odżywcze. Oznacza to, że dostarczanie składników nie jest dopasowane do faktycznego zapotrzebowania roślin, które zmienia się w zależności od etapu rozwoju. Taki mechanizm jest niekorzystny dla roślin pod względem fizjologii i wzrostu oraz wykazuje negatywny wpływ na środowisko. Alternatywą dla nawozów szybko działających są nawozy, z których substancje odżywcze uwalniane są stopniowo. W obrębie tej grupy wyróżnia się nawozy o spowolnionym uwalnianiu (SFR – ang. slow release fertilizer) oraz nawozy o kontrolowanym uwalnianiu (CRF – ang. controlled-release fertilizers). Nawozy te zapewniają dużo większą efektywność wykorzystania składników odżywczych i zwiększenie plonów [7, 13, 21]. Dzięki inżynierii biomateriałowej można wypracować wiele metod umożliwiających kontrolę nad stopniem uwalniania składników z nawozów CRF (rys. 1). O szybkości uwalniania składników decydują właściwości fizyczne i chemiczne nawozu, tj. rodzaj oraz grubość otoczki, wielkość granul, porowatość otoczki oraz forma mikro i makroelementów. Istotne są również warunki środowiska, w którym stosuje się nawóz: temperatura gleby, wilgotność i pH gleby, a także obecność mikroorganizmów w glebie [16].



Rys. 1. Schemat powierzchni oraz wnętrza nawozu o spowolnionym uwalnianiu

W ramach polityki ochrony środowiska komponenty nawozowe dobiera się tak, aby spełniały swoje funkcje i nie wywierały negatywnego wpływu na ekosystem. W związku z tym coraz większą popularnością cieszą się nawozy będące w całości biodegradowalne, tj. takie, które w wyniku abiotycznych i biotycznych procesów ulegają mineralizacji biologicznej [17]. W procesie technologicznym projektowania otoczki nawozu ważne jest, aby były wykonane z polimerów, które szybko ulegają degradacji w warunkach glebowych. W celu przygotowania otoczek o odpowiednich właściwościach mechanicznych i fizykochemicznych projektuje się je w formie kompozytów [15, 20]. W przypadku projektowania otoczek nawozów CRF najczęściej stosuje się mikroenkapsulację, czyli kapsułkowanie – technika, polegająca na wytwarzaniu mikrokapsulek, które składają się z rdzenia i otoczki [11, 12]. Druga technika to powlekanie przez wytłaczanie – odbywa się ono w głowicy kątowej wytłaczarki lub tuż za nią. Przepływający przez nią polimer adhezyjnie łączy się z materiałem rdzenia, który porusza się ruchem prostoliniowym. Po przejściu przez dysze, pod wpływem chłodnego powietrza polimer zestala się i formuje wokół soli sztywne otoczki [21]. Kolejna metoda to natryskiwanie rdzenia roztworem polimeru – granulki rdzenia o dowolnej wielkości są wprowadzane w ruch w obracającym się bębnie i natryskiwane roztworem polimeru. Ciągła cyrkulacja ciepłego powietrza sprawia, że rozpuszczalnik odparowuje z naniesionej warstwy, a na granuli zostaje powłoka czystego polimeru [12]. Metody powlekania granul nawozowych mają wpływ na jakość otoczki, która decyduje o prawidłowym uwalnianiu się substancji. Dobrym powolnym uwalnianiem charakteryzują się w szczególności nawozy powlekane otoczkami na bazie biopolimerów [1, 22]. Na szybkość uwalniania składników odżywczych przez powłoki polimerowe ma wpływ wiele czynników, wśród których najważniejsze to:

- charakter polimeru (hydrofobowy lub hydrofilowy),
- stężenie polimeru w roztworze powlekającym,
- lepkość roztworu powlekającego,
- liczba warstw powłoki,
- metoda powlekania.

Ważnym elementem materiału kompozytowego jest charakter polimeru zwłaszcza hydrofobowość i hydrofilowość [9]. Włóknom naturalnym możliwym do zastosowania jako kompozyt nawozu CRF jest wełna owcza [14]. Na rynku polskim wełna owcza jest traktowana jako produkt problematyczny dla wielu gospodarstw. Wykorzystując cechy fizykochemiczne tego włókna, można je zastosować w projektowaniu biokompozytów. Zaletami stosowania wełny w kompozytach jest fakt, że ma wysoką temperaturę topnienia (500-600°C), ze względu na wysoką zawartość azotu około 16% [14]. W przypadku stosowania wełny jako elementu osnowy w nawozach CRF ważna jest higroskopijność. Wełna naturalnie ma zdolność wchłaniania wilgoci nawet do 33% masy. Użycie włókna wełnianego jako wzmocnienia w kompozycie może spowodować poprawę właściwości hydrofobowych nawozów CRF. Włókna naturalne powodują, że kompozyt jest biodegradowalny i bezpieczny dla środo-

wiska. Ważnymi cechami fizykochemicznymi wełny owczej, które można wykorzystać w projektowaniu osnowy kompozytu, jest grubość, wytrzymałość (czyli zdolność przeciwstawiania się sile rozrywającej), a także elastyczność co powoduje, że włókno jest zdolne powrócić po rozciągnięciu do stanu pierwotnego [19]. Termoplastyczność włókna, wytrzymałość na wysokie temperatury i higroskopijność wpływa korzystnie na wprowadzenie włókna wełny owczej do technologii wytwarzania biokompozytów nawozowych. W warunkach Polski możliwość zastosowania wełny jako elementu kompozytu może przyczynić się do poprawy sytuacji ekonomicznej gospodarstw. Szczególnie trudno jest zagospodarować wełnę mieszaną od polskich owiec górskich czy cakla podhalańskiego ze względu na grubość, sortyment wełny. Poszukiwanie alternatywnych rozwiązań może przyczynić się do rozwoju technologii wytwarzania nawozów biodegradowalnych, które wpisują się w strategię biogospodarki i zrównoważonego rozwoju.

Literatura: 1. **Azeem B., Kushaari K., Man Z.B., Basit A., Thanh T.H.**, 2014 – Review on materials & methods to produce controlled release coated urea fertilizer. *Journal. Control. Release* 181, 11-21. 2. **Ayoub A.T.**, 1999 – Fertilizers and the environment. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 55, 117-122. 3. **Barker A.V., Pilbeam D.J.**, 2007 – *Handbook of Plant Nutrition*. (Taylor&Francis, 2007). doi:10.1081/E-EDS-120022064. 4. **Bręś W.**, 2012 – *Żywnienie roślin ogrodnich*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. 5. **Deshmukh K., Basheer Ahmed M., Deshmukh R.R., Khadheer Pasha S.K., Chidambaram K., Pundlik Rambhau Bhagat.**, 2017 – Biopolymer Composites With High Dielectric Performance: Interface Engineering. in *Biopolymer Composites in Electronics* 27-128. 6. **El Assimi T., Lakbita O., Abdellatif E.I., Meziane M.K., Dahchour A., Beniazza R., Rachid Boulif R., Raihane M., Lahcini M.**, 2020 – Sustainable coating material based on chitosan-clay composite and paraffin wax for slow-release DAP fertilizer. *International Journal of Biological Macromolecules* 161, 492-502. 7. **Fertahi S., Ilsouk M., Zeroual Y., Ou-karroum A., Barakat A.**, 2021 – Recent trends in organic coating based on biopolymers and biomass for controlled and slow release fertilizers. *Journal Control. Release* 330, 341-361. 8. **Hagin J., Lowengart A.**, 1995 – Fertigation for minimizing environmental pollution by fertilizers. *Fertility Research* 43, 5-7. 9. **Johnson C.**, 2014 – Advances in Pretreatment and Clarification Technologies. in *Comprehensive Water Quality and Purification* 60-74. 10. **Láng I.**, 1995 – Nutrient cycling and sustainability. *Fertility Research* 43, 31-35. 11. **Lasoń E., Ogonowski J.**, 2010 – Kapsułkowanie – metoda immobilizacji materiałów bioaktywnych. *LAB Laboratoria. Aparatura. Badania* 15, 29-35. 12. **Ge L., Menghui Z., Fei X., Bo Y., Xiangyu L., Xiangxue M., Lesheng T., Fengying S., Youxin L.**, 2020 – Synthesis and Biological Application of Polylactic Acid. *Molecules* 25. doi:10.3390/molecules25215023. 13. **Liu G., Zotarelli L., Li Y., Dinkins D., Wang Q.**, 2014 – Controlled-Release and Slow-Release Fertilizers as Nutrient Management Tools. *University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences* 1-7. 14. **Molik E., Potocka A.**, 2019 – Wybrane zagadnienia związane z możliwością wykorzystania wełny owczej. *Przegląd Hodowlany* 3, 31-33. 15. **Paunonen S., Berthold F., Immonen K.**, 2020 – Poly(lactic acid)/pulp fiber composites: The effect of fiber surface modification and hydrothermal aging on viscoelastic and strength properties. *Journal of Applied Polymer Science* 137, 1-14 (2020). 16. **Raave H., Keres I.**,

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

Instytut 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 Żyznowskiego 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 arealów 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. Całość kształtu podejmowanych działań ma na celu zachowanie unikatowej hodowli jedwabnika morwowego w Polsce oraz rewitalizację polskiego jedwabnictwa, które niegdyś stanowiło ważną gałąź polskiego rolnictwa [25].