



Gli articoli del Prof. Campanella sono disponibili al link <https://www.chimicaverde.it/tag/newsletter/>.

Le immagini utilizzate all'interno e in copertina provengono dalle librerie di <https://unsplash.com/> e <https://www.freeimages.com/it> e sono *royalty-free*.

CHIMICA VERDE

N. 2/2022

a cura di

LUIGI CAMPANELLA



aracne



ISBN
979-12-218-0164-4

PRIMA EDIZIONE
ROMA 12 SETTEMBRE 2022

Di economia circolare applicata alla moda abbiamo già più volte parlato. Un altro esempio ci viene dalla Rifò di Prato che recupera e ricicla cashmere cotone e filati in genere per produrre abiti ed accessori. Nata nel 2017 grazie a un crowdfunding l'azienda opera in un territorio che storicamente è impegnato nella rivalutazione di capi dismessi grazie ad una rete di competenze e conoscenze concentrate in una piccola del raggio di non più di 30 km.



5

Il suo creatore Niccolò Cipriani ha capito l'importanza di questo tipo di operazione lavorando per un programma di cooperazione delle NU in Vietnam, toccando con mano gli effetti di sprechi e sovrapproduzione. A seconda della natura del materiale di partenza cambia il procedimento. Ad esempio nel caso di lana o cashmere si lavora sia sul materiale preconsumer (filato da scarti o da scampoli) sia sul post consumer (prodotto da indumenti usati). La cosa più importante è la massima purezza della lana. La selezione avviene sulla base del tipo e del colore, da lì attraverso la caratura che lo riporta allo stato di fibra, si può filare nuova mente. Si risparmia così non solo sulla materia prima, ma anche su coloranti e consumo di acqua, visto che evitare la repigmentazione di un capo comporta il risparmio di acqua. Nei primi tre mesi dell'anno sono stati rigenerati 18500 capi, recuperate due tonnellate e mezzo di cashmere e 600 kg di cotone. Sono in crescita i punti di raccolta e quelli di vendita a dimostrazione che è in aumento la sensibilità dei cittadini verso questo tipo di comportamento.

La FAO ha definito gli indicatori di ecosostenibilità di un alimento: deve garantire la biodiversità, rispettare gli ecosistemi e contribuire alla sicurezza alimentare e nutrizionale. Inoltre deve essere culturalmente accettabile e economico.



6

L'alimento che più risponde a queste caratteristiche è certamente la pasta che dalla produzione dei cereali alla trasformazione in farina e poi in prodotto finito ha un impatto ambientale molto basso; inoltre contiene nutrienti essenziali come carboidrati complessi, fibre, proteine e vitamine. Infine è di certo economica ed è parte storica della cultura italiana. Tenuto conto che il sistema alimentare contribuisce per il 37% delle emissioni dei gas serra, che gli alimenti alla base della piramide alimentare sono quelli che contribuiscono meno alla produzione di gas serra, che fra questi la pasta è uno dei più consumati si comprende come l'affermazione precedente si poggi anche su valutazioni scientifiche quantitative. La dieta mediterranea di cui la pasta è componente essenziale rispetto al regime alimentare abbatte del 72% le emissioni gassose e del 52% i consumi energetici, riduce i consumi idrici di circa 2000 litri al giorno per persona. Altre caratteristiche della pasta sono la facilità ad essere conservata, utilizzata, recuperata, con un impatto sull'ambiente assai minore rispetto a carne e pesce. Dopo la cottura, che può anche avvenire in infusione e che per risparmiare acqua ed energia deve avvenire in pentola coperta, l'acqua nella quale è avvenuta non deve essere smaltita: si tratta di una soluzione ricca di amido, utilizzabile come addensante in altre preparazioni.

Il Nuovo Regolamento Europeo Fertilizzanti (Regolamento Ue 2019/1009) entrerà ufficialmente in vigore il 16 luglio 2022. La principale novità è che con la nuova norma finalmente si estende l'ambito di applicazione anche ai concimi organici e agli attesissimi biostimolanti, rappresentanti di una buona alternativa ai fertilizzanti di sintesi.



7

Da questo punto di vista si potrebbe definire quasi un sollievo: in un contesto in cui il prezzo dei fertilizzanti convenzionali sta aumentando tantissimo, qualsiasi cosa possa portare ad una riduzione del loro utilizzo diventa molto utile per gli agricoltori. Il Nuovo Regolamento ha un approccio diverso: se prima si spiegava per ogni fertilizzante come produrlo, adesso vengono definiti una serie di materiali costituenti che possono essere utilizzati, i processi che devono subire e i prodotti che devono essere conformi ai requisiti essenziali di qualità, sicurezza ed etichettatura descritti negli allegati del Regolamento. Se necessario la valutazione di conformità dei prodotti dovrà essere effettuata da organismi notificati, in caso contrario sarà sufficiente l'autocertificazione. Questo provvedimento è una novità per tutti i paesi dell'Ue e cambia radicalmente il funzionamento della filiera dei fertilizzanti, introducendo la necessità della Conformità Ce come condizione per l'immissione in commercio, mentre prima era sufficiente il rispetto dei requisiti di legge e una corretta etichettatura. In sostanza, il produttore adesso deve far valutare da un apposito ente accreditato dalle autorità nazionali preposte se le caratteristiche del prodotto sono conformi ai requisiti della norma (ad esempio per un concime potrebbe essere il tenore massimo in metalli pesanti, l'assenza di contaminanti, ecc.) mediante la realizzazione di apposite prove secondo determinati standard che fissano le metodiche analitiche da adottare.

Il Nuovo Regolamento è diviso quindi in 53 articoli e 5 allegati che riguardano:

- le categorie funzionali del prodotto (Pfc);
- le categorie di materiali costituenti (Cmc);
- la prescrizione di etichettatura e tolleranze;
- la procedura di valutazione della conformità;
- la dichiarazione Ue di conformità.

Il Nuovo Regolamento europeo è facoltativo e per questo non ostacola la messa a disposizione di concimi non armonizzati sul mercato interno. Al contrario, è richiesto per quei prodotti che recano la marcatura Ce al momento della loro messa a disposizione sul mercato. È per questo che mantenere una legge nazionale sui fertilizzanti dipende dalla volontà dei singoli stati membri: il paese membro può scegliere se continuare a vendere i fertilizzanti nazionali con le proprie leggi nazionali o meno.

La cera d'api diventa un involucro per alimenti

PUBBLICATO IL 21 GENNAIO 2022 DI ASSOCIAZIONE CHIMICA VERDE BIONET

*Alla costante ricerca di **alternative alla plastica** colpisce una recente proposta di mente italiana trapiantata in California: Massimo Massarotto. Si è innamorato della **cera d'api** e d'intesa con la moglie l'ha depositata su un quadrato di cotone creando un involucro semirigido che diviene più morbido e malleabile al calore delle mani prestandosi a sigillare alimenti cotti e crudi.*



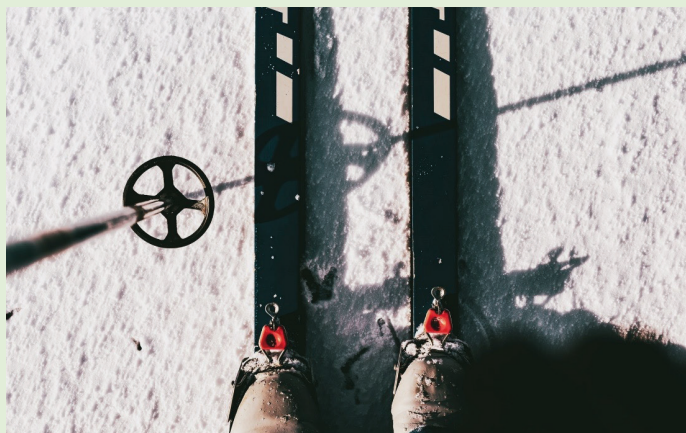
8

Si tratta di un materiale traspirante, inoltre le sue proprietà antimicrobiche sono un prezioso alleato contro le muffe e l'invecchiamento dei cibi con conseguenti risparmi. Consente ai cibi di non accumulare condensa. Il materiale **è in vendita sotto forma di fogli o buste biodegradabili e riutilizzabili** dopo un lavaggio con acqua ed eventualmente con aceto.

Anche sciare è un'attività ecosostenibile: arriva la tuta regina delle nevi

PUBBLICATO IL 24 GENNAIO 2022 DI ASSOCIAZIONE CHIMICA VERDE BIONET

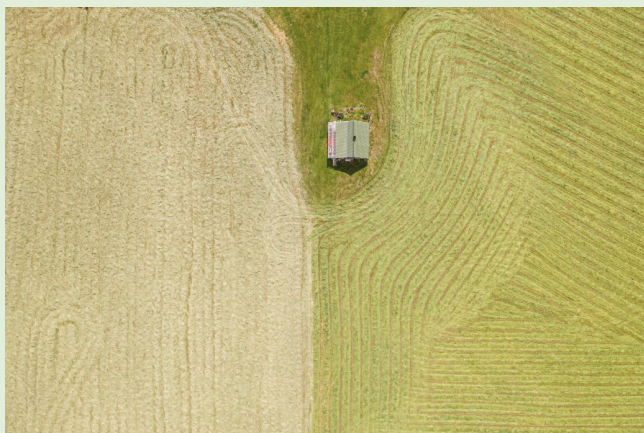
*Sostenibile e riciclabile messa a punto da due aziende bergamasche è nata la **tuta regina delle nevi**. Andiamo con ordine: la materia prima è costituita da riciclato; le proprietà: resistenza alle sollecitazioni da sforzo e a basse temperature; infine può essere sminuzzata e tornare materia prima per realizzare nuovi prodotti ad impatto zero.*



9

Può trovare applicazione per parti di scarponi e attacchi da sci oppure in ambito automotive, nell'arredamento o in qualsiasi altro settore che preveda l'utilizzo di poliammide ad alta prestazione. Il composto riciclato è sostanzialmente nylon, che funge da materia prima. Il riciclo è meccanico con conseguente risparmio energetico ed emissioni di CO2. In fabbrica anche il consumo di acqua risulta ridotto. Gli accessori, come velcro, bottoni imbottiture sono in poliammide. Quando la tuta è ormai da dismettere basta ridurla in piccole parti per ottenere del materiale perfettamente riutilizzabile annullando sprechi e rifiuti di difficile smaltimento. La composizione in nylon, per la natura stessa di questo materiale, permette alla tuta di pesare meno rispetto alle tute tradizionali e di avere un ingombro minore garantendo una resistenza meccanica maggiore. Complessivamente si può dire che si tratta di un caso di **successo di economia circolare applicata alla moda**.

*Secondo il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 l'Italia dovrà realizzare nei prossimi nove anni 32 GW di nuovo fotovoltaico (ad oggi siamo a 20,9 GW installati). Per raggiungere questo obiettivo il Governo ha stanziato nel **Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza** (Pnrr) un totale di 2,6 miliardi di euro, di cui 1,1 miliardi saranno destinati all'agrovoltaico, mentre 1,5 miliardi saranno utilizzati per installare sopra i tetti degli edifici agricoli impianti fotovoltaici.*



10

Per agrovoltaico si intende **la convivenza sullo stesso terreno di colture agricole e pannelli fotovoltaici**, che vengono installati a diversi metri di altezza. Questo permette di produrre energia elettrica e consente comunque lo svolgimento delle attività agricole. Il primo impianto agrovoltaico è stato realizzato nel 1981 in Francia, a Montpellier, e nel corso degli anni sono stati sviluppati diversi progetti, che tuttavia non hanno mai "scalato". È solo negli ultimi tempi che questo sistema di produzione ibrido ha suscitato l'interesse di politica, investitori e aziende agricole.

Se un sistema agrovoltaico viene progettato in maniera corretta esso permette di produrre energia elettrica e offre ombra e riparo dalle intemperie alla coltura sottostante, che in questo modo si avvantaggia della presenza dei pannelli.

Biobased e biodegradabile, antimicrobico e con adeguata shelf-life: cosa chiedere di più ad un imballaggio per alimenti?

*A mettere insieme caratteristiche non sempre compatibili tra loro è stato un gruppo di ricercatori della **Nanyang Technological University di Singapore (NTU Singapore)** e della statunitense **Harvard T.H. Chan School of Public Health**.*



11

Il materiale alla base del packaging è stato prodotto in laboratorio utilizzando la zeina, una proteina appartenente al gruppo delle prolammine, contenuta nei semi del mais e di altri cereali, amido e altri biopolimeri di origine vegetale; le proprietà antimicrobiche sono state invece ottenute con una miscela di composti naturali a base di olio di timo (erba aromatica usata in cucina) e acido citrico contenuto negli agrumi.

La particolarità della funzione antimicrobica è che si attiva solo in presenza di umidità e di enzimi rilasciati da batteri nocivi, come E. coli e Listeria, oppure funghi; in queste condizioni avviene il rilascio dei composti naturali dalle fibre che costituiscono la confezione. Ciò consente all'imballaggio di resistere a diverse esposizioni anche per mesi senza perdere le proprietà antimicrobiche. Inoltre - affermano i ricercatori - poiché la formulazione è in grado di contrastare la proliferazione di batteri sia sulla superficie del packaging, sia sul prodotto alimentare contenuto al suo interno, questa soluzione è potenzialmente adatta per **un'ampia varietà di alimenti, inclusi cibi pronti, carne cruda, frutta, e verdure**.

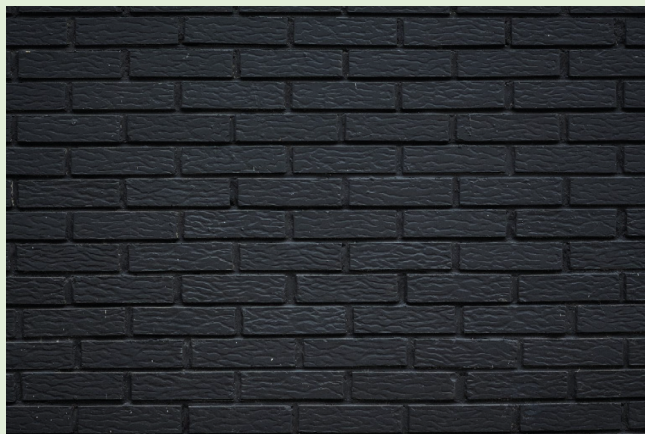
*Uno dei campi per i quali la **Green Chemistry** ha probabilmente spazi interessanti inesplorati di applicazione è quello dei Beni Culturali. Le malattie professionali dei restauratori e l'inquinamento ambientale riferito allo smaltimento di sostanze utilizzate nei gabinetti di restauro possono essere contrastati dall'impiego di sostanze naturali più efficaci e più amiche della salute e dell'ambiente da utilizzare al posto dei materiali sintetici oggi utilizzati.*



12

Il progetto Smart Cited a cui ho partecipato guidato da ICAP Lather e con la **partecipazione delle università di Roma Sapienza, L'Aquila, Basilicata e Venezia** ha applicato questi principi operando in vivo su artefatti lucani e sui Sassi di Matera. Sui primi provvedendo alla rimozione su superfici lapidee di macchie da composti del ferro e sui secondi alla protezione delle parti più danneggiate per arrestarne il processo di degradazione. Per il primo aspetto alcuni peptidi ed alcune proteine si sono mostrati particolarmente adatti in quanto in grado selettivamente di rimuovere il ferro senza attaccare il calcio. Per il secondo aspetto invece composti nano particolarizzati a base di TiO_2 si sono rivelati efficaci, mentre si è dimostrato inefficace qualunque trattamento a base di silani e silossani.

*L'economia circolare non finisce di stupire per le combinazioni che riesce a rendere concrete fra settori apparentemente lontani. **L'azienda sarda Milk Brick** è l'ultima di una serie di aziende a cui certamente non mancano inventiva ed innovazione.*



13

Sono nati così mattoni, calcestruzzo e ceramica a partire da residui dell'industria casearia. La fibra di latte è un biopolimero che viene ricavato dalla caseina attraverso un processo di estrazione; ed ha un grande vantaggio: può arrivare ad essere cotone senza consumare acqua, mentre- come noto -la produzione di cotone è fra quelle che consumano più acqua (10mila litri per kg). Se si pensa che nella produzione del formaggio si scarta quasi il 90% della materia prima, che in più richiede energia per essere purificato prima dello smaltimento ecco che l'idea del riciclo finalizzato diviene competitiva. I mattoni ottenuti hanno il vantaggio rispetto a quelli tradizionali di essere isolanti termici con ulteriore risparmio di energia. La tecnologia dovrebbe essere venduta a investitori nazionali ed internazionali con l'obiettivo di **realizzare oggetti di design a impatto idrico zero**. Il responsabile scientifico si allunga idealmente fino alle costruzioni su Marte, visto che essa non richiede acqua.

*Sono in continua crescita gli esempi di **economia circolare applicata ai prodotti della nostra vita** di tutti i giorni. Uno di quelli dove finora erano meno gli esempi concreti di questo nuovo modello di economia è quello dei PC, ma un recente esempio di portatile verde realizzato con materiali riciclati consente di superare questo gap.*



14

Parliamo di un **portatile ACER realizzato con materie plastiche riciclate** ed imballato in contenitori anch'essi realizzati con carta e materiali rigenerati. L'elettronica, come noto, ha un forte impatto negativo sul nostro Pianeta e fa piacere l'impegno a trovare soluzioni che compensano il debito accumulato da questa industria nei confronti dell'ambiente. Il prodotto per caratteristiche e proprietà è assolutamente competitivo con quelli dello stesso segmento.

Riciclare i tessuti: l'Italia è più avanti dell'Europa

PUBBLICATO IL 15 FEBBRAIO 2022 DI ASSOCIAZIONE CHIMICA VERDE BIONET

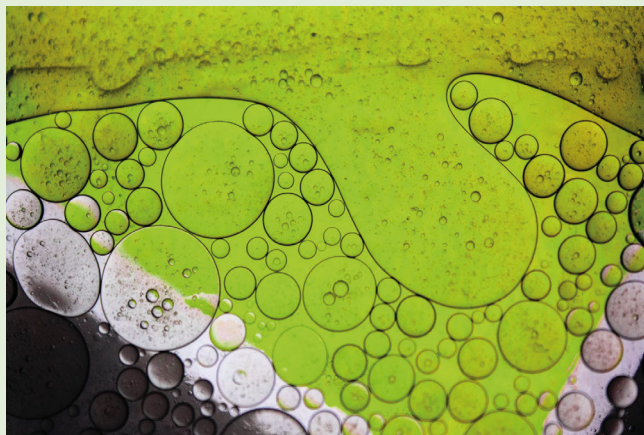
A livello globale il tessile concorre per il 20% all'inquinamento ed al drenaggio dell'acqua e per il 10% alle emissioni di gas serra. Così l'Italia ha anticipato a quest'anno l'introduzione della direttiva europea sulla raccolta differenziata dei tessuti.



15

Al comportamento di certo non eco-friendly del settore concorrono anche i consumatori inserendo nelle lavatrici vestiti in tessuto sintetico che rilasciano microfibre nei mari (mezzo milione di tonnellate/anno) e poi smaltendo 12 kg/anno/cittadino di vestiti. A tutto ciò c'è da aggiungere l'inquinamento correlato alla produzione dei vestiti che acquistiamo con forse eccessiva generosità. Dinnanzi a tale situazione la Commissione UE ha inserito i rifiuti tessili nel pacchetto di direttive sull'economia circolare ed ha stabilito che devono essere raccolti in maniera differenziata. Per agevolare tale raccolta sono nati consorzi nazionali che si occupano della raccolta di tessuti dismessi, della relativa selezione e cernita, dell'avvio al riutilizzo, del riciclo, della valorizzazione dei rifiuti provenienti dal tessile. Da questi punti di vista possiamo dire che **l'Italia è più avanti dell'Europa: 40% dei vestiti dismessi riciclati contro il 10% europeo**. Di quel 40% la metà viene riciclato come pezzame industriale, imbottiture e materiali fonoassorbenti e solo il 10% finisce negli inceneritori. Il riciclo è al nostro tempo favorito dalla grande attenzione dei giovani per i vestiti usati. I grandi Brand (Gucci, Valentino) lo hanno capito ed esaltano l'utilizzo nei loro prodotti di materiali riciclati.

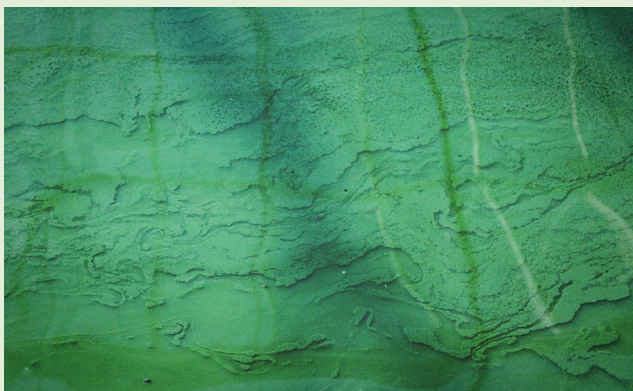
*L'Organizzazione Mondiale della Sanità definisce una terza età sana il processo che sviluppa e mantiene l'abilità funzionale che a sua volta rende possibile il **buono stato in vecchiaia**, il cui mantenimento richiede particolare attenzione alla nutrizione.*



16

In questo senso l'attenzione si è concentrata sulle microalghe per il loro contenuto di composti. **antiossidanti, anticancro, antidiabetici, antiipertensivi, antiiperlipidemici.** Le alghe sono state presenti in molte fasi della mia vita di ricerca: come indicatori ambientali (la loro doppia funzione, fotosintetica e respiratoria, è molto sensibile alla qualità ambientale), come sensori di tossicità, come materia prima per composti di restauro della carta degradata, come risorsa alimentare. Prima di parlare di quest'ultima vorrei parlare brevemente del sensore ambientale e di tossicità: in ragione della suddetta doppia funzione le alghe consumano ossigeno al buio e ne producono alla luce; entrambi i processi e quindi, in un'alternanza luce/buio, l'andamento della concentrazione dell'ossigeno nel tempo risente delle condizioni di qualità ambientale e della tossicità di composti messi a contatto con le alghe. È possibile definire degli indici di qualità ambientale e di tossicità a partire da questo andamento. Un'altra applicazione delle alghe si riferisce ai polisaccaridi in esse contenuti che, isolati e purificati, si sono rivelati preziosi per il restauro delle carte antiche degradate in quanto capaci con le loro catene molecolari di ricomporre quelle frammentate della cellulosa degradata presente nelle carte antiche.

*Tornando agli aspetti alimentari, negli anni '80 la mia università nell'ambito di un accordo con Cuba aveva sviluppato una ricerca di **caratterizzazione e valorizzazione delle alghe cubane come risorsa alimentare**. Rilevo con piacere che dopo quaranta anni questo tema presenta spunti di rinnovata attualità.*



17

La spirulina è stata per secoli considerata come un superalimento consumato come polvere disidratata, pasticche, tavolette o anche come prodotto fresco, in relazione alle sue eccellenti componenti proteiche. Questo cianobatterio è anche un'ottima fonte di ferro e selenio ed inoltre delle vitamine A, E, D, del gruppo B e K, di elementi minerali come calcio, magnesio, di carboidrati, acidi grassi, pigmenti. Chlorella è un'altra alga verde unicellulare con una composizione proteica al 60%, grassa al 20%, carboidratica al 20%, anch'essa ricca di vitamine, minerali e fitonutrienti. Una sua capacità particolare è stata di recente esaltata: si tratta di controllore del peso, proprietà molto richiesta in una società dove la componente obesa non è trascurabile. Un'altra proprietà, più nota da tempo, è quella nutraceutica per il controllo del colesterolo, della sintesi epatica degli acidi grassi, della secrezione di insulina. La spirulina è anche ricca di fibre come il betaglucano che viene metabolizzato ad acidi grassi a catena corta come il propionato. I betaglucani promuovono anche la crescita di probiotici, mentre il propionato ha proprietà antiinfiammatorie. La chlorella per parte sua se consumata in concomitanza allo svolgimento di attività fisica aerobica aiuta significativamente nel miglioramento del controllo glicemico attraverso l'accresciuta attivazione del segnale di fosforilazione dei muscoli. Da quanto detto non è improprio quanto alcuni affermano circa la natura di alimenti funzionali di queste alghe. L'attività biologica della Spirulina e della Chlorella vulgaris nel controllo del peso e nella protezione della salute in terza età è attribuita alla loro composizione in acidi grassi come linoleico, arachidonico, linolenico determinanti per il metabolismo cellulare e tissutale, inclusi la regolazione della fluidità della membrana, il trasporto di ossigeno, l'adattamento termico. Si tratta per tutte e due le alghe di materiali commerciali prodotti in molti Paesi nel mondo. Per la chlorella, di cui peraltro a seconda del processo di produzione esistono diversi tipi (verde, gialla, bianca), la produzione mondiale è pari a 2000 tonnellate/anno. La produzione avviene in condizioni fotoautotrofiche all'aperto o eterotropicamente in adatti fermentatori.

Batteri per convertire la CO₂ in acetone ed isopropanolo

PUBBLICATO IL 11 MARZO 2022 DI ASSOCIAZIONE CHIMICA VERDE BIONET

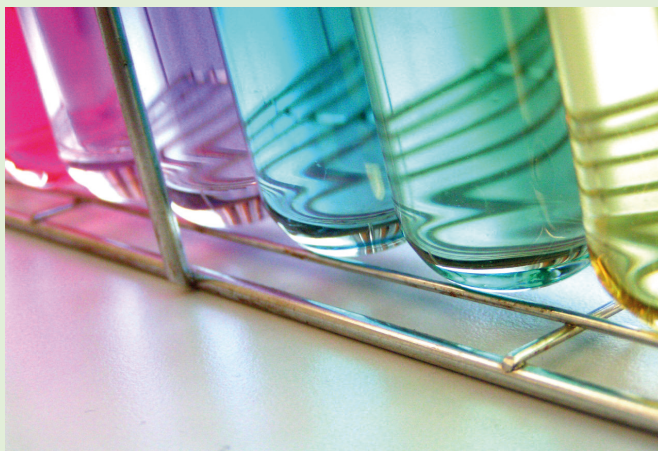
*I ricercatori della Northwestern University stanno lavorando ad un **batterio capace di convertire la CO₂ in acetone ed isopropanolo**, sostanze antisettiche e disinfettanti attive anche contro Covid-19.*



18

Oggi vengono prodotte con l'uso di combustibili fossili ed annesso effetto serra. Con la nuova biotecnologia la produzione di questo due composti avverrebbe per fermentazione gassosa. Il batterio in questione è il *Clostridium autoethanogenum* procariote, progettato da Lanza Tech che viene riprogrammato per fermentare la CO₂. Acetone ed isopropanolo sono solo 2 esempi di un mercato di 10 miliardi di dollari per composti sintetizzati con l'uso di combustibili fossili come petrolio, gas e carbone e che con il progetto carbon negative si indirizzerà verso biotecnologie mettendo fine all'uso di carbone. Se il batterio di cui sopra fosse impiegato su vasta scala si ridurrebbe l'emissione di gas serra del 160%.

*Si parla sempre più spesso e sempre più in sedi molteplici e diverse di **green chemistry**. Può essere interessante cercare di capire come è perché sia nata la green chemistry e che cosa realmente con essa si intende. La denominazione risale al 1996 e corrisponde ad un **impegno della Chimica a diminuire o eliminare l'impiego di sostanze pericolose e nocive per l'ambiente e per la salute umana**.*



19

La parola che meglio condensa e sintetizza tutti i caratteri della **Green Chemistry** è certamente **sostenibilità**, tanto che la denominazione ufficiale viene spesso sostituita da chimica sostenibile. Questo concetto è addirittura precedente alla denominazione di green chemistry. Infatti esso risale al 1987 in occasione della Conferenza ONU su ambiente e sviluppo. Uno sviluppo sostenibile deve garantire il presente soddisfacendone i bisogni senza compromettere lo stesso diritto per le generazioni future. Nel 1998 per guidare l'industria chimica su questa complessa strada due chimici dell'Environmental Protection Agency, John Warner e Paul Anastas, hanno enunciato 12 principi divenuti i must della green chemistry, una lista di criteri di azione, orientamento e priorità. Le parole chiave a cui corrispondono i suddetti criteri sono **Prevenzione**: meglio prevenire i rifiuti piuttosto che trattarli. Su questa alternativa negli anni successivi è nata l'ambiguità delle clean technologies (erroneamente riferite a rifiuti zero dopo però un adeguato trattamento di quelli prodotti), mentre erano state introdotte per non produrre alcun rifiuto, da cui il carattere di pulite. **Economia atomica**: processi nei quali gli atomi dei reagenti si ritrovano quanto più completamente possibile nei prodotti finali. **Sintesi chimiche meno pericolose** senza impiego e produzione di sostanze tossiche. Progettazione di composti e sostanze che durante tutto il ciclo di vita non impattino negativamente su salute ed ambiente. **Riduzione di solventi ed ausiliari**: il miglior solvente "is no solvent". **Progettazione per aumentare l'efficienza energetica** in termini di ridotto consumo per unità di prodotto. Pressione e temperatura ambiente quanto più possibile. **Uso di materie prime rinnovabili**. Riduzione dei derivati evitando reagenti e rifiuti aggiuntivi. **Catalizzatori** il più possibile **selettivi**. Progettazione di prodotti chimici che alla fine della loro funzione non persistano nell'ambiente. **Monitoraggio ed analisi** in tempo reale evitando il disperdersi di sostanze pericolose. **Scelta di processi con il minimo di rischio** di incidenti chimici. **Si tratta di principi perfettamente coerenti con il piano europeo di essere il primo continente al mondo ad impatto climatico zero nel 2050 con un taglio delle emissioni del 50-55%**. Il Green New Deal promuove la crescita economica dissociata dall'uso delle risorse e che nessuna persona e nessun luogo siano trascurati. I punti cardine di questo piano sono investimenti in tecnologie ecofriendly, sostegno all'industria nell'innovazione, forme di trasporto pubblico e privato più pulite ed economiche, decarbonizzazione dell'energia, efficientamento energetico degli edifici. Un ulteriore aspetto della green chemistry è collegato all'etica intesa come filosofia morale e guida al comportamento: la chimica nel periodo del dopoguerra ha rinunciato a tenere conto di valori e di diritto ad essi quali ambiente, salute, sicurezza. Progressivamente responsabilità e presa di coscienza sono riemerse secondo due direzioni di comportamento: stabilire norme e regolamenti da una parte, innovazione tecnologica dall'altra. La prima direzione ha prodotto come risultato il regolamento europeo REACH e correlati, la seconda per l'appunto la Green Chemistry.

*Nel garage del mio condominio sono presenti numerosi **copertoni** utilizzati come paraspigoli o antimuro. Vedendoli avevo pensato alle **opportunità di un secondo uso** che tutti i materiali hanno solo affidandosi ad un minimo di inventiva e creatività.*



20

Tornando ai copertoni ne buttiamo 38 milioni ogni anno e viene logico chiedersi che fine facciano. Bisogna subito escludere di utilizzarli per produrre nuovi pneumatici; infatti la vulcanizzazione necessaria per farci viaggiare non permette il riutilizzo. Ecopneus, consorzio nato nel 2011 con lo scopo di raccogliere i pneumatici fuori uso, come richiesto dall'UE, ha formulato proposte per una nuova vita dei pneumatici a partire dalla loro composizione: 70% gomma purissima, 20% acciai, poi fibre sintetiche. In passato la maggior parte finiva negli inceneritori per produrre energia, dal momento che inquina meno del carbone ed ha una resa maggiore (1 GWh da circa 100 tonn). L'applicazione più impiegata è quella per la costruzione di superfici morbide nei parchi giochi e nei campi sportivi (atletica, basket, tennis, calcio, equitazione). Il pneumatico viene tritato in frammenti sempre più piccoli fino a separare i vari componenti. La gomma viene quindi impiegata per produrre le piastrelle dei campi oppure viene colata direttamente sulla superficie di supporto. Le caratteristiche, a partire dallo spessore, delle piastrelle influenzano la qualità della superficie: con 1 cm si ha un campo più ammortizzante che riduce l'affaticamento muscolare evitando anche tendiniti e stress ai legamenti, con 0.8 uno più elastico adatto alle grandi prestazioni. Un ulteriore vantaggio delle superfici da pneumatici riutilizzati sta nel minore consumo di acqua per l'irrigazione: un campo di calcio sintetico in gomma riciclata fa risparmiare rispetto ad uno naturale ben 750 mila metri cubi di acqua corrispondenti a 500 piscine olimpioniche