



Piero Manaresi

già Università di Bologna

manaresi.piero@alice.it

Vito Cantone

Consorzio di Bonifica della Nurra - Sassari

cantonevito@tiscali.it

Alberto Mariani

Dipartimento di Chimica, e Unità locale INSTM

Università di Sassari

mariani@uniss.it

GOMMA NATURALE DAL GUAYULE UN'OPPORTUNITÀ PER LA SARDEGNA?

Questo articolo presenta una panoramica sull'utilizzo del guayule, una pianta che produce gomma poliisoprenica. L'esame della situazione suggerisce lo sviluppo di un progetto ecocompatibile per la Sardegna che, partendo dalla coltivazione di questa pianta, conduca alla valorizzazione di tutti i suoi prodotti (gomma, resine, legno e biomasse in generale).

La gomma naturale. Storia del guayule

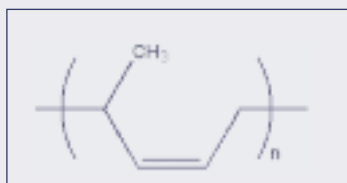


Fig. 1 - Formula chimica dell'1-4 cis-poliisoprene

La gomma naturale (l'1-4 cis-poliisoprene, Fig. 1) è una materia prima di larghissimo consumo mondiale e di notevole importanza strategica. In particolare, per impieghi in settori industriali, sanitari, civili è un materiale non economicamente sostituibile con le

gomme sintetiche. La ragione di ciò deriva dalla sua eccezionale regolarità strutturale, caratterizzata dalla quasi totalità di concatenamenti testa-coda di tipo 1-4 cis. A sua volta, tale regolarità si riflette in proprietà uniche, tra le quali l'elevata cristallizzabilità sotto stiro, gli alti valori di resilienza ed elasticità, la buona dispersione di calore ecc.

Le sue applicazioni si contano a migliaia e vanno dalle mescole con altre gomme in molti tipi di pneumatici ai numerosissimi articoli sanitari impropriamente definiti "in lattice", tra i quali guanti, sacche per cate-

teri, profilattici, materassi e altre, tanto che la sua produzione mondiale ha ora raggiunto valori pari a circa il 40% del totale delle gomme. Come è noto, la gomma naturale viene attualmente estratta sotto forma iniziale di un lattice acquoso tramite incisioni sulla corteccia di un albero di alto fusto (*Hevea Brasiliensis*, Fig. 2) le cui piantagioni si trovano in massima parte nelle regioni tropicali del sud-est asiatico, in particolare, in Malesia, Thailandia, Indonesia, India, Cina, Vietnam, Cambogia e Filippine, essendo ormai pressoché scomparse (per infezioni fungine e altre cause) le foreste originarie e le piantagioni del Sudamerica. L'alto prezzo della gomma naturale, che solo in parte segue quello del petrolio e di molte altre materie prime, e la necessità di poter disporre per la coltivazione dell'*Hevea* di grandi superfici di terreni tropicali (ora spesso in competizione per colture alimentari), hanno già da molto tempo spinto alla ricerca di altre fonti alternative di gomma naturale [1-13]. Oltre all'*Hevea*, sono note più di 2.000 specie vegetali che producono gomme (generalmente poliisopreniche), ma tra tutte queste è stato soprattutto il guayule ad essersi da tempo

dimostrato interessante allo scopo. Il guayule (*Parthenium Argentatum*) è un arbusto perenne originario delle regioni semiaride del Messico del nord e del Texas, già conosciuto e utilizzato nel periodo precolombiano dagli indigeni del Messico. Esso ha un contenuto in gomma poliisoprenica 1,4-cis molto variabile in dipendenza da vari fattori: tra il 9 e il 20% circa sulla pianta secca, oltre l'8-14% circa di resine varie. A differenza dell'Hevea, la gomma è contenuta nella pianta in cellette chiuse distribuite uniformemente soprattutto nelle radici, nel tronco e nei rami. La gomma da guayule è praticamente eguale a quella da Hevea, differendone generalmente per un peso molecolare medio leggermente inferiore e per una distribuzione degli stessi pesi molecolari leggermente più allargata. Seppure su scala molto ridotta, il guayule fu già sfruttato commercialmente per l'estrazione della gomma fin dai primi anni del XX secolo. Infatti, già tra il 1902 e il 1912 furono costruiti in Messico impianti di estrazione di gomma da destinare agli Stati Uniti. Successivamente, negli stessi Stati Uniti furono condotti studi agronomici che portarono alla coltivazione del guayule e alla produzione commerciale, sia pure su scala ridotta, della gomma.

A causa della non competitività economica con la gomma da Hevea, coltivazione e produzione diminuirono dopo la I guerra mondiale, e cessarono del tutto in occasione della prima grande crisi economica del 1929. L'attenzione per il guayule riprese in occasione della II guerra mondiale. Divenuta la gomma naturale di interesse strategico, fu varato e massicciamente finanziato negli Stati Uniti l'Emergency Rub-



Fig. 2 - Estrazione della gomma naturale dall'Hevea Brasiliensis

ber Project, un progetto per lo studio e la coltivazione intensiva del guayule e la produzione della gomma. Questo progetto, che si concluse al termine della guerra con la ripresa delle regolari forniture di gomma naturale dalla Malesia, avendo coinvolto centinaia di ricercatori e tecnici, ottenne l'importantissimo risultato di accrescere di molto le conoscenze nel settore. Un'altra fase di rinnovata attenzione si ebbe negli anni Settanta/Ottanta, quando, sotto la spinta della crisi petrolifera che fece balzare in alto anche i prezzi della gomma naturale, il guayule fu nuovamente coltivato soprattutto negli Stati Uniti.

Furono così condotte ricerche di biologia di base e agronomiche e messi a punto nuovi processi di estrazione. La gomma fu commercializzata finché il riallineamento di tutti i prezzi non rese nuovamente più conveniente la gomma da Hevea.

Finalmente, a partire dalla fine degli anni Ottanta la gomma da guayule è tornata di grande interesse. Ciò è dovuto alla scoperta che alcune allergie, tipicamente riscontrate tra il personale sanitario facente uso di guanti e altri prodotti in gomma, sono dovute alla presenza di alcune proteine presenti proprio nel lattice della gomma naturale. È da sottolineare che l'eliminazione completa di queste proteine dal lattice o dai manufatti in gomma naturale da esso derivati non può essere realizzata in modo soddisfacente dal punto di vista economico. La gomma da guayule ed il suo lattice (non naturale, ma che può essere ottenuto dopo estrazione della gomma dalla pianta) hanno un tenore bassissimo in proteine, tra l'altro differenti da quelle contenute nel lattice da Hevea, e che non causano assolutamente problemi di allergia. La ripresa dell'interesse per il guayule, dimostrata tra l'altro dal grande numero di pubblicazioni e brevetti di tipo biotecnologico, e riguardanti l'estrazione della gomma e le applicazioni dei sottoprodotti (resine, legno, biomasse ecc.), ha portato negli Usa alla nascita di una significativa produzione di questa gomma, soprattutto in forma di lattice (Fig. 3). L'azienda leader (proprietaria di molti brevetti nel settore), la Yulex Corporation, che ha sviluppato con diverse università e centri degli Stati Uniti ricerche di tipo biologico, agronomico e di processo, realizzando la totale meccanizzazione delle coltivazioni e la messa a punto di nuove tecnologie, prevede la possibilità di ottenere produzioni di gomma superiori a 2 tonnellate per ettaro.

In questo modo, il prezzo della gomma da guayule potrebbe a breve divenire comparabile con quello della gomma da Hevea; ciò anche considerando che al termine dell'attuale fase economica fortemente recessiva è prevedibile che la domanda di gomma naturale possa superare largamente la produzione [2-9]. L'interesse attuale per la gomma da guayule non è limitato agli Stati Uniti, ma si sta diffondendo anche in altre parti del mondo. In particolare, tra i Paesi europei, già molti anni fa il guayule fu coltivato con un certo successo in Spagna ed in Turchia. Inoltre, nell'ambito di un progetto lanciato recentemente dalla UE sulle piante quali fonti alternative di materie prime per combustibili e altri prodotti (progetto EPOBIO), la gomma naturale da guayule viene indicata quale pianta adatta alle zone semiaride dell'Europa meridionale; analoghi temi sono stati trattati anche in un Convegno tenutosi di recente in Belgio [10, 11].



Fig. 3 - Prodotti in gomma derivata dal guayule

Situazione in Italia

Nell'ambito di un progetto autarchico, già nel 1940 fu sperimentata in Puglia la coltivazione intensiva di guayule, la cui lavorazione sarebbe dovuta avvenire presso uno stabilimento di Terni. Il progetto fu però molto presto modificato e gli sforzi vennero indirizzati verso la produzione di gomma sintetica da butadiene ottenuto dall'etanolo, ricavato a sua volta dallo zucchero: così fu costruito e messo a punto un impianto che costituì il primo nucleo di quello stabilimento che sarebbe poi divenuto il petrolchimico di Ferrara. Al termine della guerra l'impianto di Ferrara fu smantellato e le coltivazioni in Puglia furono distrutte senza che fosse estratta la gomma, mentre a Terni ci si orientò verso la produzione di gomme sintetiche butadiene-stirene. A partire dagli anni Novanta, a seguito del risvegliarsi dell'interesse mondiale, anche in Italia vi è stata una ripresa dell'interesse in merito: per esempio, di recente è stata condotta in Basilicata una sperimentazione sulla coltivazione in ambiente mediterraneo, sperimentazione che ha dato risultati interessanti e che ha sostanzialmente confermato la possibilità di coltivare il guayule nelle regioni del sud.

Alle sperimentazioni agronomiche non sono però seguiti studi ed applicazioni su tutto ciò che è a valle della coltivazione, e cioè sui processi di estrazione della gomma e delle resine, e soprattutto sul trattamento e la valorizzazione economica degli altri prodotti [12-14].

Un discorso particolare riguarda la Sardegna. Tra tutte le regioni, infatti, è quella che possiede la maggiore estensione di terreni incolti (molti dei quali potrebbero forse essere adatti per la coltivazione del guayule), ha un basso rapporto abitanti/superficie (e quindi il prezzo dei terreni agricoli è generalmente minore che altrove) ed inoltre dispone della presenza di diversi poli industriali chimici (in particolare Porto Torres, Ottana, Sarroch), presso i quali potrebbero trovare supporto molti dei processi e trattamenti successivi alla coltivazione, nonché di poli universitari (in particolare Sassari e Cagliari) che potrebbero dare importanti contributi alla ricerca e sviluppo in campo biologico ed agronomico, in campo chimico e dei materiali e di processo. Inoltre, la coltivazione del guayule potrebbe essere di particolare interesse per la riconversione di quelle aziende sarde che hanno dovuto chiudere gli impianti in seguito alle recenti normative europee relative alla produzione di zucchero da barbabietola (l'Eridania SADAM di Villasor).

Prodotti del guayule: considerazioni di massima su di un possibile progetto di ricerca e sviluppo per la Sardegna

Il guayule è di norma coltivato a partire da piantine trapiantate ottenute dai semi; dopo 2-3 anni, generalmente nel periodo invernale, l'arbusto viene sradicato e interamente raccolto. In alternativa, è possibile eseguire una prima raccolta del tronco e dei rami con il taglio della pianta a circa 20 centimetri dal suolo, ed una seconda raccolta (con un minore rendimento in gomma) dopo altri 2 anni di tutta la pianta ricresciuta dalla ceppaia. L'estrazione della gomma può essere condotta con diversi processi; anche per l'assenza di solventi organici, il più interessante sembra essere quello messo a punto dalla Yulex che si basa sulla frantumazione controllata di radici, tronco e rami in soluzione acquosa basica; tale frantumazione lascia inalterate le particelle di gomma, che rimangono in una sospensione acquosa. La sospensione può essere purificata e così mantenuta come "lattice artificiale", oppure da questa può essere separata la gomma per centrifugazione. Come sottoprodotti, si ricavano dal guayule anche le resine e le biomasse legnose (cosiddetta bagassa) derivate da radici, tronchi e rami (dopo l'estrazione della gomma) e dalle foglie [6, 9, 15]. Un progetto di ricerca e sviluppo dovrebbe comportare, previa un'approfondita indagine sulla situazione bibliografica e brevettuale, lo studio (in parte bibliografico ed in parte sperimentale, sempre con una particolare attenzione al lato economico) di diversi aspetti del problema.

Il primo aspetto è quello agronomico, riguardante inizialmente la scelta dei genotipi migliori per la coltivazione (soprattutto dal punto di vista della quantità e qualità della gomma prodotta e dell'influenza dei vari tipi di terreno), l'effetto di eventuali trattamenti, irrigazioni, concimazioni ecc., la compatibilità con altre coltivazioni a rotazione, nonché eventuali interazioni con l'allevamento degli ovini e la pastorizia, attività economicamente molto importanti e diffuse nella Sardegna. Il secondo aspetto (che potrebbe essere definito chimico, di processo e di materiali) riguarda l'estrazione e la caratterizzazione della gomma, la separazione delle resine e del legno derivato da radici, tronchi e rami, nonché l'utilizzo e la valorizzazione economica di questi sottoprodotti. Mentre le resine (costituite essenzialmente da miscele complesse di terpenoidi, trigliceridi di acidi grassi, cere, oli siccativi e gomma a bassissimo peso molecolare) possono essere utilizzate come agenti protettivi del legno da costruzioni e nell'industria delle vernici e degli adesivi, le biomasse (incluse o meno le foglie) possono trovare impiego come combustibili, (direttamente o in forma di pellet), o come materiale di partenza per produrre bio-etanolo, o meglio, tramite processi di pirolisi, per produrre altri bio-carburanti da utilizzare in parte negli stessi processi di lavorazione. In questi casi, si tratterebbe di biocarburanti cosiddetti di seconda generazione, cioè non ottenuti da prodotti agricoli (ad esempio, mais, cereali, barbabietola, canna da zucchero ecc.), che possono invece essere più convenientemente utilizzati per usi alimentari. Un impiego alternativo, ipotizzabile (ma da verificare sperimentalmente) per la parte legnosa dopo l'estrazione della gomma, potrebbe essere uno di quelli tra i più importanti per la valo-

rizzazione del legno di riciclo, e cioè la produzione di pannelli in legno truciolare. I pannelli in truciolare si ottengono agglomerando, mediante compressione e riscaldamento, sottili scaglie di legno (che può essere di diversa natura e provenienza), additivate di colle e resine, queste ultime generalmente a base di urea e formaldeide. Tra l'altro, in Italia, esistono diverse importanti aziende, all'avanguardia in Europa anche nella ricerca in questo settore, che producono pannelli di varie caratteristiche impiegando più di 1 milione di t/anno di legno di recupero [16, 17]. A questo proposito, potrebbe essere interessante esaminare anche la possibilità di una valorizzazione economica diretta del guayule con l'impiego nel truciolare (senza estrazione di gomma e resine) del legno di radici, tronchi e rami. La presenza della gomma, uniformemente distribuita ed in quantità notevoli, potrebbe nobilitare i pannelli, impartendo ad essi proprietà particolari, per esempio dal punto di vista meccanico e di resistenza all'umidità. Inoltre, poiché la formaldeide derivante dalla formulazione è generalmente presente in tracce significative anche nei pannelli finiti, potrebbe forse essere possibile diminuire la quantità di questo non desiderato agente inquinante, ottemperando così più facilmente alle recenti norme della UE che ne fissano il tenore residuo ad un valore molto basso. Infatti, in presenza di una gomma insatura (quasi certamente reattiva nel sistema), tutta la formulazione dei pannelli andrebbe messa a punto di nuovo, con l'obiettivo di migliorare le caratteristiche del prodotto, impiegando anche minori quantità di resine a base di formaldeide.

Osservazioni conclusive

Il progetto che qui si espone può essere visto come un progetto di bioraffineria ecosostenibile, sostanzialmente neutrale (al termine della vita di tutti i prodotti ottenuti dal guayule) dal punto di vista del bilancio della CO₂ atmosferica. È chiaro che una valutazione economica completa, in particolare nell'attuale situazione fortemente recessiva, non è per ora possibile, perché dovrebbe tenere conto anche di tutti i prodotti ricavabili e, nel confronto con la gomma naturale da Hevea, della possibilità per la sola gomma da guayule di impieghi per manufatti ipoallergenici: l'esame della situazione e le proposte qui riportate danno però buone indicazioni economiche generali. Si può ritenere che l'attuazione (anche parziale) in Sardegna di un progetto di questo genere potrebbe risvegliare e riunire molti e differenti interessi, potenzialità e competenze aziendali, industriali ed universitarie. Per quanto riguarda la ricerca, andrebbero coinvolte competenze di varia natura; in particolare, è indispensabile uno studio approfondito relativo alla reale fattibilità agronomica e di impatto ambientale del guayule, soprattutto in relazione alla sua interazione biologica con altre specie, sia vegetali che animali, tipiche della regione. Va realizzato uno studio di tipo chimico e ingegneristico relativo all'ottimizzazione del processo di estrazione della gomma e al suo utilizzo. Infine, si rende necessario uno studio relativo alla valutazione economica delle varie attività della filiera di produzione, con particolare riferimento alla riconversione delle aziende bieticolo-saccarifere recentemente costrette a chiudere i loro impianti a seguito di normative comunitarie. [18]

Bibliografia

- [1] W. Kuran *et al.*, *Polymer*, 2000, **41**, 8531.
- [1] AA.VV., *Enciclopedia of Polymer Science and Technology*, Wiley, New York, 1970, **12**, 178.
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/guayule>
- [3] D.T. Ray, *Guayule: a source of natural rubber*, in *New crops*, Wiley, New York, 1993, 338.
- [4] K. Cornish, D.J. Siler, *Hypoallergenic guayule latex: research to commercialization*, in *Progress in new crops*, ASHS Press, Alexandria V.A., 1996, 327.
- [5] H. Mooibroek, K. Cornish, *Appl. Microb. and Biotech.*, 2000, **53**, 355.
- [6] K. Cornish, *Polymer Preprints*, 2005, **46**(1), 313.
- [7] W. Coates *et al.*, *Industrial crops and products*, 2001, **14**, 85.
- [8] R. Rodriguez-Garcia *et al.*, *Guayule production: rubber and biomass response to irrigation*, in *Trends in new crops and new uses*, ASHS Press, Alexandria V.A., 2002, 240.
- [9] <http://guayuleblog.com/>
- [10] J. van Beilen, J.B. Poirier, *Critical Reviews in Biotechnology*, 2007, **27**(4), 217.
- [11] J. van Beilen, *Natural rubber production in Europe*, "Fifth International Conference on Renewable Resources and Biorefineries", Ghent (Belgio), giugno 2009.
- [12] A. Cianci, Saiga. Il progetto autarchico della gomma naturale, Thyrsus, Arrone (Terni), 2007.
- [13] F. Cataldo, *Progress in Rubber and Plastics Technology*, 2000, **16**(1), 31.
- [14] P. Gherbin, *Riv. Agron.*, 2002, **36**, 84.
- [15] F.S. Nakayama *et al.*, *Industrial Crops and Products*, 2001, **14**, 105.
- [16] www.fantoni.it
- [17] www.grupposaviola.com
- [18] Regione Autonoma della Sardegna, allegato alla delibera n° 41/22 del 29.7.2008.

ABSTRACT

Natural Gum from Guayule: an Opportunity for Sardinia?

This paper presents an overview on the use of guayule, a vegetable species able to produce polyisoprenic natural gum. If compared with that coming from Hevea Brasiliensis, gum products derived from guayule does not lead to allergic reactions. Moreover, it grows also in non tropical regions. The actual situation suggests the development of a project for Sardinia that should involve studies on its breeding and all possible derived products (gum, resins, wood and biomasses).