

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานของชีวมวล

ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate Analysis) พบว่าผลจากการนำชีวมวลมาวิเคราะห์ ปริมาณความชื้น เถ้า สารระเหย คาร์บอนคงตัว และค่าความร้อน แสดงในตารางที่ 4.1 ปริมาณความชื้นนั้นไม่มีคุณค่าทางด้านความร้อนในการเผาไหม้ โดยชีวมวลนั้นจะต้องสูญเสียความร้อนเกือบ 0.1 เปอร์เซ็นต์ต่อทุกๆ 1 เปอร์เซ็นต์ของความชื้นในชีวมวล (นัฐพงษ์ รัตนพันธุ์ภูเดช และคณะ, 2548) โดยกะลาปาล์ม ชานอ้อย แกลบ ชังข้าวโพด มีปริมาณความชื้นใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 5.20-6.34 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นกะลามะพร้าวมีความชื้นสูงกว่าชีวมวลชนิดอื่นคือ 9.64 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณเถ้านี้มีผลในการลดค่าความร้อนของชีวมวล และเกี่ยวข้องกับค่าการเผาไหม้ของชีวมวล โดยแกลบมีปริมาณเถ้ามากที่สุดถึง 14 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชีวมวลชนิดอื่นๆมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 1.61-3.30 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณสารระเหย สารระเหยมีสถานะเป็นก๊าซ เป็นสารที่เผาไหม้ได้ ซึ่งสามารถให้ความร้อนแก่ระบบได้ โดยชีวมวลแต่ละชนิดมีค่าปริมาณสารระเหยค่อนข้างสูงโดยเรียงจากน้อยไปมากดังนี้ แกลบ กะลาปาล์ม กะลามะพร้าว ชังข้าวโพด และชานอ้อย ตามลำดับ

ปริมาณคาร์บอนคงตัว ซึ่งคาร์บอนคงตัวเป็นสารที่เผาไหม้ได้เช่นกันแต่อยู่ในรูปของแข็ง ให้ความร้อนแก่ระบบได้ โดยเรียงลำดับปริมาณคาร์บอนคงตัวจากน้อยไปมากได้ดังนี้ ชานอ้อย แกลบ ชังข้าวโพด กะลามะพร้าว และกะลาปาล์ม ตามลำดับ ส่วนค่าความร้อนนั้น เป็นปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ชีวมวลต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนัก และเป็นค่าที่แบ่งระดับคุณภาพของเชื้อเพลิง โดยกะลามะพร้าวให้ค่าความร้อนมากที่สุดถึง 4734 แคลอรีต่อกรัม ในขณะที่ชีวมวลชนิดอื่นมีค่าความร้อนที่ใกล้เคียงกันคือในช่วง 1529-1944 แคลอรีต่อกรัม

ตารางที่ 4.1

แสดงผลการวิเคราะห์แบบประมาณ

ชีวมวล	%ความชื้น	%เถ้า	%สารระเหย	%คาร์บอน คงตัว	ค่าความร้อน (cal/g)
กะลาปาล์ม	5.75	2.97	65.04	26.24	1944
ชานอ้อย	5.20	1.61	81.49	11.68	1686
แกลบ	5.87	14.69	64.73	14.69	1529
ซังข้าวโพด	6.34	3.30	74.25	16.09	1762
กะลามะพร้าว	9.64	1.75	69.75	18.86	4734

4.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของเถ้าในรูปของสารประกอบออกไซด์ (Main Oxide in Ash Analysis)

4.2.1 ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของเถ้าในรูปของสารประกอบออกไซด์ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

แสดงผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของเถ้าในรูปของสารประกอบออกไซด์

(%)					
สารประกอบ	กะลาปาล์ม	ชานอ้อย	แกลบ	ซังข้าวโพด	กะลามะพร้าว
SiO ₂	65.87	77.09	97.00	23.83	4.95
Al ₂ O ₃	5.14	0.34	0.14	0.10	0.51
Fe ₂ O ₃	2.29	0.56	0.08	1.04	0.01
K ₂ O	7.38	9.80	1.74	49.39	82.02
TiO ₂	0.12	0.04	0.01	0.01	0.00
MgO	2.70	5.08	0.29	8.76	1.18
CaO	16.17	5.42	0.71	3.90	4.10
Na ₂ O	0.35	1.67	0.03	12.96	7.22

องค์ประกอบหลักของเถ้าในกะลาปาล์มคือ ซิลิคอน รองลงมาได้แก่ แคลเซียม สำหรับองค์ประกอบหลักของเถ้าในชานอ้อย คือ ซิลิคอน ส่วนธาตุอื่นๆนั้นมีปริมาณเพียงเล็กน้อยและมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ซิลิคอนในเกลบนั้นมีปริมาณมากถึง 97 เปอร์เซ็นต์ แต่องค์ประกอบหลักของเถ้าในชังข้าวโพดคือ โพแทสเซียม รองลงมาคือ ซิลิคอน ส่วนองค์ประกอบหลักของเถ้าในกะลามะพร้าว นั้น โพแทสเซียมมีปริมาณสูงถึง 82.02 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นเป็นธาตุอื่นๆในปริมาณเล็กน้อยจากผลการวิเคราะห์สามารถนำมาทำนายการเกิด Slagging และ Fouling ได้ โดยสำหรับการทดลองนี้ใช้พารามิเตอร์ AI, BAI และ $R_{b/a}$ เป็นพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ ซึ่งจะแสดงผลการทดลองในลำดับต่อไป

4.2.2 ผลการทำนายการเกิด Slagging และ Fouling จากวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบของเถ้าในรูปของสารประกอบออกไซด์

4.2.2.1 พารามิเตอร์ AI (Alkaline Index)

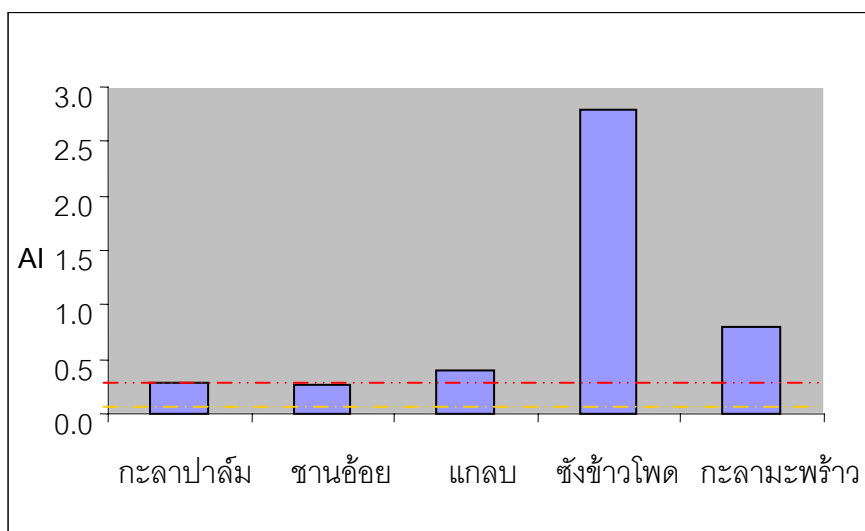
จากผลการทดลอง สามารถทำนายการเกิดการ Slagging และ Fouling ได้ค่า AI (Alkali Index) ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3

ผลการวิเคราะห์ค่า AI

ชีวมวล	AI (Kg/GJ)
กะลาปาล์ม	0.28
ชานอ้อย	0.26
เกลบ	0.41
ชังข้าวโพด	2.79
กะลามะพร้าว	0.79

รูปที่ 4.1
กราฟแสดงค่า AI



พบว่าค่า AI ของชีวมวลแต่ละชนิดได้แก่ แกลบ ชังข้าวโพด และกะลามะพร้าว ต่างมีค่าเกิน 0.34 กิโลกรัมต่อกิกะจุล นั่นคือชีวมวลทั้งสามชนิดมีแนวโน้มการเกิด Slagging และ Fouling แนนอน (Skrifvars et al., 2005) แต่ยังคงมากน้อยตามค่าที่ปรากฏ ส่วนกะลาปาล์มและชานอ้อยมีค่า AI อยู่ระหว่าง 0.17 ถึง 0.34 กิโลกรัมต่อกิกะจุล ซึ่งหมายความว่าอาจมีแนวโน้มในการเกิด Slagging และ Fouling

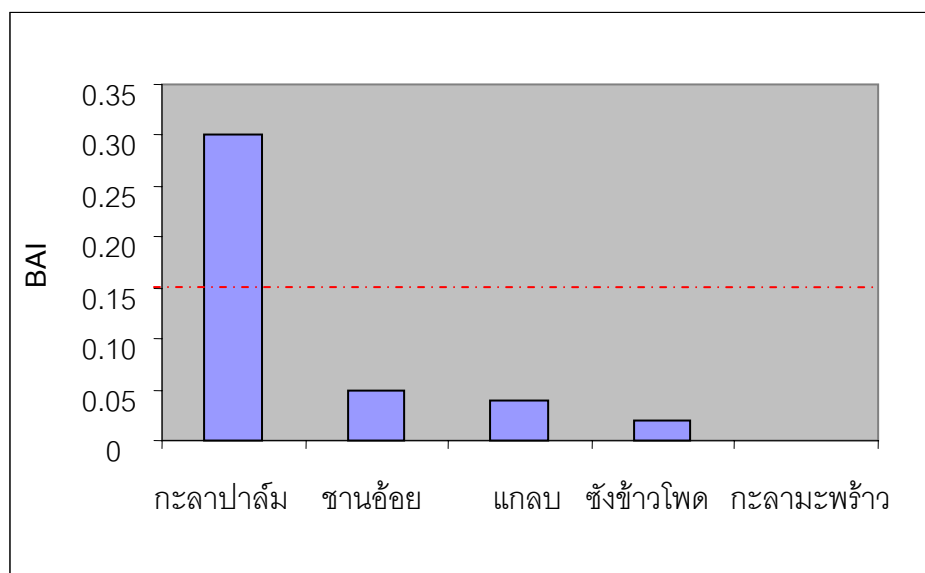
4.2.2.2 พารามิเตอร์ BAI (Bed Agglomeration Index)

จากผลการทดลอง สามารถทำนายการเกิด Slagging และ Fouling ได้จากค่า BAI (Bed Agglomeration Index) ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4
ผลการวิเคราะห์ค่า BAI

ชีวมวล	BAI
กะลาปาล์ม	0.30
ชานอ้อย	0.05
แกลบ	0.04
ซังข้าวโพด	0.02
กะลามะพร้าว	0.00

รูปที่ 4.2
กราฟแสดงค่า BAI



พบว่ากะลาปาล์ม เบดจะไม่รวมตัวเป็นก้อน เพราะมีค่า BAI สูงกว่าเกณฑ์คือ 0.15 (Vamvuka and Zografos, 2004) แต่สำหรับ ชานอ้อย แกลบ ซังข้าวโพด และ กะลามะพร้าว เบดจะรวมตัวเป็นก้อน เพราะมีค่า BAI ต่ำกว่าเกณฑ์

4.2.2.3 พารามิเตอร์ $R_{b/a}$ (Base to Acid Ratio)

จากผลการทดลอง สามารถทำนายการเกิด Slagging ได้จากค่า $R_{b/a}$ (Base to Acid Ratio) ดังตารางที่ 4.5

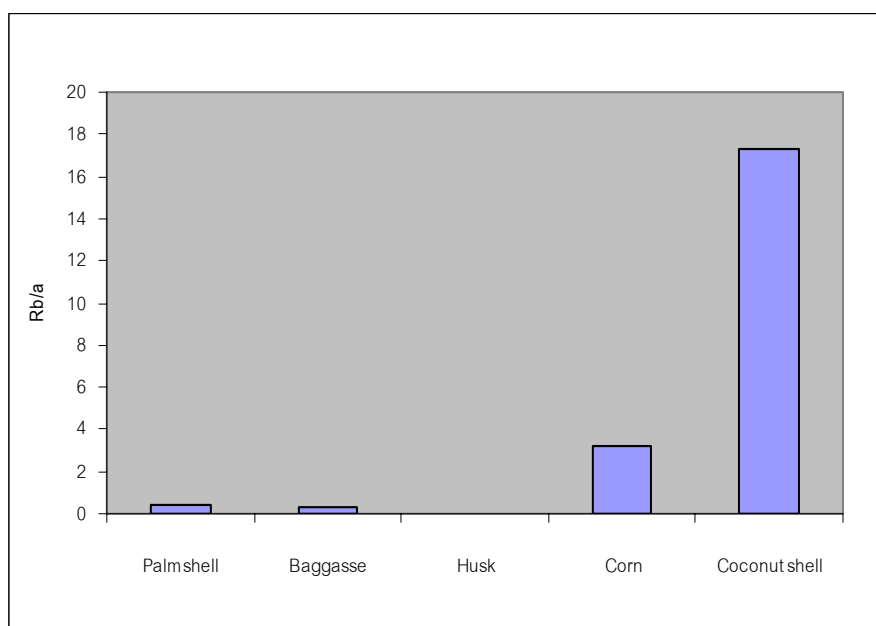
ตารางที่ 4.5

ผลการวิเคราะห์ค่า $R_{b/a}$

ชีวมวล	$R_{b/a}$
กะลาปาล์ม	0.41
ชานอ้อย	0.29
แกลบ	0.03
ซังข้าวโพด	3.18
กะลามะพร้าว	17.31

รูปที่ 4.3

กราฟแสดงค่า $R_{b/a}$



พบว่ากะลามะพร้าวมีค่า $R_{b/a}$ มากที่สุดถึง 17.31 จึงมีแนวโน้มในการเกิด Slagging มากที่สุด ส่วนแกลบมีแนวโน้มในการเกิด Slagging น้อยที่สุด เนื่องจากมีค่า $R_{b/a}$ น้อยที่สุดคือ 0.03 ตามด้วย ชานอ้อย กะลาปาล์ม และขี้ข้าวโพด เนื่องจากค่า $R_{b/a}$ น้อยบ่งบอกถึงแนวโน้มในการเกิด Slagging น้อย (Vamvuka and Zografos, 2004)

4.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบชีวมวลโดยการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีของ วัตถุบิชีวมวล (Chemical Fraction Analysis)

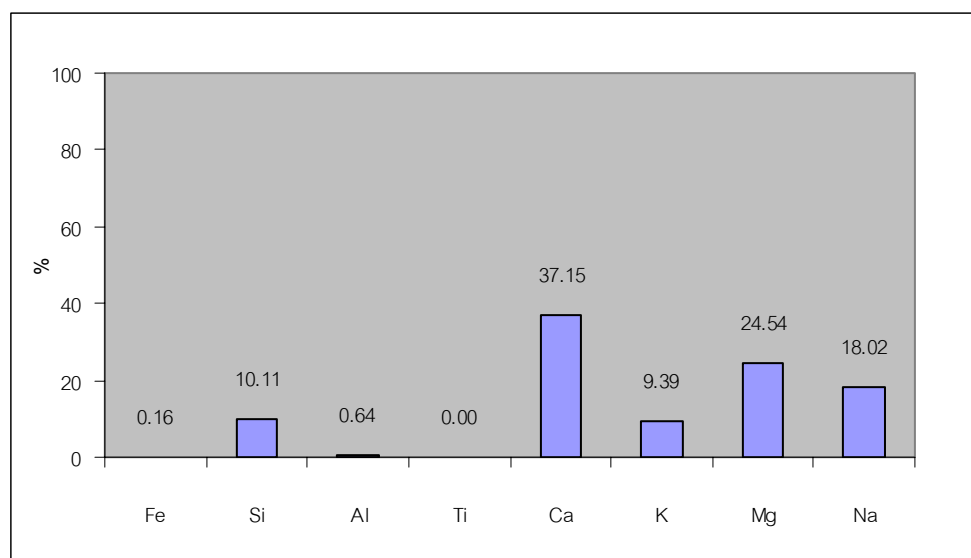
4.3.1 ผลการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีด้วยการชะล้างวัตถุบิด้วยน้ำ

ผลการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธีการชะล้างวัตถุบิด้วยน้ำของชีวมวล แต่ละชนิดแสดงดังรูปที่ 4.4 (a) - 4.4 (e) ซึ่งแสดงถึงปริมาณของธาตุชนิดต่างๆที่อยู่ใน ของเหลวหลังจากผ่านการชะล้างด้วยน้ำ

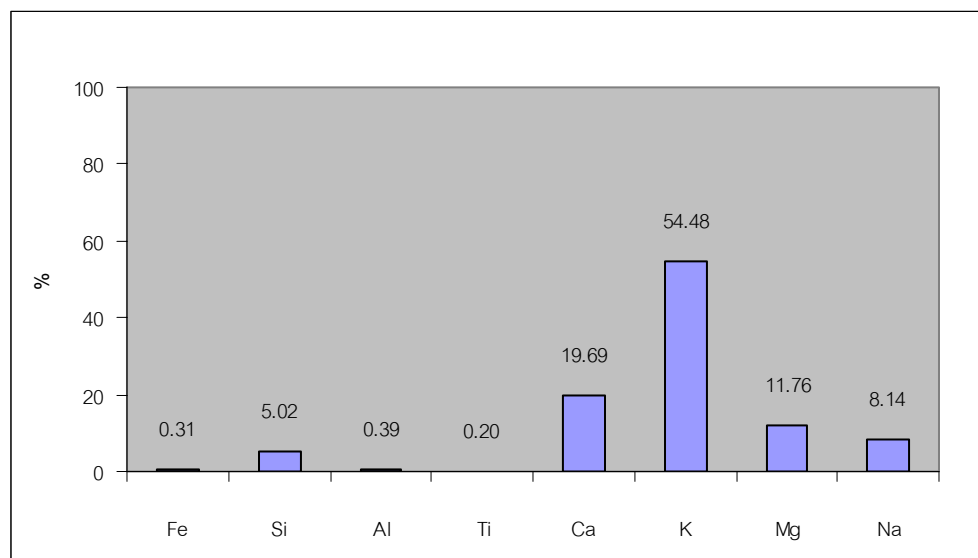
รูปที่ 4.4

แสดงผลการแยกองค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธีการชะล้างวัตถุบิด้วยน้ำของชีวมวลแต่ละชนิด

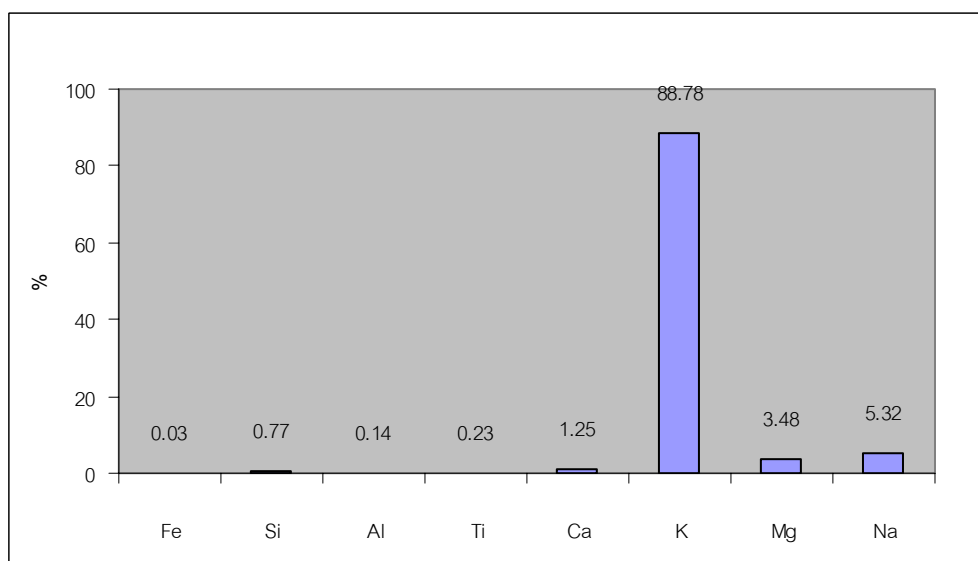
(a) กะลาปาล์ม (b) ชานอ้อย (c) แกลบ (d) ขี้ข้าวโพด (e) กะลามะพร้าว



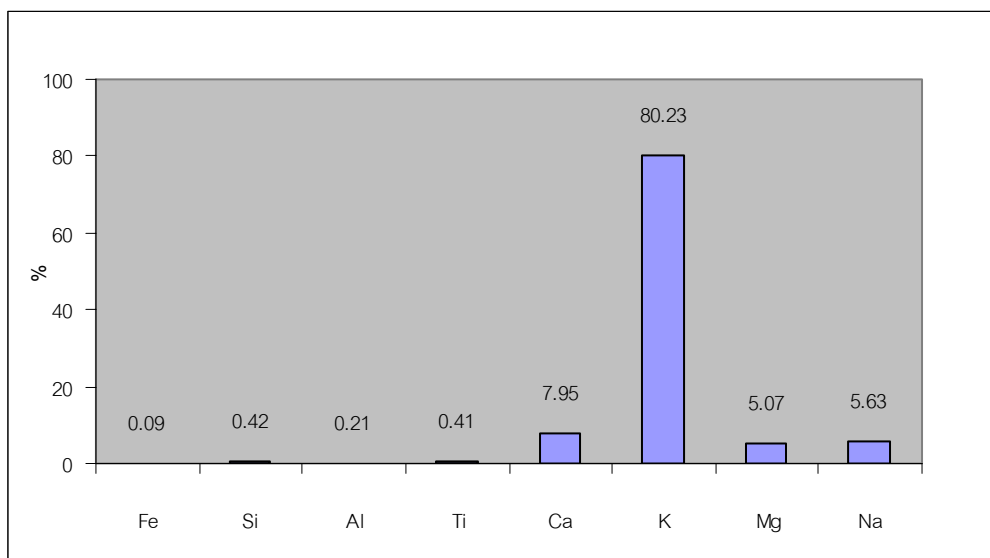
(a) กะลาปาล์ม



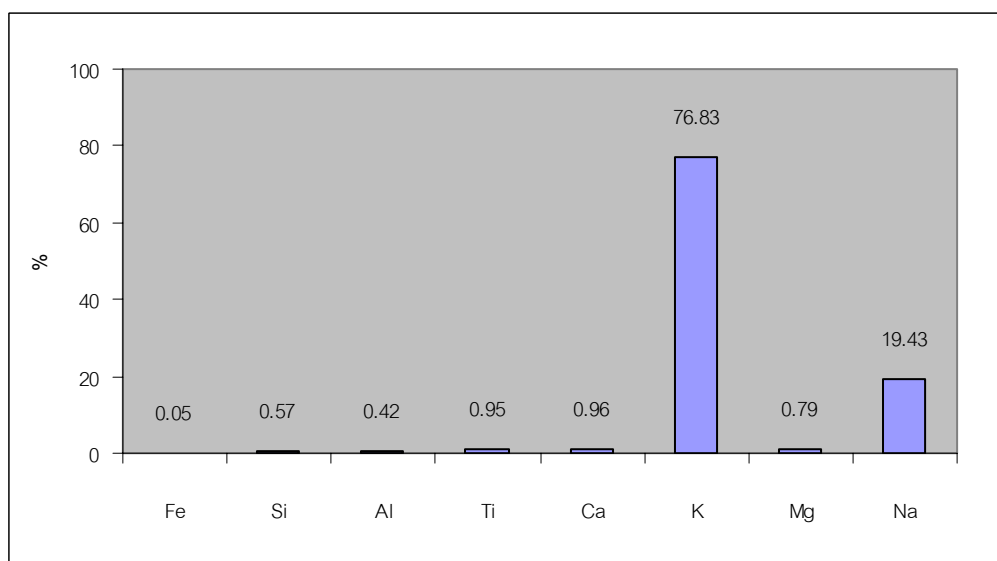
(b) ขาน้อย



(c) แกลบ



(d) ชั่งข้าวโพด



(e) กะลามะพร้าว

พบว่าในกะลาปาล์มดังรูป 4.4 (a) เมื่อมีการชะล้างด้วยน้ำแล้ว แคลเซียมถูกชะล้างออกไปมากที่สุด ตามด้วยแมกนีเซียม, โซเดียม, ซิลิคอน, โพแทสเซียม ส่วน อะลูมิเนียม,ไทเทเนียม, ไอรอน มีปริมาณที่น้อยมาก สำหรับชีวมวลชนิดอื่นๆมีลักษณะคล้ายกันคือ โพแทสเซียมถูกชะล้างออกไปมากที่สุด โดยในชานอ้อยดังรูป 4.4 (b) มีโพแทสเซียม 54.48 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ แคลเซียม 19.69 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม 11.76 เปอร์เซ็นต์ ส่วนธาตุอื่นๆมีปริมาณเล็กน้อย ใน

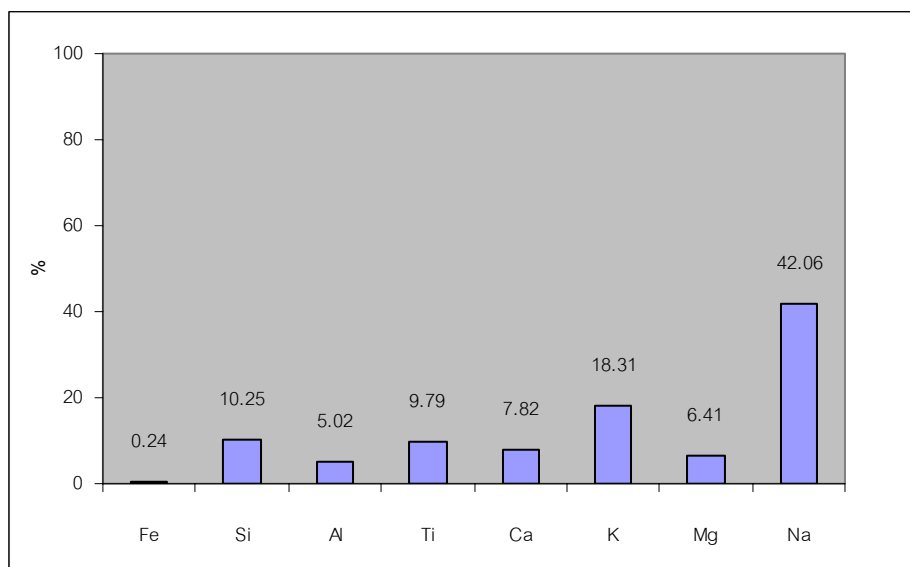
เกลบนั้นมีโพแทสเซียมถึง 88.78 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นเป็นธาตุอื่นๆในปริมาณเล็กน้อยใกล้เคียงกัน, ช้างข้าวโพดมีโพแทสเซียมถึง 80.23 เปอร์เซ็นต์, ส่วนกะลามะพร้าวมีโพแทสเซียม 76.83 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นเป็นธาตุชนิดอื่นๆ ดังแสดงในรูป 4.4 (c)-4.4(e) ซึ่งการชะล้างด้วยน้ำนั้นจะทำให้สารจำพวกอัลคาไลท์ซัลเฟต คาร์บอเนต ถูกชะล้างออกไป (Skrifvars et al., 2005)

4.3.2 ผลการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีด้วยการชะล้างวัตถุติดด้วยแอมโมเนียมอะซิเตท

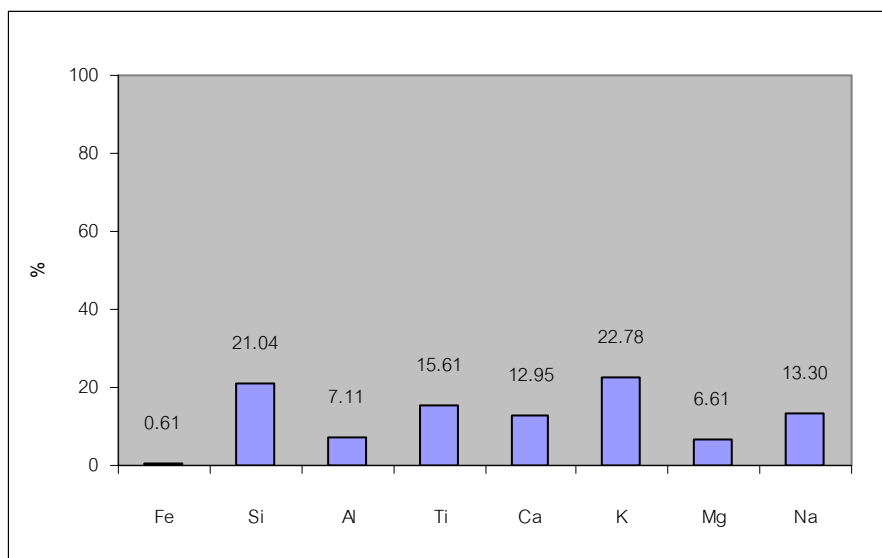
ผลการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธีการชะล้างวัตถุติดด้วยแอมโมเนียมอะซิเตทของชีวมวลแต่ละชนิดแสดงดังรูปที่ 4.5 (a) - 4.5 (e) ซึ่งแสดงถึงปริมาณของธาตุชนิดต่างๆที่อยู่ในสารละลายหลังจากผ่านการชะล้างด้วยแอมโมเนียมอะซิเตท

รูปที่ 4.5

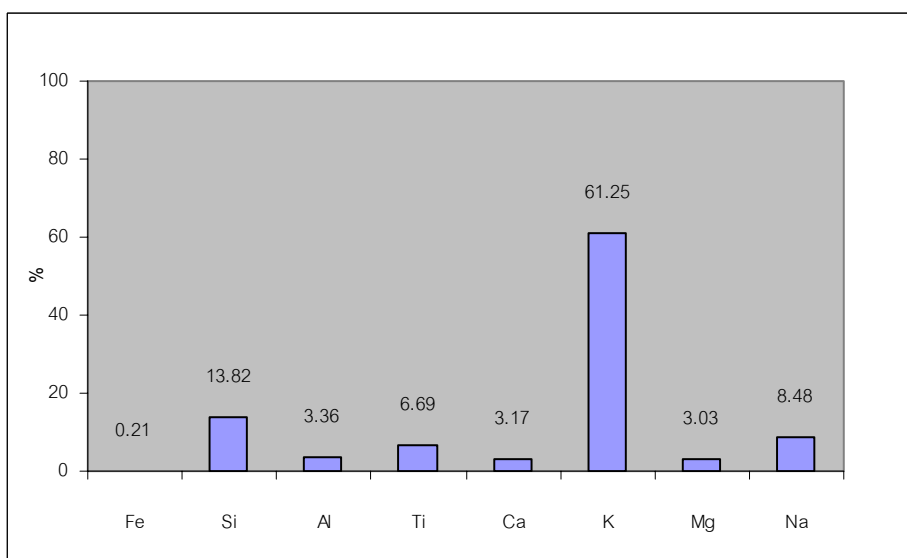
แสดงผลการแยกองค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธีการชะล้างวัตถุติดด้วยแอมโมเนียมอะซิเตทของชีวมวลแต่ละชนิด (a) กะลาปาล์ม (b) ชานอ้อย (c) เกลบ (d) ช้างข้าวโพด (e) กะลามะพร้าว



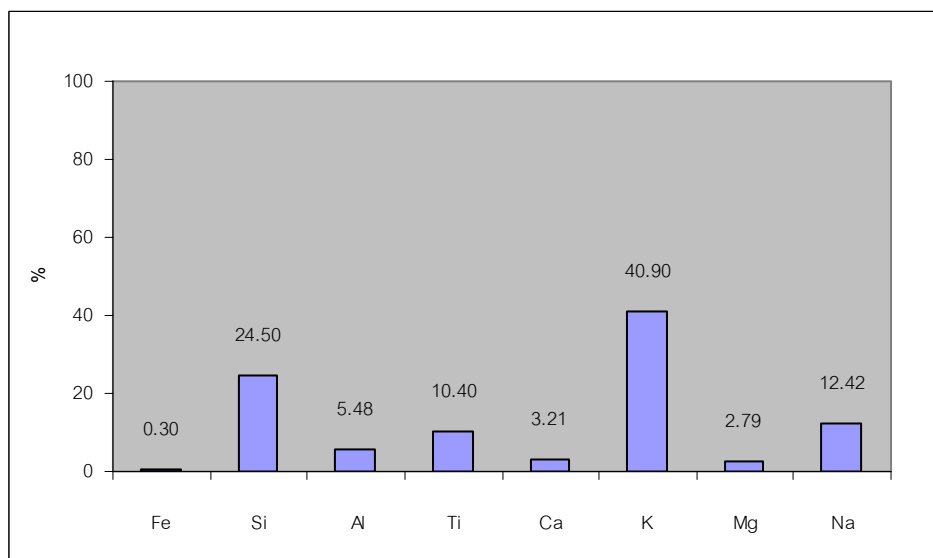
(a) กะลาปาล์ม



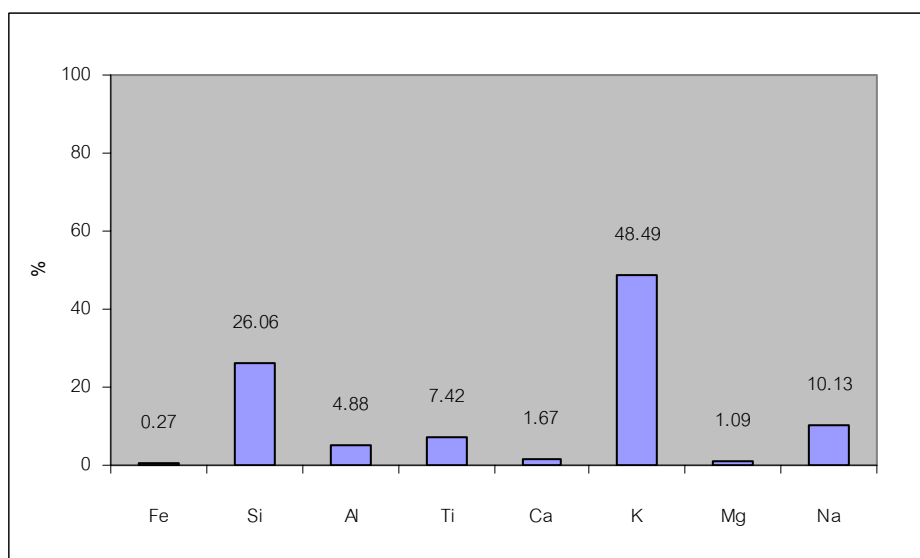
(b) ชาน้อย



(c) แกดบ



(d) ช้างข้าวโพด



(e) กะลามะพร้าว

พบว่ากะลาปาล์มมีไฮเดียมถูกชะล้างออกมากที่สุด รองลงมาคือโพแทสเซียม ตามด้วยซิลิคอน ไทเทเนียม แคลเซียม แมกนีเซียม อะลูมิเนียม ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ส่วนไอรอนนั้นมีปริมาณที่น้อยมากๆ ดังรูปที่ 4.5 (a) ส่วนชีวมวลชนิดอื่นๆนั้น โพแทสเซียมจะถูกชะล้างออกมากที่สุด ในชานอ้อยจากรูป 4.5 (b) ปริมาณธาตุแต่ละชนิดไม่แตกต่างกันมากนัก ยกเว้น ไอรอนที่มีปริมาณน้อยกว่าธาตุอื่นๆอย่างเด่นชัด ส่วนในแกลบนั่น โพแทสเซียมถูกชะล้างออกมาถึง 61.25

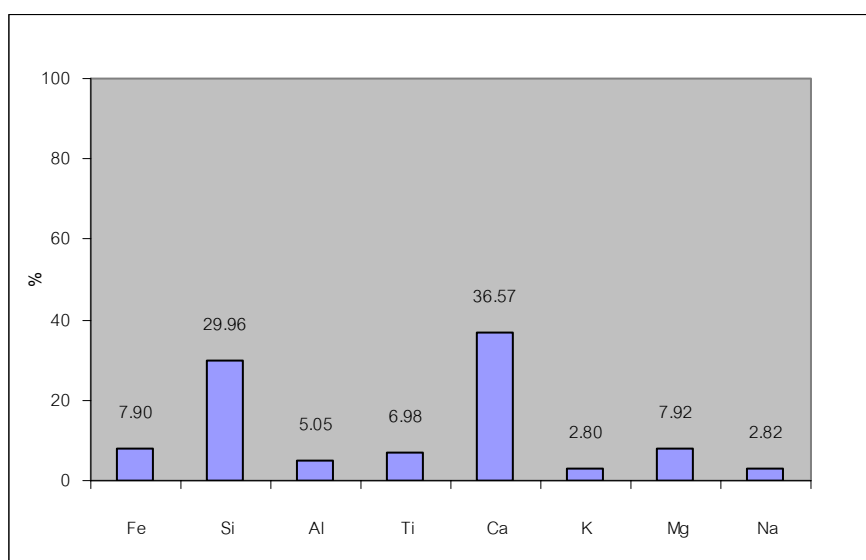
เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นเป็นธาตุอื่นซึ่งอยู่ในช่วง 3-14 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นไอรอนซึ่งมีปริมาณน้อยมากเพียง 0.2 เปอร์เซ็นต์ดังรูป 4.5 (c) ในซังข้าวโพดมีโพแทสเซียมถูกชะล้างออกมา 40.90 เปอร์เซ็นต์ตามด้วยซิลิคอน 24.50 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นเป็นธาตุอื่นๆอยู่ในช่วง 2-10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไอรอนนั้นมีเพียง 0.3 เปอร์เซ็นต์ดังรูป 4.5 (d) ส่วนในกะลามะพร้าวดังรูป 4.5 (e) มีปริมาณของธาตุชนิดต่างๆคล้ายคลึงกับซังข้าวโพด เนื่องจากการชะล้างชีวมวลด้วยแอมโมเนียมอะซีเตทจะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนไอออน เช่น ซัลเฟต, แคลเซียมและอื่นๆที่เกี่ยวกับโพแทสเซียมและโซเดียม (Skrifvars et al., 2005)

4.3.3 ผลการแยกองค์ประกอบทางเคมีด้วยการชะล้างวัตถุบดด้วยกรดไฮโดรคลอริก

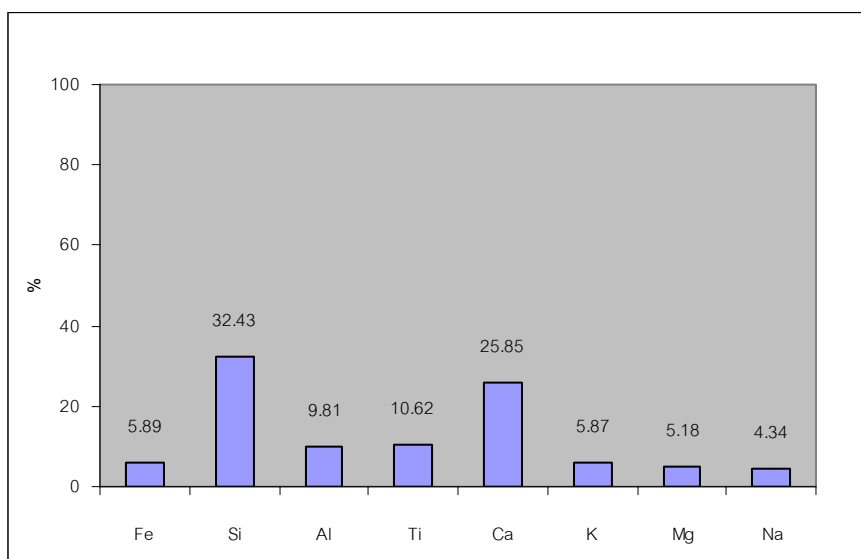
ผลการแยกองค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธีการชะล้างวัตถุบดด้วยกรดไฮโดรคลอริกของชีวมวลแต่ละชนิดแสดงดังรูปที่ 4.6 (a) - 4.6 (e) ซึ่งแสดงถึงปริมาณของธาตุชนิดต่างๆที่อยู่ในสารละลายหลังจากผ่านการชะล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริก

รูปที่ 4.6

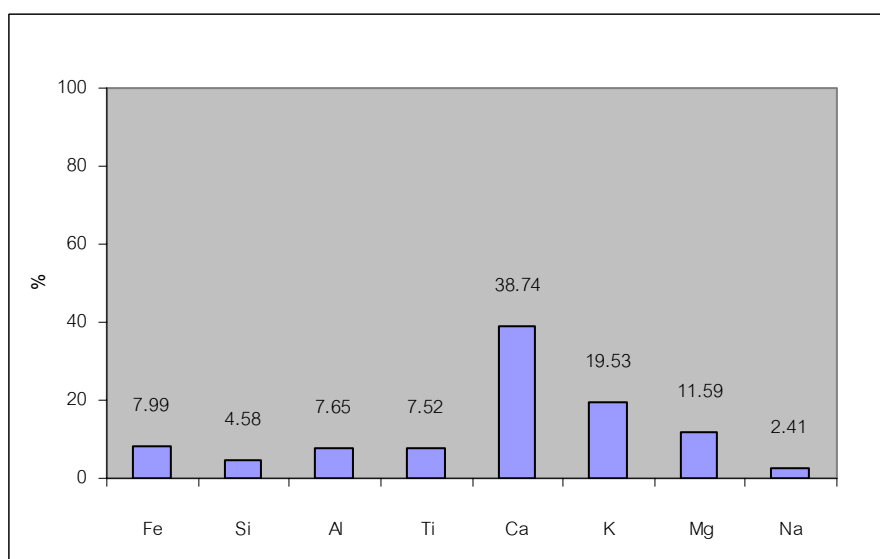
แสดงผลการแยกองค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธีการชะล้างวัตถุบดด้วยกรดไฮโดรคลอริกของชีวมวลแต่ละชนิด (a) กะลาปาล์ม (b) ชานอ้อย (c) แกลบ (d) ซังข้าวโพด (e) กะลามะพร้าว



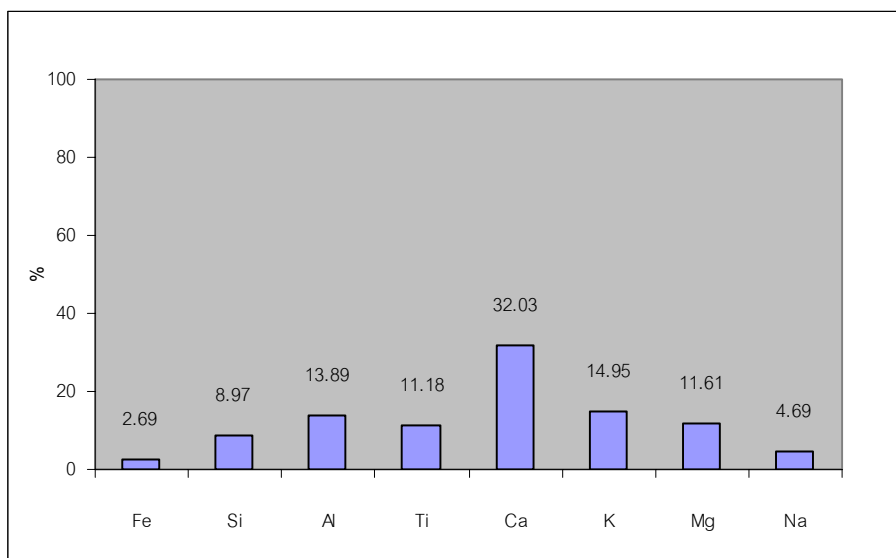
(a) กะลาปาล์ม



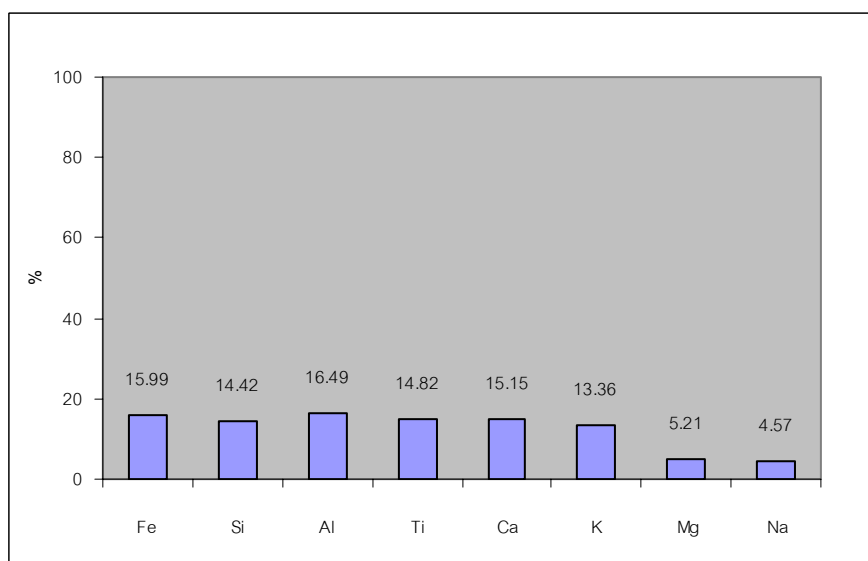
(b) ชาน้อย



(c) แกลง



(d) ฐังข้าวโพด



(e) กะลามะพร้าว

พบว่า การชะล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริกสามารถชะล้างคาร์บอนเนต และซัลเฟต, ซิลิเกต และแร่ธาตุอื่นๆที่ยังคงอยู่ในวัตถุบิส่วนที่ไม่ละลาย (Skrifvars et al., 2005) ดังรูป 4.6 (a) ในกะลาปาล์ม แคลเซียมและซิลิคอน ถูกชะล้างออกมามากที่สุดคือ 36.57, 29.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตามด้วยธาตุอื่นๆคือ แมกนีเซียม ไอรอน ไทเทเนียม อะลูมิเนียม และโซเดียมกับโพแทสเซียมในปริมาณใกล้เคียงกัน ส่วนในชานอ้อย ซิลิคอนถูกชะล้างมากที่สุดถึง 32.43

เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยแคลเซียม 25.85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนธาตุอื่นๆนั้นอยู่ในช่วงปริมาณ 5 – 10 เปอร์เซ็นต์ดังรูป 4.6 (b) สำหรับแกลบจากรูป 4.6 (c) แคลเซียมถูกชะล้างถึง 38.74 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 19.53 เปอร์เซ็นต์ ธาตุอื่น ๆ มีปริมาณเล็กน้อย ในซึ่งข้าวโพดธาตุที่ถูกชะล้างมากที่สุดคือแคลเซียม 32.03 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นเป็นธาตุอื่นๆในปริมาณที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังรูป 4.6 (d) ส่วนกะลามะพร้าวธาตุแต่ละชนิดมีปริมาณที่ใกล้เคียงกันมาก ยกเว้น แมกนีเซียมและโซเดียมซึ่งมีปริมาณเล็กน้อยเพียง 5.21 เปอร์เซ็นต์, 4.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

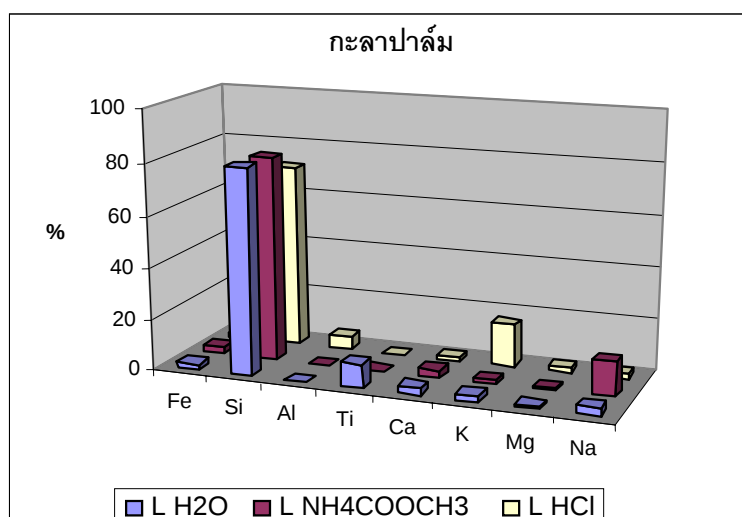
4.3.4 ผลขององค์ประกอบทางเคมีในกากชีวมวลหลังจากผ่านการชะล้างด้วยสารละลายชนิดต่างๆ

ผลขององค์ประกอบทางเคมีในกากชีวมวลหลังจากผ่านการชะล้างด้วยสารละลายชนิดต่างๆแสดงดังรูปที่ 4.7 (a) - 4.7 (e) ซึ่งแสดงถึงปริมาณของธาตุชนิดต่างๆที่เหลืออยู่ในกากชีวมวลหลังจากผ่านการชะล้างด้วยน้ำ แอมโมเนียมอะซิเตต และกรดไฮโดรคลอริก

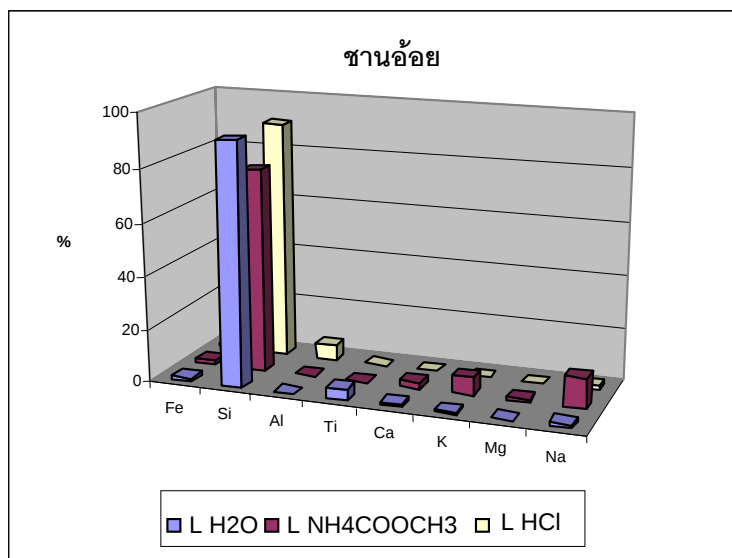
รูปที่ 4.7

ผลขององค์ประกอบทางเคมีในกากชีวมวลหลังจากผ่านการชะล้างด้วยสารละลายชนิดต่างๆ

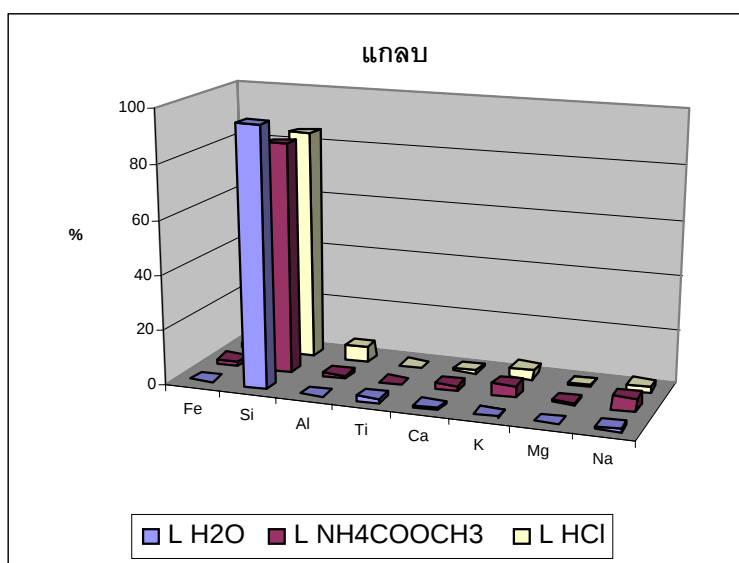
(a) กะลาปาล์ม (b) ชานอ้อย (c) แกลบ (d) ชังข้าวโพด (e) กะลามะพร้าว



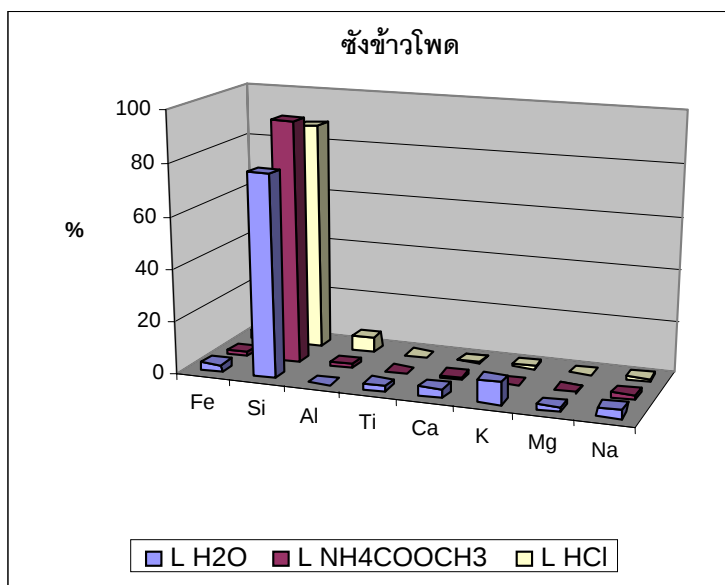
(a) กะลาปาล์ม



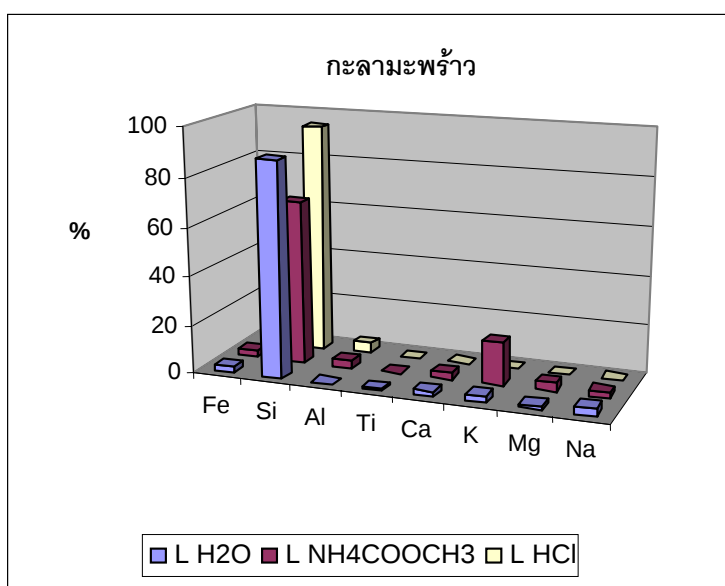
(b) ชันอ้อย



(c) แกลบ



(d) ซังข้าวโพด



(e)

พบว่าในชีวมวลทุกชนิดหลังจากที่มีการชะล้างด้วยน้ำ แอมโมเนียมอะซิเตท และกรดไฮโดรคลอริกแล้วนั้น จะมีซิลิคอนหลงเหลืออยู่ปริมาณสูง เนื่องจากซิลิคอนนั้นมีความสามารถในการละลายได้น้อยจึงทำให้ยังหลงเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนธาตุชนิดอื่นๆนั้น มีปริมาณหลงเหลืออยู่เป็นจำนวนเล็กน้อย ดังรูป 4.7 (a) - (b)

4.3.5 ผลการทำนายการเกิด Slagging และ Fouling จากวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบชีวมวลโดยการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบชีวมวล

4.3.5.1 พารามิเตอร์ AI (Alkaline Index)

จากผลการทดลอง สามารถทำนายการเกิด Slagging และ Fouling ได้ค่า AI (Alkali Index) ดังตารางที่ 4.6

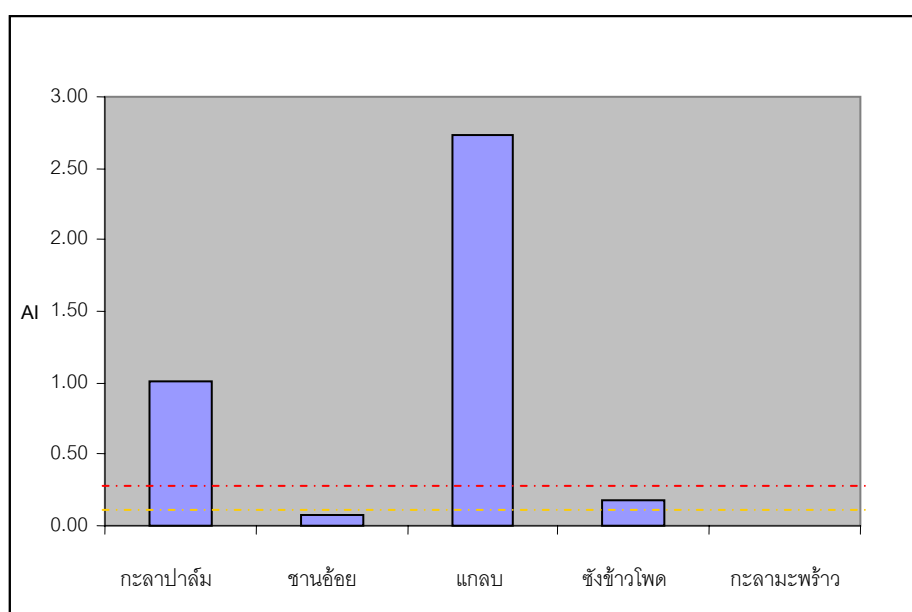
ตารางที่ 4.6

ผลการวิเคราะห์ค่า AI

ชีวมวล	AI (Kg/GJ)
กะลาปาล์ม	1.01
ชานอ้อย	0.08
แกลบ	2.74
ซังข้าวโพด	0.18
กะลามะพร้าว	0.00

รูปที่ 4.8

กราฟแสดงค่า AI



พบว่าค่า AI ของชีวมวลแต่ละชนิดได้แก่ กะลาปาล์ม และแกลบ ต่างมีค่าเกิน 0.34 กิโลกรัมตอกิกะจุล นั้นหมายความว่าชีวมวลทั้งสองชนิดมีแนวโน้มการเกิด Slagging และ Fouling แนนอน โดยมีค่าแตกต่างกัน สำหรับซังข้าวโพดนั้นมีค่า AI อยู่ในช่วง 0.17 ถึง 0.34 กิโลกรัมตอกิกะจุล ซึ่งหมายความว่าอาจมีแนวโน้มในการเกิด Slagging และ Fouling ส่วนชานอ้อย และกะลามะพร้าว มีค่า AI ต่ำกว่า 0.34 กิโลกรัมตอกิกะจุล ซึ่งหมายความว่าไม่มีแนวโน้มในการเกิด Slagging และ Fouling (Skrifvars et al., 2005)

4.3.5.2 พารามิเตอร์ BAI (Bed Agglomeration Index)

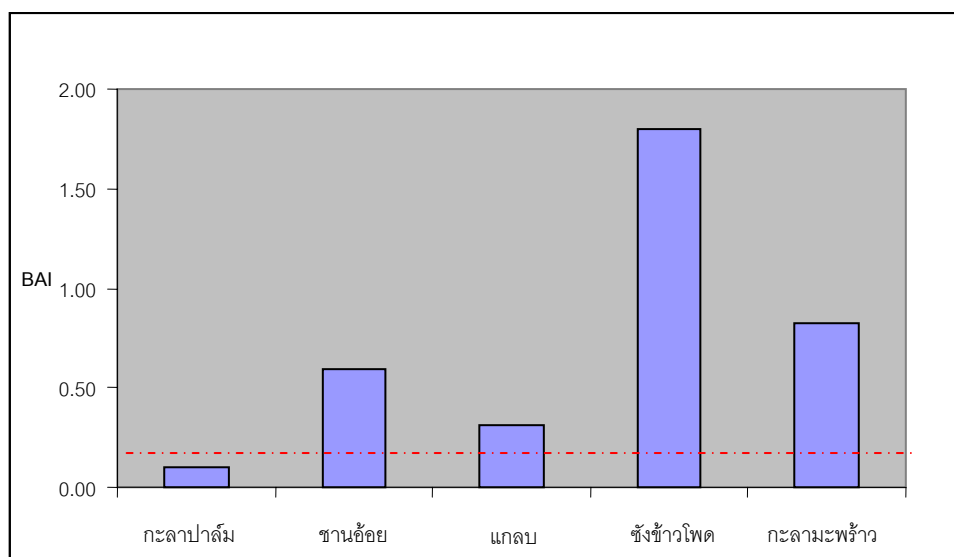
จากผลการทดลอง สามารถทำนายการเกิดการ Slagging และ Fouling ได้จาก ค่า BAI (Bed Agglomeration Index) ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7

ผลการวิเคราะห์ค่า BAI

ชีวมวล	BAI
กะลาปาล์ม	0.10
ชานอ้อย	0.59
แกลบ	0.31
ซังข้าวโพด	1.80
กะลามะพร้าว	0.83

รูปที่ 4.9
กราฟแสดงค่า BAI



พบว่าเบตกะลาปาล์มอาจจะรวมตัวเป็นก้อน เพราะมีค่า BAI ต่ำกว่าเกณฑ์คือ 0.15 (Vamvuka and Zografos, 2004) แต่สำหรับ ชานอ้อย แกลบ ช้างข้าวโพด และ กะลามะพร้าว เบตจะไม่รวมตัวเป็นก้อน เพราะมีค่า BAI สูงกว่าเกณฑ์

4.3.5.3 พารามิเตอร์ $R_{b/a}$ (Base to Acid Ratio)

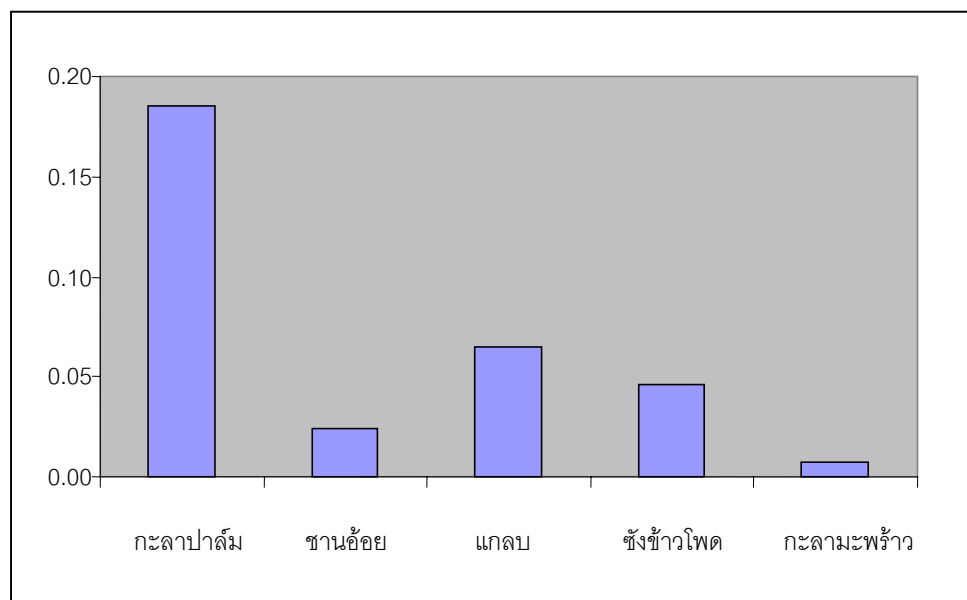
จากผลการทดลอง สามารถทำนายการเกิดการ Slagging ได้จากค่า $R_{b/a}$ (Base to Acid Ratio) ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8

ผลการวิเคราะห์ค่า $R_{b/a}$

ชีวมวล	$R_{b/a}$
กะลาปาล์ม	0.19
ชานอ้อย	0.02
แกลบ	0.06
ช้างข้าวโพด	0.05
กะลามะพร้าว	0.01

รูปที่ 4.10
กราฟแสดงค่า $R_{b/a}$



พบว่ากะลาปาล์มมีค่า $R_{b/a}$ มากที่สุด จึงมีแนวโน้มในการเกิด Slagging มากที่สุด ส่วนกะลามะพร้าวมีแนวโน้มในการเกิด Slagging น้อยที่สุด ตามด้วย ชานอ้อย ชังข้าวโพด และแกลบ เนื่องจากค่า $R_{b/a}$ น้อยบ่งบอกถึงแนวโน้มในการเกิด Slagging น้อย (Vamvuka and Zografos, 2004) ซึ่งผลที่ปรากฏนี้สำหรับชีวมวลทุกชนิดถือว่าเป็นค่าที่น้อย

4.4 เปรียบเทียบผลวิธีการวิเคราะห์หองค์ประกอบของถ้ำในรูปของสารประกอบ ออกไซด์กับวิธีการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุบชีวมวล

4.4.1 พารามิเตอร์ AI (Alkaline Index)

ผลการเปรียบเทียบค่า AI แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9

ผลการเปรียบเทียบค่า AI (Kg/GJ)

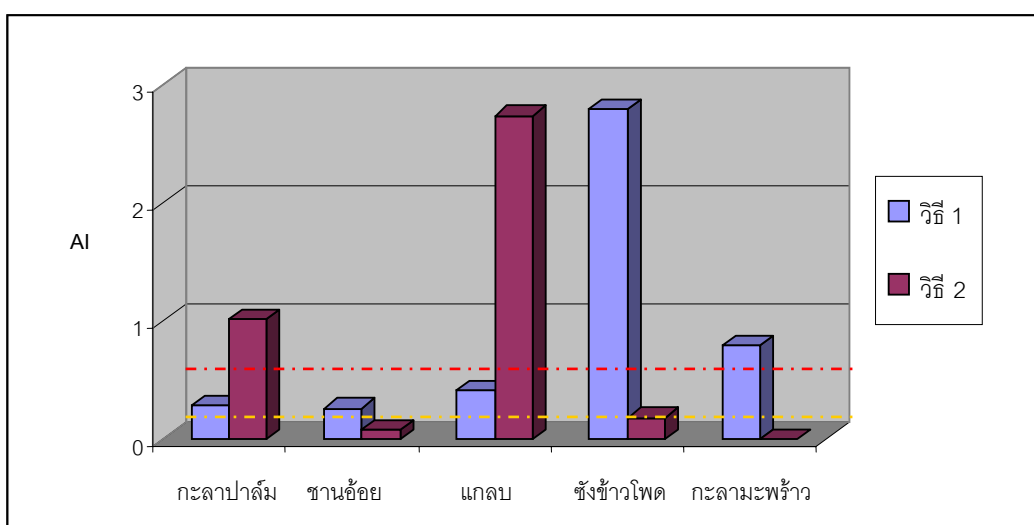
วิธี ชีวมวล	1	2
กะลาปาล์ม	0.28	1.01
ชานอ้อย	0.26	0.08
แกลบ	0.41	2.74
ซังข้าวโพด	2.79	0.18
กะลามะพร้าว	0.79	0.00

หมายเหตุ 1 = วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบของถ้ำ

2 = วิธีสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมี

รูปที่ 4.11

กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AI



พบว่าวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบของเถ้าในรูปของสารประกอบออกไซด์ชีวมวลทุกชนิดมีแนวโน้มในการเกิด Slagging และ Fouling โดยมีชีวมวล 3 ชนิด ที่มีค่า AI มากกว่า 0.34 กิโลกรัมต่อกิกะจูล ได้แก่ แกลบ ชังข้าวโพด และกะลามะพร้าว ซึ่งหมายความว่าชีวมวลทั้งสามชนิดมีแนวโน้มการเกิด Slagging และ Fouling แน่นนอน (Skrifvars et al., 2005) ส่วนกะลาปาล์มและชานอ้อยอาจมีการเกิด Slagging และ Fouling สำหรับวิธีการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบชีวมวล พบว่ามีชีวมวลเพียงสองชนิดเท่านั้นที่มีแนวโน้มการเกิด Slagging และ Fouling แน่นนอน นั่นคือ กะลาปาล์ม และแกลบ ส่วนชังข้าวโพดอยู่ในช่วงอาจมีแนวโน้มการเกิด Slagging และ Fouling ส่วนชีวมวลชนิดอื่นให้ผลแตกต่างจากวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบของเถ้าในรูปของสารประกอบออกไซด์ โดย ชานอ้อย และกะลามะพร้าว ให้ผลในทิศทางที่ดีขึ้นเมื่อใช้วิธีวิเคราะห์โดยวิธีการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบชีวมวล นั่นคือไม่มีแนวโน้มการเกิด Slagging และ Fouling แต่กะลาปาล์มนั้นให้ผลในทางกลับกันคือมีแนวโน้มการเกิด Slagging และ Fouling สูง ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบชีวมวลมีบางองค์ประกอบได้ถูกละลายออกไปหลังจากมีการชะล้างด้วยสารละลายชนิดต่างๆ ซึ่งวิธีการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีของชีวมวลนั้นจะให้ผลดีสำหรับเชื้อเพลิงที่มีปริมาณเถ้าสูง ส่วนเชื้อเพลิงที่มีปริมาณเถ้าต่ำนั้นจะมีขี้ดจำกัด (Davidsson et al., 2001)

4.4.2 พารามิเตอร์ BAI (Bed Agglomeration Index)

ผลการเปรียบเทียบค่า BAI แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10

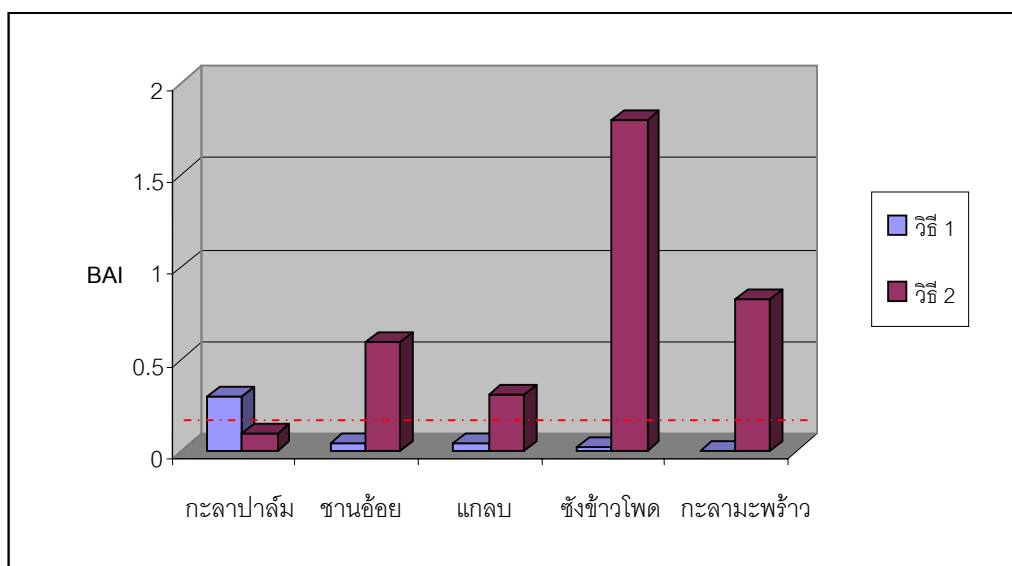
ผลการเปรียบเทียบค่า BAI

วิธี ชีวมวล	1	2
กะลาปาล์ม	0.30	0.10
ชานอ้อย	0.05	0.59
แกลบ	0.04	0.31
ชังข้าวโพด	0.02	1.80
กะลามะพร้าว	0.00	0.83

หมายเหตุ 1 = วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบของเถ้า

2 = วิธีสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมี

รูปที่ 4.12
กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า BAI



พบว่าวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบของเถ้าในรูปของสารประกอบออกไซด์ มีกะลาปาล์มเท่านั้นที่เบด จะไม่รวมตัวเป็นก้อน เพราะมีค่า BAI สูงกว่าเกณฑ์คือ 0.15 (Vamvuka and Zografos, 2004) แต่สำหรับชีวมวลชนิดอื่นๆ ได้แก่ ชานอ้อย แกลบ ช้างข้าวโพด และกะลามะพร้าว เบดจะรวมตัวเป็นก้อน เพราะมีค่า BAI ต่ำกว่า 0.15 ในขณะที่วิธีการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุบชีวมวล ชีวมวลทุกชนิดเบด จะไม่รวมตัวเป็นก้อน ยกเว้นกะลาปาล์ม เบดจะรวมตัวเป็นก้อน ซึ่งจากภาพรวมแล้ววิธีการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุบชีวมวลให้ผลในทิศทางที่ดีกว่าวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบของเถ้าในรูปของสารประกอบออกไซด์ ยกเว้นกะลาปาล์ม

4.4.3 พารามิเตอร์ $R_{b/a}$ (Base to Acid Ratio)

ผลการเปรียบเทียบค่า $R_{b/a}$ แสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11

ผลการเปรียบเทียบค่า $R_{b/a}$

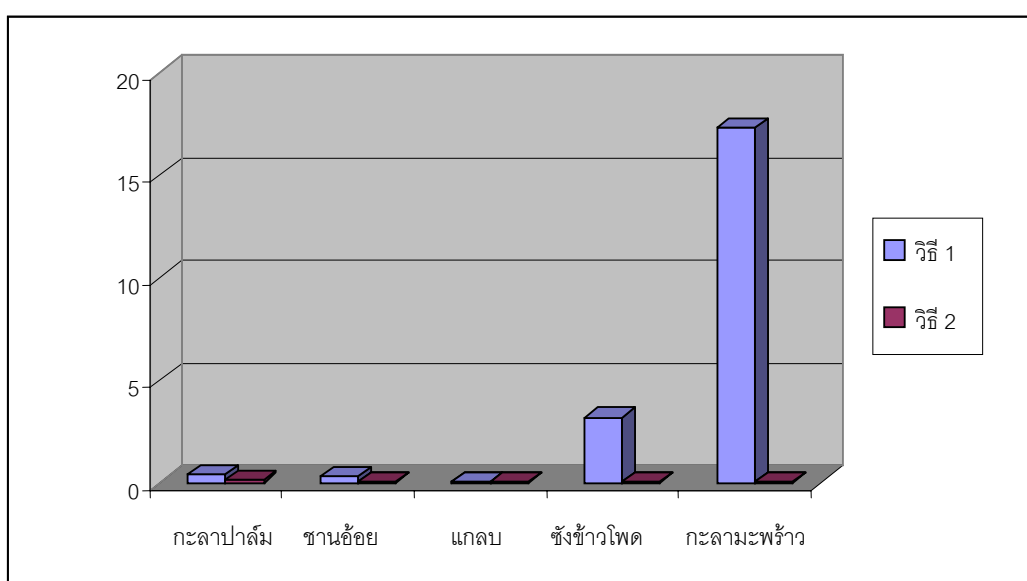
วิธี ชีวมวล	1	2
กะลาปาล์ม	0.41	0.19
ชานอ้อย	0.29	0.02
แกลบ	0.03	0.06
ซังข้าวโพด	3.18	0.05
กะลามะพร้าว	17.31	0.01

หมายเหตุ 1 = วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบของเถ้า

2 = วิธีสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมี

รูปที่ 4.13

กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $R_{b/a}$



พบว่าวิธีการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบชีวมวลนั้นมีค่า $R_{b/a}$ น้อยลงอย่างชัดเจน นั้นหมายถึงว่ามีแนวโน้มในการเกิด Slagging และ Fouling น้อยลง (Vamvuka and Zografos, 2004) ยกเว้นแกลบมีค่า $R_{b/a}$ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเพียง 0.03 เมื่อเทียบกับวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบของเถ้าในรูปของสารประกอบออกไซด์ ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่น้อยอยู่ ดังนั้นในการประเมินการเกิด Slagging และ Fouling นั้นควรระบุวิธีที่ใช้ประเมินด้วย

4.5 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของชีวมวลแต่ละชนิด

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานของชีวมวลและผลในการประเมินการเกิดผลกระทบต่อเตาเผา สามารถแสดงเป็นแต่ละชนิดของชีวมวลได้ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12

ผลการเปรียบเทียบชีวมวลแต่ละชนิด

ชีวมวล	องค์ประกอบพื้นฐาน	ผลกระทบต่อเตาเผา					
	ค่าความร้อน	วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเถ้า			วิธีสกัดแยกองค์ประกอบเคมี		
	(cal/g)	AI	BAI	Rb/a	AI	BAI	Rb/a
กะลาปาล์ม	1944	0.28	0.30	0.41	1.01	0.1	0.19
ชานอ้อย	1686	0.26	0.05	0.29	0.08	0.59	0.02
แกลบ	1529	0.41	0.04	0.03	2.74	0.31	0.06
ซังข้าวโพด	1762	2.79	0.02	3.18	0.18	1.8	0.05
กะลามะพร้าว	4734	0.79	0.00	17.31	0.00	0.83	0.01

เมื่อวิเคราะห์ถึงค่าความร้อนของชีวมวลและประเมินการเกิดผลกระทบต่อเตาเผาแล้วพบว่ากะลามะพร้าวเหมาะสมที่จะนำมาใช้มากที่สุดเนื่องจากมีค่าความร้อนสูงที่สุดคือ 4734 แคลอรีต่อกรัม และเมื่อทำการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีแล้วทำให้ไม่มีแนวโน้มในการเกิด Slagging และ Fouling รวมทั้งไม่มีแนวโน้มในการจับตัวเป็นก้อนของเบตด้วย รองลงมาคือชานอ้อยมีค่าความร้อน 1686 แคลอรีต่อกรัม และเมื่อทำการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีพบว่าทำให้ไม่มีแนวโน้มในการเกิด Slagging และ Fouling และไม่มีแนวโน้มในการจับตัวเป็นก้อนของเบตเช่นกัน ส่วน กะลาปาล์ม แกลบ ซังข้าวโพดนั้น มีแนวโน้มในทางเดียวกันคือมีค่าความร้อนไม่

แตกต่างกันมากนัก และเมื่อทำการสกัดแยกองค์ประกอบทางเคมีพบว่ายังคงมีแนวโน้มในการเกิด Slagging และ Fouling สำหรับวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบของเถ้าในรูปสารประกอบออกไซด์นั้น ชีวมวลทุกชนิดมีแนวโน้มในการเกิด Slagging และ Fouling แต่เมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมในการนำไปใช้แล้วพบว่ากะลามะพร้าวเหมาะสมที่สุดเนื่องจากมีค่าความร้อนสูงที่สุด