Pathumwan Academic Journal, Vol. 4, No. 11, September - December 2014: 1 - 10

การนำเหล้าขาวมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า (การศึกษาเบื้องต้น)

White Spirit as A fuel for Fuel Cell to Produce Electricity (Preliminary Study)

ณัฐพล วงศ์เยาว์*

ศูนย์วิจัยและวิศวกรรมเทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิงและไฮโดรเจน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

Nutthapon Wongyao*

Fuel Cells and Hydrogen Research and Engineering Center,

King Mongkut's University of Technology Thonburi

126 Pracha-Uthit Rd., Bang Mod, Thung Khru, Bangkok 10140, Thailand.

Email address: w_nutthapon@hotmail.com

บทคัดย่อ

เหล้าขาว หรือ สุราที่ชาวบ้านในพื้นที่ห่างไกลสามารถทำการผลิตได้เองนั้น มีส่วนประกอบของแอลกอฮอล์ (alcohol) ประมาณ 30 - 40% ซึ่งปริมาณดังกล่าวสามารถคิดเป็นความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ประมาณ 4.9 - 6.7 โมล่า (M) โดยความเข้มข้นที่ได้มีค่ามากพอที่จะนำไปใช้สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงแบบป้อนแอลกอฮอล์โดยตรง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำเหล้าขาวมาเจือจางให้ได้ค่าความเข้มข้นของเอธานอล (ethanol) เท่ากับ 1 M จากนั้นนำมาป้อนให้กับเซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell) ที่มีพื้นที่ขั้วอิเล็กโทรด (electrode) ขนาด 5 cm^2 โดยที่ด้านแอโนดใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแพลตทินัมดีบุก (PtSn) เป็นขั้วอิเล็กโทรด จากการทดสอบ พบว่า เหล้าขาวสามารถให้กำลังไฟฟ้าเทียบเท่าการป้อนเอธานอลบริสุทธิ์ที่ความเข้มข้น 1 M โดยให้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 5.8 mW/cm^2 ณ สภาวะการทำงานที่ความดันบรรยากาศปกติ แต่อย่างไรก็ตามในเหล้าขาวมีสารประกอบเจือปนบางอย่าง เช่น กัมมะถัน (ซัลเฟอร์-sulfur) ที่เป็นพิษต่อตัวเร่งปฏิกิริยาแพลตทินัม (Pt) ส่งผลให้พื้นที่ผิวในการเกิดปฏิกิริยามีค่าลดลง จึงทำให้ค่ากระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าลดลงอย่างมากและไม่สามารถกระตุ้นให้ดีขึ้นได้

คำสำคัญ: เหล้าขาว, เซลล์เชื้อเพลิง, แอลกอฮอล์, ซัลเฟอร์, การผลิตกระแสไฟฟ้า

Research Paper **Received 21 October 2014**

***Corresponding author** **Accepted 2 December 2014**

Abstract

White spirit or a liquor produced by lay people in urban area in Thailand contained alcohol with 30-40%vol that equivalent to ethanol concentration of 4.9-6.7 M. With this concentration value, it is so much for using as a fuel for a fuel cell power generation. For this research, White spirit was diluted for 1 M of ethanol and then fed into 5 cm^2 anode electrode of fuel cell. The anode electrode of the fuel cell was prepared by using a catalyst of PtSn. This preliminary study was revealed that the electrical power generated from White spirit was roughly equal to pure ethanol solution at the same concentration of 1 M. With using White spirit, the fuel cell gave maximum power density value of 5.8 mW/cm^2 under ambient pressure. However, the chemical composition in Whit spirit contained of sulfur. It is possible that the surface of electrode catalyst was poisoned by sulfur and then the generating current dramatic decreased with permanent degradation.

Keywords: White spirit, Fuel cell, Alcohol, Sulfur, electrical power generation

1. บทนำ

แหล่งพลังงานทางเลือกที่สามารถนำมาใช้เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าในปัจจุบันของประเทศไทย ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ และพลังงานความร้อนใต้ภิภพ นอกจากนี้ยังมีแหล่งพลังงานที่ได้รับการส่งเสริมจากรัฐบาลไทยอย่างเป็นรูปธรรมได้แก่ ไบโอดีเซลล์ (biodiesel) ซึ่งได้จากปาล์มน้ำมันและสบู่ดำ [1] และ เอธานอล ซึ่งส่วนใหญ่ได้จากมันสัมปะหลัง โดยที่แหล่งพลังงานเอธานอลดังกล่าวส่วนใหญ่ถูกแปรรูปเป็นน้ำมันก๊าดโซฮอล (gasohol) เพื่อใช้สำหรับเครื่องยนต์สันดาบภายใน [2]

หากมองถึงศักยภาพในการผลิตแอลกอฮอล์ในระดับชุมชน หรือในระดับครัวเรือนจะพบว่าภูมิปัญญาของชาวบ้านในชุมชนขนาดเล็กบางแห่งในการผลิตไวท์ และเหล้าขาว สามารถนำมาประยุกต์ใช้และต่อยอดการผลิตเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงแอลกอฮอล์มากกว่าที่จะมุ่งเป้าผลิตเป็นแอลกอฮอล์เพื่อการบริโภคที่มีส่วนประกอบของแอลกอฮอล์ในปริมาณ 30 - 40%โดยปริมาตร หากคนในชุมชนสามารถตระหนักรู้ถึงศักยภาพการนำเอาเอธานอลซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในเหล้าขาวที่ผลิตได้เองมาใช้เป็นเชื้อเพลิงต้นกำลังหรือใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วก็จะสามารถทำให้ชุมชนเกิดความยั่งยืนทางด้านพลังงาน เนื่องจากสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เองภายในชุมชนโดยผ่านกระบวนการเคมีไฟฟ้า

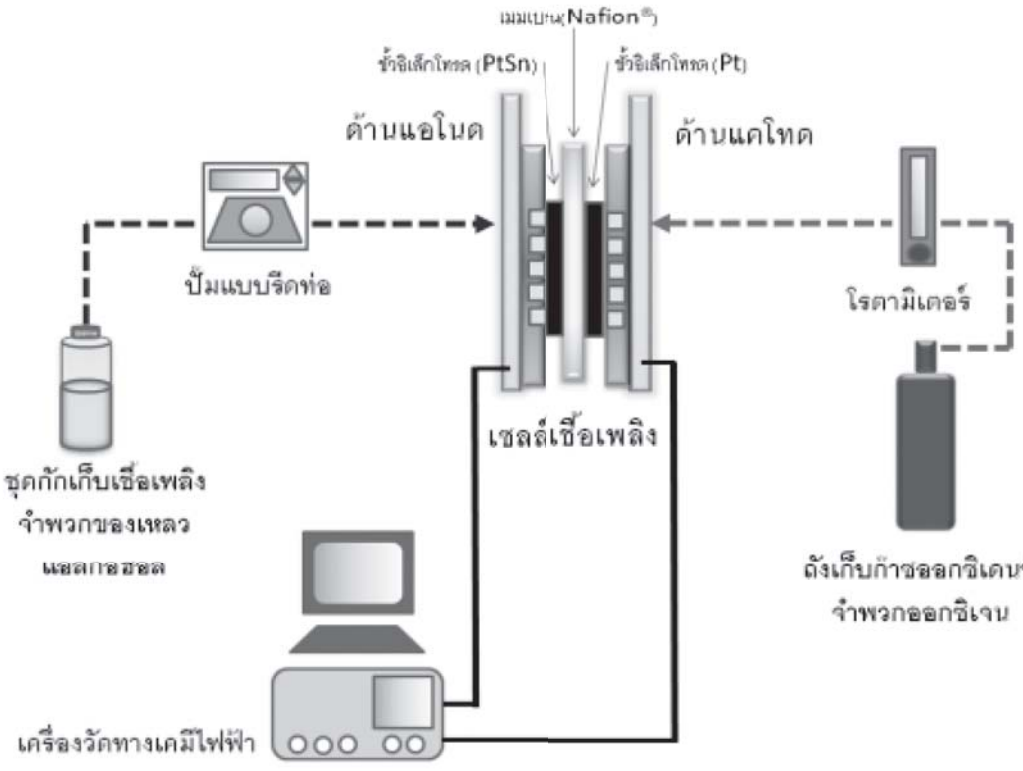
สำหรับในงานวิจัยนี้จะชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกระบวนการทางเคมีไฟฟ้าผ่านเซลล์เชื้อเพลิง และข้อควรตระหนักในการนำเหล้าขาวมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยในการทดลองนี้จะใช้เหล้าขาวซึ่งมีปริมาณแอลกอฮอล์ 40 ดีกรี (degree) มาทำการเจืองจางให้เหลือความ

เข้มข้นใช้งานที่ 1 M โดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้ากับเอธานอลบริสุทธิ์ที่ความเข้มข้นเดียวกัน ซึ่งผลทดลองที่ได้สามารถนำไปเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพิจารณาแอลกอฮอล์จากเหล้าขาวมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้เซลล์เชื้อเพลิงที่มีโลหะตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดแพลตินัม-ดีบุกเป็นขั้วอิเล็กโทรดด้านแอโนดเพื่อใช้สำหรับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของแอลกอฮอล์ประเภทเอธานอล ซึ่งในการทดลองนี้ใช้ก๊าซออกซิเจนเป็นสารออกซิเดนท์ และสภาวะการทดสอบทำงานของหอเซลล์ที่อุณหภูมิ 80°C กระทำภายใต้สภาวะความดันบรรยากาศปกติที่ 1 atm

2. การทดลอง

การทดสอบความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเหล้าขาวในงานวิจัยนี้ได้ทำการกำหนดให้ใช้เซลล์เชื้อเพลิงแบบป้อนแอลกอฮอล์โดยตรง (direct alcohol fuel cell) โดยเซลล์เชื้อเพลิงที่นำมาใช้งานมีขนาดพื้นที่ของขั้วอิเล็กโทรดเท่ากับ 5 cm^2 ซึ่งใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแพลตตินัม-ดีบุกบนตัวรองรับคาร์บอน (PtSn/C) โดยมีอัตราส่วนของโลหะแพลตทินัมเท่ากับ 50.2 wt.% และโลหะดีบุกเท่ากับ 9.7 wt.% (ผลิตโดยบริษัท Johnson Matthey) และกำหนดให้มีปริมาณโลหะแพลตทินัมต่อพื้นที่มีค่าเท่ากับ 1 mg/cm^2 ที่ขั้วแอโนด (anode) ในส่วนของขั้วแคโทดกำหนดให้ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเพลตตินัมบนตัวรองรับคาร์บอน (Pt/C) ซึ่งอยู่ในรูปของขั้วอิเล็กโทรดสำเร็จรูปที่มีชั้นกระจายก๊าซรวมอยู่ด้วย(gas diffusion electrode) โดยมีปริมาณโลหะแพลตทินัมต่อพื้นที่มีค่าเท่ากับ 0.5 mg/cm^2 (ยี่ห้อ E-LAT® ของบริษัทE-TEK) นอกจากนี้ในส่วนของอิเล็กโทรไลท์ได้กำหนดให้ใช้แผ่นเมมเบรนชนิดแนฟิออนชนิด 115 (Nafion®115) สำหรับขั้นตอนการขึ้นรูปตัวเซลล์ ขั้วอิเล็กโทรดและอิเล็กโทรไลท์ดังกล่าวถูกนำมาประกบเข้าด้วยกัน โดยให้แมมเบรนอยู่ระหว่างกลางระหว่างขั้วแอโนดและขั้วแคโทดภายใต้สภาวะแรงกดและเวลาที่ใช้ในการอัดมีค่าเท่ากับ 6.9 x 10^6 Pa เป็นเวลา 90 s ที่อุณหภูมิ 150 °C หลังจากนั้นทำการกระตุ้นเซลล์ด้วยก๊าซไฮโดรเจน จากนั้นทำการทดสอบประสิทธิภาพทางไฟฟ้าภายใต้สภาวะการป้อนเชื้อเพลิงเหล้าขาวความเข้มข้น 1 M ที่อัตราการไหล 1 ml/min เข้าสู่ตัวเซลล์ที่ด้านแอโนดโดยใช้ปั๊มแบบรีดท่อ (peristaltic pump) และออกซิเจนเข้าที่ด้านแคโทดด้วยอัตราการไหล 50 ml/min และให้ความร้อนแก่ชุดหอเซลล์ที่ 80°C โดยจำลองสภาวะแวดล้อมใช้งานปกติ คือ ความดันบรรยากาศ 1 atm นอกจากนี้ในการทดลองยังได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางไฟฟ้าที่ผลิตได้กับการป้อนเอธานอลบริสุทธิ์ 1 M ที่สภาวะการทดสอบเดียวกัน ซึ่งในการทดสอบค่าประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์เชื้อเพลิงนี้ได้ทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าต่อพื้นที่โดยใช้เครื่อง Potentiostat ยี่ห้อ Autolab รุ่น PGSTAT 302N ดังแสดงในรูปที่ 1

(ก)

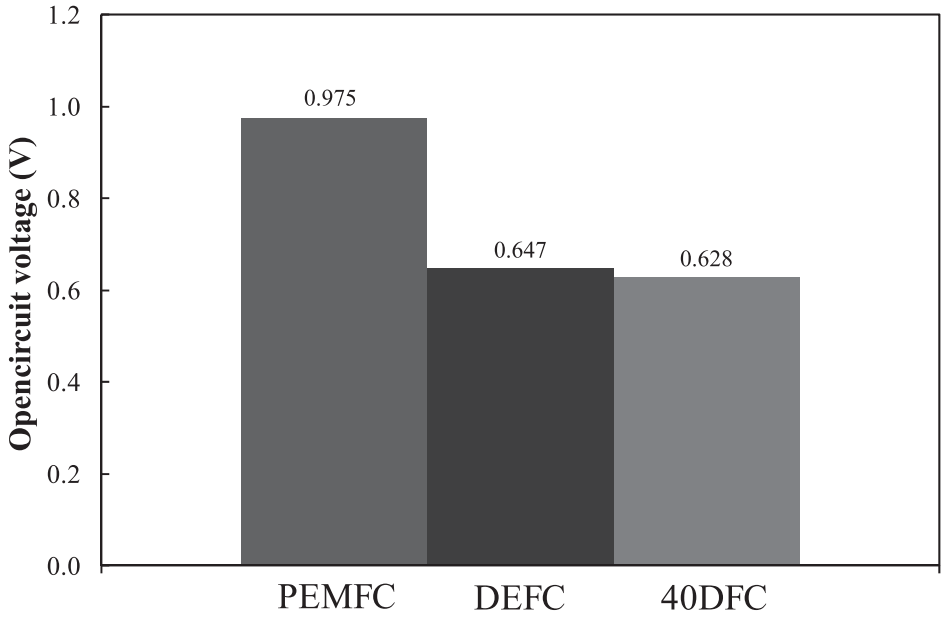


(ข)

รูปที่ 1 (ก) รูปถ่ายอุปกรณ์ที่ใช้งานในการทดสอบเซลล์เชื้อเพลิง และ (ข) ไดอะแกรมในการทดสอบการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง

3. ผลการทดลองและวิเคราะห์

จากการทดลอง พบว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าเปิดวงจร (Open circuit voltage, OCV) ของเซลล์เชื้อเพลิงที่ป้อนเชื้อเพลิงจำพวกแอลกอฮอล์โดยตรงดังแสดงในรูปที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.64 V และ 0.62 V เมื่อทำการป้อนสารละลายเอธานอล (โดยเรียกว่า direct ethanol fuel cell, DEFC) และเหล้าขาวชนิด 40 ดีกรี (โดยเรียกว่า 40 degree fuel cell, 40DFC) ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้แตกต่างกัน 2.9% และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับการใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจน พบว่า เซลล์เชื้อเพลิงจำพวกแอลกอฮอล์โดยเฉพาะเหล้าขาวให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเปิดวงจรน้อยกว่า 35.58% เนื่องจากสภาวะการทำงานที่อุณหภูมิต่ำ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของแอลกอฮอล์ทำได้น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไฮโดรเจน นอกจากนี้แอลกอฮอล์ที่ใช้ยังส่งผลเกิดปรากฏการการข้ามผ่านของเชื้อเพลิงแอลกอฮอล์จากขั้วแอโนดไปยังขั้วแคโทดโดยผ่านเมมเบรนโดยตรง (fuel crossover)ได้ง่าย โดยอาศัยความแตกต่างของความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ระหว่างด้านแอโนดและแคโทดเป็นตัวช่วยพลักดันให้เกิดการเคลื่อนที่ของแอลกอฮอล์ผ่านเมมเบรน และยังพบว่าสารประกอบเอธานอลที่มีในเหล้าขาวสามารถทำให้แมมเบรนชนิดแนฟีออน (Nafion®) มีค่าการบวมตัวสูงถึง 88% [3] ดังนั้นเมื่อเมมเบรนเกิดการบวมตัว ส่งผลให้เชื้อเพลิงแอลกอฮอล์ทางด้านแอโนดเคลื่อนที่ผ่านไปยังด้านแคโทดได้ง่ายมากยิ่งขึ้น และยังก่อให้การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของเชื้อเพลิงแอลกอฮอล์และการเกิดปฏิกิริยารีดักชันของก๊าซออกซิเจนพร้อมกันที่ขั้วแคโทด ซึ่งการเกิดปฏิกิริยาพร้อมกันนี้ทำให้ค่าของแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทดเป็นแบบผสม(mixed potential) [4] ส่งผลให้ค่าผลลัพท์ของแรงดันไฟฟ้าเปิดวงจรมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด



รูปที่ 2 ระดับค่าแรงดันไฟฟ้าเปิดวงจรของเซลล์เชื้อเพลิงในกรณีที่ป้อนเชื้อเพลิง 1) ไฮโดรเจน (PEMFC) 2) เอธานอลบริสุทธิ์ (DEFC) และ 3) เหล้าขาวชนิด 40 ดีกรี (40DFC)

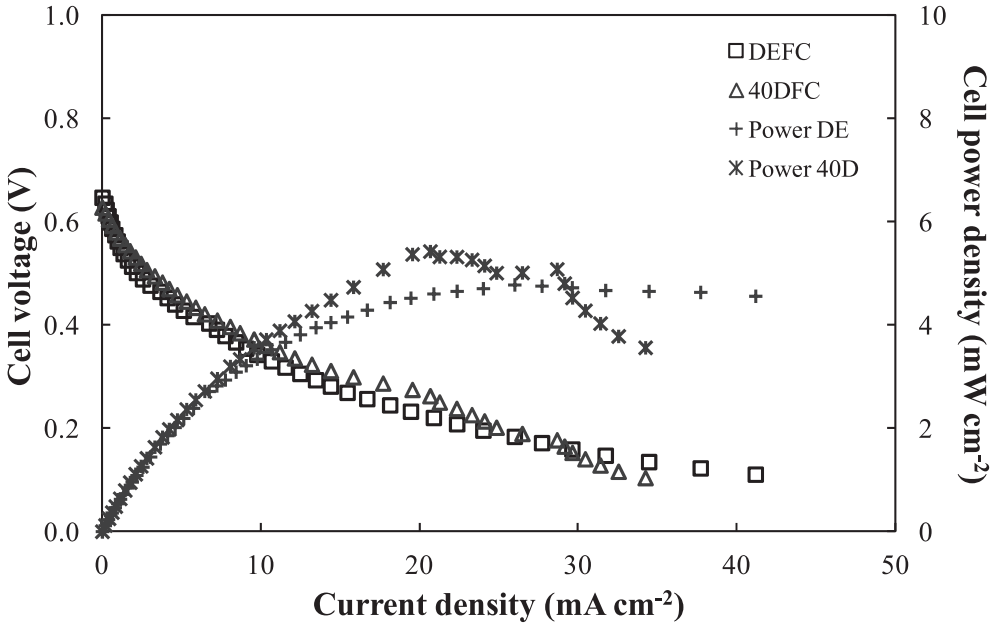
สำหรับค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่สามารถผลิตได้ของเซลล์เชื้อเพลิงแบบป้อนแอลกอฮอล์โดยตรง ดังแสดงในรูปที่ 3 พบว่า เซลล์เชื้อเพลิงแบบป้อนเหล้าขาวให้ค่าความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าสูงสุดต่อพื้นที่ (5.8 mW/cm^2) มากกว่า เซลล์เชื้อเพลิงที่ป้อนเอธานอลบริสุทธิ์ (5.4 mW/cm^2) คิดเป็นผลต่างมีค่าเท่ากับ 6.8% สำหรับกรณีการเปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่สามารถผลิตได้ที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 0.1 V พบว่า เซลล์เชื้อเพลิงแบบป้อนเอธานอลบริสุทธิ์ให้ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ 42.3 mA/cm^2 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.16 เท่าเมื่อเทียบกับการป้อนเหล้าขาว จากผลการทดลองที่ได้เผยให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้เหล้าขาวเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงแบบป้อนแอลกอฮอล์โดยตรง เนื่องจากสามารถให้ค่าทางไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าไม่แตกต่างมากนักเมื่อเทียบกับการใช้สารละลายเอธานอลบริสุทธิ์ที่ค่าความเข้มข้นเดียวกันดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพทางไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์เชื้อเพลิง

ชนิดของเซลล์เชื้อเพลิง	**แรงดันไฟฟ้าเปิดวงจร (V)**	**ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (mW/cm^2)**	**ค่าความหนาแน่นกระแสสูงสุดที่ 0.1 V (mA/cm^2)**
40DFC (White spirit)	0.628	5.8	35.2
DEFC (Pure ethanol)	0.647	5.4	42.3
PEMFC (Hydrogen)	0.975	116.2	331.5

แต่อย่างไรก็ตามในการใช้เหล้าขาวเป็นเชื้อเพลิงนั้นทำให้เกิดผลกระทบในเชิงลบต่อประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์โดยตรง คือ มีการลดลงของค่ากระแสไฟฟ้าแบบฉับพลันภายใน 20 นาทีหลังจากทำการป้อนเหล้าขาวเข้าสู่เซลล์เชื้อเพลิง สำหรับในการทดลองนี้ได้ทำการป้อนสารละลายเอธานอลบริสุทธิ์กลับเข้าไปแทนที่เหล้าขาว เพื่อตรวจสอบค่าทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้น จากการทดสอบพบว่าค่ากระแสที่วัดได้มีค่าลดลงเหลือเพียง 11.5 mA/cm^2 ที่สภาวะแรงดันไฟฟ้า 0.1 V ซึ่งน้อยกว่าค่ากระแสไฟฟ้าในตอนเริ่มต้น 3.6 เท่า ดังนั้นเมื่อทำการคำนวณค่าการลดลงของค่ากระแสสูงสุด(ที่0.1V) พบว่า การลดลงของกระแสไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 72.8% ซึ่งสามารถคิดเป็นอัตราการลดลงแบบคงที่ของค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 92.4 mA/cm^2-hr นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าการลดลงของค่าแรงดันไฟฟ้าในช่วงเปิดวงจร พบว่า มีค่าลดลงจาก 0.62V เหลือ 0.52V คิดเป็นอัตราการลดลงแบบคงที่ของแรงดันเปิดวงจรมีค่าเท่ากับ 0.40 mV/h ซึ่งอัตราการลดลงนี้มีอัตราการลดลงที่สูงกว่าปกติของอัตราการการเสื่อมของเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงที่มีค่าการลดลงของแรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วงประมาณ 0.15mV/h (สำหรับแอลกอฮอล์ประเภทเมทานอล) [5]

การลดลงของค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้ามีความเป็นไปได้บนสมมติฐานที่ว่ามีการลดลงของพื้นที่ทำปฏิกิริยาที่ด้านแอโนด ซึ่งเป็นด้านที่ป้อนด้วยเหล้าขาว เนื่องจากในการทดลองป้อนเชื้อเพลิงแบบเอธานอลบริสุทธิ์นั้นไม่มีการเสื่อมภายในเวลา 20 นาที แต่เมื่อทำการป้อนเหล้าขาวค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้ากลับมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสืบค้นข้อมูลองค์ประกอบของเหล้าขาวหรือสุราโดยทั่วไป ดังแสดงในตารางที่ 2 [6-8] พบว่า ในเหล้าขาวหรือสุราโดยทั่วไปนั้นมีองค์ประกอบของซัลเฟอร์ (S) ปะปนอยู่ โดยค่าการเจือปนสูงสุดประมาณ 5.59 mg/l ซึ่งสารประกอบซัลเฟอร์ที่มีอยู่ในเหล้าขาวนี้สามารถเข้าไปจับอยู่บนพื้นพิวของตัวเร่งปฏิกิริยาโดยเฉพาะแพลตทินัม ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อตัวเร่งปฏิกิริยา ผลได้คือการสูญเสียพื้นที่ทำปฏิกิริยา ทำให้ปริมาณการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของเชื้อเพลิงมีค่าลดลง ส่งผลให้กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์เชื้อเพลิงมีค่าลดลงตามลำดับ



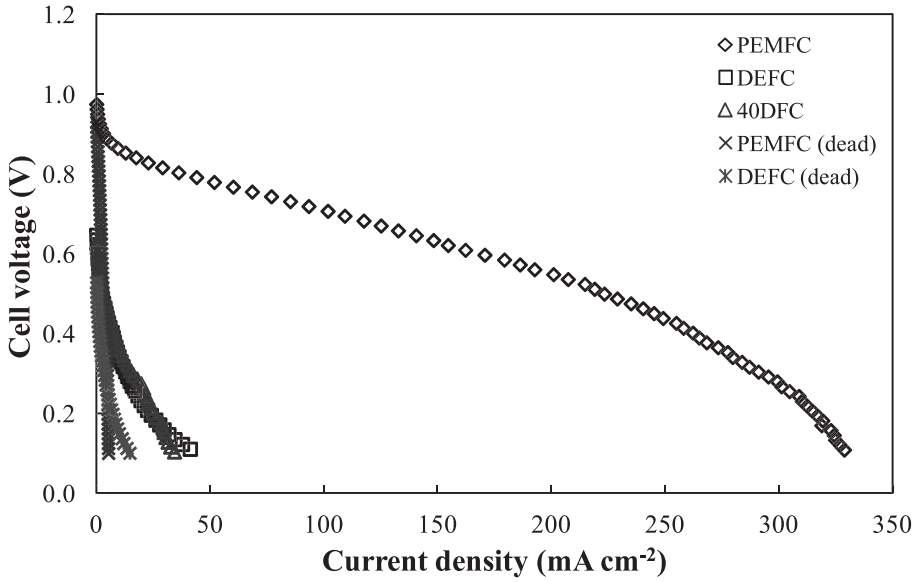
รูปที่ 3 กราฟแสดงประสิทธิภาพทางไฟฟ้าในรูปแบบค่าความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าเทียบกับค่ากระแสไฟฟ้าต่อหน่วยพื้นที่ ในกรณีที่ป้อนเชื้อเพลิงเอธานอลบริสุทธิ์ (DEFC) และ เหล้าขาวชนิด 40 ดีกรี (40DFC) ที่ความเข้มข้น 1 M และใช้อากาศที่อัตราการไหล 50 ml/min ความร้อนชุดหอเซลล์ที่ 80°C ภายใต้ความดันบรรยากาศปกติที่ 1 atm

สำหรับในงานวิจัยนี้ได้ทำการตรวจสอบสภาวะการเสื่อมของเซลล์เชื้อเพลิงแบบถาวร (dead cell) โดยในการทดสอบนี้ได้ใช้ก๊าซไฮโดรเจนเป็นตัวเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์เชื้อเพลิงเพราะไฮโดรเจนมีความสามารถในการแตกตัวหรือเกิดออกซิเดชันได้ดีกว่าแอลกอฮอล์บนพื้นผิวตัวเร่งปฏิกิริยาที่

ใช้แพลตทินัมเป็นพื้นฐาน เช่น PtSn ซึ่งในการทดลองนี้กำหนดให้ใช้ PtSn เป็นขั้วอิเล็กโทรดด้านแอโนด จากการตรวจสอบ พบว่า เมื่อทำการป้อนก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปไม่สามารถทำให้ค่าประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์เพิ่มขึ้นได้เหมือนดังค่าทางไฟฟ้าในตอนเริ่มต้นดังแสดงในรูปที่ 4 ดังนั้นสภาวะการเสื่อมของขั้วอิเล็กโทรดที่เกิดขึ้นนั้นจึงเป็นการเสื่อมแบบถาวร ซึ่งสภาวะการเสื่อมนี้ตรงตามสมมติฐานที่ว่าเกิดจากส่วนผสมที่เป็นสารประกอบจำพวกซัลเฟอร์ (S) ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการการหมักเหล้า [9] โดยซัลเฟอร์ที่จับอยู่บนตัวเร่งปฏิกิริยาโดยเฉพาะแพลตทินัมจะไม่สามารถหลุดออกไปได้โดยง่าย [10] จึงทำให้เกิดการสูญเสียพื้นที่ในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้านแอโนด และทำให้กระแสไฟฟ้าที่ได้มีค่าลดลงอย่างมาก นอกจากนี้ยังพบว่าที่ขั้วอิเล็กโทรดของเซลล์เชื้อเพลิงซึ่งมีตัวเร่งปฏิกิริยาแพลตทินัมที่ถูกจับไว้ด้วยซัลเฟอร์ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เนื่องจากประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์ไม่สามารถกลับมาเหมือนเดิมโดยการกระตุ้นด้วยก๊าซไฮโดรเจน

ตารางที่ 2 สารประกอบนอกเหนือจากเอทิลแอลกอฮอล์ที่มักพบในเหล้าหรือสุราทั่วไป

ลำดับที่	สารประกอบอื่นที่เจือปนในเหล้า
1	methyl alcohol (เมทิลแอลกอฮอล์)
2	Arsenic (สารหนู ที่มีส่วนประกอบของซัลเฟอร์)
3	Lead (ตะกั่ว)
4	Copper (ทองแดง)
5	fusel oil
6	Aldehyde
7	ester (สารระเหย)
8	Furfural
9	toxic alkaloids
10	toxic glycosides
11	sulfur dioxide (ซัลเฟอร์ไดออกไซด์)
12	benzoic acid
13	sorbic acid
14	salicylic acid



รูปที่ 4 กราฟแสดงประสิทธิภาพทางไฟฟ้าในรูปแบบค่าความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าเทียบกับค่ากระแสไฟฟ้าต่อหน่วยพื้นที่ ในกรณีที่ป้อนเชื้อเพลิงเชื้อเพลิงไฮโดรเจนที่อัตราการไหล 50 ml/min และใช้อากาศที่อัตราการไหล 50 ml/min ภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง 25°C ที่ความดันบรรยากาศ 1 atm เพื่อพิสูจน์ทราบการเสื่อมแบบถาวรของเซลล์เชื้อเพลิง หลังการป้อนเอธานอลบริสุทธิ์ (DEFC) และ เหล้าขาวชนิด 40 ดีกรี (40DFC) ที่ความเข้มข้น 1 M

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเบื้องต้นในการนำเหล้าขาวชนิด 40 ดีกรีมาเป็นเชื้อเพลิงตั้งต้นเพื่อใช้งานกับเซลล์เชื้อเพลิงแบบป้อนแอลกอฮอล์โดยตรงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา PtSn เป็นชั้วอิเล็กโทรด สามารถให้ประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าเทียบเท่ากับการใช้สารละลายเอธานอลบริสุทธิ์โดยมีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 5.8 mW/cm^2 แต่เนื่องจากส่วนประกอบทางเคมีที่เจือปนในเหล้าขาวมีสารประกอบจำพวกซัลเฟอร์ ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้งาน ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์เชื้อเพลิงลดลงอย่างมากและไม่สามารถกระตุ้นให้คืนสภาพเดิมได้

ข้อเสนอแนะเบื้องต้นในงานวิจัยนี้ คือ ควรมีกระบวนการผลิตเหล้าขาวที่สามารถกำจัดสารจำพวกซัลเฟอร์ในขั้นตอนการหมัก หรือควรมีการผลิตตัวเร่งปฏิกิริยาที่สามารถทนต่อความเป็นพิษของซัลเฟอร์ และสามารถนำมาใช้ใหม่ได้โดยวิธีกระตุ้นเซลล์ด้วยน้ำหรือไฮโดรเจน นอกจากนี้ควรคำนึงถึงต้นทุนในการผลิตแอลกอฮอล์ เช่น เหล้าขาว และรวมถึงบริบทอื่นๆที่เชื่อมโยงในการใช้แอลกอฮอล์มาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณหัวหน้าศูนย์วิจัยและวิศวกรรมเทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิงและไฮโดรเจน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ได้เกื้อหนุนในการทำงานวิจัยด้านเซลล์เชื้อเพลิง

เอกสารอ้างอิง

[1] สาระวิทย์. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (.สวทช). ฉบับที่ 13 (เมษายน 2557). หน้า 7. Internet: http://www.nstda.or.th/nstda-knowledge/17902-saravit-13.

[2] กระตุ้นการใช้เอธานอลผ่านน้ำมันแก๊สโซฮอล์. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. กระทรวงพลังงาน. Internet: http://webkc.dede.go.th/testmax/node/161.

[3] R.P. O'Hayre, S. Cha, W.G. Colella and F.B.Prinz, Fuel cell Fundamentals, 2nd edition, New York: John Wiley & Sons, 2009.

[4] F. Liu and C.Y.Wang, "Mixed Potential in a Direct Methanol Fuel Cell: Modeling and Experiments," Journal of the Electrochemical Society, Vol. 54, No. 6, pp. B514-B522, 2007.

[5] N. Wongyao, A. Therdthianwong, S. Therdthianwong, S. S.M. Kumar and K. Scott, "A comparison of direct methanol fuel cell degradation under different modes of operation, international journal of hydrogen energy," Vol. 38, pp. 9464-9473, 2013.

[6] White Spirit (Standard Solvent) Health and Safety Guide, IPCS International Programme on Chemical Safety, Health and Safety Guide No. 103, Internet: http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg103.htm.

[7] Alcohol, wikipedia the free encyclopedia, Internet: http://en.wikipedia.org/wiki/Alcohol.

[8] นายแพทย์ล่ำซำ ลักขณาภิชนชัช และคณะ. สถาบันธัญญารักษ์. กรมการแพทย์. กระทรวงสาธารณสุข. การตรวจหาปริมาณสารที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคสุราขาวที่จำหน่ายในเขตพื้นที่ภาคกลาง. Internet: http://www.thanyarak.go.th/thai/index.php?option=com_content&task=view&id=1228&Itemid=106.

[9] การผลิตสุรากลั่นชุมชน. สุราไทย. Network of Thai Alcoholic Beverage Producers. Internet: http://surathai.wordpress.com/2011/05/15/thaidistill/.

[10] Sulfur as a Catalyst Poison, FINAL ANALYSIS, DOI: 10.1595/147106706X111456, Internet: www.technology.matthey.com/pdf/110-pmr-apr06.pdf.