

glutenu dobrze dysperguje w matrycy polimerowej, np. kauczuku naturalnego, powodując około 6 – krotny wzrost modułu Young’a. Należy jednak zaznaczyć, że na końcowe właściwości materiału wpływa w dużym stopniu metoda obróbki napełniacza. O wyborze metody modyfikacji glutenu decyduje m.in. procentowy udział tego dodatku w materiale. W przypadku małej ilości napełniacza (do 20%) większy wpływ na właściwości mechaniczne wykazuje hydrolizat otrzymany metodą hydrolizy kwasowej. Z kolei, gdy zawartość dodatku przekracza 30%, lepsze właściwości ma kompozyt z napełniaczem hydrolizowanym w warunkach alkalicznych [12].

Podsumowanie

Materiał odpadowy zawierający duże ilości białek może stanowić bogate źródło nowych napełniaczy mieszanek elastomerowych. Co istotne, ich zastosowanie nie polega tylko na wprowadzeniu do mieszanki w charakterze biernego dodatku. Udowodniono wielokrotnie, że polipeptydy, czy to w formie natywnej lub po obróbce, wywierają korzystny wpływ na właściwości użytkowe uzyskiwanych materiałów. Jednocześnie są one na ogół tańsze od tradycyjnych napełniaczy takich, jak sadza czy krzemionka. Tak więc wykorzystanie „odpadów” niesie za sobą wiele korzyści: od najbardziej prozaicznego zmniejszenia ilości zalegających odpadów, po zmniejszenie emisji CO₂, kończąc na uzyskaniu nowych materiałów kompozytowych. Bogactwo świata przyrody stoi przed nami otworem, ilość potencjalnie atrakcyjnych dodatków pochodzenia roślinnego tzw. biomasy i zwierzęcego powoduje, że prowadzenie dalszych badań w tej tematyce jest konieczne.

Literatura

[1] Prochoń M., Janowska G., Przepiórkowska A., Kucharska-Jastrzębek A., 2013, Stabilność termiczna i palność biorozkładalnych materiałów elastomerowych, *Polimery*, 58, 413–420.

[2] Andrea C., Cibulkova Z., Lehocky P., 2011, Stabilization effect of potential antioxidants on the thermooxidative stability of styrene – butadiene rubber, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 105, 607–613.

[3] Prochoń M., Ntumba Y. H. T., 2015, Effects of Biopolymer Keratin Waste Sources in XNBR Compounds, *Rubber Chemistry Technology*, 88, 258–275.

[4] Goudarzi T., Spring D. W., Paulino G. H., Lopez-Pamies O., 2015, Filled elastomers: A theory of filler reinforcement based on hydrodynamic and interphasial effects, *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 80, 37–67.

[5] Janowska G., Kucharska-Jastrzębek A., Rybiński P., 2011, Thermal stability, flammability and fire hazard of butadiene-acrylonitrile rubber nanocomposites, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 103, 1039–1046.

[6] Santos R. J., Agostini D. L. S., Cabrera F. C., Budenberg E. R., Job A. E., 2015, Recycling leather waste: Preparing and studying on the microstructure, mechanical, and rheological properties of leather waste/rubber composite, *Polymer Composites*, 36, 2275–2281.

[7] El-Sabbagh S. H., Mohamed O. A., 2011, Recycling of chrome-tanned leather waste in acrylonitrile butadiene rubber, *Journal of Applied Polymer Science*, 121, 979–988.

[8] Famielec S., Wieczorek-Ciurowa K., 2011, Waste from leather industry. Threats to the environment, *Technical Transactions*, 8, 43-48.

[9] Gelse K., Pöschl E., Aigner T., 2003, Collagens – Structure, function, and biosynthesis, *Advanced Drug Delivery Reviews*, 55, 1531–1546.

[10] He L., Theato P., 2013, Collagen and collagen mimetic peptide conjugates in polymer science, *European Polymer Journal*, 49, 2986–2997.

[11] Aluigi A., Tonetti C., Rombaldoni F., Puglia D., Fortunati E., Armentano I., Santulli C., Torre L., Kenny M. J., 2014, Keratins extracted from Merino wool and Brown Alpaca fibres as potential fillers for PLLA-based biocomposites, *Journal of Materials Science*, 49, 6257–6266.

[12] Jong L., 2015, Toughness of Natural Rubber Composites Reinforced with Hydrolyzed and Modified Wheat Gluten Aggregates, *Journal of Polymers and the Environment*, 23, 541–550.

Justyna Miedzianowska, Anna Strąkowska

justyna.miedzianowska@gmail.com

Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Kauczuk naturalny oraz jego alternatywne źródła

Wprowadzenie

Jedną z podstawowych grup polimerów, biorąc pod uwagę podział technologiczny i właściwości reologiczne, są elastomery. Są to tworzywa, które znajdują się w stanie

dużej elastyczności w zakresie temperatury przechowywania i eksploatacji, czyli przy małych naprężeniach wykazują wysoki stopień odkształcenia elastycznego [1]. Najbardziej typowym przedstawicielem tej grupy jest polimer pochodzenia roślinnego – kauczuk naturalny.



Historia

Historia związana z produktami gumowymi sięga czasów starożytnych, już bowiem ludy mezoamerykańskie wytwarzały je na bazie soku pochodzącego z drzewa figowego. Kauczuk znali również Indianie zamieszkujący Środkową i Południową Amerykę. To właśnie oni zapoznali pierwszych Europejczyków z tą niezwykłą substancją wydzielaną przez różne gatunki roślin. Krzysztof Kolumb podczas swojej wyprawy (1493-1496) na wyspie Haiti miał okazję przypatrywać się grze w piłkę, która wykonana była z elastycznego materiału. Zasługa opisu, rozpoznania i sprowadzenia do Europy próbek substancji nazywanej *cahuch* (nazwa ta pochodzi od wyrazów *caa* – drzewo i *o-chu* – cieć, *plakać*) należy do Charles de la Condamine, który to podczas swojej naukowej wyprawy do Ekwadoru i dorzecza Amazonii poznał ten surowiec. Pierwszy uporządkowany opis zawierający informację dotyczącą pochodzenia lateksu z drzewa kauczukowego, metod wytwarzania kauczuku z mleczka lateksowego i jego przygotowywania opublikował Francois Fresneau [2]. Sprowadzenie tego materiału do Europy oraz liczne publikacje na jego temat wywołały ogromne zainteresowanie środowisk naukowych i przedsiębiorców. Rozpoczęto wiele badań nad wykorzystaniem kauczuku naturalnego. Jednak znaczące komercyjne zastosowanie nastąpiło dopiero w 1818 r., kiedy to James Syme odkrył, że kauczuk rozpuszcza się w solwent nafcie (*white spirit*), co dało możliwość użycia kauczuku do sporządzania klejów. Później Thomas Hancock odkrył mastykację kauczuku, metody jego rozdrabniania, a także mieszania. Stał się jednym z wiodących producentów w Wielkiej Brytanii, wytwarzał bowiem gumowe materace i razem z Charlesem Macintoshem produkował słynny płaszcz wodoodporny znany jako Macintosh. Kauczuk mimo całej gamy istotnych i znaczących właściwości posiadał wiele wad, wykonane z niego produkty odznaczały się ostrym zapachem, były wrażliwe na zmiany temperatury, wskutek zmniejszania temperatury stawały się twarde, podczas ogrzewania lepkie. Problemy te wyeliminował proces wulkanizacji odkryty przez Charles'a Goodyear'a w 1839 r. [3]. Zauważył on, że podczas ogrzewania w obecności siarki i związków ołowiu kauczuk przekształca się w elastyczny, zwięzły, wytrzymały materiał – gumę. Odkrycie to jest jednym z najważniejszych osiągnięć w technologii przetwórstwa elastomerów, zaowocowało ono wzrostem zużycia kauczuku do celów produkcyjnych, a także coraz to szerszym zainteresowaniem środowisk badawczych. Sukces ten stał się impulsem do dalszego udoskonalania procesu, dzięki czemu opracowano dodatki w postaci przyspieszaczy, aktywatorów, przeciwutleniaczy,

które pozwoliły wydajniej osiągać coraz to lepsze jakościowo wyroby w krótszym czasie.

Pozyskiwanie, budowa, właściwości

Kauczuk naturalny (NR) stosowany obecnie w przemyśle pochodzi głównie z przetworzonego mleczka zawierającego lateks, wydzielanego z drzew *Hevea brasiliensis*, naturalnie występujących w lasach dorzecza Amazonki. Obecnie rozległe plantacje tego gatunku istnieją również na Dalekim Wschodzie w Indiach, Malezji, Indonezji, Tajlandii, Sri Lance, Wietnamie oraz Kambodży. Lateks pozyskiwany jest z drzew poprzez nacięcie i wyżłobienie ich kory za pomocą specjalnego nożyka na głębokość kilku milimetrów, które wykonuje się w godzinach porannych. Wydzielane mleczko przez kilka godzin gromadzone jest w zamontowanych na drzewach pojemnikach. Rys. 1 przedstawia sposób pozyskiwania lateksu wydzielanego przez kauczukodajne drzewo *Hevea brasiliensis*.



Rys. 1. Sposób zbierania lateksu wydzielanego przez drzewo kauczukowe [4]

Wydzielina jest układem polidispersyjnym, składającym się z kauczuku występującego w postaci cząstek gruszkowatych lub kulistych, zwanych globulami, a także protein, aminokwasów, enzymów, lipidów, substancji mineralnych, żywic oraz węglowodanów i popiołu. Zebrany lateks poddawany jest wstępnej obróbce, mającej na celu jego oczyszczenie i stabilizację oraz poddawany jest suszeniu i formowaniu w zależności od przeznaczenia [5]. Bezpośrednio, lateks naturalny stosowany jest do produkcji

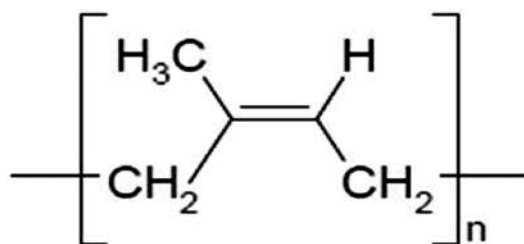


wyrobów gąbczastych, rękawiczek gumowych, zabawek, do powlekania tkanin. Udział popytu na lateks naturalny, stanowi ok. 10 % zapotrzebowania na kauczuk naturalny. Jednak przeważająca część przerabiana jest na kauczuk stanowiący produkt handlowy. Technologia wytwarzania oraz skład (stopień czystości i utlenienia) są uzależnione od wykorzystanej odmiany i gatunku, wyróżnia się bowiem osiem odmian kauczuku naturalnego, przy czym każdą z nich można podzielić jeszcze na kilka gatunków [6]. Najpopularniejszymi handlowymi odmianami NR jest Ribbed Smoked Sheets (RSS) i krepa jasna. Balot handlowego kauczuku naturalnego został przedstawiony na Rys. 2.



Rys. 2. Balot kauczuku naturalnego

Początkowa analiza elementarna pozbawionego zanieczyszczeń kauczuku pod względem chemicznym wykazała, że można przypisać mu empiryczny wzór C_5H_8 . To jednak w sposób niewystarczający charakteryzuje kauczuk, duża masa cząsteczkowa, szereg właściwości fizyko-chemicznych, w tym elastyczność, właściwości koloidalne roztworów mogą świadczyć o złożonej budowie i wielkości cząsteczki. Badania nad strukturą kauczuku naturalnego pozwalają określić go jako liniowy polimer, składający się z powtarzających się merów izoprenowych. Analiza spektroskopowa potwierdza, że grupy te są rozmieszczone w pozycji 1,4, a jedynie niewielka część jest związana w pozycji 3,4. Rozkład położenia grup metylowych zbadany za pomocą analizy rentgenowskiej wykazuje niemal wyłączną obecność struktury cis [6]. Kauczuk naturalny jest więc cis-1,4-poliizoprenem o wzorze strukturalnym przedstawionym na Rys. 3.



Rys. 3. Struktura cis-1,4-poliizoprenu

Ze względu na swoje właściwości mechaniczne, biopolimer ten jest ważnym i strategicznym surowcem do produkcji opon, obuwi i w przemyśle elektrycznym [7]. Kauczuk naturalny dzięki swojej regularnej budowie posiada zdolność do krystalizacji – już przy długotrwałym przechowywaniu w temperaturze pokojowej pojawiają się krystality, charakteryzuje się też niską temperaturą zeszklenia, która wynosi ok. -70°C . Wykazuje dobre właściwości przetwórcze, daje się łatwo kalandrować i wyłuszczać, jednak jest mało plastyczny, a więc wymaga uprzedniej mastykacji. Nienapełniony usieciowany kauczuk naturalny posiada dużą wytrzymałość na rozciąganie, co jest związane ze zjawiskiem krystalizacji przy rozciąganiu. Przemysł gumowy coraz bardziej zwiększa wymagania co do jakości i jednorodności tego surowca, co w największym stopniu zależy od zawartości substancji niekauczukowych znajdujących się w lateksie. Nie bez znaczenia pozostaje również czas przydatności, typ koagulacji, proces wytwarzania oraz pora zbioru mlecza kauczukowego, a także źródło, z którego pochodzi.

Alternatywne źródła

Kauczuk naturalny jako unikalny biopolimer o specyficznych właściwościach często nie może być zastąpiony przez alternatywne syntetyczne materiały. Z kolei ten pozyskany z drzewa *Hevea brasiliensis* niekiedy nie spełnia wymaganych kryteriów. Okazuje się, że coraz bardziej powszechne stają się alergie na białka obecne w lateksie. Liczba niepożądanych reakcji alergicznych w ostatnim czasie rośnie niepokojąco, a źródła donoszą, że może cierpieć na nie aż 6% ludności [8]. Istnieje jeszcze więcej przesłanek do poszukiwania alternatywnych źródeł kauczuku. Są to między innymi zagrożenia związane z patogenem *Microcyclus ulei* wywołującym chorobę liści, która hamuje naturalną produkcję kauczuku na skalę przemysłową w Ameryce Południowej i Środkowej, ale istnieje obawa, że może rozprzestrzenić się również na tereny plantacji azjatyckich [9]. Ponadto dodatkowe źródła kauczuku mogłyby zaspokoić potencjalne niedobory dostaw spowodowane zwiększonym popytem. Wiązało by się to z dodatkową korzyścią, jaką byłaby zmiana w użytkowaniu gruntów oraz możliwość przeniesienia uprawy roślin kauczukodajnych na tereny niezagrożone przez niosące zniszczenia sezonowe monsuny i inne ekstremalne warunki pogodowe.

Próby opracowywania alternatywnych źródeł kauczuku naturalnego trwają już od początku XX w. Idealną rośliną kauczukodajną byłby gatunek mogący rosnąć na dowolnym rodzaju gleby na całej kuli ziemskiej. Dotychczasowe badania pozwoliły stwierdzić, że ok.

2 500 gatunków roślin jest zdolnych do wytworzenia w nich kauczuku naturalnego. Tylko dwa z nich są zdolne do wytworzenia kauczuku dobrej jakości o dużej masie cząsteczkowej z zadawalającą wydajnością. Należą do nich gwajula srebrzysta (*Guayule – Parthenium argentatum Gray*) i mniszek

kaukaski/mniszek rosyjski (*Russian dandelion – Taraxacum koksaghyz*) [10]. Inną obiecującą rośliną mającą zdolność do biosyntezy kauczuku jest drzewo figowe. Podstawowe informacje dotyczące tych roślin stanowiących alternatywne źródło zostały zebrane w Tab. 1.

Tabela 1. Charakterystyka wybranych roślin kauczukodajnych.

Gatunek rośliny produkującej kauczuk	Nazwa zwyczajowa	Występowanie	Źródło kauczuku	Ciężar cząsteczkowy [kDa]	Zawartość kauczuku w wydzielonym mleczku [%]	Produkcja [t/rok]
<i>Havea brasiliensis</i>	Kauczukowiec brazylijski	Tajlandia, Indonezja, Malezja, Indie, Chiny, Wietnam, Liberia, Nigeria, Kongo, Brazylia	Kora	1,31	30-40	8 800 000
<i>Parthenium argentatum</i>	Gwajula srebrzysta	Meksyk, USA w stanie Teksas, Grecja, Maroko	Korzeń, kora	1,28	3-12	10 000
<i>Taraxacum koksaghyz</i>	Mniszek kaukaski/mniszek rosyjski	Rosja, Kazachstan, Chiny, Kirgistan	Korzeń	2,18	0-25	3 000
<i>Ficus carica</i>	Drzewo figowe	Nigeria, Australia, USA, Ekwador, niektóre kraje Europy	Kora, liście, owoce	0,19	4	–

Gwajula pokazana na Rys. 4 to krzew o srebrzystych liściach i żółtych kwiatach rosnący w suchych regionach, a kauczuk znajdujący się w korze i korzeniach nadaje się do zbioru po dwóch latach wzrostu rośliny. Główną problematyką badań nad tą rośliną są czynniki wpływające na ekstrakcję i stabilność otrzymanego kauczuku w celu osiągnięcia jak najwyższej wydajności oraz optymalizacja rozwiązań pozyskiwania i wyodrębniania produktu. Dąży się do poznania na poziomie genetycznym i biochemicznym procesu biosyntezy kauczuku w roślinie (głównie szybkości syntezy) i jego jakości (rozkład masy cząsteczkowej), ponieważ najbardziej korzystnym sposobem zwiększenia produkcji jest ukierunkowana biosynteza kauczuku z wykorzystaniem technologii rekombinacji DNA [11].



Rys. 4. Krzew gwajuli [12]

Dotychczasowo poznany i wytworzony z gwajuli kauczuk ma ciężar cząsteczkowy i właściwości ogólne zbliżone do tego wytworzonego z drzewa *Havea*. Bardzo ważną jego zaletą jest to, iż nie zawiera on białek odpowiedzialnych za pojawienie się poważnych reakcji alergicznych [13]. Wytworzony z niego materiał może więc być surowcem do produkcji hipoalergicznym produktów codziennego użytku i artykułów medycznych. Kauczuk wytworzony z gwajuli ulega nieodwracalnym indukowanym przez ciepło reakcjom rozszczepienia łańcucha, a tym samym jest mniej stabilny termicznie i łatwo ulega utlenieniu. Problem ten można rozwiązać stosując dodatki w postaci aminowych antyoksydantów i ditiokarbaminianów [14].

Korzenie dziko rosnącego mniszka kaukaskiego przedstawionego na Rys. 5 zawierają od 4 do 5% kauczuku wysokiej jakości, który produkowany jest w rurkach mlecznych rozmieszczonych współśrodkowo w korzeniu. Cykl życia rośliny w porównaniu z poprzednimi jest znacznie krótszy i wynosi ok. 6-8 miesięcy. Już jako roślina kauczukodajna był uprawiany na szeroką skalę w ZSRR od 1930 r. oraz po II wojnie światowej w USA, Niemczech, Szwecji i Wielkiej Brytanii. Duża część badań hodowlanych skupia się na rozwoju tego gatunku prowadzącym do wytwarzania grubszych korzeni, ponieważ z ich wzrostem zwiększa się zawartość lateksu. W tym celu, mniszek rosyjski krzyżowany jest z większymi dziko występującymi odmianami mniszka lekarskiego [15].





Rys 5. Mniszek kaukaski [16]

Istotnym problemem przy produkcji lateksu z mniszka jest proces oddzielenia biopolimeru od biomasy. Ze względu na szybką koagulację na powietrzu wyodrębnienie było możliwe tylko przy zastosowaniu chemikaliów, jednak wykazano, że koagulacja lateksu wynika z aktywności obecnej w lateksie oksydazy polifenolowej [17]. Naukowcy zmodyfikowali rośliny, hamując wytwarzanie tego enzymu, co pozwoliło na zwiększenie wydajności otrzymywanego lateksu od czterech do pięciu razy oraz ułatwiło jego wyodrębnianie. Ponadto uprawa ta ekonomicznie może być poparta przez wykorzystanie zawartej w korzeniach inuliny. Jest to polisacharyd, który po wyodrębnieniu z mniszka może być wykorzystany w zastosowaniach pozaspożywczych lub przekształcony na drodze fermentacji w bioetanol, natomiast pozostała biomasa może stanowić materiał do produkcji biogazu.

Przeprowadzone testy i badania laboratoryjne wykazały, że guma wykonana na bazie kauczuku pochodzącego z mniszka kaukaskiego posiadała znakomitą jakość. Produkty gumowe charakteryzowały się podobnymi parametrami, jak te wykonane z *H. brasiliensis* i lepszymi niż te oparte na surowcu pochodzącym z gwajuli [18]. Jedną z potencjalnych wad kauczuku otrzymanego z mniszka jest to, że jeszcze bardziej zwiększa możliwość wystąpienia alergii niż było to w przypadku kauczuku otrzymanego z drzewa kauczukowego [19].

Badania nad drzewem figowym jako alternatywną rośliną do pozyskania kauczuku naturalnego są zasadne, ze względu na dość dużą wydajność. Ponadto roślina ta charakteryzuje się długą żywotnością, szybko rośnie i rozmnaża się wegetatywnie. Drzewo figowe zawiera kauczuk naturalny porównywalny do tego biosyntezowanego przez inne gatunki roślin klimatu umiarkowanego. Kauczuk obecny jest w korze, liściach, owocach, a jego zawartość w każdej z części roślin wynosi odpowiednio 0,3%, 0,1% i 0,1%,.

Badania wykazują, że różne stany fizjologiczne, włącznie z wartością jonów metali dwuwartościowych w surowicy lateksowej, są ważnym czynnikiem w określaniu różnic aktywności biosyntezy zachodzącej w drzewie figowym i drzewie kauczukowym [20].

Podsumowanie

Niewątpliwie przegląd ten potwierdza, że kauczuk naturalny jest unikalnym surowcem, który był obecny w życiu człowieka od wielu lat, a także będzie nieodzownym materiałem wykorzystywanym w przyszłości, co potwierdzają analizy zapotrzebowania i ciągły, rosnący popyt. Zasadne więc wydają się być próby rozwoju alternatywnych źródeł jego pozyskiwania, które mogą pomóc w zapewnieniu oczekiwanych dostaw, ale również stanowić źródło hipoaergicznym produktów gumowych.

Literatura

- [1] Ciechanowicz L., Cieślak R., Guma. Poradnik inżyniera i technika, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1973.
- [2] Schurer H., 1957, Rubber – a magic substance of ancient America, Rubber J., 132, 543-549.
- [3] Blow C. M., Hepburn C., Rubber Technology and Manufacture, Butterworth Scientific, London 1981.
- [4] Genom kauczukowca zsekwencjonowany., 2013, <http://rubber.pl/artykuly/rubber-news/11261/genom-kauczukowca-zsekwencjonowany.html>, 09.03.2016.
- [5] Niyogi U. K., Introduction to Fibre Science and Rubber Technology B. Rubber Technology, University Road, Delhi 2007.
- [6] Dogadkin B. A., Chemia elastomerów, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1976.
- [7] Moreno R.M.B., Ferreira M., de Souza Gonçalves P., Capparell Mattoso L.H., 2005, Technological properties of latex and natural rubber of *Hevea brasiliensis* clones. Scientia Agricola 62,122-126.
- [8] Dzieża A., Chelmińska M., 2014, Alergia na lateks–reakcje krzyżowe, Alergologia Polska-Polish Journal of Allergology, 1, 144-149.
- [9] Beilen J., Alternative sources of Natural Rubber, CNAP, University of York 2006.
- [10] Perumal V., Geetha N., Pananivel S., Thulaseedharan A., 2013, Natural rubber producing plants: an overview, African Journal of Biotechnology, 12, 1297-1310.
- [11] Cornish, K., 2001, Similarities and Differences in Rubber Biochemistry among Plant Species, Phytochemistry, 57, 1123-1134.
- [12] Bridgestone przedstawia pierwsze opony wykonane w całości z naturalnej gumy z gwajuli., 2015, <http://www.bridgestone.pl/osobowe-4x4-i-dostawcze/news/2015/10/bridgestone-przedstawia-pierwsze-opony-wykonane-w-calosci-z-naturalnej-gumy-z-gwajuli/#>, 09.03.2016.
- [13] Cornish K., Siler DJ., 1996, Characterization of cis-prenyl transferase activity localized in a buoyant fraction of rubber particles from *Ficus elastica* latex, Plant Physiol Biochem., 34, 377-384.

[14] Schloman W. W., 2005, Processing guayule for latex and bulk rubber, *Ind. Crops Prod.*, 22, 41-47.

[15] van Beilen, Jan B., Yves Poirier., 2007, Guayule and Russian dandelion as alternative sources of natural rubber, *Critical reviews in biotechnology*, 27, 217-231.

[16] Engelhardt R., Dandelion Roots Enlarged to Make Rubber., 2013, <https://www.polymersolutions.com/blog/dandelion-roots-enlarged-to-make-rubber/> 09.03.2016.

[17] Wahle D. et al., 2009, Polyphenoloxidase silencing affects latex coagulation in *Taraxacum* species, *Plant Physiology*, 151, 334-346.

[18] Heim S., Kalorien, Kautschuk, Karrieren: Pflanzenzüchtung und landwirtschaftliche Forschung in Kaiser-Wilhelm-Instituten, Wallstein Verlag, Gottingen 2003.

[19] Cornish K., McMahan C. M., Pearson C. H., Ray D. T., Shintani D. K., 2005, Biotechnological development of domestic rubber producing crops, *Rubber World*, 233, 40-44.

[20] Kang H., Han K. H., 2000, Identification of natural rubber and characterization of rubber biosynthetic activity in fig tree, *Plant physiology*, 123, 1133-1142.

Monika Żygo¹, Michał Kurczewski², Mirosława Prochoń³

monika.zygo@dokt.p.lodz.pl

¹*Institut Biochemii Technicznej, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka*

²*Institut Podstaw Chemii Żywności, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka*

³*Institut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka*

Słów kilka o lateksie naturalnym i otrzymywanym z niego kauczuku

„Cywilizacja, jaką znamy dzisiaj, jest całkowicie zależna od kauczuku. Jest to materiał o niezliczonych zastosowaniach, niepodobny do niczego co wcześniej znał świat. Jest sługą, który towarzyszy nam od kołyski aż po grób. Wkracza w nasze życie codzienne na tysiące sposobów. Jesteśmy wprowadzeni na świat za pomocą rąk lekarza pokrytych lateksowymi rękawiczkami w otoczeniu sterylności i spokoju tej wszechobecnej substancji. Odchodzimy z tego świata w uszczelnionej kauczukiem trumnie na wulkanizowanych kołach karawanu” [1]. Słowa te zostały spisane przez chemika Ralph’a Wolfa ponad 50 lat temu, ale wciąż pozostają aktualne. Lateks naturalny i pozyskiwany z niego kauczuk są materiałami, bez których życie ludzi mogłoby wyglądać zupełnie inaczej niż obecnie. Bez nich trudne by było wytwarzanie wielu przedmiotów wykorzystywanych nie tylko w przemyśle, ale także w życiu codziennym.

Lateks naturalny jest sokiem mlecznym wytwarzanym przez ponad 2000 gatunków roślin, z których większość należy do rodziny wilczomleczowatych i astrowatych, oraz przez niektóre gatunki grzybów [2]. Rośliny syntezują go w celu zasklepienia ran powstałych w ich korze na skutek uszkodzeń mechanicznych [3]. Słowo „lateks” prawdopodobnie wywodzi się od greckiego słowa „látaks”, które oznacza resztki wina w kielichu. W języku tacińskim słowo „latex” to wilgoć, płyn [4]. Poprzez koagulację lub precipitację lateksu naturalnego można uzyskać kauczuk

naturalny. Słowo „kauczuk” wywodzi się z języka Indian. Wyraz „caa” oznacza łyż, „ochu” – drzewo, a „cahuchu” to łyż drzewa [5].

Lateks znany był już starożytnym cywilizacjom Ameryki Środkowej i Ameryki Południowej, które z pozyskiwanego z niego kauczuku wytwarzały figurki używane podczas różnych rytuałów [6]. Pierwszymi Europejczykami, którzy zetknęli się z kauczukiem był Kolumb i członkowie jego II wyprawy do Nowego Świata (1493 – 1496 r.). Wyrobami, które zobaczyli były elastyczne piłki służące do gry wykonane przez mieszkańców Haiti [7].

Najważniejszym źródłem lateksu jest kauczukowiec brazylijski (*Hevea brasiliensis*), który jest uprawiany komercyjnie przez ponad stulecie [8]. Jego plantacje znajdują się na obszarze Archipelagu Malajskiego, w Indiach, na Cejlonie, czyli tam, gdzie panuje wilgotny, tropikalny klimat (rys.1). Kauczukowiec brazylijski w stanie dzikim występuje w Ameryce Południowej, w lasach dorzecza Amazonki. Jest to drzewo należące do roślin okrytonasiennych, do rodziny wilczomleczowatych. Osiąga wysokość około 15-30 m. Lateks pozyskuje się dopiero z rośliny pięcioletniej i eksploatuje się ją przez 20-23 lata od pierwszego zbioru lateksu [9]. Korę kauczukowca brazylijskiego nacina się w odpowiedni sposób, a sok roślinny, który kapie z nacięcia kory, zbiera się do specjalnego pojemnika. Z jednego nacięcia uzyskuje się od 100 do 200 ml lateksu w czasie 3 godzin. Lateks zbiera

