



Biogas e biometano, le nuove frontiere dell'innovazione

In relazione alla necessità crescente di energia da fonti rinnovabili, la produzione di biogas dalla digestione anaerobica di nuovi materiali di scarto offre vantaggi significativi. L'impiego delle matrici organiche ricche di cellulosa, emicellulosa e lignina oggi non utilizzabili. Le linee di ricerca per ottenere biocarburanti sostenibili da biomasse legnose recuperate dai nostri campi

di Matteo Monni - Vice Presidente Itabia

Per affrontare la grande complessità della situazione attuale, caratterizzata dalla miscela esplosiva di una triplice crisi – sanitaria, ambientale ed economica – occorre agire in modo sistemico, rapidamente e su più fronti con la consapevolezza che non si risolve nessun problema tralasciando la soluzione degli altri. Con questa visione nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) italiano sono state stanziare risorse economiche di un'entità che non ha precedenti nella storia. Infatti, il nostro Piano assorbirà circa il 28% dei fondi assegnati all'intera Europa per il periodo 2021-2027: 209 miliardi di euro di cui 1/3 (ben 69) andranno alla "Missione 2 – Rivoluzione verde e transizione ecologica" che si articola nelle seguenti quattro

by Matteo Monni - Vice President Itabia

In order to tackle the great complexity of the current situation, characterised by the explosive mixture of a triple crisis - health, environmental and economic - it is necessary to act systematically, rapidly and on several fronts with the awareness that no problem can be solved by neglecting the solution of the others. With this vision in mind, the Italian National Recovery and Resilience Plan (NRRP) has been allocated economic resources on an unprecedented scale. In fact, our NRRP will absorb about 28% of the funds allocated to Europe as a whole for the period 2021-2027: 209 billion euros of which 1/3 (as much as 69) will go to "Mission 2 - Green Revolution and Ecological Transition" which is divided into the following four "Components": I. Sustainable agriculture and circular economy (€ 5.2 billion + 300 million ReactEu); II. Renewable energy, hydrogen and sustain-

Biogas and biomethane, the new frontiers of innovation

In relation to the growing need for energy from renewable sources, the production of biogas from the anaerobic decay of new waste materials offers significant advantages. By extending interest to those organic matrices rich in cellulose, hemicellulose and lignin that today can't be exploited. The several lines of research, we will be able to obtain sustainable biofuels from woody biomass recovered from our fields



“Componenti”: I. Agricoltura sostenibile ed economia circolare (Euro 5,2 miliardi + 300 milioni ReactEu); II. Energia rinnovabile, idrogeno e mobilità sostenibile (euro 17,5 mld + 680 mln ReactEu); III. Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici (euro 30,4 mld + 320 mln ReactEu); IV. Tutela del territorio e della risorsa idrica (euro 14,3 mld + 200 ml ReactEu).

Su tali ambiti occorre stimolare un ampio coinvolgimento della società e anche il settore della meccanizzazione agricola è chiamato a fornire contributi concreti per il raggiungimento degli obiettivi fissati.

Dalla pandemia abbiamo imparato che il benessere delle persone e quello dell'ambiente vanno di pari passo e per la ripresa dal Covid-19 tra i temi centrali troviamo l'economia circolare, l'agricoltura e l'energia in chiave sostenibile. Tutti elementi che rientrano pianamente nei modelli agricoli di filiera del biogas-biometano. Tali modelli, in Italia molto diffusi ed evoluti, hanno fino ad oggi valorizzato biomasse (residuali o coltivate ad hoc) fermentescibili quindi degradabili nel processo naturale di digestione anaerobica da parte di specifici consorzi batterici.

In futuro, per ampliare ulteriormente la produttività di questa tecnologia, uno degli aspetti da considerare è il completo sfruttamento del potenziale metanigeno (BMT) delle diverse matrici organiche. Infatti, non tutta la sostanza organica presente può essere digerita tal quale dai microrganismi responsabili della produzione del biogas. Ad esempio, composti come la cellulosa, l'emicellulosa e soprattutto la lignina sono difficilmente degradabili. A tal fine sono pertanto necessari pretrattamenti con cui aumentare la

abile mobility (EUR 17.5bn + EUR 680m ReactEu); III. Energy efficiency and building renovation (EUR 30.4 bn + 320 ml ReactEu); IV. Protection of land and water resources (EUR 14.3 bn + 200 ml ReactEu). In these areas, a broad involvement of society must be stimulated, and FederUnacoma is also called upon to make concrete contributions to the achievement of these objectives.

We have learned from the pandemic that the well-being of people and the environment go hand in hand, and for the Covid-19 recovery, circular economy, sustainable agriculture and energy are among the central themes. These are all elements that fall squarely within the agricultural models of the biogas-biomethane chain. These models, which are very widespread and advanced in Italy, have so far exploited biomass (residual or cultivated ad hoc) that can be fermented and therefore degraded in the natural process of anaerobic digestion by specific bacterial consortia.

In the future, in order to further expand the productivity of this technology, one of the aspects to be considered is the full exploitation of the methanogenic potential (BMT) of the different organic matrices. Not all organic matter can be digested as such by the microorganisms responsible for biogas production. For example, compounds such as cellulose, hemicellulose and especially lignin are difficult to biodegrade. Therefore, pre-treatments are needed to increase the solubility of the organic solids and to accelerate and improve the rate of degradation. There are different types of techniques: physical/mechanical, thermal, chemical, biological-enzymatic, and the role of research and technological innovation is essential to meet the challenges of the future. Today, ENEA's Casaccia Research Centre has a system that generates high-voltage, low-intensity pulsed electric fields (commercially known as BioCrack), which opens gaps in the cell membrane. In collaboration with the Department of Industrial Civil Engi-

solubilità dei solidi organici, accelerare e migliorare il tasso di biodegradazione. Queste tecniche possono essere di diverso tipo: fisico-meccaniche, termiche, chimiche, biologico-enzimatiche e il ruolo della ricerca per l'innovazione tecnologica si conferma indispensabile per affrontare le sfide del futuro. Oggi l'ENEA, nel Centro Ricerche della Casaccia dispone di un sistema che genera campi elettrici pulsati ad alta tensione e bassa intensità di corrente (denominato commercialmente BioCrack), che apre dei varchi nella membrana cellulare. Tale sistema, in collaborazione con il Dipartimento di ingegneria civile industriale dell'Università di Roma La Sapienza (dr. Danilo Morriello) è stato integrato ad un piccolo impianto pilota di digestione anaerobica (1 m³ di volume) per il pretrattamento delle biomasse ad alto contenuto di componenti lignocellulosiche con cui viene alimentato. Per la sperimentazione sono state scelte come matrici di lavoro, un insilato di mais dal contenuto in cellulosa ed emicellulosa piuttosto consistente e una miscela di prodotti vegetali con presenza di cellulosa ed emicellulosa molto più bassa. Entrambi costituiscono la miscela di alimentazione di un impianto industriale di produzione di biogas. Dall'analisi dei dati ottenuti sperimentalmente dai BMP, è emerso che questo sistema di pretrattamento produce gli effetti attesi sulle matrici con un alto contenuto celluloso. Infatti, il BioCrack danneggia soprattutto la struttura tridimensionale della cellulosa ed emicellulosa, riducendo la reticolazione delle catene polisaccaridi ("cristallinità"). Questo, in estrema sintesi, aumentando la superficie disponibile per l'azione dei microrganismi, incrementa la solubilità della materia organica e anche il potenziale metanigeno delle biomasse lignocellulosiche. Mentre invece l'effetto del BioCrack su matrici a basso contenuto lignocellulosico è nullo se non addirittura controproducente.

Oltre a questo pretrattamento di carattere chimico-fisico è possibile ricorrere a processi biochimici molto frequenti in natura. Infatti, i mammiferi erbivori e numerosi insetti xilofagi non producono enzimi capaci di degradare la cellulosa del materiale vegetale ingerito e a tal fine sviluppano simbiosi con pool di microrganismi presenti nel loro tratto intestinale. All'interno di questo consorzio giocano un ruolo fondamentale i funghi anaerobi ruminali (ARF). Una caratteristica di questi microrganismi è che sono tra i più attivi degradatori di materiale celluloso e producono una gran quantità di enzimi e di complessi enzimatici capaci di intaccare la parete cellulare vegetale e le fibre vegetali ingerite dall'animale ospite. Poiché la degradazione del materiale lignocellulosico è attualmente ritenuto il principale collo di bottiglia nel processo di digestione anaerobica, grandi sviluppi sono attesi dallo studio di tali organismi. Con l'utilizzo degli ARF si apre, dunque, la possibilità di effettuare dei co-trattamenti "in situ" tramite il potenziamento di tale comunità nei digestori anaerobici. Se-



neering of the University of Rome La Sapienza (Dr. Danilo Morriello), this system has been integrated into a small pilot anaerobic digestion plant (1 m³ in volume) for the pre-treatment of biomass with a high lignocellulosic content that is fed into it. A maize silage with a fairly high cellulose and hemicellulose content and a mixture of vegetable products with a much lower cellulose and hemicellulose content were chosen as the working matrices for experimentation. Both were the feed mix for an industrial biogas plant. Analysis of the experimental data obtained from the BMPs showed that this pre-treatment system produces the expected effects on matrices with a high cellulose content. In fact, BioCrack mainly damages the three-dimensional structure of cellulose and hemicellulose, reducing the cross-linking of polysaccharide chains ("crystallinity"). This, in a nutshell, increases the surface area available for the microorganisms' action, increases the solubility of the organic matter, and also the methane potential of lignocellulosic biomass. On the other hand, the effect of BioCrack on matrices with a low lignocellulosic content is nil or even counterproductive.

In addition to this chemical and physical pre-treatment, it is possible to use biochemical processes that are very common in nature. In fact, herbivorous mammals and numerous xylophagous insects do not produce enzymes capable of degrading the cellulose of ingested plant material and to this end develop symbioses with pools of microorganisms present in their intestinal tract. Within this consortium, ruminal anaerobic fungi (ARF) play a key role. A characteristic of these micro-organisms is that they are among the most active degraders of cellulosic material and produce a large number of enzymes and

condo studi condotti dall'Università della Tuscia e dall'ENEA l'utilizzo di un inoculo integrato di ARF (*Neocallimastix* sp. e *Orpinomyces* sp.) e di un consorzio selezionato di altri microrganismi idrogeno-produttori, ha consentito di ottenere rilevanti incrementi della produzione di biogas anche da chitina e paglia di grano.

Per una possibile applicazione industriale di ceppi fungini ruminali in grado di migliorare i processi di produzione di biogas, dopo aver testato la capacità di crescere in piccoli bioreattori da banco, si sta passando a successivi step di scale-up industriale fino al ricorso di tali inoculi per l'utilizzo su scala reale. Su quest'ultimo fronte i risultati di processo sono incoraggianti, aspetto non scontato vista la difficoltà di alcuni microrganismi della comunità fungina di crescere e svilupparsi su terreni di coltura di grandi volumi.

La sfida sul fronte delle biomasse lignocellulosiche per la digestione anaerobica si gioca anche sul campo della meccanizzazione agricola. Da questa, infatti, dipende la capacità di contenere il costo dell'approvvigionamento della materia prima, dalla raccolta alla sua trasformazione, trasporto e stoccaggio. Infine, visto che dalla digestione di questa risorsa rinnovabile si può ottenere anche il biometano, sarebbe un importante segnale di transizione ecologica poter alimentare con questo biocarburante i motori delle macchine agricole impiegate nei nostri campi. Una svolta non indifferente nella sfera della bioeconomia circolare.

Matteo Monni

*enzyme complexes capable of attacking the plant cell wall and plant fibres ingested by the host animal. As the degradation of lignocellulosic material is currently considered the main bottleneck in the anaerobic digestion process, great developments are expected from the study of these organisms. The use of ARFs opens up the possibility of "in situ" co-treatment by enhancing this community in anaerobic digesters. According to studies carried out by the University of Tuscia and ENEA, the use of an integrated inoculum of ARFs (*Neocallimastix* sp. and *Orpinomyces* sp.) and a selected consortium of other hydrogen-producing micro-organisms has led to significant increases in biogas production from chitin and wheat straw.*

For a possible industrial application of ruminal fungal strains capable of improving biogas production processes, after testing the ability to grow in small benchtop bioreactors, the next step is industrial scaling up to full-scale use of such inocula. On the latter front, process results are encouraging, which is not to be taken for granted given the difficulty for some microorganisms in the fungal community to grow and develop on large-volume culture media.

The challenge on the front of lignocellulosic biomass for anaerobic digestion is also played out in the field of agricultural mechanization. Indeed, on this depends the ability to contain the cost of supplying raw materials, from collection to processing, transport and storage. Finally, given that biomethane can also be obtained from the digestion of this renewable resource, it would be an important sign of ecological transition to be able to use this biofuel to power the engines of agricultural machinery used in our fields. A major breakthrough in the sphere of the circular bio-economy.

Matteo Monni

**I TUOI PARTNER
PER IRRIGAZIONE ED ENERGIA**

Made in Italy

IDROFOLIA SISTEMI DI IRRIGAZIONE
www.idrofolia.com

Green Power GRUPPI ELETTROGENI
www.greenpowergen.com

GP 22