جامعة الموصل
كلية التربية للعلوم الصرفة

تحضير الايثانول الحيوي من المخلفات الورقية لانتاج الوقود الحيوي

مال الله رياض مال الله احمد

رسالة ماجستير

الكيمياء

بإشراف

الأُستاذ المساعد

الدكتور أَحمد غالب شيخو العزاوي

1445هـ 2024م

الخلاصة

تهدف الدراسة الحالية إلى إنتاج الإيثانول الحيوي عالي النقاوة من مخلفات الكتلة الحيوية الغنية بالسليلوز والمتضمنة مخلفات الورق المكتبي والكارتون الورقي كمواد أَوليَّة عن طريق عمليات التخمير الكحولي باستخدام أَنواع مختلفة من سلالات الخمائر، إذ إنَّ إنتاج الإيثانول الحيوي من المخلفات السليلوزية تعد من عمليات التدوير الضرورية للتخلص من أَكداس النفايات الضارة بالبيئة وتحويلها إلى منتجات ذات قيمة اقتصادية صديقة للبيئة ولاسيَّما عند استخدامها كمضاف إلى وقود الكازولين وتحسن كفاءته، إذ تضمنت الدراسة توظيف الكتلة الحيوية كالمخلفات الورقية والكارتونية كمواد أولية لإنتاج الإيثانول الحيوي باستخدام خميرة جافة نوع (S. cerevisiae) والخميرة (Turbo yeast) المحورة جينياً خلال عملية التخمير وإيجاد الظروف المثلى ومقارنة نتائجها المستحصلة. وتجدر الإشارة إلى أَنَّ المخلفات السليلوزية قد خضعت لعمليات معالجة كيميائية مسبقة المتضمنة استخدام حامض الكبريتيك بتراكيز ونسب مختلفة قبل إجراء عملية التخمير من أَجل تحويل السيليلوز في المادة الخام الى سكريات بالإمكان هضمها من قبل الخميرة في المسار الأَيضي وتحويلها إلى إيثانول حيوي. علاوة على ذلك، اجري تشخيص الخميرة خلال تقنية فواصل النسخ الداخلي (ITS) للتسلسل النيكلوتيدي ومقارنتها مع بنك العزلات من أَجل تحديد سلالة كل خميرة مستخدمة. فيما يخص عمليات التخمير لنماذج مخلفات الورق والكارتون، تم دراسة وتقدير عدد من العوامل المتغيرة وربطها بنسب الإيثانول الحيوي المستحصلة خلال عملية التخمير وتضمنت محتوى السكر المختزل، قيمة الدالة الحامضية، مدَّة التخمير، ودرجة الحرارة. وقد أُجريت تفاعلات التخمير عند (32 م°) ولمدة (3 أيام) عند دالة حامضية ما بين(4–5). وقد لوحظ أَنَّ محتوى السكر في محاليل مستخلصات المخلفات المعالجة حامضياً قد انخفض بشكل كبير أثناء عملية التخمير. تلي ذلك تنقية الإيثانول المنتج باستخدام تقنيات التقطير الاعتيادي والتجزيئي لزيادة تركيز الإيثانول الى أَعلى من (90%) لجميع العينات. تلي ذلك استخدام عوامل التجفيف المتمثلة بالمناخل الجزيئية المنشطة للحصول على إيثانول نقي بتركيز (99%) إذ تم التأكد من نقاوة الايثانول باستخدام الهيدروميتر. علاوة على ذلك، تم التأكد من نقاوة وتركيب الإيثانول باستخدام طيف الأَشعة تحت الحمراء والرنين النووي المغناطيسي البروتوني والكاربوني. وقد لوحظ من النتائج المستحصلة عملياً التأثير الكبير لظروف المعالجة الحامضية المسبقة على نسب الإيثانول الحيوي لكل عينة.

وقد وأظهرت النتائج ان مخلفات الورق المعالجة حامضياً بتركيز (5%) وبنسبة (1:10) (حامض مل: ورق غم) في **نموذج**(1) قد سجلت أَعلى عائد للإيثانول المنتج جراء عملية التخمير باستخدام خميرة (S. cerevisiae) بنسبة حصيلة وصلت إلى (28.3٪) بالمقارنة مع باقي نماذج الورق التي عولجت مع الحامض بنسب أخرى عند ظروف التخمير نفسها كنسب (1:15) و (1:20) عند تركيز حامضي (5%) و (10%). فيما يتعلق بمخلفات الكارتون المعالج حامضياً عند تراكيز (5%) و (10%) عند نسب (1:10), (1:15), و (1:20)، فان **نموذج (9)** أعطى أعلى كمية مستحصلة من الإيثانول الحيوي خلال عملية التخمير باستخدام الخميرة الجافة (S. cerevisiae) بنسبة حصيلة (24.8٪) مقارنة مع نماذج الكارتون الأُخرى المعالجة حامضياً. واعتماداً على هذه النتائج تم اختيار هذه العينات وإجراء نفس ظروف المعالجة والتخمير وباستخدام خميرة (Turbo yeast) من أَجل دراسة فعاليتها اتجاه مخلفات الورق والكارتون. حيث وجد أَنَّ نسب الإيثانول المستحصلة لكل من الورق والكارتون كانت أَقل مقارنة باستخدام الخميرة التقليدية التي كانت (23% و 22.8%) على التوالي. بعد إنتاج الايثانول من المخلفات الورقية المختلفة وتنقيتها، تم مزج الإيثانول الحيوي المنتج مع الكازولين الاعتيادي لإنتاج مزائج وقود الكازولين الكحولي بنسب مختلفة عند (0٪ ، 5٪ ، 10٪ ، و 15٪). إذ أُجري تقييم خصائص الكازولين الاعتيادي ومزائج الكازولين الكحولي مختبرياً باستخدام الطرق القياسية الأَمريكية للاختبار والمواد (ASTM) والمتضمنة ضغط ريد البخاري (RVP)، الكثافة، العدد الاوكتاني البحث(RON) , محتوى الماء و محتوى الأُوكسجين. وقد كشفت النتائج أَنَّ قيمة العدد الاوكتاني البحثي لمزائج للكازولين قد تحسن بشكل ملحوظ مع زيادة نسبة الإيثانول في الوقود والتي وصلت الى (92) بزيادة (9) نقاط عند إضافة الإيثانول بنسبة (15%) (E15) من دون أي تغيير في تصميم المحرك، إذ أَنَّ هذه الدراسة تظهر نهجًا واعدًا لإنتاج الإيثانول الحيوي على نطاق أكبر من المخلفات الورقية ذات الكلفة الاقتصادية الواطئة وباستخدام خميرة زهيدة الثمن، إذ يمكن استغلال هذه التقنية على المستوى الصناعي في تحويل المخلفات الضارة بالبيئة وتحويلها إلى وقود ذو فائدة اقتصادية.

Abstract:

The current study aims to produce high-purity bioethanol from lignocellulosic biomass wastes including office paper and cardboard wastes as raw materials through alcoholic fermentation processes using different types of yeast strains. The production of bioethanol from lignocellulosic biomass wastes is one of the necessary recycling processes to mitigate the accumulation of environmentally harmful wastes and convert them into products of economic value that are environmentally friendly, especially when bioethanol is used as an additive to gasoline fuel and improve its efficiency. The study included the use of biomass such as office paper and cardboard wastes as raw materials to produce bioethanol using a dry yeast (S. cerevisiae) and genetically modified yeast (Turbo yeast) through the fermentation process in addition to finding the optimal conditions and comparing the obtained results. Regarding the fermentation processes of paper and cardboard waste samples, a number of fermentation variables were studied and linked to the percentages of bioethanol obtained during the fermentation process, including reducing sugar content, pH value, fermentation period, and temperature. The fermentation reactions were carried out at 32°C for 3 days at a pH between 4-5. It was observed that the sugar content in the solutions of the acid-pretreated waste extracts decreased significantly during the fermentation process. The produced ethanol was then purified using conventional and fractional distillation techniques to increase the ethanol concentration to above 90% for all samples. This was followed by the use of drying agents such as activated molecular sieves to obtain pure ethanol with a concentration of 99%, where the purity of the ethanol was confirmed using a hydrometer. Moreover, the purity and chemical composition of the produced bioethanol were confirmed using FTIR and ^{1}H, C^{13} NMR spectroscopy. The experimental results showed a

significant effect of acid pretreatment conditions on the bioethanol content of each sample. The results obtained practically displayed a crucial effect of the pre-acid treatment conditions on the bioethanol obtained ratios of each sample. The results exhibited that the paper waste treated with acid at a concentration of (5%) and at a ratio of (10:1) (acid mL: paper gm) in sample 1 recorded the highest yield of ethanol produced by fermentation using yeast (S. cerevisiae) with a yield of 28.3% compared to the other paper samples, which were treated with acid at other ratios at the same fermentation conditions such as ratios (15:1) and (20:1) at an acid concentration of (5%) and (10%). Regarding the acid-pretreated cardboard waste at concentrations of (5%) and (10%) at ratios of (1:10), (1:15), and (1:20), sample 9 gave the highest amount of bioethanol obtained during the fermentation process using dry yeast (S. cerevisiae) with a yield of 24.8% compared to the other acid-treated cardboard samples. Based on these results, these samples were selected and the same acid pretreatment and fermentation conditions that performed using (Turbo yeast) yeast to study its effectiveness towards office paper and cardboard waste. It was found that the ethanol percentages obtained for both paper and cardboard were lower compared to using traditional yeast, which were 23% and 22.8%, respectively. After the production and purification of ethanol, the produced bioethanol was blended with traditional gasoline to produce gasoline-alcohol blends at different ratios of 0%, 5%, 10%, and 15%. The characteristics of base gasoline and gasoline-alcohol blends were evaluated using the American Standard Methods for Testing and Materials (ASTM) including Raid vapor pressure (RVP), density, Research Octane Number (RON), water content, and oxygen content. The results revealed that the RON value of gasoline blends was enhanced remarkably with the increase in ethanol ratio, reaching 92, an increase of 9 points when ethanol was added at 15%

(E15) without any change in engine design. This study shows a promising approach for producing bioethanol on a larger scale from low-cost paper waste using inexpensive yeast. This technology can be used on an industrial scale to convert environmentally harmful waste into an economically beneficial and environmentally friendly alternative fuel.

University of Mosul
College of Education
For Pure Science

Preparation of bioethanol from paper waste for biofuel production

Malallah Riyad Malallah Ahmed

M.Sc. Thesis
Chemistry

Supervised by

Assist. Prof.
Dr. Ahmed Ghaleb Sheekhoo Al-Azzawi

2024 A. D. **1446 A. H**