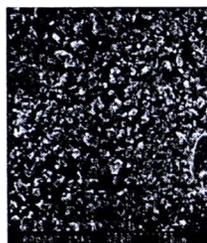


## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

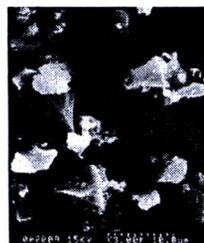
#### ลักษณะและขนาดของผงถ่าน



(A1)



(A2)



(A3)

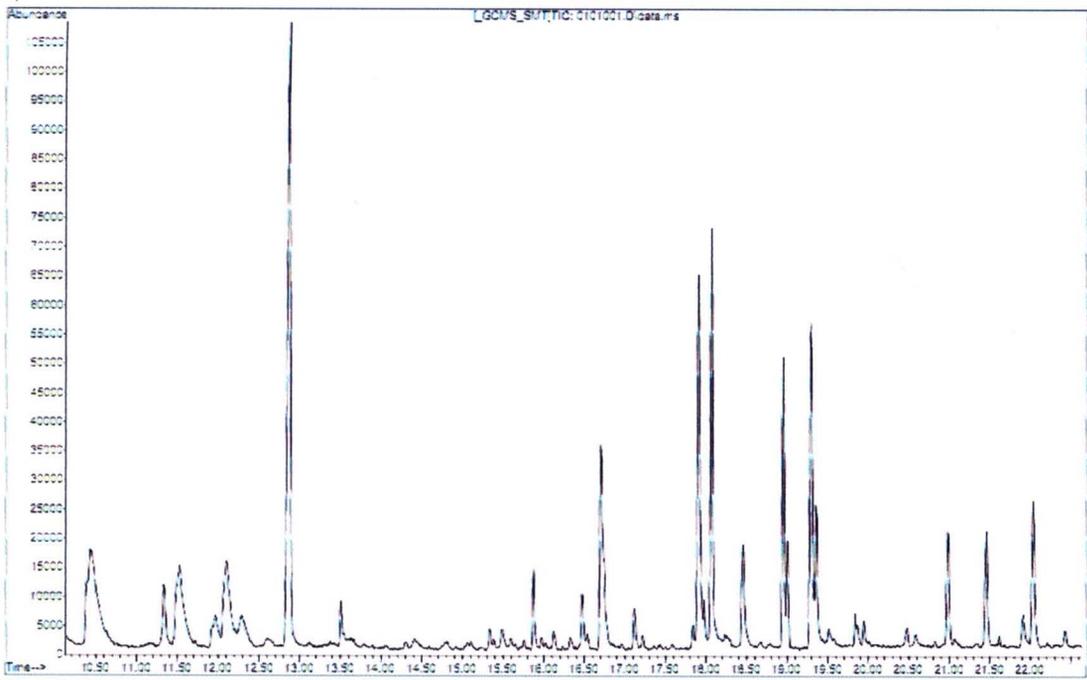
รูป 16 ภาพความเป็นรูพรุนของผงถ่านแมคคาเดเมียที่บดผ่านเครื่อง Ball Mill เป็นเวลา 17 ชั่วโมงวัดด้วยเทคนิค SEM ซึ่งมีกำลังขยาย 200 เท่า (A1) กำลังขยาย 2,000 เท่า (A2) และกำลังขยาย 3,000 เท่า (A3)

พบว่าผงถ่านแมคคาจะมีกระจายตัวห่างกันมากขึ้นเนื่องจากแรงหมุนตามแนวนอน (Horizontal Whirl) รูปร่างของผงถ่านมีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยมขนาดเล็กและขนาดใหญ่ปะปนกัน และมีการซ้อนทับของผงถ่านบางส่วน ซึ่งมีขนาดอนุภาคจริงๆ เป็น  $6.44 \mu\text{m}$

#### การทดสอบการดูดกลิ่น

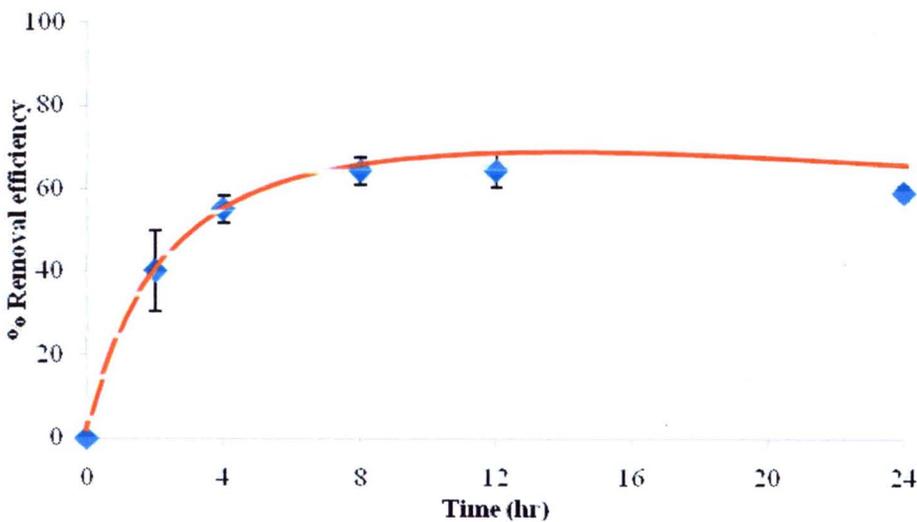
ตาราง 1 องค์ประกอบของสารที่ระเหยได้ของยางสกิมที่ฉีดด้วยเทคนิค Headspace GC-MS

จำนวน Peak	Retention time (Min)	สารประกอบ	น้ำหนักโมเลกุล
1	10.501	D-Limonene	136.2340
2	11.601	$\gamma$ -Terpinene	136.2340
3	16.694	Propanoic acid	74.0785
4	17.898	Butanoic acid	88.1051
5	18.068	Ethyl ester isopropoxycarbamic acid	175.1825
6	18.965	3-neo-thujanol	154.2493
7	19.005	Isobornyl acrylate	208.2967
8	19.283	Pentanoic acid	102.1317
9	20.990	Benzyl alcohol	108.0554
10	21.464	Phenylethyl Alcohol	122.1644



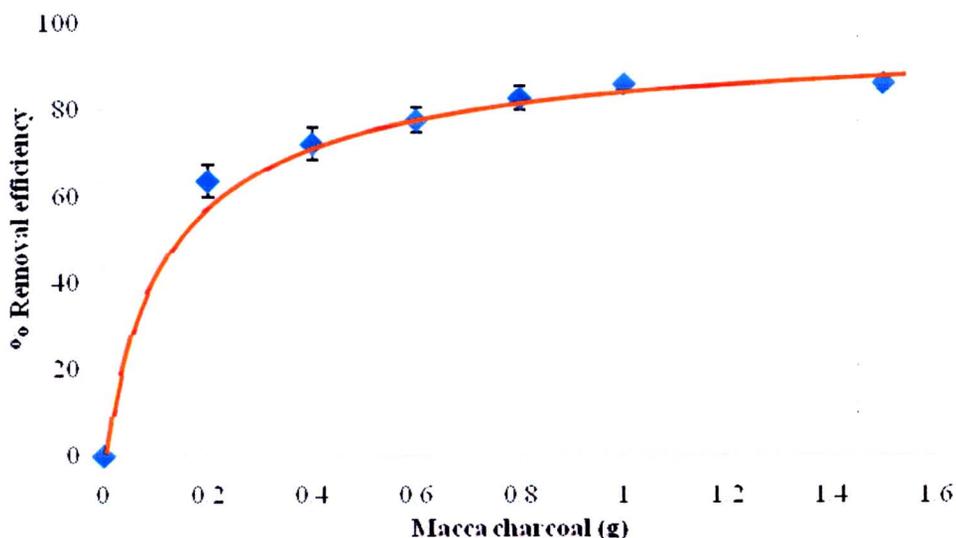
รูป 17 โครมาโตแกรมของยางสгимด้วยเทคนิค Headspace GC-MS เมื่อนี้ดผ่านคอลัมน์ DB-WAX

สังเกตว่า ในยางสгимมีสารประกอบกลุ่มคาร์บอกซิล เช่น Propanoic acid, Butanoic acid, Ethyl ester isopropoxycarbamic acid และ Pentanoic acid สารประกอบกลุ่ม Cyclic Terpene เช่น D-Limonene สารประกอบกลุ่ม Terpenes เช่น  $\gamma$ -Terpinene นอกจากนี้พบสารประกอบกลุ่มไฮดรอกซิล เช่น 3-neo-thujanol, Benzyl alcohol และ Phenylethyl Alcohol และสารประกอบกลุ่มแอลคอกซิลคาร์บอนิล ได้แก่ Isobornyl acrylate



รูป 18 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบและประสิทธิภาพในการดูดกลิ่นของถ่านแมคคาเดเมียกับยางสгим

เมื่อเวลาในการตั้งทิ้งไว้ น้อยกว่า 8 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการดูดกลืนจากยางสกิมจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการตั้งทิ้งไว้ นาน 0 – 8 ชั่วโมง ส่วนเวลาในการตั้งทิ้งไว้ นานมากกว่า 8 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการดูดกลืนมีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ



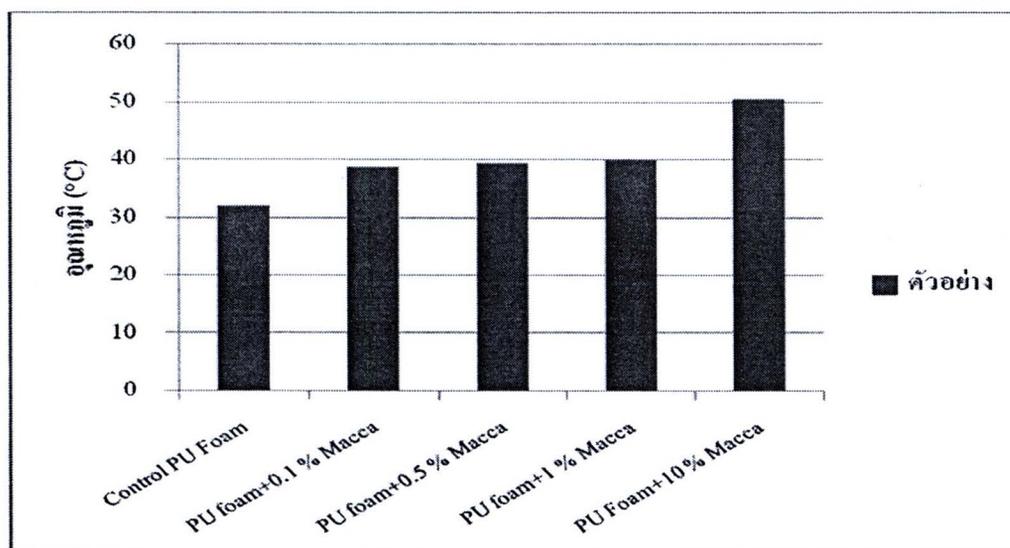
รูป 19 ประสิทธิภาพของการดูดกลืนจากยางสกิมด้วยถ่านแมคคาเดเมียที่มีปริมาณตั้งแต่ 0 – 1.5 กรัม

เมื่อปริมาณของถ่านแมคคาเดเมียที่ใช้ดูดสารที่ระเหยได้จากยางสกิมเพิ่มขึ้น ความสามารถในการดูดกลืนจะเพิ่มตามไปด้วย ซึ่งอธิบายได้ว่าปริมาณถ่านที่เพิ่มขึ้นจะเพิ่มจำนวนรูพรุนของถ่านแมคคาเดเมียทำให้ความสามารถดูดกลืนเพิ่มขึ้น จึงทำให้มีประสิทธิภาพในการดูดกลืนเกิดขึ้นได้ดี

#### การทดสอบด้านอุณหภูมิ

ตาราง 2 การวัดอุณหภูมิของตัวอย่างโฟมพอลิยูรีเทนในกล่องควบคุมที่มีแสงฮาโลเจน 500 W ฉายแสงนาน 10 นาที

ตัวอย่าง	Control PU Foam	PU foam + 0.1 % Macca	PU foam + 0.5 % Macca	PU foam + 1 % Macca	PU Foam + 10 % Macca
อุณหภูมิ (°C)	32.08	38.7	39.4	39.9	50.63

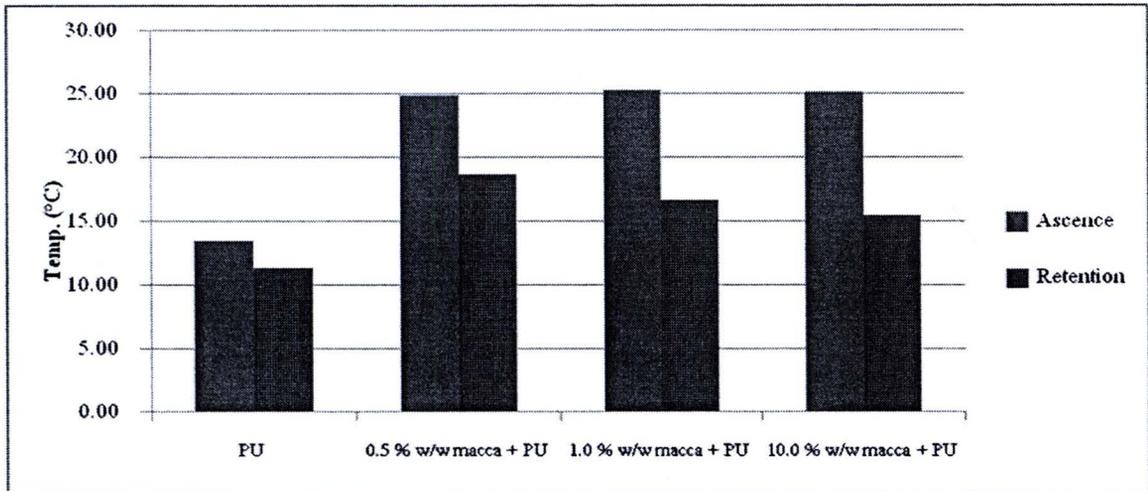


รูป 20 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผงถ่านในโฟมพอลิยูรีเทนและอุณหภูมิ เมื่อฉายด้วยหลอดฮาโลเจน นาน 10 นาที

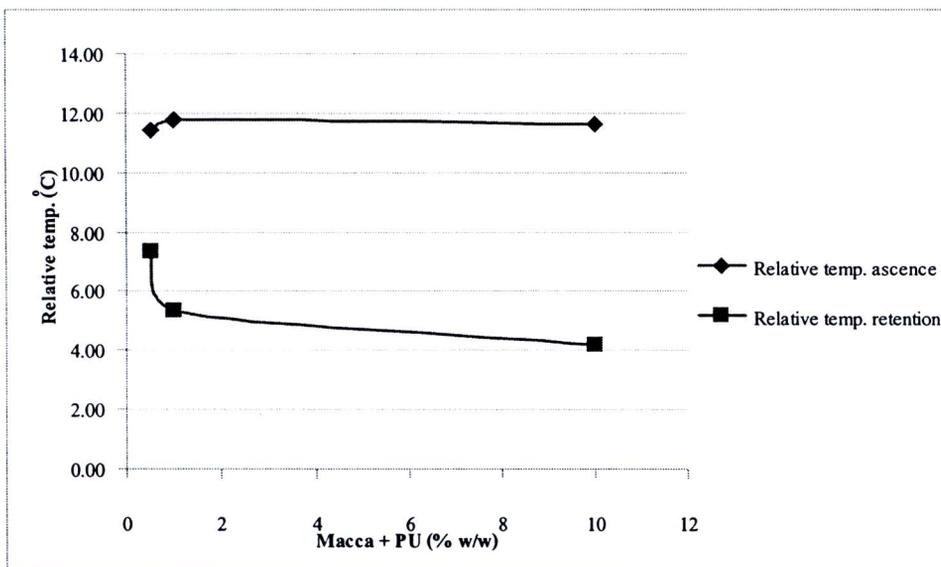
เมื่อผสมผงถ่านแมคคาในพอลิยูรีเทนเหลวเพื่อทำโฟมพอลิยูรีเทนที่มีความเข้มข้นผงถ่านแมคคาแตกต่างกัน พบว่าปริมาณผงถ่านแมคคาเพิ่มขึ้น ทำให้อุณหภูมิของโฟมพอลิยูรีเทนผสมผงถ่านแมคคาเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เพราะผงถ่านแมคคาที่มีคุณสมบัติในการนำพาความร้อนได้ดี อีกทั้งคุณสมบัติของโฟมพอลิยูรีเทนสามารถเก็บกักความร้อนไว้ในตัวและไม่ถ่ายเทพลังงานความร้อนสู่สิ่งแวดล้อม นอกจากนี้จะเห็นว่าปริมาณผงถ่านแมคคาในโฟมพอลิยูรีเทนที่มีความเข้มข้น 10 % w/w จะให้อุณหภูมิสูงถึง 50.63°C ซึ่งเป็นค่ามากที่สุด แต่ไม่สามารถนำมาใช้กับมนุษย์ได้ เนื่องจากร่างกายมนุษย์ทนอุณหภูมิสูงสุดได้ไม่เกิน 42°C ดังนั้นจำเป็นต้องปรับความเข้มข้นของผงถ่านแมคคาลงมาครั้งหนึ่งเป็น 5 % w/w จะดีกว่า

ตาราง 3 การวัดอุณหภูมิของตัวอย่างโฟมพอลิยูรีเทนในกล่องควบคุมที่มีแสงฮาโลเจน 500 W ฉายแสง ณ เวลา 10 นาที และวัดอุณหภูมิของตัวอย่างหลังปิดหลอดไฟ 30 วินาที

ตัวอย่าง/ อุณหภูมิ (°C)	ฉายแสงฮาโลเจน 500 W			อุณหภูมิการ ดูดซับที่ผิว (°C)	อุณหภูมิ คงค้างที่ผิว (°C)	ความสัมพันธ์ของ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น	ความสัมพันธ์ของ อุณหภูมิที่ค้างอยู่
	ก่อน	หลัง 10 นาที	ปิด 30 วินาที				
PU	24.42	37.92	35.79	13.50	11.37	-	-
0.5 % w/w Macca + PU	27.70	52.59	46.41	24.89	18.71	11.39	7.34
1.0 % w/w Macca + PU	29.03	54.33	45.74	25.30	16.71	11.80	5.34
10.0 % w/w Macca + PU	29.46	54.58	44.98	25.12	15.52	11.62	4.16



รูป 21 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผงถ่านแมคคาใน โฟมพอลิยูรีเทนและอุณหภูมิในการดูดซับเมื่อฉายด้วยหลอดฮาโลเจนนาน 10 นาทีและอุณหภูมิกว้างที่ผิว เมื่อปิดหลอดฮาโลเจนนาน 30 วินาที



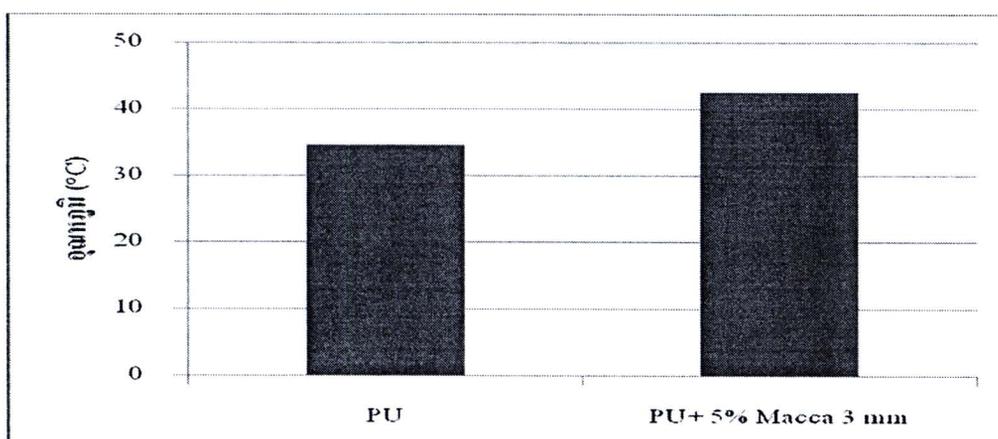
รูป 22 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่ดูดซับไว้และอุณหภูมิกว้างของปริมาณผงถ่านแมคคาใน โฟมพอลิยูรีเทน

พบว่า อุณหภูมิของ โฟมพอลิยูรีเทนก่อนทำทดลองประมาณ  $24.42^{\circ}\text{C}$  ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า โฟมพอลิยูรีเทนผสมผงถ่านแมคคาในความเข้มข้นต่างๆ และเมื่อฉายแสงจากหลอดไฟฮาโลเจนเป็นระยะเวลา 10 นาที สังเกตว่าอุณหภูมิของโฟมส่วนใหญ่มีค่าประมาณ  $40^{\circ}\text{C}$  ขึ้นไป ยกเว้น โฟมพอลิยูรีเทนที่ไม่มีผงถ่านแมคคา เมื่อสังเกตค่าอุณหภูมิในการดูดซับจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณผงถ่านแมคคาในโฟมดังกล่าว ส่วนอุณหภูมิกว้างที่ค้างอยู่ภายใน โฟมจะเห็นว่ามีค่าลดลงตามปริมาณผงถ่านแมคคาใน โฟมพอลิยูรีเทน แสดงว่า การมีผงถ่านแมคคาใน โฟมพอลิยูรีเทนเพิ่มขึ้น อาจเพิ่มโอกาสในการถ่ายเทพลังงานความร้อนจาก โฟมพอลิ

ยูรีเทนออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ง่าย เพราะถ่านแมคคาเป็นตัวนำความร้อนที่ดี ส่วนความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่ดูดซับไว้ของโฟมพอลิยูรีเทนที่มีผงถ่านแมคคา พบว่าเพิ่มขึ้นจากความเข้มข้น 0.5 – 1.0 % w/w และอุณหภูมิที่ค้างอยู่นั้นจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจนในตัวอย่างโฟมพอลิยูรีเทนที่มีผงถ่านแมคคา

ตาราง 4 การวัดอุณหภูมิของตัวอย่างโฟมพอลิยูรีเทนที่มีความหนา 3 มิลลิเมตรในกล่องควบคุมที่มีแสงฮาโลเจน 500 W ฉายแสงนาน 10 นาที

ตัวอย่าง	PU	PU + 5 % Macca 3 mm
อุณหภูมิ (°C)	34.78	42.57

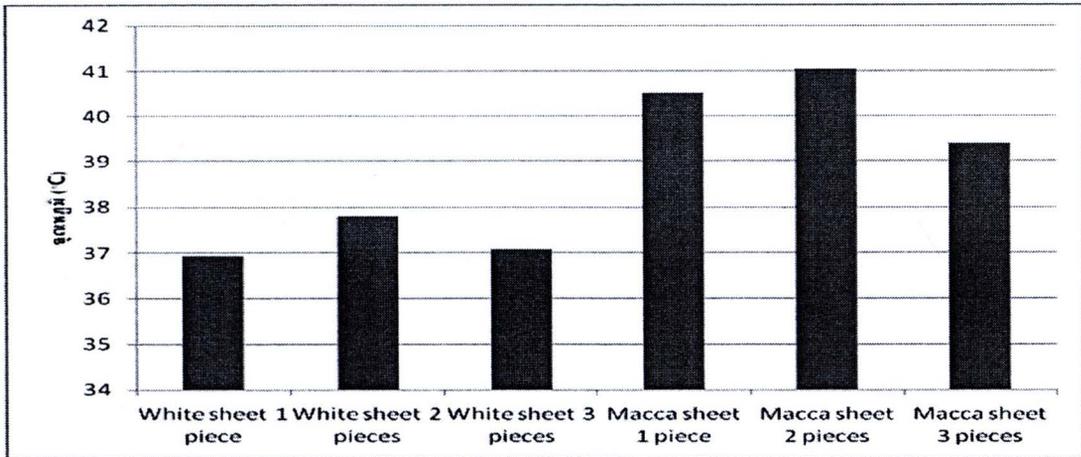


รูป 23 ความสัมพันธ์ระหว่างโฟมพอลิยูรีเทนและโฟมพอลิยูรีเทนผสมผงถ่านแมคคา 5 % w/w ที่มีความหนา 3 มิลลิเมตรเมื่อฉายด้วยหลอดฮาโลเจน 500 W นาน 10 นาที

ปรากฏว่า การฉายแสงจากหลอดฮาโลเจนที่มีกำลัง 500 W นาน 10 นาทีของโฟมพอลิยูรีเทนมีอุณหภูมิต่ำกว่าโฟมพอลิยูรีเทนผสมผงถ่านแมคคาที่มีความเข้มข้น 5 % w/w ประมาณ 7.79°C เพราะผงถ่านแมคคามีคุณสมบัติในการนำพาความร้อนได้ดี จึงทำให้อุณหภูมิจนของโฟมสูงขึ้น

ตาราง 5 การวัดอุณหภูมิของตัวอย่างโฟมพอลิยูรีเทนที่มีความหนา 3 มิลลิเมตรประกบหนา 1, 2 และ 3 ชั้นในกล่องควบคุมที่มีแสงฮาโลเจน 500 W ฉายแสงนาน 10 นาที

ตัวอย่าง	White sheet 1 piece	White sheet 2 pieces	White sheet 3 pieces	Macca sheet 1 piece	Macca sheet 2 pieces	Macca sheet 3 pieces
อุณหภูมิ (°C)	36.93	37.81	37.09	40.52	41.04	39.4

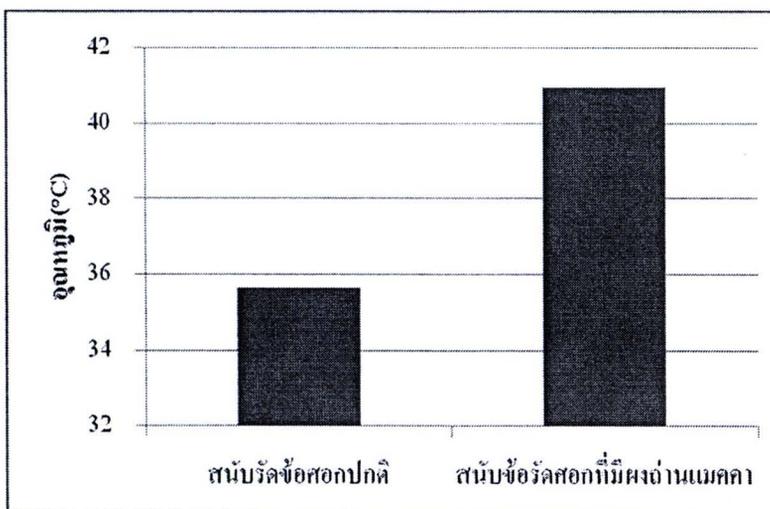


รูป 24 ความสัมพันธ์ระหว่างผ้าประกบกับโฟมพอลิยูรีเทนและโฟมพอลิยูรีเทนผสมผงถ่านแมคคา 5 % w/w ที่มีความหนา 3 มิลลิเมตรเมื่อฉายด้วยหลอดฮาโลเจน 500 W นาน 10 นาที

แสดงว่าการเพิ่มแผ่นโฟมพอลิยูรีเทนที่มีความหนา 3 มิลลิเมตรประกบหนา 1, 2 และ 3 ชั้น ซึ่งเป็นประกบแบบไม่มีผงถ่านแมคคาและมีผงถ่านแมคคาให้อุณหภูมิแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยการเพิ่มแผ่นโฟมประกบแบบมีผงถ่านแมคคาจะให้อุณหภูมิสูงกว่า 38°C และการประกบโฟมที่มีผงถ่านแมคคา 2 ชั้นจะให้อุณหภูมิสูงสุด คือ 41.04°C และเมื่อสังเกตการประกบแบบไม่มีผงถ่านแมคคาจะให้ผลเหมือนกับโฟมประกบแบบมีผงถ่านแมคคา คือ มีอุณหภูมิสูงสุดในกรณีที่ประกบ 2 ชั้น

ตาราง 6 การวัดอุณหภูมิของตัวอย่างสนับรัดข้อศอก (ควบคุม) และสนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคา

ตัวอย่าง	สนับรัดข้อศอกปกติ	สนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคา
อุณหภูมิ (°C)	35.67	40.97

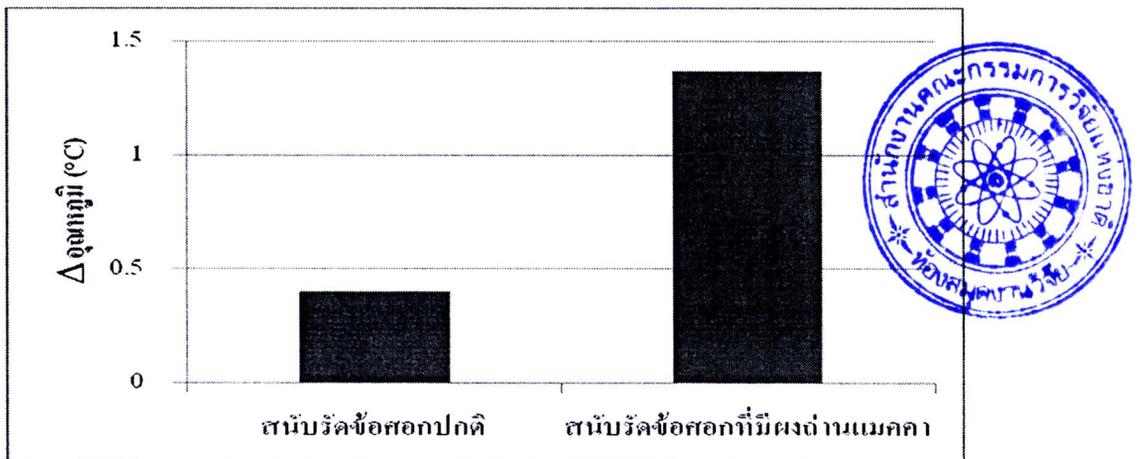


รูป 25 ความสัมพันธ์ระหว่างสนับรัดข้อศอกปกติและสนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคาเมื่อฉายด้วยหลอดฮาโลเจน 500 W นาน 10 นาที

เนื่องจากสนับรัดข้อศอกปกติมีอุณหภูมิต่ำกว่าสนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคาคอนข้างมากถึง  $5.30^{\circ}\text{C}$  แสดงว่าสนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคาสามารถในการแผ่ความร้อนออกมาได้ดีกว่า

ตาราง 7 การวัดอุณหภูมิที่ผิวหนังเมื่อสวมตัวอย่างสนับรัดข้อศอก (ควบคุม) และสนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคา

ตัวอย่าง	อุณหภูมิผิวหนังก่อนสวม ( $^{\circ}\text{C}$ )	อุณหภูมิผิวหนังหลังสวม 10 นาที ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\Delta$ อุณหภูมิ( $^{\circ}\text{C}$ )
สนับรัดข้อศอกปกติ	30.82	31.22	0.40
สนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคา	30.58	31.95	1.37



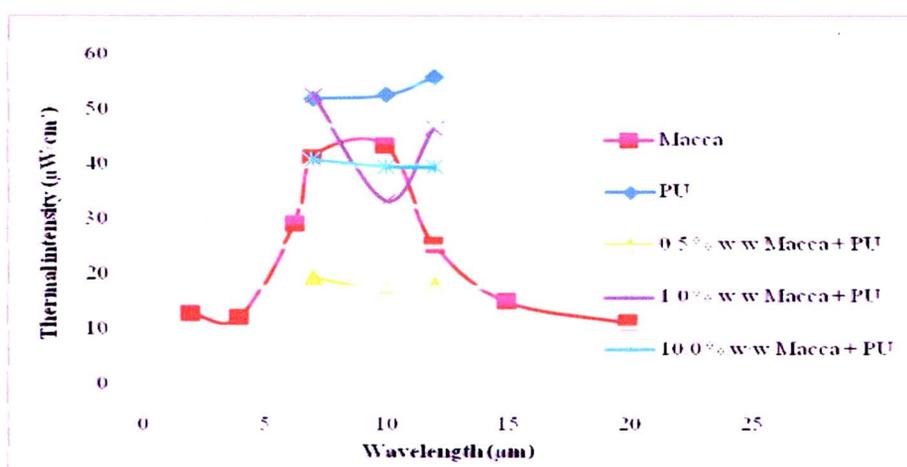
รูป 26 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวหนังขณะสวมสนับรัดข้อศอกปกติและสนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคา

สังเกตว่าอุณหภูมิขณะสวมสนับรัดข้อศอกปกติและสนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคาให้อุณหภูมิแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยสนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคาให้อุณหภูมิสูงกว่า  $1.37^{\circ}\text{C}$  เนื่องจากสนับรัดข้อศอกที่นำมาทดลองในครั้งนี้เป็นผ้าตีนตุ๊กแกด้านนอก ส่วนด้านในเป็นผ้าฝ้ายธรรมดา จึงไม่เกิดการระคายเคืองในระหว่างการทำการทดลองกับอาสาสมัคร

### การวัดค่า Emissivity ของถ่านแมคคาและผลิตภัณฑ์

ตาราง 8 การวัดค่า Emissivity ในช่วงความยาวคลื่น 2 – 20  $\mu\text{m}$  ของผงถ่านแมคคาเคเมียะและ โฟมพอลิยูรีเทนผสมถ่านแมคคา

Wavelength ( $\mu\text{m}$ ) / Thermal Intensity ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	2	4	6.27	7	10	12	15	20
Macca Powder	12.966	12.217	29.377	41.439	43.604	25.329	15.147	11.265
PU				52.197	52.768	55.954		
5 % w/w Macca + PU				19.573	17.077	18.099		
0 % w/w Macca + PU				52.613	33.362	46.689		
10.0 % w/w Macca + PU				40.963	39.770	39.690		

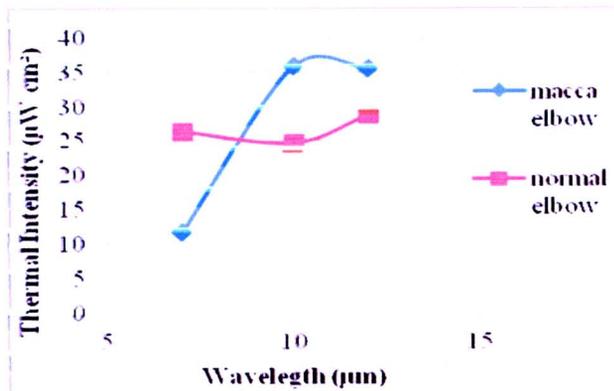


รูป 27 ค่า Thermal Intensity ของผงถ่านแมคคาเคเมียะและ โฟมพอลิยูรีเทนผสมถ่านแมคคา

สังเกตว่า รังสีอินฟราเรดแบบไกล (Far infrared rays, FIR) สามารถปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่น 4-1000  $\mu\text{m}$  และช่วงความยาวคลื่น 6-14  $\mu\text{m}$  เป็นช่วงที่มีผลต่อการดูดซับสู่ร่างกายมนุษย์ ถ่านแมคคาสามารถปล่อย FIR ซึ่งใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ได้ จากค่า emissivity ของ FIR จากถ่านแมคคา มีค่า Thermal Intensity สูงสุดที่ 10  $\mu\text{m}$  ส่วนค่า emissivity ของ FIR จากโฟมพอลิยูรีเทนมีค่าสูงกว่าโฟมพอลิยูรีเทนผสมผงถ่านแมคคาและผงถ่านแมคคาทุกช่วงความยาวคลื่น แสดงว่า การผสมผงถ่านแมคคา กับพอลิยูรีเทนเหลวเป็นโฟมพอลิยูรีเทนมีแนวโน้มจะปล่อย emissivity ของรังสีอินฟราเรดแบบไกลลดลงในช่วงความยาวคลื่น 7-12  $\mu\text{m}$

ตาราง 9 การวัดค่า Emissivity ของตัวอย่างสนับรัดข้อศอกในช่วงความยาวคลื่น 7-12  $\mu\text{m}$

Wavelength ( $\mu\text{m}$ )/Thermal Intensity ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	7	10	12
Macca elbow	11.810	35.831	35.605
Normal elbow	26.357	24.671	28.853



รูป 28 ค่า Thermal Intensity ของตัวอย่างสนับรัดข้อศอกในช่วงความยาวคลื่น 7-12  $\mu\text{m}$

สังเกตว่า ค่า emissivity ของ FIR จากสนับรัดข้อศอกที่มีผงด่านแมคคาให้ค่า Thermal Intensity สูงสุดที่ 10  $\mu\text{m}$  แต่สนับรัดข้อศอกปกติค่อนข้างให้ค่า emissivity ของ FIR ต่ำกว่าสนับรัดข้อศอกที่มีผงด่านแมคคาในทุกช่วงความยาวคลื่น

#### การทดสอบกับอาสาสมัคร

ตาราง 10 จำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยที่ผ่านเกณฑ์เป็นอาสาสมัครในโครงการ

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนคน	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)
กลุ่มควบคุม	27	35.53
กลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกแบบดั้งเดิม	24	31.58
กลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกที่ทอด้วยส่วนผสมของผงด่านแมคคา	25	32.89
รวม	76	100

จากข้อมูลจำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยที่ผ่านเกณฑ์เป็นอาสาสมัครในโครงการ สามารถแบ่งออกมาได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม จำนวน 27 คน กลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกแบบดั้งเดิม 24 คน และกลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกที่ทอด้วยส่วนผสมของผงด่านแมคคา 25 คน

ตาราง 11 จำนวนอาสาสมัครในกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม เมื่อเวลาผ่านไป ครบ 3 เดือน

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนอาสาสมัคร (คน)	จำนวนอาสาสมัครในการตรวจรอบสุดท้าย (คน)	จำนวนอาสาสมัครที่หายไป (คน)
กลุ่มควบคุม	27	18	9
กลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกแบบดั้งเดิม	24	18	6
กลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกที่ทอด้วยส่วนผสมของผงถ่านแมคคา	25	19	6
รวม	76	55	21

จากการเก็บข้อมูลอาการของอาสาสมัคร 3 ครั้ง พบว่า อาสาสมัครบางคนไม่สะดวกมาตรวจเนื่องจากติดธุระส่วนตัว ติดงานประจำ ปัญหาทางด้านสุขภาพ หรือบางส่วนไปต่างจังหวัดหรือต่างประเทศ ช่วงวัน เวลาที่นัดมาตรวจอีก 2 ครั้ง ทำให้จำนวนอาสาสมัครหายไปบางส่วน นอกจากนี้มีอาสาสมัครบางคนขอยกเลิกการเป็นอาสาสมัคร เนื่องจากอยากได้เพียงสนับรัดข้อศอกเท่านั้น

ตาราง 12 สถิติประชากรของอาสาสมัคร (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

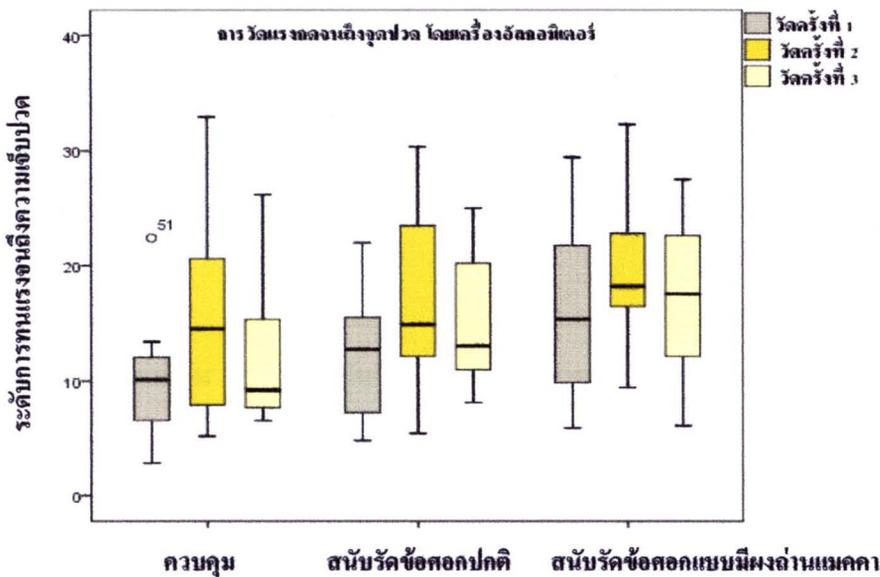
ลักษณะพื้นฐาน	การสวมสนับรัดข้อศอกสำหรับอาการปวดข้อศอกด้านนอก			p-value
	ควบคุม (n=27)	สวมสนับรัดข้อศอกปกติ (n=24)	สวมสนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคา (n=25)	
อายุ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	51.62±14.11	54.79±12.63	53.16±8.92	0.653
เพศ n (%)				0.838
ชาย	7 (27%)	6 (25%)	5 (20%)	
หญิง	19 (73%)	18 (75%)	20 (80%)	
มือ n (%)				0.657
ขวา	24 (92%)	21(87.5%)	21(84%)	
ซ้าย	2 (8%)	3 (12.5%)	4 (16%)	
ข้างที่มีปัญหา n (%)				0.952
ปวดข้อศอกด้านซ้าย	6 (23%)	6 (25%)	6 (24%)	
ปวดข้อศอกด้านขวา	12 (46%)	10 (42%)	13 (52%)	
ทั้งสองข้าง	8 (31%)	8 (33%)	6 (24%)	

ข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้งสามกลุ่ม พบว่า อายุ เพศ แขนข้างถนัด และแขนข้างที่ปวด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสามกลุ่ม ( $p\text{-value} > 0.05$ ) โดยเป็นผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีอายุเฉลี่ยมากกว่า 50 ปี เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ถนัดขวา และมีอาการปวดแขนที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็น lateral epicondylitis ข้างขวา

ตาราง 13 การวิเคราะห์ความสัมพัทธ์ระหว่างกลุ่มโดยใช้ Repeated Measured ANOVA

เกณฑ์การตรวจ	การสวมสนับรัดข้อศอก (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			<i>p-value</i>
	ควบคุม	สวมสนับรัดข้อศอกปกติ	สวมสนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคา	
Algometer:				
-Pressure pain threshold (Newton)	n=13	n=14	n=14	
1 <sup>st</sup> assessment	9.36±5.74	12.25±5.43	16.13±6.92	
2 <sup>nd</sup> assessment	15.06±7.95	16.52±7.66	19.60±6.10	
3 <sup>rd</sup> assessment	11.76±5.94	14.80±5.54	17.26±6.58	<b>0.03*</b>
Grip strength:				
-Weight to aggravate pain (kg)	n=11	n=14	n=12	
1 <sup>st</sup> assessment	23.88±8.86	19.22±8.38	19.71±6.14	
2 <sup>nd</sup> assessment	24.13±8.58	20.04±7.41	20.51±7.46	
3 <sup>rd</sup> assessment	22.92±9.82	20.29±10.07	21.71±9.18	0.484
-Maximum grip strength (kg)	n=12	n=14	n=14	
1 <sup>st</sup> assessment	25.81±8.49	23.80±10.78	22.31±7.28	
2 <sup>nd</sup> assessment	27.20±8.80	25.29±11.44	25.55±8.25	
3 <sup>rd</sup> assessment	26.47±9.46	24.07±12.11	24.66±8.88	0.789
Patient-related Tennis Elbow Evaluation (PRTEE)				
-Pain in affected arm	n=17	n=17	n=19	
1 <sup>st</sup> assessment	22.47±10.38	27.78±7.92	23.16±10.92	
2 <sup>nd</sup> assessment	15.65±8.59	18.22±9.72	13.95±9.53	
3 <sup>rd</sup> assessment	14.76±8.79	15.39±10.11	12.32±9.19	0.264

-Functional disability	n=17	n=17	n=19	
1 <sup>st</sup> assessment	12.79±8.89	21.32±9.83	14.97±11.24	
2 <sup>nd</sup> assessment	8.74±6.06	14.12±11.37	6.24±5.91	
3 <sup>rd</sup> assessment	7.44±5.32	14.06±10.54	6.29±7.27	<b>0.04*</b>
-Total PRTEE	n= 17	n=17	n=19	
1 <sup>st</sup> assessment	35.26±18.04	49.56±16.53	38.13±20.75	
2 <sup>nd</sup> assessment	24.38±13.43	32.88±19.94	20.18±14.67	
3 <sup>rd</sup> assessment	20.03±11.11	28.47±18.46	17.39±13.87	<b>0.02*</b>

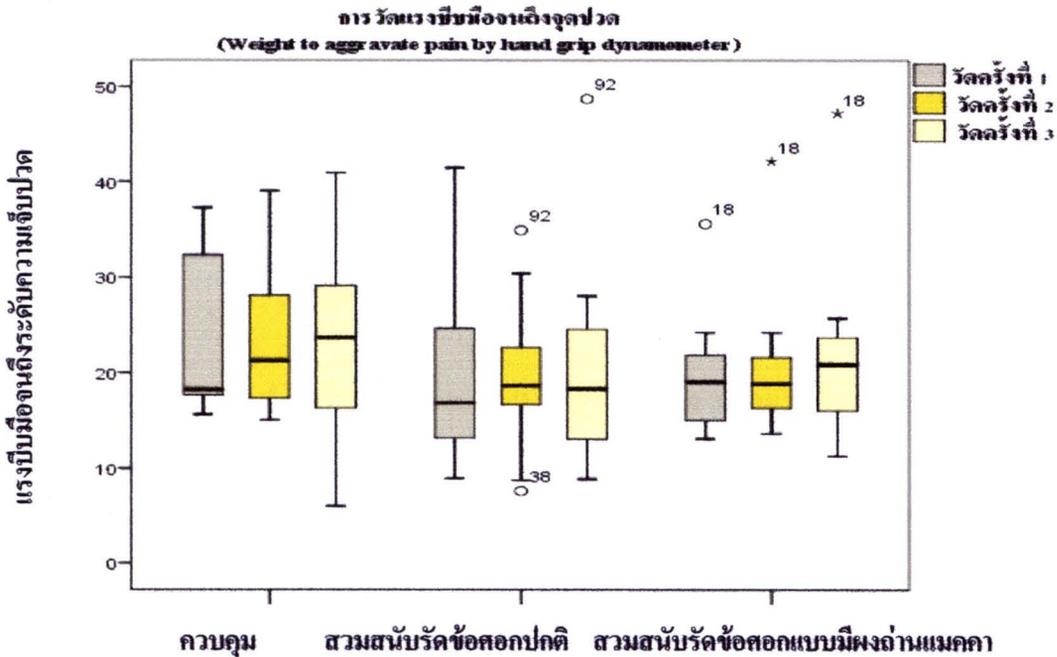


รูป 29 ผลของแรงกดจนถึงจุดปวดด้วยเครื่อง Algometer ของกลุ่มอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่มในช่วงเวลาการวัด 3 ครั้ง

ในกลุ่มควบคุมจะเห็นว่า ค่า SD สูงขึ้นในการตรวจครั้งที่ 2 และ 3 แสดงว่าอาการยังไม่ดีขึ้น ส่วนในกลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกปกติและแบบมีผงด่านแมคคา พบว่าแรงกดจนรู้สึกเจ็บ ไม่ค่อยแตกต่างกันในการตรวจครั้งที่ 1 และ 2 ส่วนการตรวจครั้งที่ 3 กลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกแบบมีผงด่านแมคคาออกแรงกดใกล้เคียงกับการตรวจครั้งที่ 2 แสดงว่าสามารถใช้แรงกดเพิ่มขึ้นได้ และพอมิแนวโน้มว่ากลุ่มที่สวมสนับผงด่านแมคคามีอาการดีขึ้น

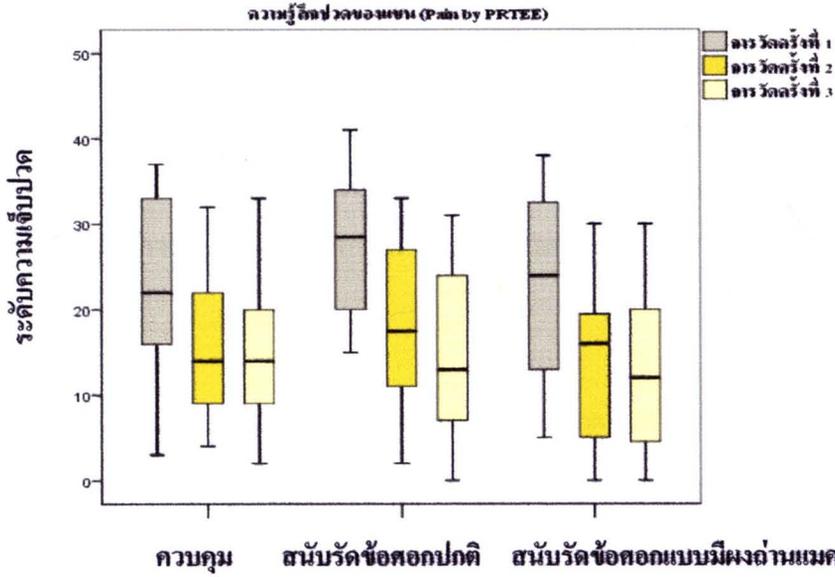
เมื่อเปรียบเทียบผลของแรงกดจนถึงจุดปวด (pressure pain threshold) ระหว่างผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า กลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกที่มีผงด่านแมคคาสามารถทนแรงกดจนถึงจุดปวดได้แตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ( $p\text{-value} = 0.03$ ) โดยกลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคาจะสามารถทนแรงกดจนถึงจุดปวดได้มากกว่ากับ 17.26 นิวตัน หลังจากสวมสนับรัดข้อศอกเป็นเวลา 2 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้สวมสนับรัดข้อศอกสามารถทนแรงกดจนถึงจุดปวดได้เท่ากับ 11.76 นิวตัน



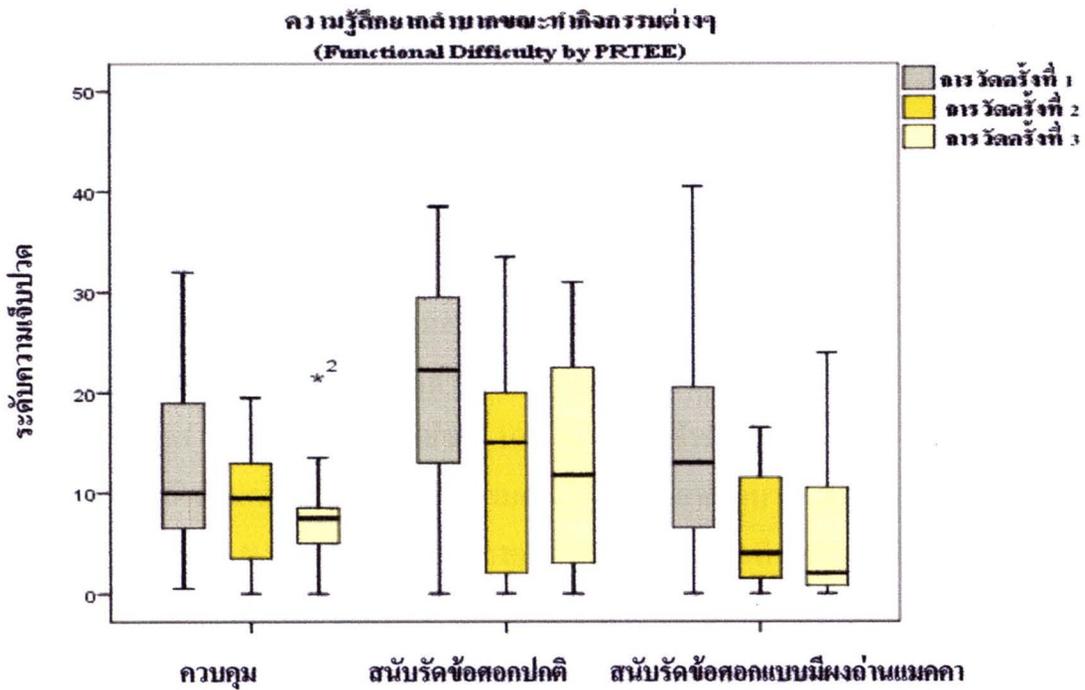
รูป 30 การวัดแรงบีบมือของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่มในช่วงเวลาการวัด 3 ครั้ง

จะเห็นว่าในการตรวจกลุ่มควบคุมในครั้งที่ 1 - 3 สามารถใช้แรงบีบได้มากขึ้น ซึ่งเป็นอาการดีขึ้นเองตามธรรมชาติ ส่วนกลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกปกติ พบว่าแรงบีบในครั้งที่ 2 และ 3 มีค่าแรงบีบใกล้เคียงกันจนแทบไม่ต่างกันเลย ส่วนกลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกแบบมีผงแมคคาพบว่า สามารถออกแรงบีบได้มากขึ้นในการตรวจครั้งที่ 3 นั่นคือมีแนวโน้มว่าผงแมคคาช่วยได้



รูป 31 ระดับความรู้สึกเจ็บปวดของแขนในอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่มในช่วงเวลาการวัด 3 ครั้ง

พบว่า ระดับความรู้สึกเจ็บปวดลดลงทุกกลุ่ม โดยเฉพาะกลุ่มสวมสนับรัดศอกผสมผงถ่านแมกคา จะเห็นว่าการลดลงมากกว่ากลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกปกติ



รูป 32 ความรู้สึกลำบากของแขนจากลักษณะทำกิจกรรมต่างๆ ของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่มในช่วงเวลาการวัด 3 ครั้ง

จะเห็นว่า ในกลุ่มควบคุมไม่มีความต่างกันเลยแสดงว่าอาการยังไม่ค่อยดีขึ้น ส่วนกลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกปกติและแบบมีผงถ่านแมคคาสังเกตว่า ความรู้สึกยากลำบากในการทำกิจกรรมลดลง แต่กลุ่มที่สวมสนับรัดข้อศอกที่ผสมผงถ่านแมคคา มีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน สนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคาช่วยให้ดีขึ้นด้านกิจกรรมมากกว่าด้านความเจ็บปวด เนื่องจากจำนวนอาสาสมัครในแต่ละกลุ่มมีจำนวนน้อยทำให้ค่า SD กว้าง ดังนั้นถ้าต้องการศึกษาเพิ่มเติมควรเพิ่มจำนวนอาสาสมัครให้มากกว่านี้ เพื่อลดความกว้าง SD ลง

ตาราง 14 การเปรียบเทียบของแรงกดจนถึงจุดปวดด้วยเครื่อง Algometer และแบบประเมิน PRTEE

การสวมสนับรัดข้อศอก	Pressure pain threshold		Functional disability		Total PRTEE questionnaire	
	mean diff±SE	<i>p-value</i>	mean diff±SE	<i>p-value</i>	mean diff±SE	<i>p-value</i>
- With Macca Charcoal						
Control	5.6±2.06	<b>0.03*</b>	-0.49±2.3	1.00	-1.32±4.35	1.00
Without Macca Charcoal	3.14±2.02	0.386	-7.33±2.3	<b>0.008*</b>	-11.7±4.35	<b>0.029*</b>

ผลการเปรียบเทียบกลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคา กับกลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกไม่มีผงถ่านแมคคา และกลุ่มควบคุมหลังจากเข้าร่วมการศึกษาและตรวจประเมินทั้ง 3 ครั้ง พบว่า มีความแตกต่างกันในด้านแรงกดจนถึงจุดปวดด้วยเครื่อง Algometer (pressure pain threshold) และแบบประเมิน PRTEE ระหว่างกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 3 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\text{-value} < 0.05$ )

เมื่อเปรียบเทียบผลของแบบประเมิน PRTEE ระหว่างผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม พบว่ากลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคาสามารถทำกิจกรรมต่างๆ ทั้งในชีวิตประจำวัน และกิจกรรมเฉพาะได้โดยไม่ยากลำบาก เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกไม่มีผงถ่านแมคคา ( $p\text{-value} = 0.008$ ) โดยกลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกที่มีผงถ่านแมคคาทุกคนสามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้โดยไม่ยากลำบาก หลังจากสวมสนับรัดข้อศอกเป็นเวลา 2 เดือนคิดเป็นสัดส่วน 100 % ของผู้เข้าร่วมวิจัยในกลุ่ม ในขณะที่กลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกที่ไม่มีผงถ่านแมคคาสามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้โดยไม่ยากลำบาก 83 % ของผู้เข้าร่วมวิจัยในกลุ่ม เหลืออีกประมาณ 16.6 % ที่ยังมีความยากลำบากมากหรือไม่สามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้