3.อภิปราย/วิจารณ์ผลการทดลอง

3.1 การเตรียมกาวผสมสูตร

การผสมสูตรต่างๆที่เตรียมขึ้นในงานวิจัยนี้ เป็นการผสมสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์กับน้ำมันทัง โดยมีการปรับเปลี่ยนตัวแปร ดังนี้

- ปริมาณน้ำมันทัง : 15 และ 20 % โดยน้ำหนัก
- ปริมาณ SLS 2 และ 4 % โดยน้ำหนักกาว
- เทคนิคการผสม : การใช้ใบพัดปั่นกวน และใช้ Homogenizer ปั่นกวน

รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนผสมของกาว

สูตรกาว	สารละลาย PVA (g)	น้ำมันทัง (g)	SLS (g)	เทคนิคการผสม
1A	85	15	2	ใบพัดปั่นกวน(A)
1B				homogenizer
2A			4	ใบพัดปั่นกวน(A)
2B				Homogenizer
3A	80	20	2	ใบพัดปั่นกวน(A)
3B				Homogenizer
4A			4	ใบพัดปั่นกวน(A)
4B				Homogenizer
5AB	85	15	2	ใบพัดปั่นกวน/ homogenizer(A/B)

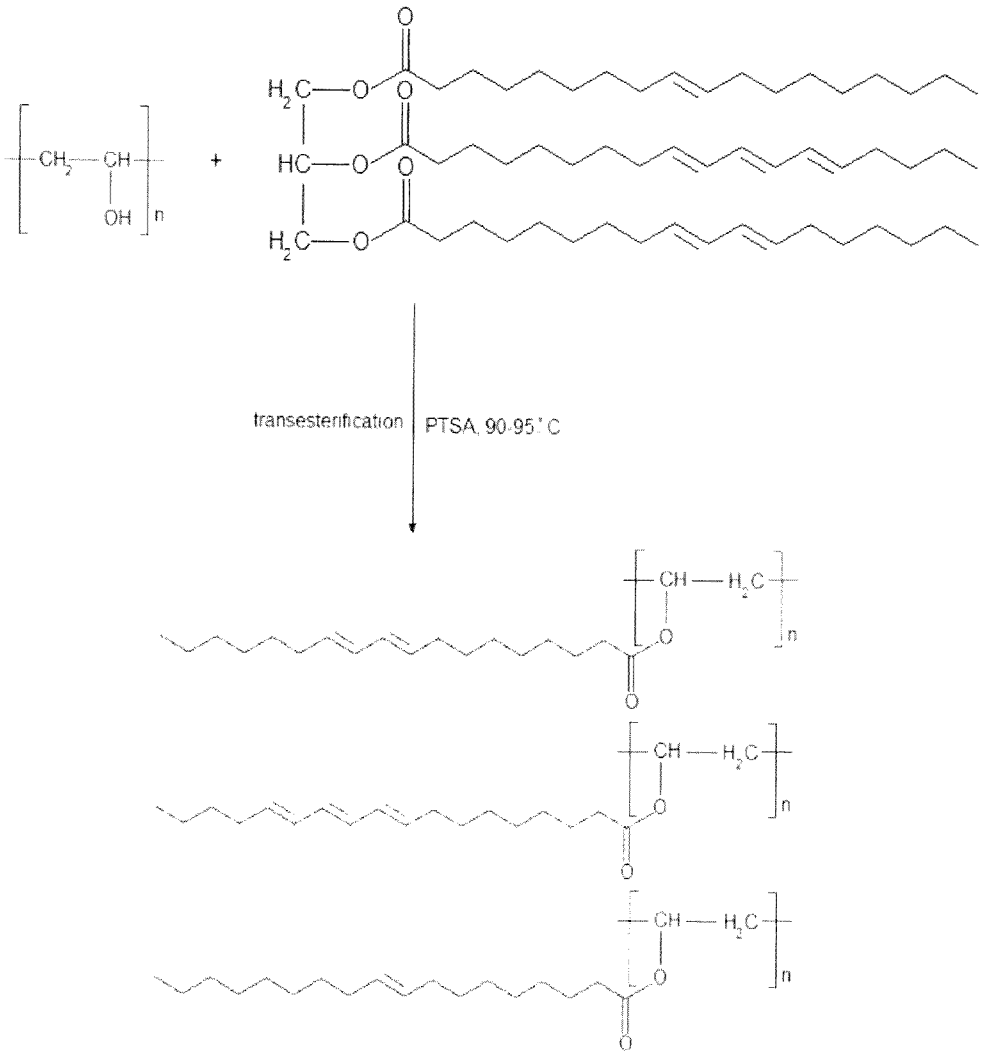
เมื่อ A คือ ทำการผสมด้วยใบพัดปั่นกวน

B คือ ทำการผสมด้วย Homogenizer

AB คือ ทำการผสมโดยใช้ใบพัดปั่นกวนและ Homogenizer ร่วมกัน

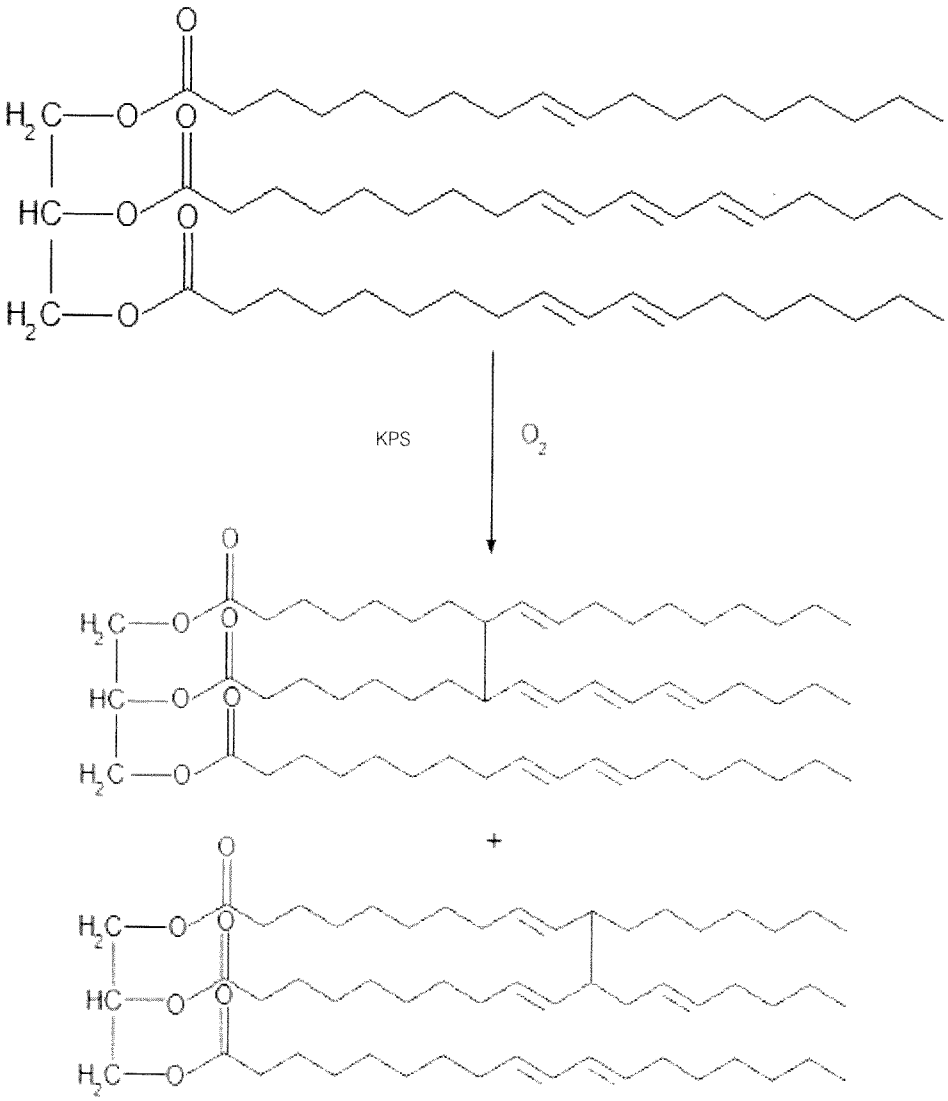
โดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างการขึ้นรูปแผ่นพาร์ทิเคิลซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่าง PVA และน้ำมันทังมี 2 ปฏิกิริยาด้วยกันดังนี้

1. ปฏิกิริยา Transesterification ระหว่างหมู่ไฮดรอกซิลของ PVA และหมู่เอสเทอร์ของน้ำมันทัง โดยมี PTSA เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังรูปที่ 3.1

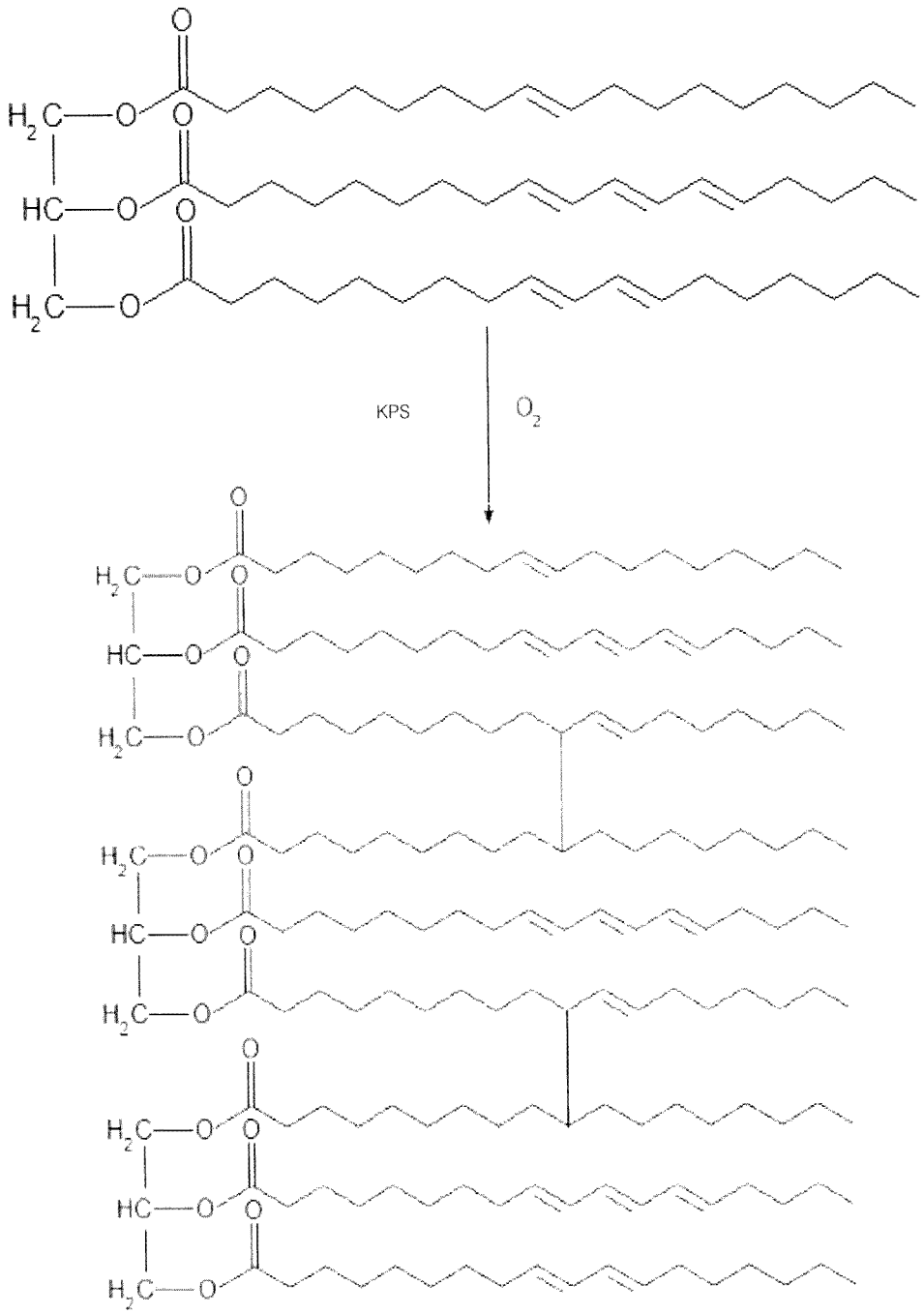


รูปที่ 3.1 ปฏิกิริยา Transesterification

2. ปฏิกิริยาการเชื่อมโยงระหว่างพันธะคู่ภายในโมเลกุลของน้ำมันทัง และการเชื่อมโยงระหว่างพันธะคู่ระหว่างโมเลกุลของน้ำมันทังโดยมี $K_2S_2O_8$ และออกซิเจนจากอากาศเป็นตัวริเริ่มปฏิกิริยา ดังรูปที่ 3.2 และ3.3



รูปที่ 3.2 ปฏิกิริยาการเชื่อมโยงระหว่างพันธะคู่ภายในโมเลกุลของน้ำมันทัง



รูปที่ 3.3 ปฏิกิริยาการเชื่อมโยงระหว่างพันธะคู่ระหว่างโมเลกุลของน้ำมันทัง

ค่าความหนืด และ % solid content

กาวทุกสูตรที่เตรียมได้นำมาวัดค่าความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบ Brookfield แสดงผลดังตารางที่ 3.2 โดยเมื่อเปรียบเทียบผลของปริมาณน้ำมันทังที่มีผลต่อความหนืดพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำมันทังส่งผลให้กาวมีความหนืดมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันทังมีพันธะคู่อยู่ในโครงสร้างซึ่ง

ในระหว่างการทำการผสมกาวอาจเกิดการเชื่อมโยงขึ้นส่งผลให้เกิดเป็นโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้นจากเดิมทำให้เกิดการเคลื่อนตัวได้ยากส่งผลทำให้มีค่าความหนืดที่สูงขึ้น เมื่อทำการเพิ่มปริมาณสารลดแรงตึงผิวพบว่าค่าความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้น และผลจากการใช้อุปกรณ์ในการผสมกาวที่แตกต่างกันระหว่างการใช้ใบพัดปั่นกวนและเครื่อง Homogenizer พบว่าการผสมกาวโดยการใช้ใบพัดปั่นกวนทำให้กาวที่ได้มีค่าความหนืดที่ต่ำกว่าการผสมกาวโดยใช้เครื่อง Homogenizer ทั้งนี้เนื่องจากการผสมกาวโดยใช้เครื่อง Homogenizer ซึ่งมีความเร็วรอบในการปั่นกวนสูงมาก ทำให้มีแรงเฉือนเกิดขึ้นมากทำให้เกิดความร้อนขึ้นภายในระบบส่งผลทำให้อาจเกิดการเชื่อมโยงก่อนเวลาเนื่องจากตัวเร่งและตัวริเริ่มปฏิกิริยาจะเกิดปฏิกิริยาขึ้นเมื่อได้รับความร้อน และในการผสมเกิดฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมากภายในเนื้อกาวซึ่งออกซิเจนในอากาศสามารถทำให้เกิดการเชื่อมโยงในน้ำมันทัง โดยการเชื่อมโยงที่เกิดขึ้นทั้ง 2 กรณีนี้มีผลทำให้ค่าความหนืดของกาวที่ทำการผสมด้วยเครื่อง Homogenizer มีค่าที่มากกว่าการผสมโดยใช้ใบพัดปั่นกวน

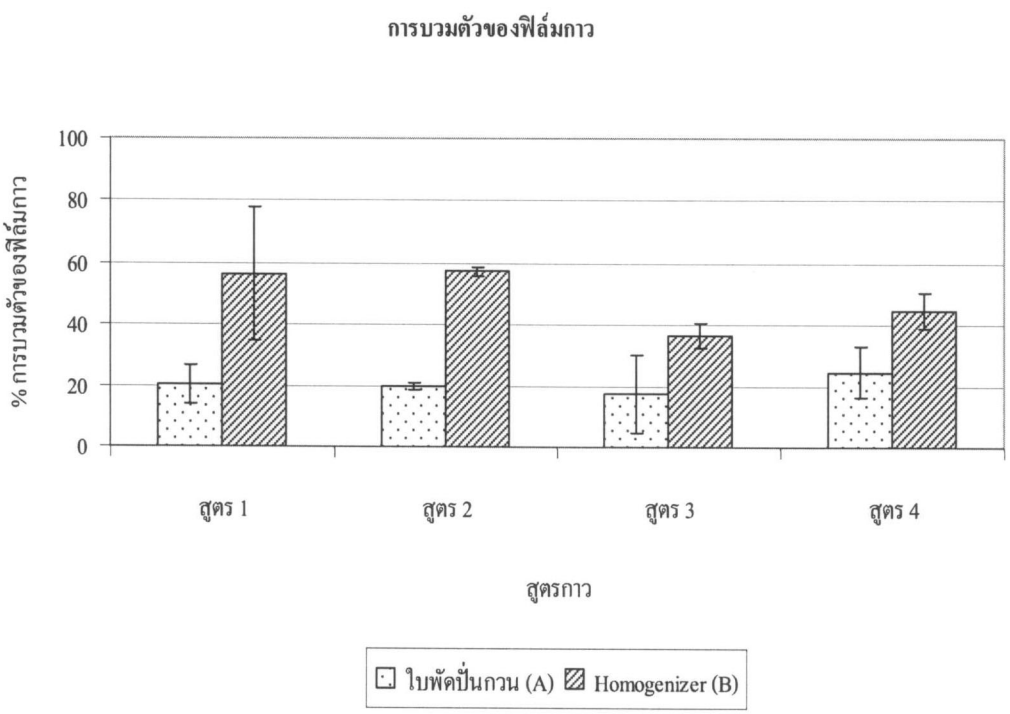
% solid content เป็นการหาค่าปริมาณของแข็งที่มีอยู่ในเนื้อกาวโดยการนำกาวที่สังเคราะห์มาอบไล่ตัวทำละลายออกไปที่อุณหภูมิ 120°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใช้ขึ้นรูปแผ่นพาร์ทิเคิลอบจนกระทั่งมีมวลคงที่ โดยค่า % solid content จากการคำนวณตามทฤษฎีซึ่งคำนวณจากปริมาณองค์ประกอบของแข็งในสารละลาย PVA, น้ำมันทัง, KPS, PTSA และ SLS ที่ได้เติมลงไปในขั้นตอนการเตรียมกาว ผลการคำนวณหาค่า % solid content และผลที่ได้จากการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2 โดยจากผลการทดลองพบว่าค่า % solid content มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการคำนวณตามทฤษฎี

ตารางที่ 3.2 ค่าความหนืด และ %solid content

สูตรกาว	ความหนืด (centipoises)	%Solid content	
		ทฤษฎี	ผลทดลอง
1A	367	28.24	24.38
2A	650	29.59	25.51
3A	450	32.46	29.91
4A	790	33.74	30.23
1B	383	28.24	25.11
2B	700	29.59	26.29
3B	560	32.46	29.72
4B	950	33.74	31.25

การบวมตัวของฟิล์มกาว

จากกราฟที่ 3.4 แสดงค่า % การบวมตัวของฟิล์มกาวที่ 1 ชั่วโมงของกาวสูตรที่ 1 – 4 พบว่าปริมาณน้ำมันทังที่ต่างกันไม่ส่งผลต่อค่า %การบวมตัวของฟิล์มกาว รวมทั้งปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ต่างกันก็ไม่ได้ส่งผลต่อค่า %การบวมตัวของฟิล์มกาวเช่นกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณสารลดแรงตึงผิวอาจจะยังมีปริมาณที่น้อยเกินไปจึงไม่ทำให้เห็นผลที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน และพบว่าฟิล์มกาวที่ทำการผสมโดยใช้ Homogenizer มีค่า %การบวมตัวของฟิล์มกาวที่สูงกว่ากาวสูตรที่ทำการผสมโดยใช้ใบพัดปั่นกวน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกาวที่ทำการผสมโดยใช้ Homogenizer ซึ่งในขณะทำการผสมเกิดฟองอากาศเป็นจำนวนมาก เมื่อฟิล์มกาวแห้งจะเกิดช่องว่างเป็นจำนวนมาก เมื่อนำไปทดสอบโดยการแช่น้ำทำให้น้ำเข้าไปอยู่ในช่องว่าง ส่งผลให้ค่า %การบวมตัวของฟิล์มกาวมีค่าสูงกว่าที่ควรจะเป็น



รูปที่ 3.4 ผลการทดสอบการบวมตัวของฟิล์มกาว

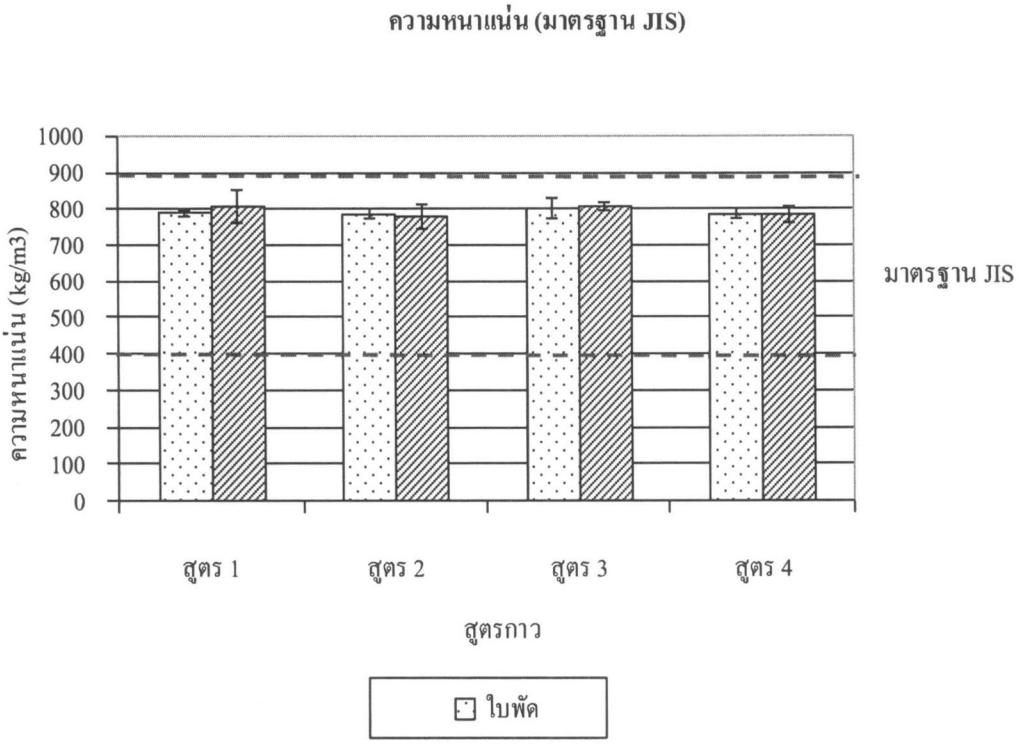
สมบัติของแผ่นพาร์ทิเคิลที่ขึ้นรูปโดยใช้กาวผสมสูตร ตามมาตรฐาน JIS A 5908 และมอก.876

ผลของปริมาณน้ำมัน สารลดแรงตึงผิว และอุปกรณ์ในการผสมกาวที่มีต่อสมบัติของแผ่นพาร์ทิเคิล

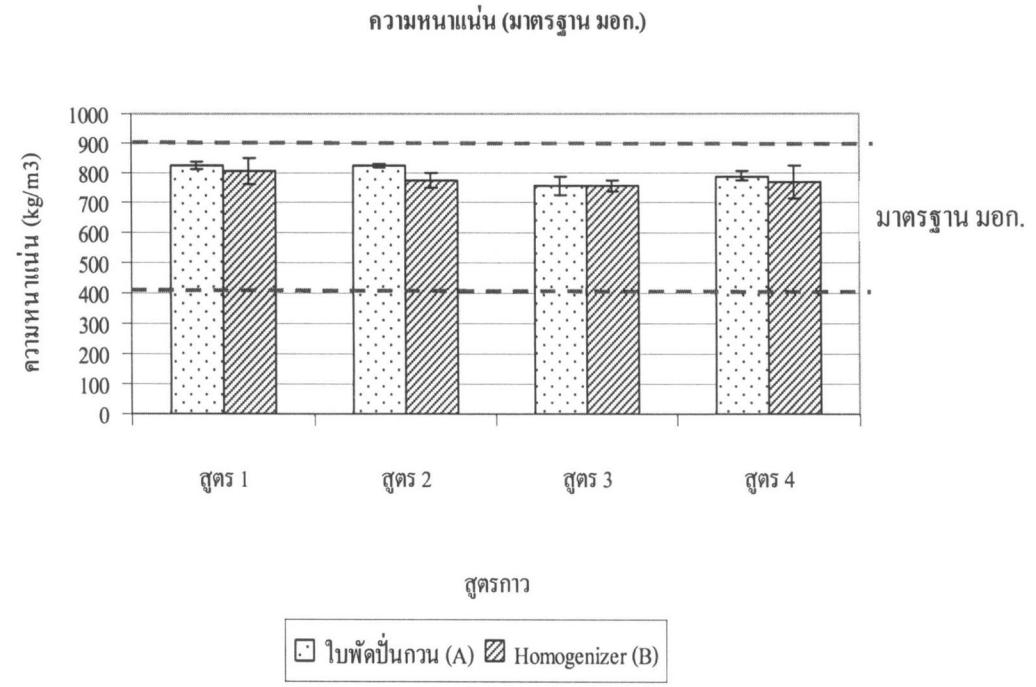
ความหนาแน่น

รูปที่ 3.5 และ 3.6 เป็นผลการทดสอบความหนาแน่นตามมาตรฐาน JIS A 5908 และมอก.876 ตามลำดับ มาตรฐาน JIS A 5908 และมอก.876 ได้กำหนดให้ความหนาแน่นมีค่าอยู่ในช่วง 400-900 kg/m^3 ซึ่งจากผลการทดสอบได้ค่าความหนาแน่นอยู่ในช่วง 700-800 kg/m^3 ซึ่งอยู่ในช่วงที่มาตรฐานทั้ง

สองได้กำหนดไว้ กาวทุกสูตรมีผลค่าการทดสอบที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นชนิดของกาวจึงไม่มีผลต่อค่าความหนาแน่นของแผ่นพาร์ทิเคิล



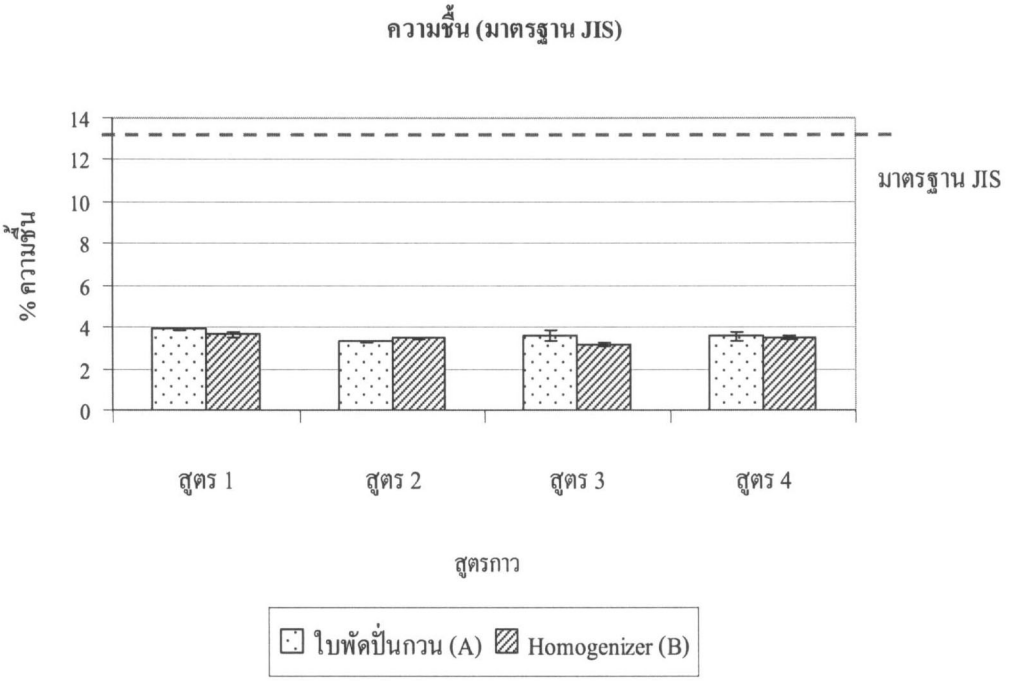
รูปที่ 3.5 ผลการทดสอบความหนาแน่นตามมาตรฐาน JIS A 5908



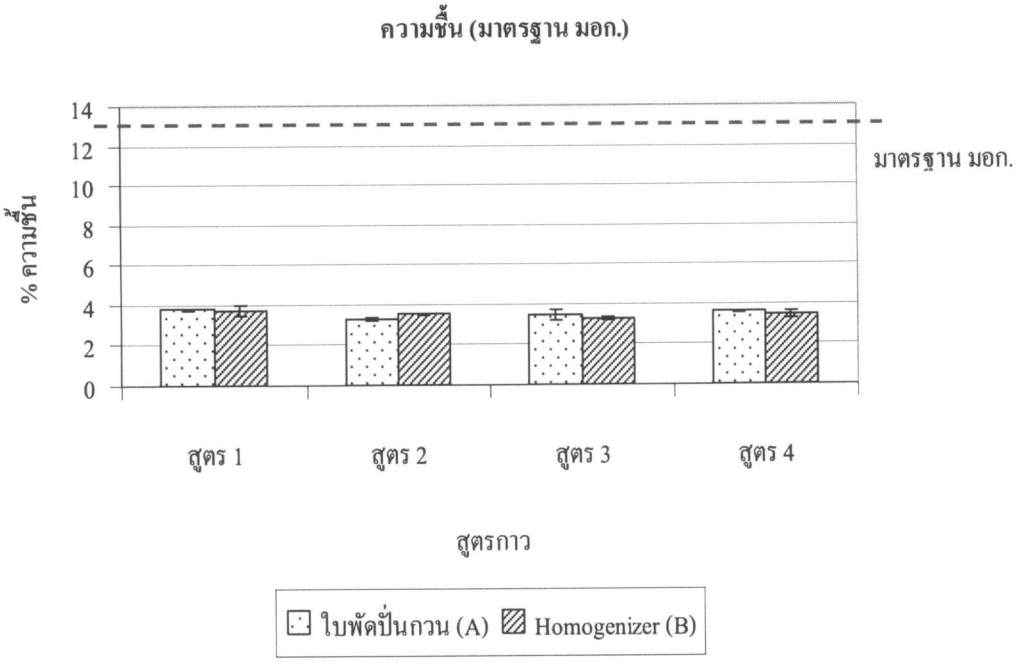
รูปที่ 3.6 ผลการทดสอบความหนาแน่นตามมาตรฐาน มอก.876

ความชื้น

จากรูปที่ 3.7 และ 3.8 เป็นการแสดงค่าการดูดซับความชื้นของแผ่นพาร์ทิเคิลโดยใช้กาวแต่ละสูตรที่มีปริมาณน้ำมันทังและสารลดแรงตึงผิวต่างกัน พบว่าค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าประมาณ 3% ซึ่งผ่านตามมาตรฐานมอก.876 และ JIS A 5908 ที่กำหนดค่าไว้ไม่เกิน 13% ซึ่งจะเห็นว่า ปริมาณน้ำมันทังและสารลดแรงตึงผิวที่ต่างกันไม่มีผลต่อค่าการดูดซับความชื้น รวมทั้งการปั่นกวนโดยใช้ใบพัดและเครื่อง Homogenizer ก็ไม่ให้ผลที่แตกต่างกัน



รูปที่ 3.7 ผลการทดสอบความชื้นตามมาตรฐาน JIS A 5908



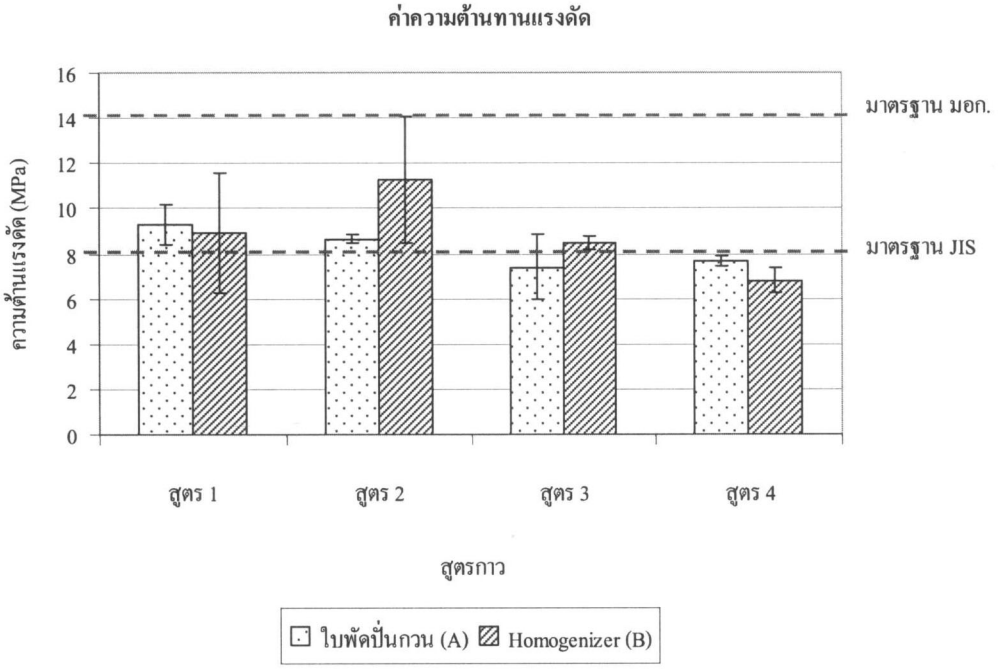
รูปที่ 3.8 ผลการทดสอบความชื้นตามมาตรฐาน มอก.876

ความต้านทานแรงดัด

จากรูปที่ 3.9 แสดงถึงค่าความต้านทานแรงดัดของแผ่นพาร์ทิเคิลกับสูตรกาวชนิดต่างๆ พบว่าให้ค่าความต้านทานแรงดัดที่แตกต่างกันเพราะการใช้ปริมาณน้ำมันทังที่แตกต่างกันในกาว ซึ่งจากผลแสดงให้เห็นว่าสูตรกาวที่มีปริมาณน้ำมันทัง 15% โดยน้ำหนัก(สูตร 1 และ 2)จะให้ค่าความต้านทานแรงดัดสูงกว่าสูตรกาวที่มีปริมาณน้ำมันทัง 20% (สูตร 3 และ 4) อาจเป็นเพราะการใช้ปริมาณน้ำมันทังที่น้อยกว่าการผสมกาวนั้นจะทำได้ดีกว่าการผสมกาวที่มีปริมาณน้ำมันทังมาก ประสิทธิภาพของใบพัดปั่นกวนหรือ Homogenizer อาจไม่ดีพอที่จะทำให้น้ำมันแตกตัวและผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวได้ดี ส่งผลให้มีการกระจายตัวของน้ำมันทังไม่ทั่วถึง เมื่อผสมกาวกับชิ้นไม้อาจทำให้ไม้บางส่วนมีการผสมกับส่วนที่เป็นกาวน้อยเกิดเป็นจุดบกพร่องของชิ้นไม้ ทำให้ในกรณีที่ใช้สูตรกาวที่มีน้ำมัน 20% ไม่ว่าจะเป็นกาวสูตร 3 หรือ 4 เมื่อทดสอบพบว่าค่าความต้านทานแรงดัดที่ได้นั้นมีค่าต่ำกว่ากาวสูตร 1 และ 2 ซึ่งกาวสูตร 3 และ 4 นี้ไม่สูงเพียงพอที่จะผ่านตามมาตรฐาน JIS A 5908 ที่ 8 MPa และ มอก.876 ที่ 14 MPa (ยกเว้น สูตรที่ 3 ที่ใช้ Homogenizer ผ่านมาตรฐาน JIS A 5908) อย่างไรก็ตามกาวสูตร 1 และ 2 มีค่าความต้านทานแรงดัด 8.6–11.3 MPa ซึ่งมีค่าสูงพอที่จะผ่านมาตรฐาน JIS A 5908 แต่ยังไม่ผ่านมอก. สำหรับกรณีการใช้ใบพัดหรือ Homogenizer ไม่ได้ให้ค่าผลการทดลองที่แตกต่างกันนัก ทั้งนี้เป็นผลมาจาก Homogenizer ที่ใช้มีขนาดหัวผสมที่ค่อนข้างเล็กจึงทำให้การผสมเกิดขึ้นไม่ทั่วทั้งบริเวณในภาชนะที่ผสมกาวทำให้ประสิทธิภาพในการผสมใกล้เคียงกันกับการใช้ใบพัดปั่นกวน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

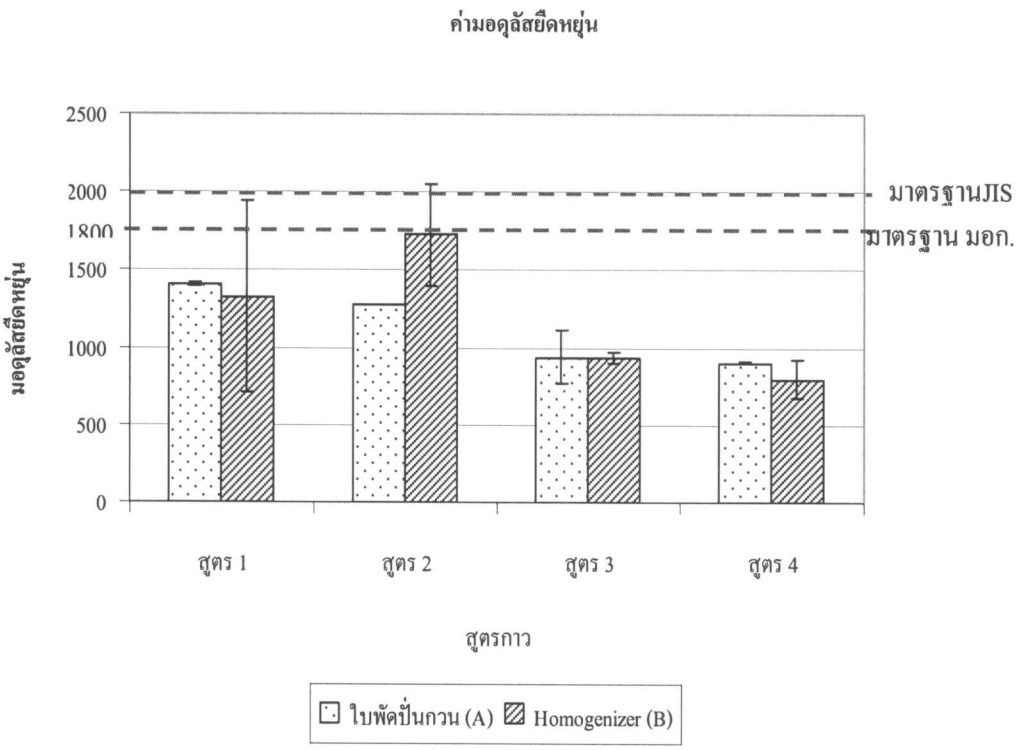
รวมถึงการใช้สารลดแรงตึงผิวในปริมาณที่แตกต่างกันในงานวิจัยนี้อาจยังไม่มากพอที่จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่าง พิจารณาได้จากการเทียบกาวสูตร 1 กับ 2 และเทียบสูตร 3 กับ 4



รูปที่ 3.9 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดัดตามมาตรฐาน JIS A 5908 และมอก.867

มอดุลัสยืดหยุ่น

จากรูปที่ 3.10 แสดงถึงค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นพาร์ทิเคิลกับสูตรกาวชนิดต่างๆ พบว่าให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นที่แตกต่างกันเพราะการใช้ปริมาณน้ำมันทังที่แตกต่างกันในกาว ซึ่งจากผลแสดงให้เห็นว่าสูตรกาวที่มีปริมาณน้ำมันทัง 15%โดยน้ำหนัก (สูตร 1 และ 2) จะให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงกว่าสูตรกาวที่มีปริมาณน้ำมันทัง 20% (สูตร 3 และ 4) อาจเป็นเพราะการใช้ปริมาณน้ำมันทังที่น้อยกว่าการผสมกาวนั้นจะทำได้ดีกว่าการผสมกาวที่มีปริมาณน้ำมันทังมาก ประสิทธิภาพของใบพัดปั่นกวนหรือ Homogenizer อาจไม่ดีพอที่จะทำให้น้ำมันแตกตัวและผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวได้ดี ส่งผลให้มีการกระจายตัวของน้ำมันทังไม่ทั่วถึง เมื่อผสมกาวกับชิ้นไม้อาจทำให้ไม้บางส่วนมีการผสมกับส่วนที่เป็นกาวน้อยเกิดเป็นจุดบกพร่องของชิ้นไม้ ทำให้ในกรณีที่ใช้สูตรกาวที่มีน้ำมัน 20% ไม่ว่าจะเป็นกาวสูตร 3 หรือ 4 เมื่อทดสอบพบว่าค่ามอดุลัสยืดหยุ่นที่ได้นั้นมีค่าต่ำกว่ากาวสูตร 1 และ 2 อย่างไรก็ตามสูตรกาวทั้งหมดนี้ไม่สูงเพียงพอที่จะผ่านตามมาตรฐาน JIS A 5908 ที่ 2000 MPa และมอก.876 ที่ 1800 MPa และการใช้สารลดแรงตึงผิวในปริมาณที่แตกต่างกันก็ไม่ส่งผลที่แตกต่างกัน

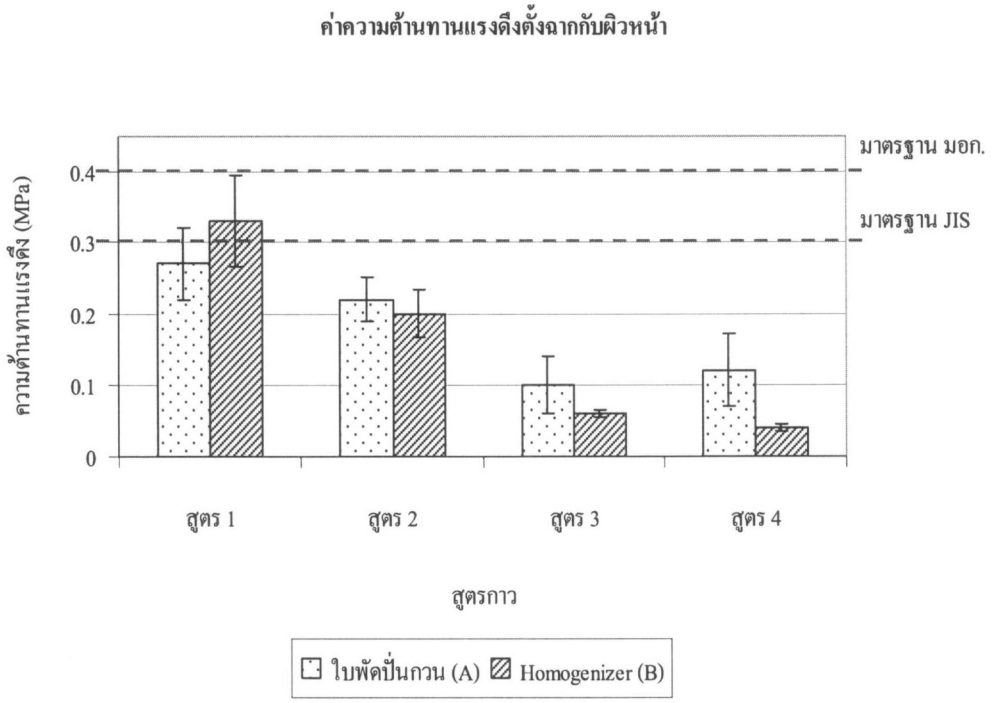


รูปที่ 3.10 ผลการทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่นตามมาตรฐาน JIS A 5908 และมอก.876

ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

จากรูปที่ 3.11 แสดงถึงค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นพาร์ทิเคิลกับสูตรกาวชนิดต่างๆ พบว่าให้ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าที่แตกต่างกันเพราะการใช้ปริมาณน้ำมันทังที่แตกต่างกันในกาว ซึ่งจากผลแสดงให้เห็นว่าสูตรกาวที่มีปริมาณน้ำมันทัง15% โดยน้ำหนัก (สูตร 1 และ 2) จะให้ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงกว่าสูตรกาวที่มีปริมาณน้ำมันทัง 20% (สูตร 3 และ 4) อาจ เป็นเพราะการใช้ปริมาณน้ำมันทังที่น้อยกว่าการผสมกาวนั้นจะทำได้ดีกว่าการผสมกาวที่มีปริมาณน้ำมันทังมาก ประสิทธิภาพของใบพัดปั่นกวนหรือHomogenizer อาจไม่ดีพอที่จะทำให้น้ำมันแตกตัวและผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวได้ดี ส่งผลให้มีการกระจายตัวของน้ำมันทังไม่ทั่วถึง เมื่อผสมกาวกับชิ้นไม้อาจทำให้ไม้บางส่วนมีการผสมกับส่วนที่เป็นน้ำมันทังน้อย เกิดเป็นจุดบกพร่องของชิ้นไม้ ทำให้ในกรณีที่ใช้สูตรกาวที่มีน้ำมัน 20% ไม่ว่าจะเป็นกาวสูตร 3 หรือ 4 เมื่อทดสอบพบว่าค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าที่ได้นั้นมีค่าต่ำกว่ากาวสูตร 1 และ 2 แต่อย่างไรก็ตามมีเพียงกาวสูตร1ที่ใช้ Homogenizer เท่านั้นที่สามารถผ่านตามมาตรฐาน JIS A 5908 ที่ 0.3 MPa แต่ไม่สูงมากพอที่จะผ่านมาตรฐานมอก.876 ที่ 0.4 MPa อาจเป็นเพราะ Homogenizer ที่ใช้มี

ความเร็วสูงและอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมทำให้การผสมกาวเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับกรณีการใช้สารลดแรงตึงผิวในปริมาณที่แตกต่างกันพบว่า ไม่ส่งผลที่ต่างกัน



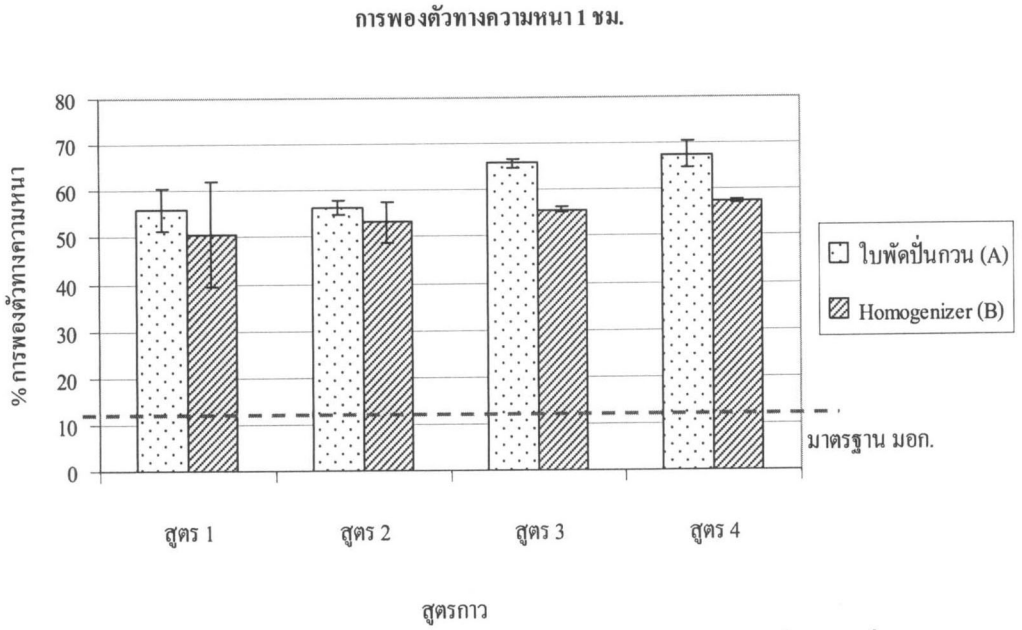
รูปที่ 3.11 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าตามมาตรฐานJIS A 5908 และมอก.867

4.1.1.1 การพองตัวทางความหนาที่เวลา 1 ชั่วโมงสำหรับมาตรฐานมอก.876 และ 24 ชั่วโมง สำหรับมาตรฐาน JIS A 5908

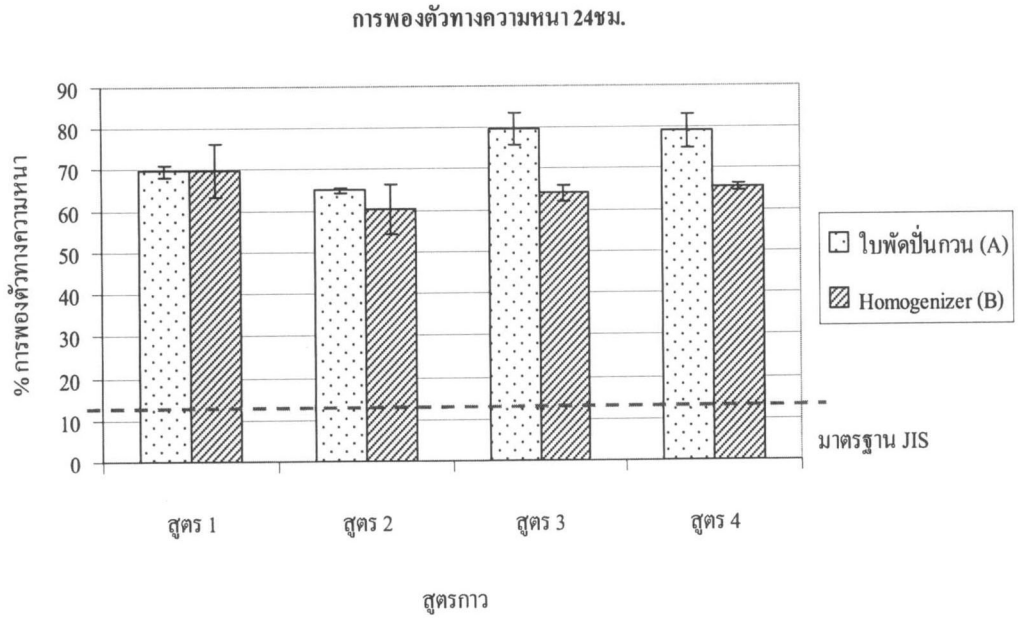
รูปที่ 3.12 และ 3.13 แสดงค่าการพองตัวทางความหนาของแผ่นพาร์ทิเคิลที่ใช้กาวแต่ละสูตรที่มีปริมาณน้ำมันทังและสารลดแรงตึงผิวต่างกันที่เวลา1ชั่วโมงสำหรับมาตรฐานมอก.876และ24ชั่วโมงสำหรับมาตรฐาน JIS A 5908 พบว่า ค่าการพองตัวทางความหนาของกาวสูตรที่ใช้น้ำมันทัง 20% มีค่ามากกว่าในกาวสูตรที่ใช้น้ำมันทัง 15% เล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจาก ปริมาณน้ำมันทังที่มากขึ้นทำให้การผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันยากมากขึ้น เกิดการแยกชั้นระหว่างสารละลาย PVA และน้ำมันทัง ซึ่งเมื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นพาร์ทิเคิลส่วนของ PVA จะสามารถละลายน้ำได้เกิดเป็นช่องว่าง ทำให้ดูดซับน้ำมากขึ้น กรณีการเพิ่มปริมาณสารลดแรงตึงผิวไม่ส่งผลต่อ %การพองตัวทางความหนา อาจเนื่องมาจาก ปริมาณสารลดแรงตึงผิวไม่ได้แตกต่างกันมากนัก และปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ใส่ลงไปอาจจะยังไม่มากพอซึ่งยังไม่ใช่ปริมาณที่เหมาะสม รวมทั้งพบว่า กาวสูตรที่ปั่นกวนโดยใบพัดให้ค่า %การพองตัวทางความหนาที่มากกว่ากาวสูตรที่ปั่นกวนโดย Homogenizer เนื่องจากการปั่นกวนโดย Homogenizer มีความเร็ว

รอบที่สูงกว่า จึงทำให้น้ำมันทังแตกตัวเป็นอนุภาคเล็กๆ กระจายเข้ากันกับสารลดแรงตึงผิวและตัวเร่งปฏิกิริยาได้ดีกว่า

ผลการทดสอบตามมาตรฐานมอก.876 ได้ค่า %การพองตัวทางความหนาอยู่ในช่วง 50-68% โดยค่ามาตรฐานมอก.876 ไม่เกิน 12% ดังนั้นแผ่นพาร์ทิเคิลจึงยังไม่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานมอก.876 และมาตรฐาน JIS A 5908 ได้ค่า%การพองตัวทางความหนาอยู่ในช่วง 60-80% ค่ามาตรฐาน JIS A 5908 อยู่ที่ไม่เกิน 12% ดังนั้นแผ่นพาร์ทิเคิลจึงยังไม่ผ่านตามมาตรฐาน JIS A 5908 เช่นกัน



รูปที่ 3.12 ผลการทดสอบการพองตัวทางความหนาตามมาตรฐาน มอก.876 ที่เวลา 1ชั่วโมง



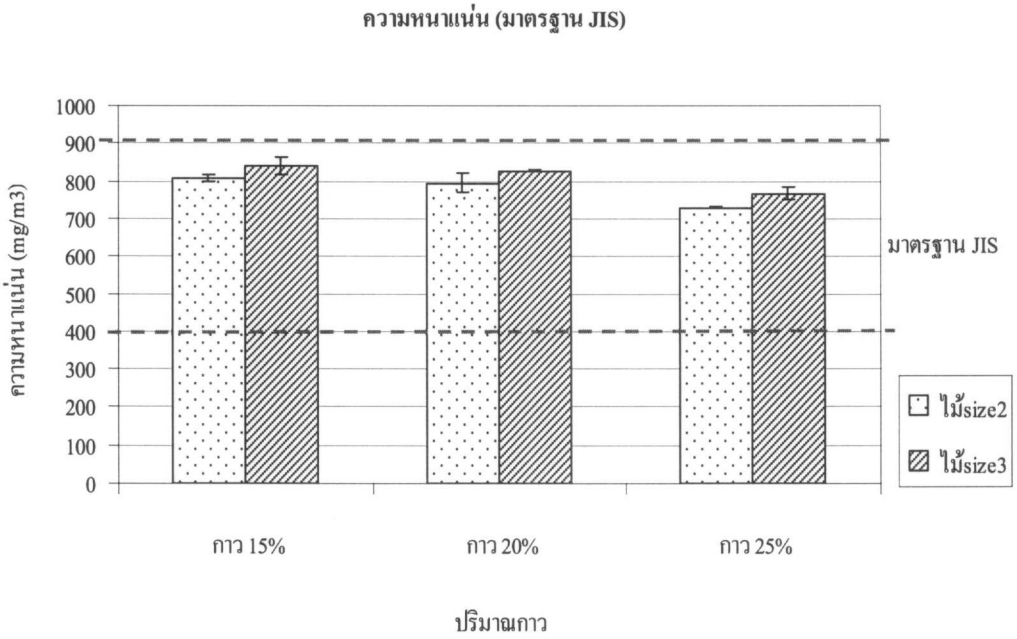
รูปที่ 3.13 ผลการทดสอบการพองตัวทางความหนาตามมาตรฐาน JIS A 5908 ที่เวลา 24 ชั่วโมง

จากผลการทดสอบข้างต้นแสดงให้เห็นว่าปริมาณของสารลดแรงตึงผิวที่แตกต่างกันมีผลต่อสมบัติของแผ่นพาร์ทิเคิลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และจากการใช้ใบพัดและเครื่อง Homogenizer ในการผสมกาวไม่ทำให้สมบัติของแผ่นพาร์ทิเคิลแตกต่างกันมากเช่นกัน และกาวที่มีปริมาณน้ำมันทัง 15% ให้ผลที่ดีกว่าที่มีปริมาณน้ำมันทัง 20% ดังนั้นจึงทำการพัฒนาจากกาวสูตร 1 ซึ่งมีปริมาณน้ำมันทัง 15% และปริมาณสารลดแรงตึงผิวเป็น 2% ทำการผสมโดยใช้ใบพัดปั่นกวนและเครื่อง Homogenizer ร่วมกัน (กาวสูตร 5) จากนั้นนำไปทำการขึ้นรูปเป็นแผ่นพาร์ทิเคิลและทำการทดสอบตามมาตรฐาน JIS A 5908 และมอก.876 เช่นเดิม โดยปรับปริมาณกาวจากเดิมใช้ 15% โดยน้ำหนักเทียบกับเนื้อไม้เป็น 15 % 20% และ 25% โดยกำหนดให้ใช้ไม้ size 2 และ 3

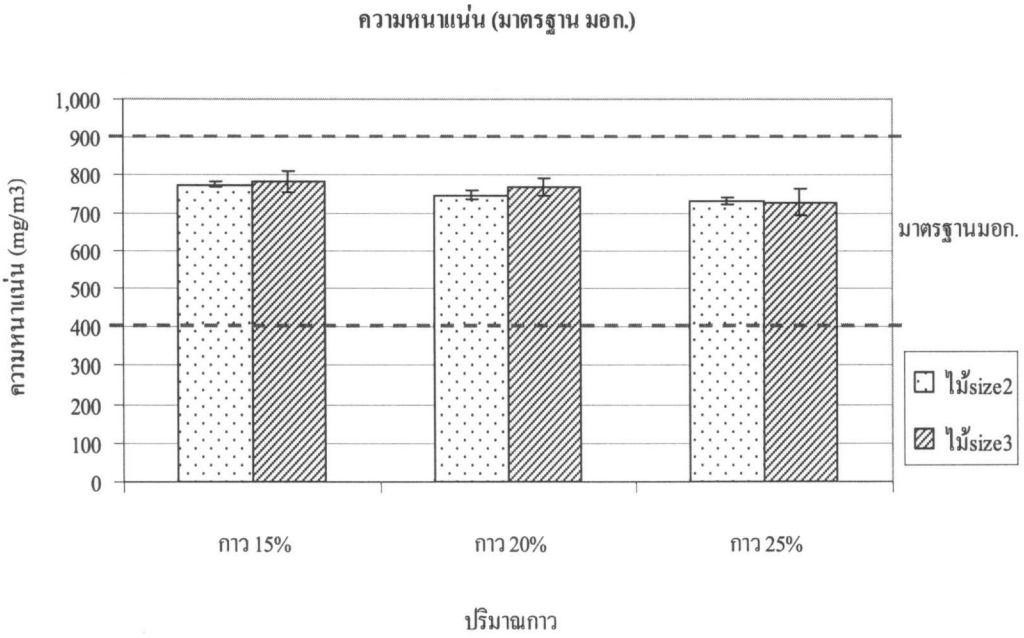
ผลของปริมาณกาวและขนาดของชิ้นไม้ที่มีต่อสมบัติของแผ่นพาร์ทิเคิล

ความหนาแน่น

รูป 3.14 และ 3.15 เป็นผลการทดสอบความหนาแน่นตามมาตรฐาน JIS A 5908 และมอก.876 ตามลำดับ จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณ %กาวในแผ่นพาร์ทิเคิลมีผลทำให้ความหนาแน่นมีค่าลดลง โดยอธิบายได้ว่า แผ่นพาร์ทิเคิลแต่ละแผ่นจะมีน้ำหนักรวมระหว่างชิ้นไม้กับเนื้อกาวก่อนขึ้นรูปเท่ากัน แต่เมื่อเพิ่ม % ปริมาณกาวมากขึ้นจะทำให้อัตราส่วนเนื้อไม้ลดลง ซึ่งองค์ประกอบหลักของกาวคือน้ำ ดังนั้น เมื่อทำการขึ้นรูปส่วนที่เป็นน้ำจะเกิดการระเหยออกไป ส่งผลให้แผ่นพาร์ทิเคิลที่ใช้ปริมาณกาวมากกว่ามีน้ำหนักแผ่นพาร์ทิเคิลหลังขึ้นรูปน้อยกว่า ดังนั้นเมื่อปริมาณกาวมากขึ้นจึงทำให้แผ่นพาร์ทิเคิลมีความหนาแน่นที่ลดลง เมื่อพิจารณาผลของขนาดชิ้นไม้ที่มีต่อความหนาแน่น พบว่าการใช้ไม้ size 2 และ 3 ให้ผลความหนาแน่นไม่แตกต่างกันมากนักเนื่องจากใช้สภาวะการขึ้นรูปที่เหมือนกันทั้ง 2 กรณี



รูปที่ 3.14 ผลการทดสอบความหนาแน่นตามมาตรฐาน JIS A 5908

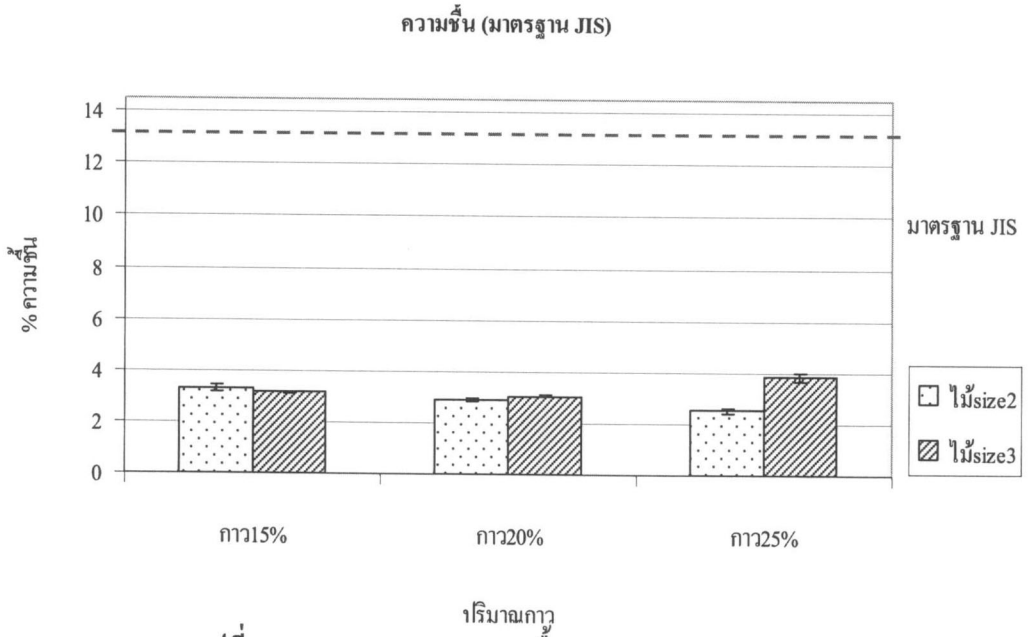


รูปที่ 3.15 ผลการทดสอบความหนาแน่นตามมาตรฐาน มอก.876

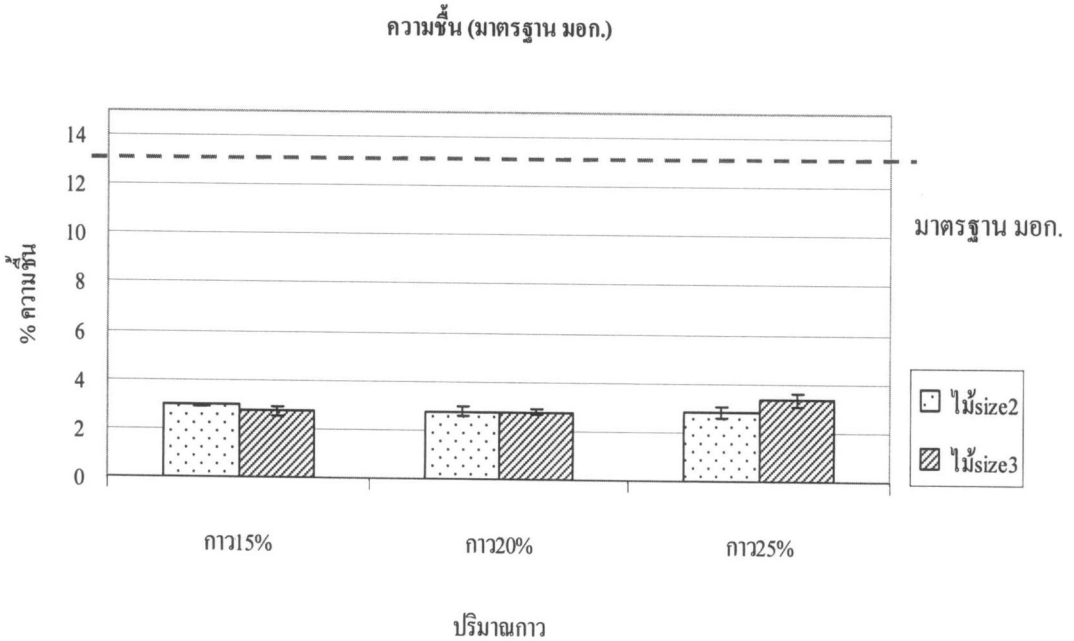
ความชื้น

จากกราฟที่ 3.16 และ3.17 เป็นการแสดงค่าการดูดซับความชื้นของแผ่นพาร์ทิเคิลโดยใช้กาวสูตรที่ 5 พบว่าการใช้ขนาดไม้ที่ต่างกันไม่มีผลต่อค่าการดูดซับความชื้น ซึ่งการเพิ่มปริมาณกาวให้มาก

ขึ้นก็ไม่ส่งผลต่อค่าการดูดซับความชื้นของแผ่นพาร์ทิเคิลเช่นกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การให้ความร้อนขณะขึ้นรูปและ post cure นั้นเป็นการไล่ความชื้นที่มีอยู่ในแผ่นพาร์ทิเคิลออกไปแล้ว ซึ่งความชื้นที่เกิดขึ้นนั้นเป็นเพียงการดูดซับความชื้นในอากาศเพียงเล็กน้อยเท่านั้น รวมทั้งขนาดไม้ก็ไม่ได้มีความแตกต่างกันมากจนทำให้เกิดการดูดซับความชื้นที่ต่างกันอย่างชัดเจน



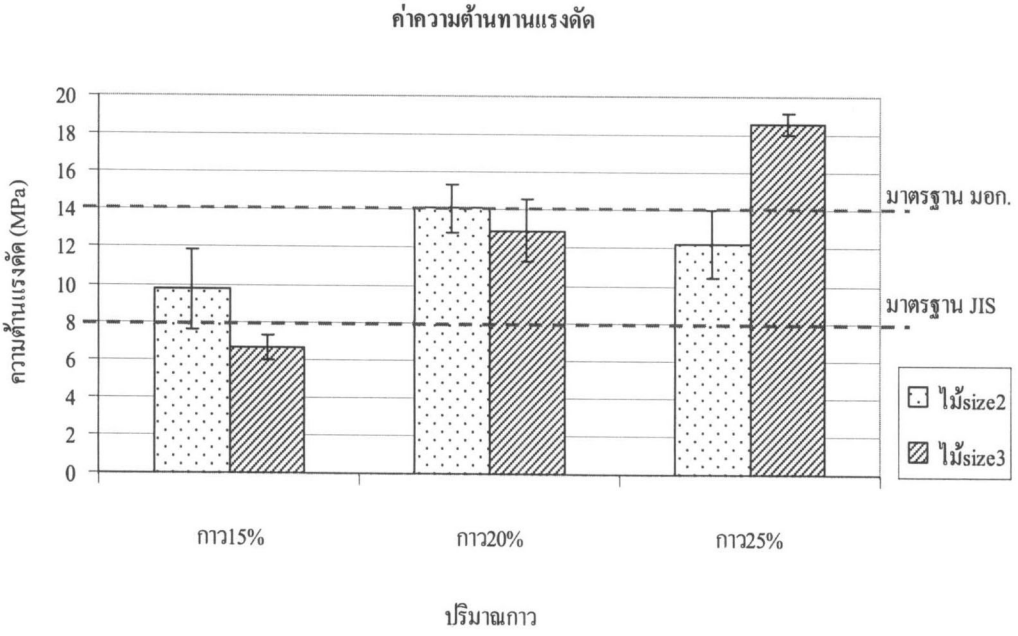
รูปที่ 3.16 ผลการทดสอบความชื้นตามมาตรฐาน JIS A 5908



รูปที่ 3.17 ผลการทดสอบความชื้นตามมาตรฐาน มอก.876

ความต้านทานแรงดัด

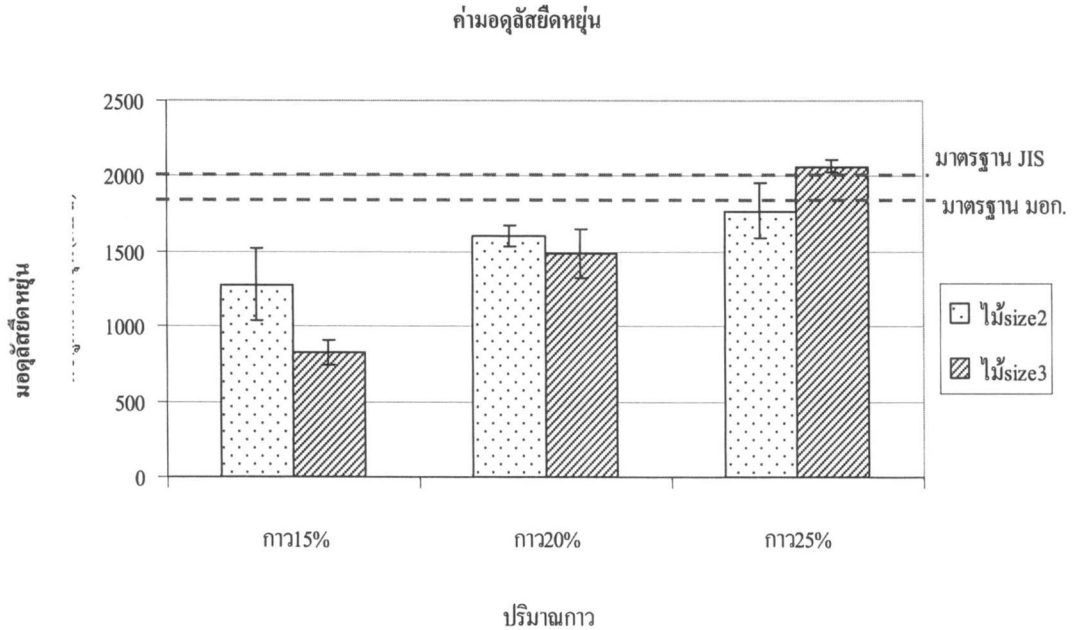
รูปที่ 3.18 แสดงถึงค่าความต้านทานแรงดัดของแผ่นพาร์ทิเคิลกับปริมาณกาวที่เพิ่มมากขึ้นคือ 15, 20 และ 25% ตามลำดับของกาวสูตร 5 ซึ่งพบว่าแผ่นพาร์ทิเคิลที่มีปริมาณกาวสูงสุดคือ 25% มีค่าความต้านทานแรงดัดสูงที่สุดคือ 18.57 MPa เป็นเพราะปริมาณกาวซึ่งเป็นส่วนยึดติดนั้นเพิ่มมากขึ้น การยึดติดระหว่างกาวกับไม้จึงมากขึ้น ทำให้มีความแข็งแรงมากขึ้น ส่วนปริมาณกาว 20 และ 15 % มีค่าความต้านทานแรงดัดลดลงตามลำดับ ซึ่งปริมาณกาว 20 และ 25 % นั้นผ่านตามมาตรฐาน JIS A 5908 ทั้งหมด และในกรณีของการใช้ขนาดชิ้นไม้ที่แตกต่างกันนั้นส่งผลให้ค่าความต้านทานแรงดัดแตกต่างกันโดยไม้ size 3 เป็นไม้ละเอียดซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าไม้ size2 ทำให้การผสมกาวกับไม้สามารถทำได้ดี เนื่องจากไม้ละเอียดมีพื้นที่ผิวเล็กกว่า สัมผัสกับกาวได้มากกว่า รวมทั้งยังสามารถถ่ายโอนและกระจายความเค้นภายใต้แรงกดได้ดีกว่า จึงทำให้ไม้ชนิดละเอียดมีการยึดติดที่ดีกว่าไม้ชนิดหยาบ โดยจะเห็นได้ชัดจากผลจากการที่ปริมาณกาว 25% ไม้ size 3 นั้นมีค่าความต้านทานแรงดัดสูงมากถึง 18.57 MPa ซึ่งมีค่าสูงมากพอที่จะผ่านตามมาตรฐาน JIS A 5908 และ มอก.876 ที่กำหนดค่ามาตรฐานไว้ที่ 8 และ 14 MPa ตามลำดับ ส่วนในกรณีของปริมาณกาว 15 และ 20% นั้นพบว่าไม้ชนิดละเอียดมีค่าความแข็งแรงดัดน้อยกว่าไม้ชนิดหยาบ อาจเนื่องมาจากขั้นตอนการผสมระหว่างกาวกับไม้ไม่สามารถทำได้ดีเท่าที่ควร เพราะปริมาณกาวที่น้อยผสมกับไม้ที่มีความละเอียดมากนั้นทำได้ยาก เมื่อทำการผสมจะเกิดการจับตัวกันเป็นก้อนทำให้มีการกระจายของกาวไม่ทั่วทั้งแผ่นส่งผลทำให้แผ่นพาร์ทิเคิลมีความแข็งแรงน้อยลงกว่าที่ควรจะเป็น แต่สำหรับที่ปริมาณกาว 25% แม้จะจับตัวเป็นก้อนบ้างแต่ก็มีปริมาณที่มากพอและเหมาะสมที่ทำให้กาวมีการกระจายตัวที่ดีกับเนื้อไม้



รูปที่ 3.18 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดัดตามมาตรฐาน JIS A 5908 และมอก.867

มอดุลัสยืดหยุ่น

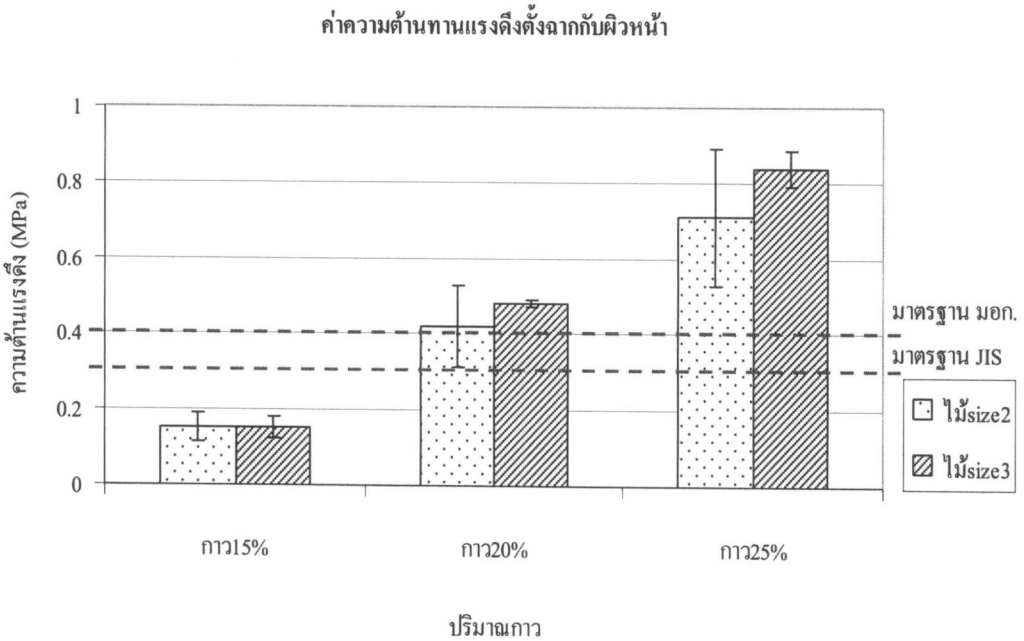
รูปที่ 3.19 แสดงถึงค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นพาร์ทิเคิลกับปริมาณกาวที่เพิ่มมากขึ้นคือ 15, 20 และ 25% ตามลำดับซึ่งพบว่าแผ่นพาร์ทิเคิลที่มีปริมาณกาวสูงสุดคือ 25% จะมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นที่สุดคือ 2067 MPa เป็นเพราะปริมาณกาวซึ่งเป็นส่วนยึดติดนั้นเพิ่มมากขึ้น การยึดติดระหว่างกาวกับไม้มีจึงมากขึ้น ทำให้มีความแข็งแรงมากขึ้นค่ามอดุลัสยืดหยุ่นจึงสูงขึ้น ส่วนปริมาณกาว 20 และ 15% มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นตามลำดับ ซึ่งปริมาณกาว 20 และ 25% นั้นผ่านตามมาตรฐาน JIS A 5908 ทั้งหมด และในกรณีของการใช้ขนาดชิ้นไม้ที่แตกต่างกันนั้นส่งผลให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นแตกต่างกันโดยไม้ size 3 เป็นไม้ละเอียดซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าไม้ size2 ทำให้การผสมกาวกับไม้ทำได้ดีเนื่องจากไม้ละเอียดมีพื้นที่ผิวเล็กกว่า สัมผัสกับกาวได้มากกว่า และยังสามารถถ่ายโอนและกระจายความเค้นภายใต้แรงกดได้ดีกว่า จึงทำให้ไม้ชนิดละเอียดมีการยึดติดที่ดีกว่าไม้ชนิดหยาบ โดยจะเห็นได้จากผลของแผ่นพาร์ทิเคิลที่ใช้ปริมาณกาว 25% ไม้ size 3 ให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงมากถึง 2067 MPa ซึ่งมีค่าสูงมากพอที่จะผ่านตามมาตรฐาน JIS A 5908 และ มอก.876 ที่กำหนดค่ามาตรฐานไว้ที่ 2000 และ1800 MPa ตามลำดับ ส่วนในกรณีของปริมาณกาว 15 และ 20% นั้นพบว่าไม้ชนิดละเอียดมีค่าความแข็งแรงดัดน้อยกว่าไม้ชนิดหยาบ อาจเนื่องมาจากขั้นตอนการผสมระหว่างกาวกับไม้ไม่สามารถทำได้ดีเท่าที่ควร เพราะปริมาณกาวที่น้อยผสมกับไม้ที่มีความละเอียดมากนั้นทำได้ยากเมื่อทำการผสมจะเกิดการจับตัวกันเป็นก้อนทำให้มีการกระจายของกาวไม่ทั่วทั้งแผ่นส่งผลทำให้แผ่นพาร์ทิเคิลมีความแข็งแรงน้อยลงกว่าที่ควรจะเป็น



รูปที่ 3.19 ผลการทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่นตามมาตรฐาน JIS A 5908 และมอก.876

ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

รูปที่ 3.20 แสดงถึงค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นพาร์ทิเคิลกับปริมาณกาวที่เพิ่มมากขึ้นคือ 15, 20 และ 25% ตามลำดับของกาวสูตร 5 ซึ่งพบว่าแผ่นพาร์ทิเคิลที่มีปริมาณกาวสูงสุดคือ 25 % มีค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงสุดคือ 0.84 MPa เป็นเพราะปริมาณกาวซึ่งเป็นส่วนยึดติดนั้นเพิ่มมากขึ้น การยึดติดระหว่างกาวกับไม้มีจึงมากขึ้น ส่วนปริมาณกาว 20 และ 15% มีค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าลดลงตามลำดับ ซึ่งปริมาณกาว 20 และ25% นั้นผ่านตามมาตรฐาน JIS A 5908 และมอก.876 ทั้งหมด ยกเว้นปริมาณกาว 15% ที่ไม่ผ่านตามมาตรฐาน และในกรณีของการใช้ขนาดชิ้นไม้ที่แตกต่างกันนั้นส่งผลให้ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าแตกต่างกันโดยไม้ size 3 เป็นไม้ละเอียดซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าไม้ size2 ทำให้ทำการผสมกาวกับไม้ทำได้ดี เนื่องจากไม้ละเอียดมีพื้นที่ผิวเล็กกว่า สัมผัสกับกาวได้มากกว่า รวมทั้งยังสามารถถ่ายโอนและกระจายความเค้นภายใต้แรงกดได้ดีกว่า จึงทำให้ไม้ชนิดละเอียดมีการยึดติดที่ดีกว่าไม้ชนิดหยาบ โดยจะเห็นได้ชัดจากผลของอันที่ปริมาณกาว 25% ไม้ size 3 นั้นมีค่าความต้านทานแรงดัดสูงมากถึง 0.84 MPa ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน JIS A 5908 และมอก.876 ที่กำหนดค่ามาตรฐานไว้คือ 0.3 MPa และ0.4 MPa ตามลำดับ

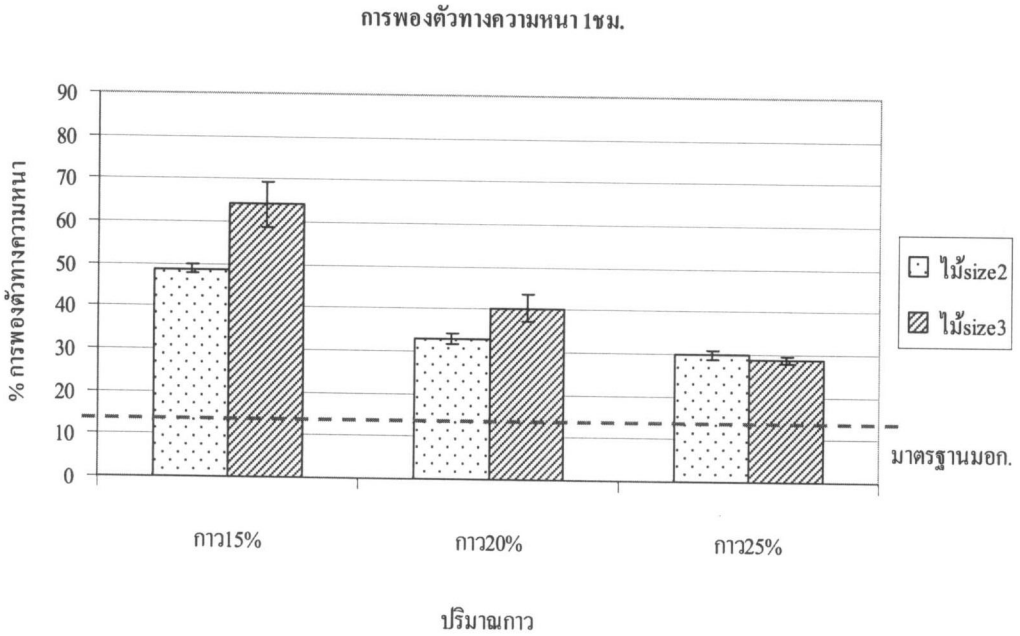


รูปที่ 3.20 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าตามมาตรฐาน JIS A 5908 และมอก.876

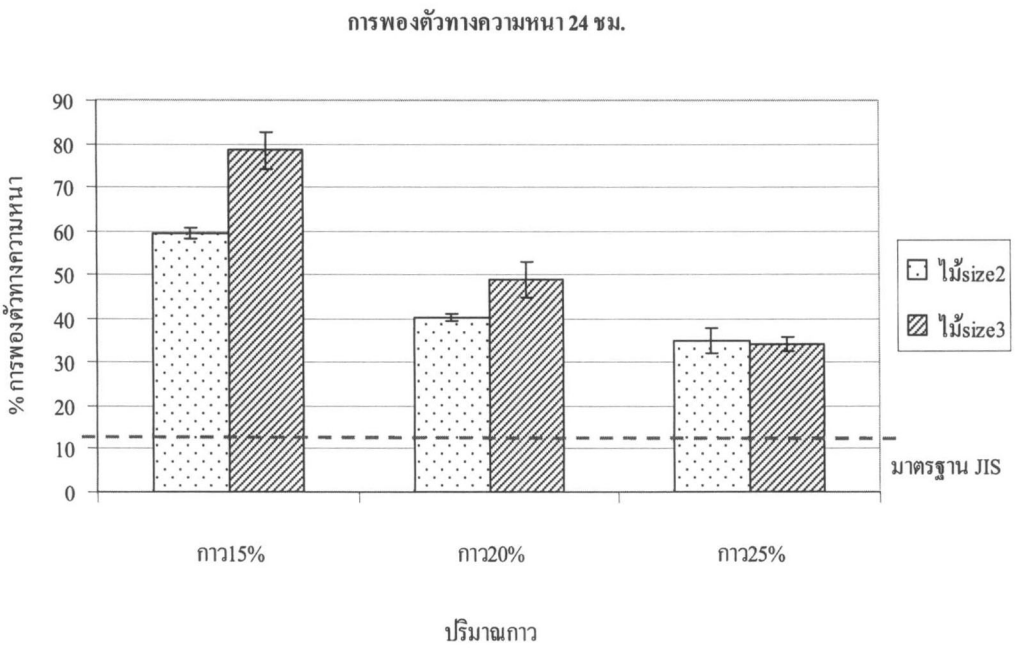
การพองตัวทางความหนาที่เวลา 1 ชั่วโมงสำหรับมาตรฐานมอก.876 และ 24 ชั่วโมง สำหรับมาตรฐาน JIS A 5908

ในรูปที่ 3.21 และ3.22 แสดงค่าการพองตัวทางความหนาของแผ่นพาร์ทิเคิลที่ใช้กาวสูตรที่5 โดยใช้ขนาดไม้และปริมาณกาวที่ต่างกัน ที่เวลา 1 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง พบว่า ไม้ขนาดละเอียด (size 3) มีแนวโน้มที่ให้ค่า %การพองตัวทางความหนาที่สูงกว่าไม้ขนาดหยาบ (size 2) ทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่ไม้ขนาดละเอียดมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับน้ำมากกว่า และไม้ละเอียดจะเกิดการดูดซับกาวไว้มากกว่าทำให้เกิดการจับตัวกันเป็นก้อนไม่ค่อยกระจายตัวทำให้เนื้อกาวกระจายไม่ทั่วถึง และเมื่อเปลี่ยนปริมาณกาวเป็น 15% 20% และ25% พบว่าค่า %การพองตัวทางความหนามีค่าลดลง เมื่อปริมาณกาวเพิ่มมากขึ้นทำให้มีการกระจายตัวของเนื้อกาวทั่วถึงไม้มากขึ้น ทำให้เกิดการยึดเกาะที่ดีขณะขึ้นรูปเป็นแผ่นพาร์ทิเคิล รวมทั้งผลจากการเพิ่มปริมาณกาวทำให้อัตราส่วนปริมาณไม้ลดลง ซึ่งไม้เป็นตัวที่ดูดซับน้ำได้ดี ดังนั้น %การพองตัวทางความหนาจึงลดลง

โดยค่า %การพองตัวทางความหนาของไม้ทั้งสองขนาดที่เวลา 1ชั่วโมงอยู่ในช่วง 28-65% และที่เวลา 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 34-78% ซึ่งยังไม่ผ่านตามมาตรฐานมอก.876 และ JIS A 5908 ซึ่งหากต้องการให้ผ่านตามมาตรฐานต้องมีการปรับปรุงพัฒนาสูตรกาวต่อไป



รูปที่ 3.21 ผลการทดสอบการพองตัวทางความหนาตามมาตรฐาน มอก.876 ที่เวลา 1 ชั่วโมง



รูปที่ 3.22 ผลการทดสอบการพองตัวทางความหนาตามมาตรฐาน JIS A 5908 ที่เวลา 24 ชั่วโมง