บทที่ 4
ผลการวิจัย

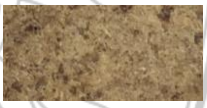
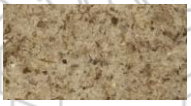
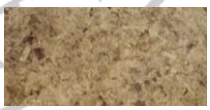
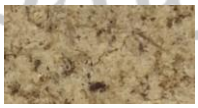
งานวิจัยนี้แบ่งผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ผลการศึกษาการขึ้นรูปกระดาษจากเปลือกและลำต้นหอมแดง และ 2) ผลศึกษาการพัฒนาบรรจุภัณฑ์จากกระดาษที่ทำจากเปลือกและลำต้นหอมแดง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการศึกษาการขึ้นรูปกระดาษจากเปลือกและลำต้นหอมแดง

1. ผลการศึกษาการผลิตกระดาษด้วยวิธีเชิงหัตถกรรม

นำเยื่อของเปลือกและลำต้นหอมแดงมาต้มทำความสะอาดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 10%, 14% และ 16% โดยปริมาตร อุณหภูมิ 100°C และ 70°C เวลา 30 นาที จากนั้นขึ้นรูปเป็นแผ่นและทำการวัดค่าสี L*, a* และ b* ซึ่งได้เปรียบเทียบการขึ้นรูปกระดาษจำนวน 2 ครั้ง ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของค่าความสว่าง (L*) ของกระดาษจากเยื่อของเปลือกและลำต้นหอมแดงที่ต้มทำความสะอาดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ทั้ง 2 ครั้งของการขึ้นรูป

ความเข้มข้น (%)	อุณหภูมิ (°C)	ขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 1		ขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 2		ร้อยละความต่าง
		L*	รูปกระดาษ	L*	รูปกระดาษ	
10	100	44.56		51.70		-16.02
	70	54.38		52.30		3.82
14	100	54.08		49.16		9.10
	70	53.59		53.91		-0.60
16	100	50.25		55.17		-9.79
	70	54.77		54.69		0.15

หมายเหตุ ค่าร้อยละความต่างเป็นลบ (-) หมายถึงค่า L* ครั้งที่ 1 น้อยกว่าครั้งที่ 2

จากตารางที่ 4.1 เมื่อพิจารณาในแต่ละรอบของการขึ้นรูปกระดาษ ในกรณีครั้งที่ 1 พบว่า กระดาษที่มีค่า L* สูงที่สุดเป็นกระดาษที่ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น 16% ใช้อุณหภูมิ 70°C มี L* เท่ากับ 54.77 รองลงคือที่ความเข้มข้น 10% ใช้อุณหภูมิ 70°C เท่ากับ 54.38 อันดับที่ 3 คือที่ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C L* เท่ากับ 54.08 อันดับที่ 4 ที่ความเข้มข้นเดียวกันแต่ใช้อุณหภูมิ 70°C ค่า L* เท่ากับ 53.59 อันดับที่ 5 คือที่ 16% ใช้อุณหภูมิ 100°C ให้ค่า L* เท่ากับ 50.25 และกระดาษที่มีค่าความสว่างต่ำที่สุด เท่ากับ 44.56 เมื่อใช้ความเข้มข้น 10% อุณหภูมิ 100°C

ด้านกระดาษที่ขึ้นรูปรอบที่ 2 พบว่า กระดาษที่มีค่า L* สูงที่สุดเป็นกระดาษที่ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น 16% ใช้อุณหภูมิ 100°C มี L* เท่ากับ 55.17 รองลงคือที่ความเข้มข้นเดียวกัน ซึ่งใช้อุณหภูมิ 70°C เท่ากับ 54.69 อันดับที่ 3 คือที่ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 70°C L* เท่ากับ 53.91 อันดับที่ 4 ที่ความเข้มข้น 10% ใช้อุณหภูมิ 70°C ค่า L* เท่ากับ 52.30 อันดับที่ 5 คือที่ความเข้มข้นเดียวกันนี้ แต่ใช้อุณหภูมิ 100°C ให้ค่า L* เท่ากับ 51.70 และกระดาษที่มีค่าความสว่างต่ำที่สุด เท่ากับ 49.16 เมื่อใช้ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C

เมื่อเปรียบเทียบค่าความสว่างของกระดาษทั้ง 2 รอบ พบว่า ค่า L* ที่ต่างกันมากที่สุด คือ กระดาษที่ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 10% อุณหภูมิ 100°C โดยกระดาษมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 16.02 ค่าร้อยละความต่างรองลงมาคือ ที่ 16% อุณหภูมิ 100°C ซึ่งค่า L* เพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 9.79 อันดับที่ 3 คือที่ 14% อุณหภูมิ 100°C ที่ทำให้ค่า L* ลดลงจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 9.10 อันดับที่ 4 คือเมื่อใช้ความเข้มข้น 10% ที่อุณหภูมิ 70°C ค่า L* ลดลงจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 3.82 อันดับที่ 5 คือการใช้สารละลายที่เข้มข้น 14% อุณหภูมิ 70°C ที่ทำให้ค่า L* เพิ่มจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 0.60 และลำดับสุดท้ายค่า L* ลดลงจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 0.15 เมื่อใช้สารละลายความเข้มข้น 16% อุณหภูมิ 70°C

ตาราง 4.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของค่าความเป็นสีเขียว-แดง (a*) และความความเป็นสีน้ำเงิน-เหลือง (b*) ของกระดาษจากเยื่อของเปลือกและลำต้นหอมแดงที่ต้มทำความสะอาดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ทั้ง 2 ครั้งของการขึ้นรูป

ความเข้มข้น (%)	อุณหภูมิ (°C)	ขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 1		ขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 2		ร้อยละความต่าง	
		a*	b*	a*	b*	a*	b*
10	100	4.52	9.43	8.24	17.51	-82.30	-85.68
	70	6.26	16.63	6.93	16.04	-10.70	3.55
14	100	7.27	19.20	6.54	14.19	10.04	26.09
	70	6.98	18.47	6.37	15.74	8.74	14.78
16	100	7.03	16.29	7.61	18.33	-8.25	-12.52
	70	6.68	17.46	5.70	15.60	14.67	10.65

หมายเหตุ ค่าร้อยละความต่างเป็นลบ (-) หมายถึงค่า a* และ b* ครั้งที่ 1 น้อยกว่าครั้งที่ 2

จากตารางที่ 4.2 เมื่อพิจารณาในการขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 1 พบว่า กระดาษมีค่าเข้าใกล้สีแดงสูง (a*) ที่สุดเท่ากับ 7.27 คือ เมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C รองลงมาคือ ค่า a* เท่ากับ 7.03 เมื่อใช้สารละลายที่ความเข้มข้น 16% อุณหภูมิ 100°C อันดับที่ 3 คือการใช้สารละลายที่ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 70°C ให้ค่า a* เท่ากับ 6.98 อันดับที่ 4 คือ ที่ความเข้มข้น 16% อุณหภูมิ 70°C ค่า a* ของกระดาษเท่ากับ 6.68 อันดับที่ 5 คือใช้ความเข้มข้น 10% อุณหภูมิ 70°C ให้ค่า a* เท่ากับ 6.26 และลำดับสุดท้ายคือที่ความเข้มข้นเดียวกัน แต่ใช้อุณหภูมิ 100°C กระดาษมีค่า a* น้อยที่สุด เท่ากับ 4.52 ด้านค่าเข้าใกล้สีเหลือง (b*) พบว่า กระดาษมีค่าเข้าใกล้สีเหลืองสูง (b*) ที่สุดเท่ากับ 19.20 คือ เมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C รองลงมาคือเมื่อใช้ความเข้มข้นเดียวกัน แต่อุณหภูมิ 70°C ค่า b* เท่ากับ 18.47 อันดับที่ 3 คือการใช้สารละลายที่ความเข้มข้น 16% อุณหภูมิ 70°C ให้ค่า b* เท่ากับ 17.46 อันดับที่ 4 คือ ที่ความเข้มข้น 10% อุณหภูมิ 70°C ค่า b* ของกระดาษเท่ากับ 16.63 อันดับที่ 5 คือใช้ความเข้มข้น 16% อุณหภูมิ 100°C ให้ค่า b* เท่ากับ 16.29 และลำดับสุดท้ายคือที่ความเข้มข้น 10% อุณหภูมิ 100°C กระดาษมีค่า b* น้อยที่สุด เท่ากับ 9.43

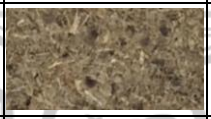
พิจารณาเฉพาะการขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 2 พบว่า กระดาษมีค่าเข้าใกล้สีแดงสูง (a*) ที่สุดเท่ากับ 8.24 คือ เมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 10% อุณหภูมิ 100°C รองลงมาคือ ค่า a* เท่ากับ 7.61 เมื่อใช้สารละลายที่ความเข้มข้น 16% อุณหภูมิ 100°C อันดับที่ 3 คือการใช้สารละลายที่ความเข้มข้น 10% อุณหภูมิ 70°C ให้ค่า a* เท่ากับ 6.93 อันดับที่ 4 คือ ที่ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C ค่า a* ของกระดาษเท่ากับ 6.54 อันดับที่ 5 คือใช้ความเข้มข้นเดียวกัน แต่อุณหภูมิ 70°C ให้ค่า a* เท่ากับ 6.37 และลำดับสุดท้ายคือที่ความเข้มข้น 16% แต่ใช้อุณหภูมิ 70°C กระดาษมีค่า a* น้อยที่สุด เท่ากับ 5.70 ด้านค่าเข้าใกล้สีเหลือง (b*) พบว่า กระดาษมีค่าเข้าใกล้สีเหลืองสูง (b*) ที่สุดเท่ากับ 18.33 คือ เมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 16% อุณหภูมิ 100°C รองลงมาคือเมื่อใช้ความเข้มข้น 10% อุณหภูมิ 100°C ค่า b* เท่ากับ 17.51 อันดับที่ 3 คือการใช้สารละลายที่ความเข้มข้น 10% อุณหภูมิ 70°C ให้ค่า b* เท่ากับ 16.04 อันดับที่ 4 คือ ที่ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 70°C ค่า b* ของกระดาษเท่ากับ 15.74 อันดับที่ 5 คือใช้ความเข้มข้น 16% อุณหภูมิ 70°C ให้ค่า b* เท่ากับ 15.60 และลำดับสุดท้ายคือที่ความเข้มข้น 10% อุณหภูมิ 70°C กระดาษมีค่า b* น้อยที่สุด เท่ากับ 14.19

เมื่อเปรียบเทียบค่าเข้าใกล้สีแดงของกระดาษทั้ง 2 รอบ พบว่า ค่า a* ที่ต่างกันมากที่สุดคือ กระดาษที่ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 10% อุณหภูมิ 100°C โดยกระดาษมีค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 82.30 ค่าร้อยละความต่างรองลงมาคือ ที่ความเข้มข้น 16% อุณหภูมิ 70°C กระดาษมีค่าสีแดงลดลงจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 14.67 อันดับที่ 3 คือ ที่ความเข้มข้น 10% อุณหภูมิ 70°C กระดาษมีค่าสีแดงเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 10.70 อันดับที่ 4 ที่ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C กระดาษมีค่าสีแดงลดลงจากรอบที่ 1 ร้อยละ 10.04 อันดับที่ 5 กระดาษมีค่าความเป็นสีแดงลดลงจากรอบที่ 1 ร้อยละ 8.74 เมื่อใช้สารละลายเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 70°C และอันดับสุดท้ายคือที่ความเข้มข้นสารละลาย 16% อุณหภูมิ 100°C ส่งผลให้กระดาษมีความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 ร้อยละ 8.25

ด้านค่าเข้าใกล้ความเป็นสีเหลือง พบว่า กระดาษทั้ง 2 รอบ มีค่า b* ที่ต่างกันสูงที่สุด เมื่อใช้สารละลายที่ความเข้มข้น 10% อุณหภูมิ 100°C โดยมีค่าร้อยละความต่างเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 เท่ากับ 85.68 อันดับที่ 2 คือ ที่ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C กระดาษมีค่าสีเหลืองลดลงจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 26.09 อันดับที่ 3 คือ ที่ความเข้มข้นเดียวกัน แต่ใช้อุณหภูมิ 70°C กระดาษมีค่าสีเหลืองลดลงจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 14.78 อันดับที่ 4 ที่ความเข้มข้น 16% อุณหภูมิ 100°C กระดาษมีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 ร้อยละ 12.52 อันดับที่ 5 กระดาษมีค่าความเป็นสีเหลืองลดลงจากรอบที่ 1 ร้อยละ 10.65 เมื่อใช้สารละลายเข้มข้นเดียวกัน แต่ใช้อุณหภูมิ 70°C และอันดับสุดท้ายคือที่ความเข้มข้นสารละลาย 10% อุณหภูมิ 70°C ส่งผลให้กระดาษมีความเป็นสีเหลืองลดลงจากรอบที่ 1 ร้อยละ 3.55

เมื่อนำเยื่อของเปลือกและลำต้นหอมแดงมาต้มทำความสะอาดด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 8%, 12% และ 14% โดยปริมาตร อุณหภูมิ 100°C และ 70°C เวลา 30 นาที จากนั้นนำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นและทำการวัดค่าสี L*, a* และ b* ซึ่งได้เปรียบเทียบการขึ้นรูปกระดาษจำนวน 2 ครั้ง ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของค่าความสว่าง (L*) ของกระดาษจากเยื่อของเปลือกและลำต้นหอมแดงที่ต้มทำความสะอาดด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ทั้ง 2 ครั้งของการขึ้นรูป

ความเข้มข้น (%)	อุณหภูมิ (°C)	ขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 1		ขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 2		ร้อยละความต่าง
		L*	รูปกระดาษ	L*	รูปกระดาษ	
8	100	50.65		61.71		-21.84
	70	56.95		52.65		7.55
12	100	56.92		59.64		-4.78
	70	58.90		59.16		-0.44
14	100	44.17		59.89		-35.59
	70	58.41		61.15		-4.69

หมายเหตุ ค่าร้อยละความต่างเป็นลบ (-) หมายถึงค่า L* ครั้งที่ 1 น้อยกว่าครั้งที่ 2

จากตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาในแต่ละรอบของการขึ้นรูปกระดาษ ในกรณีครั้งที่ 1 พบว่า กระดาษที่มีค่า L* สูงที่สุดเป็นกระดาษที่ใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 12% ใช้อุณหภูมิ 70°C มี L* เท่ากับ 58.90 รองลงคือที่ความเข้มข้น 14% ใช้อุณหภูมิ 70°C เท่ากับ 58.41 อันดับที่ 3 คือที่ความเข้มข้น 8% อุณหภูมิ 70°C มีค่า L* เท่ากับ 56.95 อันดับที่ 4 ที่ความเข้มข้น 12% ใช้อุณหภูมิ 100°C ค่า L* เท่ากับ 56.92 อันดับที่ 5 คือที่ 8% ใช้อุณหภูมิ 100°C ให้ค่า L* เท่ากับ 50.65 และกระดาษที่มีค่าความสว่างต่ำที่สุด เท่ากับ 44.17 เมื่อใช้ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C

ด้านกระดาษที่ขึ้นรูปรอบที่ 2 พบว่า กระดาษที่มีค่า L* สูงที่สุดเป็นกระดาษที่ใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 8% ใช้อุณหภูมิ 100°C มี L* เท่ากับ 61.71 รองลงคือที่ความเข้มข้น14% ใช้อุณหภูมิ 70°C เท่ากับ 61.15 อันดับที่ 3 คือที่ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C L* เท่ากับ 59.89 อันดับที่ 4 ที่ความเข้มข้น 12% ใช้อุณหภูมิ 100°C ค่า L* เท่ากับ 59.64 อันดับที่ 5 คือที่ความเข้มข้นเดียวกันนี้ แต่ใช้อุณหภูมิ 70°C ให้ค่า L* เท่ากับ 59.16 และกระดาษที่มีค่าความสว่างต่ำที่สุด เท่ากับ 52.65 เมื่อใช้ความเข้มข้น 8% อุณหภูมิ 70°C

เมื่อเปรียบเทียบค่าความสว่างของกระดาษทั้ง 2 รอบ พบว่า ค่า L* ที่ต่างกันมากที่สุด คือ กระดาษที่ใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C โดยกระดาษมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 35.59 ค่าร้อยละความต่างรองลงมาคือ ที่ 8% อุณหภูมิ 100°C ซึ่งค่า L* เพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 21.84 อันดับที่ 3 คือที่ 8% อุณหภูมิ 70°C ที่ทำให้ค่า L* ลดลงจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 7.55 อันดับที่ 4 คือเมื่อใช้ความเข้มข้น 12% ที่อุณหภูมิ 100°C ค่า L* เพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 4.78 อันดับที่ 5 คือการใช้สารละลายที่เข้มข้น 14% อุณหภูมิ 70°C ที่ทำให้ค่า L* เพิ่มจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 4.69 และลำดับสุดท้ายค่า L* เพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 0.44 เมื่อใช้สารละลายความเข้มข้น 12% อุณหภูมิ 70°C

ตาราง 4.4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของค่าความเป็นสีเขียว-แดง (a*) และความความเป็นสีน้ำเงิน-เหลือง (b*) ของกระดาษจากเยื่อของเปลือกและลำต้นหอมแดงที่ต้มทำความสะอาดด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ทั้ง 2 ครั้งของการขึ้นรูป

ความเข้มข้น (%)	อุณหภูมิ (°C)	ขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 1		ขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 2		ร้อยละความต่าง	
		a*	b*	a*	b*	a*	b*
8	100	4.60	14.05	2.26	13.95	50.87	0.71
	70	2.57	14.51	3.41	15.67	-32.68	-7.99
12	100	3.53	14.41	2.22	15.24	37.11	-5.76
	70	2.80	16.17	2.11	13.87	24.64	14.22
14	100	4.85	11.16	2.15	15.05	55.67	-34.86
	70	2.31	16.51	2.30	19.33	0.43	-17.08

หมายเหตุ ค่าร้อยละความต่างเป็นลบ (-) หมายถึงค่า a* และ b* ครั้งที่ 1 น้อยกว่าครั้งที่ 2

จากตารางที่ 4.4 เมื่อพิจารณาในการขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 1 พบว่า กระดาษมีค่าเข้าใกล้สีแดงสูง (a*) ที่สุดเท่ากับ 4.85 คือ เมื่อใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C รองลงมาคือ ค่า a* เท่ากับ 4.60 เมื่อใช้สารละลายที่ความเข้มข้น 8% อุณหภูมิ 100°C อันดับที่ 3 คือการใช้สารละลายที่ความเข้มข้น 12% อุณหภูมิ 100°C ให้ค่า a* เท่ากับ 3.53 อันดับที่ 4 คือ ที่ความเข้มข้น 12% อุณหภูมิ 70°C ค่า a* ของกระดาษเท่ากับ 2.80 อันดับที่ 5 คือใช้ความเข้มข้น 8% อุณหภูมิ 70°C ให้ค่า a* เท่ากับ 2.57 และลำดับสุดท้ายคือที่ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 70°C กระดาษมีค่า a* น้อยที่สุด เท่ากับ 2.31 ด้านค่าเข้าใกล้สีเหลือง (b*) พบว่า กระดาษมีค่าเข้าใกล้สีเหลืองสูง (b*) ที่สุดเท่ากับ 16.51 คือ เมื่อใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 14% อุณหภูมิ 70°C รองลงมาคือเมื่อใช้ความเข้มข้น 12% อุณหภูมิ 70°C ค่า b* เท่ากับ 16.17 อันดับที่ 3 คือการใช้สารละลายที่ความเข้มข้น 8% อุณหภูมิ 70°C ให้ค่า b* เท่ากับ 14.51 อันดับที่ 4 คือ ที่ความเข้มข้น 12% อุณหภูมิ 100°C ค่า b* ของกระดาษเท่ากับ 14.41 อันดับที่ 5 คือใช้ความเข้มข้น 8% อุณหภูมิ 100°C ให้ค่า b* เท่ากับ 14.05 และลำดับสุดท้ายคือที่ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C กระดาษมีค่า b* น้อยที่สุด เท่ากับ 11.16

พิจารณาเฉพาะการขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 2 พบว่า กระดาษมีค่าเข้าใกล้สีแดงสูง (a*) ที่สุดเท่ากับ 3.41 คือ เมื่อใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 8% อุณหภูมิ 70°C รองลงมาคือ ค่า a* เท่ากับ 2.30 เมื่อใช้สารละลายที่ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 70°C อันดับที่ 3 คือการใช้สารละลายที่ความเข้มข้น 8% อุณหภูมิ 100°C ให้ค่า a* เท่ากับ 2.26 อันดับที่ 4 คือ ที่ความเข้มข้น 12% อุณหภูมิ 100°C ค่า a* ของกระดาษเท่ากับ 2.22 อันดับที่ 5 คือใช้ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C ให้ค่า a* เท่ากับ 2.15 และลำดับสุดท้ายคือที่ความเข้มข้น 12% แต่ใช้อุณหภูมิ 70°C กระดาษมีค่า a* น้อยที่สุด เท่ากับ 2.11 ด้านค่าเข้าใกล้สีเหลือง (b*) พบว่า กระดาษมีค่าเข้าใกล้สีเหลืองสูง (b*) ที่สุดเท่ากับ 19.33 คือ เมื่อใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 14% อุณหภูมิ 70°C รองลงมาคือเมื่อใช้ความเข้มข้น 8% อุณหภูมิ 70°C ค่า b* เท่ากับ 15.67 อันดับที่ 3 คือการใช้สารละลายที่ความเข้มข้น 12% อุณหภูมิ 100°C ให้ค่า b* เท่ากับ 15.24 อันดับที่ 4 คือ ที่ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C ค่า b* ของกระดาษเท่ากับ 15.05 อันดับที่ 5 คือใช้ความเข้มข้น 8% อุณหภูมิ 100°C ให้ค่า b* เท่ากับ 13.95 และลำดับสุดท้ายคือที่ความเข้มข้น 12% ที่อุณหภูมิ 70°C กระดาษมีค่า b* น้อยที่สุด เท่ากับ 13.87

เมื่อเปรียบเทียบค่าเข้าใกล้สีแดงของกระดาษทั้ง 2 รอบ พบว่า ค่า a* ที่ต่างกันมากที่สุดคือ กระดาษที่ใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C โดยกระดาษมีค่าความเป็นสีแดงลดลงจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 55.67 ค่าร้อยละความต่างรองลงมาคือ ที่ความเข้มข้น 8% อุณหภูมิ 100°C กระดาษมีค่าสีแดงลดลงจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 50.87 อันดับที่ 3 คือ ที่ความเข้มข้น 12% อุณหภูมิ 100°C กระดาษมีค่าสีแดงลดลงจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 37.11 อันดับที่ 4 ที่ความเข้มข้น 8% อุณหภูมิ 70°C กระดาษมีค่าสีแดงเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 ร้อยละ 32.68 อันดับที่ 5 กระดาษมีค่าความเป็นสีแดงลดลงจากรอบที่ 1 ร้อยละ 24.64 เมื่อใช้สารละลายเข้มข้น 12% อุณหภูมิ 70°C และอันดับสุดท้ายคือที่ความเข้มข้นสารละลาย 14% อุณหภูมิ 70°C ส่งผลให้กระดาษมีความเป็นสีแดงลดลงขึ้นจากรอบที่ 1 ร้อยละ 0.43

ด้านค่าเข้าใกล้ความเป็นสีเหลือง พบว่า กระดาษทั้ง 2 รอบ มีค่า b* ที่ต่างกันสูงที่สุด เมื่อใช้สารละลายที่ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 100°C โดยมีค่าร้อยละความต่างเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 เท่ากับ 34.86 อันดับที่ 2 คือ ที่ความเข้มข้น 14% อุณหภูมิ 70°C กระดาษมีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 17.08 อันดับที่ 3 คือ ที่ความเข้มข้น 12% อุณหภูมิ 100°C กระดาษมีค่าสีเหลืองลดลงจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 14.22 อันดับที่ 4 ที่ความเข้มข้น 8% อุณหภูมิ 70°C กระดาษมีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 ร้อยละ 7.99 อันดับที่ 5 กระดาษมีค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 ร้อยละ 5.76 เมื่อใช้สารละลายเข้มข้น 12% ใช้อุณหภูมิ 100°C และอันดับสุดท้ายคือที่ความเข้มข้นสารละลาย 8% อุณหภูมิ 100°C ส่งผลให้กระดาษมีความเป็นสีเหลืองลดลงจากรอบที่ 1 ร้อยละ 0.71

ตาราง 4.5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของค่าความสว่าง (L*) ของกระดาษจากเยื่อของเปลือกและลำต้นหอมแดงที่ผสมเยื่อสา 3 อัตราส่วน อุณหภูมิ 100°C และ 70°C ของกระดาษที่ขึ้นรูปทั้ง 2 ครั้ง

อัตราส่วนเปลือกหอมและเยื่อสา (%)	อุณหภูมิ (°C)	ขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 1		ขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 2		ร้อยละความต่าง
		L*	รูปกระดาษ	L*	รูปกระดาษ	
75:25	100	46.67		47.12		-0.96
	70	51.05		52.91		-3.64
50:50	100	55.68		57.78		-3.77
	70	62.56		64.42		-2.97
25:75	100	59.93		57.96		3.29
	70	63.55		71.84		-13.04

หมายเหตุ ค่าร้อยละความต่างเป็นลบ (-) หมายถึงค่า L* ครั้งที่ 1 น้อยกว่าครั้งที่ 2

จากตารางที่ 4.5 พิจารณาแต่ละรอบของการขึ้นรูปกระดาษ กรณีขึ้นครั้งที่ 1 พบว่ากระดาษที่มีค่า L* สูงที่สุด เท่ากับ 63.55 เป็นกระดาษที่มีอัตราส่วนการผสมระหว่างเปลือกและลำต้นหอมแดงกับเยื่อสา เท่ากับ 25:75 ใช้อุณหภูมิ 70°C รองลงมาคือที่อัตราส่วน 50:50 อุณหภูมิ 70°C ค่า L* เท่ากับ 62.56 อันดับที่ 3 คือการใช้อัตราส่วน 25:75 อุณหภูมิ 100°C ซึ่งค่า L* เท่ากับ

59.93 อันดับที่ 4 ที่อัตราส่วน 50:50 อุณหภูมิ 100°C ค่า L* เท่ากับ 55.68 อันดับที่ 5 คือที่อัตราส่วน 75:25 ใช้อุณหภูมิ 70°C ให้ค่า L* เท่ากับ 51.05 และกระดาษที่มีค่าความสว่างต่ำที่สุด เท่ากับ 46.67 เมื่อใช้อัตราส่วนเดียวกันแต่ที่อุณหภูมิ 100°C

กระดาษที่ขึ้นรูปครั้งที่ 2 พบว่า มีค่า L* สูงที่สุด เท่ากับ 71.84 เป็นกระดาษที่มีอัตราส่วนการผสมระหว่างเปลือกและลำต้นหอมแดงกับเยื่อสา เท่ากับ 25:75 ใช้อุณหภูมิ 70°C รองลงมาคือที่อัตราส่วน 50:50 อุณหภูมิ 70°C ค่า L* เท่ากับ 64.42 อันดับที่ 3 คือการใช้อัตราส่วน 25:75 อุณหภูมิ 100°C ซึ่งค่า L* เท่ากับ 57.96 อันดับที่ 4 ที่อัตราส่วน 50:50 อุณหภูมิ 100°C ค่า L* เท่ากับ 57.78 อันดับที่ 5 คือที่อัตราส่วน 75:25 ใช้อุณหภูมิ 70°C ให้ค่า L* เท่ากับ 52.91 และกระดาษที่มีค่าความสว่างต่ำที่สุด เท่ากับ 47.12 เมื่อใช้อัตราส่วนเดียวกันแต่ที่อุณหภูมิ 100°C

เมื่อเปรียบเทียบค่าความสว่างของกระดาษทั้ง 2 รอบ พบว่า ค่า L* ที่ต่างกันมากที่สุด คือ กระดาษที่ใช้อัตราส่วนการผสมระหว่างเปลือกและลำต้นหอมแดงกับเยื่อสา เท่ากับ 25:75 อุณหภูมิ 70°C โดยกระดาษมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 13.04 ค่าร้อยละความต่างรองลงมาคือ ที่อัตราส่วน 50:50 อุณหภูมิ 100°C ทำให้ค่า L* เพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 3.77 อันดับที่ 3 คือที่อัตราส่วน 75:25 อุณหภูมิ 70°C ที่ทำให้ค่า L* เพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 3.64 อันดับที่ 4 คือเมื่อใช้อัตราส่วน 25:75 ที่อุณหภูมิ 100°C ค่า L* ลดลงจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 3.29 อันดับที่ 5 คืออัตราส่วน 50:50 อุณหภูมิ 70°C ที่ทำให้ค่า L* เพิ่มจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 2.97 และลำดับสุดท้ายค่า L* เพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 0.96 เมื่อใช้อัตราส่วน 75:25 อุณหภูมิ 100°C

ตาราง 4.6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของค่าความเป็นสีเขียว-แดง (a*) และความความเป็นสีน้ำเงิน-เหลือง (b*) ของกระดาษจากเยื่อของเปลือกและลำต้นหอมแดงที่ผสมเยื่อสา 3 อัตราส่วน อุณหภูมิ 100°C และ 70°C ของกระดาษที่ขึ้นรูปทั้ง 2 ครั้ง

อัตราส่วน	อุณหภูมิ (°C)	ขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 1		ขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 2		ร้อยละความต่าง	
		a*	b*	a*	b*	a*	b*
75:25	100	3.82	8.71	4.16	8.71	-8.90	0.00
	70	3.32	9.23	3.46	11.38	-4.22	-23.29
50:50	100	3.31	9.86	2.52	10.34	23.87	-4.87
	70	3.31	11.63	3.66	10.19	-10.57	12.38
25:75	100	2.52	10.13	2.35	12.17	6.75	-20.14
	70	2.75	11.31	3.22	10.20	-17.09	9.81

หมายเหตุ ค่าร้อยละความต่างเป็นลบ (-) หมายถึงค่า a* และ b* ครั้งที่ 1 น้อยกว่าครั้งที่ 2

จากตารางที่ 4.6 เมื่อพิจารณาในการขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 1 พบว่า กระดาษมีค่าเข้าใกล้สีแดง (a*) สูงที่สุดเท่ากับ 3.82 คือ เมื่อใช้อัตราส่วน 75:25 อุณหภูมิ 100°C รองลงมาคือที่อัตราส่วนเดียวกันแต่ใช้อุณหภูมิ 70°C ซึ่งได้ค่า a* เท่ากับ 3.32 อันดับที่ 3 กระดาษมีค่า a* เท่ากับ

คือ 3.31 จากกระดาษที่ใช้อัตราส่วน 50:50 ของทั้ง 2 อุณหภูมิ อันดับที่ 4 คือ ใช้อัตราส่วน 25:75 อุณหภูมิ 70°C ค่า a* ของกระดาษเท่ากับ 2.75 อันดับที่ 5 คือที่อัตราส่วนเดียวกัน อุณหภูมิ 100°C ให้ค่า a* เท่ากับ 2.52 ส่วนด้านค่าเข้าใกล้สีเหลือง (b*) พบว่า กระดาษมีค่าเข้าใกล้สีเหลืองสูง (b*) ที่สุดเท่ากับ 11.63 คือ เมื่อใช้อัตราส่วน 50:50 อุณหภูมิ 70°C รองลงมาคือที่ใช้อัตราส่วน 25:75 อุณหภูมิ 70°C ค่า b* เท่ากับ 11.31 อันดับที่ 3 คือการใช้อตราส่วนเดียวกัน แต่ใช้อุณหภูมิ 100°C ให้ค่า b* เท่ากับ 10.13 อันดับที่ 4 คือกระดาษอัตราส่วน 50:50 ใช้อุณหภูมิ 100°C ค่า b* ของกระดาษเท่ากับ 9.86 อันดับที่ 5 คือใช้อัตราส่วน 75:25 อุณหภูมิ 70°C ให้ค่า b* เท่ากับ 9.23 และลำดับสุดท้ายคือกระดาษที่อัตราส่วนเท่ากับ 75:25 ใช้อุณหภูมิ 100°C กระดาษมีค่า b* น้อยที่สุด เท่ากับ 8.71 ตามลำดับ

พิจารณาเฉพาะการขึ้นรูปกระดาษครั้งที่ 2 พบว่า กระดาษมีค่าเข้าใกล้สีแดง (a*) สูงที่สุดเท่ากับ 4.16 คือ เมื่อใช้อัตราส่วน 75:25 อุณหภูมิ 100°C รองลงมาคือที่อัตราส่วน 50:50 อุณหภูมิ 70°C ซึ่งได้ค่า a* เท่ากับ 3.66 อันดับที่ 3 กระดาษมีค่า a* เท่ากับคือ 3.46 จากกระดาษที่ใช้อัตราส่วน 75:25 อุณหภูมิ 70°C อันดับที่ 4 คือ ใช้อัตราส่วน 25:75 อุณหภูมิ 70°C ค่า a* ของกระดาษเท่ากับ 3.22 อันดับที่ 5 คือที่อัตราส่วน 50:50 อุณหภูมิ 100°C ให้ค่า a* เท่ากับ 2.52 และอันดับที่ 6 คือ อัตราส่วน 25:75 ใช้อุณหภูมิ 100°C ให้กระดาษมีค่า a* เท่ากับ 2.35 ตามลำดับ ทางด้านค่าเข้าใกล้สีเหลือง (b*) พบว่า กระดาษมีค่าเข้าใกล้สีเหลืองสูง (b*) ที่สุดเท่ากับ 12.17 คือ เมื่อใช้อัตราส่วน 25:75 อุณหภูมิ 100°C รองลงมาคือที่ใช้อัตราส่วน 75:25 อุณหภูมิ 70°C ค่า b* เท่ากับ 11.38 อันดับที่ 3 คือการใช้อัตราส่วน 50:50 แต่ใช้อุณหภูมิ 100°C ให้ค่า b* เท่ากับ 10.34 อันดับที่ 4 คือกระดาษอัตราส่วน 25:75 ใช้อุณหภูมิ 70°C ค่า b* ของกระดาษเท่ากับ 10.20 อันดับที่ 5 คือใช้อัตราส่วน 50:50 อุณหภูมิ 70°C ให้ค่า b* เท่ากับ 10.19 และลำดับสุดท้ายคือกระดาษที่อัตราส่วนเท่ากับ 75:25 ใช้อุณหภูมิ 100°C กระดาษมีค่า b* น้อยที่สุด เท่ากับ 8.71 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเข้าใกล้สีแดงของกระดาษทั้ง 2 รอบ พบว่า ค่า a* ที่ต่างกันมากที่สุดคือ กระดาษที่ใช้อัตราส่วน 50:50 อุณหภูมิ 100°C โดยกระดาษมีค่าความเป็นสีแดงลดลงจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 23.87 ค่าร้อยละความต่างรองลงมาคือ ที่อัตราส่วน 25:75 อุณหภูมิ 100°C กระดาษมีค่าสีแดงเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 17.09 อันดับที่ 3 คือ ที่อัตราส่วน 50:50 อุณหภูมิ 70°C กระดาษมีค่าสีแดงเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 10.57 อันดับที่ 4 ที่อัตราส่วน 75:25 อุณหภูมิ 100°C กระดาษมีค่าสีแดงเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 ร้อยละ 8.90 อันดับที่ 5 กระดาษมีค่าความเป็นสีแดงลดลงจากรอบที่ 1 ร้อยละ 6.75 เมื่อใช้อัตราส่วน 25:75 อุณหภูมิ 100°C และอันดับสุดท้ายคือที่อัตราส่วน 75:25 อุณหภูมิ 100°C ส่งผลให้กระดาษมีความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นขึ้นจากรอบที่ 1 ร้อยละ 4.22

ด้านค่าเข้าใกล้ความเป็นสีเหลือง พบว่า กระดาษทั้ง 2 รอบ มีค่า b* ที่ต่างกันสูงที่สุดเมื่อใช้อัตราส่วน 75:25 อุณหภูมิ 70°C โดยมีค่าร้อยละความต่างเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 เท่ากับ 23.29 อันดับที่ 2 คือ ที่อัตราส่วน 25:75 อุณหภูมิ 100°C กระดาษมีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 20.14 อันดับที่ 3 คือ ที่อัตราส่วน 50:50 อุณหภูมิ 70°C กระดาษมีค่าสีเหลืองลดลงจากรอบที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 12.38 อันดับที่ 4 ที่อัตราส่วน 25:75 อุณหภูมิ 70°C กระดาษมีค่าสีเหลืองลดลงจากรอบที่ 1 ร้อยละ 9.81 อันดับที่ 5 กระดาษมีค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 ร้อยละ

4.87 เมื่อใช้อัตราส่วน 50:50 ใช้อุณหภูมิ 100°C และอันดับสุดท้ายคือที่อัตราส่วน 75:25 อุณหภูมิ 100°C ส่งผลให้กระดาษมีความเป็นสีเหลืองเท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลง

เมื่อนำกระดาษไปทดสอบหาค่าความต้านแรงฉีกขาด (Tear resistance test) และค่าความหนา ด้วยการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 645/D 645M-97 (Reapproved 2007) Standard test method for thickness of paper or paperboard ที่สภาวะการทดสอบ 27±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 65 ± 2% ด้วยมาตรฐานการทดสอบ ได้ผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบหาค่าความต้านแรงฉีดขาด (Tear resistance test) และค่าความหนา ด้วยการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 645/D 645M-97 (Reapproved 2007) Standard test method for thickness of paper or paperboard

ชิ้นทดสอบ	สภาวะของชิ้นทดสอบ	ค่าความต้านแรงฉีกขาด (กรัมแรง)	ค่าความหนา (ไมครอน)
A	เยื่อหอม 100%, NaOH 10%, 70°C	123	985
B	เยื่อหอม 100%, H_2O_2 12%, 70°C	2,598	82.8
C	เยื่อหอม75:เยื่อสา25, 70°C	2,532	246
D	เยื่อหอม25:เยื่อสา75, 70°C	3,181	241

หมายเหตุ : กระดาษทั้ง 4 สภาวะ ได้มาจากการคัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญด้านกระดาษและบรรจุภัณฑ์ จำนวน 3 ท่าน ว่ามีความเหมาะสมต่อการนำไปขึ้นรูปและผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ค่าความต้านทานแรงฉีกขาดของกระดาษที่ขึ้นรูปอัตราส่วนระหว่างเปลือกและลำต้นหอมแดงต่อเยื่อสา เท่ากับ 25:75 โดยใช้อุณหภูมิ 70°C ซึ่งมีค่าความต้านทานแรงฉีกขาดเท่ากับ 3,181 กรัมแรง รองลงมาคือ กระดาษจากเปลือกและลำต้นหอมแดง 100% ซึ่งใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 12% ในการฟอก ที่อุณหภูมิ 70°C ซึ่งมีค่าความต้านทานแรงฉีกขาดเท่ากับ 2,598 อันดับ 3 คือกระดาษจากเปลือกและลำต้นหอมแดงต่อเยื่อสาที่อัตราส่วน เท่ากับ 75:25 ที่อุณหภูมิ 70°C ซึ่งมีค่าความต้านทานแรงฉีกขาดเท่ากับ 2,532 และลำดับสุดท้าย คือ กระดาษจากเปลือกและลำต้นหอมแดง 100% ซึ่งใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 10% ในการฟอก ที่อุณหภูมิ 70°C ซึ่งมีค่าความต้านทานแรงฉีกขาดเท่ากับ 123 โดยทั้งนี้แต่ละกระดาษจะมีค่าความหนาที่แตกต่างกัน โดยกระดาษชิ้น A มีความหนามากที่สุดเท่ากับ 985 ไมครอน อันดับ 2 คือชิ้น C มีค่าความหนาเท่ากับ 246 ไมครอน อันดับที่ 3 คือ ชิ้น C ซึ่งมีความหนาเท่ากับ 241 ไมครอน และกระดาษที่มีความหนาน้อยที่สุด คือชิ้น C ซึ่งมีค่าความหนา 82.8 ไมครอน ตามลำดับ

2. ผลการศึกษาการผลิตกระดาษด้วยวิธีเชิงปฏิบัติการทางเคมี

การนำเปลือกและลำต้นหอมแดงมาผลิตและขึ้นรูปกระดาษด้วยวิธีเชิงปฏิบัติการทางเคมี ด้วยสภาวะต่าง ๆ มีผลการทดลองแบ่งตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยเปลือกและลำต้นหอมแดง

จากการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยเปลือกและลำต้นหอมแดงโดยการนำเปลือกและลำต้นหอมแดงที่ผ่านการบดละเอียดมาแช่ด้วยสารละลายเบส ได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และน้ำขี้เถ้า อัตราส่วน 25 กรัม : 250 มิลลิลิตร ที่เวลา 60, 120 นาที อุณหภูมิห้อง และเวลา 60, 120 นาที อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ล้างเยื่อด้วยน้ำสะอาดให้มีค่า pH เป็นกลาง นำตัวอย่างไปอบที่อุณหภูมิ 110°C จนน้ำหนักคงที่ จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย ด้วยเครื่อง Fiber analysis ยี่ห่อ VELL SCIENTIFICA รุ่น VELP FIWE 6 ได้ผลดังตาราง 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยเปลือกและลำต้นหอมแดง

ชนิดเบส	ที่สภาวะ		ผลการวิเคราะห์				
	T (°C)	t (s)	%NDS	Hemicellulos	Cellulose	lignin	Ash
ไม่แช่	-	-	67.1755	5.673	11.9192	15.2323	6.5962
NaOH	34	60	47.6742	8.1406	39.7167	4.4685	3.3255
	34	120	49.0799	9.7801	37.2112	3.9288	2.5258
	80	60	36.8372	11.5013	41.3632	10.2983	2.4796
	80	120	36.1928	5.7988	48.6103	9.3981	3.9059
ขี้เถ้า	34	60	53.4164	8.9094	33.2057	4.4685	3.3255
	34	120	51.1052	9.9377	32.3155	6.6416	1.1197
	80	60	49.9767	7.5556	36.5751	5.8926	0.9765
	80	120	30.7674	11.7398	45.2731	12.2197	2.7359

จากตาราง 4.8 พบว่าปริมาณเส้นใยเปลือกและลำต้นหอมแดงที่ไม่แช่สารละลายเบส มีปริมาณ %NDS, Hemicellulos, Cellulose, lignin และ Ash เท่ากับ 67.1755, 5.673, 11.9192, 15.2323, 6.5962 ตามลำดับ เมื่อนำตัวอย่างเส้นใยเปลือกและลำต้นหอมแดงที่แช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และน้ำขี้เถ้าที่สภาวะต่าง ๆ มาวิเคราะห์

ทำให้ทราบว่าที่สภาวะอุณหูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 120 นาที มีปริมาณเซลลูโลสมากที่สุด ปริมาณเซลลูโลสเส้นใยเปลือกและลำต้นหอมแดงที่แช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 48.6103 และปริมาณเซลลูโลสเส้นใยเปลือกและลำต้นหอมแดงที่แช่น้ำขี้เถ้าเท่ากับ 45.2731 ในอุตสาหกรรมกระดาษเส้นใยที่มีปริมาณเซลลูโลสมากจะทำให้กระดาษมีความเรียบเนียนและแข็งแรง (supremeprin, 2563) ดังนั้นการวิจัยนี้เลือกใช้น้ำขี้เถ้า ที่สภาวะอุณหูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 120 นาที ในการเตรียมเยื่อกระดาษ เนื่องจากมีปริมาณเซลลูโลสใกล้เคียงกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และน้ำขี้เถ้าสามารถเตรียมได้จากธรรมชาติไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

2.2 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระดาษจากเยื่อหอม

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระดาษจากเยื่อหอม โดยนำเยื่อเปลือกและลำต้นหอมแดงที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายเบส ได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และน้ำขี้เถ้าที่สภาวะต่าง ๆ มาขึ้นรูปกระดาษที่ผสมสารสารละลายไคโตซานปริมาตร 50 ml และไม่ผสมสารละไคโตซาน และขึ้นรูปกระดาษที่ผสมเยื่อหอม:เยื่อสาผสมสารสารละลายไคโตซานปริมาตร 50 ml และไม่ผสมสารละไคโตซาน ที่อัตราส่วน 5:15, 10:10, และ 15:5 กรัม จากนั้นนำกระดาษมาวัดความหนาโดยกำหนดจุด 5 จุดบนกระดาษของกระดาษแต่ละแผ่น วัดความหนาด้วยเครื่องเวอร์เนียคาลิปเปอร์สเกล 0 – 10 mm และสังเกตลักษณะทั่วไปของกระดาษ ได้ผลดังตาราง 4.9

ตาราง 4.9 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระดาษจากเยื่อเปลือกและลำต้นหอมแดง

กระดาษ	ที่สภาวะ		ผลการศึกษา		
	T (°C)	t (s)	รูป	ความหนา (mm)	ลักษณะทั่วไป
A4	-	-		0.11	ผิวเรียบเนียน มีสีขาว ฉีกขาดยาก
NaOH	34	60		1.20	ผิวหยาบมาก มีสีน้ำตาลเข้ม ฉีกขาดง่าย
	34	120		0.78	ผิวหยาบมาก มีสีน้ำตาลเข้ม ฉีกขาดง่าย
	80	60		0.70	ผิวหยาบน้อย มีสีน้ำตาลอ่อน ฉีกขาดยาก

ตาราง 4.9 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระดาษจากเยื่อเปลือกและลำต้นหอมแดง (ต่อ)

กระดาษ	ที่สภาวะ		ผลการศึกษา		
	T (°C)	t (s)	รูป	ความหนา (mm)	ลักษณะทั่วไป
NaOH (ต่อ)	80	120		0.75	ผิวหยาบน้อย มีสีน้ำตาลอ่อน ฉีกขาดยาก
น้ำขี้เถ้า	34	60		0.73	ผิวหยาบมาก มีสีน้ำตาลเข้ม ฉีกขาดง่าย
	34	120		0.65	ผิวหยาบ มีสีน้ำตาลเข้ม ฉีกขาดยาก
	80	60		0.66	ผิวหยาบ มีสีน้ำตาลเข้ม ฉีกขาดยาก
	80	120		0.41	ผิวหยาบน้อย มีสีน้ำตาล ฉีกขาดยาก
เยื่อหอม:เยื่อสา 5:15 (g)	80	120		0.83	ผิวหยาบน้อย มีสีขาว มีความเหนียว ฉีกขาดยาก
เยื่อหอม:เยื่อสา 10:10 (g)	80	120		0.68	ผิวหยาบ มีสีเทา มีความเหนียว ฉีกขาดยาก

ตาราง 4.9 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระดาษจากเยื่อเปลือกและลำต้นหอมแดง (ต่อ)

กระดาษ	ที่สภาวะ		ผลการศึกษา		
	T (°C)	t (s)	รูป	ความหนา (mm)	ลักษณะทั่วไป
เยื่อหอม:เยื่อสา 15:5 (g)	80	120		0.65	ผิวหยาบ มีสีเทาเข้ม มีความเหนียว ฉีกขาดยาก
	34	60		1.02	ผิวหยาบมาก มีสีน้ำตาลเข้ม ฉีกขาดง่าย
	34	120		1.93	ผิวหยาบมาก มีสีน้ำตาลอ่อน กระดาษมีความเปราะ ฉีกขาดง่ายมาก
	80	60		0.82	ผิวหยาบมาก มีสีน้ำตาล ฉีกขาดง่าย
	80	120		0.84	ผิวหยาบ มีสีน้ำตาลอ่อน ฉีกขาดง่าย
NaOH ผสมไคโตซาน	34	60		1.02	ผิวหยาบมาก มีสีน้ำตาลเข้ม ฉีกขาดง่าย
	34	120		1.93	ผิวหยาบมาก มีสีน้ำตาลอ่อน กระดาษมีความปราะ ฉีกขาดง่ายมาก
	80	60		0.82	ผิวหยาบมาก มีสีน้ำตาล ฉีกขาดง่าย

ตาราง 4.9 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระดาษจากเยื่อเปลือกและลำต้นหอมแดง (ต่อ)

กระดาษ	ที่สภาวะ		ผลการศึกษา		
	T (°C)	t (s)	รูป	ความหนา (mm)	ลักษณะทั่วไป
NaOH ผสมไคโตซาน	80	120		0.84	ผิวหยาบ มีสีน้ำตาลอ่อน ฉีกขาดง่าย
ขี้เถ้า ผสมไคโตซาน	34	60		1.14	ผิวหยาบมาก มีสีน้ำตาล ฉีกขาดง่าย
	34	120		1.01	ผิวหยาบมาก มีสีน้ำตาล ฉีกขาดง่าย
	80	60		0.73	ผิวหยาบ มีสีน้ำตาล ฉีกขาดง่าย
	80	120		0.76	ผิวหยาบ มีสีน้ำตาลเข้ม ฉีกขาดง่าย
เยื่อหอม:เยื่อสา 5:15 (g) ผสมไคโตซาน	80	120		0.85	ผิวหยาบ มีสีขาว มีความเหนียว ฉีกขาดยาก
เยื่อหอม:เยื่อสา 10:10 (g) ผสมไคโตซาน	80	120		0.75	ผิวหยาบ มีสีเทา มีความเหนียว ฉีกขาดยาก
เยื่อหอม:เยื่อสา 15:5 (g) ผสมไคโตซาน	80	120		0.66	ผิวหยาบ มีสีเทาเข้ม มีความเหนียว ฉีกขาดยาก

จากตาราง 4.9 พบว่า ลักษณะทางกายภาพของกระดาษ A4 มีความหนา 0.11 mm มีสีขาวผิวเรียบเนียน ฉีกขาดยาก และเมื่อเปรียบเทียบกับกระดาษจากเยื่อเปลือกและลำต้นหอมแดงที่แช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และน้ำขี้เถ้า กระดาษที่แช่ด้วยน้ำขี้เถ้าที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 120 นาที กระดาษมีความหนาน้อยที่สุดเท่ากับ 0.41 mm. มีลักษณะสีน้ำตาล ผิวหยาบน้อยฉีกขาดยาก และเมื่อนำเยื่อกระดาษเปลือกและลำต้นหอมแดงแช่ด้วยน้ำขี้เถ้าที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 120 นาที มาผสมกับเยื่อสาที่อัตราส่วน 5:15, 10:10 และ 15:5 กรัม ทำให้กระดาษมีความเหนียว เนื่องจากเยื่อสา มีเส้นใยที่ยาว และมีความเหนียวจึงเพิ่มคุณสมบัติของกระดาษให้มีความแข็งแรงมากขึ้น ส่วนกระดาษที่ผสมสารละลายไคโตซาน มีความหนาเพิ่มขึ้น ผิวกระดาษมีความหยาบขึ้น และการฉีกขาดง่ายขึ้น เนื่องจากสารละลายไคโตซานที่ถูกผสมกับเยื่อกระดาษทำให้เยื่อกระดาษยึดติดกันได้น้อยจึงทำให้กระดาษฉีกขาดได้ง่าย และเยื่อหอมที่แช่ด้วยน้ำขี้เถ้าที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 120 นาที มาผสมกับเยื่อสาที่อัตราส่วน 5:15, 10:10 และ 15:5 กรัม ผสมสารละลายไคโตซานกระดาษมียังคงความเหนียว และการฉีกขาดได้ดี เนื่องจากมีส่วนผสมของเยื่อสาที่ช่วยให้กระดาษมีความแข็งแรง

2.3 ผลการศึกษาความต้านทานการซึมน้ำของกระดาษเยื่อหอม

จากการศึกษาความซึมน้ำของกระดาษ โดยนำเยื่อเปลือกและลำต้นหอมแดงที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายเบส ได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และน้ำขี้เถ้าที่สภาวะต่าง ๆ มาขึ้นรูปกระดาษที่ผสมสารสารละลายไคโตซานปริมาตร 50.0 ml และไม่ผสมสารละไคโตซาน และขึ้นรูปกระดาษที่ผสมเยื่อหอม:เยื่อสา ผสมสารสารละลายไคโตซานปริมาตร 50.0 ml และไม่ผสมสารละไคโตซาน ที่อัตราส่วน 5:15, 10:10, และ 15:5 กรัม และนำกระดาษมาทดสอบความต้านทานการซึมน้ำโดยหยดน้ำ 1 หยดลงบนกระดาษและจับเวลาจนกระทั่งน้ำซึมผ่านกระดาษ ทำการทดลอง 3 ครั้ง ได้ผลดังตาราง 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการศึกษาความต้านทานการซึมน้ำของกระดาษเยื่อหอม

กระดาษ	ที่สภาวะ		เวลา (s)			เฉลี่ย
	T (°C)	t (s)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
NaOH	34	60	11.0	13.0	12.0	12.0
	34	120	5.0	5.0	5.0	5.0
	80	60	5.0	4.0	6.0	5.0
	80	120	10.0	11.0	8.0	9.7
ขี้เถ้า	34	60	19.0	22.0	23.0	21.3
	34	120	81.0	47.0	58.0	62.0
	80	60	13.0	14.0	13.0	13.3
	80	120	43.0	120.0	93.0	85.3

ตารางที่ 4.10 ผลการศึกษาความต้านทานการซึมน้ำของกระดาษเยื่อหอม (ต่อ)

กระดาษ	ที่สภาวะ		เวลา (s)			เฉลี่ย
	T (°C)	t (s)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
กระดาษเยื่อสา	-	-	1.0	1.0	1.0	1.0
เยื่อหอม:เยื่อสา 5:15 (g)	80	120	2.0	2.0	2.0	2.0
เยื่อหอม:เยื่อสา 10:10 (g)	80	120	3.0	3.0	2.0	2.7
เยื่อหอม:เยื่อสา 15:5 (g)	80	120	5.0	12.0	5.0	7.3
NaOH ผสมไคโตซาน	34	60	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0
	34	120	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0
	80	60	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0
	80	120	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0
ขี้เถ้า ผสมไคโตซาน	34	60	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0
	34	120	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0
	80	60	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0
	80	120	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0
กระดาษเยื่อสา ผสมไคโตซาน	-	-	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0
เยื่อหอม:เยื่อสา 5:15 (g) ผสมไคโตซาน	80	120	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0
เยื่อหอม:เยื่อสา 10:10 (g) ผสมไคโตซาน	80	120	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0

ตารางที่ 4.10 ผลการศึกษาความต้านทานการซึมน้ำของกระดาษเยื่อหอม (ต่อ)

กระดาษ	ที่สภาวะ		เวลา (s)			เฉลี่ย
	T (°C)	t (s)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
เยื่อหอม:เยื่อสา 15:5 (g) ผสมไคโตซาน	80	120	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0	มากกว่า 240.0

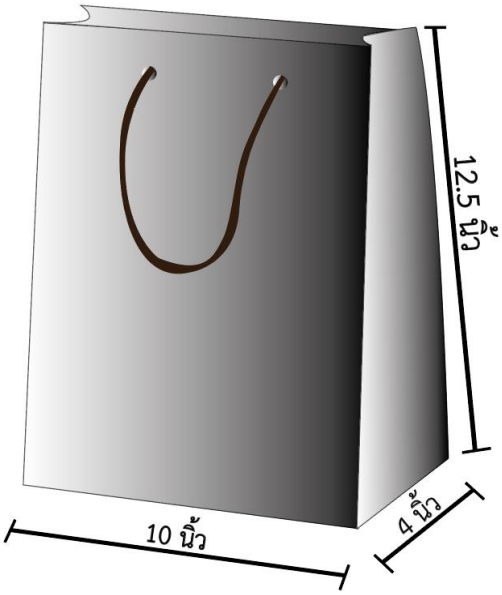
จากตาราง 4.3 พบว่า ความต้านทานการซึมน้ำของกระดาษเยื่อหอมที่แช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่สภาวะอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 120 มีค่าความต้านทานการซึมน้ำมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 9.7 วินาที กระดาษเยื่อหอมที่แช่ด้วยน้ำขี้เถ้าที่สภาวะอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 120 มีค่าความต้านทานการซึมน้ำมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 85.3 วินาที กระดาษสามีค่าความต้านทานการซึมน้ำ เฉลี่ยเท่ากับ 1.0 วินาที เมื่อนำเยื่อหอมผสมกับเยื่อสาที่อัตราส่วน 5:15, 10:10, และ 15:5 กรัม อัตราส่วนเยื่อหอมต่อเยื่อสาที่ 15:5 กรัม มีค่าความต้านทานการซึมน้ำมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 7.3 วินาที จากนั้นเมื่อนำเยื่อกระดาษที่สภาวะต่าง ๆ มาผสมสารละลายไคโตซาน ปรากฏว่ากระดาษที่ผสมสารละลายไคโตซานใช้เวลาในการต้านทานการซึมน้ำมากกว่า 240.0 วินาที หยดน้ำไม่สามารถทะลุผ่านกระดาษ ดังนั้นกระดาษที่ผสมสารละลายไคโตซานมีคุณสมบัติต้านการซึมน้ำได้ เนื่องการทดสอบสมบัติการดูดซึมของเหลวของวัสดุ โดยการหยดของเหลวที่มีปริมาตรคงที่ลงบนผิววัสดุ และจับเวลาในการที่หยดของเหลวหนึ่งหยดใช้ในการซึมผ่านลงไปในวัสดุนั้น ซึ่งเวลาที่ได้เป็นตัวบ่งชี้ความสามารถในการดูดซับของเหลวของวัสดุ เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำหนึ่งหยดจะถูกกำหนดไว้สูงสุดที่ 200 วินาที (สลิลดา บุตรกินรี, 2552)

ผลการศึกษาการพัฒนาบรรจุภัณฑ์จากกระดาษที่ทำจากเปลือกและลำต้นหอมแดง

1. ผลของการออกแบบต้นแบบผลิตภัณฑ์เคหะสิ่งทอ

จากการออกแบบต้นแบบบรรจุภัณฑ์ของงานวิจัยในครั้งนี้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป สามารถแบ่งผลการออกแบบได้จำนวน 2 ชุด ดังต่อไปนี้

1.1 ต้นแบบชุดที่ 1 เป็นการออกแบบครั้งแรกโดยได้จากการนำกระดาษที่ขึ้นรูปในเชิงหัตถกรรมไปตรวจสอบคุณภาพกับผู้เชี่ยวชาญได้กระดาษที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์แบบพื้นฐาน ผนวกกับการลงพื้นที่ชุมชนเป้าหมายของการถ่ายทอดองค์ความรู้ ที่ต้องการบรรจุภัณฑ์พื้นฐานที่สามารถผลิตได้ง่าย ขั้นตอนไม่ซับซ้อน รวมทั้งสามารถทำได้ในระดับครัวเรือนก่อน จึงได้ออกแบบเป็นถุงกระดาษ ที่มีรูปทรงและขนาดดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 การออกแบบต้นแบบบรรจุภัณฑ์จากกระดาษที่ผลิตจากเปลือกและลำต้นหอมแดงชุดที่ 1

1.2 ต้นแบบชุดที่ 2 เป็นการออกแบบครั้งที่ 2 ที่ได้จากการพัฒนาและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ซึ่งมีการแนะนำให้พัฒนาในรูปแบบที่แตกต่างไปจากถุงกระดาษ ผู้วิจัยจึงได้นำหลักการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบการสานที่ใช้วัสดุเป็นไม้ไผ่ ปรับให้เข้ากับวัสดุแผ่นโดยออกแบบให้เป็นเซ็ตเดียวกัน จำนวน 3 ต้นแบบ ซึ่งทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้มีการแนะนำให้ปรับขนาดให้เหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงและออกแบบได้ดังภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2 การออกแบบต้นแบบบรรจุภัณฑ์จากกระดาษที่ผลิตจากเปลือกและลำต้นหอมแดงชุดที่ 2

2. ผลของการขึ้นต้นแบบบรรจุภัณฑ์

2.1 ต้นแบบชุดที่ 1

จากการนำกระดาษที่ผ่านการคัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำมาขึ้นต้นแบบถุงกระดาษจำนวน 2 ใบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

แบบที่ 1 **แบบที่ 2**

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างต้นแบบบรรจุภัณฑ์จากกระดาษที่ผลิตจากเปลือกและลำต้นหอมแดงชุดที่ 1

จากภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า ผู้วิจัยได้ขึ้นต้นแบบบรรจุภัณฑ์ที่เป็นถุงกระดาษ จำนวน 2 ต้นแบบ ที่มีขนาดและรูปทรงเหมือนกันทุกประการ คือ 10 X 4 X 12.5 นิ้ว (ตามภาพที่ 4.1) แต่ที่แตกต่างคือ ลักษณะของลวดลายและผิวสัมผัสของกระดาษที่ขึ้นรูปจากเปลือกและลำต้นหอมแดง ซึ่งแบบที่ 1 ได้นำเอากระดาษด้านที่ติดกับตะแกรงช้อนกระดาษเชิงหัตถกรรม จึงทำให้กระดาษมีความเรียบเนียนกว่า ด้านที่ไม่ติดกับตะแกรงช้อนกระดาษเชิงหัตถกรรม ซึ่งมีผิวสัมผัสที่ค่อนข้างขรุขระและไม่เรียบเนียน บ่งบอกถึงรูปแบบผิวสัมผัสที่แตกต่างกันของทั้ง 2 รูปแบบ

จากการนำต้นแบบบรรจุภัณฑ์ จำนวน 2 ต้นแบบ ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ไปประเมินคุณภาพบรรจุภัณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน สรุปผลได้ว่า บรรจุภัณฑ์ถุงกระดาษทั้ง 2 ต้นแบบผลิตและขึ้นรูปจากวิธีเชิงหัตถกรรมทั้งหมด ซึ่งเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมและสามารถผลิตได้จริง มีการตัดต่อกระดาษเป็นระเบียบเรียบร้อย รอยต่อมีความกลมกลืนกันในทุก ๆ ด้านของมุมบนบนบรรจุภัณฑ์ ทางด้านคุณภาพและความสวยงามของเนื้อกระดาษ ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า เนื้อกระดาษมีความแปลกใหม่ (Unique) ทั้งผิวสัมผัสและลวดลายบนกระดาษ ที่มองเห็นเป็นลักษณะของเปลือกและลำต้นหอมแดง ทำให้มีความน่าสนใจต่อวงการบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งกระดาษที่ขึ้นรูปด้วยสภาวะเดียวกัน ยังสามารถใช้งานทั้งหน้าด้านและด้านหลังของกระดาษได้อีกด้วย ทำให้เพิ่มความหลากหลายให้กับทั้งผู้ประกอบการและผู้บริโภค นอกจากนี้ในด้านการออกแบบรูปทรงของการออกแบบยังมีความเป็นพื้นฐานอย่างมาก ควรปรับปรุงและพัฒนาให้มีรูปแบบที่แปลกใหม่ตามเนื้อกระดาษที่ยังไม่เคยเห็นในท้องตลาด เช่น อัดและขึ้นรูปให้มีความแข็งแรง และเป็นรูปทรงที่สวยงาม หรือปรับเปลี่ยนเทคนิคการขึ้นรูปเป็นการประยุกต์ใช้งานจักสานก็ได้ เพื่อที่จะสามารถนำไปเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับกลุ่มเป้าหมายที่มีการปลูกและจำหน่ายหอมแดงได้จริงในอนาคต

2.2 ต้นแบบชุดที่ 2

จากการปรับปรุงต้นแบบแล้วนำมาพัฒนาเป็นต้นแบบของชุดที่ 2 ซึ่งได้รับคำชี้แนะจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้ออกแบบและนำไปขึ้นต้นแบบบรรจุภัณฑ์ จำนวน 3 ต้นแบบ ซึ่งแต่ละต้นแบบมีรูปแบบและขนาดแตกต่างกันออกไป ใช้เทคนิคการขึ้นรูปแบบงานจักสาน โดยขึ้นรูปกระดาษแผ่นใหญ่ด้วยสภาวะการขึ้นรูปที่เหมาะสมที่สุด เพื่อให้บรรจุภัณฑ์มีทั้งความสวยงาม แปลกใหม่และความแข็งเพื่อที่จะสามารถใช้งานได้จริง ดังแสดงในภาพที่ 4.4

ซึ่งจากการนำต้นแบบบรรจุภัณฑ์จำนวน 3 ต้นแบบ ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ไปประเมินคุณภาพบรรจุภัณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งโดยภาพรวมแล้วสามารถสรุปได้ว่าต้นแบบทั้ง 3 ที่ผลิตจากเทคนิคจักสานมีความแปลกใหม่ในแง่ของการนำวัสดุเหลือทิ้งมาขึ้นรูปเป็นกระดาษและมีความแข็งแรงต่อการขึ้นรูปด้วยวิธีงานจักสาน ซึ่งปกติจะใช้ไม้ไผ่เป็นวัสดุในการขึ้นรูป ทั้งนี้กระดาษที่นำมาจักรสานยังมีความแข็งแรงมากพอที่จะสามารถทำให้ต้นแบบนี้เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ได้จริง และมีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ของกลุ่มเป้าหมายที่จำหน่ายหอมแดง มีส่วนช่วยส่งเสริมและสร้างความเป็นเอกลักษณ์ให้แก่กลุ่มวิชาหกิจเป้าหมาย

ภาพที่ 4.4 ผลการขึ้นต้นแบบบรรจุภัณฑ์ชุดที่ 2

ในด้านรายละเอียดและความประณีตในลวดลายขัดหรือลายสาน ค่อนข้างเป็นระเบียบเรียบร้อยดี แต่ยังไม่มีความสม่ำเสมอของลวดลายขัดบางตำแหน่ง ส่งผลให้ลวดลายยังดูไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากการตัดกระดาษเป็นเส้นยังใช้งานฝีมือในการตัด จึงไม่มีความเท่ากันตลอดทั้งเส้น ส่งผลให้การขัดไม่เป็นระเบียบเท่าที่ควร แต่โดยภาพรวมแล้วการออกแบบต้นแบบดังกล่าว เป็นการนำเสนอวัสดุที่แปลกใหม่ คือกระดาษจากเปลือกและลำต้นหอมแดงเหลือทิ้งทางการเกษตร ส่งผลให้บรรจุภัณฑ์มีเรื่องราวหรือประวัติที่มีความน่าสนใจเป็นอย่างมาก เป็นแนวทางเพื่อให้เกิดการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างยิ่งในอนาคต

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อต้นแบบบรรจุภัณฑ์

จากการสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อต้นแบบบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มคนที่เข้ามาชมหรือเลือกซื้อบรรจุภัณฑ์ในร้านค้าที่จำหน่ายบรรจุภัณฑ์จากกระดาษในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ช่วงระหว่างวันที่ 1 ธันวาคม 2563 ถึงวันที่ 30 ธันวาคม 2563 ซึ่งได้มาด้วยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 30 คนได้ผลดังต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการศึกษากลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 60.0 ที่มีในช่วงอายุ 21-25 ปี ร้อยละ 66.7 และพบว่าเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 93.3 ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อคำถาม		จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	12	40.0
	หญิง	18	60.0
รวม		30	100
อายุ	ต่ำกว่า 21 ปี	5	16.7
	21-25 ปี	20	66.7
	26-30 ปี	5	16.7
รวม		30	100
การศึกษา	ปวช./ปวส.	1	3.3
	ปริญญาตรี	28	93.3
	ปริญญาโท	1	3.3
รวม		30	100
รายได้	ต่ำกว่า 5,000 บาท/เดือน	11	36.7
	5,001-10,000 บาท/เดือน	5	16.7
	10,001-20,000 บาท/เดือน	7	23.3
	20,001 ขึ้นไป	7	23.3
รวม		30	100
อาชีพ	ธุรกิจส่วนตัว	2	6.7
	นักเรียน/นักศึกษา	28	93.3
รวม		30	100

3.2 ข้อมูลความพึงพอใจที่มีต่อต้นแบบผลิตภัณฑ์เคหะสิ่งทอ

ต้นแบบบรรจุภัณฑ์แบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านของความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 3.45 ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยมีความพึงพอใจทางด้านรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.76 รองลงมาคือ ด้านประโยชน์การใช้สอย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.36 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง และด้านความสวยงาม จัดอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.32 ดังแสดงรายละเอียดในแต่ละด้านในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อต้นแบบบรรจุภัณฑ์แบบที่ 1

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
รูปแบบ	1. ขนาด/รูปแบบ/รูปทรงของบรรจุภัณฑ์	3.76	0.78	มาก
	2. บรรจุภัณฑ์สื่อถึงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	3.62	0.70	มาก
	3. บรรจุภัณฑ์สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มตามแนวคิดสร้างสรรค์	3.46	0.86	มาก
	4. ความแปลกใหม่ของบรรจุภัณฑ์ในแง่ของการนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์	3.74	0.83	มาก
	รวม	**3.67**	**0.79**	**มาก**
ความสวยงาม	5. สีของบรรจุภัณฑ์	2.96	0.70	ปานกลาง
	6. กลิ่นของบรรจุภัณฑ์	3.56	0.86	มาก
	7. ความเรียบและผิวสัมผัสของบรรจุภัณฑ์	3.44	0.91	มาก
	รวม	**3.32**	**0.82**	**ปานกลาง**
ประโยชน์การใช้สอย	8.บรรจุภัณฑ์มีความดูดซับน้ำได้ดี	3.54	0.95	มาก
	9.บรรจุภัณฑ์มีความสะดวกสบายต่อการใช้งาน	3.60	0.97	มาก
	10.บรรจุภัณฑ์มีความปลอดภัย แข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน	2.96	0.70	ปานกลาง
	รวม	**3.36**	**0.87**	**ปานกลาง**
รวมทุกด้าน		**3.45**	**0.83**	**มาก**

ส่วนต้นแบบบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 2 ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านของความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 3.53 ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยมีความพึงพอใจทางด้านรูปแบบ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.87 รองลงมาคือ ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.37 อยู่ในระดับปานกลาง และด้านประโยชน์การใช้สอย จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 3.36 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อต้นแบบบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 2

(n =30)

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
รูปแบบ	1. ขนาด/รูปแบบ/รูปทรงของบรรจุภัณฑ์	3.80	0.67	มาก
	2. บรรจุภัณฑ์สื่อถึงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	3.80	0.67	มาก
	3. บรรจุภัณฑ์สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มตามแนวคิดสร้างสรรค์	3.96	0.78	มาก
	4.ความแปลกใหม่ของบรรจุภัณฑ์ในแง่ของการนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์	3.90	0.81	มาก
	รวม	**3.87**	**0.73**	**มาก**
ความสวยงาม	5.สีของบรรจุภัณฑ์	3.00	0.83	ปานกลาง
	6.กลิ่นของบรรจุภัณฑ์	3.55	0.81	มาก
	7.ความเรียบและพื้นผิวของบรรจุภัณฑ์	3.56	0.84	มาก
	รวม	**3.37**	**0.82**	**ปานกลาง**
ประโยชน์การใช้สอย	8.บรรจุภัณฑ์มีความดูดซับน้ำได้ดี	3.58	0.81	มาก
	9.บรรจุภัณฑ์มีความสะดวกสบายต่อการใช้งาน	3.50	0.74	มาก
	10.บรรจุภัณฑ์มีความปลอดภัย แข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน	3.00	0.83	ปานกลาง
	รวม	**3.36**	**0.79**	**ปานกลาง**
	รวมทุกด้าน	**3.53**	**0.78**	**มาก**

จากตารางที่ 4.14 พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านของความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อต้นแบบบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 3 เท่ากับ 3.73 ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยมีความพึงพอใจทางด้านรูปแบบ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.32 รองลงมาคือ ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.49 อยู่ในระดับมาก และด้านประโยชน์การใช้สอย จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 3.37

ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 3

(n = 30)

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
รูปแบบ	1.ขนาด/รูปแบบ/รูปทรงของบรรจุภัณฑ์	4.51	0.79	มากที่สุด
	2.บรรจุภัณฑ์สื่อถึงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.34	0.75	มากที่สุด
	3.บรรจุภัณฑ์สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มตามแนวคิดสร้างสรรค์	4.24	0.74	มากที่สุด
	4.ความแปลกใหม่ของบรรจุภัณฑ์ในแง่ของการนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์	4.22	0.76	มากที่สุด
	รวม	**4.32**	**0.76**	**มากที่สุด**
ความสวยงาม	5.สีของบรรจุภัณฑ์	3.20	0.99	ปานกลาง
	6.กลิ่นของบรรจุภัณฑ์	3.56	0.79	มาก
	7.ความเรียบและพื้นผิวของบรรจุภัณฑ์	3.70	0.76	มาก
	รวม	**3.49**	**0.85**	**มาก**
ประโยชน์การใช้สอย	8.บรรจุภัณฑ์มีความดูดซับน้ำได้ดี	3.42	0.82	มาก
	9.บรรจุภัณฑ์มีความสะดวกสบายต่อการใช้งาน	3.20	0.99	ปานกลาง
	10.บรรจุภัณฑ์มีความปลอดภัย แข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน	3.50	0.89	มาก
	รวม	**3.37**	**0.90**	**ปานกลาง**
	รวมทุกด้าน	**3.73**	**0.84**	**มาก**

4. ผลการศึกษาถ่ายทอดกิจกรรมการขึ้นรูปกระดาษและบรรจุภัณฑ์ต่อกลุ่มเป้าหมาย

4.1 ผลจากการลงพื้นที่เพื่อสำรวจความต้องการเกี่ยวกับการถ่ายทอดการนำผ้าฝ้ายย้อมสีธรรมชาติไปตัดเย็บและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เคหะสิ่งทอ

จากการลงสำรวจพื้นที่ วิสาหกิจชุมชน ผู้ผลิตหัวพันธุ์หอมแดงและกระเทียมบ้านโฮ่ง ตำบลป่าพลู อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน โดยใช้เครื่องมือการวิเคราะห์ในรูปแบบ SWOT analysis เพื่อให้ทราบถึงสภาพแวดล้อมและศักยภาพสถานการณ์ของกลุ่มสำหรับการประกอบธุรกิจ หรือการผลิตบรรจุภัณฑ์จากกระดาษซึ่งขึ้นรูปจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร สามารถสรุปได้ว่า ด้านจุดแข็งหรือจุดเด่น (Strengths) องค์กรเป็นวิสาหกิจชุมชนที่มีความมั่นคง มีการบริหารงานที่แยกหน้าที่หรือฝ่ายงานเป็นสัดส่วนชัดเจน โดยมีประธานคณะกรรมการเป็นหัวหน้าสูงสุดที่มีอำนาจเด็ดขาดในการตัดสินใจ และมีฝ่ายสนับสนุนอื่นๆ ที่มีสามารถในการดูแลและผลักดันการพัฒนาของกลุ่มอย่างไม่มีที่สิ้นสุด อีกทั้งกลุ่มมีการขับเคลื่อนตลอดเวลา ทั้งมีการฝึกอบรมของสมาชิกในตลอดทั้งปี และสมาชิกให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ถือว่าเป็นชุมชนที่มีความพร้อมด้านวัตถุดิบที่มีจำนวนมากตลอดทั้งปี ส่วนจุดด้อยหรือจุดอ่อน (Weakness) สมาชิกไม่มีความชำนาญด้านการขึ้นรูปกระดาษและการผลิตบรรจุภัณฑ์ แต่มีความสนใจถ้ามีโอกาส ในด้านอุปสรรค (Threats) ในการอบรมเพื่อพัฒนาศักยภาพการผลิตกระดาษและบรรจุภัณฑ์ที่แปลกใหม่นั้น ยังไม่เคยมีส่งผลให้ค่อนข้างยากต่อการอบรมอย่างต่อเนื่อง รวมไปถึงอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปั่นเยื่อยังไม่มีความพร้อมเท่าที่ควร และในด้านของโอกาส (Opportunities) ทางสมาชิกกลุ่มและหัวหน้ากลุ่มมีความสนใจในการสร้างสรรค์งานจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอยู่แล้ว จึงทำให้มีความสนใจต่อการเข้าร่วมกิจกรรมการผลิตบรรจุภัณฑ์ในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

4.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตหัวพันธุ์หอมแดงและกระเทียมบ้านโฮ่ง ที่มีต่อกิจกรรมการถ่ายทอดความรู้การผลิตกระดาษและบรรจุภัณฑ์จากเปลือกและลำต้นหอมแดง

จากการสอบถามผู้เข้าร่วมกิจกรรมที่เป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ผู้ผลิตหัวพันธุ์หอมแดงและกระเทียมบ้านโฮ่ง ตำบลป่าพลู อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการถ่ายทอดความรู้การผลิตกระดาษและบรรจุภัณฑ์จากเปลือกและลำต้นหอมแดง ซึ่งผู้เข้าร่วมจำนวน 30 คน ได้ทำแบบสอบถามทั้งสิ้นจำนวน 20 คน พบว่า ส่วนมากร้อยละ 85 เป็นเพศหญิง ที่มีอายุในช่วง 70 – 75 ปี คิดเป็นร้อยละ 15 และโดยส่วนมากมีอาชีพเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 60

จากตารางที่ 4.15 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมเท่ากับ 4.52 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความพึงพอใจด้านด้านสถานที่ ระยะเวลา และอาหารที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.55 รองลงมาคือด้านวิทยากรซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ซึ่งมีความพึงพอใจต่อการตอบข้อซักถามในการฝึกอบรมของวิทยากร โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.70 ในด้านความรู้ความเข้าใจนั้น พบว่า ก่อนการอบรมเรื่องนี้ ผู้เข้าร่วมได้

ประเมินตนเองว่ามีความรู้ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 และหลังการเข้าร่วมกิจกรรมมีความรู้เพิ่มขึ้นเป็นระดับมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 นอกจากนี้ด้านความสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้ ก็อยู่ในระดับมากที่สุดเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48

ตารางที่ 4.15 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมการผลิตกระดาษและบรรจุภัณฑ์จากเปลือกและลำต้นหอมแดง

(n=20)

ประเด็นข้อคำถาม	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
ด้านวิทยากร			
1. การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรมีความชัดเจน	4.65	0.49	มากที่สุด
2. ความสามารถในการอธิบายเนื้อหา	4.55	0.60	มากที่สุด
3. การเชื่อมโยงเนื้อหาในการฝึกอบรม	4.45	0.60	มากที่สุด
4. มีความครบถ้วนของเนื้อหาในการฝึกอบรม	4.40	0.60	มากที่สุด
5. การใช้เวลาตามที่กำหนดไว้	4.45	0.69	มากที่สุด
6. การตอบข้อซักถามในการฝึกอบรม	4.70	0.47	มากที่สุด
รวมด้านวิทยากร	**4.53**	**0.58**	**มากที่สุด**
ด้านสถานที่ ระยะเวลา และอาหาร			
1. สถานที่สะอาดและมีความเหมาะสม	4.25	0.64	มากที่สุด
2. ความพร้อมของอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์	4.65	0.49	มากที่สุด
3. ระยะเวลาในการอบรมมีความเหมาะสม	4.55	0.60	มากที่สุด
4. อาหาร มีความเหมาะสม	4.75	0.55	มากที่สุด
รวมด้านสถานที่ระยะเวลา และอาหาร	**4.55**	**0.57**	**มากที่สุด**
ด้านความรู้ความเข้าใจ			
1. ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ ก่อน การอบรม	3.90	1.07	มาก
2. ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ หลัง การอบรม	4.70	0.57	มากที่สุด
รวมด้านความรู้ความเข้าใจ	**4.30**	**0.82**	**มากที่สุด**
ด้านการนำความรู้ไปใช้			
1. สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในกาปฏิบัติงานได้	4.45	0.51	มากที่สุด
2. มีความมั่นใจและสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้	4.60	0.60	มากที่สุด
3. คาดว่าสามารถนำความรู้ไปเผยแพร่/ถ่ายทอดได้	4.40	0.68	มากที่สุด
รวมด้านการนำความรู้ไปใช้	**4.48**	**0.60**	**มากที่สุด**
รวมทุกด้าน	**4.52**	**0.58**	**มากที่สุด**