

### บทที่ 3 ผลการทดลอง

#### 3.1 การสกัดน้ำมันเมล็ดแมงลัก

นำตัวอย่างเมล็ดแมงลักที่ทำความสะอาดแล้วทั้งหมดไปชั่งน้ำหนักได้ 2520 กรัม จากนั้นบีบอัดน้ำมันออกด้วยเครื่อง hydraulic press ใช้แรงในการบีบอัด 9 ตัน พบว่าไม่มีน้ำมันไหลลงภาชนะที่รองรับ มีเพียงน้ำมันเยิ้มเล็กน้อยติดตามผิวเมล็ด เมื่อชั่งน้ำหนักเมล็ดหลังผ่านการบีบอัดได้ 2514.23 กรัม และมีการสูญเสียไปประมาณ 0.23 % โดยน้ำหนัก ซึ่งส่วนที่เสียไปเป็นเมล็ดที่ตกขณะบีบอัด เมล็ดที่ผ่านการบีบอัดน้ำมันแล้ว นำไปสกัดน้ำมันออกด้วย เฮกเซน แสดงวิธีการสกัดในวิธีการทดลองข้อ 2.4.1 ได้น้ำมัน 382.41 กรัม คิดเป็น 15.21 % โดยน้ำหนัก และเหลือเมล็ดหลังการสกัดน้ำมันออกแล้ว 2168.92 กรัม น้ำมันที่ได้มีสีเหลืองใส ไม่มีกลิ่น มีตะกอนสีขาวเล็กน้อย แสดงลักษณะน้ำมันดังรูปที่ 3 - 1



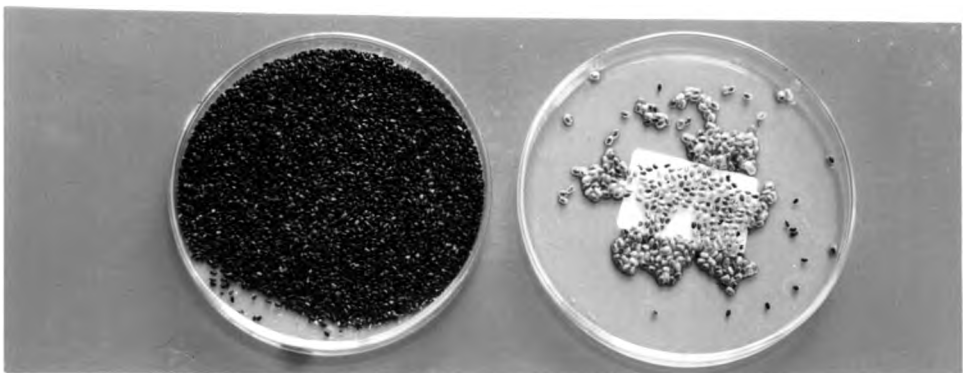
รูปที่ 3 - 1 น้ำมันเมล็ดแมงลักสกัดด้วยเฮกเซน

### 3.2 สมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแมงลักที่สกัดน้ำมันแล้ว

นำเมล็ดแมงลักที่สกัดน้ำมันออกแล้วจากการทดลองข้อ 3.1 มาศึกษาสมบัติทางกายภาพได้แก่ รูปร่าง ลักษณะ สี ขนาด น้ำหนัก ความหนาแน่น ความสามารถในการอัดตัวได้ ความสามารถในการอุ้มน้ำและปริมาตรการพองตัวจำเพาะ ทำการทดลอง 4 ข้อ และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน เส้นใย ไขมัน ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีข้อ 2.4.2 ทำการทดลอง 2 ข้อ แสดง รูปร่าง ลักษณะ สีของเมล็ด และการพองตัวของเมล็ดที่สกัดน้ำมันแล้วดังรูปที่ 3 - 2 เทียบกับลักษณะเมล็ดและการพองตัวของเมล็ดที่ยังไม่สกัดน้ำมัน ดังรูปที่ 3 - 3 จะเห็นว่า สีของเมล็ดหลังการสกัดน้ำมัน เปลี่ยนไปเล็กน้อย คือเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลบางส่วน ไม่ดำสนิท เช่น เมล็ดที่ยังไม่สกัดน้ำมัน และรูปร่างของเมล็ดลีบเล็กลงเล็กน้อย แสดงสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดที่สกัดน้ำมันแล้ว ดังตารางที่ 3 - 1



รูปที่ 3 - 2 ลักษณะเมล็ดแมงลักและการพองตัวของเมล็ดแมงลักที่ยังไม่สกัดน้ำมัน



รูปที่ 3 - 3 ลักษณะเมล็ดแมงลักและการพองตัวของเมล็ดแมงลักที่สกัดน้ำมันออกแล้ว

ตารางที่ 3 - 1 สมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแมงลักที่สกัดน้ำมันแล้ว

สมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมี	$\bar{x}$	$\pm SD$
ขนาด กว้าง (mm)	1	0
ยาว (mm)	2	0
น้ำหนัก (g/seed)	0.001	0
ความหนาแน่น bulk (g/ml)	0.74	0.012
tapped (g/ml)	0.80	0.011
true (g/ml)	0.90	0.014
ความสามารถในการถูกอัดได้ (%)	13.52	2.394
ความสามารถในการอุ้มน้ำ (g/g)	29.67	1.052
การพองตัว (ml/g)	43.75	2.5
ปริมาณโปรตีน (% d.b.)	18.79	0.781
ปริมาณเส้นใยหยาบ (% d.b.)	55.40	0.9
ปริมาณเถ้า (% d.b.)	5.72	0.091
ปริมาณความชื้น (% d.b.)	8.15	0.218
ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (% d.b.)	11.94	1.99

### 3.3 สกัดสารเมือกจากเมล็ดแมงลักโดยการไม่แห้ง

#### 3.3.1 สกัดสารเมือกจากเมล็ดแมงลักด้วยเครื่อง jet mill จำนวน 1 รอบ

ตัวอย่างเมล็ดแมงลักที่สกัดน้ำมันออกแล้ว นำมาสกัดสารเมือกออกโดย เครื่อง jet mill 1 รอบ โดยใช้ตัวอย่างเมล็ดแมงลัก 500 กรัม ป้อนเข้าเครื่องด้วยอัตราเร็วในการหมุนตัวป้อนสาร 900 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการสกัด 10 นาที ทำการทดลอง 2 ซ้ำ จากนั้น แยกขนาดอนุภาคที่ได้จากการสกัด ด้วย air jet sieve ขนาด 500  $\mu$  เพื่อแยกสารเมือกที่ถูกสกัดเป็นอนุภาคละเอียด (fine particle) ออกจากส่วนของเมล็ดที่เหลือเป็นอนุภาคหยาบ (coarse particle) แสดงขั้นตอนการทดลองดังรูปที่ 2 - 7 คำนวณปริมาณอนุภาคที่ได้และสูญเสียจากการสกัด และ

การแยกขนาด เป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักตั้งต้น แสดงปริมาณที่ได้และสูญเสียจากการสกัดและแยกขนาดในตารางที่ 3 - 2

ตารางที่ 3 - 2 ปริมาณมวลอนุภาคต่าง ๆ ที่ได้ และสูญเสียจากการสกัดสารเมือกด้วย jet mill จำนวน 1 รอบ และแยกขนาดด้วย air jet sieve 500  $\mu$

อนุภาค	ปริมาณ ( $\bar{x}$ ) (% d.b.)	$\pm$ SD
อนุภาคที่ได้หลังสกัด	81.76	14.98
อนุภาคที่สูญเสียหลังสกัด	18.24	14.98
อนุภาคค้างตะแกรง 500 $\mu$	71.72	12.16
อนุภาคผ่านตะแกรง 500 $\mu$	9.88	2.94
อนุภาคที่สูญเสียหลังแยกขนาด	0.17	0.12

จากผลการทดลองจะเห็นว่า ปริมาณการสูญเสียจากการสกัดมีค่าสูงมาก คือ 18.24%d.b. และได้อนุภาคละเอียด ซึ่งคาดว่าเป็นสารเมือกปริมาณน้อย อาจเนื่องจากใช้เวลาในการสกัดน้อยเกินไปทำให้มีอนุภาคค้างอยู่ในเครื่อง เมื่อทดลองนำอนุภาคค้างตะแกรง และผ่านตะแกรง 500  $\mu$  ที่ได้จากการสกัด มาทดลองศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำ ตามวิธีการทดลองข้อ 2.4.2.5 พบว่า อนุภาคทั้งสองมีความสามารถในการอุ้มน้ำเป็น 36.96 และ 32.80 g/g ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเมล็ดที่ยังไม่ผ่านการสกัด ในการทดลองข้อ 3.2 ที่มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำเป็น 29.67 g/g จะเห็นว่า อนุภาคหยาบยังมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงอยู่ และอนุภาคละเอียดมีความสามารถในการอุ้มน้ำค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับความสามารถในการอุ้มน้ำของเมล็ดที่ยังไม่ถูกสกัดสารเมือก

### 3.3.2 สกัดสารเมือกจากเมล็ดแมงลักด้วยเครื่อง jet mill จำนวน 5 รอบ

เพื่อแก้ปัญหาที่พบดังผลการทดลอง ข้อ 3.3.1 การทดลองนี้จึงทำการสกัดสารเมือกด้วย jet mill จำนวน 5 รอบ เพื่อที่จะพยายามสกัดสารเมือกออกจากส่วนของเมล็ดให้มากที่สุด และมีสารเมือกเหลือติดเมล็ดน้อยที่สุด และเพิ่มระยะเวลาในการสกัด จากเดิม 10 นาที เป็น 15 นาที

เพื่อลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการสกัด แต่ใช้ความเร็วในการหมุนตัวบ่อนสารเท่าเดิม คือ 900 รอบ ต่อนาที จากนั้นนำอนุภาคที่ได้จากการสกัดมาแยกขนาดด้วย air jet sieve ขนาด 500 , 200 และ 100  $\mu$  แสดงขั้นตอนการทดลองดังรูปที่ 2 - 7 โดยมีจุดประสงค์เพื่อคัดแยกองค์ประกอบที่เป็น สารเมื่อออกจากองค์ประกอบอื่น ๆ ของเมล็ด อนุภาคที่ได้จากการสกัดและแยกขนาด นำมาชั่ง น้ำหนักและคำนวณปริมาณที่ได้และสูญเสียเป็น เปอร์เซนต์ โดยน้ำหนักตั้งต้น แสดงปริมาณที่ได้จาก การสกัดและแยกขนาด ในตารางที่ 3 - 3 จากตารางที่ 3 - 3 พบว่า ปริมาณอนุภาคค้ำตะแกรง 500  $\mu$  ที่เหลือหลังผ่านการสกัดครบ 5 รอบ เป็น 39.22 % d.b. และ ปริมาณอนุภาคผ่านตะแกรง 500  $\mu$  ทั้งหมด ที่ได้จากการสกัดครบ 5 รอบ เป็น 45.25 % d.b. ดังนั้น ปริมาณอนุภาคที่สูญเสีย จากการไม่ 5 รอบและแยกขนาดด้วยตะแกรง 500  $\mu$  คือ 15.53 % d.b. ปริมาณอนุภาคผ่าน ตะแกรง 500  $\mu$  แต่ ค้ำตะแกรง 200  $\mu$  เมื่อสกัดครบ 5 รอบ เป็น 24.91 % d.b. และปริมาณ อนุภาคผ่านตะแกรง 200  $\mu$  เมื่อสกัดครบ 5 รอบ เป็น 18.23 % d.b. จากปริมาณอนุภาคผ่าน ตะแกรง 500  $\mu$  ทั้งหมดที่นำมาแยกขนาด 45.25 % d.b. ดังนั้น ปริมาณอนุภาคที่สูญเสียไปจาก การแยกขนาดด้วยตะแกรงขนาด 200  $\mu$  เป็น 2.11 % d.b.

ปริมาณอนุภาคผ่านตะแกรง 200  $\mu$  แต่ค้ำตะแกรง 100  $\mu$  เมื่อสกัดครบ 5 รอบ เป็น 8.41 % d.b. และปริมาณอนุภาคผ่านตะแกรง 100  $\mu$  เมื่อสกัดครบ 5 รอบ เป็น 8.31% d.b. จากปริมาณอนุภาคผ่านตะแกรง 200  $\mu$  ทั้งหมดที่นำมาแยกขนาด 18.23 % d.b. ดังนั้น ปริมาณอนุภาคที่สูญเสียไปจากการแยกขนาดด้วยตะแกรงขนาด 100  $\mu$  เป็น 1.52 % d.b.

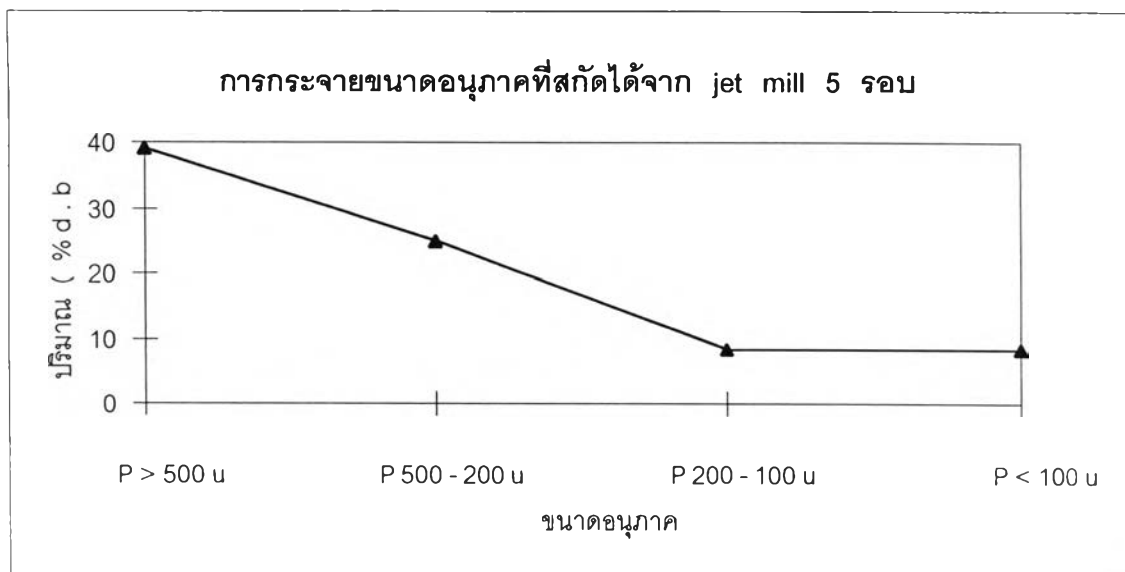
เพราะฉะนั้น ปริมาณอนุภาคที่สูญเสียทั้งหมดจากกระบวนการนี้ เป็น 19.15 %d.b. และ แยกขนาดอนุภาคได้ 4 ขนาด คือ ค้ำตะแกรง 500  $\mu$  ( $p > 500 \mu$ ), ผ่านตะแกรง 500  $\mu$  แต่ค้ำตะแกรง 200  $\mu$  ( $p 500 - 200 \mu$ ), ผ่านตะแกรง 200  $\mu$  แต่ค้ำตะแกรง 100  $\mu$  ( $p 200 - 100 \mu$ ) และผ่านตะแกรง 100  $\mu$  ( $p < 100 \mu$ ) แสดงปริมาณรวมของอนุภาคขนาด ต่าง ๆ และอนุภาคสูญเสียใน ตารางที่ 3 - 4 และแสดงการกระจายขนาดอนุภาค ดังรูปที่ 3 - 4

ตารางที่ 3 - 3 ปริมาณมวลอนุภาคต่าง ๆ ที่ได้จากการสกัดสารเมือกด้วย jet mill จำนวน 5 รอบ และ แยกขนาดด้วย air jet sieve 500 , 200 และ 100  $\mu$

อนุภาค	รอบที่ 1		รอบที่ 2		รอบที่ 3		รอบที่ 4		รอบที่ 5	
	$\bar{X}(\%d.b.)$	$\pm SD$	$\bar{X}(\%d.b.)$	$\pm SD$	$\bar{X}(\%d.b.)$	$\pm SD$	$\bar{X}(\%d.b.)$	$\pm SD$	$\bar{X}(\%d.b.)$	$\pm SD$
ปริมาณที่ได้หลังโม่	85.01	12	77.64	15.34	61.69	17	38.10	19.11	44.69	20.74
ค้างตะแกรงขนาด 500 $\mu$	76.16	11.53	62.60	16.47	52.27	18.13	45.32	18.47	39.22	18.75
ผ่านตะแกรงขนาด 500 $\mu$	8.83	2.76	15.09	1.99	9.62	1.28	6.17	0.79	5.54	2.18
ผ่านตะแกรงขนาด 500 $\mu$ แต่ ค้างตะแกรงขนาด 200 $\mu$	4.29	1.71	8.10	0.34	5.54	0.39	3.60	0.99	3.34	1.36
ผ่านตะแกรงขนาด 200 $\mu$	4.15	1.18	6.43	0.68	3.79	0.44	2.15	0.61	1.80	0.86
ผ่านตะแกรงขนาด 200 $\mu$ แต่ ค้างตะแกรงขนาด 100 $\mu$	1.82	0.84	2.88	0.3	1.73	0.41	1.04	0.3	0.94	0.5
ผ่านตะแกรงขนาด 100 $\mu$	2.09	0.56	2.97	0.3	1.66	0.3	0.92	0.11	0.68	0.18

ตารางที่ 3 - 4 ปริมาณรวมของอนุภาคขนาดต่าง ๆ และอนุภาคสูญเสีย จากการสกัดด้วย jet mill จำนวน 5 รอบ

อนุภาค	ปริมาณ (% d.b.)
ค้ำตะแกรง 500 $\mu$	39.22
ผ่านตะแกรง 500 $\mu$ แต่ ค้ำตะแกรง 200 $\mu$	24.91
ผ่านตะแกรง 200 $\mu$ แต่ ค้ำตะแกรง 100 $\mu$	8.41
ผ่านตะแกรง 100 $\mu$	8.31
สูญเสีย	19.15
รวม	100



รูปที่ 3 - 4 การกระจายขนาดอนุภาคที่ได้จากการสกัดด้วย jet mill จำนวน 5 รอบ

### 3.3.3 สกัดสารเมือกจากเมล็ดแมงลักด้วยเครื่อง attrition mill

ตัวอย่างเมล็ดแมงลักที่สกัดน้ำมันแล้ว 100 กรัม นำมาสกัดสารเมือกออกด้วย attrition mill ปรับระยะห่างระหว่าง disc เป็น 0.1 เซนติเมตร ทำการทดลอง 2 ซ้ำ จากนั้นแยกขนาดอนุภาคที่ได้จากการสกัดด้วย air jet sieve ขนาด 500 , 200 และ 100  $\mu$  แสดงขั้นตอนการทดลองดังรูปที่ 2 - 9 ปริมาณอนุภาคต่าง ๆ ที่ได้จากการบวกรวมการ แสดงในตารางที่ 3 - 5

ตารางที่ 3 - 5 ปริมาณมวลอนุภาคต่าง ๆ ที่ได้จากการสกัดด้วย attrition mill

อนุภาค	ปริมาณ (x) (% d.b.)	$\pm$ SD
ค้ำตะแกรงขนาด 500 $\mu$	62.89	0.69
ผ่านตะแกรงขนาด 500 $\mu$	36.71	0.79
ผ่านตะแกรงขนาด 500 $\mu$ แต่ ค้ำตะแกรงขนาด 200 $\mu$	26.43	0.79
ผ่านตะแกรงขนาด 200 $\mu$	8.26	0.74
ผ่านตะแกรงขนาด 200 $\mu$ แต่ ค้ำตะแกรงขนาด 100 $\mu$	4.02	0.06
ผ่านตะแกรงขนาด 100 $\mu$	3.92	0.70

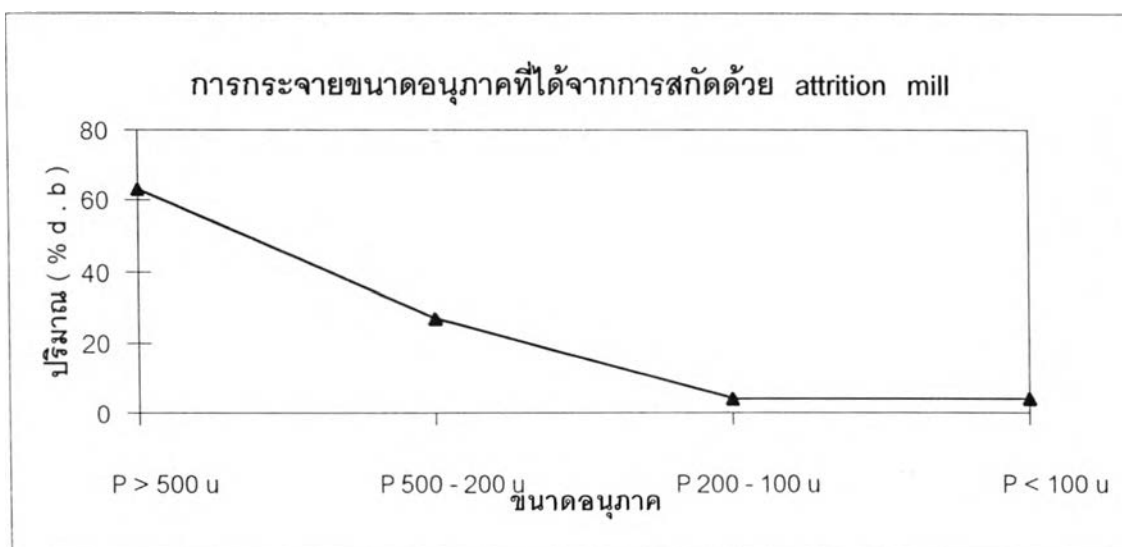
จากตารางที่ 3 - 5 พบว่า ไม่มีการสูญเสียหลังสกัด และได้ปริมาณอนุภาคค้ำตะแกรงขนาด 500  $\mu$  เป็น 62.89 % d.b. และปริมาณอนุภาคผ่านตะแกรง ขนาด 500  $\mu$  เป็น 36.71 % d.b. จากปริมาณอนุภาคที่นำมาแยกขนาดทั้งหมด 100.11 %d.b. ดังนั้น ปริมาณสูญเสียที่เกิดจากการแยกขนาดด้วยตะแกรง 500  $\mu$  เป็น 0.51 % d.b. จากปริมาณอนุภาคผ่านตะแกรงขนาด 500  $\mu$  ที่นำมาแยกขนาดด้วยตะแกรงขนาด 200  $\mu$  36.71% d.b. ได้ ปริมาณอนุภาคค้ำตะแกรงขนาด 200  $\mu$  26.43 % d.b. และปริมาณอนุภาคผ่านตะแกรงขนาด 200  $\mu$  8.26 % d.b. ดังนั้น ปริมาณสูญเสียที่เกิดจากการแยกขนาดด้วยตะแกรง 200  $\mu$  เป็น 2.02 % d.b.



และจากปริมาณอนุภาคผ่านตะแกรงขนาด 200  $\mu$  ที่นำมาแยกขนาดด้วยตะแกรงขนาด 100  $\mu$  8.26% d.b. ได้ปริมาณอนุภาคค้างตะแกรงขนาด 100  $\mu$  4.02 % d.b. และปริมาณอนุภาคผ่านตะแกรงขนาด 100  $\mu$  3.92% d.b. ดังนั้น ปริมาณสูญเสียที่เกิดจากการแยกขนาดด้วยตะแกรง 100  $\mu$  เป็น 0.32 % d.b. เพราะฉะนั้น ปริมาณอนุภาคที่สูญเสียจากกระบวนการทั้งหมด เป็น 2.74 % d.b. และแยกขนาดอนุภาคได้ 4 ขนาด คือ ค้างตะแกรง 500  $\mu$  (  $p > 500 \mu$  ), ผ่านตะแกรง 500  $\mu$  แต่ค้างตะแกรง 200  $\mu$  (  $p 500 - 200 \mu$  ), ผ่านตะแกรง 200  $\mu$  แต่ค้างตะแกรง 100  $\mu$  (  $p 200 - 100 \mu$  ) และผ่านตะแกรง 100  $\mu$  (  $p < 100 \mu$  ) ตารางที่ 3 - 6 แสดงปริมาณรวมอนุภาคขนาดต่าง ๆ และปริมาณสูญเสียจากกระบวนการสกัดด้วย attrition mill รูปที่ 3 - 5 แสดงการกระจายขนาดอนุภาคที่ได้จากกระบวนการสกัดด้วย attrition

ตารางที่ 3 - 6 ปริมาณรวมของอนุภาคขนาดต่าง ๆ และปริมาณสูญเสียจากการสกัดด้วย attrition mill

อนุภาค	ปริมาณ ( % d.b. )
ค้างตะแกรง 500 $\mu$	62.89
ผ่านตะแกรง 500 $\mu$ แต่ ค้างตะแกรง 200 $\mu$	26.43
ผ่านตะแกรง 200 $\mu$ แต่ ค้างตะแกรง 100 $\mu$	4.02
ผ่านตะแกรง 100 $\mu$	3.92
สูญเสีย	2.75
รวม	100



รูปที่ 3 - 5 การกระจายขนาดอนุภาคที่ได้จากการสกัดด้วย attrition mill

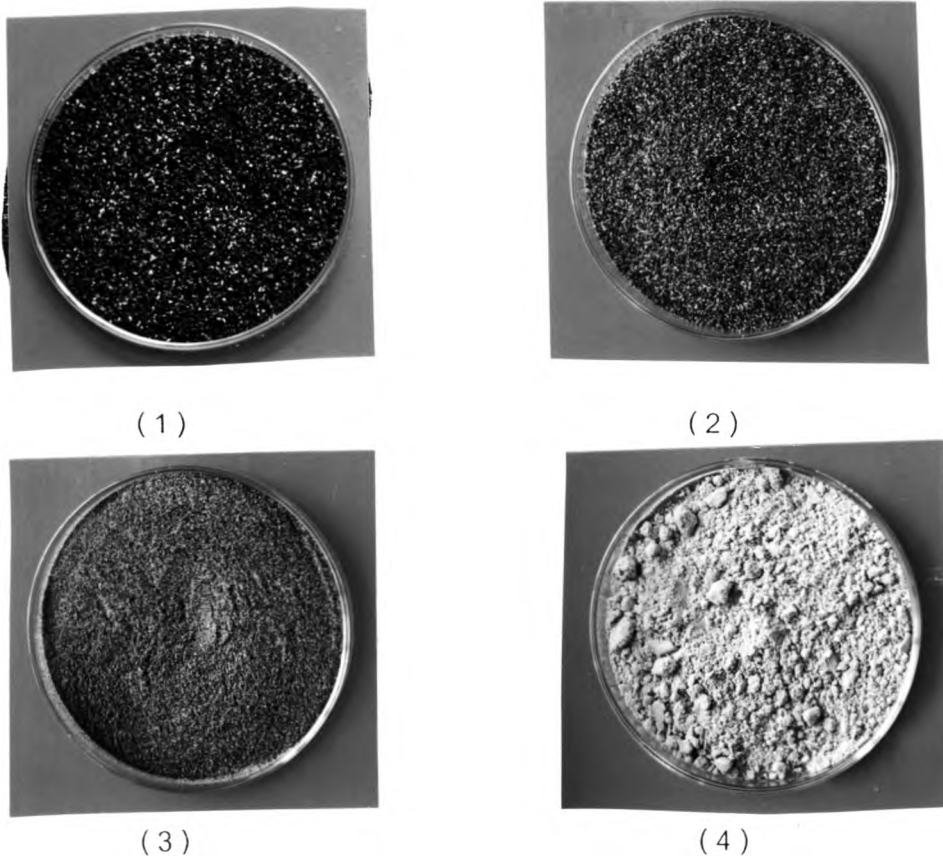
### 3.4 สมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่ได้จาก การสกัดแยก

จากการทดลองการสกัดสารเมือกจากเมล็ดแมงลักด้วยเครื่อง jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill จากนั้นแยกขนาดอนุภาคด้วยเครื่อง air jet sieve ขนาด 500 , 200 และ 100  $\mu$  ทำให้สามารถแยกขนาดอนุภาคได้ 4 ขนาด คือ ค้างตะแกรง 500  $\mu$  ( $p > 500 \mu$ ), ผ่านตะแกรง 500  $\mu$  แต่ค้างตะแกรง 200  $\mu$  ( $p 500 - 200 \mu$ ), ผ่านตะแกรง 200  $\mu$  แต่ค้างตะแกรง 100  $\mu$  ( $p 200 - 100 \mu$ ) และผ่านตะแกรง 100  $\mu$  ( $p < 100 \mu$ ) ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้น ในการทดลองนี้ จึงทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพ และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอนุภาค ได้แก่ ความหนาแน่น (bulk, tapped และ true density), ความสามารถในการถูกอัดได้, ความสามารถในการอุ้มน้ำ, ปริมาตรการพองตัวจำเพาะ, ปริมาณโปรตีน, ปริมาณเส้นใยหยาบ, ปริมาณเถ้า, ปริมาณความชื้น และปริมาณคาร์โบไฮเดรต ซึ่งสมบัติต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นตัวชี้ถึงประสิทธิภาพของการสกัด ดำเนินการทดลอง ดังแสดงในวิธีการทดลองศึกษาสมบัติทางกายภาพ และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแมงลักที่สกัดน้ำมันออกแล้ว ในวิธีการทดลองข้อ 2.4.2

### 3.4.1 ลักษณะอนุภาค

#### 3.4.1.1 ลักษณะอนุภาคที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ

อนุภาคที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ มีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ คือ อนุภาคขนาด  $> 500 \mu$  เป็นอนุภาคที่ส่วนใหญ่ยังคงลักษณะเมล็ดแมงลักเดิมก่อนสกัดสาร เมื่อกออยู่ และบางส่วนเกิดเป็นลักษณะของเปลือกเมล็ดที่แตกหักส่วนเนื้อในเมล็ดสีขาวหายไป, อนุภาคขนาด  $500 - 200 \mu$  เป็นอนุภาคสีน้ำตาลดำ, อนุภาคขนาด  $200 - 100 \mu$  เป็นอนุภาคสีน้ำตาล และ อนุภาคขนาด  $< 100 \mu$  เป็นอนุภาคละเอียดสีขาวอมน้ำตาล แสดงลักษณะอนุภาค ขนาด  $> 500 \mu$ ,  $500 - 200 \mu$ ,  $200 - 100 \mu$  และ  $< 100 \mu$  ที่สกัดได้จาก jet mill ดัง รูป ที่ 3 - 6

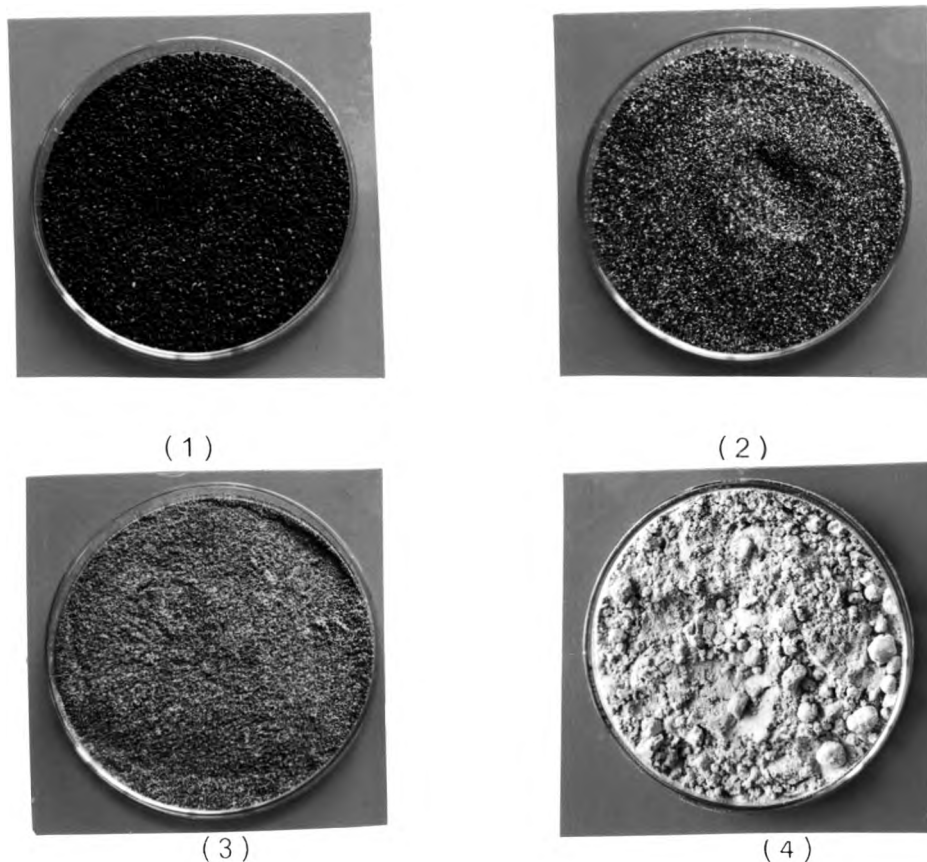


รูปที่ 3 - 6 ลักษณะอนุภาคที่สกัดได้จาก jet mill (1) ขนาดมากกว่า  $500 \mu$ , (2) อนุภาค ขนาด  $500 - 200 \mu$ , (3) อนุภาคขนาด  $200 - 100 \mu$  และ (4) ขนาดน้อยกว่า  $100 \mu$

### 3.4.1.2 ลักษณะอนุภาคที่สกัดได้จาก attrition mill

อนุภาคที่สกัดได้จาก attrition mill มีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ คือ อนุภาคขนาด  $> 500 \mu$  เป็นอนุภาคที่ส่วนใหญ่เป็นสีดำปนขาว ลักษณะคล้ายเนื้อในเมล็ดที่ถูกกระเทาะเปลือกออก อนุภาคบางส่วนยังคงลักษณะเดิมของเมล็ดอยู่ ส่วนอนุภาคขนาด  $500 - 200 \mu$  เป็นอนุภาคสีน้ำตาลดำ, อนุภาคขนาด  $200 - 100 \mu$  เป็นอนุภาคสีน้ำตาล และอนุภาคขนาด  $< 100 \mu$  เป็นอนุภาคละเอียดสีน้ำตาลอมขาว คล้ายกับอนุภาคที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ

แสดงลักษณะอนุภาคขนาด  $> 500 \mu$ ,  $500 - 200 \mu$ ,  $200 - 100 \mu$  และ  $< 100 \mu$  ที่สกัดได้จาก attrition mill ดังรูปที่ 3 - 7



รูปที่ 3 - 7 ลักษณะอนุภาคที่สกัดได้จาก attrition mill .

(1) ขนาดมากกว่า  $500 \mu$ , (2) อนุภาคขนาด  $500 - 200 \mu$ , (3) อนุภาคขนาด  $200 - 100 \mu$  และ (4) ขนาดน้อยกว่า  $100 \mu$



### 3.4.2 ความหนาแน่น

#### 3.4.2.1 bulk density (g/ml)

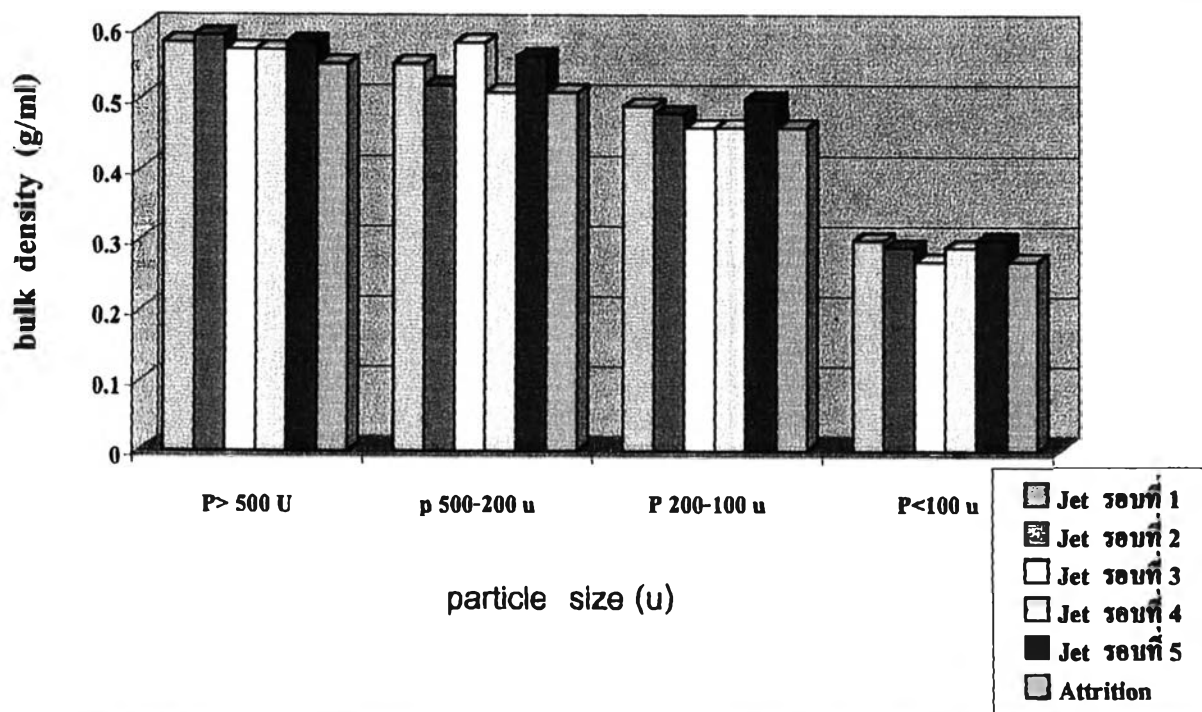
เป็นความหนาแน่นของกองผง ซึ่งมีค่าขึ้นอยู่กับการกระจายขนาดอนุภาค, รูปร่างของอนุภาค และแนวโน้มของอนุภาคที่จะเกาะติดกันเองภายในกองผง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่อนุภาคเรียงตัวกันในกระบอกตวง ซึ่งจะมีการเรียงตัวกันหลายรูปแบบ ถ้าเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ ก็จะมีช่องว่างระหว่างอนุภาคมาก กองผงนั้นก็มีความหนาแน่นต่ำ จากผลการทดลองจะเห็นว่า bulk density ของอนุภาคแต่ละขนาดที่ได้จาก jet mill ทั้ง 5 รอบ และ attrition mill มีค่าใกล้เคียงกัน แต่จะมีค่าลดลงเมื่อขนาดอนุภาคเล็กลง แสดงค่า bulk density ของอนุภาคต่าง ๆ ที่สกัดได้จากเครื่องมือทั้งสองเครื่อง ในตารางที่ 3 - 7 และรูปที่ 3 - 8

#### 3.4.2.2 tapped density (g/ml)

เป็นความหนาแน่นของอนุภาคที่ถูกอัด ทำให้อนุภาคมีการจัดเรียงกันแน่นขึ้น ช่องว่างระหว่างอนุภาคลดลง ดังนั้น ความหนาแน่นที่ได้จะมีค่ามากกว่าความหนาแน่นของกองผงเสมอ จากผลการทดลองจะเห็นว่า tapped density ของอนุภาคแต่ละขนาดที่ได้จาก jet mill ทั้ง 5 รอบ และ attrition mill มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดเล็กลง แสดงค่าความหนาแน่นของอนุภาคที่ถูกอัดของอนุภาคที่สกัดได้จากเครื่องมือทั้งสองเครื่อง ดังแสดงในตารางที่ 3 - 8 และรูปที่ 3 - 9

ตารางที่ 3 - 7 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ bulk density (g/ml) ของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill

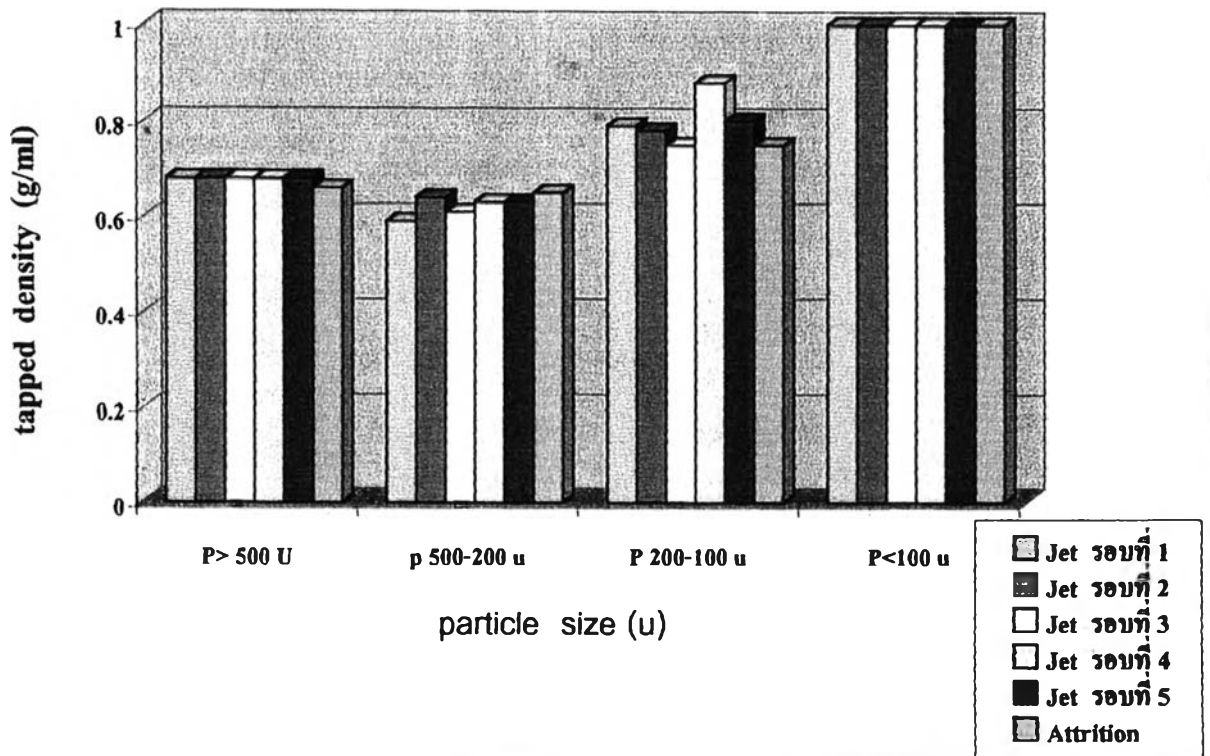
ชนิดเครื่องมือ	P > 500 $\mu$		P 500 - 200 $\mu$		P 200 - 100 $\mu$		P < 100 $\mu$	
	$\bar{X}$ (g/ml)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/ml)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/ml)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/ml)	$\pm$ SD
Jet รอบที่ 1	0.58	0.004	0.55	0.002	0.49	0.009	0.30	0.009
Jet รอบที่ 2	0.59	0.005	0.52	0.046	0.48	0.003	0.29	0.016
Jet รอบที่ 3	0.57	0.003	0.58	0.014	0.46	0.009	0.27	0.006
Jet รอบที่ 4	0.57	0.001	0.51	0.008	0.46	0.006	0.29	0.009
Jet รอบที่ 5	0.58	0.000	0.56	0.002	0.50	0.006	0.30	0.007
Attrition	0.55	0.016	0.51	0.002	0.46	0.000	0.27	0.021



รูปที่ 3 - 8 bulk density ของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill

ตารางที่ 3 - 8 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ tapped density (g/ml) ของ อนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill

ชนิดเครื่องมือ	P > 500 $\mu$		P 500 - 200 $\mu$		P 200 - 100 $\mu$		P < 100 $\mu$	
	$\bar{X}$ (g/ml)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/ml)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/ml)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/ml)	$\pm$ SD
Jet รอบที่ 1	0.68	0.02	0.59	0.01	0.79	0.02	1	0
Jet รอบที่ 2	0.68	0.02	0.64	0.05	0.78	0.23	1	0
Jet รอบที่ 3	0.68	0.02	0.61	0.12	0.75	0.07	1	0
Jet รอบที่ 4	0.68	0.02	0.63	0.04	0.88	0.11	1	0
Jet รอบที่ 5	0.68	0.02	0.63	0.05	0.80	0.00	1	0
Attrition	0.66	0.00	0.65	0.00	0.75	0.07	1	0



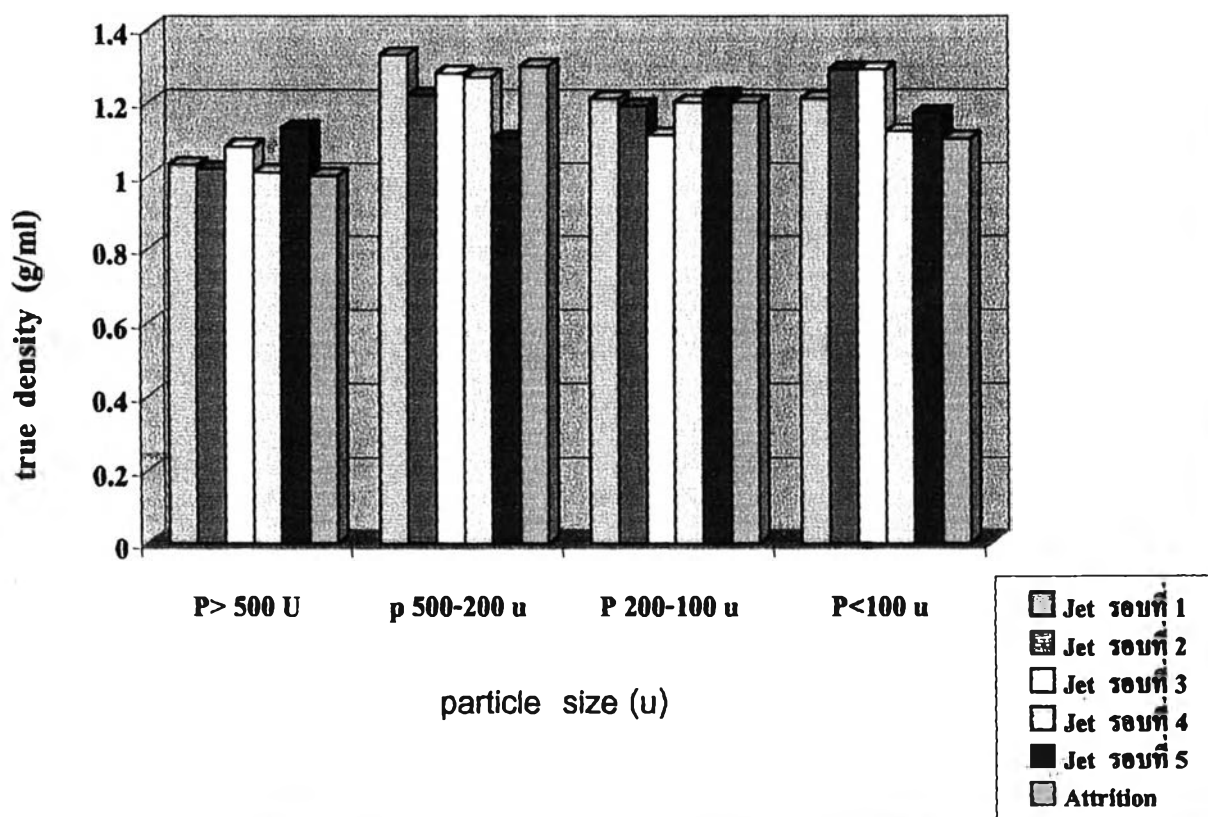
รูปที่ 3 - 9 tapped density ของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill

#### 3.4.2.3 true density (g/ml)

ความหนาแน่นจริงของอนุภาค มีความเกี่ยวพัน ในการใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของอนุภาค เช่น พื้นที่ผิว , ความพรุน และ อัตราเร็วในการตกตะกอนของอนุภาค การหาปริมาตรของอนุภาคเพื่อคำนวณความหนาแน่นจริง ต้องคำนึงถึงรูพรุน รอยแตก รอยร้าว ภายในเนื้อของอนุภาค ซึ่งปริมาตรก็จะเป็นปริมาตรของมวลสารเท่านั้น ไม่รวมปริมาตรของช่องว่างระหว่างอนุภาค ซึ่งต่างกับความหนาแน่นของกองผง ดังนั้น ของไหลที่นำมาใช้แทนที่ปริมาตรของอนุภาคต้องสามารถแทรกเข้าไปบรรจุในรูพรุนของอนุภาคได้อย่างสมบูรณ์ ในที่นี้ อนุภาคจากการสกัดเมล็ดแมงลักไม่ได้มีรูพรุนมากพอที่สังเกตได้ชัด ดังนั้นของไหลที่ใช้จึงเลือกของเหลวที่ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับอนุภาค คือ ไม่ทำให้อนุภาคพองตัว นั่น คือ เฮกเซน จากผลการทดลองจะเห็นว่า true density ของอนุภาคทุกขนาด ทั้งที่ได้จาก jet mill ทั้ง 5 รอบ และ attrition mill มีค่าใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วง 1 - 1.3 g/ml ซึ่งมีค่ามากกว่า ความหนาแน่นที่ไม่อัด และที่ถูกอัดของอนุภาค ในผลการทดลองข้อ 3.4.2.1 และ 3.4.2.2 แสดงค่าความหนาแน่นจริงของอนุภาคที่ได้จากการสกัดด้วยเครื่องมือทั้งสองเครื่อง ในตารางที่ 3 - 9 และรูปที่ 3 - 10

ตารางที่ 3 - 9 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ true density ( g/ml ) ของ อนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill

ชนิดเครื่องมือ	P > 500 $\mu$		P 500 - 200 $\mu$		P 200 - 100 $\mu$		P < 100 $\mu$	
	$\bar{X}$ ( g/ml )	$\pm$ SD	$\bar{X}$ ( g/ml )	$\pm$ SD	$\bar{X}$ ( g/ml )	$\pm$ SD	$\bar{X}$ ( g/ml )	$\pm$ SD
Jet รอบที่ 1	1.03	0.03	1.33	0.01	1.21	0.01	1.21	0.01
Jet รอบที่ 2	1.02	0.03	1.22	0.03	1.19	0.02	1.29	0.02
Jet รอบที่ 3	1.08	0.02	1.28	0.04	1.11	0.01	1.29	0.01
Jet รอบที่ 4	1.01	0.02	1.27	0.04	1.20	0.00	1.12	0.03
Jet รอบที่ 5	1.13	0.04	1.10	0.01	1.22	0.03	1.17	0.04
Attrition	1.00	0.00	1.30	0.00	1.20	0.00	1.10	0.00



รูปที่ 3 - 10 true density ของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill



### 3.4.3 ความสามารถในการถูกอัดได้ (compressibility) (%)

ความสามารถในการถูกอัดได้ ของอนุภาคขนาดเล็ก มีค่ามากกว่า อนุภาคขนาดใหญ่ นั่นคือค่าจะเพิ่มขึ้น เมื่อขนาดอนุภาคเล็กลง ดังแสดงในตารางที่ 3 - 10 และรูปที่ 3 - 11

### 3.4.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity ; WHC) (g/g)

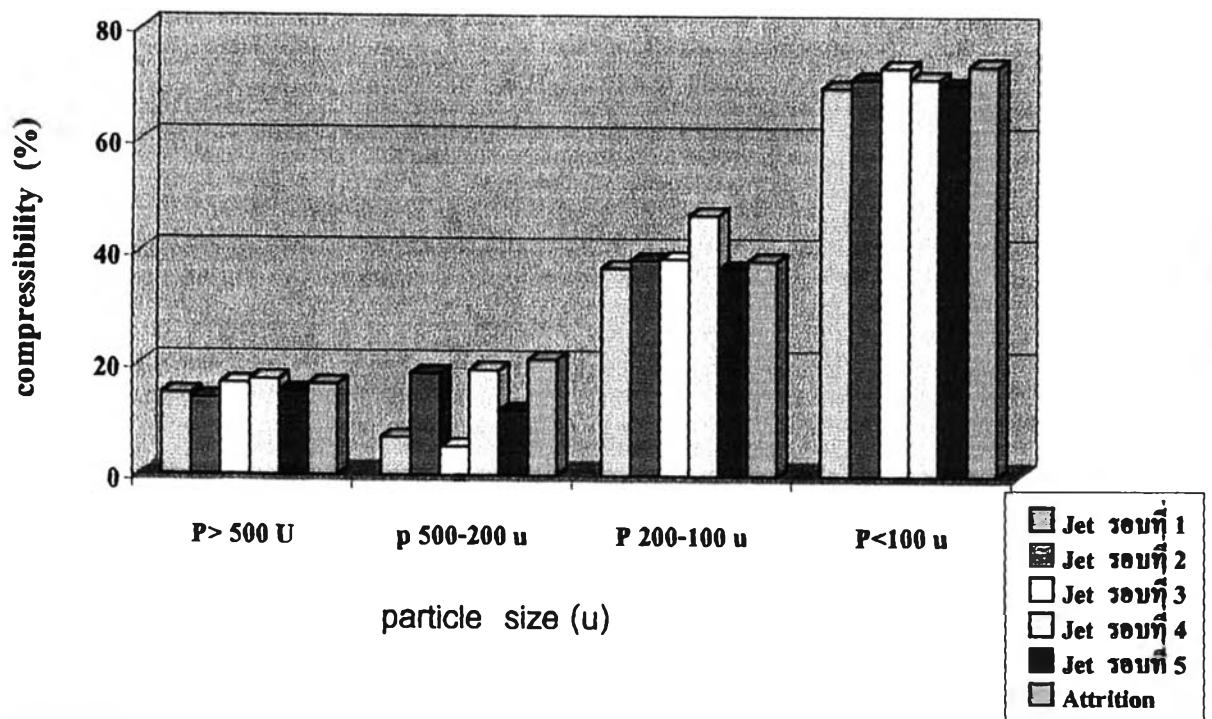
เป็นสมบัติสำคัญของสารเมือก ซึ่งจะบ่งชี้ว่า อนุภาคกลุ่มนั้น ๆ มีสารเมือกปนมากน้อยเพียงใด จากผลการทดลองพบว่า ความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด  $> 500$  ,  $500 - 200$  และ  $200 - 100$   $\mu$  ที่สกัดได้จาก jet mill มีค่าใกล้เคียงกัน และ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อกับอนุภาคอื่น ๆ ข้างต้น เช่นเดียวกับอนุภาคขนาด  $< 100$   $\mu$  ที่สกัดได้จาก attrition mill ก็มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำมากเมื่อเทียบกับอนุภาคอื่น ซึ่งจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้น อนุภาคขนาด  $> 500$   $\mu$  ที่มีค่าน้อยกว่า เมื่อเทียบกับอนุภาคขนาด ขนาด  $500 - 200$  และ  $200 - 100$   $\mu$  แสดงค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคที่สกัดได้จากเครื่องไมทั้ง สองเครื่องในตารางที่ 3 - 11 และ รูปที่ 3 - 12 และ แสดงลักษณะอนุภาคขนาด  $> 500$  ,  $500 - 200$  ,  $200 - 100$  และ  $< 100$   $\mu$  ขณะอุ้มน้ำ ที่สกัดได้จาก jet mill และ attrition mill ดังรูปที่ 3 - 13 ถึง 3 - 14 ตามลำดับ

### 3.4.5 ปริมาตรการพองตัวจำเพาะ (specific swelling volume) (ml/g)

เช่นเดียวกับค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาค นั่นคือ ปริมาตรการพองตัวจำเพาะ จะบ่งชี้ถึงสมบัติของสารเมือก และจากผลการทดลองก็จะเห็นว่า ปริมาตรการพองตัวจำเพาะของอนุภาค มีค่าแปรผันตาม ความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาค ดังแสดงในตารางที่ 3 - 12 และรูปที่ 3 - 15 และ แสดงลักษณะการพองตัวของอนุภาคที่สกัดได้จาก jet mill และ attrition mill ดัง รูปที่ 3 - 16 และ 3 - 17 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 - 10 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ความสามารถในการถูกอัดได้ (%) ของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill

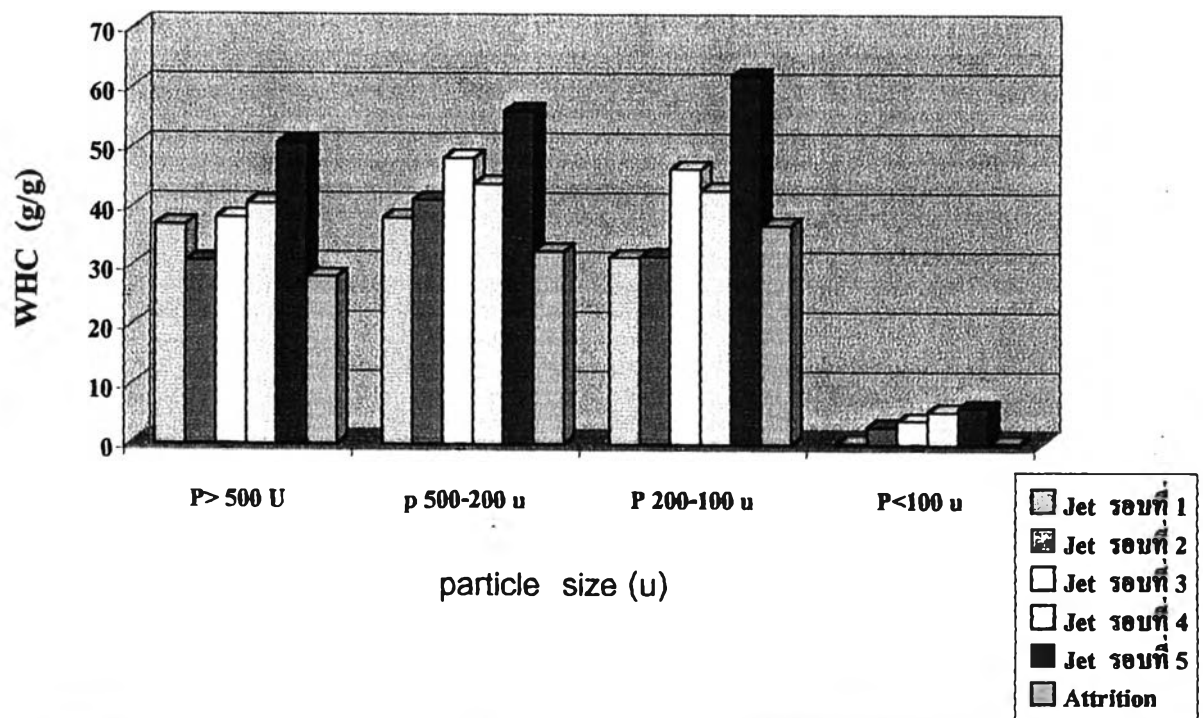
ชนิดเครื่องมือ	P > 500 $\mu$		P 500 - 200 $\mu$		P 200 - 100 $\mu$		P < 100 $\mu$	
	$\bar{X}$ (%)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%)	$\pm$ SD
Jet รอบที่ 1	14.72	3.43	6.82	2.14	37.06	0.62	69.60	0.85
Jet รอบที่ 2	13.89	2.79	18.35	14.16	38.45	2.19	71.10	1.56
Jet รอบที่ 3	16.57	2.44	5.22	0.40	38.72	6.59	73.20	0.57
Jet รอบที่ 4	17.29	2.62	18.95	6.53	46.62	5.83	71.25	0.92
Jet รอบที่ 5	15.09	2.90	11.67	5.61	37.00	0.71	70.05	0.71
Attrition	16.37	2.57	20.85	0.1	38.4	5.81	73.50	2.12



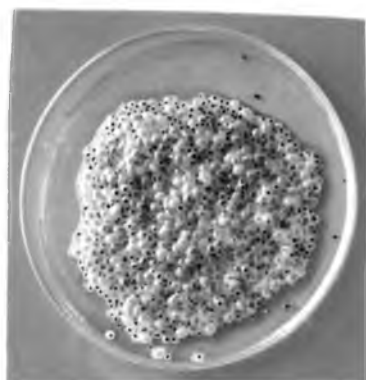
รูปที่ 3 - 11 ความสามารถในการถูกอัดได้ ของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill

ตารางที่ 3 - 11 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ความสามารถในการรุ่มน้ำ (g/g) ของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill

ชนิดเครื่องมือ	P > 500 $\mu$		P 500 - 200 $\mu$		P 200 - 100 $\mu$		P < 100 $\mu$	
	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD
Jet รอบที่ 1	36.96	4.02	38.05	0.82	31.43	1.8	0.30	0.14
Jet รอบที่ 2	30.83	2.31	41.06	2.63	31.54	0.78	2.95	0.92
Jet รอบที่ 3	38.17	1.79	48.15	3.32	46.34	5.75	4.00	0.14
Jet รอบที่ 4	40.55	0.92	43.81	4.09	42.71	1.26	5.50	0.57
Jet รอบที่ 5	50.60	5.65	56.02	7.23	61.86	1.49	6.09	0.26
Attrition	28.13	0.18	32.51	0.71	36.88	1.59	2.13	0.25



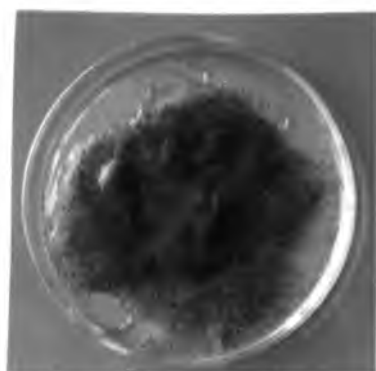
รูปที่ 3 - 12 ความสามารถในการรุ่มน้ำของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill



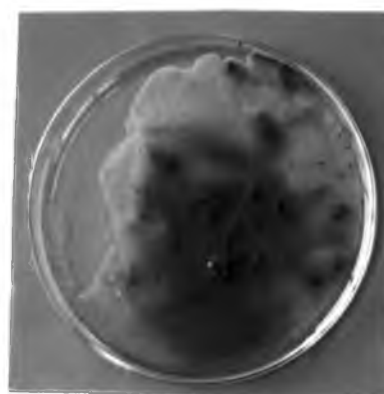
(1)



(2)

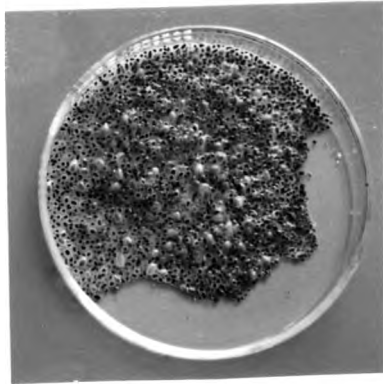


(3)

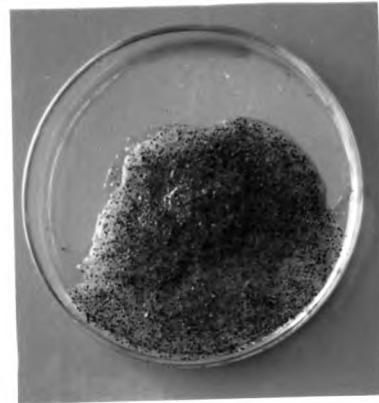


(4)

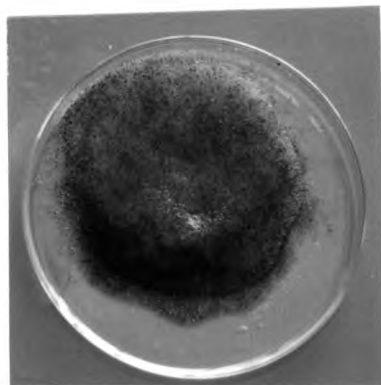
รูปที่ 3 - 13 ลักษณะอนุภาคที่สกัดได้จาก jet mill ขณะอุ้มน้ำ (1) ขนาดมากกว่า 500  $\mu$  ,  
(2) อนุภาคขนาด 500 - 200  $\mu$  , (3) อนุภาคขนาด 200 - 100  $\mu$   
และ (4) ขนาดน้อยกว่า 100  $\mu$



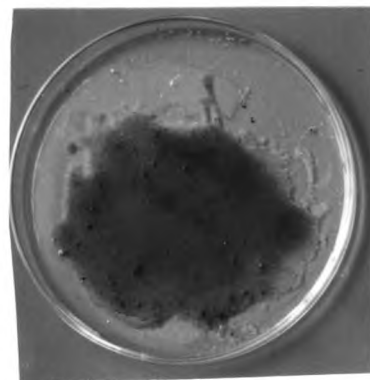
(1)



(2)



(3)

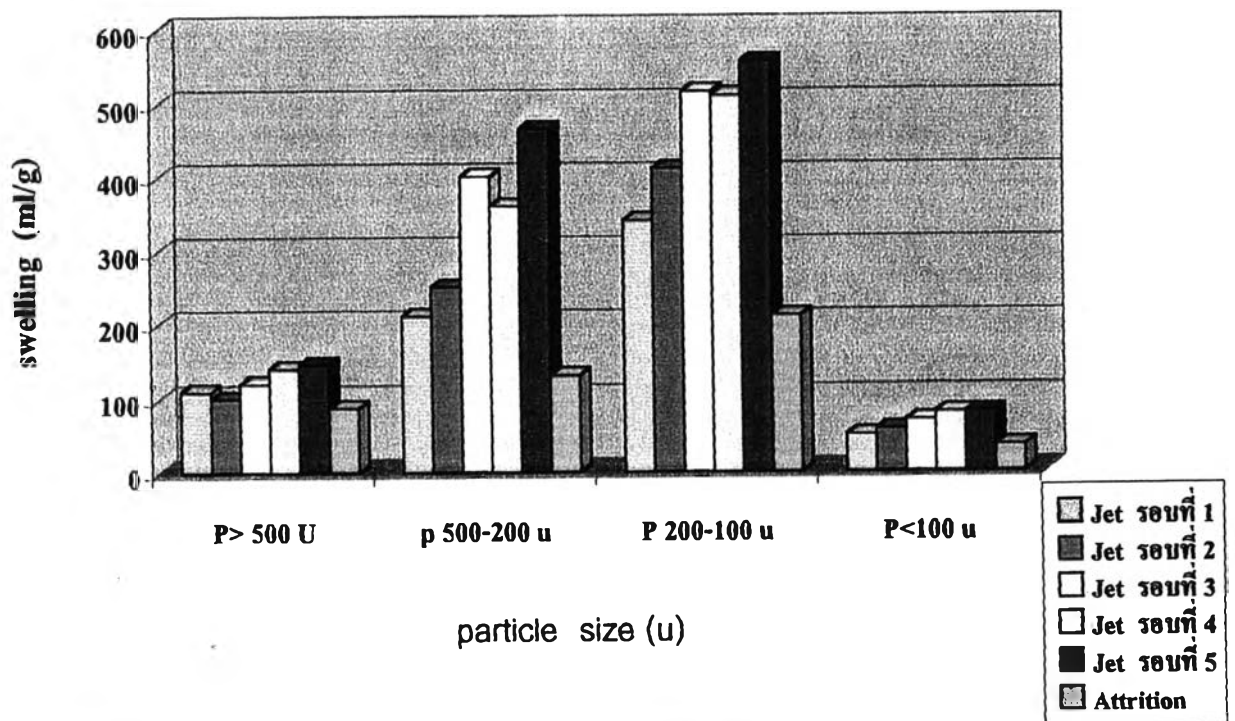


(4)

รูปที่ 3 - 14 ลักษณะอนุภาคที่สกัดได้จาก attrition mill ขณะอุ้มน้ำ  
(1) ขนาดมากกว่า 500  $\mu$  , (2) อนุภาคขนาด 500 - 200  $\mu$  ,  
(3) อนุภาคขนาด 200 - 100  $\mu$  และ (4) ขนาดน้อยกว่า 100  $\mu$

ตารางที่ 3 - 12 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ปริมาตรการพองตัวจำเพาะ ( ml/g )  
ของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill

ชนิดเครื่องมือ	P > 500 $\mu$		P 500 - 200 $\mu$		P 200 - 100 $\mu$		P < 100 $\mu$	
	$\bar{X}$ (ml / g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (ml / g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (ml / g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (ml / g)	$\pm$ SD
Jet รอบที่ 1	110	0	210	0	340	14.14	50	0
Jet รอบที่ 2	100	0	250	0	410	14.14	57.5	3.54
Jet รอบที่ 3	120	0	400	0	515	21.21	70	0
Jet รอบที่ 4	140	0	360	14.14	510	14.14	80	0
Jet รอบที่ 5	145	7.07	465	7.07	555	35.36	80	0
Attrition	87.5	3.54	130	28.28	210	14.14	35	7.07



รูปที่ 3 - 15 ปริมาตรการพองตัวจำเพาะของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ  
และ attrition mill



รูปที่ 3 - 16 ลักษณะ การพองตัวของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จากข้าวไปขวา คือ การพองตัวของอนุภาคขนาดมากกว่า  $500\mu$  ,  $500 - 200\mu$  ,  $200 - 100\mu$  และ น้อยกว่า  $100\mu$  ตามลำดับที่ความเข้มข้นของเมือก  $0.5\% w/v$



รูปที่ 3 - 17 ลักษณะการพองตัวของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก attrition mill จากขวาไปซ้าย คือ การพองตัวของอนุภาคขนาดมากกว่า  $500\mu$  ,  $500 - 200\mu$  ,  $200 - 100\mu$  และ น้อยกว่า  $100\mu$  ตามลำดับ ที่ความเข้มข้น  $0.5\% w/v$

### 3.4.6 องค์ประกอบทางเคมีของอนุภาค

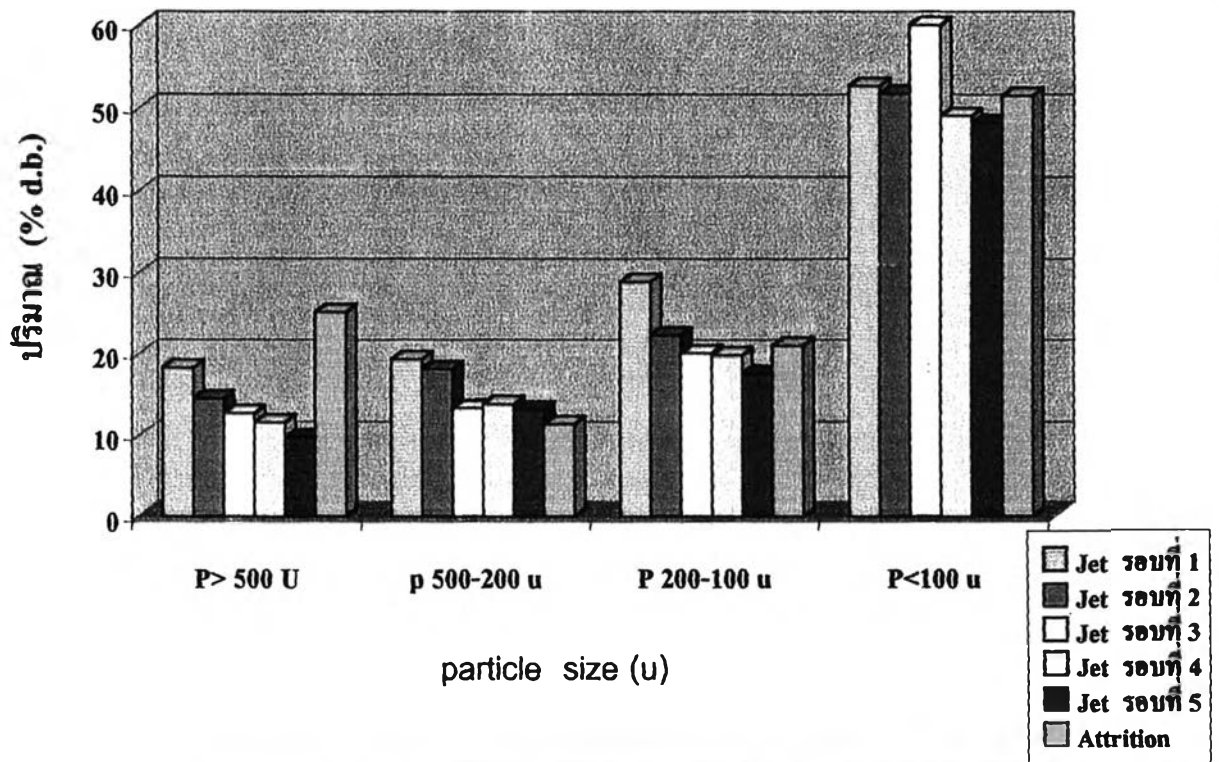
#### 3.4.6.1 ปริมาณโปรตีน (% d.b. )

โปรตีนเป็นองค์ประกอบที่พบเป็นอาหารสะสม ( endosperm ) ของเมล็ด นั่นคือเป็นส่วนของเนื้อเมล็ดซึ่งไม่พองตัว ดังนั้น กลุ่มของอนุภาคที่มีปริมาณโปรตีนสูง จะบ่งชี้ว่า มีส่วนเนื้อเมล็ดปนมาสูง และ ส่งผลให้สัดส่วนของสารเมือกที่มีในกลุ่มอนุภาคนั้นต่ำลง จากผลการทดลอง พบว่าปริมาณโปรตีนของอนุภาคที่สกัดได้จาก jet mill ค่าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดอนุภาคเล็กลง และ แต่ละขนาดอนุภาค เมื่อเพิ่มรอบของการโม่ ปริมาณโปรตีนยิ่งลดลง สำหรับปริมาณโปรตีนของอนุภาคที่สกัดได้จาก attrition mill พบว่า อนุภาคขนาด 500 - 200  $\mu$  มีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุดคือ 11.38 % d.b. และ อนุภาคขนาด < 100  $\mu$  มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดคือ 51.5 % d.b. ส่วนอนุภาคขนาด > 500 และ 200 - 100  $\mu$  มีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกัน คือ 25.1 และ 21.005 % d.b. ตามลำดับ แสดงปริมาณโปรตีนของอนุภาคแต่ละขนาดที่ได้จากการสกัดด้วยเครื่องมือทั้ง สอง เครื่อง ในตาราง ที่ 3 - 13 และ รูปที่ 3 - 18

ตารางที่ 3 - 13 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ปริมาณโปรตีน (%d.b. ) ของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill

ชนิดเครื่องมือ	P > 500 $\mu$		P 500 - 200 $\mu$		P 200 - 100 $\mu$		P < 100 $\mu$	
	$\bar{X}$ (%d.b. )	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%d.b. )	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%d.b. )	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%d.b. )	$\pm$ SD
Jet รอบที่ 1	18.22	0.09	19.25	2.05	28.85	0.26	52.69	0.22
Jet รอบที่ 2	14.47	1.05	18.10	1.16	22.23	0.14	51.76	0.01
Jet รอบที่ 3	12.70	0.91	13.30	0.01	20.08	0.12	60.00	0.52
Jet รอบที่ 4	11.55	0.81	13.81	0.34	19.81	1.15	49.08	1.38
Jet รอบที่ 5	9.69	1.70	13.14	0.33	17.50	0.26	48.19	0.57
Attrition	25.10	0.85	11.38	1.95	21.01	1.41	51.50	6.36





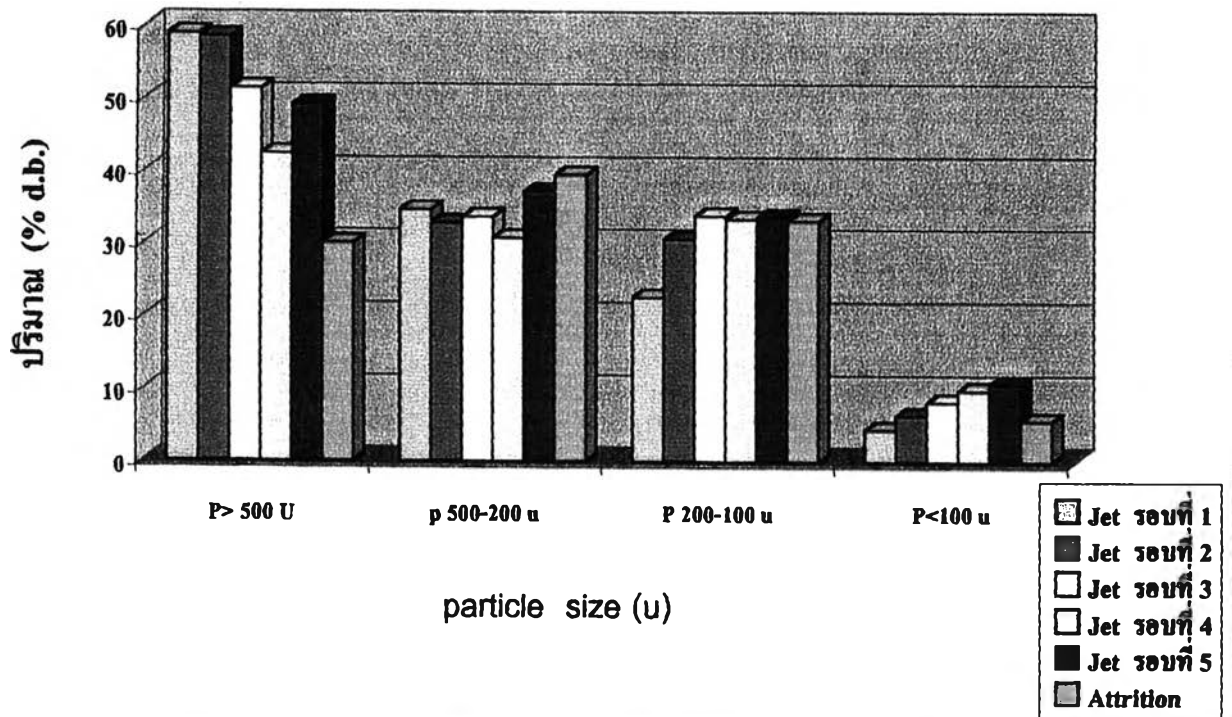
รูปที่ 3 - 18 ปริมาณโปรตีนของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mil

#### 3.4.6.2 ปริมาณเส้นใยหยาบ (% d.b.)

โดยส่วนใหญ่ปริมาณเส้นใยหยาบ จะหมายถึง ปริมาณ เซลลูโลส และ ปริมาณ ลิกนิน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่พบในส่วนเปลือกเมล็ด ขณะทำการทดลองสังเกต เห็นว่า หลังการย่อยด้วยกรดอ่อน และ ด่างอ่อน ซึ่งกากที่เหลือจากการย่อยจะเป็นปริมาณเส้นใย หยาบ สารเมือก ยังคงเหลือในส่วนของกาก ไม่ได้ถูกย่อยด้วย กรดอ่อน และ ด่างอ่อน ดังนั้น การมี ปริมาณเส้นใยหยาบสูงของอนุภาคจะบ่งชี้ถึงปริมาณสารเมือกที่สูงตามด้วย จากผลการทดลอง พบ ว่า ปริมาณเส้นใยหยาบมีค่า แปรผกผันกับปริมาณโปรตีน กล่าวคือ อนุภาคที่มีปริมาณโปรตีนสูงก็จะมีปริมาณเส้นใยต่ำ และในทางกลับกัน อนุภาคที่มีปริมาณโปรตีนต่ำก็จะมีปริมาณเส้นใยอยู่สูง ดัง แสดงในตารางที่ 3 - 14 และ รูปที่ 3 - 19

ตารางที่ 3 - 14 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ปริมาณเส้นใยหยาบ(%d.b.)  
ของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill

ชนิดเครื่องมือ	P > 500 $\mu$		P 500 - 200 $\mu$		P 200 - 100 $\mu$		P < 100 $\mu$	
	$\bar{X}$ (%d.b.)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%d.b.)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%d.b.)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%d.b.)	$\pm$ SD
Jet รอบที่ 1	58.85	0.06	34.62	0.06	22.58	2.07	4.45	0.27
Jet รอบที่ 2	58.46	0.06	32.80	0.52	30.59	0.01	6.40	0.59
Jet รอบที่ 3	51.41	1.73	33.63	0.04	33.81	0.71	8.23	0
Jet รอบที่ 4	42.40	1.04	30.70	0.72	33.30	0.01	9.90	0
Jet รอบที่ 5	49.15	0.63	37.17	0	33.55	1.24	10.74	0.38
Attrition	30.05	0.01	39.48	2.16	33.13	1.24	5.63	1.87



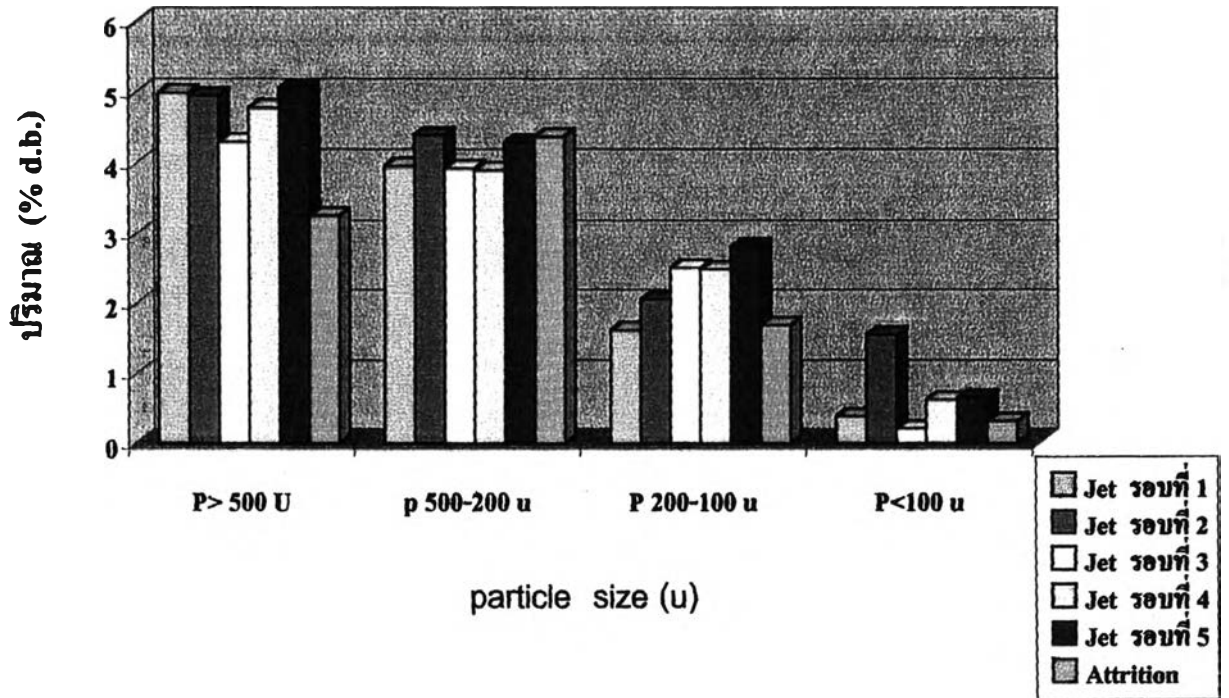
รูปที่ 3 - 19 ปริมาณเส้นใยหยาบของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ  
และ attrition mill

### 3.4.6.3 ปริมาณเก่า (% d.b. )

คือปริมาณสารอินทรีย์ที่เหลือภายหลังจากสารอินทรีย์ถูกเผาไหม้ไปด้วยอุณหภูมิสูงแล้ว ส่วนใหญ่จะหมายถึงแร่ธาตุต่าง ๆ ได้แก่ โปแตสเซียม , แคลเซียม , โซเดียม และ แมกนีเซียม ซึ่งโดยปกติ สารเมือกของเมล็ดจะพบในธรรมชาติในรูปของเกลือ โปแตสเซียม , แคลเซียม , โซเดียม และ แมกนีเซียม ดังนั้น ปริมาณเก่าอาจสามารถใช้บ่งบอกถึงปริมาณ สารเมือกได้อย่างคร่าวๆด้วย จากผลการทดลอง พบว่า สำหรับอนุภาคที่สกัดได้จาก jet mill ปริมาณเก่า มีค่าลดลง เมื่ออนุภาคมีขนาดเล็กลง แต่ สำหรับอนุภาคที่สกัดได้จาก attrition mill อนุภาคที่มีปริมาณเก่ามากที่สุดคืออนุภาคขนาด 500 - 200  $\mu$  รองลงมาคือ อนุภาคขนาด > 500  $\mu$  , 200 - 100  $\mu$  และ < 100  $\mu$  ตามลำดับ แสดงปริมาณเก่าของอนุภาคแต่ละขนาดที่ได้จากการสกัดด้วยเครื่องมือทั้งสอง เครื่อง ในตารางที่ 3 - 15 และ รูปที่ 3 - 20

ตารางที่ 3 - 15 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ปริมาณเก่า(%d.b.) ของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill

ชนิดเครื่องมือ	P > 500 $\mu$		P 500 - 200 $\mu$		P 200 - 100 $\mu$		P < 100 $\mu$	
	$\bar{X}$ (%d.b. )	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%d.b. )	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%d.b. )	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%d.b. )	$\pm$ SD
Jet รอบที่ 1	4.99	0.01	3.96	0.07	1.62	0	0.38	0.04
Jet รอบที่ 2	4.95	0.07	4.39	0.02	2.05	0.09	1.55	0.5
Jet รอบที่ 3	4.30	0.22	3.93	0.24	2.51	0.28	0.21	0
Jet รอบที่ 4	4.78	0.09	3.90	0.12	2.49	0.21	0.62	0.02
Jet รอบที่ 5	5.06	0.08	4.29	0.01	2.81	0.13	0.65	0.01
Attrition	3.26	0.06	4.37	0.19	1.69	0.16	0.31	0.03



รูปที่ 3 - 20 ปริมาณเก่าของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill 5 รอบ และ attrition mill

#### 3.4.6.4 ปริมาณความชื้น (% d.b.)

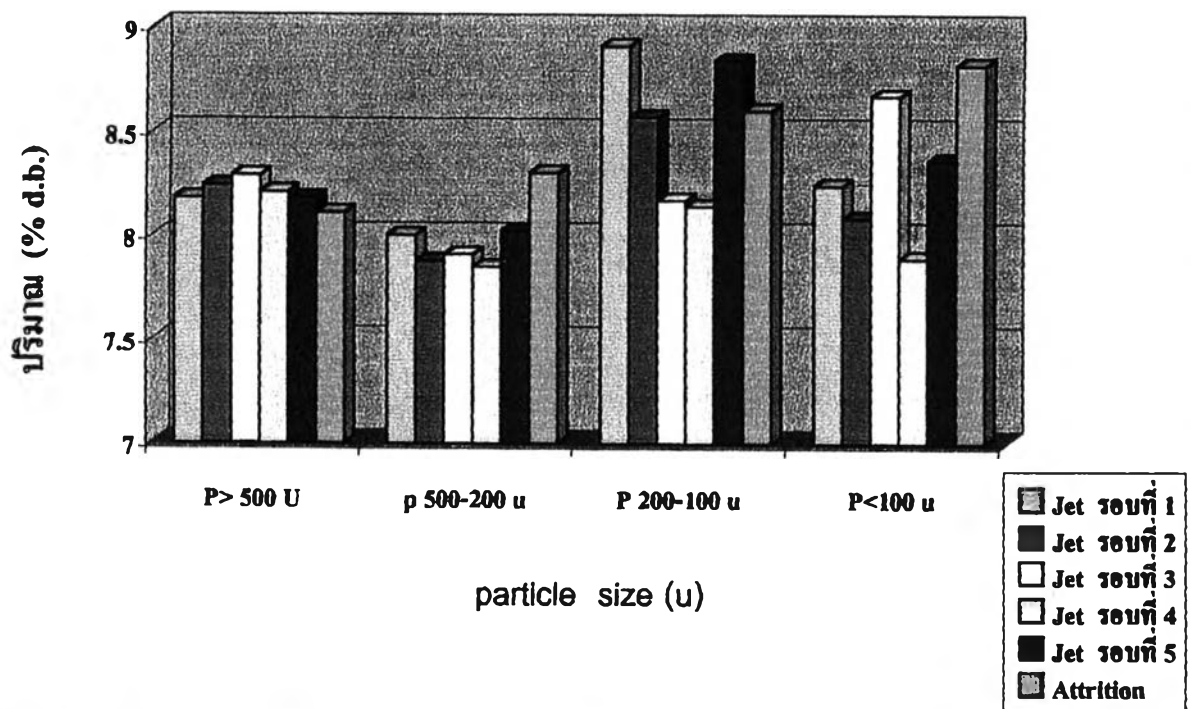
พบว่าปริมาณความชื้นของอนุภาคทุกขนาดที่สกัดได้จากเครื่องไม่ทั้งสองเครื่อง มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วง 8 - 9 % d.b. ดังแสดงในตารางที่ 3 - 16 และรูปที่ 3 - 21

#### 3.4.6.5 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (% d.b.)

โดยส่วนใหญ่หมายถึง ปริมาณแป้ง , เพคติน หรือ เฮมิเซลลูโลส ซึ่งถูกย่อยได้ด้วยกรดอ่อน และ ด่างอ่อน ผลการทดลองพบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของอนุภาค ขนาด 500 - 200 , 200 - 100 และ < 100  $\mu$  ที่สกัดได้จาก jet mill อยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 30 - 40 % d.b. แต่ อนุภาค ขนาด > 500  $\mu$  พบว่า อนุภาคที่ได้จากการไม่รอบแรกจะมีปริมาณต่ำ และ จะค่อย ๆ มีปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อรอบของการไม่เพิ่มขึ้น สำหรับ อนุภาคที่สกัดได้จาก attrition mill นั้น ปริมาณคาร์โบไฮเดรต มีค่าใกล้เคียงกันในอนุภาคทั้ง 4 ขนาด ดังแสดงในตารางที่ 3 - 17 และรูปที่ 3 - 22

ตารางที่ 3 - 16 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ปริมาณความชื้น (%d.b.) ของอนุภาค ขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill

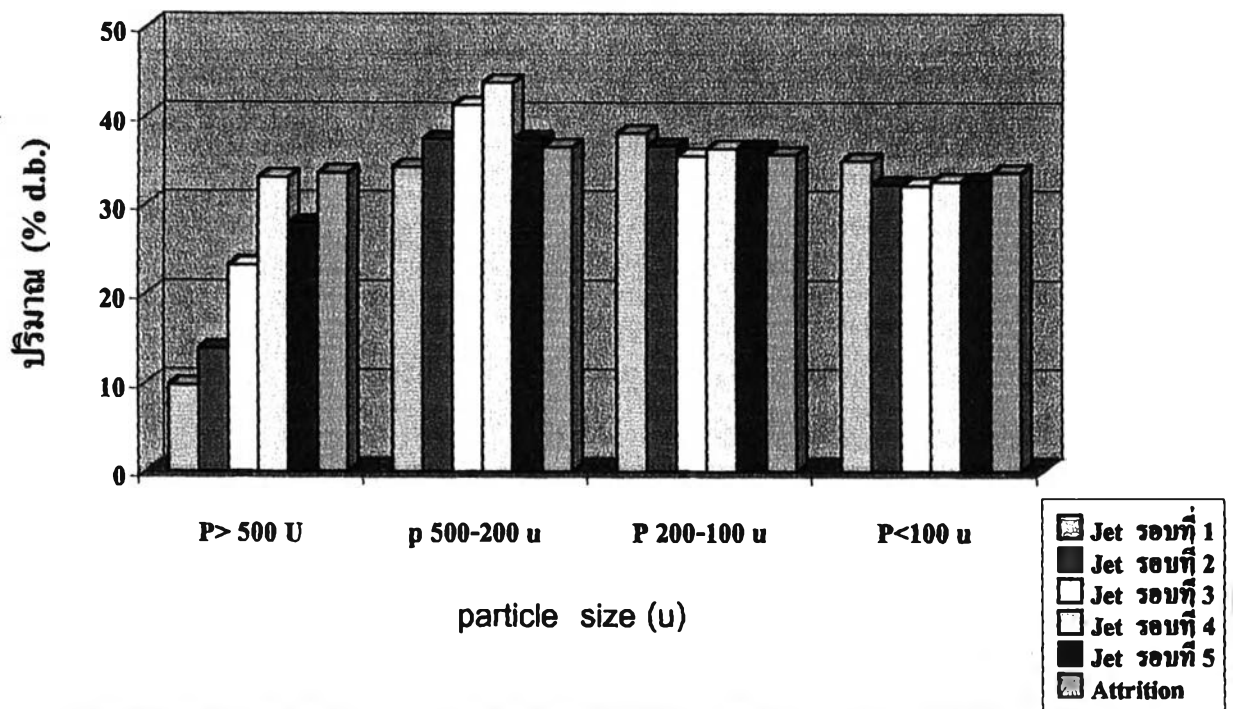
ชนิดเครื่องมือ	P > 500 $\mu$		P 500 - 200 $\mu$		P 200 - 100 $\mu$		P < 100 $\mu$	
	$\bar{X}$ (%d.b)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%d.b)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%d.b)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%d.b)	$\pm$ SD
Jet รอบที่ 1	8.18	0.08	8.00	0.04	8.91	0.30	8.24	0
Jet รอบที่ 2	8.24	0.04	7.88	0.17	8.57	0.06	8.08	0.17
Jet รอบที่ 3	8.29	0.05	7.91	0.07	8.17	0.23	8.67	0.28
Jet รอบที่ 4	8.21	0.01	7.85	0.04	8.14	0.20	7.89	0.31
Jet รอบที่ 5	8.18	0.06	8.02	0.26	8.84	0.37	8.36	0.14
Attrition	8.11	0.15	8.30	0	8.60	0.14	8.82	0.12



รูปที่ 3 - 21 ปริมาณความชื้นของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill

ตารางที่ 3 - 17 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต(%d.b.) ของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mill

ชนิดเครื่องมือ	P > 500 $\mu$		P 500 - 200 $\mu$		P 200 - 100 $\mu$		P < 100 $\mu$	
	$\bar{X}$ (%d.b.)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%d.b.)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%d.b.)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (%d.b.)	$\pm$ SD
Jet รอบที่ 1	9.76	0.06	34.18	2.1	38.05	2.63	34.85	0.52
Jet รอบที่ 2	13.89	0.97	37.34	1.49	36.57	0	32.22	0.08
Jet รอบที่ 3	23.28	0.99	41.24	0.26	35.44	1.1	32.09	0.42
Jet รอบที่ 4	33.05	0.12	43.75	0.55	36.28	0.98	32.52	1.67
Jet รอบที่ 5	27.93	1.05	37.39	0.06	36.33	1.27	32.58	1.05
Attrition	33.54	0.76	36.48	0.4	35.59	3.09	33.52	4.97



รูปที่ 3 - 22 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่สกัดได้จาก jet mill จำนวน 5 รอบ และ attrition mil

### 3.5 อิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของสารเมือก

จากผลการทดลองข้อที่ 3.4 พบว่า อนุภาคขนาด 500 - 200  $\mu$  และ อนุภาคขนาด 200 - 100 $\mu$  มีสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบเคมี ที่ประเมินได้ว่า อนุภาคทั้งสองขนาด เป็นสารเมือก ส่วนอนุภาคขนาด มากกว่า 500  $\mu$  เป็นส่วนกากเมล็ดที่ผ่านการสกัดเอาสารเมือกออกแล้ว แต่สกัดออกได้ไม่หมด และ อนุภาคขนาด น้อยกว่า 100  $\mu$  เป็น ส่วนเนื้อเมล็ดที่ประกอบด้วยโปรตีนเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของสารเมือกนี้ จึงทำการทดลองโดยนำ อนุภาคขนาด 500 - 200  $\mu$  และ 200 - 100  $\mu$  มาศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ อิทธิพลของอุณหภูมิ , พีเอช และ ความเข้มข้นของเกลือต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยแปรผัน อุณหภูมิ เป็น 0 , 20 , 40 และ 60 องศาเซลเซียส สำหรับการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ และ แปรผันค่าพีเอชเป็น 3 , 6 , 9 และ 12 สำหรับการศึกษาอิทธิพลของพีเอชต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ และ สำหรับการศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของเกลือ ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ ทำการศึกษา ถึงผลของความเข้มข้นของสารละลายเกลือ 2 ชนิด คือ สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ และ สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยแปรผันความเข้มข้นของสารละลายเกลือทั้ง 2 ชนิดเป็น 0.01 , 0.1 และ 1.0 M ตามลำดับ ผลการทดลองการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ พบว่า ความสามารถในการอุ้มน้ำของสารเมือกลดลงเมื่อ อุณหภูมิสูงขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3 - 18 จะเห็นว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 500 - 200  $\mu$  ที่สกัดด้วย jet mill หุกรอบ มีค่าลดลง ดังแสดงใน รูปที่ 3 - 23 ซึ่งผลในการทำงานนี้ก็พบในอนุภาคขนาด 500 - 200 และ 200 - 100  $\mu$  ที่สกัดด้วย attrition mill คืออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคลดลงเช่นกันดังแสดงในรูปที่ 3 - 25

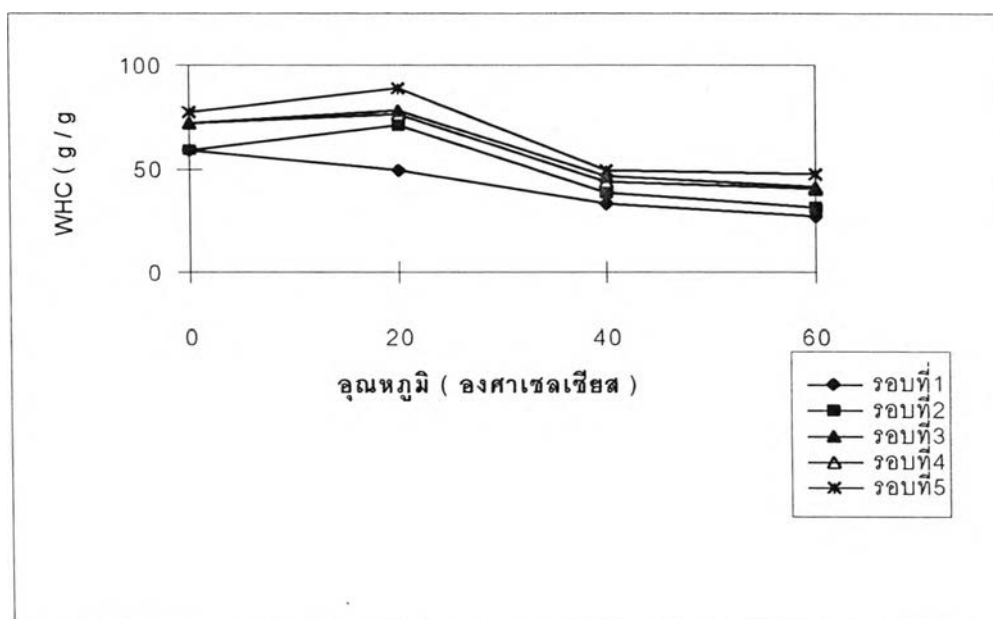
ผลการศึกษาอิทธิพลของพีเอช พบว่า สารเมือกจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้สูงเมื่อค่าพีเอชค่อนข้างเป็นกลาง หรือมีความเป็นกรดและด่างเล็กน้อย แต่เมื่อค่าพีเอชสูงขึ้นหรือต่ำลง มาก ๆ ความสามารถในการอุ้มน้ำของสารเมือกจะลดลง ดังแสดงในตารางที่ 3- 9 และแสดงผลของพีเอชต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 500 - 200  $\mu$  ที่สกัดได้จาก jet mill แต่หุรอบ, ผลของพีเอชต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 200 - 100  $\mu$  ที่สกัดได้จาก jet mill แต่หุรอบ และผลของพีเอชต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 500- 200 และ 200 - 100 $\mu$  ที่สกัดได้จาก attrition mill ในรูปที่ 3 - 26 ถึง 3 - 28

และ ผลการศึกษาอิทธิพลของสารละลายเกลือ พบว่า สารละลายเกลือ มีผลต่อการลดลงของความสามารถในการอุ้มน้ำของสารเมือก คือเกลือทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของสารเมือกลดลง โดยที่เกลือแคลเซียมคลอไรด์มีผลทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของสารเมือกลดลงมากกว่าเกลือโซเดียมคลอไรด์ ดังแสดงในตารางที่ 3 - 20 และสำหรับการกระจายตัวของเมือกในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเกลือเพิ่มขึ้นความสามารถในการอุ้มน้ำยิ่งลดลง ดังแสดงผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 500 - 200 และ 200 - 100  $\mu$  ที่สกัดได้จาก jet mill แต่ละรอบในรูปที่ 3 - 29 ถึง 3 - 30 และผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 500 - 200 และ 200 - 100  $\mu$  ที่สกัดได้จาก attrition mill ในรูปที่ 3 - 31 แต่การกระจายตัวของเมือกในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ พบว่า ความสามารถในการอุ้มน้ำมีค่าต่ำที่สุดเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเกลือเป็น 0.1 โมลาร์ และมีค่าสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเกลือเป็น 1.0 โมลาร์ และ 0.01 โมลาร์ ตามลำดับ ดังแสดงผลของเกลือแคลเซียมคลอไรด์ ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 500 - 200 และ 200 - 100  $\mu$  ที่สกัดได้จาก jet mill แต่ละรอบในรูปที่ 3 - 32 ถึง 3 - 33 และผลของเกลือแคลเซียมคลอไรด์ ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 500 - 200 และ 200 - 100  $\mu$  ที่สกัดได้จาก attrition mill ในรูปที่ 3 - 34

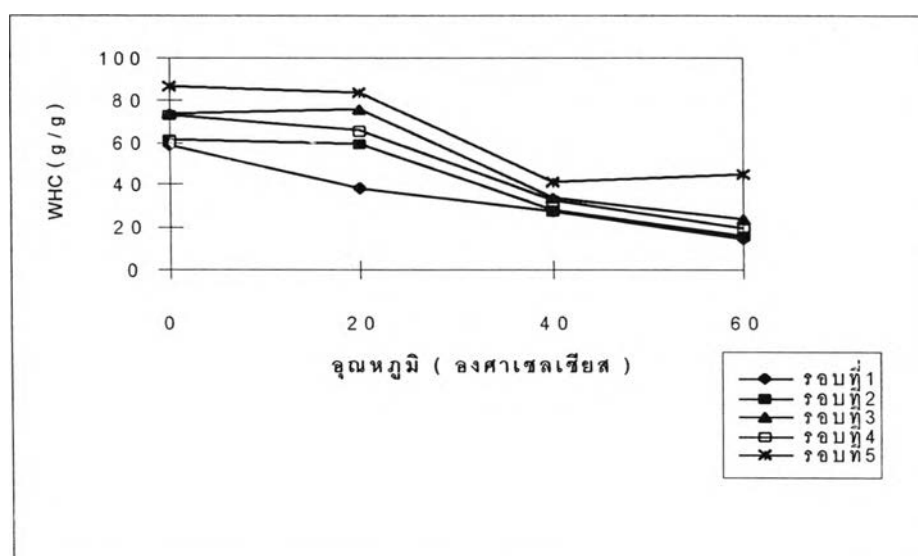


ตารางที่ 3 - 18 อิทธิพลของอุณหภูมิต่อความสามารถในการชุ่มน้ำของสารเมือก

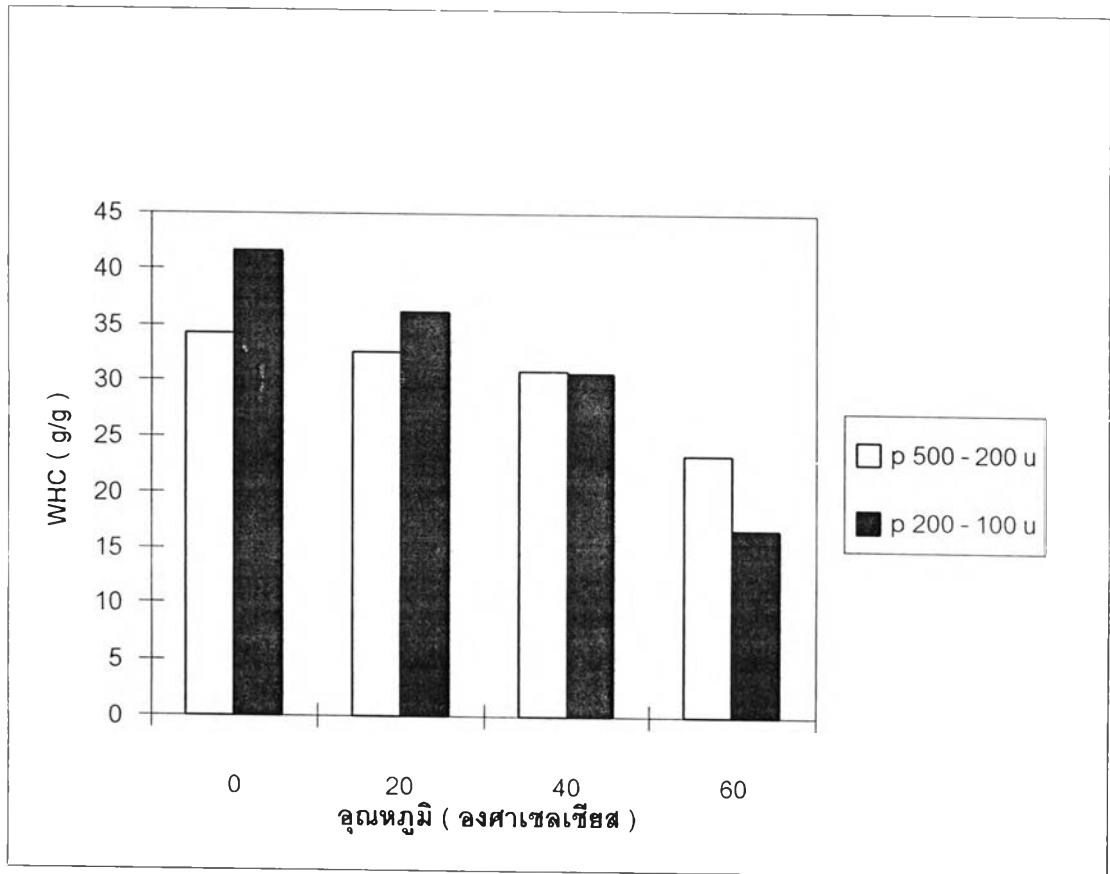
ชนิดเครื่องมือ และขนาดอนุภาค	อุณหภูมิ ( องศาเซลเซียส )							
	0		20		40		60	
	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD
Jet รอบที่ 1								
P 500 - 200 $\mu$	58.45	0.67	48.34	2.51	32.8	2.73	26.41	0.07
P 200 - 100 $\mu$	58.54	1.16	37.77	4.38	27.48	0.03	14.65	2.05
Jet รอบที่ 2								
P 500 - 200 $\mu$	58.21	1.26	70.76	2.04	38.27	0.09	30.75	0.22
P 200 - 100 $\mu$	60.94	2.74	58.89	2.79	27.70	0.28	15.49	0.44
Jet รอบที่ 3								
P 500 - 200 $\mu$	71.74	3.58	77.78	1.58	46.24	1.1	40.43	1.09
P 200 - 100 $\mu$	73.25	0.07	75.53	1.32	33.73	1.09	23.72	4.22
Jet รอบที่ 4								
P 500 - 200 $\mu$	71.81	1.15	76.35	2.16	43.32	0.45	40.17	0.23
P 200 - 100 $\mu$	72.57	2.6	65.40	6.25	32.50	0	19.23	1.6
Jet รอบที่ 5								
P 500 - 200 $\mu$	77.00	0	88.45	2.62	48.46	2.19	47.28	1.58
P 200 - 100 $\mu$	86.53	5.05	83.71	7.17	41.08	0.54	44.27	1.32
Attrition								
P 500 - 200 $\mu$	34.15	1.2	32.63	0.88	31	1.41	23.4	0.57
P 200 - 100 $\mu$	41.65	0.5	36.15	0.5	30.70	0.28	16.70	0.85



รูปที่ 3 - 23 อิทธิพลของอุณหภูมิต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 500 - 200  $\mu$  ที่สกัดได้จาก jet mill



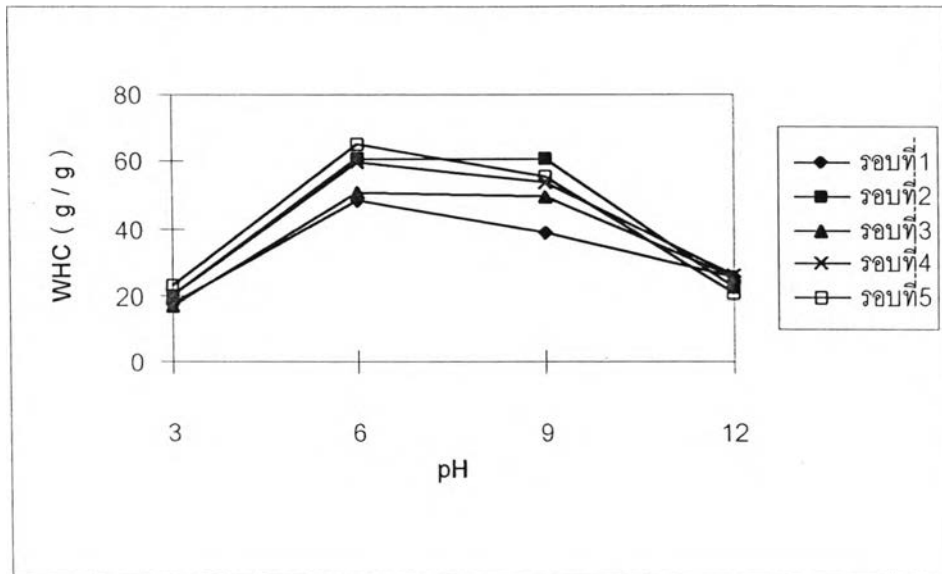
รูปที่ 3 - 24 อิทธิพลของอุณหภูมิต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 200 - 100  $\mu$  ที่สกัดได้จาก jet mill



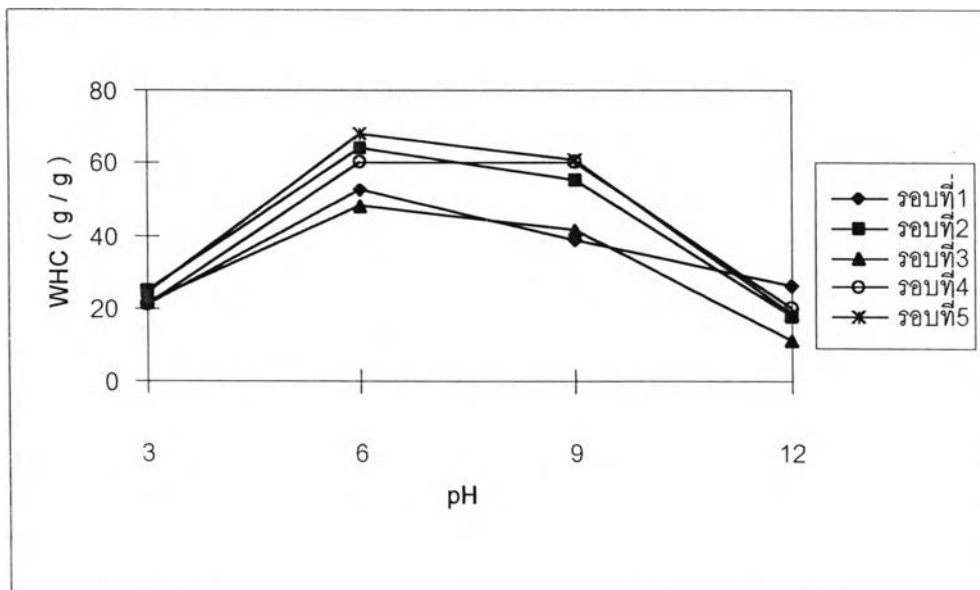
รูปที่ 3 - 25 อิทธิพลของอนุภาคต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 500 - 200 และ 200 - 100  $\mu$  ที่สกัดได้จาก attrition mill

ตารางที่ 3 - 19 อิทธิพลของ พีเอช ต่อความสามารถในการร่อนน้ำของสารเมือก

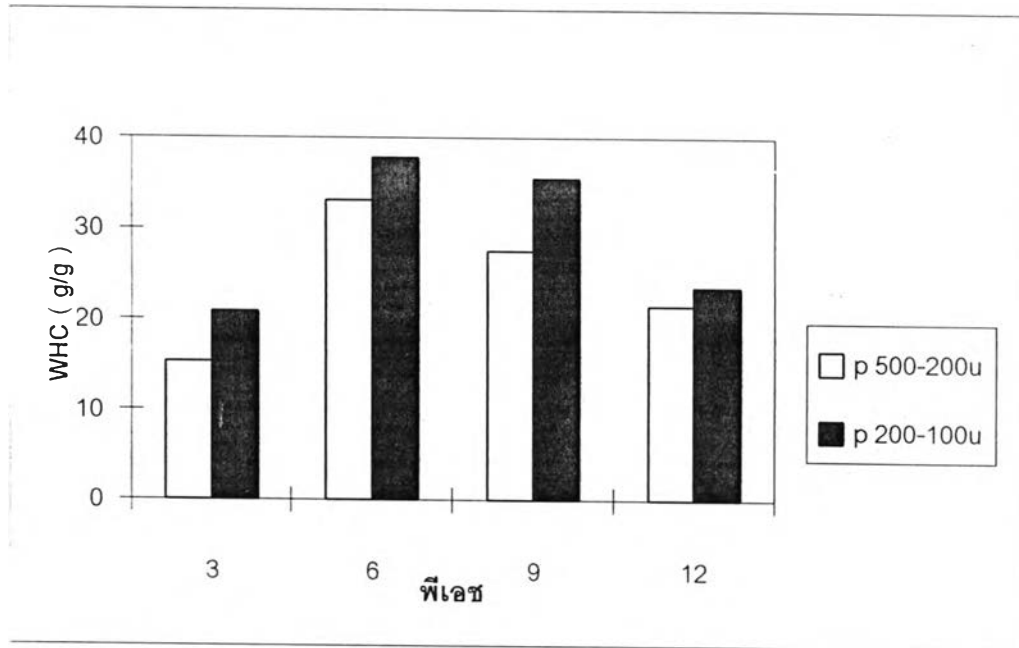
ชนิดเครื่องมือ และขนาดอนุภาค	พีเอช							
	3		6		9		12	
	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD
Jet รอบที่ 1								
P 500 - 200 $\mu$	17.31	0.16	48.35	2.5	38.69	1.15	25.23	0.33
P 200 - 100 $\mu$	20.98	0.17	52.33	0.98	38.75	1.11	26.02	0.3
Jet รอบที่ 2								
P 500 - 200 $\mu$	19.72	0.02	60.92	0.37	60.55	0.77	22.53	2.21
P 200 - 100 $\mu$	24.78	0.55	63.81	1.97	55.26	0.09	17.50	1.7
Jet รอบที่ 3								
P 500 - 200 $\mu$	17.11	1	50.53	0.75	49.29	2	25.20	4.96
P 200 - 100 $\mu$	21.36	1.08	47.75	1.82	41.11	0.92	11.17	1.63
Jet รอบที่ 4								
P 500 - 200 $\mu$	19.70	0.57	59.55	0.78	53.56	4.17	26.08	0.82
P 200 - 100 $\mu$	20.80	0.28	60.13	1.6	60.15	0.21	20.10	0.08
Jet รอบที่ 5								
P 500 - 200 $\mu$	22.93	1.49	64.79	2.36	55.25	1.49	20.35	0.49
P 200 - 100 $\mu$	24.04	0.52	67.88	1.58	60.61	0.01	18.29	0.74
Attrition								
P500 - 200 $\mu$	15.30	0.28	33.19	0.18	27.5	0.71	21.5	0.71
P 200 - 100 $\mu$	21.00	1.41	37.80	0.42	35.50	0.71	23.50	0.71



รูปที่ 3 - 26 อิทธิพลของ พีเอช ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 500 - 200  $\mu$  ที่สกัดได้จาก jet mill



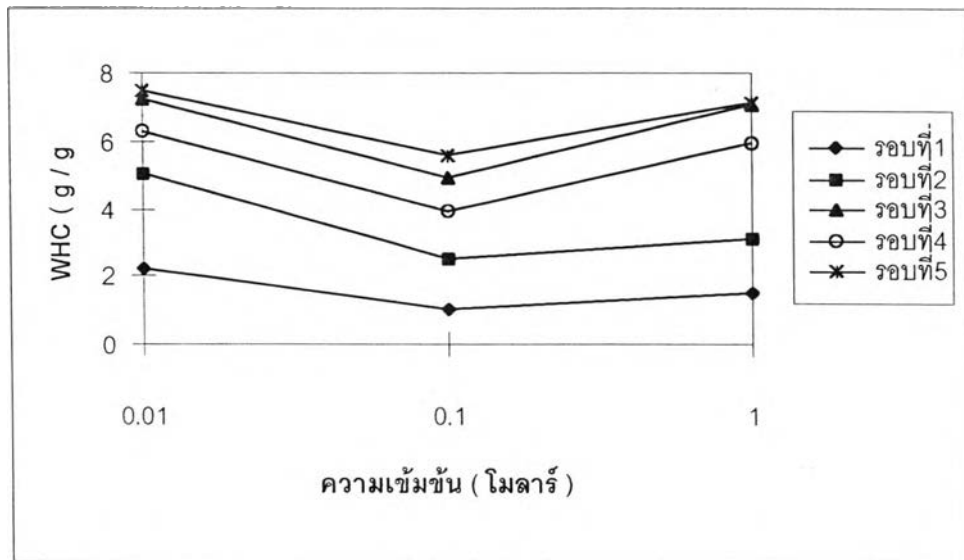
รูปที่ 3 - 27 อิทธิพลของ พีเอช ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 200 - 100  $\mu$  ที่สกัดได้จาก jet mill



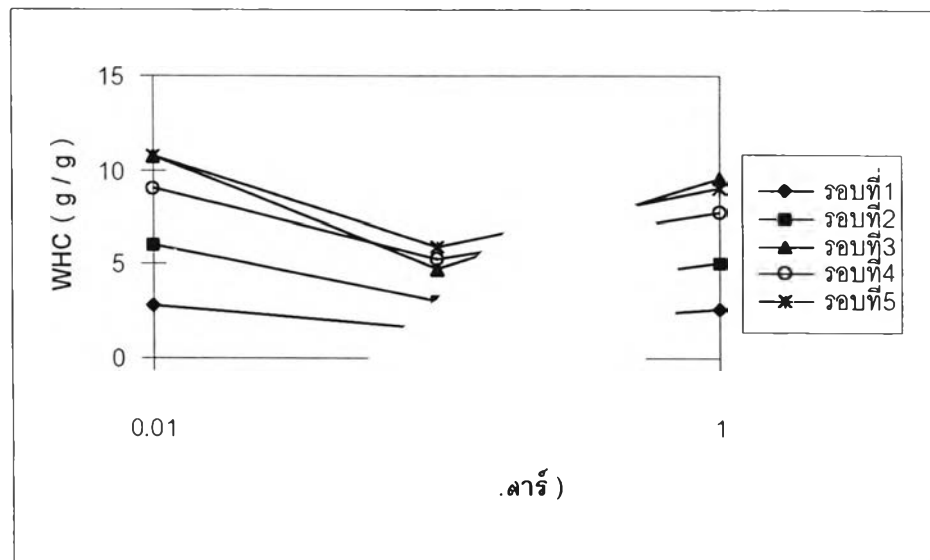
รูปที่ 3 - 28 อิทธิพลของ พีเอช ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 500 - 200 และ 200 - 100  $\mu$  ที่สกัดได้จาก attrition mill

ตารางที่ 3 - 20 อิทธิพลของความเข้มข้นของเกลือต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของสารเมือก

ชนิดเครื่องมือ และขนาดอนุภาค	สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์						สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์					
	0.01 M		0.1 M		1.0 M		0.01 M		0.1 M		1.0 M	
	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD	$\bar{X}$ (g/g)	$\pm$ SD
Jet รอบที่ 1												
P 500 - 200 $\mu$	1.51	0.007	1	0	2.2	0	12.85	0.495	6	0	3.35	0.212
P 200 - 100 $\mu$	2.59	0.021	1.55	0.071	2.74	0.049	9.9	0.141	4.2	0	1.7	0.141
Jet รอบที่ 2												
P 500 - 200 $\mu$	3.1	0.283	2.5	0	5.06	0.078	9.69	0.156	4.4	0	1.8	0
P 200 - 100 $\mu$	5.06	0.078	3.05	0.212	5.95	0.071	12.95	0.071	4.25	0.071	2.3	0
Jet รอบที่ 3												
P 500 - 200 $\mu$	7.06	0.078	4.92	0.396	7.23	0.035	16.82	0.021	7.16	0.064	3.58	0.035
P 200 - 100 $\mu$	9.505	0.714	4.7	0	10.74	1.322	21.75	1.641	9.85	0.495	7.74	0.191
Jet รอบที่ 4												
P 500 - 200 $\mu$	5.9	0.007	3.89	0.014	6.26	0.085	26.32	1.209	6.88	1.160	4.24	0.339
P 200 - 100 $\mu$	7.7	1.273	5.21	0.941	9	1.938	15.6	7.863	7.77	0.601	5.45	0.750
Jet รอบที่ 5												
P 500 - 200 $\mu$	7.1	0.191	5.6	0	7.44	0.375	26.81	0.580	6.88	0.028	4.6	0.092
P 200 - 100 $\mu$	9.05	0.071	5.94	0.085	10.68	0.679	24.75	0.552	10.85	1.202	7.73	0.099
Attrition												
P 500 - 200 $\mu$	1.55	0.071	1.15	0.071	1.75	0.071	10.25	0.071	5.7	0.141	2.6	0.141
P 200 - 100 $\mu$	2.35	0.071	1.68	0.042	2.52	0.028	12.255	0.078	4.4	0.141	2.35	0.071

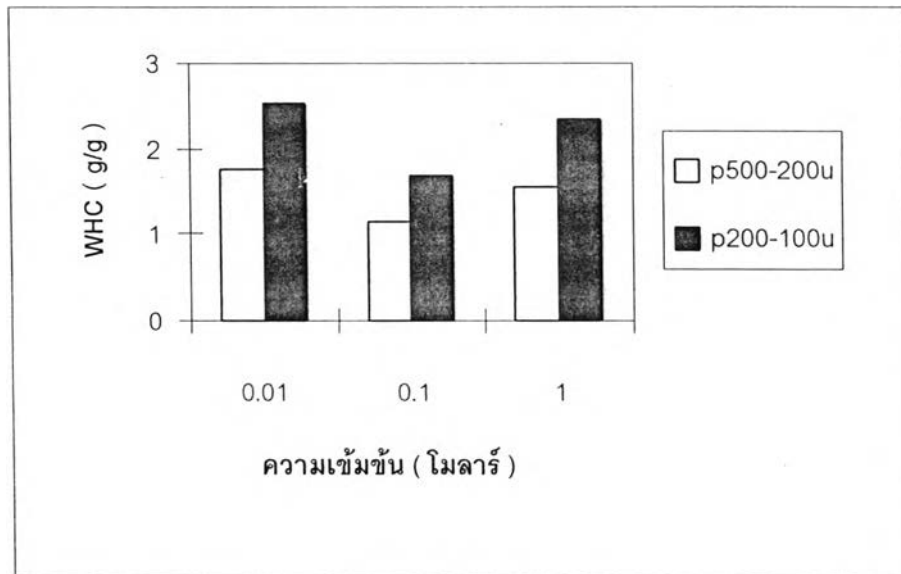


รูปที่ 3 - 29 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 500 - 200  $\mu$  ที่สกัดได้จาก jet mill

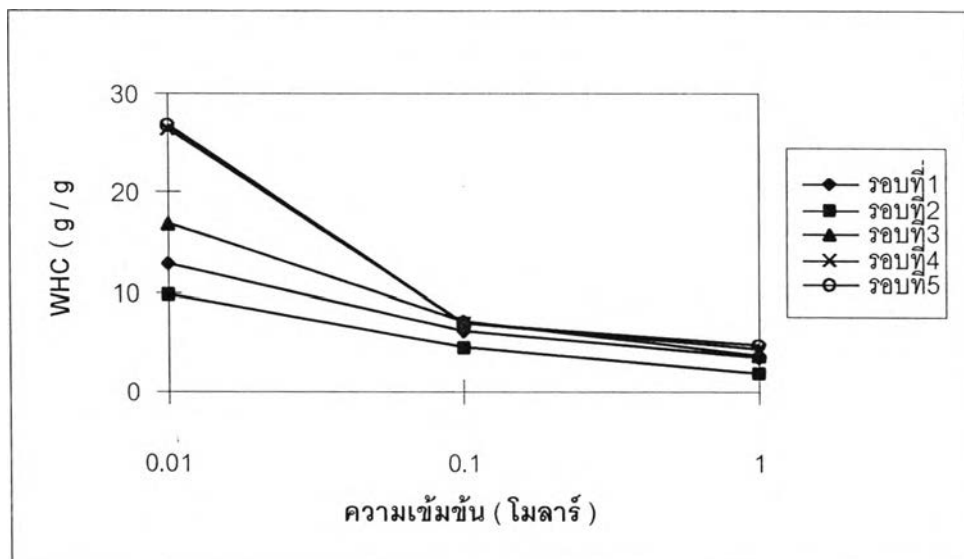


รูปที่ 3 - 30 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 200 - 100  $\mu$  ที่สกัดได้จาก jet mill

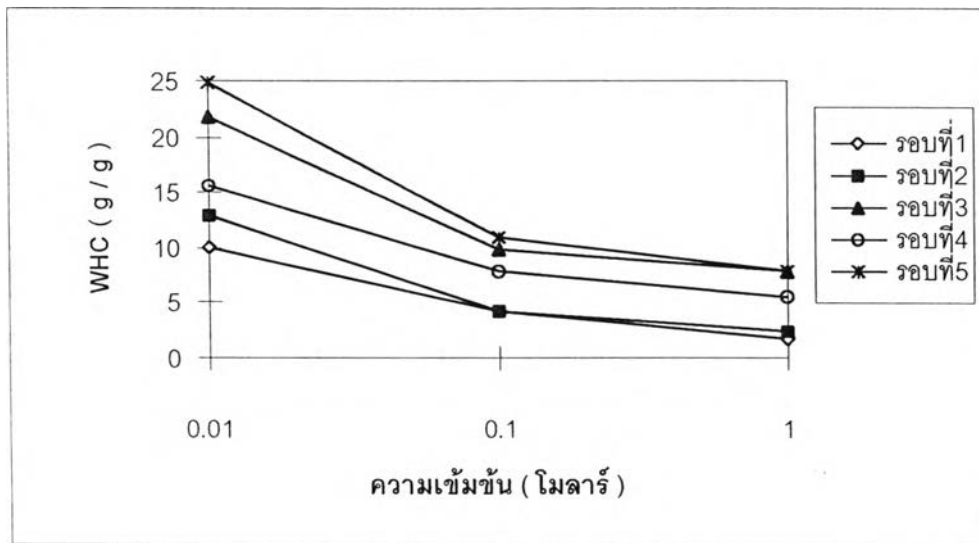




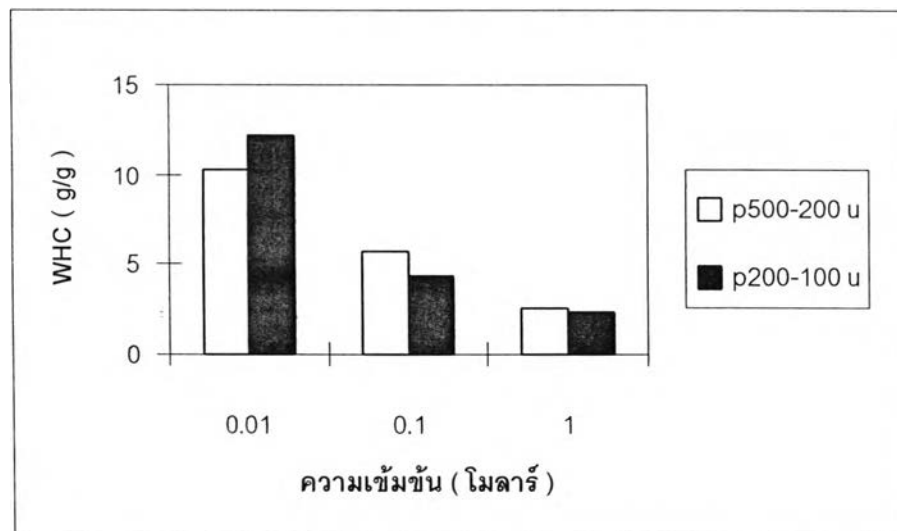
รูปที่ 3 - 31 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 500 - 200 และ 200 - 100  $\mu$  ที่สกัดได้จาก attrition mill



รูปที่ 3 - 32 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 500 - 200  $\mu$  ที่สกัดได้จาก jet mill



รูปที่ 3 - 33 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 200 - 100  $\mu$  ที่สกัดได้จาก jet mill



รูปที่ 3 - 34 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของอนุภาคขนาด 500 - 200 และ 200 - 100  $\mu$  ที่สกัดได้จาก attrition mill