

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การผลิตกิ่งอุตสาหกรรมของบิวทานอล-1 และบิวทิลไนเตรต
เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง

ชื่อผู้เขียน เรืออากาศโท สุรพล ภาเจริญ

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ :

พศ.ดร.ปาน พิมพ์า	ประธานกรรมการ
พศ.ดร.ประศักดิ์ ภาวายุติการต์	กรรมการ
อจ.ดร.มงคล รายนาคกร	กรรมการ

บทคัดย่อ

ได้ทดลองผลิตบิวทานอล-1 ระดับ 20 ถึง 6,000 มิลลิลิตรก่อนการทดลองผลิตขนาด 400 ลิตร แหล่งคาร์บอนที่ใช้คือกากน้ำตาล(น้ำตาลรีตวาซิง 50%) และมันสำปะหลังอัดเม็ด จุลินทรีย์ที่ใช้คือ *คลอสตริเดียม อะซิเดบิวทิลลิคัม* เอทีซีซี 824, *คลอสตริเดียม อะซิเดบิวทิลลิคัม* ไอริชเลข 7เอ็ม9 และเชื้อทั้งสองผสมกัน สูตรอาหารที่ใช้มี 2 สูตร สูตรที่พัฒนาขึ้นเอง ประกอบด้วย ราชข้าว 10, แอมโมเนียมซัลเฟต 3.5, แคลเซียมคาร์บอเนต 10 และซีเอสดีเอ็น 0.5 กรัม/ลิตร ใช้มันสำปะหลัง 100 กรัม/ลิตร หรือกากน้ำตาล 110 กรัม/ลิตร เป็นแหล่งคาร์บอน หาปริมาณผลิตภัณฑ์ในน้ำหมักโดยวิธีโครมาโทกราฟีแก๊ส ส่วนปริมาตรก๊าซที่เกิดขึ้น หาโดยวิธีแทนที่น้ำ

ผลการผลิตบิวทานอล-1 จากมันสำปะหลังจนถึงหมักขนาด 6 ลิตร เมื่อใช้เชื้อ *คลอสตริเดียม อะซิเดบิวทิลลิคัม* เอทีซีซี 824, ไอริชเลข 7เอ็ม9 และเชื้อผสม ได้บิวทานอล-1 ในน้ำหมัก 3.92, 9.88 และ 6.14 กรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอน ได้บิวทานอล-1 3.41, 10.28 และ 11.46 กรัม/ลิตรตามลำดับ เมื่อใช้มันสำปะหลัง-กรดบิวทีริก (เติมที่เวลา 12 ชั่วโมง) 1.20 กรัม/ลิตรน้ำหมัก กับ *คลอสตริเดียม อะซิเดบิวทิลลิคัม* เอทีซีซี 824 และ ไอริชเลข 7เอ็ม9 ได้บิวทานอล-1 7.86 และ 10.06 กรัม/ลิตรตามลำดับ เมื่อใช้เชื้อผสมและกรดบิวทีริก 5.98 กรัม/ลิตร น้ำหมัก ได้บิวทานอล-1 11.74 กรัม/ลิตร

จากข้อมูลเบื้องต้นได้ออกแบบและสร้างถังหมักขนาด 400 ลิตร (ปริมาตรใช้งาน 100 ลิตร) 4 ชุดผลิตบิวทานอล-1 ในระดับกึ่งอุตสาหกรรม โดยใช้ กากน้ำตาล และเชื้อ *คลอสตริเดียม อะซิเดบิวทีลลิคัม* ไอซ์เลข 7เอ็ม9 ที่เวลาหมัก 60 ชั่วโมง ได้ บิวทานอล-1 10.11, อะซิเดิน 3.02, เอทานอล 0.65, กรดอะซิติก 0.75 และกรด บิวทีริก 2.51 กรัมต่อลิตร

หากการศึกษาระบบการกลั่น โดยกลั่นน้ำหมักจากถัง และน้ำหมักจริงในถังปฏิกรณ์ฯ ที่เป็นขวดก้นกลมขนาด 1 และ 2 ลิตร พบว่ากลั่นบิวทานอล-1 ออกมาหมดที่ดิสทิลเลท 8% โดยปริมาตร และพบว่าการกลั่นลำดับส่วนที่ดีที่สุด ได้ทดลองผลิตบิวทีลในเตา จาก บิวทานอล-1บริสุทธิ์ และจากดิสทิลเลท ในถังปฏิกรณ์ฯขนาด 500 มิลลิเมตร เมื่อความดัน เปลี่ยนและความดันคงที่ โดยกระบวนการแบบต่อเนื่อง พบว่าบิวทานอล-1 90% ถูกเปลี่ยน ไปเป็นบิวทีลในเตา เมื่อความดันเปลี่ยนที่ข้อมูลหมู่มี 75-95 °ซ, ความดัน 150-760 มม.ปรอท เมื่อความดันคงที่ข้อมูลหมู่มี 87.5 ± 2.5 °ซ และความดัน 310 ± 10 มม.ปรอท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

Thesis Title Pilot-Scale Production of Butanol-1 and
Butylnitrate for Use as Fuels

Author Flying Officer Surapon Pacharoen

M.S. Chemistry

Examining Committee :

Assist.Prof. Dr.Pan Pimpa Chairman

Assist.Prof. Dr.Prasak Thavornyutikarn Member

Lecturer Dr.Mongkon Rayanakorn Member

Abstract

The production of butanol-1 at the level of 20 to 6,000 millilitres was investigated prior to attempting a 400-litre fermentor. Molasses(50% reducing sugar) and cassava pellets were used as carbon sources. The microorganisms used were *Clostridium acetobutylicum* ATCC 824, *Clostridium acetobutylicum* Isolate 7M9 and a coculture of the two strains. Two formulae of a culture medium were employed. The modified formula in this work consisted of rice bran, ammonium sulfate, calcium carbonate and L-cysteine amounting to 10, 3.5, 10 and 0.5 G/L of molasses were used as carbon sources. Fermentation products were analysed by gas chromatography whereas the volume of the gas evolved was determined by a water-replacement technique.

Butanol-1 produced from cassava pellets in a 6-litre fermentor using *Clostridium acetobutylicum* ATCC 824, Isolate 7M9 and the coculture were 3.92, 9.88 and 6.14 G/L, respectively,

while molasses as the carbon source yielded 3.41, 10.28 and 11.46 G/L of butanol-1, respectively. Utilizing cassava pellets with an addition of 1.20 G/L butyric acid after 12 hours of fermentation for *Clostridium acetobutylicum* ATCC 824 and Isolate 7M9 gave 7.86 and 10.06 G/L of butanol-1, respectively. The amount of butanol-1 produced from the coculture with an addition of 5.98 G/L butyric acid was 11.74 G/L.

From the results obtained, a 400-litre fermentor was designed and constructed. Butanol-1 production was carried out in this fermentor (working volume of 100 litres). With molasses and *Clostridium acetobutylicum* Isolate 7M9, the products formed after 60 hours of fermentation were butanol-1, acetone, ethanol, acetic acid and butyric acid in the following concentrations : 10.11, 3.02, 0.65, 0.75 and 2.51 G/L.

The study of distillation processes for distilling a model solution and a fermentation medium was investigated in 1 and 2 litres round-bottom flasks as reactors. It was found that at 8% v/v distillate collection, all butanol-1 was distilled. The fractional distillation gave the best results. The production of butyl nitrate from pure butanol-1 and from butanol-1 in distillate was investigated in a 500-millilitre reactor under both pressure variations and fixed pressure by a continuous process. It was found that 90% butanol-1 was converted into butyl nitrate. With pressure variations, the reaction temperature was 75-95°C and the pressure was 150-760 mm.Hg, whereas with the fixed pressure the temperature was 87.5±2.5 °C and the pressure was 310±10 mm.Hg.