

u 38 tysięcy chorych, *Gastroenterologia Kliniczna*, 3(2), 72-78.

[11] Wolfe M.M., Lichtenstein D.R., Singh G., 1999, Gastrointestinal toxicity of nonsteroidal antiinflammatory drugs, *New Engl J Med*, 340, 1888-99.

[12] Puskiewicz M., 2003, Nonsteroidal anti-inflammatory drugs, *Przewodnik lekarza*, 3, 32-38.

[13] <http://www.zdrownaturalnie.pl/2015/03/zestawienie-popularnych-lekow.html> 20.10.2015.

[14] Rell K., 2011, Wybrane aspekty bezpieczeństwa leczenia NLPZ, *Radiatr Med. Rodz*, 7 (1), 41-48.

[15] Korzeniowska K., Wietlicka I., Szałek E., 2010, Działania niepożądane w przewodzie pokarmowym po terapii NLPZ – opis przypadku, *Współczesna Farmacja*, 3, 102-107.

[16] Lisowska B, Rell-Bakalarska M, Rutkowska-Sak L., 2006, Niesteroïdowe leki przeciwzapalne – blaski i cienie, *Reumatologia*, 44, 106-11.

[17] Zejc A., Grczyca M., *Chemia Leków*. Warszawa : Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 1998.

[18] Claria J., 2003, Cyclooxygenase-2 Biology, *Current Pharmaceutical Design*, 9, 2177- 2190.

[19] Pereira-Leite., Nunes C., Reis S., 2013, Interaction of nonsteroidal anti-inflammatory drugs with membranes: In vitro assessment and relevance for their biological actions, *Progress in Lipid Research* 52, 571–584.

[20] Edrissi M., Razzaghi N., Madjidi B., 2008, Interaction of mefenamic acid with kobalt (II) ions in aqueous media. Evaluation via classic and response surface methods, *Turk J. Chem.*, 32, 505-519.

[21] Sharma J., 2003, Zinc–naproxen complex: synthesis, physicochemical and biological evaluation, *Int. J. Pharm.*, 260, 217-227.

[22] Feng J., Du X., 2014, Manganese-mefenamic acid complexes exhibit high lipooxygenase inhibitory activity, *Royal Society of Chemistry*, 43, 10930-10939. ●

M. Prochoń, Y-H. Tshela Ntumba

mirosława.prochon@p.lodz.pl

Instytut Technologii Polimerów i Barwników ITPiB, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Czy warto stosować biopolimery i ich modyfikacje?

Dużym zainteresowaniem obecnie cieszą się materiały pozyskane z odnawialnych źródeł energii, co jest zgodne z jedną z zasad „zielonej chemii” określonej przez m.in. Paula T. Anastasa [1-2]. Mówi ona o redukcji lub eliminacji zarówno używania jak i wytwarzania niebezpiecznych substancji. Idee „zielonej chemii” jak najbardziej proklamują wykorzystanie biomasy pochodzącej z odnawialnych źródeł energii (Rys. 1). Dodatkowo, założenia te mówią również o poszukiwaniu i projektowaniu alternatywnych rozwiązań, które będą zapobiegały tworzeniu się nowych, czasami i szkodliwych odpadów, ograniczając przy tym stosowanie surowców pochodzących z nieodnawialnych źródeł energii.

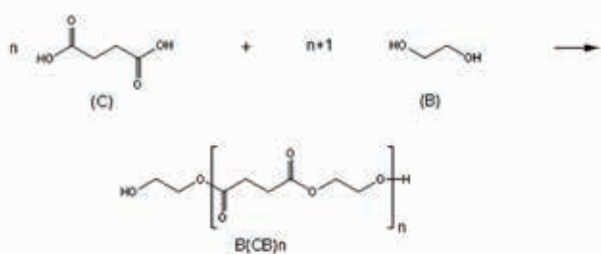
Obecnie szeroko prowadzone są wielokierunkowe badania opierające się na zastosowaniach biomasy czyli biodegradowalnej frakcji produktów lub pozostałości po produkcji rolniczej. Pod pojęciem biomasy najczęściej rozumie się biopolimery pochodzenia zwierzęcego lub roślinnego. Należą do nich; keratyny, kolageny, chityna i chitozan,

skrobie, celulozy, ligniny czy chociażby soja. Często, aby je dalej przetwarzać, modyfikuje się w różny sposób w celu ich aplikacji całkowitej lub jako dodatków do innych komponentów. Niezwykle istotnym tutaj aspektem jest dobór metod ich modyfikacji zgodnie z późniejszym przeznaczeniem już gotowego wyrobu.

Bardzo często stosuje się metody opierające się na chemicznych modyfikacjach. Wykonuje się więc na przykład: estryfikacje, hydrolizy, pirolizy lub reakcje odwrotne czyli polimeryzacje, polikondensacje itd. Estry są to związki zawierające funkcjonalną grupę estrową – COO –, która jest związana z dwóch stron z grupą organiczną (R-COO-R₁), powstałe w wyniku reakcji estryfikacji najczęściej kwasu karboksylowego i alkoholu przy użyciu katalizatora np. kwasu siarkowego (Rys. 2). Na drodze reakcji estryfikacji otrzymuje się często modyfikowaną celulozę, którą dalej wykorzystuje się jako superabsorber w aplikacjach kosmetycznych, pieluchach etc.

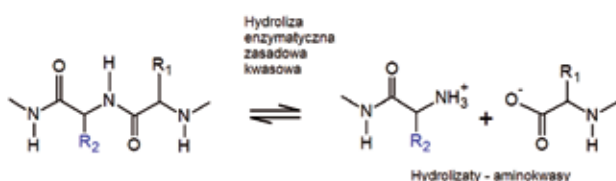


Rys. 1. Alternatywne źródła energii (elektrownie wiatrowe, solarne, wodne), biomasa [3]



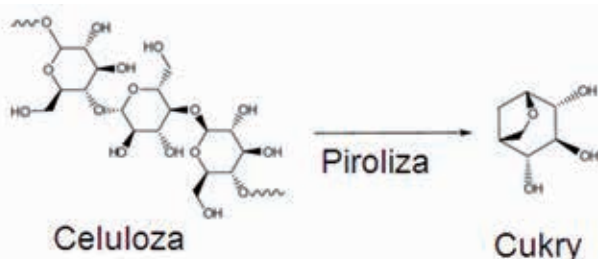
Rys. 2. Reakcja estryfikacji [4]

Natomiast reakcje hydrolizy prowadzą do uzyskania hydrolizatów białkowych stosowanych np. w kosmetyce, jako preparaty mleko zastępcze, odżywki białkowe w suplementach diety dla sportowców, pasze dla zwierząt i nie tylko. Hydrolizy są prowadzone zazwyczaj na drodze chemicznej czyli hydrolizy kwasowej, alkalicznej oraz na drodze enzymatycznej – przy użyciu enzymów kompatybilnych z rozkładanym białkiem. Ma to wszystko na celu zmniejszenie masy cząsteczkowej związków wielkocząsteczkowych, jakimi są m.in. białka. Defragmentaryzacja długich łańcuchów polipeptydowych (rys. 3) prowadzi do zmiany właściwości fizykochemicznych np. białek, a więc do uzyskania już nie białek lecz związków oligo – di- peptydowych lub zbudowanych z pojedynczych jednostek strukturalnych, jakimi są aminokwasy.



Rys. 3. Schemat reakcji hydroliz (enzymatycznej, kwasowej, alkalicznej), źródło ITPiB

Piroliza to proces rozkładu, degradacji, przebiegający w wysokiej temperaturze. Najczęściej stosowana jest w celu uzyskania węgla drzewnego, produkcji koksu. Jest swoistym procesem prowadzącym do utylizacji odpadów przemysłowych, komunalnych, produkcji materiałów ceramicznych oraz kompozytowych [5-7].



Rys. 4. Reakcja pirolizy [8]

Polimeryzacja jest to reakcja, w wyniku której związki chemiczne o małej masie cząsteczkowej (monomery) reagują ze sobą, w wyniku czego powstają cząsteczki o wielokrotnie większej masie cząsteczkowej od substratów – polimery. Szczególnym przypadkiem polimeryzacji jest kopolimeryzacja. Zachodzi ona z udziałem co najmniej dwóch różnych monomerów, prowadząc do uzyskania kopolimerów. Może polegać na inicjowaniu polimeryzacji łańcucha bocznego o odmiennej budowie chemicznej na łańcuchu głównym innego polimeru. Jest to kopolimeryzacja szczepiona i jest stosowana w przemyśle w celu modyfikacji np. żelatyny monomerami winylowymi żeby jej nadać elastyczności lub kazeiny akrylanami do produkcji środków wykończalniczych do skór.

Przy użyciu dodatku biomasy lub z samej biomasy uzyskuje się materiały, które są w części lub całkowicie biodegradowalne w środowisku naturalnym. Rozkład następuje w wyniku działania czynników atmosferycznych, biologicznych w tym także enzymów hydrolitycznych doprowadzając do wstępnej defragmentaryzacji długich łańcuchów polimerowych.

W celu zmiany podatności do rozkładu polimerów syntetycznych w środowisku naturalnym, a także ich innych właściwości użytkowych, modyfikuje się je poprzez zastosowanie polimerów naturalnych (przykład powyższa reakcja kopolimeryzacji szczepienia naturalnej kazeiny syntetycznym akrylanem etylu). Z kolei, aby polimery pochodzenia naturalnego były wytrzymałe i odporne na różne czynniki, należy je przekształcić tak, aby ich właściwości były porównywalne z syntetycznymi polimerami. W ten sposób otrzymuje się np. celofan – tworzywo oparte na regeneracji włókien celulozowych [9].

W ostatnich czasach modne stają się butelki, torby otrzymane z bio-PET-u czyli z bio poli(tereftalanu etylenu) i włókien wiskozowych uzyskanych z celulozy. Natomiast poli(kwas mlekowy) PLA uzyskany z glukozy, wykorzystuje się w produkcji tekstyliów meblowych i folii dla rolnictwa.

Podsumowując, biopolimery i ich modyfikacje znajdują bardzo szerokie zastosowania w różnych dziedzinach życia codziennego. Od produktów higienicznych i opakowań ze skrobi termoplastycznej (zdestrukturyzowanej), przez butelki z bio-PET, po poli(kwas mlekowy). Wszystkie te produkty są uzyskane ze źródeł odnawialnych i są biodegradowalne, tzn. nie stanowią obciążenia dla środowiska naturalnego i nie zalegają na wysypiskach śmieci. Warto więc je stosować choćby w trosce o naszą przyrodę poprzez zmniejszenie ilości zanieczyszczeń oraz z myślą o następnych pokoleniach.



Literatura

[1] Beach E.S., Weeks B.R., Stern R., & Anastas P.T., 2013, Plastics additives and green chemistry. *Pure and Applied Chemistry*, 85(8), 1611-1624.

[2] Cote I., Anastas P.T., Birnbaum L.S., Clark R.M., Dix D.J., Edwards S.W., & Preuss P.W., 2012, Advancing the Next Generation of Health Risk Assessment. *Environmental Health Perspectives* 120, 1499-1502.

[3] www.organiclifestylemagazine.com; <http://homeguides.sfgate.com>; www.dailyfinance.com; www.wodr.poznan.pl; <https://euobserver.com/economic/117901>

[4] www.ec.gc.ca

[5] Iwańska J., Martin M., Romkowska E., Siemiński B., *Leksykon naukowo-techniczny*, WNT, Warszawa 2001.

[6] Cynar Plastics to Diesel (ang.). Ricardo-AEA Ltd, 2013-07-02.

[7] Themelis N.J., Castaldi M.J., 2011, Energy and economic value of nonrecycled plastics (NRP) and municipal solid wastes (MSW) that are currently landfilled in the fifty states (ang.) EEC Study of non-recycled plastics. Columbia University.

[8] biofuels.che.wisc.edu

[9] Śprajcar M., Horvat P., Kržan A.; Biopolimery i biotworzywa tworzywa zgodne z naturą, PLASTICE Projekt Innowacyjny Łańcuch Wartości dla Rozwoju Zrównoważonych Tworzyw w Europie Środkowej 2012. ●

Renata Sadek¹, Karolina Chałupka*¹, Stanisław Dźwigaj²

* karolina.chalupka@p.lodz.pl;

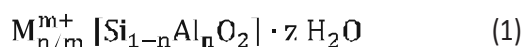
¹ Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

² Laboratoire de Reactivite de Surface, University of Pierre and Marie Curie, CNRS

Zastosowanie i synteza materiałów zeolitowych

Wstęp

Zeolity zostały odkryte w 1756 roku przez szwedzkiego naukowca Axela Frederika Cronstedta. Ich nazwa stanowi połączenie dwóch greckich słów: zein – gotować i lithos – kamień, dające się przetłumaczyć jako „wrzący kamień” [1]. Zeolitami nazywamy krystaliczne glikokrzemiany należące do tektokrzemianów. Są one zbudowane z tetraedrów TO₄ (T= Si, Al) tworzących trójwymiarowe kanały, wewnątrz których może znajdować się m.in. tzw. woda zeolitowa. Zastąpienie Si⁴⁺ przez Al³⁺ powoduje powstanie ładunku ujemnego, który jest niwelowany poprzez wprowadzenie dodatnio naładowanych kationów, takich jak: Na⁺, K⁺, NH₄⁺, H⁺, Ca²⁺, Sr²⁺ i Mg²⁺ [1-3]. Według zasady Lowensteina niemożliwe jest powstanie połączenia Al-O-Al, a jedynie wiązania Si-O-Al oraz Si-O-Si. Wynika stąd, że w zeolicie stosunek molowy krzemu do glinu (Si/Al) musi być równy lub większy od jedności. Skład zeolitów można opisać za pomocą wzoru (Równanie 1) [4,5]:



gdzie: M – kation metalu znajdujący się w pozycji pozasiłkowej, n – liczba atomów metalu, m – wartościowość kationu metalu, z – liczba moli wody.

Poszczególne typy struktur tych materiałów są oznaczane za pomocą trzyliterowego kodu np. zeolit A to LTA.

Obecnie możemy wyróżnić ponad 150 zeolitów syntetycznych i 48 naturalnych. Naturalne zeolity w porównaniu do syntetycznych są wykorzystywane na znacznie mniejszą skalę. Wynika to z faktu, że materiały te często zawierają różnego rodzaju zanieczyszczenia np. inne minerały lub metale [1].

Ze względu na ich dobrze zdefiniowaną strukturę krystaliczną, ściśle określony rozmiar porów, dobrze rozwiniętą powierzchnię właściwą, jak również stabilność termiczną i hydrotermiczną zeolity znalazły zastosowanie w procesach przemysłowych jako: absorbenty, wymiennicze jonowe, nośniki metali i tlenków metali oraz heterogeniczne katalizatory [2]. Materiały te zostały także zbadane pod kątem ich wykorzystania w medycynie. Zeolity mogą być stosowane do usuwania z organizmu wielu toksycznych substancji takich jak: sole metali ciężkich, azotanów, azotynów, mykotoksyn. Nie mogą zastąpić pożywienia, ale są źródłem wielu makro- i mikroelementów niezbędnych do prawidłowego działania organizmu. Zeolity są również wykorzystywane do odkażania terenów z odpadów radioaktywnych [6,7].

Preparatyka układów zeolitowych Metody syntezy zeolitów

Pierwsze próby syntezy zeolitów odbyły się w 1848 roku, kiedy to Wöhler przeprowadził rekryształizację apofyllitu, jednakże technologia produkcji tych materiałów na dużą skalę zaczęła się dopiero rozwijać w latach 40. XX wieku.