การศึกษาองค์ประกอบของขี้เถ้าข้าวฟ่าง

STUDY ON COMPOSITIONS OF SORGHUM ASH

กิติพันธ์ บุญอินทร์* โชติรส กันภัย และ สุนีย์ บุญเกิด

ศูนย์ความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีแก้วและวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
**kboonin@hotmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ขี้เถ้าของข้าวฟ่างที่อุณหภูมิการเผาแตกต่างกันโดยใช้เทคนิคเอกซ์เรย์สเปกโตรมิเตอร์ที่อุณหภูมิต่างๆ (เผาโรง, 400°C, 600°C, 800°C และ 1,000°C) ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน ผลที่ได้พบว่าอุณหภูมิที่ 400°C มีปริมาณซิลิกามากกว่า 50% โดยน้ำหนัก รองลงมาคือ อุณหภูมิปกติ และน้อยที่สุดคือ อุณหภูมิที่ 1,000°C จากผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าขี้เถ้าของข้าวฟ่าง อุณหภูมิที่ 400°C มีความเป็นไปได้ที่จะใช้แทนหรือเติมเป็นสารซิลิกาในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมแก้วได้

คำสำคัญ: ขี้เถ้า ข้าวฟ่าง ขี้เถ้าชีวมวล เอกซ์เรย์สเปกโตรมิเตอร์

Abstract

This study feasibility apply of major millet In temperature. Different sintering temperature by x-rays fluorescence (burnt from industrial factory, 400°C, 600°C, 800°C and 1,000°C) under same condition. The result showed that 400°C volume silica of < 50 wt.% by atmosphere and low temperature 1,000 °C. .These results indicated major millet temperature 400°C. . May be used as substituted or additive of silica source in the glass manufacturing process. *This paper presents a guideline for preparing a paper to submit for publishing in the conference proceeding. The paper describes the format, the sizes, and font types used in each section.*

Keywords: Ash, Sorghum, Biomass ash, x-rays fluorescence spectrometer

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรมากกว่าร้อยละ 50 ประกอบอาชีพเกษตรกรรมผลพลอยได้ที่สำคัญนอกเหนือจากผลผลิตการเกษตร คือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว แกลบ กากอ้อย กากใยและซังข้าวฟ่าง เป็นต้น ซึ่งการกำจัดนั้นเกษตรกรใช้วิธีการเผาทำลายเศษวัสดุเหลือใช้ทิ้งทางการเกษตรดังกล่าว จึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพอากาศ โดยกรมควบคุมมลพิษได้ระบุว่าค่าการปลดปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จากการเผาเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมีค่า 7 กิโลกรัม ทุก 1,000 กิโลกรัมของเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ถูกเผาไหม้ ทำให้เกิดผลกระทบด้านสุขภาพจากปัญหาหมอกควันพิษ [1] โดยเฉพาะ อีกทั้งปัจจุบันยังไม่มีใครนำขี้เถ้าดังกล่าวไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม ดังนั้นการใช้ขี้เถ้าจึงเป็นการเพิ่มมูลค่าของสิ่งที่เหลือใช้อย่างแท้จริง ประโยชน์ที่ได้คือ ลดปัญหาสภาพแวดล้อมทางฝุ่นละอองซึ่งปล่อยสู่บรรยากาศ ทั้งนี้ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานไฟฟ้าพลังงานชีวมวล ประมาณ 60 โรงงานทั่วประเทศ ข้อมูลพืชชีวมวลทั้งหมดในปี 2551 มีจำนวน 98 ล้านตัน ซึ่งหากมีการเผาแล้วจะเหลือขี้เถ้าประมาณ 20 ล้านตันในแต่ละปี [2] การปลูกข้างฟ่างเพื่อนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงเอทานอลนั้นต่ำกว่าต้นทุนในการปลูกอ้อยและข้าวโพดพอสมควร ข้าวฟ่างมี

ลักษณะคล้ายอ้อยคือมีสารให้ความหวานแต่ไม่ตกผลึกเป็นน้ำตาลทว่าสามารถนำน้ำหวานมาหมักและผลิตเป็นเอทานอลได้เหมือนกัน และพบว่าเอทานอลที่ได้จากข้าวฟ่างก็มีคุณสมบัติไม่แตกต่างจากเอทานอลที่ผลิตได้จากอ้อย ข้าวฟ่างจะให้พลังงานค่อนข้างสูงราว 8 หน่วยต่อพลังงานที่ใช้ในการ เพาะปลูกและการผลิต 1 หน่วย ซึ่งพอๆ กับพลังงานจากน้ำตาลอ้อยและมากกว่า พลังงานที่ได้จากข้าวโพดถึง 4 เท่าการใช้ข้าวฟ่างเป็นวัตถุดิบเสริมในระบบการผลิตเอทานอลจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเสริมประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลของโรงงานต่างๆได้อย่างเหมาะสมและสามารถนำไปผสมกับน้ำมันเบนซินเพื่อผลิตแก๊สโซฮอล์ได้เช่นเดียวกันจึงทำให้เกษตกรหันมาปลูกข้าวฟ่างเพิ่มขึ้นเมื่อมีการผลิตเป็นพลังงานทดแทนจำนวนมากจึงพบปัญหากากใยที่เหลือจากการกลั่นเอาน้ำตาลเป็นจำนวนมาก จากการเผาทำลายข้าวฟ่างวัสดุเหลือทิ้ง ทำให้ได้ส่วนที่เหลือจากการเผาทำลายที่ไม่มีราคา ได้แก่ขี้เถ้า ซึ่งมีสารประกอบ เช่น ซิลิคอนไดออกไซด์(SiO_2) อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) และเหล็กออกไซด์(Fe_2O_3) [3] โดยสารประกอบเหล่านี้สามารถเป็นแหล่งของวัตถุดิบในการนำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมแก้วและอุตสาหกรรมเซรามิคเพื่อทำให้เศษวัสดุเหลือทิ้งของข้าวฟ่างที่ไม่มีราคาแต่มีปริมาณมหาศาลจากภาคการเกษตรและอุตสาหกรรม มาแปรรูปหรือเพิ่มมูลค่าโดยนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญในภาคอุตสาหกรรมและช่วยเพิ่มมูลค่าเศษวัสดุเหลือใช้ของข้าวฟ่างต่อไป

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จักรพงษ์ แก้วขาว, จิตรา เกตุแก้ว, อาทร โภคไคยพิสิฐ และพิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ, 2009 ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิในการเผาต่อปริมาณ และโครงสร้างซิลิกาของขี้เถ้าชีวมวลในประเทศไทย ผลของอุณหภูมิในการเผาต่อปริมาณซิลิกาของขี้เถ้าชีวมวลถูกวัดโดยเทคนิคเอ็กเรย์ฟลูออเรสเซนต์สเปกโตรมิเตอร์แบบกระจายพลังงาน ตัวอย่างชีวมวลที่เก็บ ได้แก่ แกลบ ใบอ้อย ฟางข้าว ไม้ยูคาลิปตัส ชานอ้อย ก้านใบปาล์ม ทะลายปาล์ม กะลามะพร้าว ซังข้าวโพด ต้นมันสำปะหลัง และไม้ยางพารา โดยนำชีวมวลดังกล่าวไปเผาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน (400℃ 600℃ 800℃ และ 1,000℃) และค้างอุณหภูมิในการเผา 3 ชั่วโมง ผลที่ได้พบว่า ขี้เถ้าแกลบ, ขี้เถ้าใบอ้อย, ขี้เถ้าฟางข้าว, ขี้เถ้าก้านใบปาล์มที่ทุกอุณหภูมิการเผา และขี้เถ้าชานอ้อยที่อุณหภูมิ 800℃ และ 1,000℃ มีปริมาณซิลิกามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และน่าจะสามารถใช้เป็นแหล่งซิลิกาสำหรับกระบวนการผลิตแก้วบางชนิดเช่นแก้วสำหรับเครื่องประดับ หรืออัญมณีเทียมเป็นต้น [4]

Y. Ruangtaweep, J. Kaewkhao, C. Kedkaewและ P. Limsuwan, 2010 ได้ศึกษาองค์ประกอบและเฟสของขี้เถ้าลอยชีวมวลที่สำคัญในประเทศไทยที่อุณหภูมิการเผาแตกต่างกันโดยใช้เครื่อง X-Rays Fluorescence spectrometer (XRF) และ X - Rays Diffractometer (XRD) ขี้เถ้าชีวมวลที่เผาอุณหภูมิแตกต่างกัน (400℃ 600℃ 800℃ และ 1,000℃) ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน ผลที่ได้พบว่าขี้เถ้าแกลบ ขี้เถ้าใบอ้อย ขี้เถ้าฟางและขี้เถ้าก้านใบปาล์มที่ทุกอุณหภูมิการเผาและขี้เถ้าชานอ้อยที่อุณหภูมิ 800°C และ 1,000°C จะมีปริมาณซิลิกามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ดังนั้นขี้เถ้าแกลบ ขี้เถ้าใบอ้อย ขี้เถ้าฟาง ขี้เถ้าก้านใบปาล์ม ขี้เถ้าชานอ้อย จึงถูกค้นพบว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของ SiO_2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขี้เถ้าแกลบ ขี้เถ้าใบอ้อย ขี้เถ้าฟาง ขี้เถ้าก้านใบปาล์ม ขี้เถ้าชานอ้อย อาจจะใช้แทนหรือเป็นแหล่งซิลิกาสำหรับกระบวนการผลิตแก้ว [5]

Y. Ruangtaweep, J. Kaewkhao, K. Kirdsiri, C. Kedkaewและ P. Limsuwan, 2011 ได้ศึกษาคุณสมบัติของแก้วจากขี้เถ้าแกลบที่มีการเจือ CaOลงไปในแก้วจากขี้เถ้าแกลบถูกเตรียมขึ้นโดยใช้ขี้เถ้าแกลบที่เผาในอุณหภูมิต่างๆ กัน องค์ประกอบของขี้เถ้าแกลบถูกวิเคราะห์โดย Energy Dispersive X-Ray Fluorescence pectrometer (EDXRF) และ X - Rays Diffractometer (XRD) ตามลำดับ แก้วถูกหลอมจากขี้เถ้าแกลบตามสูตร $20Na_2O$: $1.0Al_2O_3$: $13B_2O_3$: $6.3CaO$: $0.2Sb_2O_3$: $4.5BaO$: $55SiO_2$ (ขี้เถ้าแกลบใช้เป็นแหล่ง SiO_2) ค่าความหนาแน่นของแก้วจากขี้เถ้าแกลบจะมีค่ามากกว่าความหนาแน่นรวมแก้วจาก SiO_2 บริสุทธิ์ภายใต้สูตรและเงื่อนไขการจัดเตรียมเดียวกัน ผลลัพธ์เหล่านี้สอดคล้องกับค่าดัชนีการหักเหของแก้วจากขี้เถ้าแกลบ แก้วจากขี้เถ้าแกลบจะไม่มีสีซึ่งเกิดจากการดูดกลืนในช่วงอัลตราไวโอเลต แก้วสีน้ำเงินถูกหลอมจากขี้เถ้าแกลบที่เติม CoO ในปริมาณที่แตกต่างกันซึ่งแก้วดังกล่าวไม่พบความสัมพันธ์ของค่าความหนาแน่นและค่าดัชนี หักเหของแก้วกับความเข้มข้นของ CoO ในระบบแก้วจากสเปกตรัมการดูดกลืนพบการดูดซึมสูงสุดที่ความยาวคลื่นประมาณ 600 นาโนเมตรและความเข้มของการดูดกลืนสูงสุดจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้น CoO ซึ่งสอดคล้องกับการถ่ายเทพลังงานในระดับ $^4A_2(4F)$ $^4T_1(4P)$ ของ Co^{2+} ในสมมาตร tetrahedral [6]

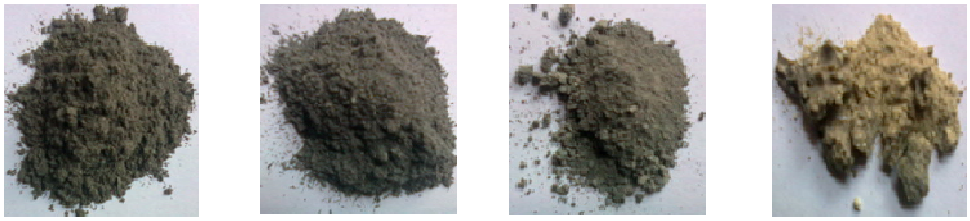
3. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาขี้เถ้าลอยของข้าวฟ่างที่เหลือจากภาคเกษตรกรรมโดยทำการเก็บตัวอย่างขี้เถ้าลอย ศึกษาสมบัติของขี้เถ้าลอยในด้านองค์ประกอบและโครงสร้าง เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการนำไป

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง

3.1.1 เก็บตัวอย่างและเตรียมขี้เถ้าข้าวฟ่างโดยการจำลองการเผาในบรรยากาศปกติจากวัสดุชีวมวล

3.1.2 เผาขี้เถ้าเหลือทิ้งนั้นซ้ำที่อุณหภูมิต่างๆโดยไล่อุณหภูมิให้สูงขึ้นดังต่อไปนี้ 400, 600, 800, และ 1,000 องศาเซลเซียส เพื่อดูความเป็นไปได้ในการเพิ่มความบริสุทธิ์ของสารซิลิกาโดยลักษณะทั่วไปของขี้เถ้าแสดงดังภาพที่ 1 ขี้เถ้าเผาไล่อุณหภูมิ 400°C, 600°C, 800°Cและ 1,000°C

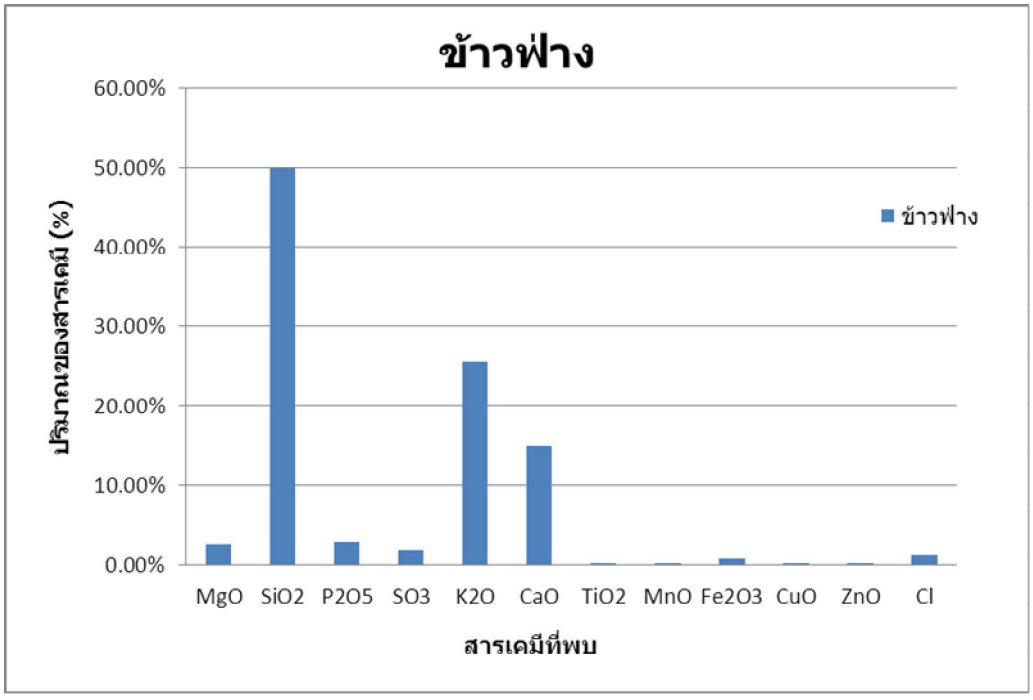


อุณหภูมิ 400°C | อุณหภูมิ 600 °C | อุณหภูมิ 800°C | อุณหภูมิ 1,000 °C

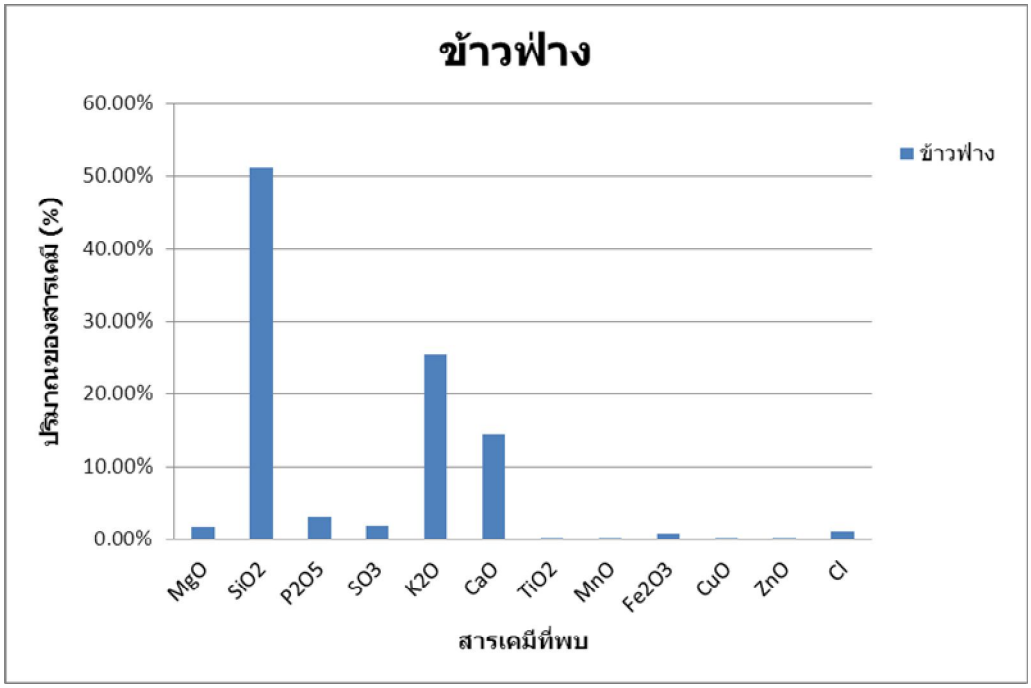
ภาพที่ 1 ลักษณะทั่วไปของขี้เถ้าที่อุณหภูมิต่างๆ

3.1.3 วิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบของขี้เถ้าของข้าวฟ่างโดยใช้ XRF เพื่อศึกษาสารปนเปื้อนที่อาจจะมีผลต่อการเกิดสีที่ติดมาในขี้เถ้า

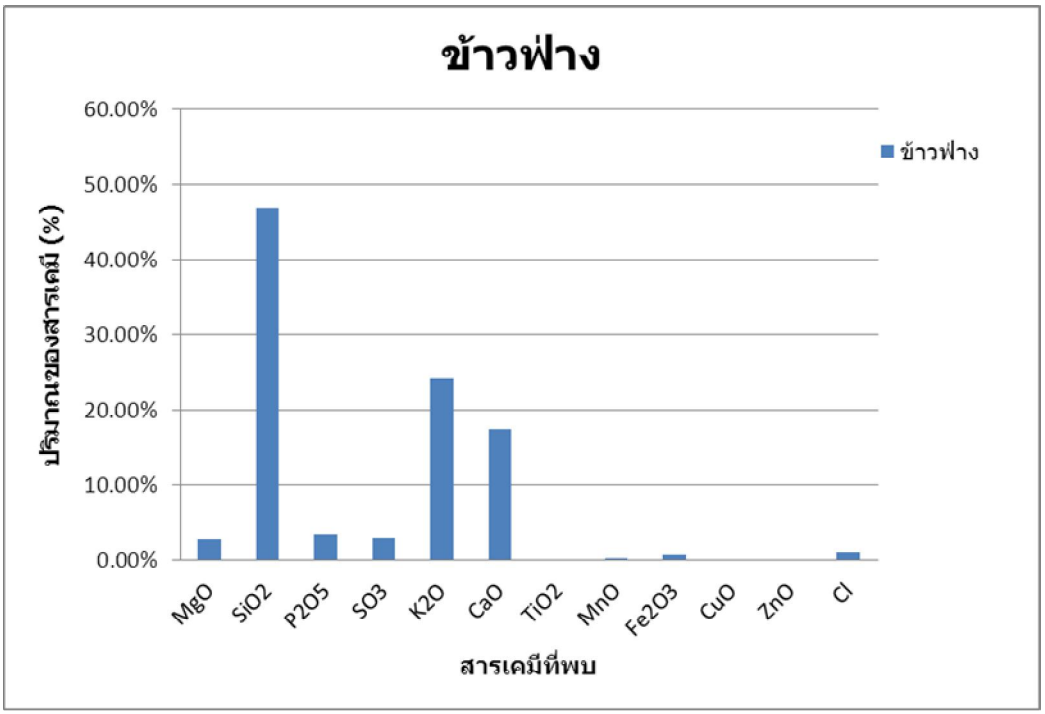
4. ผลการดำเนินงาน



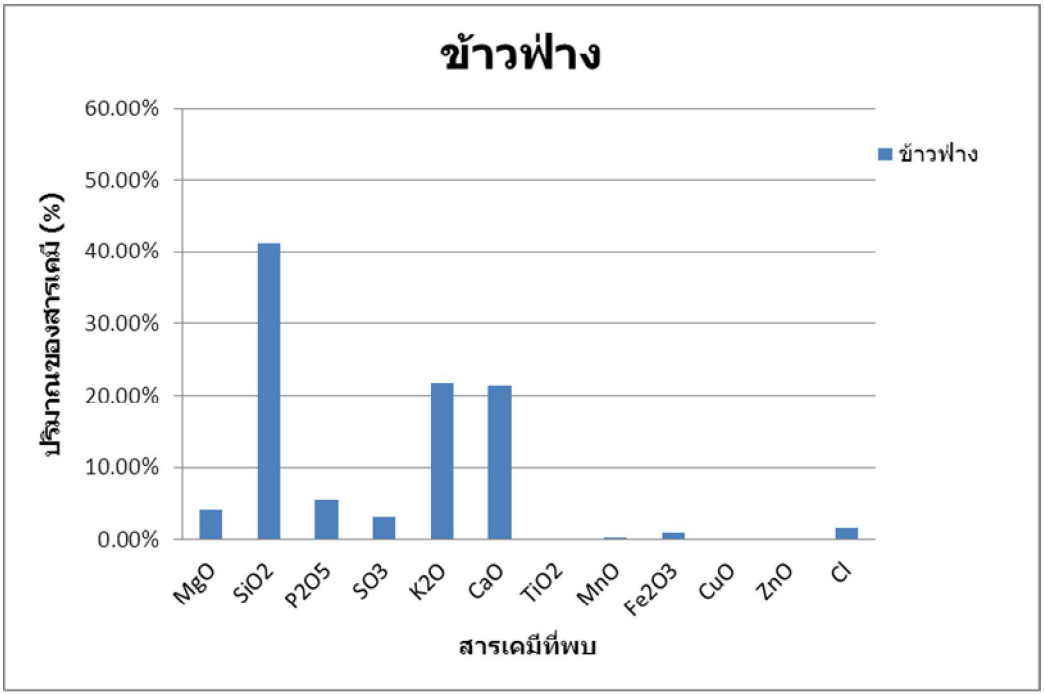
ภาพที่ 2 ปริมาณองค์ประกอบของขี้เถ้าชีวมวลที่จำลองการเผาในบรรยากาศปกติ



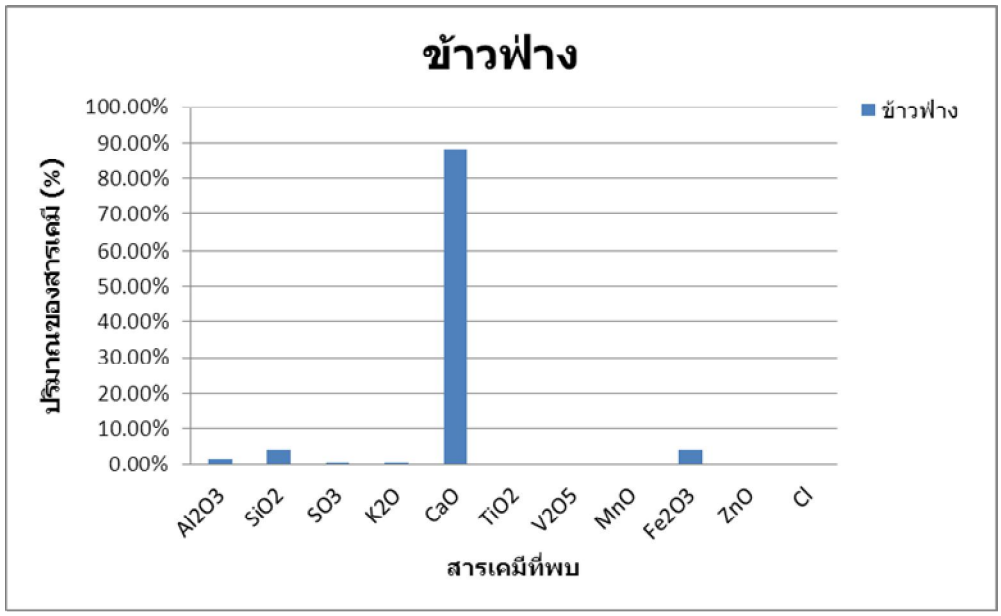
ภาพที่ 3 ปริมาณองค์ประกอบของขี้เถ้าชีวมวลที่จำลองการเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส



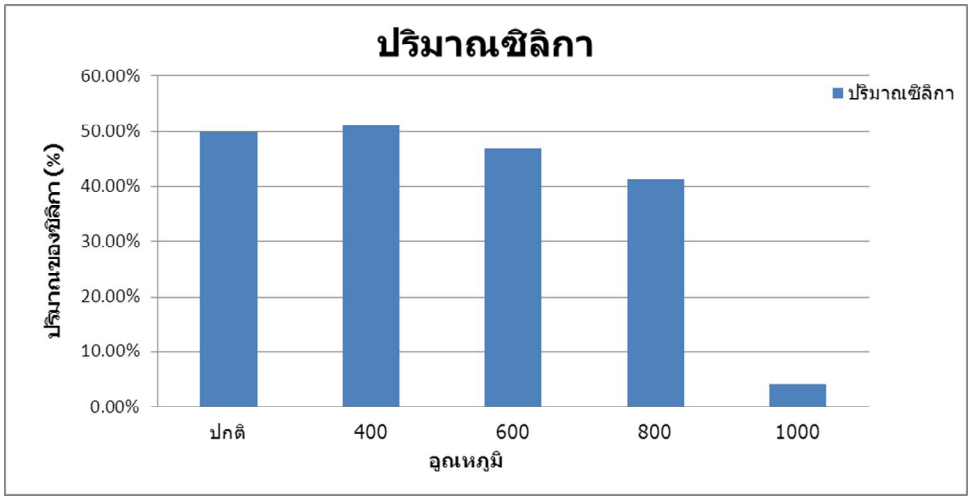
ภาพที่ 4 ปริมาณองค์ประกอบของขี้เถ้าชีวมวลที่จำลองการเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 5 ปริมาณองค์ประกอบของขี้เถ้าชีวมวลที่จำลองการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 6 ปริมาณองค์ประกอบของขี้เถ้าชีวมวลที่จำลองการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณซิลิกา (SiO_2) ในขี้เถ้าชีวมวลที่อุณหภูมิที่ต่างกัน

จากการเปรียบเทียบซิลิกาของขี้เถ้าข้าวฟ่างที่อุณหภูมิ ปกติ 400, 600 ,800 และ 1,000 องศาเซลเซียส ตามลำดับ พบว่าปริมาณซิลิกาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส มีปริมาณมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 51.09 % รองลงมาคืออุณหภูมิ ปกติ, 600, 800 และ อุณหภูมิที่1,000 องศาเซลเซียส มีปริมาณซิลิกาน้อยที่สุดตามลำดับ

5. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาองค์ประกอบของขี้เถ้าของข้าวฟ่าง พบว่า องค์ประกอบส่วนใหญ่ คือซิลิกา ทั้งนี้ซิลิกาที่อยู่ในขี้เถ้าสามารถนำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรมได้หลายประเภท เมื่อทำการเผาขี้เถ้าข้าวฟ่างในอุณหภูมิ 400, 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียสตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองจะพบว่าที่อุณหภูมิ 400 ค่าเท่ากับ 51.09 % รองลงมาคืออุณหภูมิปกติ, 600, 800 และอุณหภูมิที่ 1,000 องศาเซลเซียส มีปริมาณซิลิกาน้อยที่สุดตามลำดับ ทั้งนี้ในการใช้งานในระดับอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะคำนึงถึงปริมาณซิลิกา ซึ่งขี้เถ้าที่มีปริมาณซิลิกามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น อุณหภูมิ 400 จึงน่าจะเป็นวัสดุที่มีความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2554). **“โครงการจัดการเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรใน 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนอย่างมีส่วนร่วม”**. ค้นเมื่อ กุมพาพันธ์, 20, 2556, จากhttp://www.compost.mju.ac.th/province 2554/Waste.Management/puy_xinthriy_wiswkrrm_m_co_1.html

[2] นันทวรรณ วิจิตรวาทการ. (2547). **“รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการประเมินการตาย อัตราการป่วย และผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์อันเนื่องมาจากมลพิษทางอากาศในกรุงเทพ”**. กรุงเทพฯ: สำนักงานสนับสนุนกองทุนวิจัย

[3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. กระทรวงพลังงาน. (2551). **“ศักยภาพชีวมวลของประเทศไทย 2550/2551”.** ค้นเมื่อ กุมพาพันธ์ 20, 2556. จาก http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=437.

[4] จักรพงษ์ แก้วขาว, จิตรา เกตุแก้ว, อาทร โภคไคยพิสิฐ และพิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ**.(2009). “ผลของอุณหภูมิในการเผาต่อปริมาณ และโครงสร้างซิลิกาของขี้เถ้าชีวมวลในประเทศไทย”.**กรุงเทพฯ.

[5] Y. Ruangtaweep, J. Kaewkhao, K. Kirdsiri, C. Kedkaew and P. Limsuwan, “**Properties of CoO doped in Glasses Prepared from Rice Hush Fly Ash in Thailand**”, Materials Science and Engineering, 18, 2010, pp. 1-5.

[6] Y. Ruangtaweep, J.Kaewkhao C. Kedkaew and P. Limsuwan, “**Investigation of Biomass Fly Ash in Thailand for Recycle to Glass Production**”, Procedia Engineering, 8, 2010, pp. 58-61.