



**Paulina Pędziwiatr, Dawid Zawadzki**

**Koło naukowe „OKTAN”**

**Wydział „Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska”**

**Politechniki Łódzkiej**

**Opiekun naukowy: dr inż. Michał Tylman**

## **PROCES POZYSKIWANIA I OCZYSZCZANIA PRODUKTÓW PSZCZELICH**

*Ul to archetyp najsprawniej i najdłużej działającej fabryki, która od milionów lat nieprzerwanie dostarcza cennych i użytecznych produktów. Ze względu na różnorodność wytwarzanych dóbr, każdy wytwór pracy pszczelej wymaga specjalnych metod i technik, zarówno pozyskiwania jak i oczyszczania. Wiele czynników wpływa na jakość oraz trwałość nie tylko miodu, ale również wosku, propolisu czy pierzgi pszczelej. Urządzenia oraz procesy wykorzystywane w pszczelarstwie powinny być przyjazne dla środowiska oraz bezpieczne, zarówno dla pszczelarza, jak i samych pszczół. Zapoznanie się z podstawowymi procesami, takimi jak wirowanie, klarowanie, kremowanie, sterylizacja oraz parametrami reologicznymi produktów pszczelich, pozwala na projektowanie nowoczesnej aparatury pszczelarskiej, która może pomóc w zachowaniu dobrej kondycji rodzin pszczelich.*

### **WPROWADZENIE**

Pszczoła miodna stanowi jeden z filarów ekosystemu, dzięki któremu możliwe jest życie na Ziemi z relatywną obfitością i różnorodnością



pożywienia. Spośród 100 roślin uprawnych dostarczających 90% światowej produkcji żywności 70 jest zapylanych przez pszczoły<sup>[1]</sup>. Korzyści ekonomiczne wynikające z zapylania znacznie przewyższają wartość produkowanego miodu. Jednak zapylanie to tylko efekt uboczny pracy, którą wykonują w celu zebrania dostatecznej ilości pyłku i nektaru. Procesy pozyskiwania i oczyszczania wysokiej jakości produktów pszczelich wymagają użycia specjalnych metod, które udoskonalone technicznie mogą przyczynić się do produkcji miodu wysokiej jakości oraz poprawy kondycji zdrowotnej pszczół.

## **RÓŻNORODNOŚĆ PRODUKTÓW PSZCZELICH, METODY ICH POZYSKIWANIA I PRZETWARZANIA**

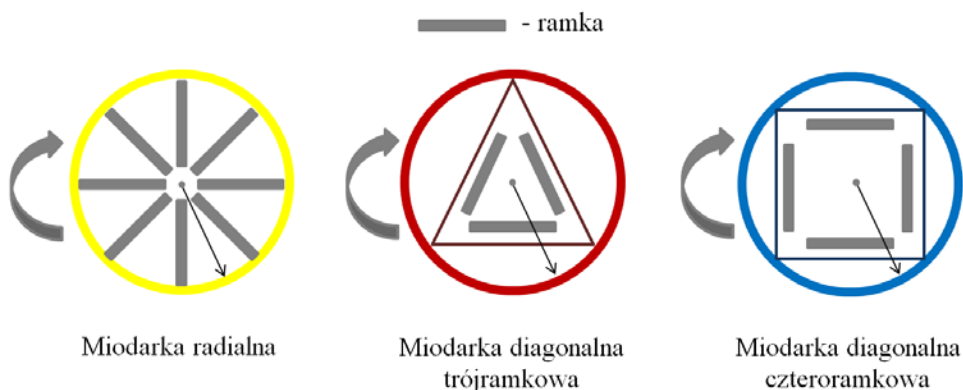
W ostatnich latach na rynku pojawiają się nowe technologie pszczelarstwa, usprawniające procesy wybierania i odpowietrzania miodu, klarownia i sterylizacji wosku oraz wytłaczania węzy pszczelej. Elektryczne wirówki, czujniki z systemem akwizycji danych, topiarki z wytwornicą pary oraz elektryczne podkurzaczki, zaczęły być wykorzystywane nie tylko w przemyśle pszczelarstwie, ale także w małych przydomowych pasiekach. Projektowanie nowoczesnej aparatury pszczelarstwa stanowi nie lada wyzwanie dla inżyniera, ze względu na zmienność parametrów mediów.

### **MIÓD**

Parametry reologiczne miodu zależą nie tylko od gatunku miodu i temperatury, ale również od ilości zanieczyszczeń czy dojrzałości miodu<sup>[2]</sup>. Lepkość miodu waha się od 2,652 do 2,914 mPa·s, przy zawartości suchej masy 81,1-86,4%<sup>[3]</sup>. Dużą lepkością charakteryzuje się miód gryczany, zwłaszcza w stadium krystalizacji. Natomiast miód wrzosowy jest zolem, który z postaci płynnej przechodzi w stan żelu (zjawisko tiksotropii). Dojrzały miód, znajduje się w zasklepionych komórkach, z których należy go wybrać. Do odsklepienia plastrów z miodem wykorzystuje się obok odsklepiaczy

widelcowych, również elektrycznie podgrzewane noże (metoda wykorzystywana do otrzymywania czystego wosku z zasklepków), heble oraz gorące powietrze (metoda szybka, brak możliwości odzysku wosku)<sup>[4]</sup>.

Miodarka (wirówka) to urządzenie do odwirowywania miodu z plastrów pszczelich. Wyróżnia się miodarki horoidalne (z tangensowym układem plastrów), radialne (z promienistym układem plastrów) oraz semiradialne (plastry ustawiane są w kasetach pod kątem mniejszym niż 90° do promienia wirnika.). W urządzeniach horoidalnych odwirowywana jest zawsze tylko jedna, leżąca na zewnątrz strona plastra, przez co konieczne jest ręczne obracanie plastrów w czasie wirowania. W miodarkach radialnych plastry natomiast są układane w gwiazdę (promieniście) co pozwala równocześnie opróżnić obie strony plastrów. Aby jednak uzyskać zadowalające efekty, potrzebne są duże średnice, ponieważ wtedy różnice pomiędzy siłami odśrodkowymi na wewnętrznej i zewnętrznej stronie plastra nie są tak duże, co umożliwia wypadanie miody z komórek. W miodarce semiradialnej podczas obracania się wirnika w jednym kierunku odwirowywana jest jedna strona plastra. Po zmianie kierunków obrotów, wahadłowo zamocowane kasety samoczynnie ustawiają się pod tym samym kątem, po przeciwnej stronie promieni i odwirowuje się druga strona plastra. Kosze miodarki semiradialnej mogą pomieścić 50 plastrów i więcej.



Rys. 1. Układ wirowanych ramek w zależności od typu miodarki<sup>[5]</sup>

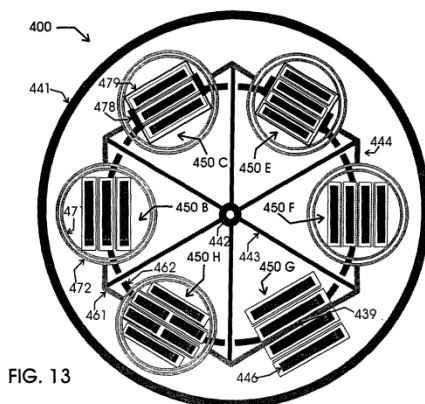


FIG. 13

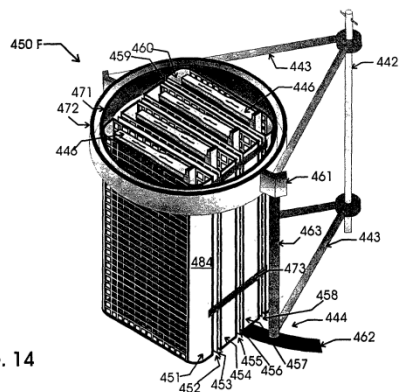
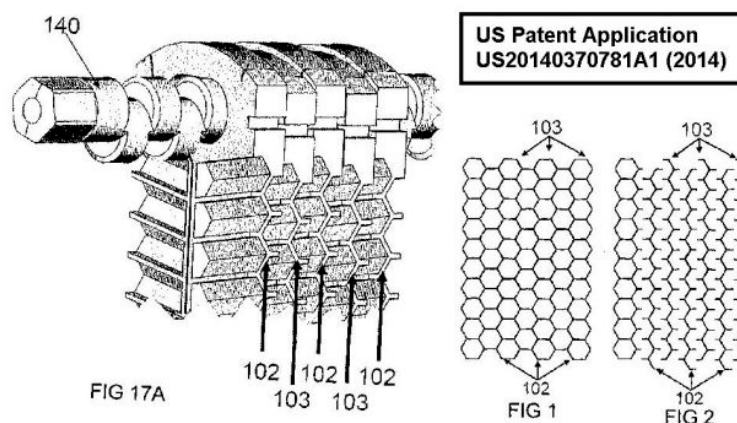


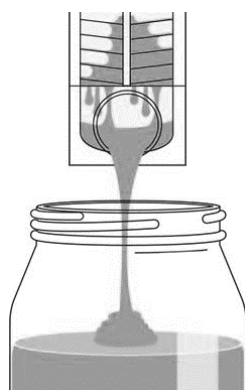
FIG. 14

Rys. 2. Schemat pracy miodarki semiradialnej<sup>[6]</sup>

Istnieją również nowoczesne metody wybierania miodu, które wymagają stosowania specjalnie skonstruowanych ramek lub całych uli. W 2015 roku pszczelarstwo zrewolucjonizował „FlowHive” czyli projekt ula, z którego miód uzyskuje się przekręcając kurek. Sekret tkwi w ruchomych ramkach oraz przesuwanych plastrach miodu. Za pomocą specjalnego klucza można przesunąć ruchome części ścianek o połowę wysokości komórki. Podczas przesunięcia, zasklepiene komórki otwierają się i tworzą kanały, którymi sływa miód<sup>[7]</sup>. Dzięki temu wynalazkowi, możliwe jest wybieranie miodu z zamkniętych uli, co sprawia że ochronne kombinezony oraz podkurzacze nie są potrzebne. Ściany komórek wykonane są ze specjalnego, nietoksycznego plastiku i mogą być drukowane w technologii 3D. Na dole każdej ramki znajduje się odpływ, za pomocą którego miód pod własnym ciężarem sływa prosto do słoika. Produkt został już skomercjalizowany i jest dostępny na rynku.



Rys. 3. Schemat pracy ruchomych plastrów<sup>[7]</sup>



Rys. 4. Odbieranie miodu z FlowHive<sup>[7]</sup>

Bez względu na stosowaną metodę pozyskiwania miodu należy go następnie przecedzić przez zestaw sit oraz sklarować, aby pozbyć się zanieczyszczeń. Miód ulega krystalizacji, jednak czas po którym to nastąpi zależy głównie od gatunku miodu. Gdy pojawią się pierwsze kryształki należy mieszać miód tzw. kremowanie, jeżeli zachodzi potrzeba wytwarzania miodu łatwego do rozsmarowania. Dekrystalizacja wymaga podgrzania miodu do temp. 40°C, przez co jakość ulega nieznacznemu pogorszeniu. Woda miodowa, którą otrzymujemy po przemyciu sit, odsklepiaczy, miodarki oraz płukaniu dużej ilości zasklepków, może być wykorzystana do podkarmiania rojów. Inną możliwością stanowi poddanie jej fermentacji, której rezultatem jest produkcja miodów pitnych.

## WOSK

Wosk pszczeli stanowi materiał budulcowy komórek. Ten wytwarzany przez pszczoły koloid stanowi „łącze” pomiędzy wszystkimi pszczołami znajdującymi się w ulu. Częstość rezonansowa woskowej komórki wynosi 230-270 Hz, co pozwala na odbieranie i przekazywanie sygnałów przez wszystkich mieszkańców ula. Wosk uzyskuje się poprzez wytopienie go z wycofanych plastrów, odsklepania komórek oraz wycinania dzikiej zabudowy. Wosk topi się w temperaturze 63°C, krzepnie w temperaturze 62°C, traci wodę w temperaturze od 95°C do 105°C, wrze w temperaturze powyżej 300°C. Do wytopienia używa się topiarek słonecznych, parowych oraz elektrycznych. Następnie wosk musi zostać sklarowany, w celu pozbycia się zanieczyszczeń. Otrzymywanie wosku wysokiej jakości wymaga użycia, wody poddanej procesowi odwróconej osmozy. Wosk zemulgowany (zawierający wodę w postaci emulsji) nie nadaje się do obrotu. Część wody (emulsji) można usunąć z takiego wosku filtrując go w czasie wytopiania przez starsze plastry. Robi się to przetapiając go ponownie w parniku na siatce w ten sposób, by roztopiony przepłynął przez kilka przetapianych ciemnych plastrów. Otrzymany w wyniku klarowania czysty wosk dzieli się na dwie klasy handlowe na podstawie jego cech fizycznych. Wosk klasy pierwszej powinien posiadać jednolitą barwę od białej lub jasnożółtej do ciemnożółtej lub zielonkawobrazowej. Klasy drugiej – barwę jednolitą lub niejednolitą od zielonkawej lub brązowej do ciemnobrunatnej i szarej z odcieniem oliwkowym, bez białych smug.

Przed wytłoczeniem węzy należy poddać wosk procesowi sterylizacji, która zapewni czystość mikrobiologiczną. Sterylizacja powinna odbyć się w autoklawie w temperaturze 121°C, przy nadciśnieniu 1 atm i trwać 20-30 min<sup>[8]</sup>. Największym nabywcą wosku jest przemysł kosmetyczny i farmaceutyczny, dla których czystość oraz jakość mają kluczowe znaczenie.

## PROPOLIS

Propolis, inaczej zwany kitem pszczelim to substancja stała wytwarzana przez pszczoły, w skład której wchodzi: 14% substancji lotnych, 14% domieszek mechanicznych (pyłek kwiatowy), 17% wosku pszczelego, 6% wosku roślinnego, 10% substancji garbnikowych, 41% żywic<sup>[9]</sup>. W wyniku analiz propolisu za pomocą chromatografii gazowej i spektroskopii masowej udało się rozdzielić i zidentyfikować 129 związków z 13 różnych grup. Służy do uszczelniania ula oraz zabezpieczenia się przed chorobami, gdyż ma właściwości bakteriobójcze. Pszczoły powlekają nim wgłębienia, uszkodzenia i szpary w ścianach ula regulują szerokość wylotka na zimę. Mumifikują nim, w celu zapobieżenia ich rozkładowi, ciała martwych szkodników, które wtargnęły do ula (ryjówki, myszy), a których, ze względu na rozmiary, nie są w stanie usunąć na zewnątrz. Propolis rozpuszcza się dobrze w wielu rozpuszczalnikach organicznych: w alkoholu etylowym (już od stężenia 70% alkoholu w wodzie), acetonie, chloroformie, eterze etylowym czy naftowym, w alkoholu metylowym. Trudno rozpuszcza się w wodzie. Ciężar właściwy propolisu waha się 1,20-1,27 g/cm<sup>3</sup>. Temperatura topnienia propolisu, waha się od 68°C do 110°C. Propolis może mieć różną konsystencję: w 15°C jest twardy, w 36°C – miękki i plastyczny, w 70-80°C – płynny. Podczas przechowywania propolis ciemnieje. Smak propolisu jest cierpki, piekący, gorzkawy<sup>[10]</sup>. Głównym odbiorcą propolisu jest przemysł farmaceutyczny oraz kosmetyczny.

## PYLEK

Za pomocą różnego typu poławiaczy: werandowych, dennicowych lub powałkowych pozyskuje się pyłek kwiatowy, który najpierw zebrany został do koszyczków zbieraczki, a następnie zlepiony miodem z odrobiną nektaru (obnóże pyłkowe). Powracająca do ula zbieraczka pyłku przeciska się przez otwór w plastikowej płytce i gubi obnóże pyłkowe, które spada do zasobnika poławiacza. Wszedłszy do ula orientuje się, że już pyłku się pozbyła i wyrusza do pracy. Pyłek suszy się ciepłym powietrzem w suszarce do pyłku. Nie należy suszyć pyłku na słońcu, gdyż promienie słoneczne rozłożą wiele substancji



biologicznie czynnych, przede wszystkim witaminy. Po wysuszeniu pyłek należy przebrać i przewiać w celu usunięcia lekkich zanieczyszczeń. Ziarna pyłku kwiatowego ze względu na swoją twardą otoczkę są praktycznie niezniszczalne, mogą być przechowywane bez ograniczeń i przetrwać miliony lat.

## **PIERZGA, MLECZKO PSZCZELE, JAD PSZCZELI**

Pierzga to sfermentowany pyłek roślin, który służy jako pokarm larw, młodych pszczół i matki. Pierzga należy do najstarszych suplementów diety. Mleczko pszczele jest wydzieliną gruczołów gardzielowych młodych pszczół. W drugiej połowie XX wieku, naukowcy, stosując proces liofilizacji przedłużyli aktywność biologiczną mleczka, dzięki czemu wydłużył się termin jego przechowywania oraz spożywania. Jad pszczeli jest to składowa wydzielina dwóch gruczołów: jadowego (produkuje substancję o odczynie kwaśnym, czyli właściwy jad) oraz alkalicznego (produkuje ciecz o charakterze zasadowym, służącą do zwilżania aparatu żądłowego i neutralizacji resztek jadu). Do pozyskiwania czystego jadu służy specjalny przyrząd, który wytwarzając bodźce elektryczne, powoduje, że pszczoły żądłą podłożoną pod elektrodami nylonową tkaninę. Po zaschnięciu zeskrobuje się jad z tkaniny do hermetycznie zamykanego naczynia.

Te niedoceniane produkty pszczele są źródłem cennych substancji, mających korzystny wpływ na zdrowie człowieka. W ostatnich latach obserwuje się zwiększone zainteresowanie innymi wyrobami pszczelimi niż miód i wosk. Nie tylko przemysł farmaceutyczny i kosmetyczny wykorzystuje potencjał produktów pszczelich, czynią to również drobni konsumenci.

## **PODSUMOWANIE**

Rola inżyniera w pszczelarstwie nie kończy się na badaniu parametrów produktów pszczelich i ich przetwarzaniu, to także niustanna praca nad optymalizacją procesów, rozwiązywanie problemów przepływu oraz wdrażanie nowych technologii. Ze względu na stosowanie produktów



pszczelich w przemyśle spożywczym i medycynie, przetworzone wyroby powinny charakteryzować się czystością i wysoką jakością. Zdrowie pszczół oraz świadomość ogromu ich pracy wywołały w ostatnich latach gorącą dyskusję na całym świecie. Koncerny chemiczne opracowują nieszkodliwe dla pszczół środki ochrony roślin oraz produkują leki na toczące je choroby i pasożyty. Zrozumienie mechanizmów kierujących tymi istotami oraz możliwość wyeliminowania zagrażających pszczołom czynników jest kluczem do rozwiązania problemu masowego giniecia pszczół. Podczas pozyskiwania produktów pszczelich należy jednak pamiętać, że najważniejsze są pszczoły, ich zdrowie, dobrobyt i dobra kondycja.

## LITERATURA

- [1] Bayer, beecare, <https://beecare.bayer.com/what-to-know/beehealth/find-out-more-about-bees>, data dostępu: 21.03.2017.
- [2] Trávníček P., Vítěz T. and Přidal A., *Rheological properties of honey*. SciAgricBohem 43 (2012), 160-165.
- [3] Poppek S., *Studium identyfikacji miodów odmianowych i metodologii oceny właściwości fizykochemicznych determinujących ich jakość*, Monografie nr 147, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Kraków 2001.
- [4] Gekeler W., *Honigbinenhaltung*, EugenUlmer KG (2006), 116-129.
- [5] Źródło własne.
- [6] Amin Maher O., *Multi-layerhoneyextractors* (2000), Numerpatentu: US 20020174558 A1.
- [7] FlowHive, <https://www.honeyflow.com/about-flow/how-flow-works/p/62>, data dostępu: 22.03.2017.
- [8] <http://www.gorskie-miody.pl/sterylizacja-wosku-teoria/>, Data dostępu: 22.02.2017.
- [9] Burdock G.A., *Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis)*. Food Chem. Toxicol. (1998), 36, 347.
- [10] Wilde J., Prabucki J., *Hodowla pszczół*, PWRiL (2008), 323-348.