บทที่ 4 ผลการทดลอง

จากการนำกระดาษจากเยื่อเปลือกสอยดาวและเยื่อคราฟท์มาศึกษา และทดสอบสมบัติ เพื่อทำกระดาษเหนียว โดยนำเปลือกต้นสอยดาวมาต้มด้วยโซเดียมไอดรอกไซด์แล้วนำมาผสมกับเยื่อคราฟท์ตามอัตราส่วนต่างๆ และนำเยื่อเปลือกต้นสอยดาวไปฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพื่อดูคุณสมบัติด้านเชิงกลของกระดาษ ซึ่งให้ผลการทดลองดังนี้

4.1 การเตรียมเปลือกต้นสอยดาว

4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเปลือกต้นสอยดาว

4.3 กรหาปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมในการต้มเปลือกต้นสอยดาว

4.4 การศึกษาสมบัติของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวกับเยื่อคราฟท์ในอัตราส่วนต่างๆ

4.5 การศึกษาสมบัติของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ปริมาณต่าง ๆ

4.1 การเตรียมเปลือกต้นสอยดาว

จากการเตรียมเปลือกต้นสอยดาวพบว่า เปลือกต้นสอยดาวมีลักษณะสีน้ำตาล บาง สารมารถฉีกขาดได้ไม่อยาก เปลือกด้านนอกมีผิวขรุขระสีน้ำตาลออกดำ เปลือกด้านในมีผิวเรียบกว่าด้านนอกมีสีน้ำตาลเข้ม

4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเปลือกต้นสอยดาว

จากการนำเปลือกต้นสอยดาวมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกต้นสอยดาว

รายการวิเคราะห์	ร้อยละของน้ำหนักเปลือกต้นสอยดาว
ปริมาณเถ้า	10.5
การละลายในน้ำร้อน	9.8
การละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 1	51.3
การละลายแอลกอฮอล์และเบนซิน	3.7
ปริมาณเพนโตซาน	11.1
ปริมาณลิกนิน	28.0
โฮโลเซลลูโลส	46.8
อัลฟ่าเซลลูโลส	36.0
เบต้าเซลลูโลส	3.6
แกมม่าเซลลูโลส	7.2

จากตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าเปลือกต้นสอยดาวมีปริมาณเถ้าร้อยละ 10.5 ปริมาณเถ้าในไม้ทำให้ทราบปริมาณแร่ธาตุที่มีอยู่ในไม้ ถ้าปริมาณเถ้าสูงก็มีแร่ธาตุในไม้สูง และแร่ธาตุในเถ้าบางตัวก็ทำให้เกิดปัญหาในการผลิตเยื่อด้วย เปือกต้นสอยดาวมีปริมาณเถ้าในไม้ต่ำเหมาะสมสำหรับการนำมาผลิตเยื่อกระดาษ ปริมาณละลายในน้ำร้อนร้อยละ 9.8 ปริมาณการละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 1หรือค่าการละลายในด่างร้อยละ 51.3 การละลายในด่างนี้เป็นการวัดการผุเปื่อยของไม้ต่อเชื้อเห็ดราดังนั้นเปอร์เซ็นต์การละลายในด่างของไม้ทำให้ทราบว่ามีความคงทนต่อเชื้อเห็ดรามากน้อยเพียงใด เปลือกต้นสอยดาวมีปริมาณการละลายในด่างมีเปอร์เซ็นต์สูง แสดงว่าไม้มีความคงทนต่อเชื้อเห็ดราต่ำ ปริมาณการละลายแอลกอฮอล์และเบนซินร้อยละ 3.7 ปริมาณเพนโตซานร้อยละ 11.1 ในทางทฤษฎีเพนโตซานมีส่วนในการต้านทานแรงดันทะลุและ ต้านทานต่อแรงดึง ถ้ามีปริมาณเพนโตซานสูงการต้านทานแรงดันทะลุและการต้านทานแรงดึงจะสูงขึ้น ปริมาณลิกนินร้อยละ 28 ปริมาณลิกนินในไม้ช่วยให้เราพิจารณาวิธีการผลิตเยื่อและสภาวะการต้มเยื่อที่เหมาะสมได้ ถ้าไม้มีปริมาณลิกนินน้อยย่อมใช้สารเคมีในการแยกลิกนินออก

เพื่อผลิตเยื่อปริมาณน้อยด้วยปริมาณโฮโลเซลลูโลสร้อยละ 46.8 ปริมาณอัลฟ่าเซลลูโลสร้อยละ 36 ปริมาณเบต้าเซลลูโลสร้อยละ 3.6 และปริมาณแกมม่าเซลลูโลสร้อยละ 7.2 ของน้ำหนักเปลือกต้นสอยดาว ไม้ที่มีปริมาณเซลลูโลสในไม้สูงจะให้ผลผลิตเยื่อกระดาษสูง

4.3 การหาปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมในการต้มเปลือกต้นสอยดาว

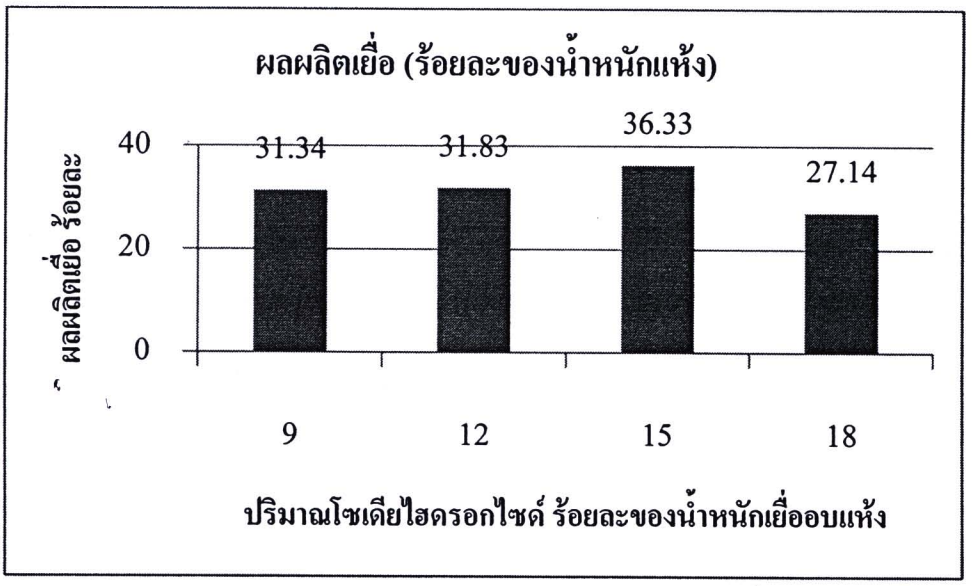
จากการนำเยื่อเปลือกต้นสอยดาวมาต้ม โดยใช้ปริมาณโซเดียมไอดรอกไซด์ปริมาณร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง ทำการต้มด้วยระบบปิด ที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในการผลิตแผ่นกระดาษทดสอบที่มีน้ำหนักมาตรฐาน 60 กรัมต่อตารางเมตร ทำการขึ้นแผ่นทดสอบคุณสมบัติวัดค่าต่างๆ ผลการผลิตเยื่อและสมบัติทางกายภาพของเยื่อแสดงดังตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 แสดงผลผลิตเยื่อเปลือกต้นสอยดาวและความสิ้นเปลืองของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้

สมบัติของเยื่อเปลือกต้นสอยดาว	ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ต้มเยื่อ ร้อยละของน้ำหนักอบแห้ง			
	9	12	15	18
ผลผลิตเยื่อ (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	31.34	31.83	36.33	27.14
ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ถูกใช้ไป (ร้อยละของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติม)	99.10	94.70	87.80	60.50
Kappa number (%)	150	102	87.80	60.50

จากตารางที่ 4.2 สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปทกการแปรผลข้อมูลแสดงออกมาในรูปของกราฟแท่งที่แสดงค่าผลผลิตเยื่อ, ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ถูกใช้ไป (ร้อยละของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติม) และ Kappa number (%) ของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้จากการต้มด้วยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

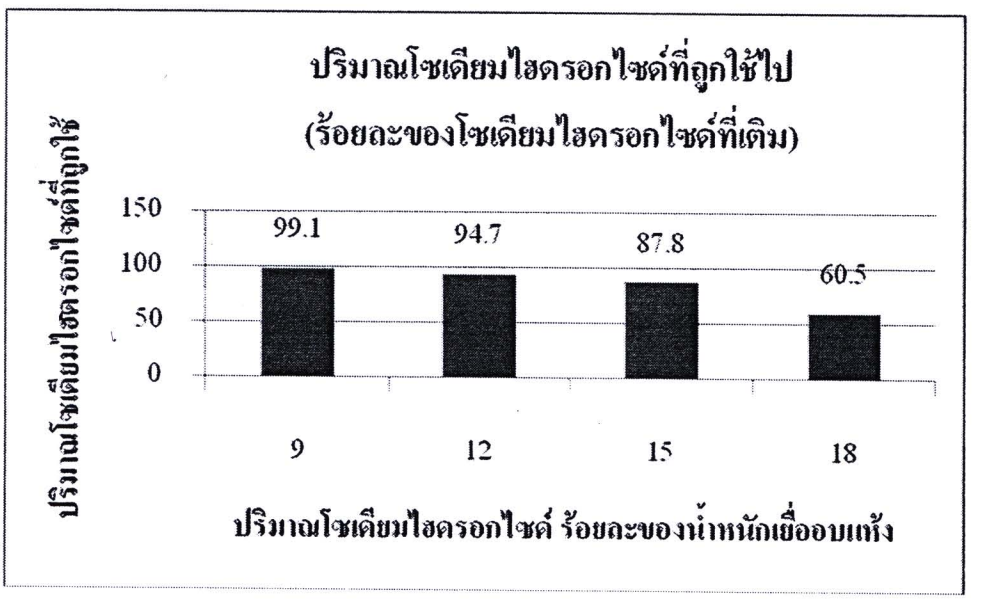
4.3.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเยื่อ (Yield) ของเยื่อเปลือกสอยดาวที่ได้จากการต้มด้วยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงค่าผลผลิตเยื่อ (Yield) ของเปลือกต้นสอยดาวที่ได้จากการต้มด้วยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.1 พบว่าผลผลิตเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้เท่ากับร้อยละ 31.34, 31.83, 36.33 และ 27.14 ของน้ำหนักเยื่อเปลือกต้นสอยดาวอบแห้ง ตามลำดับ ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 15 เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเยื่อ เนื่องจากได้ผลผลิตเยื่อปริมาณมากที่สุดร้อยละ 36.33 ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9 และ 12 ได้ปริมาณผลผลิตเยื่อปริมาณ 31.34 และ 31.83 ตามลำดับ ซึ่งได้ผลผลิตเยื่อน้อยกว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 15 เนื่องจากปริมาณสารที่ใช้ต้มเพื่อแยกเส้นใยน้อยเกินไปทำให้แยกเส้นใยได้ไม่ดีพอจึงได้ปริมาณผลผลิตเยื่อน้อย และปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 18 ได้ผลผลิตเยื่อน้อยที่สุดคือร้อยละ 27.14 เนื่องจากปริมาณสารที่ใช้ต้มเพื่อแยกเส้นใยใช้มากเกินไปทำให้เส้นใยเยื่อถูกทำลายจึงได้ผลผลิตเยื่อปริมาณน้อย

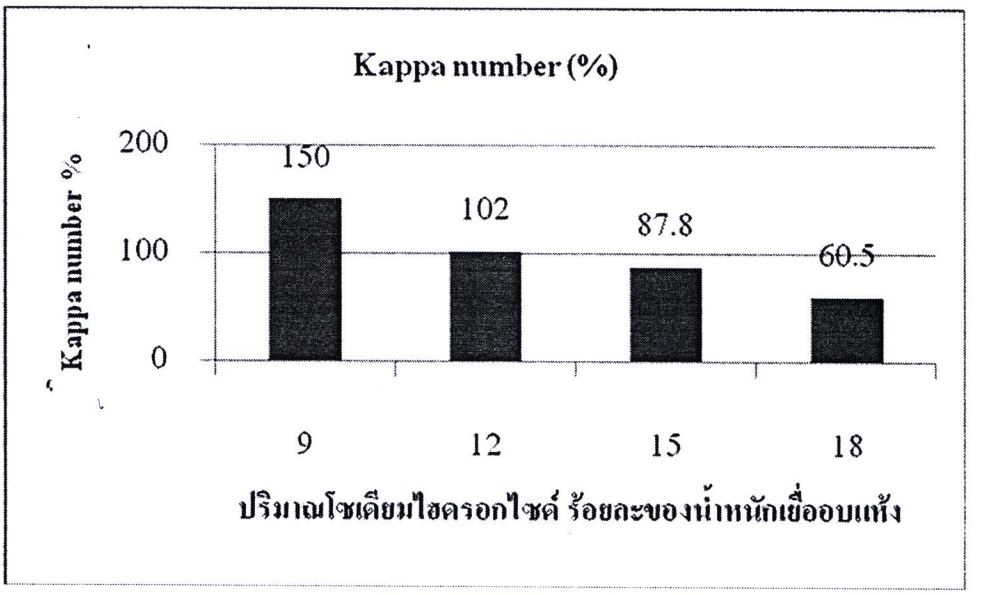
4.3.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ถูกใช้ไป (ร้อยละของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติม) ในการต้มโดยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง



รูปที่ 4.2 แสดงปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ถูกใช้ไป (ร้อยละของโซเดียมไฮดรอกไซด์) ในการต้มเยื่อเปลือกต้นสอยดาวโดยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.2 พบว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ถูกใช้ไป (ร้อยละของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติม)เท่ากับ 91.10, 94.7, 87.8 และ 60.5 ร้อยละของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติม ตามลำดับ ซึ่งปริมาณโซเดียมโฮดรอกไซด์ที่ถูกใช้ไปลดลงเมื่อปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มมากขึ้น

4.3.3 การศึกษาความสัมพันธ์ค่า Kappa number ระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้งที่ใช้ในการต้ม



รูปที่ 4.3 แสดงค่า Kappa number ของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

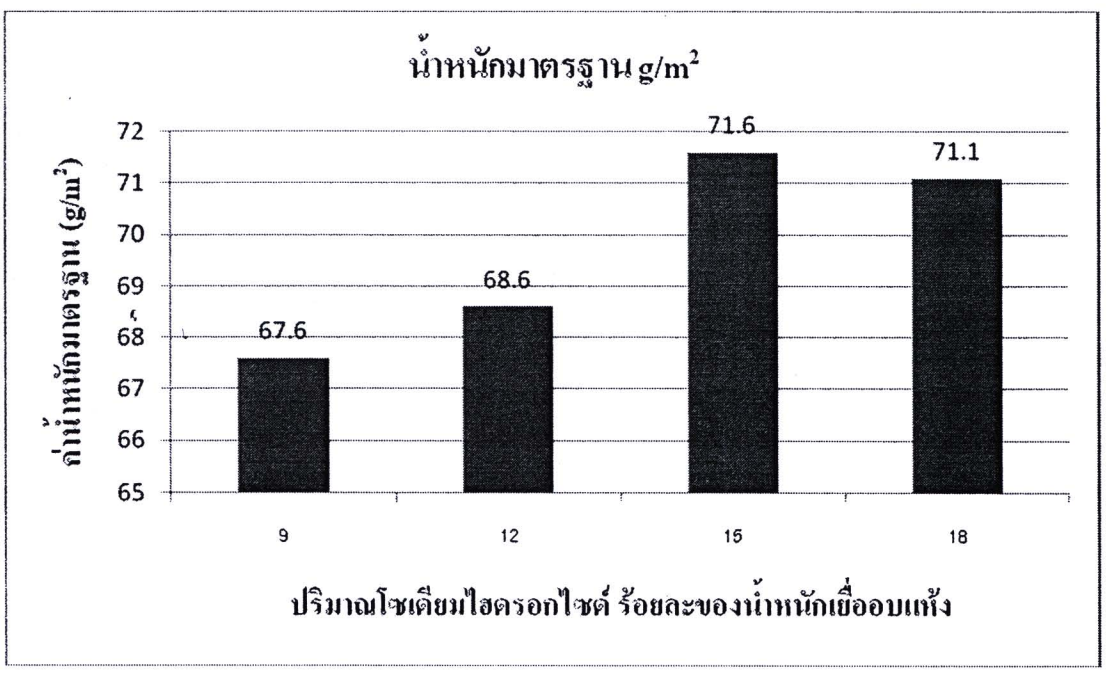
จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.3 พบว่าค่า Kappa number ของเยื่อที่ได้ เท่ากับ 150, 102, 87.80 และ 60.50 ตามลำดับ ซึ่งผล ค่า Kappa number จะลดลงเมื่อมีการใช้ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อมากขึ้น

ตารางที่ 4.3 แสดงสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ต้มด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณต่างๆ

สมบัติของเยื่อเปลือกต้นสอยดาว	ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ต้มเยื่อร้อยละของน้ำหนักอบแห้ง			
	9	**12**	**15**	**18**
น้ำหนักมาตรฐาน g/m^2	67.60	68.60	71.60	71.10
ความหนา mm	0.147	0.152	0.153	0.150
ดัชนีความต้านแรงดึงขาด kN.m/kg	21.53	26.60	31.40	38.30
ดัชนีความต้านแรงฉีกขาด $mN.m^2/g$	4.94	5.34	6.46	6.70
ดัชนีความต้านแรงดันทะลุ $kPa.m^2/g$	1.27	1.68	2.11	2.64
ฟรีเนส (มิลลิลิตร) ml.csf	470	446	359	188

จากตารางที่ 4.3 สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปทำการแปรผลข้อมูลแสดงออกมาในรูปของกราฟแท่งที่แสดงค่าน้ำหนักมาตรฐาน, ความหนา, ดัชนีความต้านทานแรงดึงขาด, ดัชนีความต้านแรงฉีกขาด, ดัชนีความต้านแรงดันทะลุ และ ค่าฟรีเนส ของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้จากการต้มด้วยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

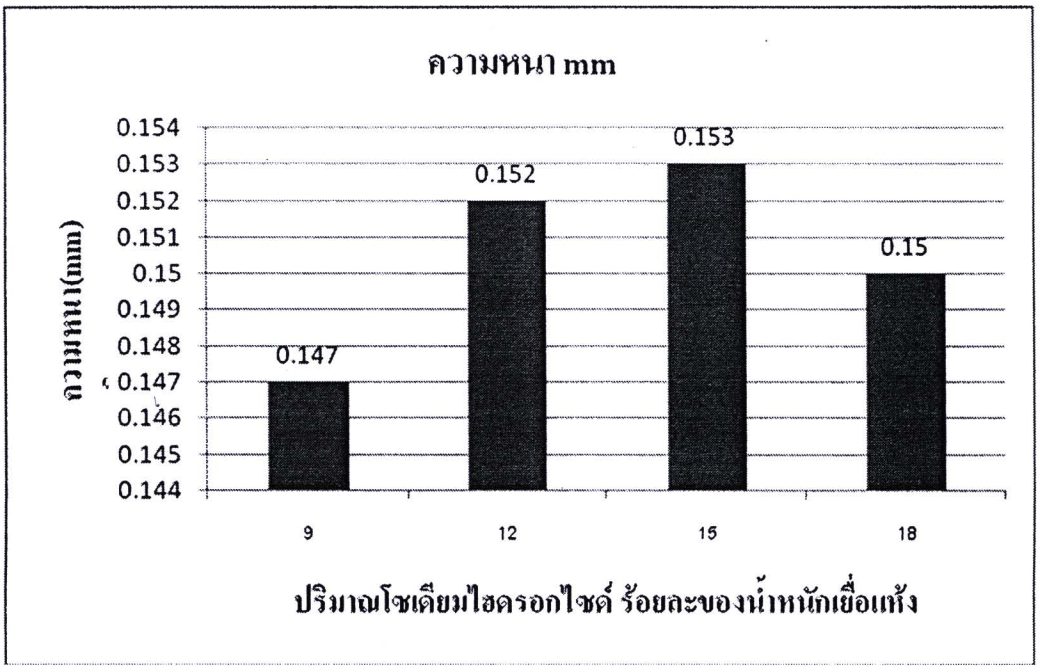
4.3.4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักมาตรฐานของแผ่นกระดาษทดสอบ จากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้จากการต้มด้วยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง



รูปที่ 4.4 แสดงค่าน้ำหนักมาตรฐานของแผ่นกระดาษทดสอบจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.4 พบว่าค่าน้ำหนักมาตรฐานของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้เท่ากับ 67.6, 68.6, 71.6 และ 71.1 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ

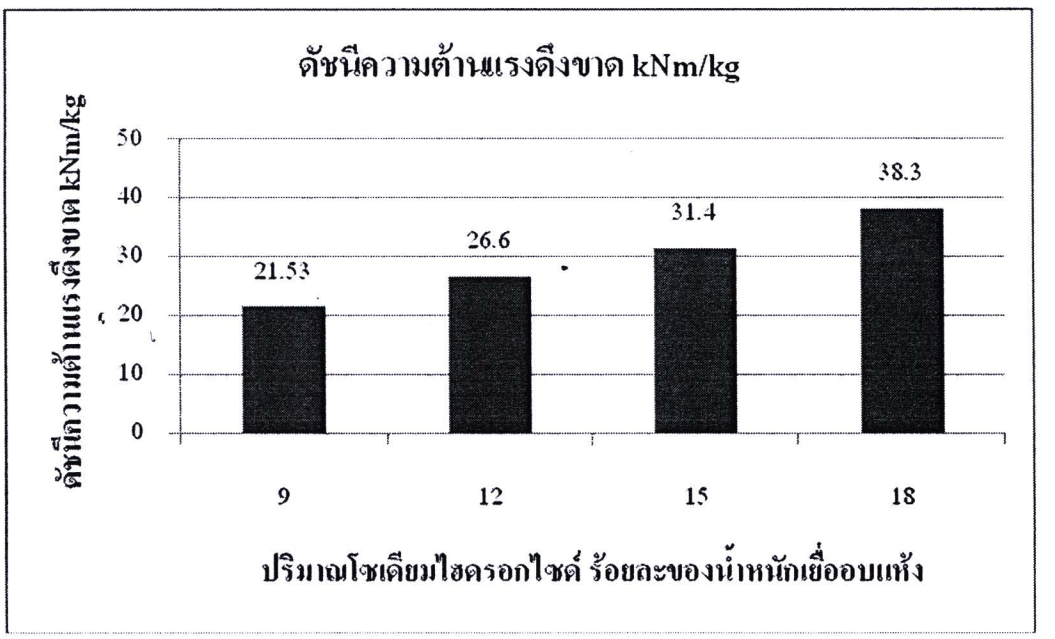
4.3.5 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของแผ่นกระดาษทดสอบ จากเยื่อเปลือกต้นสอยดาว ที่ได้จากการต้มด้วยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง



รูปที่ 4.5 แสดงค่าความหนาของแผ่นกระดาษทดสอบจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.5 พบว่าค่าความหนาของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้เท่ากับ 0.147, 0.152, 0.153 และ 0.15 มิลลิเมตร ตามลำดับ

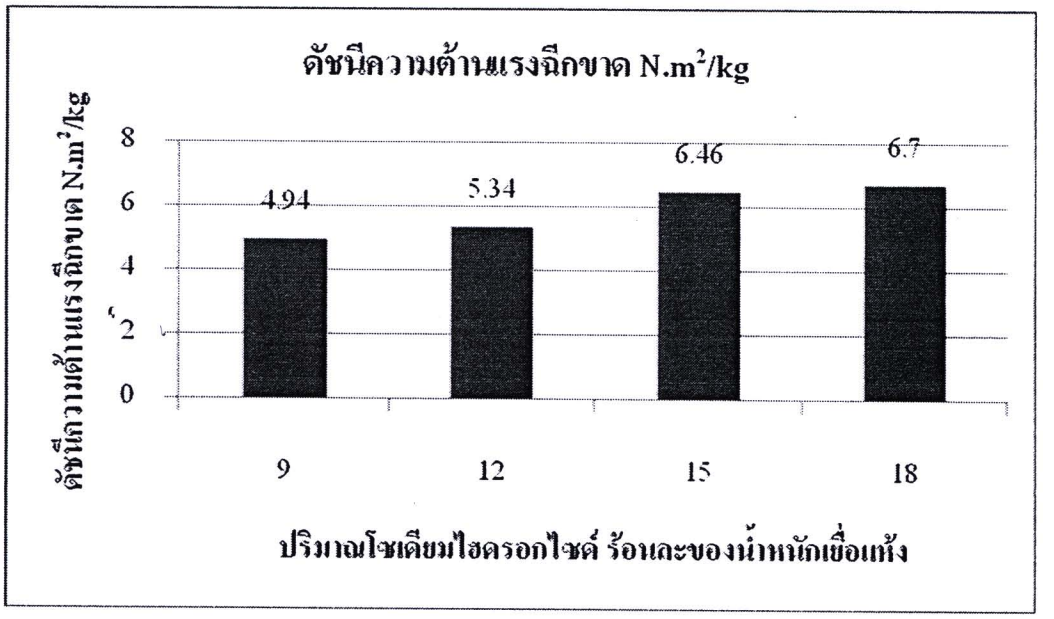
4.3.6 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความต้านแรงดึงขาดของแผ่นกระดาษทดสอบ จากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้จากการต้มด้วยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง



รูปที่ 4.6 แสดงค่าดัชนีความต้านแรงดึงขาดของแผ่นกระดาษทดสอบจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.6 พบว่าค่าดัชนีความต้านแรงดึงขาดของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้เท่ากับ 21.53, 26.60, 31.40 และ 38.30 กิโลนิวตัน.เมตร/กรัม ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า เมื่อปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้นค่าดัชนีความต้านแรงดึงขาดของแผ่นกระดาษทดสอบที่ได้เพิ่มขึ้นตามลำดับ สรุปได้ว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มากจะทำให้ความสามารถในการแยกเส้นใยดีขึ้นทำให้ได้เยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่มีคุณภาพดีขึ้นและมีดัชนีความต้านทานแรงดึงขาดเพิ่มมากขึ้น

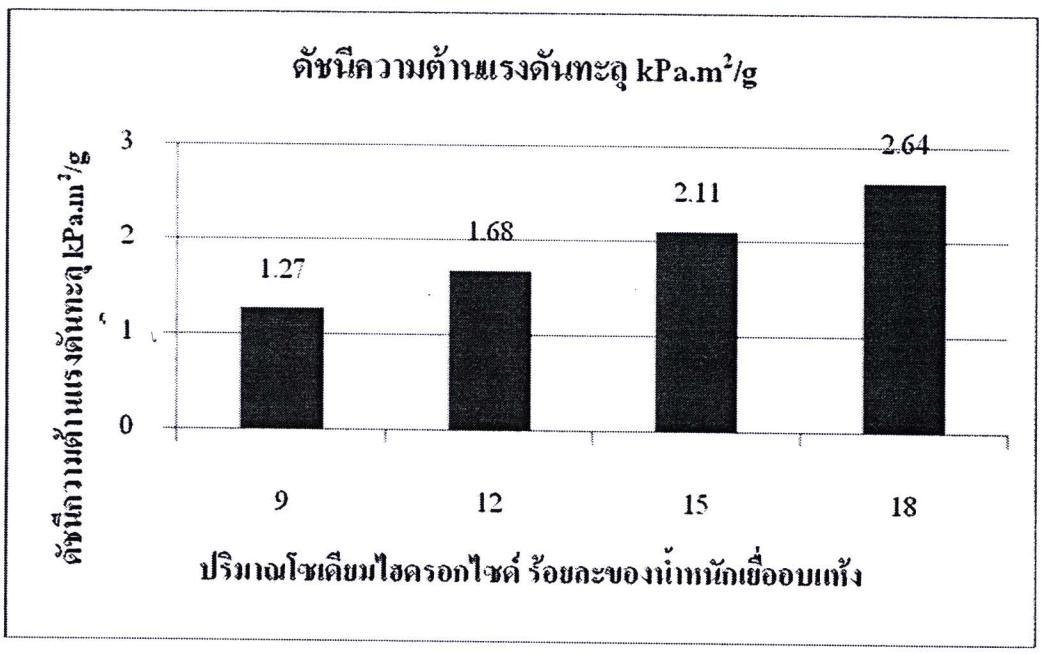
4.3.7 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีดัชนีความต้านแรงฉีกขาดของแผ่นกระดาษทดสอบ จากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้จากการต้มด้วยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง



รูปที่ 4.7 แสดงค่าดัชนีความต้านแรงฉีกขาดของแผ่นกระดาษทดสอบจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.7 พบว่าค่าดัชนีความต้านแรงฉีกขาดของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้เท่ากับ 4.94, 5.34, 6.64 และ 6.70 กิโลนิวตัน.เมตร/กรัม ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า เมื่อปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้นค่าดัชนีความต้านแรงดึงขาดของแผ่นกระดาษทดสอบที่ได้เพิ่มขึ้นตามลำดับ สรุปได้ว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มากทำให้ความสามารถในการแยกเส้นใยดีขึ้นทำให้ได้เยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่มีคุณภาพดีขึ้นจะทำให้เยื่อเปลือกต้นสอยดาวมีดัชนีความต้านทานแรงฉีกขาดเพิ่มมากขึ้น

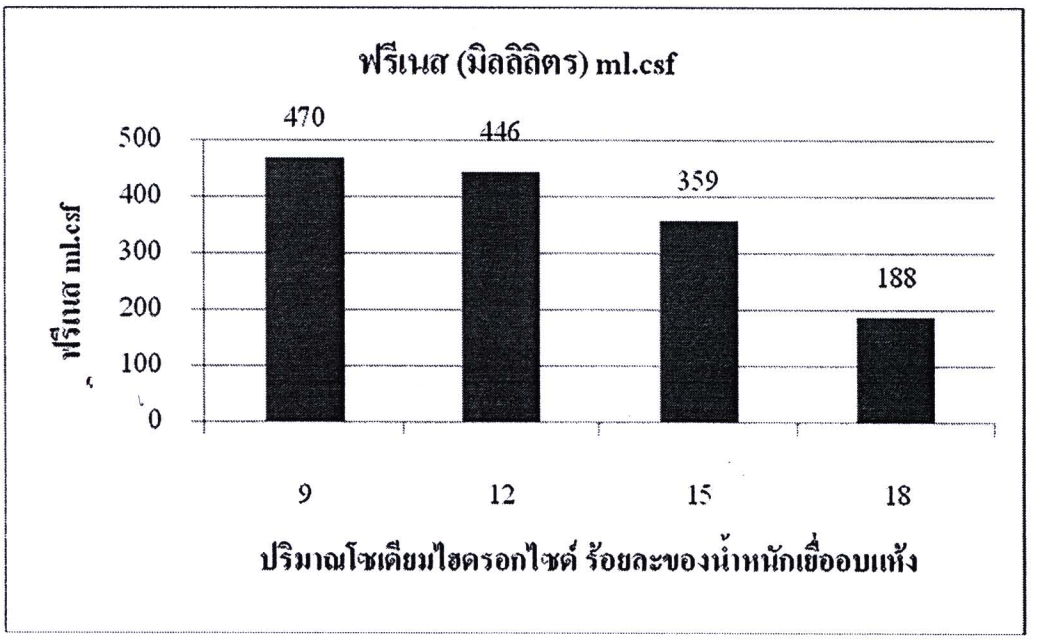
4.3.8 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีดัชนีความต้านแรงดันทะลุของแผ่นกระดาษทดสอบ จากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้จากการต้มด้วยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง



รูปที่ 4.8 แสดงค่าดัชนีความต้านแรงดันทะลุของแผ่นกระดาษทดสอบจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.8 พบว่าค่าดัชนีความต้านแรงดันทะลุของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้เท่ากับ 1.27, 1.68, 2.11 และ 2.64 กิโลปาสกาล.ตารางเมตร/กรัม ตามลำดับ สรุปได้ว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มากจะทำให้ความสามารถในการแยกเส้นใยดีขึ้นจะทำให้ได้เยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่มีคุณภาพดีขึ้นเยื่อเปลือกต้นสอยดาวมีดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุเพิ่มมากขึ้น

4.3.9 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟรีเนสของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้จากการต้มด้วยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง



รูปที่ 4.9 แสดงค่าฟรีเนสของแผ่นกระดาษทดสอบจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.9 พบว่าค่าฟรีเนสของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้เท่ากับ 470, 446, 359 และ 188 มิลลิลิตร (ml.csf) ตามลำดับ สรุปได้ว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มากจะทำให้เยื่อเปลือกต้นสอยดาวมีค่าฟรีเนสลดลง

4.4 การศึกษาสมบัติของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวกับเยื่อคราฟท์ในอัตราส่วนต่างๆ

จากการนำเยื่อเปลือกต้นสอยดาวผสมกับเยื่อคราฟท์ในอัตราส่วนต่างกันคือ 100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 และ 0 : 100 ได้มีการเติมสารต้านทานการซึมน้ำ(Sizing Agent) ได้แก่ อัลคิลคีทีนไดเมอร์ (Alkly Ketene Dimer) 1% ในการผลิตกระดาษแผ่นทดสอบที่มีน้ำหนักมาตรฐาน 120 กรัมต่อตาราง

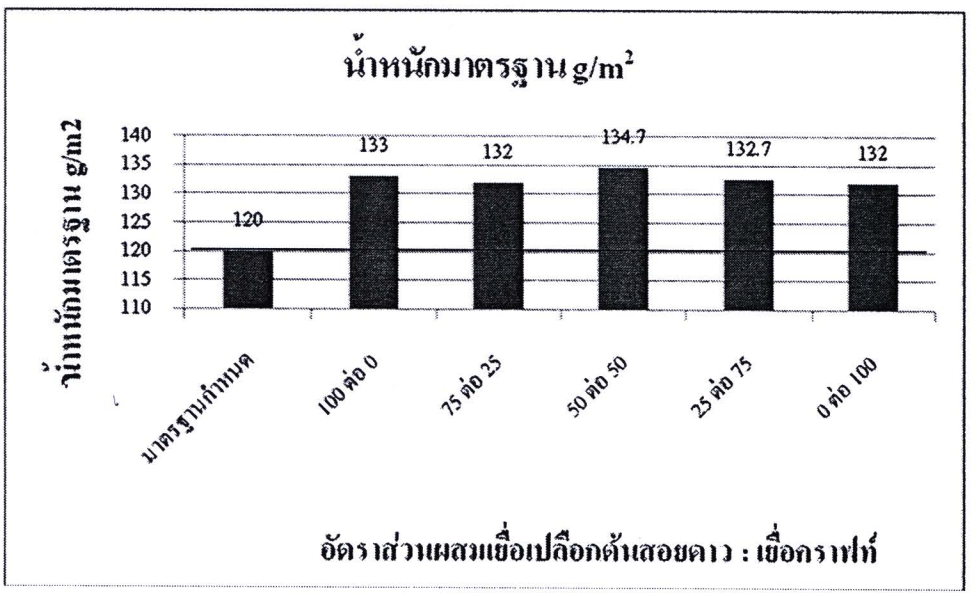
เมตร เพื่อเพิ่มคุณสมบัติกระดาษแผ่นทดสอบ ทำการขึ้นแผ่นทดสอบและวัดค่าคุณสมบัติต่างๆ ผลจากการทดสอบได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงสมบัติของกระดาษทดสอบที่ผลิตจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ผสมกับเยื่อคราฟท์ในอัตราส่วนต่างๆ เปรียบเทียบมาตรฐานอุตสาหกรรมกระดาษเหนียว ประเภทถุงชั้นเดียว

สมบัติของเยื่อเปลือกต้นสอยดาว	ค่ามาตรฐานอุตสาหกรรมกระดาษเหนียว ประเภทถุงชั้นเดียว	อัตราส่วนเยื่อเปลือกต้นสอยดาว : เยื่อคราฟท์				
		100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
น้ำหนักมาตรฐาน	120 g/m^2 ± ไม่เกิน 5%	133.00	132.00	134.70	132.70	132.00
ปริมาณความชื้น	น้อยกว่า 10%	9.84	9.59	9.63	9.53	9.68
ความต้านการดูดซึมน้ำแบบคอบบ์	น้อยกว่า 36 g/m^2	28.74	37.64	42.26	56.88	45.94
ความต้านแรงฉีกขาด	มากกว่า 830 mN	1093.32	1002.40	894.92	598.68	414.76
ความต้านแรงดันทะลุ	มากกว่า 230 kPa	325.5	245.6	223.5	158.6	146.1

จากตารางที่ 4.4 สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ไปทำการแปรผลข้อมูลแสดงออามาในรูปของกราฟแท่งที่แสดงค่าน้ำหนักมาตรฐาน, ปริมาณความชื้น, ความต้านทานการดูดซึมน้ำแบบคอบบ์ , ความต้านแรงฉีกขาด, ความต้านแรงดันทะลุ เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอุตสาหกรรม กระดาษเหนียว ประเภทถุงชั้นเดียว

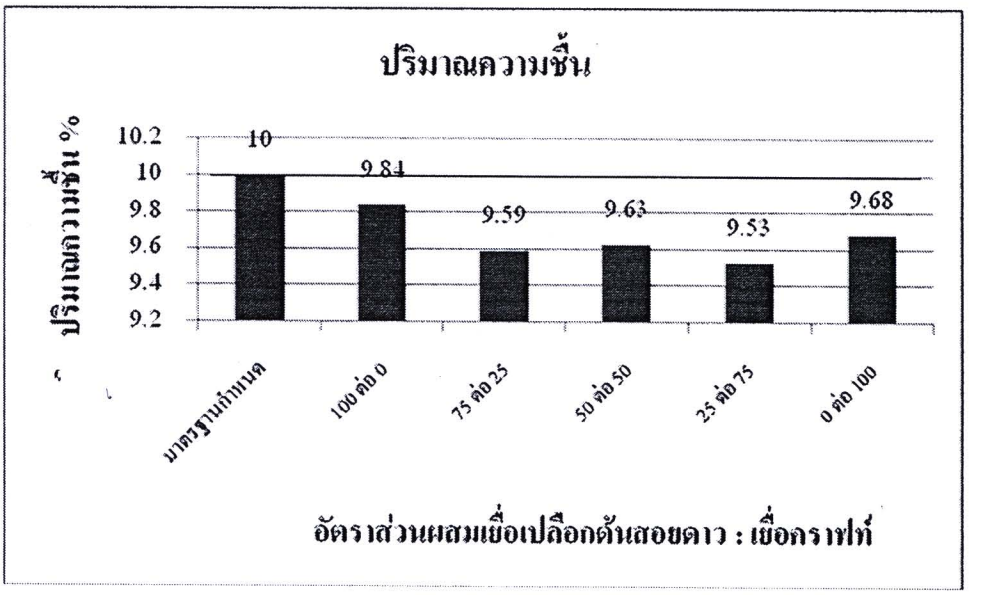
4.4.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักมาตรฐานของแผ่นกระดาษทดสอบ กับ อัตราส่วนเยื่อเปลือกต้นสอยดาวและ เยื่อคราฟท์ ที่อัตราส่วนต่างๆ กัน ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดงค่าน้ำหนักมาตรฐานของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากการผสมระหว่างเยื่อเปลือกต้นสอยดาวและเยื่อคราฟท์ที่อัตราส่วนต่างๆ

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.10 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเยื่อคราฟท์ในการขึ้นแผ่นกระดาษทดสอบต่ออัตราส่วนของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ 100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 และ0 : 100 ค่าน้ำหนักมาตรฐานของแผ่นกระดาษทดสอบที่ได้เท่ากับ 133, 132, 134.7, 132.7 และ 132 กรัมต่อตามรางเมตรตามลำดับ ซึ่งค่าน้ำหนักมาตรฐานที่มาตรฐานอุตสาหกรรมกระดาษเหนียว ประเภทถุงชั้นเดียว กำหนดคือ 120 กรัมต่อตารางเมตร ±5% น้ำหนักมาตรฐานของอัตราส่วนทั้ง 5 อัตราส่วนนั้นมีน้ำหนักเกินที่มาตรฐานกำหนด

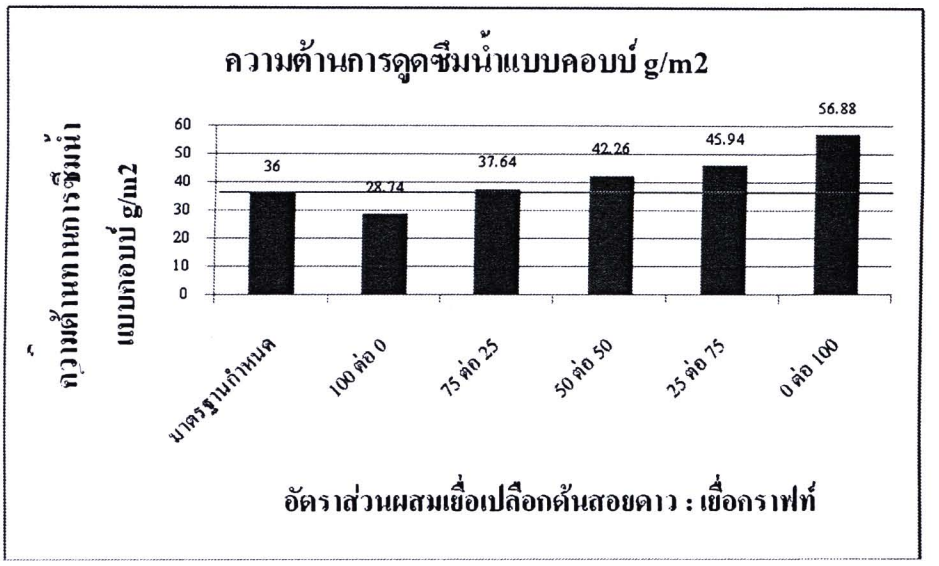
4.4.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นของแผ่นกระดาษทดสอบ กับ อัตราส่วนเยื่อเปลือกต้นสอยดาวและ เยื่อคราฟท์ ที่อัตราส่วนต่างๆ กัน ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แสดงปริมาณความชื้นของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากการผสมระหว่างเยื่อเปลือกต้นสอยดาวและเยื่อคราฟท์ที่อัตราส่วนต่างๆ

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.11 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณอัตราส่วนของเยื่อคราฟท์ในการขึ้นแผ่นกระดาษทดสอบต่ออัตราส่วนของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ 100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 และ0 : 100 ปริมาณความชื้นของแผ่นกระดาษทดสอบที่ได้เท่ากับ 9.84, 9.59, 9.63, 9.53 และ 9.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งค่าปริมาณความชื้นที่มาตรฐานอุตสาหกรรมกระดาษเหนียว ประเภทถุงชั้นเดียว กำหนดคือไม่เกิน 10% ซึ่งค่าปริมาณความชื้นของอัตราส่วนทั้ง 5 อัตราส่วนนั้นไม่เกินที่มาตรฐานกำหนด ถือว่าผ่านมาตรฐาน

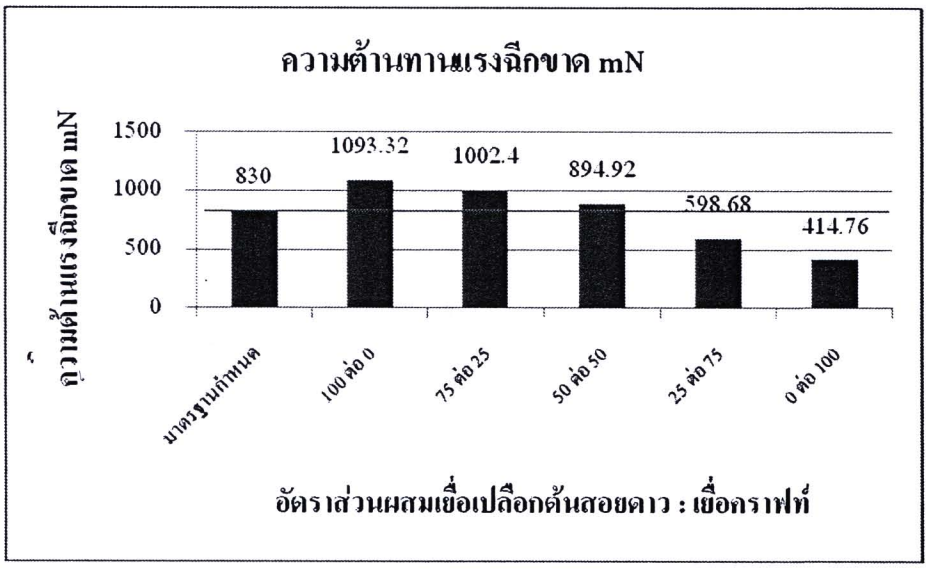
4.4.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานการดูดซึมน้ำของแผ่นกระดาษทดสอบ กับอัตราส่วนเยื่อเปลือกต้นสอยดาวและ เยื่อคราฟท์ ที่อัตราส่วนต่างๆ กัน ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 แสดงค่าความต้านการดูดซึมน้ำของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากการผสมระหว่างเยื่อเปลือกต้นสอยดาวและเยื่อคราฟท์ที่อัตราส่วนต่างๆ

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.12 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณอัตราส่วนของเยื่อคราฟท์ในการขึ้นแผ่นกระดาษทดสอบต่ออัตราส่วนของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ 100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 และ0 : 100 ความต้านแรงดันทะลุของแผ่นกระดาษทดสอบที่ได้เท่ากับ 28.74, 37.64, 42.26, 45.94 และ 56.88 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งค่าความต้านการดูดซึมน้ำที่มาตรฐานอุตสาหกรรมกระดาษเหนียว ประเภทถุงชั้นเดียว กำหนดคือไม่เกิน36 กรัม/ตารางเมตร ซึ่งมีเพียงอัตราส่วน เยื่อเปลือกต้นสอยดาว 100 : เยื่อคราฟท์ 0 อัตราส่วนเดียวเท่านั้นที่มีค่าผ่านตามมาตรฐานกำหนด คือ 28.7 กรัม/ตารางเมตร สรุปได้ว่าเมื่อปริมาณเยื่อคราฟท์เพิ่มมากขึ้นค่าความต้านการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น เยื่อคราฟท์มีคุณสมบัติอุ้มน้ำมากกว่าเยื่อเปลือกต้นสอยดาว

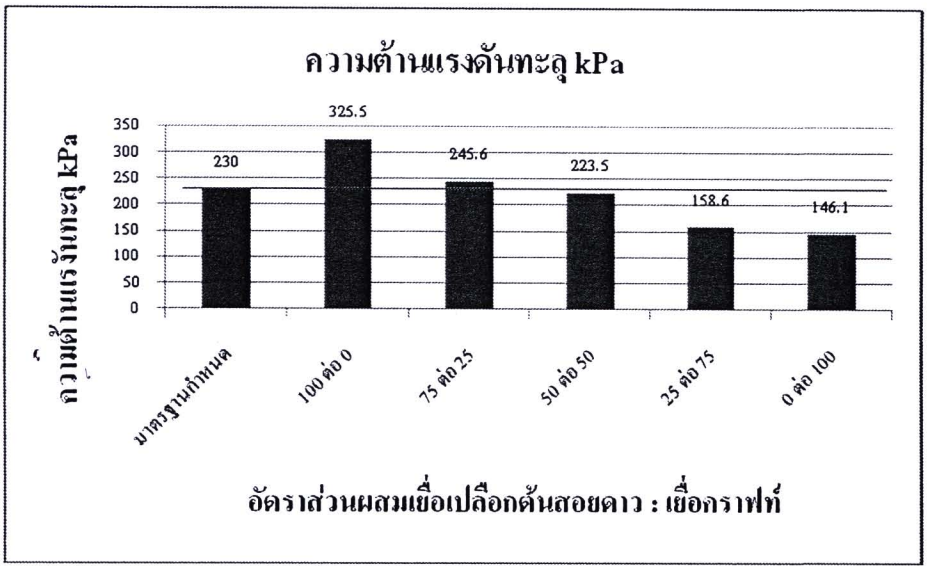
4.4.4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านแรงฉีกขาดของแผ่นกระดาษทดสอบ กับอัตราส่วนเยื่อเปลือกต้นสอยดาวและ เยื่อคราฟท์ ที่อัตราส่วนต่างๆ กัน ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 แสดงค่าความต้านแรงฉีกขาดของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากการผสมระหว่างเยื่อเปลือกต้นสอยดาวและเยื่อคราฟท์ที่อัตราส่วนต่างๆ

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.13 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณอัตราส่วนของเยื่อคราฟท์ในการขึ้นแผ่นกระดาษทดสอบที่อัตราส่วนของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ 100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 และ0 : 100 ความต้านแรงฉีกขาดของแผ่นกระดาษทดสอบที่ได้เท่ากับ 1093.32, 1002.40, 894.92, 598.68 และ 414.76 เมตรนิวตัน ตามลำดับ ซึ่งค่าความต้านแรงฉีกขาดที่มาตรฐานอุตสาหกรรมกระดาษเหนียว ประเภทถุงชั้นเดียว กำหนดคือไม่น้อยกว่า 830 นิวตันเมตร ซึ่งมีอัตราส่วนเยื่อเปลือกต้นสอยดาว : เยื่อคราฟท์ที่ผ่านมาตรฐานคือ 100 : 0, 75 : 25 และ 50 : 50 มีค่าผลการทดสอบคือ 1093.32 ,1002.4 และ 894.92 นิวตันเมตร ตามลำดับ สรุปได้ว่าเมื่อปริมาณเยื่อคราฟท์เพิ่มมากขึ้นค่าความต้านแรงฉีกขาดลดลง

4.4.5 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านแรงดันทะลุของแผ่นกระดาษทดสอบ กับอัตราส่วนเยื่อเปลือกต้นสอยดาวและ เยื่อคราฟท์ ที่อัตราส่วนต่างๆ กัน ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 แสดงค่าความต้านแรงดันทะลุของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากการผสมระหว่างเยื่อเปลือกต้นสอยดาวและเยื่อคราฟท์ที่อัตราส่วนต่างๆ

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.14 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณอัตราส่วนของเยื่อคราฟท์ในการขึ้นแผ่นกระดาษทดสอบต่ออัตราส่วนของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวค่าความต้านทานแรงดันทะลุที่ได้เท่ากับ 100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 และ0 : 100 ปริมาณความชื้นของแผ่นกระดาษทดสอบที่ได้เท่ากับ 325.5, 245.6, 223.5, 158.6 และ 146.1 กิโลปาสกาล ตามลำดับ ซึ่งค่าความต้านแรงดันทะลุที่มาตรฐานอุตสาหกรรมกระดาษเหนียว ประเภทถุงชั้นเดียว กำหนด คือ ไม่น้อยกว่า 230 กิโลปาสกาล ซึ่งมีอัตราส่วนเยื่อเปลือกต้นสอยดาว : เยื่อคราฟท์ที่ผ่านมาตรฐานคือ 100 : 0 และ 75 : 25 มีค่าผลการทดสอบคือ 325.5 และ 245.6 กิโลปาสกาล ตามลำดับ สรุปได้ว่าเมื่อปริมาณเยื่อคราฟท์เพิ่มมากขึ้นค่าความต้านแรงดันทะลุลดลง

4.5 การศึกษาสมบัติของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ปริมาณต่าง ๆ

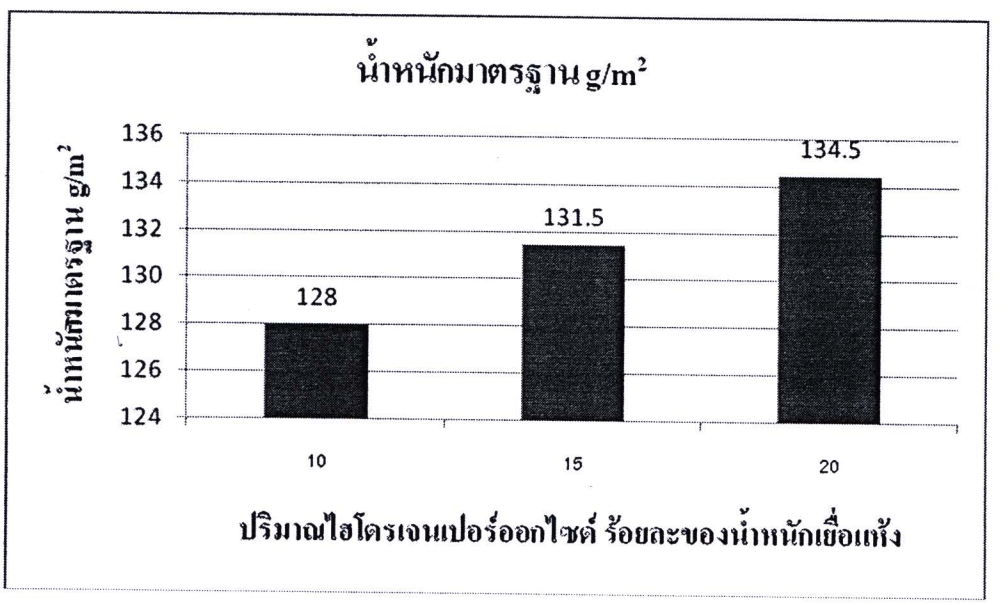
จากการนำเยื่อเปลือกต้นสอยดาวมาทำการฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอรืออกไซด์ด้วยปริมาณที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่อออบแห้ง มาผสมกับเยื่อเปลือกต้นสอยดาวและเติมโซเดียมซิลิเกต (Sodium silicate) ร้อยละ 2 ของน้ำหนักเยื่อออบแห้ง เติมแมกนิเซียมซัลเฟต (Magnesiun sulphate) ร้อยละ 0.05 ของน้ำหนักเยื่อออบแห้ง แล้วทำการปรับค่า pH ให้อยู่ระหว่าง 10.5-11 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) โดยปริมาณร้อยละของน้ำหนักเยื่อที่ทำการฟอกเท่ากับร้อยละ 10 ในอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชม. แล้วจึงนำเยื่อมาศึกษาคุณสมบัติด้านเชิงกล ได้ผลดังตาร่างที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงสมบัติของกระดาษทดสอบที่ผลิตจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ทำการฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ไซด์

สมบัติของเยื่อเปลือกต้นสอยดาว	ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ : น้ำหนักร้อยละของเยื่อออบแห้ง		
	10	15	20
น้ำหนักมาตรฐาน g/m^2	128	131.50	134.50
ค่าความหนา mm	0.29	0.28	0.29
ดัชนีความต้านแรงฉีกขาด $N.m^2/kg$	9.73	956	9.09
ดัชนีความต้านแรงดันทะลุ $kPa.m^2/g$	2.96	2.89	2.80
ความขาวสว่าง %	18	21.87	29.11

จากตารางที่ 4.5 สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ไปทำการแปรผลข้อมูลแสดงออามาในรูปของกราฟแท่งที่แสดงค่าน้ำหนักมาตรฐาน, ค่าความหนา, ดัชนีความต้านแรงฉีกขาด, ดัชนีความต้านแรงดันทะลุ, ความขาวสว่าง ของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ต้มด้วยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 15 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้งและฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร้อยละ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่อ

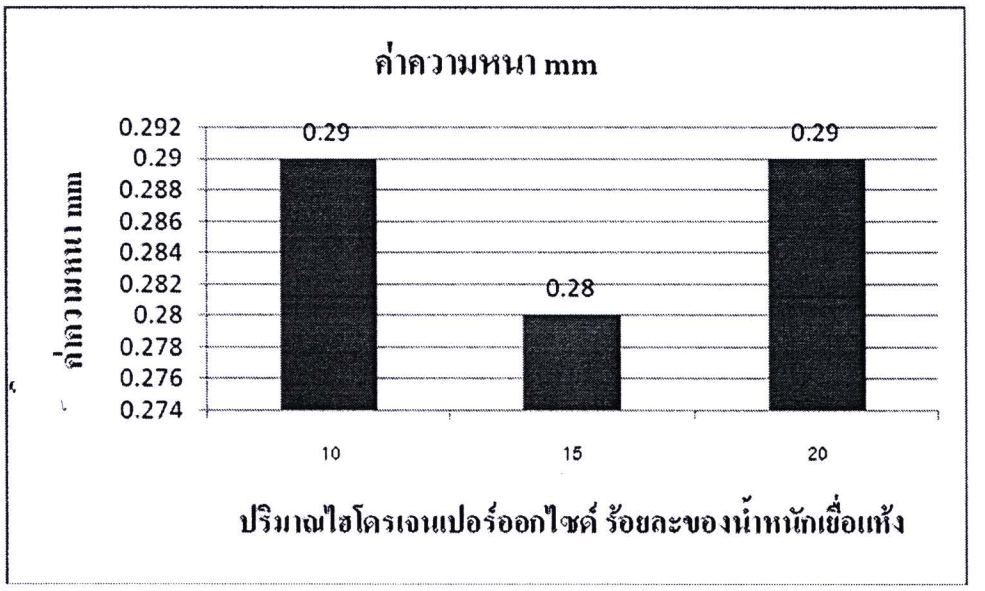
4.5.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักมาตรฐานของแผ่นกระดาษทดสอบ จากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้จากการฟอกด้วยปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร้อยละ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง



รูปที่ 4.15 แสดงน้ำหนักมาตรฐานของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.15 พบว่าค่าน้ำหนักมาตรฐานของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้งได้เท่ากับ 128, 131.5 และ 134.5 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ

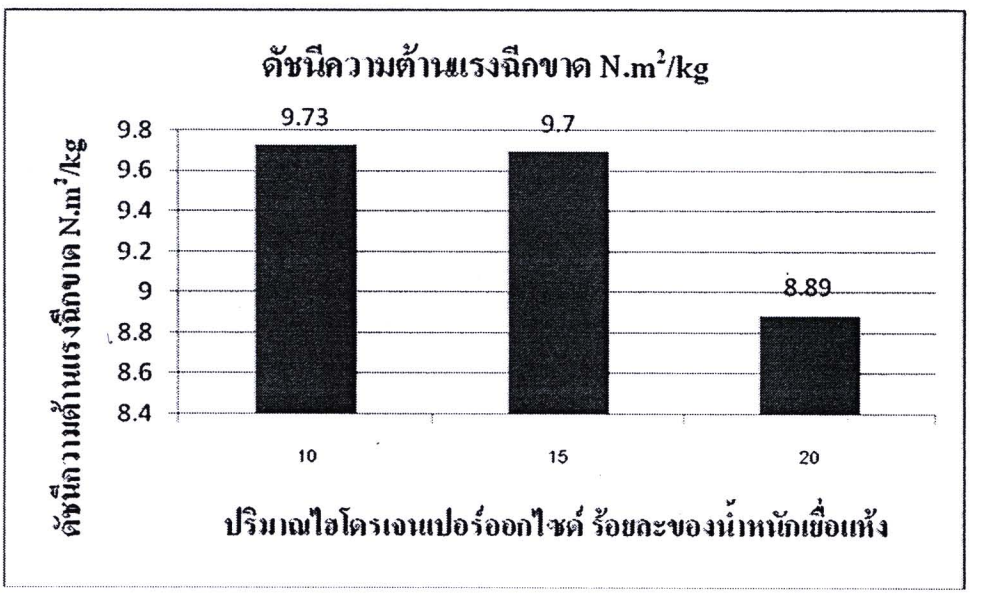
4.5.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของแผ่นกระดาษทดสอบ จากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้จากการฟอกด้วยปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร้อยละ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่อออบแห้ง



รูปที่ 4.16 แสดงค่าความหนาของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่อออบแห้ง

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.16 พบว่าค่าความหนาของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่อออบแห้งได้เท่ากับ 0.29, 0.28 และ 0.29 มิลลิเมตร ตามลำดับ

4.5.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความต้านแรงฉีกขาดของแผ่นกระดาษทดสอบ จากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้จากการฟอกด้วยปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร้อยละ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

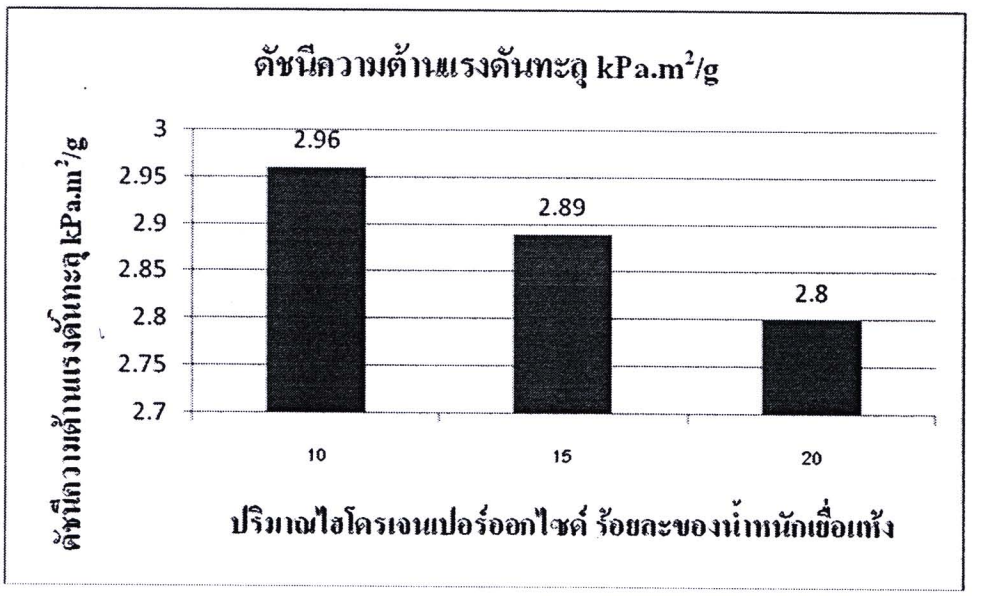


รูปที่ 4.17 แสดงค่าดัชนีความต้านแรงฉีกขาดของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.17 พบว่าค่าดัชนีความต้านแรงฉีกขาดของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้งได้เท่ากับ 9.73, 9.70 และ 8.89 นิวตัน.ตารางเมตร/กรัม ตามลำดับ สรุปได้ว่าปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มมากขึ้นทำให้เยื่อเปลือกต้นสอยดาวมีค่าดัชนีความต้านแรงฉีกขาดลดลงตามลำดับ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

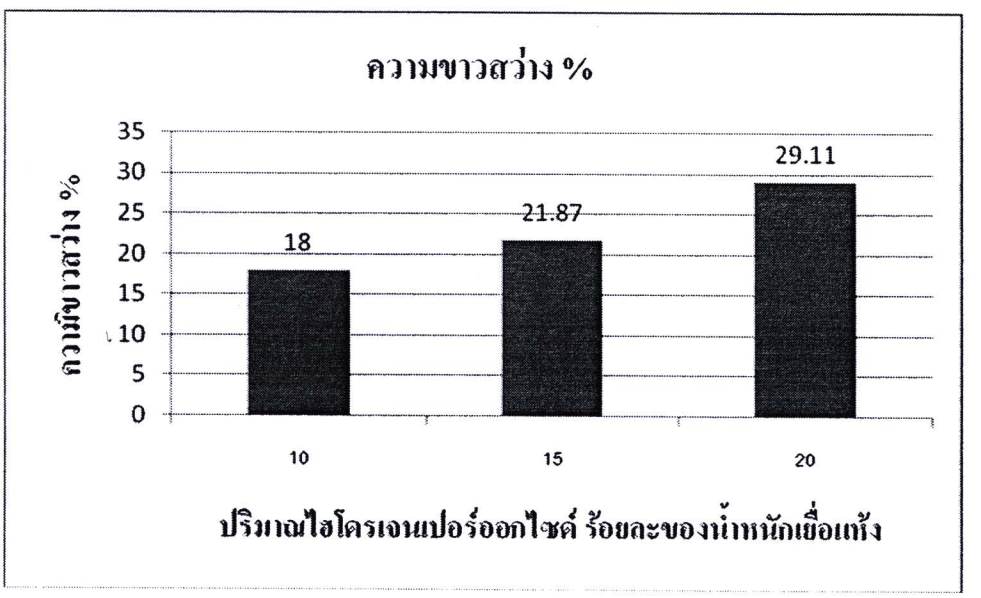
4.5.4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความต้านแรงดันทะลุของแผ่นกระดาษทดสอบ จากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้จากการฟอกด้วยปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร้อยละ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง



รูปที่ 4.18 แสดงค่าดัชนีความต้านแรงดันทะลุของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.18 พบว่าค่าน้ำหนักมาตรฐานของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้งได้เท่ากับ 2.96, 2.89 และ 2.80 กิโลปาสกาล.ตารางเมตร/กรัม ตามลำดับ สรุปได้ว่าปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มมากขึ้นทำให้เยื่อเปลือกต้นสอยดาวมีค่าดัชนีความต้านแรงดันทะลุลดลงตามลำดับ

4.5.5 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความขาวสว่างของแผ่นกระดาษทดสอบ จากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้จากการฟอกด้วยปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร้อยละ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง



รูปที่ 4.19 แสดงค่าความขาวสว่างของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง

จากรูปที่ 4.19 พบว่าค่าความขาวสว่างของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้งได้เท่ากับ 18, 21.87 และ 29.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สรุปได้ว่าปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มมากขึ้นทำให้เยื่อเปลือกต้นสอยดาวมีค่าความขาวสว่างเพิ่มมากขึ้น