บทที่ 4 ผลการทดลอง

จากการศึกษาเรื่อง การพัฒนาและออกแบบถ้วยน้ำดื่มกระดาษที่ผลิตจากเยื่อกระดาษชานอ้อย ผู้วิจัยจะยึดแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยการศึกษาเริ่มจากการศึกษาและทดลองเปรียบเทียบสมบัติของสารเคลือบในด้านการต้านทานการซึมผ่านของน้ำในอัตราส่วนที่ต่างกัน โดยทำการขึ้นแผ่นกระดาษและนำไปทดสอบและเปรียบเทียบเพื่อหาสมบัติของกระดาษที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งวัตถุประสงค์มีดังนี้คือ

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณของสารเติมแต่งในด้านการต้านทานการซึมผ่านของน้ำที่ใช้กับถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อย

2. เพื่อพัฒนาและออกแบบถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยให้มีสมบัติใกล้เคียงกับถ้วยน้ำดื่มกระดาษทรงกรวยตามท้องตลาด

3. เพื่อออกแบบรูปทรงถ้วยน้ำดื่มที่สามารถลดพื้นที่ในการจัดเก็บเพื่อการขนส่งได้มากกว่าการจัดเก็บถ้วยน้ำดื่มกระดาษทรงกรวยตามท้องตลาด

4. เพื่อหาความพึงพอใจจากการใช้งานถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยโดยผู้บริโภค

4.1 การผลิตกระดาษชานอ้อยเพื่อใช้ผลิตถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อย

โดยจะทำการทดลองขึ้นแผ่นกระดาษจากเยื่อชานอ้อยน้ำหนัก 70 แกรม โดยใช้ สารต้านทานการซึมน้ำ(Alkyl ketene Dimer; AKD) ปริมาณร้อยละ 0.1 , 0.3 ต่อน้ำหนักเยื่อแห้ง สารเติมแต่งชนิด Lodyne® ปริมาณร้อยละ 0.2 , 0.5 , 0.8 , 1.1 ต่อน้ำหนักเยื่อแห้ง แป้งประจุบวกร้อยละ 1 ต่อน้ำหนักเยื่อแห้ง ซึ่งพบว่าจากผลการศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติของสารเคลือบและสารต้านการซึมที่เหมาะสมที่สุดคือการทดลองในอัตราส่วนของสารต้านทานการซึมน้ำความเข้มข้นร้อยละ 0.3 สารเติมแต่งชนิด Lodyne® ที่ปริมาณร้อยละ 0.2 ต่อน้ำหนักเยื่อแห้ง และแป้งประจุบวกร้อยละ 1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณสารเติมแต่งที่ใช้ในการขึ้นแผ่นกระดาษจากเยื่อชานอ้อย โดยใช้ปริมาณแป้งประจุบวกร้อยละ1

กระดาษชานอ้อยที่ผ่านการขัดผิว 70 แกรม	
ปริมาณสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์ (ร้อยละ)	ปริมาณสารเติมแต่ง Lodyne® (ร้อยละ)
0.1	0.2
0.1	0.5
0.1	0.8
0.1	1.1
0.3	0.2
0.3	0.5
0.3	0.8
0.3	1.1

4.1.1 การทดสอบและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลที่ใช้ในการผลิตถ้วยน้ำดื่มกระดาษชานอ้อย

จากการทดสอบสมบัติทางด้านกายภาพและสมบัติเชิงกลซึ่งประกอบไปด้วย การทดสอบหาน้ำหนักมาตรฐาน (Basic Weight), ความหนา (Thickness), การต้านทานแรงฉีกขาด (Tearing Strength), ความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength), การดูดซับน้ำ (Cobb Test)

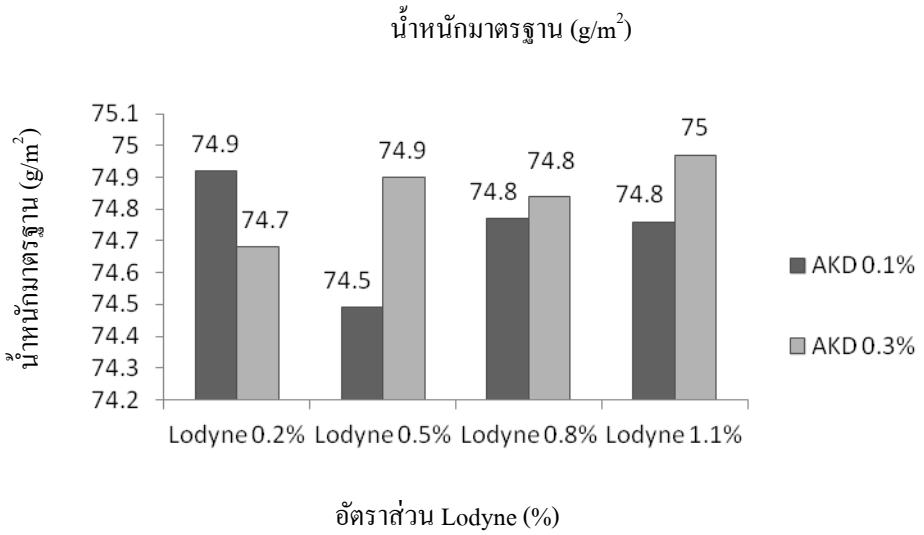
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบสมบัติทางด้านกายภาพและสมบัติเชิงกลที่ใช้ในการผลิตถ้วยน้ำดื่มกระดาษชานอ้อย

คุณสมบัติ	แป้งประจุบวก (ร้อยละ)	AKD (ร้อยละ)	Lodyne (ร้อยละ) ± SD			
			0.2	0.5	0.8	1.1
น้ำหนักมาตรฐาน (g/m^2)	1	0.1	74.9 ±1.58[a]	74.5 ±1.08[a]	74.8 ±0.86[a]	74.8 ± 0.84[a]
	1	0.3	74.7 ±0.79[a]	74.9 ± 1.03[a]	74.8 ±0.68[a]	75± 0.88[a]
ความหนา (µm)	1	0.1	85.5 ± 0.85[a]	85. 8 ±0.95[a]	85.2 ±0.96[a]	85 ± 0.89[a]
	1	0.3	85.2 ±0.81[a]	85.2 ± 1.3[a]	85.3 ±1.03[a]	85.2 ± 0.97[a]
ดัชนีความต้านแรงฉีกขาด ($mN/g/m^2$)	1	0.1	6.05 ± 8.25[a]	6.26 ± 10.2[b]	6.1 ± 8.09[a]	6.24 ± 11.7[ab]
	1	0.3	6.91 ± 9.1[a]	6.93 ± 8.25[b]	6.86 ± 8.39[a]	6.87 ± 8.6[ab]
ดัชนีความต้านทานแรงดึง (N.m/g)	1	0.1	49.5 ± 1.11[a]	49.6 ± 0.99[a]	49.3 ± 1.12[a]	49.4 ± 1[b]
	1	0.3	49.2 ± 1[a]	50 ± 1.02[a]	50.3 ± 0.94[a]	52 ± 0.81[b]
การดูดซับน้ำ (ด้านสักหลาด) (g/m^2)	1	0.1	85.2 ± 5.12[c]	67 ± 5.48[b]	59.6 ± 8.26[ab]	57 ± 3.61[a]
	1	0.3	36 ± 3.46[c]	33.2 ± 0.45[b]	32.6 ± 0.89[ab]	30.6 ± 0.89[a]
การดูดซับน้ำ (ด้านตะแกรง)(g/m^2)	1	0.1	81.6 ± 0.55[c]	58.8 ± 9.86[b]	49.6 ± 8.82[ab]	42.2 ± 2.17[a]
	1	0.3	29 ± 0[c]	28.6 ± 0.89[b]	27.2 ± 0.45[ab]	26.6 ± 0.89[a]

[abc] ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวแนวนอนหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากข้อมูลตารางที่ 4.2 สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลตามลักษณะโครงสร้างกระดาษที่ศึกษาในงานวิจัยออกมาในรูปแบบกราฟรูปที่ 4.1-4.6 ได้ดังนี้

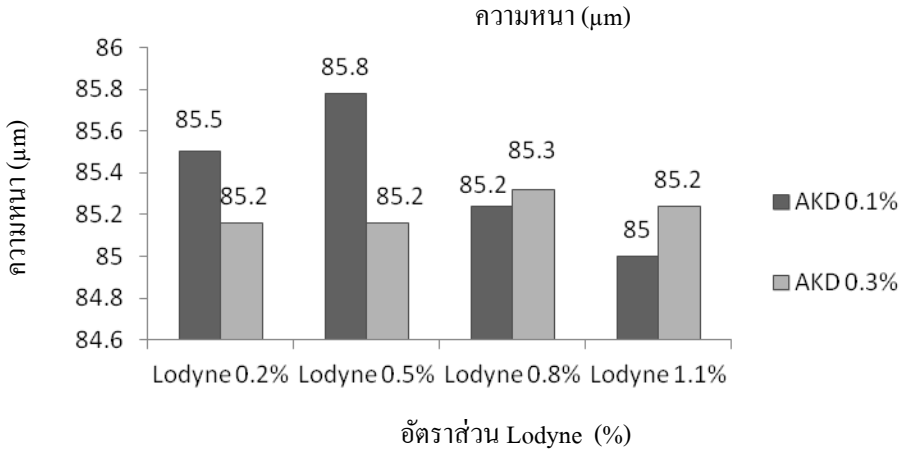
4.1.2 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ (Basic Weight)



รูปที่ 4.1 น้ำหนักมาตรฐาน (Basic Weight) ของการผสมสารเคลือบและAKD ในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ จากผลการวิเคราะห์พบว่าน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษที่ผสมแป้งประจุบวกร้อยละ 1 สารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 0.2, 0.5, 0.8, 1.1 ตามลำดับ และสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์ร้อยละ 0.1 และ 0.3 ที่ผ่านกระบวนการบดเยื่อและวิธีการขัดผิวหน้ากระดาษ มีค่าน้ำหนักกระดาษอยู่ในช่วง 74.5 – 75 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งค่าในช่วงนี้ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ เนื่องจากมีน้ำหนักใกล้เคียงกันการที่ไม่มีผลต่อน้ำหนักมาตรฐานเพราะปริมาณสารที่เติมลงไปในกระดาษนั้นมีน้อยมากไม่เพียงพอต่อการเพิ่มน้ำหนักของกระดาษเมื่อนำมาเปรียบเทียบ และเมื่อนำมาหาน้ำหนักมาตรฐานก็จะอยู่ในมาตรฐานเดียวกันคือที่ 70 กรัม/ตารางเมตร (70 แกรม) และอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ที่ไม่เกิน 5 กรัมต่อตารางเมตร โดยในการทำวิจัยครั้งนี้จะทำแผ่นกระดาษทดสอบที่มีน้ำหนักมาตรฐานที่70กรัม/ตารางเมตร (70 แกรม) เพื่อนำกระดาษที่ผลิตได้ไปทำการทดสอบต่อไป

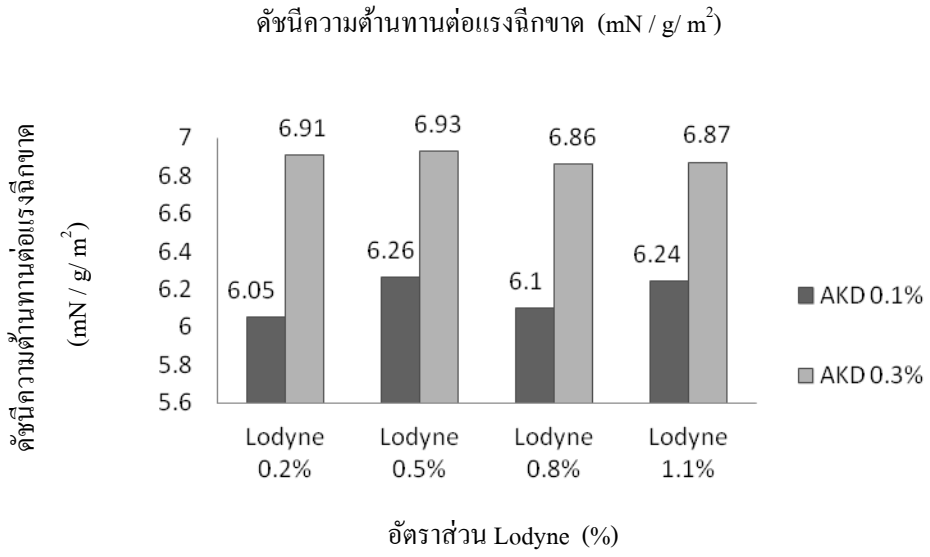
4.1.3 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของความหนาของกระดาษ (Thickness)



รูปที่ 4.2 ความหนา (Thickness) ของการผสมสารเคลือบและAKD ในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาของกระดาษ จากผลการวิเคราะห์พบว่าความหนาของกระดาษที่ผสมแป้งประจุบวกร้อยละ 1 สารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 0.2, 0.5, 0.8, 1.1 ตามลำดับ และสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์ร้อยละ 0.1 และ 0.3 ที่ผ่านกระบวนการบดเยื่อและวิธีการขัดผิวหน้ากระดาษ มีค่าอยู่ในช่วง 85 – 85.8 ไมครอน ซึ่งค่าในช่วงนี้ไม่ความความแตกต่างทางสถิติเช่นเดียวกับผลวิเคราะห์ค่าน้ำหนักมาตรฐาน(Basic Weight) เนื่องจากค่าในช่วงนี้มีความใกล้เคียงกัน การที่ไม่มีผลเป็นเพราะปริมาณของสารที่เติมลงไปในกระดาษนั้นมีน้อยมากไม่เพียงพอต่อการเพิ่มความหนาของกระดาษเมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน

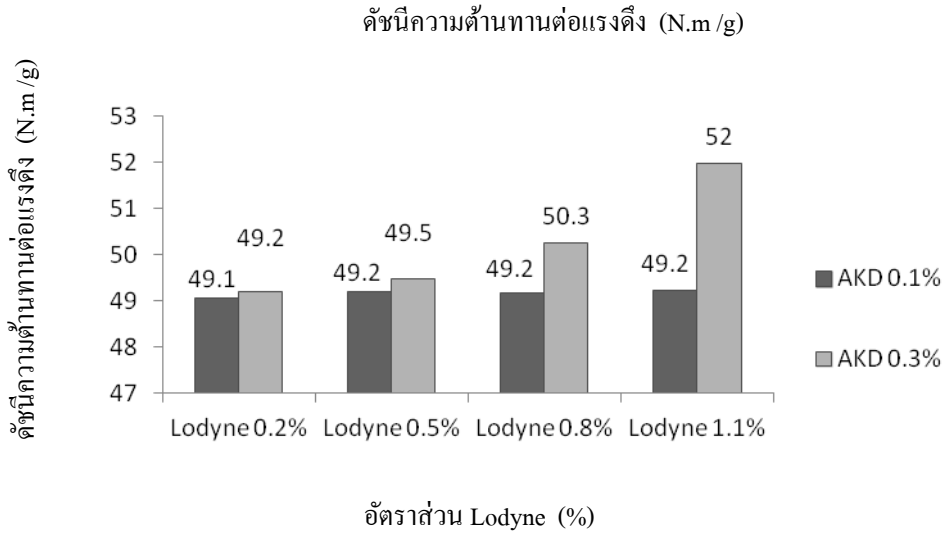
4.1.4 การศึกษาสมบัติทางด้านเชิงกลของดัชนีความต้านทานแรงฉีกขาด (Tearing Strength)



รูปที่ 4.3 ดัชนีความต้านทานแรงฉีกขาด (Tearing Strength) ของการผสมสารเคลือบและAKD ในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความต้านทานต่อแรงฉีกขาดของกระดาษ ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของกระดาษในการต้านแรงกระทำให้กระดาษขาดออกจากรอยฉีกเดิม จากผลการวิเคราะห์พบว่า ทั้งอัตราส่วนสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์และสารเติมแต่งชนิด Lodyne® มีอิทธิพลต่อค่าต้านทานแรงฉีกขาดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.1 เป็นร้อยละ 0.3 จะมีผลทำให้ค่าต้านทานแรงฉีกขาดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนการเพิ่มปริมาณสารเติมแต่งชนิด Lodyne® จากร้อยละ 0.2, 0.5, 0.8, 1.1 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนต่างๆแล้วพบว่าอัตราส่วนที่ให้ค่าความต้านทานแรงฉีกขาดของกระดาษมากที่สุดคือ การใช้สารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.3 ร่วมกับสารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 0.5 และ พบว่าอัตราส่วนที่ให้ค่าความต้านทานแรงฉีกขาดของกระดาษน้อยที่สุดคือ การใช้สารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.1 ร่วมกับสารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 0.2

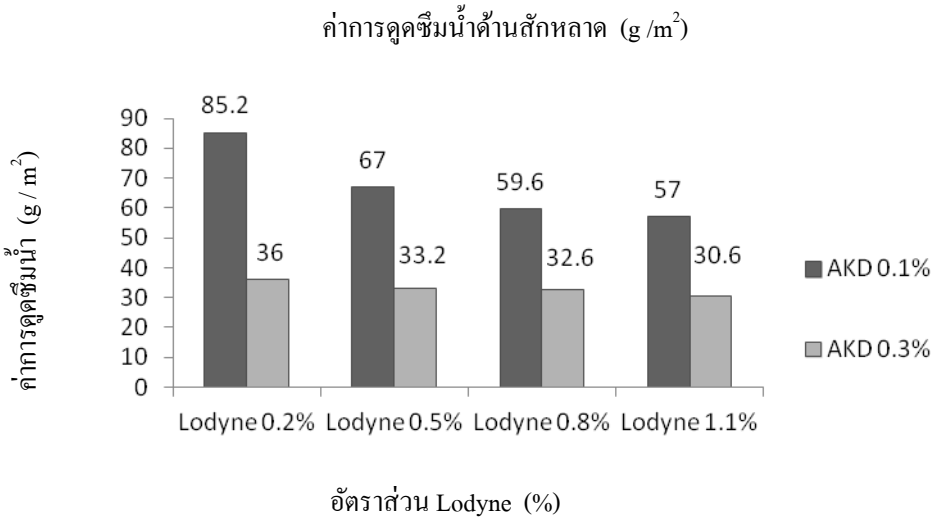
4.1.5 การศึกษาสมบัติทางด้านเชิงกลของดัชนีความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength)



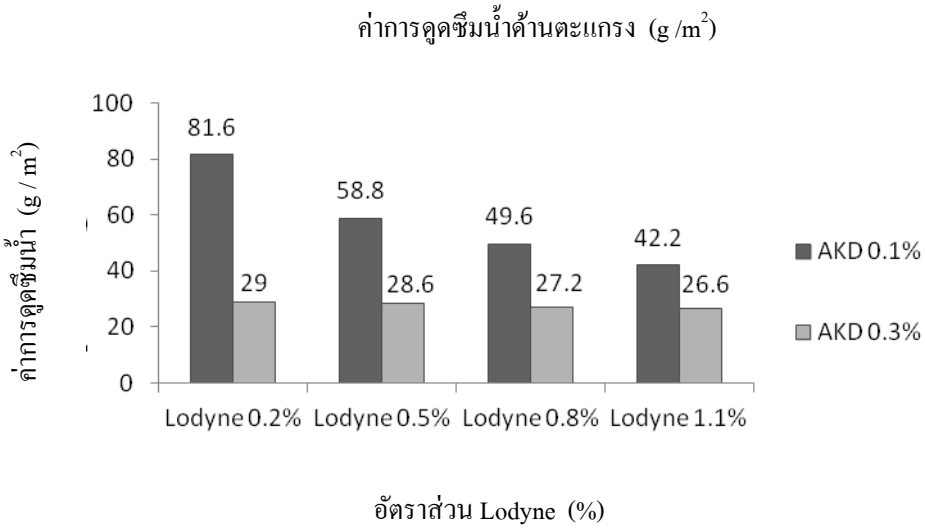
รูปที่ 4.4 ดัชนีความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) ของการผสมสารเคลือบและAKD ในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความต้านทานแรงแรงดึงของกระดาษ ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของกระดาษที่จะทนแรงดันได้สูงสุด เมื่อได้รับแรงกระทำในทิศทางตั้งฉากต่อผิวหน้ากระดาษ จากผลการวิเคราะห์พบว่า ทั้งอัตราส่วนสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์และสารเติมแต่งชนิด Lodyne® มีอิทธิพลต่อค่าต้านทานแรงดึงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.1 เป็นร้อยละ 0.3 จะมีผลทำให้ค่าต้านทานแรงฉีกขาดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนการเพิ่มปริมาณสารเติมแต่งชนิด Lodyne® จากร้อยละ 0.8 และ 1.1 มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนต่างๆแล้วพบว่าทรีตเมนต์ที่ให้ค่าความต้านทานแรงดึงของกระดาษมากที่สุดคือ การใช้สารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.3 ร่วมกับสารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 1.1 และ พบว่าอัตราส่วนที่ให้ค่าความต้านทานแรงดึงของกระดาษน้อยที่สุดคือ การใช้สารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.1 ร่วมกับสารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 0.2

4.1.6 การศึกษาสมบัติทางด้านเชิงกลของการดูดซึมน้ำ (Cobb Test)



รูปที่ 4.5 การดูดซับน้ำ (Cobb Test) ด้านสักหลาด ของการผสมสารเคลือบและAKD ในอัตราส่วนต่างๆ



รูปที่ 4.6 การดูดซับน้ำ (Cobb Test) ด้านตะแกรง ของการผสมสารเคลือบและAKD ในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.5 – 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดซับน้ำของกระดาษในด้านสักหลาดและด้านตะแกรง เป็นค่าที่บ่งบอกถึงคุณสมบัติในการดูดซับน้ำในรูปแบบของเหลวที่สัมผัสโดยตรง ผลการวิเคราะห์ค่าการดูดซับน้ำที่ผิวด้านสักหลาดพบว่า ทั้งอัตราส่วนสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์และสารเติมแต่งชนิด Lodyne® มีอิทธิพลต่อค่าการดูดซับน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.1 เป็นร้อยละ 0.3 จะมีผลทำให้ค่าการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนการเพิ่มปริมาณสารเติมแต่งชนิด Lodyne® จากร้อยละ 0.2 เป็นร้อยละ 0.5 จะทำให้การดูดซับน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และเมื่อเพิ่มปริมาณสารเติมแต่งชนิด Lodyne® จากร้อยละ 0.5 เป็นร้อยละ 0.8 จะทำให้การดูดซับน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่เมื่อเพิ่มปริมาณสารเติมแต่งชนิด Lodyne® จากร้อยละ 0.8 เป็นร้อยละ 1.1 มีผลทำให้การดูดซึมน้ำไม่เปลี่ยนแปลง สำหรับค่าการดูดซับน้ำที่ผิวด้านตะแกรงนั้นพบว่า ทั้งอัตราส่วนสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์และสารเติมแต่งชนิด Lodyne® มีอิทธิพลต่อค่าการดูดซับน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.1 เป็นร้อยละ 0.3 จะมีผลทำให้ค่าการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนการเพิ่มปริมาณสารเติมแต่งชนิด Lodyne® จากร้อยละ 0.2 เป็นร้อยละ 0.5 จะทำให้การดูดซับน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และเมื่อเพิ่มปริมาณสารเติมแต่งชนิด Lodyne® จากร้อยละ 0.5 เป็นร้อยละ 0.8 จะทำให้การดูดซับน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่เมื่อเพิ่มปริมาณสารเติมแต่งชนิด Lodyne® จากร้อยละ 0.8 เป็นร้อยละ 1.1 มีผลทำให้การดูดซึมน้ำไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนต่างๆ พบว่า ทรีตเมนต์ที่ให้ค่าการดูดซึบน้ำของกระดาษจากเยื่อชานอ้อยที่ผิวด้านสักหลาดน้อยที่สุด คือ การใช้สารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.3 ร่วมกับสารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 1.1 และทรีตเมนต์ที่ให้ค่าการดูดซึมน้ำของกระดาษจากเยื่อชานอ้อยที่ผิวด้านตะแกรงน้อยที่สุด คือการใช้สารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.3 ร่วมกับสารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 1.1 เช่นกัน

4.2 การออกแบบถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อย

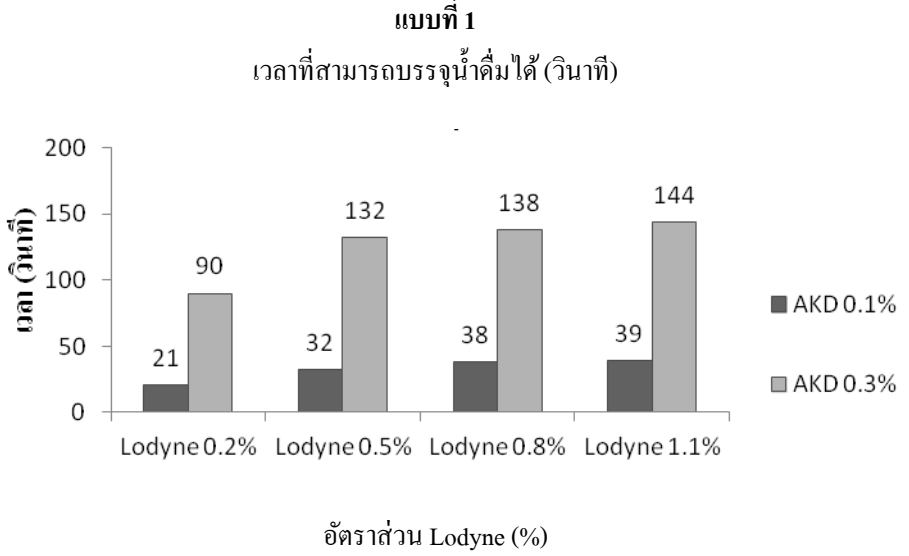
นำกระดาษที่ทำการผลิตได้มาออกแบบถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยในแบบต่างๆทั้งหมด 4 แบบ แล้วนำมาทดสอบ การรั่วซึมหรือระยะเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่ม

4.2.1 การเปรียบเทียบการรั่วซึมหรือระยะเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้ของถ้วยกระดาษจากเยื่อชานอ้อยที่ผลิต

จากการทดสอบและเปรียบเทียบตามวิธีทดสอบของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1141-2536 โดยใส่น้ำกลั่นที่มีอุณหภูมิประมาณ 27 องศาเซลเซียส ลงไปให้เต็มถึงขอบปากถ้วย ตั้งทิ้งไว้

เป็นเวลา 1 นาที แล้วตรวจพิจารณาดูถ้วยกระดาษตัวอย่าง ซึ่งสามารถนำข้อมูลดังกล่าวที่ได้มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งได้วิเคราะห์ออกมาในรูปแบบกราฟ 4.7- 4.10 ได้ดังนี้

4.2.2 การเปรียบเทียบการรั่วซึมหรือระยะเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้ของถ้วยกระดาษจากเยื่อชานอ้อยที่ผลิตได้ ในแบบที่ 1

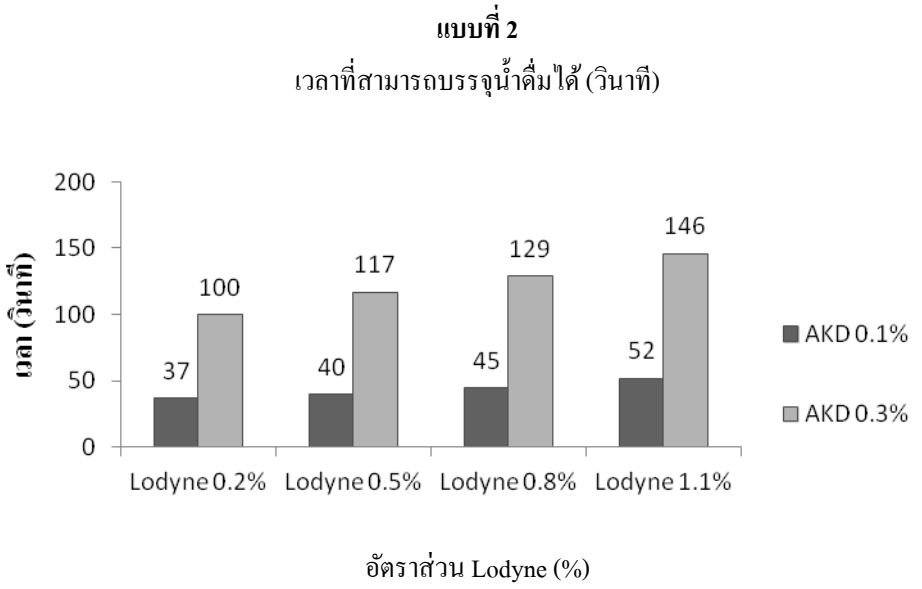


รูปที่ 4.7 เวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้ ของการผสมสารเคลือบและAKD ในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้ของกระดาษถ้วยน้ำดื่มชานอ้อยในแบบที่1 ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของกระดาษในการต้านทานการซึมผ่านของน้ำที่บรรจุอยู่ในถ้วยน้ำดื่ม จากผลการวิเคราะห์พบว่า ทั้งอัตราส่วนสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์และสารเติมแต่งชนิด Lodyne® มีอิทธิพลต่อค่าต้านทานแรงฉีกขาดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.1 เป็นร้อยละ 0.3 จะมีผลทำให้ค่าเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนการเพิ่มปริมาณสารเติมแต่งชนิด Lodyne® จากร้อยละ 0.2, 0.5, 0.8, 1.1 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนต่างๆแล้วพบว่าอัตราส่วนที่ให้ค่าเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้มากที่สุดคือ การใช้สารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.3 ร่วมกับสารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 1.1 ซึ่งสามารถบรรจุน้ำดื่มได้โดยไม่มีการรั่วซึมนานถึง 144 วินาที และพบว่าอัตราส่วนที่ให้ค่าเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้น้อยที่สุดคือ การใช้สารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.1 ร่วมกับสารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 0.2 ซึ่งสามารถบรรจุน้ำดื่มได้

โดยไม่มีการรั่วซึมนานถึงแค่ 21 วินาที จากผลทางสถิติทำให้ทราบว่าเมื่ออัตราส่วนสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์และสารเติมแต่งชนิด Lodyne® เพิ่มขึ้นจะทำให้การต้านทานการซึมผ่านของน้ำที่บรรจุอยู่ในถ้วยน้ำดื่มเพิ่มมากขึ้น

4.2.3 การเปรียบเทียบการรั่วซึมหรือระยะเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้ของถ้วยกระดาษจากเยื่อชานอ้อยที่ผลิตได้ ในแบบที่ 2

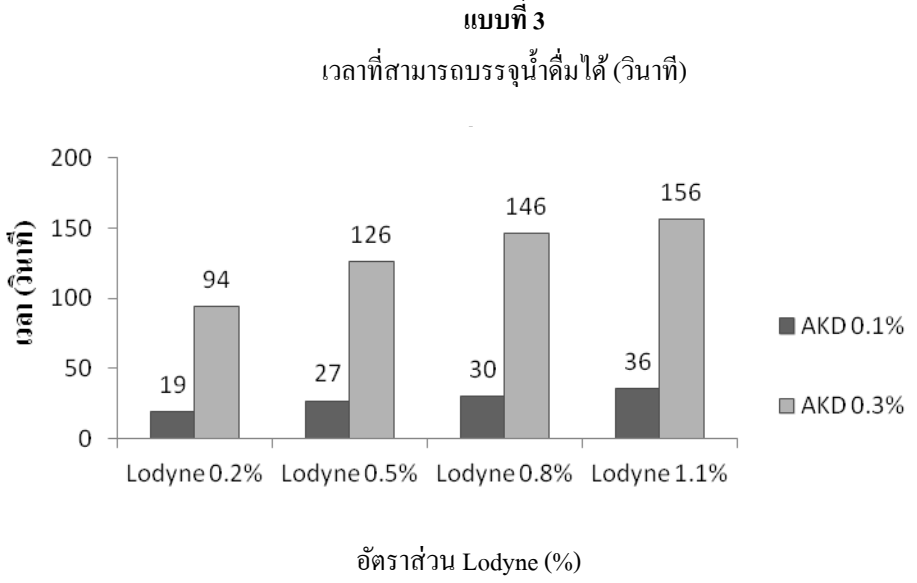


รูปที่ 4.8 เวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้ ของการผสมสารเคลือบและAKD ในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้ของกระดาษถ้วยน้ำดื่มชานอ้อยในแบบที่2 ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของกระดาษในการต้านทานการซึมผ่านของน้ำที่บรรจุอยู่ในถ้วยน้ำดื่ม จากผลการวิเคราะห์พบว่า ทั้งอัตราส่วนสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์และสารเติมแต่งชนิด Lodyne® มีอิทธิพลต่อค่าต้านทานแรงฉีกขาดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.1 เป็นร้อยละ 0.3 จะมีผลทำให้ค่าต้านทานแรงฉีกขาดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนการเพิ่มปริมาณสารเติมแต่งชนิด Lodyne® จากร้อยละ 0.2, 0.5, 0.8, 1.1 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนต่างๆแล้วพบว่าอัตราส่วนที่ให้ค่าเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้มากที่สุดคือ การใช้สารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.3 ร่วมกับสารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 1.1 ซึ่งสามารถบรรจุน้ำดื่มได้โดยไม่มีการรั่วซึมนานถึง 146 วินาที และพบว่า อัตราส่วนที่ให้ค่าเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้น้อยที่สุดคือ การใช้สารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.1 ร่วมกับสารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 0.2 ซึ่งสามารถบรรจุน้ำดื่มได้

โดยไม่มีการรั่วซึมนานถึงแค่ 37 วินาที จากผลทางสถิติทำให้ทราบว่าเมื่ออัตราส่วนสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์และสารเติมแต่งชนิด Lodyne® เพิ่มขึ้นจะทำให้การต้านทานการซึมผ่านของน้ำที่บรรจุอยู่ในถ้วยน้ำดื่มเพิ่มมากขึ้น

4.2.4 การเปรียบเทียบการรั่วซึมหรือระยะเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้ของถ้วยกระดาษจากเยื่อชานอ้อยที่ผลิตได้ ในแบบที่ 3

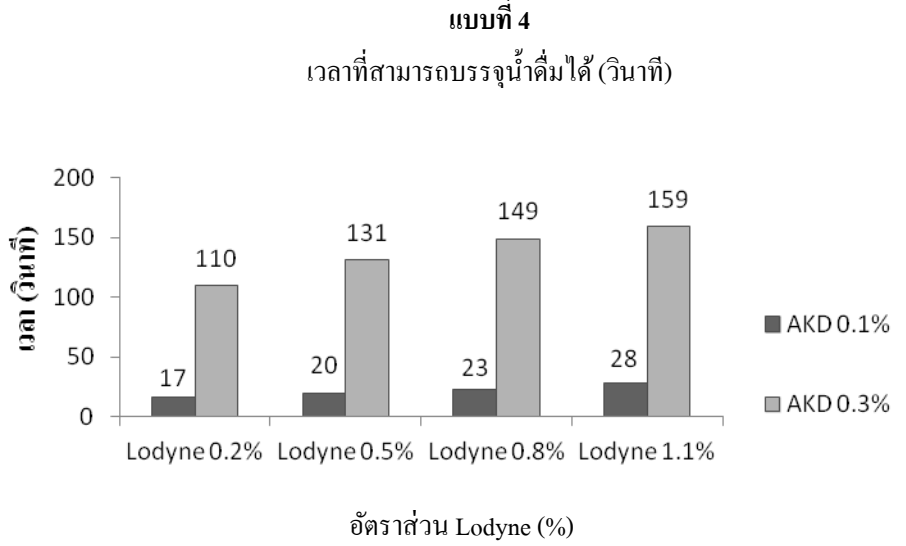


รูปที่ 4.9 เวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้ ของการผสมสารเคลือบและAKD ในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้ของกระดาษถ้วยน้ำดื่มชานอ้อยในแบบที่3 ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของกระดาษในการต้านทานการซึมผ่านของน้ำที่บรรจุอยู่ในถ้วยน้ำดื่ม จากผลการวิเคราะห์พบว่า ทั้งอัตราส่วนสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์และสารเติมแต่งชนิด Lodyne® มีอิทธิพลต่อค่าต้านทานแรงฉีกขาดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.1 เป็นร้อยละ 0.3 จะมีผลทำให้ค่าต้านทานแรงฉีกขาดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนการเพิ่มปริมาณสารเติมแต่งชนิด Lodyne® จากร้อยละ 0.2, 0.5, 0.8, 1.1 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนต่างๆแล้วพบว่าอัตราส่วนที่ให้ค่าเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้มากที่สุดคือ การใช้สารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.3 ร่วมกับสารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 1.1 ซึ่งสามารถบรรจุน้ำดื่มได้โดยไม่มีการรั่วซึมนานถึง 156 วินาที และพบว่าอัตราส่วนที่ให้ค่าเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้น้อยที่สุดคือ การใช้สารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.1 ร่วมกับสารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 0.2 ซึ่งสามารถบรรจุน้ำดื่มได้

โดยไม่มีการรั่วซึมนานถึงแค่ 19 วินาที จากผลทางสถิติทำให้ทราบว่าเมื่ออัตราส่วนสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์และสารเติมแต่งชนิด Lodyne® เพิ่มขึ้นจะทำให้การต้านทานการซึมผ่านของน้ำที่บรรจุอยู่ในถ้วยน้ำดื่มเพิ่มมากขึ้น

4.2.5 การเปรียบเทียบการรั่วซึมหรือระยะเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้ของถ้วยกระดาษจากเยื่อชานอ้อยที่ผลิตได้ ในแบบที่ 4



รูปที่ 4.10 เวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้ ของการผสมสารเคลือบและAKD ในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้ของกระดาษถ้วยน้ำดื่มชานอ้อยในแบบที่4 ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของกระดาษในการต้านทานการซึมผ่านของน้ำที่บรรจุอยู่ในถ้วยน้ำดื่ม จากผลการวิเคราะห์พบว่า ทั้งอัตราส่วนสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์และสารเติมแต่งชนิด Lodyne® มีอิทธิพลต่อค่าต้านทานแรงฉีกขาดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.1 เป็นร้อยละ 0.3 จะมีผลทำให้ค่าต้านทานแรงฉีกขาดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนการเพิ่มปริมาณสารเติมแต่งชนิด Lodyne® จากร้อยละ 0.2, 0.5, 0.8, 1.1 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนต่างๆแล้วพบว่าอัตราส่วนที่ให้ค่าเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้มากที่สุดคือ การใช้สารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.3 ร่วมกับสารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 1.1 ซึ่งสามารถบรรจุน้ำดื่มได้โดยไม่มีการรั่วซึมนานถึง 159 วินาที และพบว่าอัตราส่วนที่ให้ค่าเวลาที่สามารถบรรจุน้ำดื่มได้น้อยที่สุดคือ การใช้สารอัลคิลคีทีนไดเมอร์จากร้อยละ 0.1 ร่วมกับสารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 0.2 ซึ่งสามารถบรรจุน้ำดื่มได้

โดยไม่มีการรั่วซึมนานถึงแค่ 17 วินาที จากผลทางสถิติทำให้ทราบว่าเมื่ออัตราส่วนสารอัลคิลคีทีนไดเมอร์และสารเติมแต่งชนิด Lodyne® เพิ่มขึ้นจะทำให้การต้านทานการซึมผ่านของน้ำที่บรรจุอยู่ในถ้วยน้ำดื่มเพิ่มมากขึ้น

4.3 การเปรียบเทียบปริมาตรในการบรรจุและพื้นที่การเก็บรักษาในการขนส่งระหว่างถ้วยน้ำดื่มกระดาษทรงกรวยตามท้องตลาดกับถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยที่ผลิตได้

จากการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยที่ขึ้นรูปด้วยการพับโดยใช้สารอัลคิลคีทีนไดเมอร์ร้อยละ 0.3 ร่วมกับสารเติมแต่งชนิด Lodyne® ร้อยละ 0.5 กับถ้วยน้ำดื่มกระดาษทรงกรวยตามท้องตลาด ประกอบไปด้วยการเปรียบเทียบปริมาตรการบรรจุน้ำ ปริมาตรในการจัดเก็บรักษาเพื่อการขนส่งซึ่งเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์ขนาดเดียวกัน และระยะเวลาที่ถ้วยกระดาษสามารถบรรจุน้ำได้ ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ในรูปแบบตารางดังนี้

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบสมบัติระหว่างถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยแบบที่1,2,3,4 และถ้วยน้ำดื่มกระดาษทรงกรวยตามท้องตลาด

การทดลอง	ถ้วยน้ำดื่มกระดาษทรงกรวย	ถ้วยน้ำดื่มชานอ้อยแบบที่1	ถ้วยน้ำดื่มชานอ้อยแบบที่2	ถ้วยน้ำดื่มชานอ้อยแบบที่3	ถ้วยน้ำดื่มชานอ้อยแบบที่4
ปริมาตรน้ำ (มิลลิลิตร)	90	90	100	100	70
เวลาบรรจุน้ำ (วินาที)	53	90	100	94	110
แถวละ (ใบ)	215	220	220	225	225
ขนาดบรรจุ (แถว)	25	25	25	12	20
รวมในกล่องขนส่งขนาด 36x36x45 (ใบ)	4,500	5,500	5,500	2,700	4,500

หมายเหตุ : ถ้วยน้ำดื่มกระดาษชานอ้อยทุกแบบใช้พื้นที่กระดาษเท่ากัน

จากตารางที่ 4.3 พบว่าถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยแบบที่1 มีปริมาตรในการบรรจุน้ำ 90 มิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาตรที่เท่ากับถ้วยน้ำดื่มทรงกรวย เวลาบรรจุน้ำดื่มที่เหมาะสม คือ 90 วินาที จะเห็นได้ว่ามีระยะเวลาที่นานกว่าถ้วยน้ำดื่มทรงกรวย และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1141-

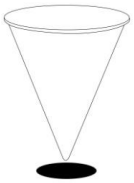
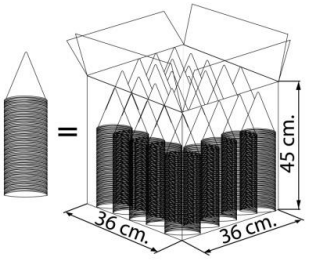
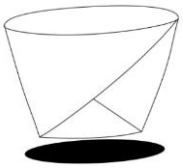
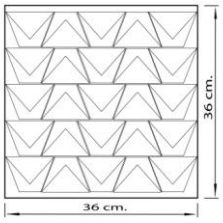
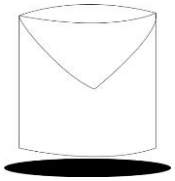
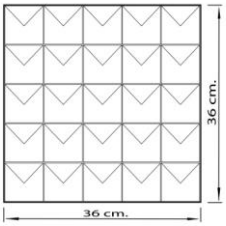
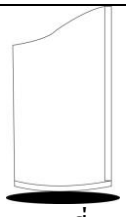
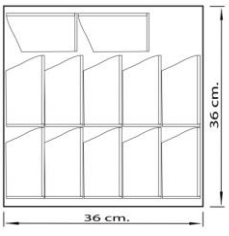
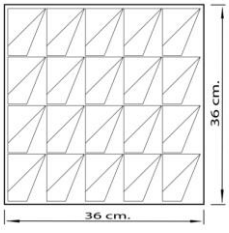
2536 มาตรฐานได้กำหนดเวลาไว้ที่ 1 นาที [18] ปริมาณที่บรรจุได้ต่อแถว คือ 220 ใบ ซึ่งมีจำนวนบรรจุที่มากกว่าถ้วยทรงกรวย จำนวนแถวที่สามารถบรรจุในบรรจุภัณฑ์ขนส่ง คือ 25 แถว ซึ่งได้จำนวนที่เท่ากันกับถ้วยน้ำดื่มทรงกรวย และปริมาณที่บรรจุได้ทั้งหมดในบรรจุภัณฑ์ขนส่ง คือ 5,500 ใบ ซึ่งมีจำนวนมากกว่าถ้วยน้ำดื่มทรงกรวยตามท้องตลาด

พบว่าถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยแบบที่2 มีปริมาตรในการบรรจุน้ำ 100 มิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาตรที่เท่ากับถ้วยน้ำดื่มทรงกรวย เวลาบรรจุน้ำดื่มที่เหมาะสม คือ 100 วินาที จะเห็นได้ว่ามีระยะเวลาที่นานกว่าถ้วยน้ำดื่มทรงกรวย และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1141-2536 มาตรฐานได้กำหนดเวลาไว้ที่ 1 นาที [18] ปริมาณที่บรรจุได้ต่อแถว คือ 220 ใบ ซึ่งมีจำนวนบรรจุที่มากกว่าถ้วยทรงกรวย จำนวนแถวที่สามารถบรรจุในบรรจุภัณฑ์ขนส่ง คือ 25 แถว ซึ่งได้จำนวนที่เท่ากันกับถ้วยน้ำดื่มทรงกรวย และปริมาณที่บรรจุได้ทั้งหมดในบรรจุภัณฑ์ขนส่ง คือ 5,500 ใบ ซึ่งมีจำนวนมากกว่าถ้วยน้ำดื่มทรงกรวยตามท้องตลาด

พบว่าถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยแบบที่3 มีปริมาตรในการบรรจุน้ำ 100 มิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาตรที่เท่ากับถ้วยน้ำดื่มทรงกรวย เวลาบรรจุน้ำดื่มที่เหมาะสม คือ 94 วินาที จะเห็นได้ว่ามีระยะเวลาที่นานกว่าถ้วยน้ำดื่มทรงกรวย และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1141-2536 มาตรฐานได้กำหนดเวลาไว้ที่ 1 นาที [18] ปริมาณที่บรรจุได้ต่อแถว คือ 225 ใบ ซึ่งมีจำนวนบรรจุที่มากกว่าถ้วยทรงกรวย จำนวนแถวที่สามารถบรรจุในบรรจุภัณฑ์ขนส่ง คือ 12 แถว ซึ่งได้จำนวนที่เท่ากันกับถ้วยน้ำดื่มทรงกรวย และปริมาณที่บรรจุได้ทั้งหมดในบรรจุภัณฑ์ขนส่ง คือ 2,700 ใบ ซึ่งมีจำนวนมากกว่าถ้วยน้ำดื่มทรงกรวยตามท้องตลาด

พบว่าถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยแบบที่4 มีปริมาตรในการบรรจุน้ำ 70 มิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาตรที่เท่ากับถ้วยน้ำดื่มทรงกรวย เวลาบรรจุน้ำดื่มที่เหมาะสม คือ 110 วินาที จะเห็นได้ว่ามีระยะเวลาที่นานกว่าถ้วยน้ำดื่มทรงกรวย และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1141-2536 มาตรฐานได้กำหนดเวลาไว้ที่ 1 นาที [18] ปริมาณที่บรรจุได้ต่อแถว คือ 225 ใบ ซึ่งมีจำนวนบรรจุที่มากกว่าถ้วยทรงกรวย จำนวนแถวที่สามารถบรรจุในบรรจุภัณฑ์ขนส่ง คือ 20 แถว ซึ่งได้จำนวนที่เท่ากันกับถ้วยน้ำดื่มทรงกรวย และปริมาณที่บรรจุได้ทั้งหมดในบรรจุภัณฑ์ขนส่ง คือ 4,500 ใบ ซึ่งมีจำนวนมากกว่าถ้วยน้ำดื่มทรงกรวยตามท้องตลาด

ตารางที่ 4.4 วิธีการบรรจุถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยและถ้วยน้ำดื่มกระดาษทรงกรวยตามท้องตลาด

แบบถ้วย	วิธีการเรียงซ้อน	จำนวนถ้วยที่บรรจุได้ (ใบ)
 ถ้วยน้ำดื่มทรงกรวย		4,500
 แบบที่ 1		5,500
 แบบที่ 2		5,500
 แบบที่ 3		2,700
แบบที่ 4		4,500

4.4 การประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคที่มีต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยที่ผลิตได้

นำถ้วยน้ำดื่มที่ออกแบบได้ทั้งหมด 4 แบบ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งาน ด้านโครงสร้าง ด้านการบรรจุหีบห่อและการขนส่ง จากนั้นจึงนำผลประเมินที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อให้ได้ถ้วยน้ำดื่มที่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานมากที่สุดมา1แบบ จากนั้นจึงนำไปประเมินความพึงพอใจจากผู้บริโภค

4.4.1 การประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยที่ผลิตได้

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยในแบบที่ 1

โดยที่หากค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ 1 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย และหากค่าเข้าใกล้ 5 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย
ความเหมาะสมของถ้วยน้ำดื่มกระดาษชานอ้อย	
ด้านการใช้งาน	
1.1 ความสะดวกในการหยิบจับ	4.33 ± 0.58
1.2 ความเหมาะสมของปริมาณน้ำ ต่อ 1 ครั้ง ในการบรรจุ	3.67 ± 0.58
1.3 ท่านคิดว่าการต้านทานการซึมผ่านของน้ำมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด เมื่อเทียบกับถ้วยกระดาษทรงกรวย	4.33 ± 0.58
ด้านโครงสร้าง	
1.4 ความเหมาะสมของโครงสร้างในการเป็นถ้วยน้ำดื่ม	4.33 ± 0.58
1.5 ความเหมาะสมต่อการใช้เป็นภาชนะบรรจุน้ำดื่ม	4.00 ± 1.00
1.6 ความเหมาะสมของรูปแบบการพับขึ้นรูป	4.00 ± 1.00
1.7 โครงสร้างถ้วยน้ำดื่มมีความคงทนเมื่อหยิบจับ	4.00

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยในแบบที่ 1 (ต่อ)

โดยที่หากค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ 1 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย และหากค่าเข้าใกล้ 5 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย
ด้านการบรรจุหีบห่อและการขนส่ง	
1.8 ความเหมาะสมของรูปร่างที่มีผลต่อการประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ	5.00
1.9 ความเหมาะสมในลักษณะการวางเรียงซ้อนในการบรรจุ	4.67 ± 0.58
รวม	4.26 ± 0.36

จากตารางที่ 4.5 เป็นการประเมินด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยในแบบที่ 1 โดยผลการทดสอบพบว่า โดยเฉลี่ยแล้วผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจที่ 4.26 ซึ่งหมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจค่อนข้างมาก

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยในแบบที่ 2

โดยที่หากค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ 1 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย และหากค่าเข้าใกล้ 5 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย
ความเหมาะสมของถ้วยน้ำดื่มกระดาษชานอ้อย	
ด้านการใช้งาน	
1.1 ความสะดวกในการหยิบจับ	3.67 ± 0.58
1.2 ความเหมาะสมของปริมาณน้ำ ต่อ 1 ครั้ง ในการบรรจุ	4.00
1.3 ท่านคิดว่าการต้านทานการซึมผ่านของน้ำมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด เมื่อเทียบกับถ้วยกระดาษทรงกรวย	4.33 ± 0.58

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยในแบบที่ 2 (ต่อ)

โดยที่หากค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ 1 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย และหากค่าเข้าใกล้ 5 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย
ด้านโครงสร้าง	
1.4 ความเหมาะสมของโครงสร้างในการเป็นถ้วยน้ำดื่ม	3.33 ± 0.58
1.5 ความเหมาะสมต่อการใช้เป็นภาชนะบรรจุน้ำดื่ม	3.33 ± 0.58
1.6 ความเหมาะสมของรูปแบบการพับขึ้นรูป	3.67 ± 0.58
1.7 โครงสร้างถ้วยน้ำดื่มมีความคงทนเมื่อหยิบจับ	4.00 ± 1.00
ด้านการบรรจุหีบห่อและการขนส่ง	
1.8 ความเหมาะสมของรูปร่างที่มีผลต่อการประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ	3.67 ± 0.58
1.9 ความเหมาะสมในลักษณะการวางเรียงซ้อนในการบรรจุ	3.67 ± 0.58
รวม	3.74 ± 0.25

จากตารางที่ 4.6 เป็นการประเมินด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยในแบบที่ 2 โดยผลการทดสอบพบว่า โดยเฉลี่ยแล้วผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจที่ 3.74 ซึ่งหมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจค่อนข้างมาก

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยในแบบที่ 3

โดยที่หากค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ 1 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย และหากค่าเข้าใกล้ 5 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย
ความเหมาะสมของถ้วยน้ำดื่มกระดาษชานอ้อย	
ด้านการใช้งาน	
1.1 ความสะดวกในการหยิบจับ	3.00
1.2 ความเหมาะสมของปริมาณน้ำ ต่อ 1 ครั้ง ในการบรรจุ	4.00 ± 1.00
1.3 ท่านคิดว่าการต้านทานการซึมผ่านของน้ำมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด เมื่อเทียบกับถ้วยกระดาษทรงกรวย	3.00 ± 1.73
ด้านโครงสร้าง	
1.4 ความเหมาะสมของโครงสร้างในการเป็นถ้วยน้ำดื่ม	2.33 ± 0.58
1.5 ความเหมาะสมต่อการใช้เป็นภาชนะบรรจุน้ำดื่ม	3.00
1.6 ความเหมาะสมของรูปแบบการพับขึ้นรูป	3.33 ± 1.53
1.7 โครงสร้างถ้วยน้ำดื่มมีความคงทนเมื่อหยิบจับ	2.33 ± 0.58
ด้านการบรรจุหีบห่อและการขนส่ง	
1.8 ความเหมาะสมของรูปร่างที่มีผลต่อการประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ	3.67 ± 1.15
1.9 ความเหมาะสมในลักษณะการวางเรียงซ้อนในการบรรจุ	3.67 ± 1.15
รวม	3.15 ± 0.62

จากตารางที่ 4.7 เป็นการประเมินด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยในแบบที่ 3 โดยผลการทดสอบพบว่า โดยเฉลี่ยแล้วผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจที่ 3.15 ซึ่งหมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยในแบบที่ 4

โดยที่หากค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ 1 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย และหากค่าเข้าใกล้ 5 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย
ความเหมาะสมของถ้วยน้ำดื่มกระดาษชานอ้อย	
ด้านการใช้งาน	
1.1 ความสะดวกในการหยิบจับ	4.00 ± 1.00
1.2 ความเหมาะสมของปริมาณน้ำ ต่อ 1 ครั้ง ในการบรรจุ	4.33 ± 0.58
1.3 ท่านคิดว่าการต้านทานการซึมผ่านของน้ำมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด เมื่อเทียบกับถ้วยกระดาษทรงกรวย	4.00
ด้านโครงสร้าง	
1.4 ความเหมาะสมของโครงสร้างในการเป็นถ้วยน้ำดื่ม	4.00 ± 1.00
1.5 ความเหมาะสมต่อการใช้เป็นภาชนะบรรจุน้ำดื่ม	4.00 ± 1.00
1.6 ความเหมาะสมของรูปแบบการพับขึ้นรูป	3.33 ± 0.58
1.7 โครงสร้างถ้วยน้ำดื่มมีความคงทนเมื่อหยิบจับ	4.00 ± 1.00
ด้านการบรรจุหีบห่อและการขนส่ง	
1.8 ความเหมาะสมของรูปร่างที่มีผลต่อการประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ	3.67 ± 0.58
1.9 ความเหมาะสมในลักษณะการวางเรียงซ้อนในการบรรจุ	4.00 ± 1.00
รวม	3.93 ± 0.35

จากตารางที่ 4.8 เป็นการประเมินด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยในแบบที่ 4 โดยผลการทดสอบพบว่า โดยเฉลี่ยแล้วผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจที่ 3.93 ซึ่งหมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจค่อนข้างมาก

จากผลการสรุปแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีระดับความพึงพอใจมากในแบบ ที่1 ที่เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมู จากนั้นจึงนำไปประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภค

4.4.2 การประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคที่มีต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยที่ผลิตได้

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไป	รายการ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
1.เพศ	ชาย	17	42.5
	หญิง	23	57.5
	รวม	40	100
2.อายุ	ต่ำกว่า 10 ปี	1	2.5
	11-20 ปี	5	12.5
	21-30 ปี	11	27.5
	31-40 ปี	7	17.5
	41-50 ปี	6	15.0
	51-60 ปี	5	12.5
	61-70 ปี	-	-
	71-80 ปี ขึ้นไป	5	12.5
	รวม	40	100
3.อาชีพ	นักเรียน/นักศึกษา	6	15
	พนักงานบริษัทเอกชน	21	52
	ไม่ได้ประกอบอาชีพ	13	32
	รวม	40	100

จากตารางที่ 4.9 พบว่ากลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย อายุระหว่าง 21-30 ปี ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคที่มีต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยและถ้วยน้ำดื่มกระดาษทรงกรวยที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป จำนวน 40 คน

รายการประเมิน	รูปแบบใหม่	รูปแบบเก่า
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
ด้านการใช้งาน		
1.1 ความสะดวกในการหยิบจับ	3.80 ± 1.16	3.55 ± 0.90
1.2 ความเหมาะสมของปริมาณน้ำ ต่อ 1 ครั้ง ในการบรรจุ	3.60 ± 1.24	3.72 ± 1.01
1.3 ดึงถ้วยน้ำดื่มออกมาใช้งานแต่ละครั้งโดยไม่ติดกันทีละหลายใบ	4.25 ± 0.93	3.25 ± 0.95
1.4 ลักษณะของถ้วยน้ำดื่มสามารถลดพื้นที่ในถังขยะได้มาก	4.43 ± 0.84	3.18 ± 0.93
1.5 ความพึงพอใจที่มีต่อรูปทรงของถ้วยน้ำดื่ม	3.68 ± 1.02	3.68 ± 0.92
1.6 รูปทรงถ้วยน้ำดื่มยังคงรูปได้ดีเมื่อใช้งานเสร็จแล้ว	3.60 ± 1.06	3.45 ± 0.85
ด้านความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม		
1.7 วัตถุดิบของถ้วยน้ำดื่มเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.45 ± 0.78	3.28 ± 0.88
1.8 ผลิตภัณฑ์ช่วยลดปัญหาขยะและปัญหาสิ่งแวดล้อม	4.45 ± 0.78	3.10 ± 0.87
1.9 ผลิตภัณฑ์มีผลดีต่อสุขภาพ	4.30 ± 0.88	3.18 ± 0.96
รวม	4.06 ± 0.97	3.38 ± 0.92

จากตารางที่ 4.10 พบว่าโดยเฉลี่ยแล้วผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อย (รูปแบบใหม่) ที่ 4.06 ซึ่งหมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจมาก และมีความพึงพอใจต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษทรงกรวยที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป (รูปแบบเก่า) ที่ 3.38 ซึ่งหมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจปานกลาง เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินที่ได้กำหนด

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคที่มีต่อถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อยและถ้วยน้ำดื่มกระดาษทรงกรวยที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป จำนวน 40 คน

รายการประเมิน	**รูปแบบใหม่**	**รูปแบบเก่า**	**t**	**Sig.**	**Sig. (2-tailed)**
	ค่าเฉลี่ย	**ค่าเฉลี่ย**			
1.ด้านการใช้งาน	3.89 ± 1.04	3.47 ± 0.93	2.79	0.10	0.01
2.ด้านความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.4 ± 0.82	3.19 ± 0.90	7.32	0.59	0.00
รวม	4.06 ± 0.97	3.38 ± 0.92	4.97	0.42	0.00

สรุปเมื่อ P<0.05 แตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 4.11 จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในถ้วยน้ำดื่มกระดาษจากเยื่อชานอ้อย (รูปแบบใหม่) ทั้ง2ปัจจัย คือทางด้านการใช้งานและปัจจัยด้านความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มากกว่า ถ้วยน้ำดื่มกระดาษทรงกรวยที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป (รูปแบบเก่า) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 0.05