

Trend e innovazioni nel settore del Biogas

Vinante C., Basso D., R. Pavanetto, E. Gribaudo

Negli ultimi decenni, l'aumento costante della popolazione ha portato con sé un conseguente aumento del consumo di risorse. Essendo i bisogni fisiologici la base della piramide di Maslow [1], una grossa porzione dei rifiuti prodotti a seguito del sopracitato consumo è rappresentata dalla biomassa. La necessità di trovare una soluzione sostenibile per la valorizzazione e lo smaltimento dei rifiuti biodegradabili ha portato, oltre alla diffusione di numerose pratiche innovative, ad un costante aumento delle tecnologie di digestione anaerobica [2]. Tali tecnologie hanno portato la biomassa a rappresentare il 70% di presenza fra le fonti di energie rinnovabili ed il 96% per quanto riguarda la produzione di calore da fonti rinnovabili [3]. La presenza di più circa 18.000 impianti attivi nel 2017 suggerisce la maturità di questa tipologia di trattamento dei substrati organici, concentrando di conseguenza il mondo della ricerca sull'ottimizzazione del processo al fine di aumentare la resa in termini di biogas e/o di aumentare l'efficienza energetica per diminuire il consumo di energia interno. In questo ambito, Önen et al. [4] hanno studiato l'effetto di un aumento di temperatura all'interno del digestore ed una nuova tecnica di miscelazione per studiare i potenziali miglioramenti in termini di performance di impianto. Agendo sul tempo e sulla frequenza di attivazione dell'organo di miscelazione, è stata raggiunta una percentuale di energia elettrica consumata da quest'ultimo del 28%, dato nettamente inferiore rispetto al 51% misurato da Nägele nel 2013 [5] e capace di ridurre il consumo interno di energia elettrica del 13%. Singh et al. [6] hanno confermato la maggior efficienza nell'adozione di miscelazione intermittente, asserendo l'inutilità di impiegare la miscelazione continua all'interno del digestore e suggerendo la necessità di agire anche sull'ottimizzazione della geometria degli organi rotanti [7].

Uno dei problemi più ricorrenti nel settore del biogas riguarda la valorizzazione del digestato ottenuto a valle dell'impianto. In questo ambito, la ricerca è attualmente impegnata nell'identificazione di pratiche capaci di eliminare definitivamente soluzioni non più sostenibili quali incenerimento e smaltimento in discarica. Lo studio proposto da Pecchi e Baratieri [8] indaga l'unione fra digestione anaerobica ed altri tre processi termochimici (gassificazione, pirolisi e carbonizzazione idrotermica) al fine di aumentare la qualità degli output e valorizzare al meglio i substrati di interesse, come ad esempio il recupero del fosforo dal trattamento dei reflui [9].

Ulteriori innovazioni volte al miglioramento della qualità e delle caratteristiche del digestato, nonché ad una generazione di bioenergia superiore, sono state selezionate nello studio di Kor-Bicakci et al. [10] nel contesto di tecnologie di pretrattamento ad alta temperatura/pressione capaci di sfruttare il calore presente nell'impianto di trattamento delle acque reflue. L'incremento della performance del processo di digestione anaerobica passa anche attraverso l'introduzione di additivi inorganici sotto forma di materiali nano-strutturati [11], tecnologie di pretrattamento innovative [12] ed equipaggiamento di sensoristica in grado di direzionare ed ottimizzare i parametri di trattamento in tempo reale [13].

Trends and innovations in the Biogas sector

Vinante C., Basso D., R. Pavanetto, E. Gribaudo

In recent decades, the constant increase in population resulted in a consequent enhancement in the resource consumption. Since physiological needs are the basis of Maslow's pyramid [1], a large portion of the waste produced as a result of the aforementioned consumption is represented by biomass. The need to find a sustainable solution for the valorization and disposal of biodegradable matter has led to the spread of numerous innovative practices as well as a constant increase in anaerobic digestion technologies [2]. These technologies have led biomass to account for 70% of renewable energy sources and 96% for the production of heat from renewable sources [3]. The presence of more than 18,000 active plants in 2017 suggests the maturity of this kind of organic substrates treatment technologies, thus concentrating the world of research on process optimization in order to increase the yield in terms of biogas and/or increase in energy efficiency used to reduce internal energy consumption. In this context, Önen et al. [4] studied the effect of increasing the temperature inside the digester and a new mixing technique to study potential improvements in terms of plant performance. Acting on the time and frequency of activation of the mixing device, the percentage of electrical energy consumed by the latter was 28% (capable of reducing internal electricity consumption of 13%), which is a much lower figure than the 51% measured by Nägele in 2013 [5]. Singh et al. [6] confirmed the greater efficiency that lies in the adoption of intermittent mixing, asserting the futility of using continuous mixing inside the digester and suggesting the need to act also on the optimization of the impeller geometry [7]. One of the most common problems in the biogas sector concerns the valorization of the digestate obtained downstream of the plant. In this context, the research is currently engaged in identifying practices that can definitively eliminate solutions that are no longer sustainable, such as incineration and landfilling. The study proposed by Pecchi and Baratieri [8] investigated the application of three different thermochemical processes (namely, gasification, pyrolysis and hydrothermal carbonization) to the by-products of anaerobic digestion in order to increase the quality of outputs substrates and better exploit the substances of interest, e.g. phosphorous recovery from wastewater treatment plants [9].

Further innovations aimed at improving the quality and characteristics of the digestate, as well as increasing bioenergy generation, have been selected in the study by Kor-Bicakci et al. [10] in the context of high temperature/pressure pre-treatment technologies capable of exploiting the heat present in the waste water treatment plant. The increase in the performance of the anaerobic digestion process also involves the introduction of inorganic additives in the form of nano-structured materials [11], innovative pre-treatment technologies [12] and sensor equipment capable of directing and optimizing process parameters in real time [13].

References

1. *A Theory of Human Motivation*. A.H. Maslow (1943). *Psychological Review*, 50, 370-396
2. *Trends in the anaerobic digestion sector*. HBI group (2018). Available at: <http://www.hbigroup.it/2018/11/19/trends-in-the-anaerobic-digestion-sector/>
3. *WBA Global Bioenergy Statistics 2018*. World Bioenergy Association (2018). Available at: https://worldbioenergy.org/uploads/181017%20WBA%20GBS%202018_Summary_hq.pdf
4. *Innovative operational strategies for biogas plant including temperature and stirring management*. Senem Önen, Abdullah Nsair and Kerstin Kuchta (2018). *Waste Management & Research*
5. *A Full-scale Study on Efficiency and Emissions of an Agricultural Biogas Plant*. Nägele H (2013). Universität Hohenheim
6. *State of the art on mixing in anaerobic digester: A review*. Buta Singh, Zoltàn Szamosi, Zoltàn Simènfalvi (2019). *Renewable Energy*, 141, 922-936
7. *The effect of blade angle of turbine impellers on anaerobic digestion efficiency in stirred digesters*. Mahmood Mahmoodi-Eshkaftaki, Rahim Ebrahimi (2019). *Energy*, 178, 772-780
8. *Coupling anaerobic digestion with gasification, pyrolysis or hydrothermal carbonization: A review*. Matteo Pecchi, Marco Baratieri (2019). *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 105 462–475
9. *Implementation of a global P-recovery system in urban wastewater treatment plants*. A. Bouzas, N. Martí, S. Grau, R. Barat, D. Mangin, L. Pastor (2019). *Journal of Cleaner Production*, 227, 130-140
10. *Recent developments on thermal municipal sludge pretreatment technologies for enhanced anaerobic digestion*. Gokce Kor-Bicakci, Cigdem Eskicioglu. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 110, 423–443
11. *Application of nano-structured materials in anaerobic digestion: Current status and perspectives*. Hamed Baniamerian, Parisa Ghofrani Isfahani, Panagiotis Tsapekos, Merlin Alvarado-Morales, Mohammad Shahrokhi, Manouchehr Vossoughi, Irini Angelidaki (2019). *Chemosphere*, 229, 188-199
12. *Response of the microbial community to the methanogenic performance of biologically hydrolyzed sewage sludge with variable hydraulic retention times*. Ahmed Mahdy, Simon M. Wandera, Shaojie Bi, Yunlong Song, Wei Qiao, Renjie Dong (2019). *Bioresource Technology*, 288, 121581
13. *Perspectives of optical colourimetric sensors for anaerobic digestion*. Jacob J. Lamb, Olivier Bernard, Shiplu Sarker, Kristian M. Lien, Dag Roar Hjelme (2019). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 111, 87-96