



Q.F.B Mintzirani Equihua Sánchez
Maestría en Ciencias en Energías Renovables
Centro de Investigación Científica de Yucatán
mintziranies@gmail.com

--Mitigación--

Producción de bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos de Sorgo Dulce por sacarificación y fermentación simultaneas.



Objetivo general.

Obtener etanol por sacarificación y fermentación simultaneas a partir de residuos lignocelulósicos provenientes del tallo de sorgo dulce.

1

Sacarificación y fermentación simultaneas (SSF por sus siglas en ingles), técnica avanzada de transformación de la biomasa.

2

Los biocombustibles son una alternativa viable para ayudar a disminuir 2 grandes problemas que se tienen en la actualidad tanto en México como en el mundo, el **cambio climático** global antropogénico y la total dependencia del petróleo como fuente primaria de energía.

El transporte es uno de los sectores que mayor cantidad de gases de efecto invernadero emiten, los cuales, se han venido acumulando en la atmosfera desde principios de la era industrial convirtiéndose en nuestros días en causantes de afecciones climáticas potencialmente peligrosas.

1



Bioetanol lignocelulósico

Por

Mintzirani E. S.

Etanol carburante, un biocombustible sustentable.

El etanol es un compuesto constituido por 2 átomos de Carbono, uno de Oxígeno y 6 de Hidrógeno con formula $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ que puede ser utilizado como aditivo de las gasolinas y con la tecnología apropiada, como combustible por si mismo.

El sorgo dulce (*Sorghum bicolor* L.), es un tipo de sorgo cultivado que ha sido ampliamente reconocido como un potencial cultivo fuente de materia prima para la producción de Bioetanol

La Sacarificación y Fermentación Simultaneas une 2 procesos distintos en uno solo, lo que te permite mayores rendimientos de producción, mayor eficiencia bioquímica, un uso más eficiente de los recursos tanto de materia prima como los recursos energéticos. Permitirá bajar costos y obtener un proceso menos contaminante y un producto sustentable.

La producción de etanol a partir de

biomasa lignocelulósica de sorgo dulce se lleva a cabo de la siguiente manera.

- Pretratamiento básico-oxidativo.
- Lavado del material resultante.
- Sacarificación enzimática utilizando celulasas comerciales *ACCELLERASE® 1500*.
- Fermentación del sacarificado con una cepa adaptada de *Saccharomyces cerevisiae*.
- Sacarificación y Fermentación Simultaneas bajo condiciones que generen el mejor compromiso entre los dos procesos.
- Destilación del fermentado hasta obtención de etanol al 95 %.

Bibliografía.

1. Sharpe, R.B.A., *Technical options for fossil fuel based road transport; EU transport GHG: Routes to 2050?*, 2010, European Commission Directorate-General Environment, AEA, Technology plc: Londres.
2. Semarnat and INE, *Inventario nacional de emisiones 2002*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto Nacional de Ecología: México DF.
3. Solomon, S., Intergovernmental Panel on Climate Change., and Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group I., *Climate change 2007 : the physical science basis : contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge ; New York: 2007, Cambridge University Press. viii, 996 p.
4. IEA, *Transport, Energy and CO2: Moving toward Sustainability*, 2009, International Energy Agency: Paris. p. 418.
5. Kerr, R.A. and R.F. Service, *What can replace cheap oil -and when?* Science, **309**(5731): p. 101. 2005.
6. Demirbas, A., *Competitive liquid biofuels from biomass*. Applied Energy, **88**(1): p. 17-28. 2011.
7. Luque, R., J. Campelo, and J. Clark, *Handbook of Biofuels Production - Processes and Technologies*: 2011, Woodhead Publishing.
8. Knothe, G., J. Krahl, and J.H. Van Gerpen, *The biodiesel handbook*. 2nd ed Urbana, Ill.: 2010, AOCS Press. xiii, 501 p.
9. Kinder, J.D. and T. Rahmes, *Evaluation of Bio-Derived Synthetic Paraffinic Kerosene (Bio-SPK)*, 2009, The Boeing Company: Chicago.
10. Hahn-Hagerdal, B., et al., *Bio-ethanol--the fuel of tomorrow from the residues of today*. Trends Biotechnol, **24**(12): p. 549-556. 2006.
11. Lin, Y. and S. Tanaka, *Ethanol fermentation from biomass resources: current state and prospects*. Appl Microbiol Biotechnol, **69**(6): p. 627-642. 2006.
12. Graboski, M.S., *Fossil Energy Use in the Manufacture of Corn Ethanol*, 2002, Colorado School of Mines: Colorado.
13. Zaldivar, J., J. Nielsen, and L. Olsson, *Fuel ethanol production from lignocellulose: a challenge for metabolic engineering and process integration*. Appl Microbiol Biotechnol, **56**(1-2): p. 17-34. 2001.
14. Farrell, A.E., et al., *Ethanol Can Contribute to Energy and Environmental Goals*. Science, **311**(5760): p. 506-508. 2006.
15. Sanchez, O.J. and C.A. Cardona, *Trends in biotechnological production of fuel ethanol from different feedstocks*. Bioresour Technol, **99**(13): p. 5270-5295. 2008.
16. Geddes, C.C., I.U. Nieves, and L.O. Ingram, *Advances in ethanol production*. Curr Opin Biotechnol, **22**(3): p. 312-319. 2011.
17. Hoyer, K., M. Galbe, and G. Zacchi, *Effects of enzyme feeding strategy on ethanol yield in fed-batch simultaneous saccharification and fermentation of spruce at high dry matter*. Biotechnol Biofuels, **3**: p. 14. 2010.
18. Saballos, A., *Development and Utilization of Sorghum as a Bioenergy Crop*, in *Genetic Improvement of Bioenergy Crops*, W. Vermerris, Editor 2008, Springer New York. p. 211-248.
19. Davila-Gomez, F.J., et al., *Evaluation of bioethanol production from five different varieties of sweet and forage sorghums (Sorghum bicolor (L) Moench)*. Industrial Crops and Products, **33**(3): p. 611-616. 2011.
20. Tew, T., R. Cobill, and E. Richard, *Evaluation of Sweet Sorghum and Sorghum x Sudangrass Hybrids as Feedstocks for Ethanol Production*. BioEnergy Research, **1**(2): p. 147-152. 2008.
21. Bentley, R.W., *Global oil & gas depletion: an overview*. Energy Policy, **30**(3): p. 189-205. 2002.
22. OECD/IEA, *World Energy Outlook 2010*, 2010: Paris.
23. Terradas, J., et al., *Ecología Urbana*. Investigación y ciencia, **422**: p. 52-60. 2011.
24. Hubbert, M.K., *Energy from fossil fuels*. Science, **109**: p. 103-109. 1949.
25. Deffeyes, K.S., *Hubbert's peak : the impending world oil shortage*. [New ed.]. ed Princeton, N.J.: 2009, Princeton University Press.
26. Environmental Protection Agency. *Environmental protection agency, glossary of climate change terms*. 2011 [cited 2012 04 Junio]; Available from: <http://www.epa.gov/climatechange/glossary.html - weather>.
27. Hofmann, M.E., J. Hinkel, and M. Wrobel, *Classifying knowledge on climate change impacts, adaptation, and vulnerability in Europe for informing adaptation research and decision-making: A conceptual meta-analysis*. Global Environmental Change: p. 1106-1116. 2011.
28. Palazuelos, E., *The role of transnational companies as oil suppliers to the United States*. Energy Policy: p. 4064-4075 2010.
29. *Sustainable Bioenergy: Current Status and Outlook*, 2009, THE FEDERAL ENVIRONMENT AGENCY: Darmstadt, Heidelberg.,
30. Sandoval, G., *Biocombustibles avanzados en México estado actual y perspectivas*, in *Cuadernos temáticos sobre Bioenergía*, O.M. Cerutti, Editor 2010, Red Mexicana de Bioenergía: Morelia. p. 36.
31. Facultad de Química UNAM, *Hoja de seguridad XII etanol*, 2010, UNAM.
32. Ramírez Triana, C.A., *Energetics of Brazilian ethanol: Comparison between assessment approaches*. Energy Policy, **39**(8): p. 4605-4613. 2011.
33. ethanolhistory.com. *Ethanol car history* 2010 2011 [cited 2012 01 junio 2012]; Available from: <http://www.ethanolhistory.com/>.
34. Demirbas, A., *Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections*. Energy Conversion and Management, **49**(8): p. 2106-2116. 2008.
35. Delseerone, L.M., *Sorghum*. Journal of Agricultural & Food Information, **8**(1): p. 9-14. 2007.
36. Chohnan, S., et al., *Fuel ethanol production from sweet sorghum using repeated-batch fermentation*. J Biosci Bioeng, **111**(4): p. 433-436. 2011.
37. Olofsson, K., M. Bertilsson, and G. Liden, *A short review on SSF - an interesting process option for ethanol production from lignocellulosic feedstocks*. Biotechnol Biofuels, **1**(1): p. 7. 2008.
38. Dowe, N. and J. McMillan, *SSF Experimental Protocols — Lignocellulosic Biomass Hydrolysis and Fermentation*, 2008, National Renewable Energy Laboratory: Colorado. p. 19.
39. TAPPI, *Solvent extractives of wood and pulp*, 2007, TAPPI: USA. p. 5.
40. TAPPI, *Acid-insoluble lignin in wood and pulp*, in *T 222 om-062007*, TAPPI: USA. p. 05.
41. Uicab, F., *Pretratamiento ácido y sacarificación enzimática del bagazo de henequen, estudio de los azúcares liberados en el proceso*. Master thesis, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida, 2011.
42. Villegas, P., *Evaluación del rendimiento de etanol producido por Kluyveromyces marxianus y Saccharomyces cerevisiae a partir de hidrolizados ácidos y enzimáticos de jugo de hojas de henequén (Agave fourcroydes Lem.)*. Master Thesis, Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C, Mérida, 2011.

Mayor información:

Q. F. B Mintzirani Equihua Sánchez

mintziranies@gmail.com

Twitter: @Mintziranies

Centro de Investigación Científica de Yucatán.

Unidad de Energías Renovables

Mérida, Yucatán, México.