ผลและวิจารณ์

1. ปริมาณผลผลิตเยื่อ

1.1 อิทธิพลของการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับ ปริมาณผลผลิตเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีโซดาและอัลคาไลด์ซัลไฟต์ ในการปฏิบัติเบื้องต้นกับชิ้นไม้สับไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุคือ 5 7 และ 9 ปี ดังแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 9 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ปริมาณผลผลิตเยื่อ CTMP จากไม้ตีนเป็ดอยู่ระหว่าง 56.72-67.74% เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของกรรมวิธีในการปฏิบัติเบื้องต้นกับชิ้นไม้สับ พบว่าในการใช้กรรมวิธีโซดาได้ปริมาณผลผลิตเยื่ออยู่ระหว่าง 56.72-63.35% ส่วนกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ปริมาณผลผลิตเยื่ออยู่ระหว่าง 59.98-67.74% เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 กรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ให้ผลผลิตเยื่อที่สูงกว่ากรรมวิธีโซดา

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของปริมาณสารเคมีที่ใช้ พบว่าในกรรมวิธีโซดา เมื่อใช้ปริมาณสารเคมีเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 20 % กับไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ จะทำให้ผลผลิตเยื่อลดลง โดยในไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี มีผลผลิตเยื่อลดลงมากที่สุด รองลงมาคือที่อายุ 7 และ 9 ปี โดยที่แต่ละชั้นอายุมีผลผลิตเยื่อลดลงคือ 4.99 3.18 และ 1.45% ตามลำดับ แต่เมื่อใช้กรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ โดยปริมาณสารเคมีเพิ่มจาก 10 เป็น 20% จะทำให้ผลผลิตเยื่อลดลงเช่นเดียวกัน โดยที่แต่ละชั้นอายุมีผลผลิตเยื่อลดลงคือ 2.52 1.23 และ 1.13% ของไม้ตีนเป็ดอายุ 7 5 และ 9 ปี ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Kappel (1999) ที่ได้แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณผลผลิตเยื่อกับปัจจัยของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์และปริมาณโซเดียมซัลไฟต์ที่ใช้ กล่าวคือ เมื่อมีการใช้ปริมาณสารเคมีทั้ง 2 ชนิดในปริมาณต่ำ ปริมาณผลผลิตเยื่อที่ได้จะสูง แต่หากมีการใช้สารเคมีในปริมาณสูง จะทำให้ปริมาณผลผลิตเยื่อลดต่ำลง

1.2 อิทธิพลของอายุไม้ เมื่อพิจารณาอิทธิพลของอายุไม้ต่อปริมาณผลผลิตเยื่อ พบว่าผลผลิตเยื่อเพิ่มขึ้นเมื่ออายุของไม้ตีนเป็ดเพิ่มขึ้น ชั้นอายุที่ให้ผลผลิตเยื่อสูงสุดคือ ไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี รองลงมาคือไม้ตีนเป็ด 7 และ 5 ปี ตามลำดับ ยกเว้นในสภาวะที่มีการใช้กรรมวิธีโซดา ที่ปริมาณสารเคมี 10% ผลผลิตเยื่อของไม้ตีนเป็ดอายุ 7 ปี มีค่าไม่แตกต่างจากของไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี (ดังภาพที่ 9)

2. <u>ปริมาณส่วนที่คัดทิ้ง</u>

2.1 อิทธิพลของการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับ ปริมาณส่วนที่คัดทิ้งเป็นส่วนที่ตกค้างอยู่บนตะแกรงคัดขนาดเยื่อหลังจากการบดเส้นใย ในตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของส่วนที่คัดทิ้งในทุกสภาวะของการผลิตเยื่อ CTMP มีค่าอยู่ระหว่าง 0.21-2.33% เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของกรรมวิธีในการปฏิบัติเบื้องต้นกับชิ้นไม้สับ พบว่าในการใช้กรรมวิธีโซดามีปริมาณส่วนที่คัดทิ้งอยู่ระหว่าง 0.21-1.10% ส่วนกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ปริมาณส่วนที่คัดทิ้งอยู่ระหว่าง 0.32-2.33% และเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 กรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ให้ปริมาณส่วนที่คัดทิ้งสูงกว่ากรรมวิธีโซดา (ดังภาพที่ 10)

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของปริมาณสารเคมีที่ใช้ จากการศึกษาพบว่า ในกรรมวิธีโซดา เมื่อใช้ปริมาณสารเคมีเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 20 % กับไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ จะทำให้ปริมาณส่วนที่คัดทิ้งลดลง โดยในไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี มีปริมาณส่วนที่คัดทิ้งลดลงมากที่สุด รองลงมาคือที่อายุ 7 และ 5 ปี โดยที่แต่ละชั้นอายุมีความแตกต่างของปริมาณส่วนที่คัดทิ้งคือ 0.72 0.67 และ 0.42% ตามลำดับ แต่เมื่อใช้กรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ โดยปริมาณสารเคมีเพิ่มจาก 10 เป็น 20% (ดังภาพที่ 10) จะทำให้ปริมาณส่วนที่คัดทิ้งลดลงเช่นเดียวกัน โดยที่แต่ละชั้นอายุมีความแตกต่างของผลผลิตเยื่อคือ 1.87 0.86 และ 0.75% ของไม้ตีนเป็ดอายุ 9 7 และ 5 ปี ตามลำดับ

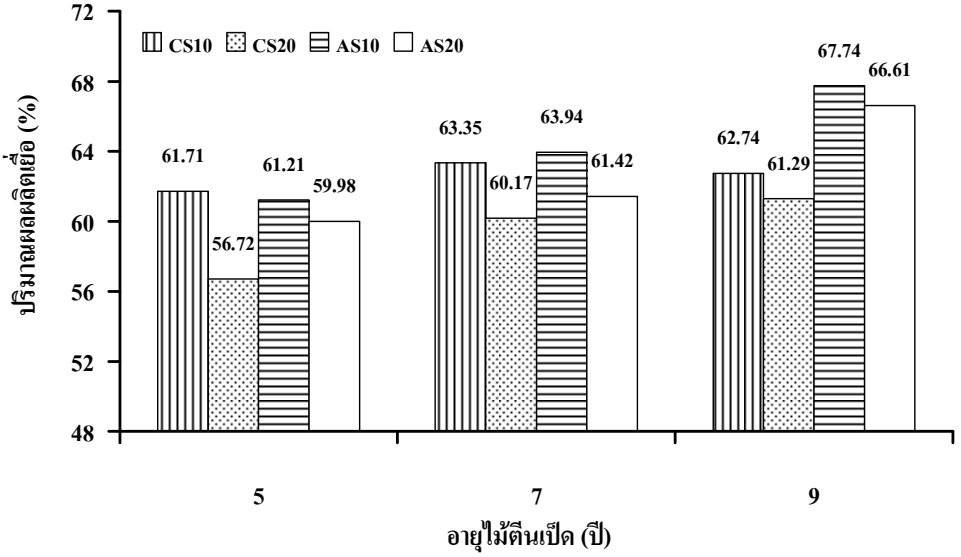
2.2 อิทธิพลของอายุไม้ พบว่าในไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี ในการปฏิบัติเบื้องต้นกับชิ้นไม้สับที่มีการใช้กรรมวิธีโซดาทั้ง 2 ระดับความเข้มข้นของสารเคมี (10 และ 20 %) ให้ปริมาณส่วนที่คัดทิ้งมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ไม้ตีนเป็ดอายุ 7 และ 5 ปี ตามลำดับ และการใช้กรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ พบว่าในไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี ให้ปริมาณส่วนที่คัดทิ้งมากที่สุด รองลงมาได้แก่ อายุ 7 และ 5 ปี ตามลำดับ ยกเว้นในสภาวะที่มีการใช้กรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ ที่ปริมาณสารเคมี 20% ของไม้ตีนเป็ดอายุ 7 ปี ให้ปริมาณส่วนที่คัดทิ้งมากที่สุด (ดังภาพที่ 10)

ตารางที่ 4 ปริมาณผลผลิตเยื่อและส่วนที่คัดทิ้งในการผลิตเยื่อ CTMP จากไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุที่สภาวะต่างๆ

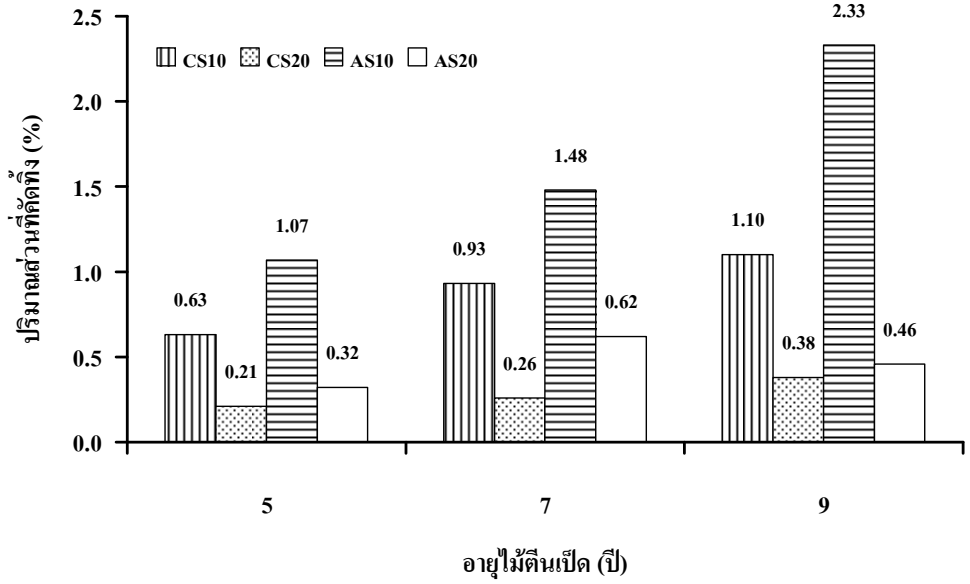
ตัวอย่าง	กรรมวิธีในการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับ	ความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้	ผลผลิตเยื่อหลังจากการบดเส้นใย (%)	ส่วนที่คัดทิ้ง (%)
ไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี	โซดา	10	61.71	0.63
		20	56.72	0.21
	อัลคาไลซัลไฟต์	10	61.21	1.07
		20	59.98	0.32
ไม้ตีนเป็ดอายุ 7 ปี	โซดา	10	63.35	0.93
		20	60.17	0.26
	อัลคาไลซัลไฟต์	10	63.94	1.48
		20	61.42	0.62
ไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี	โซดา	10	62.74	1.10
		20	61.29	0.38
	อัลคาไลซัลไฟต์	10	67.74	2.33
		20	66.61	0.46

3. การทดสอบสมบัติของเยื่อ CTMP ไม่ฟอก

เยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีโซดาและกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ ที่ปริมาณสารเคมี 10 และ 20% ในไม้ตีนเป็ดอายุ 5 7 และ 9 ปี จะนำมาทำการบดด้วย PFI mill ที่ระดับรอบการบดต่างๆ กัน ดังนี้ 0 2000 4000 6000 8000 และ 10000 รอบ จากนั้นนำเยื่อที่ผ่านการบดตามจำนวนรอบที่ต้องการ มาทดสอบค่าความเป็นอิสระของเยื่อ เพื่อประเมินความยากง่ายในการบดเยื่อและทำแผ่นเยื่อทดสอบ เพื่อทดสอบสมบัติด้านความแข็งแรงและด้านทัศนศาสตร์ของแผ่นเยื่อทดสอบต่อไป ผลการทดสอบ แสดงในตารางที่ 5 6 และ 7 ลักษณะตัวอย่างของเยื่อ CTMP ไม่ฟอกแสดงในภาพที่ 11 และ 12



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างชั้นอายุของไม้ตีนเป็ดกับปริมาณผลผลิตเยื่อ CTMP ที่เปรียบเทียบระหว่างการใช้กรรมวิธีโซดากับกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างชั้นอายุของไม้ตีนเป็ดกับปริมาณส่วนที่คัดทิ้ง ที่เปรียบเทียบระหว่างการใช้กรรมวิธีโซดากับกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์

3.1 ความยากง่ายในการบดเยื่อและค่าการระบายน้ำของเยื่อ

3.1.1 อิทธิพลของการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับ ภาพที่ 13-17 แสดงให้เห็นว่า ค่าความเป็นอิสระของเยื่อที่ถูกบดจะลดลง เมื่อรอบของการบดด้วย PFI mill เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของกรรมวิธีในการปฏิบัติเบื้องต้นกับชิ้นไม้สับไม้ตีนเป็ดต่อปัจจัยการบดเยื่อ พบว่าที่ระดับค่าความเป็นอิสระของเยื่อ 400 มิลลิลิตร (CSF) ซึ่งเป็นค่าที่โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษนิยมใช้ในกระบวนการผลิตกระดาษ แสดงให้เห็นว่าการใช้กรรมวิธีโซดามีความต้องการระดับในการบดเยื่อสูงกว่ากรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ โดยที่กรรมวิธีโซดาใช้จำนวนรอบในการบดเยื่อเริ่มต้นประมาณ 5000 รอบ เพื่อให้ได้ระดับค่าความเป็นอิสระของเยื่อ 400 มิลลิลิตร (CSF) ในขณะที่กรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ ใช้จำนวนรอบในการบดเยื่อเริ่มต้นประมาณ 4000 รอบ เท่านั้น (ดังภาพที่ 15-17)

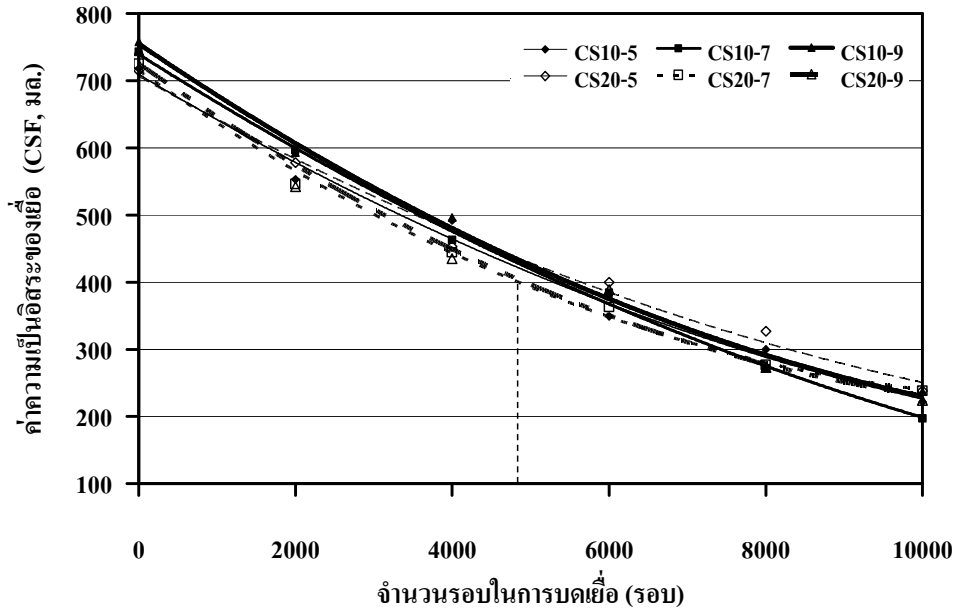
เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของปริมาณสารเคมีที่ใช้ ในกรรมวิธีโซดา เมื่อใช้ปริมาณสารเคมีเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 20 % กับไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ จะทำให้มีการใช้จำนวนรอบในการบดเยื่อด้วย PFI mill ลดลง (ดังภาพที่ 13 และ 14) โดยที่ไม้ตีนเป็ดอายุ 7 และ 9 ปี ที่มีการใช้ปริมาณสารเคมี 20% มีความต้องการระดับในการบดเยื่อเพื่อให้ได้ระดับค่าความเป็นอิสระของเยื่อ 400 มิลลิลิตร (CSF) ต่ำกว่าสภาวะอื่น โดยใช้จำนวนรอบในการบดเยื่อประมาณ 5000 รอบ (ดังภาพที่ 13) ในการใช้กรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ ที่ปริมาณสารเคมี 20% ในไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ มีการใช้จำนวนรอบในการบดเยื่อใกล้เคียงกันคือ ประมาณ 4000 รอบ และมีความต้องการระดับในการบดเยื่อต่ำกว่าในการใช้ปริมาณสารเคมี 10% ซึ่งมีการใช้จำนวนรอบในการบดเยื่อประมาณ 6000 รอบ ในไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ เช่นเดียวกัน (ดังภาพที่ 14) ซึ่งจากการบดเยื่อ CTMP จากไม้ใบกว้าง พบว่าปริมาณการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อการใช้พลังงานในการบดเยื่อ โดยถ้ามีการใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่สูง จะใช้พลังงานในการบดเยื่อลดลง (Kappel, 1999) และในงานวิจัยของ Jones และ Richardson (1999) จากการผลิตเยื่อกลเชิงเคมีในไม้ยูคาลิปตัส (*E. regnan*) โดยใช้แช่ชิ้นไม้สับในโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าการดูดซับโซเดียมไฮดรอกไซด์ของชิ้นไม้สับจะแสดงความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้คือ เมื่อเพิ่มปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะทำให้การดูดซับโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้นด้วยและได้เปรียบเทียบการเพิ่มการดูดซับโซเดียมไฮดรอกไซด์จาก 3 เป็น 6% ส่งผลให้ค่าความเป็นอิสระของเยื่อลดลงอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อเพิ่มการดูดซับโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น 9.5% จะไม่ทำให้ค่าความเป็นอิสระของเยื่อลดลงมากขึ้นอีก

3.1.2 อิทธิพลของอายุไม้ เมื่อพิจารณาอิทธิพลของอายุของไม้ตีนเป็ดต่อการบดเยื่อเพื่อให้ได้ระดับค่าความเป็นอิสระของเยื่อ ที่ 400 มิลลิลิตร (CSF) พบว่าที่อายุไม้ตีนเป็ด 7 และ 9 ปี

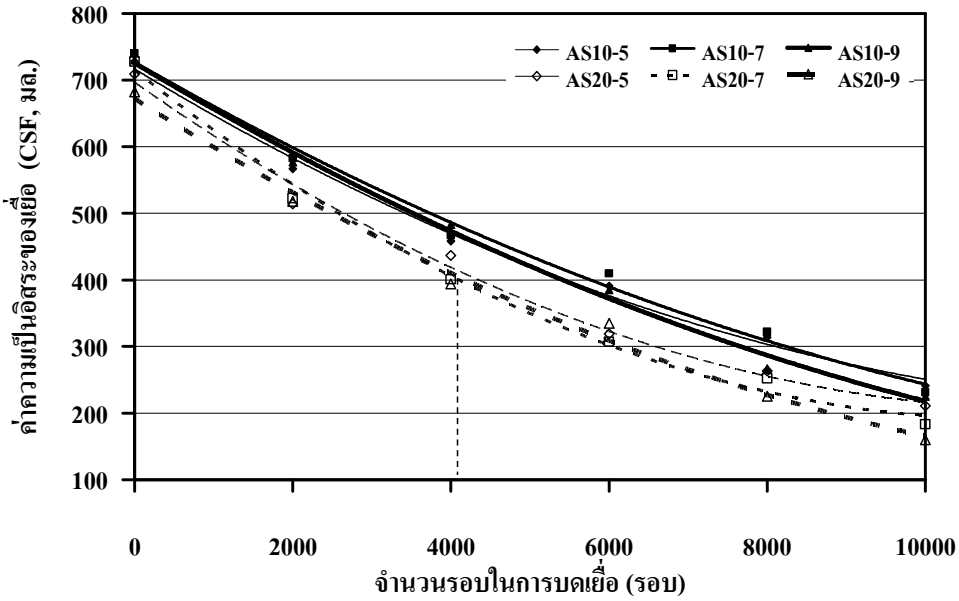
มีความต้องการระดับในการบดเยื่ออยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน ขณะที่อายุ 5 ปี มีความต้องการระดับในการบดเยื่อที่สูงกว่าเล็กน้อย (ดังภาพที่ 13 และ 14)

ภาพที่ 11 ลักษณะเส้นใยหลังจากแยกเส้นใยด้วยเครื่อง Defibrator ของไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี ที่ปฏิบัติเบื้องต้นกับชิ้นไม้สับด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20%

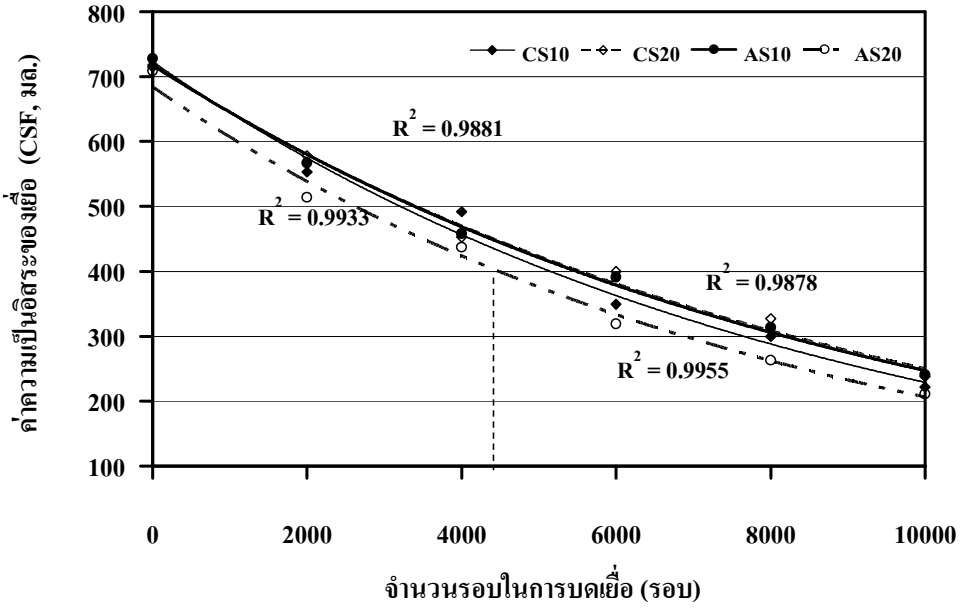
ภาพที่ 12 ลักษณะเส้นใยหลังจากบดเส้นใยด้วยเครื่อง Refiner ของไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี ที่ปฏิบัติเบื้องต้นกับชิ้นไม้สับด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20%



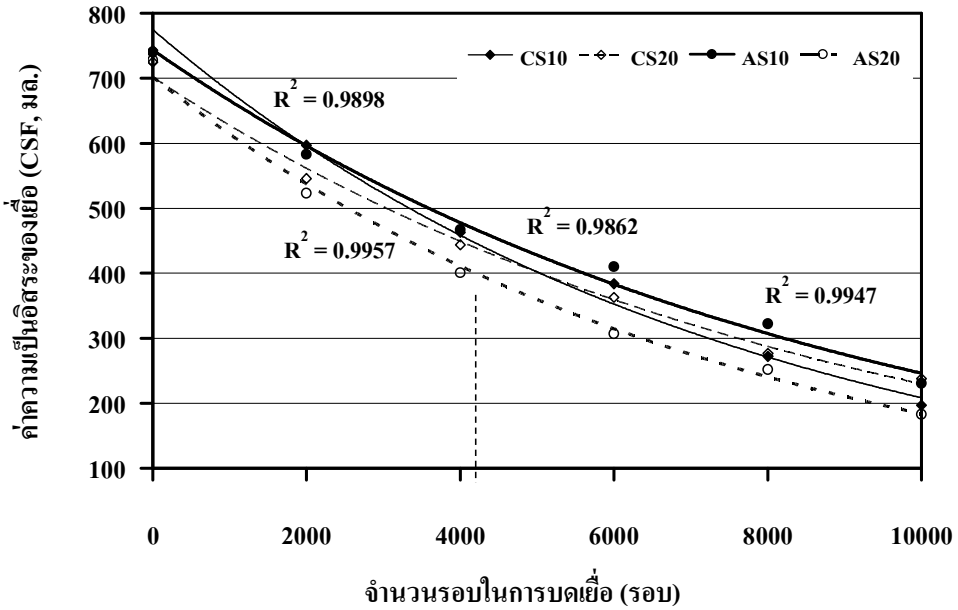
ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อต่อจำนวนรอบในการบดเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีโซดา ในปริมาณสารเคมีต่างกันของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



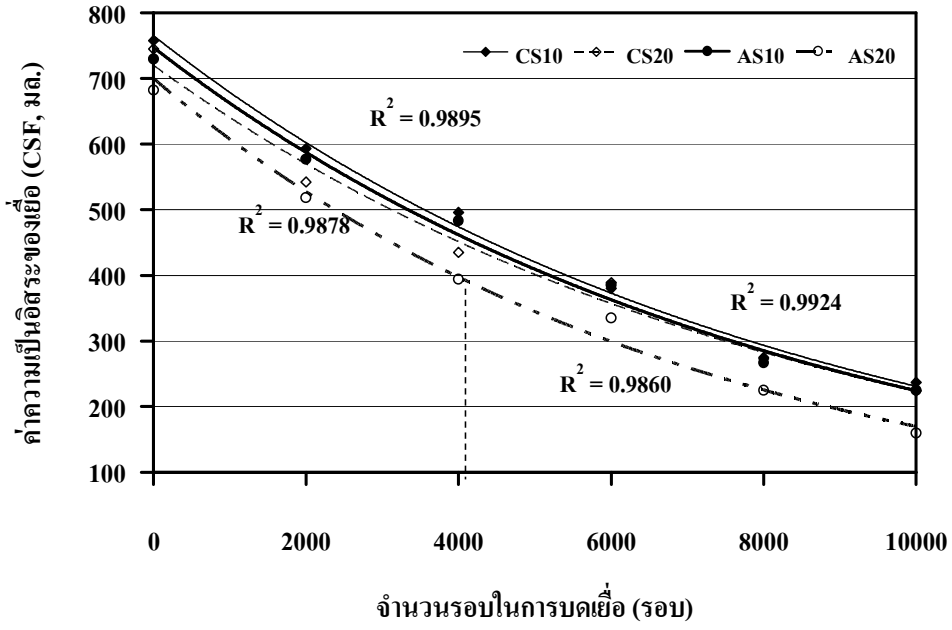
ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อต่อจำนวนรอบในการบดเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อต่อจำนวนรอบในการบดเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อต่อจำนวนรอบในการบดเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 7 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อต่อจำนวนรอบในการบดเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์

ตารางที่ 5 สมบัติทางฟิสิกส์ของแผ่นเยื่อทดสอบที่สภาวะการผลิตเยื่อ CTMP ไม่ฟอกที่ใช้กรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์ ในไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี

Conditions	PFI mill (rev.)	Freeness (ml CSF)	Thickness (mm)	Density (g/cm^3)	Tensile index (Nm/g)	Tear index ($mN.m^2/g$)	Brightness (%ISO)	Opacity (%)
CS10	0	718	-	-	-	-	-	-
	2000	553	0.192	0.31	12.37	1.94	25.22	98.10
	4000	492	0.166	0.35	12.67	3.71	26.16	98.31
	6000	349	0.152	0.38	16.04	2.77	26.93	98.16
	8000	300	0.140	0.40	17.34	3.42	27.17	98.49
	10000	222	0.135	0.41	21.31	4.04	27.40	98.26
CS20	0	715	-	-	-	-	-	-
	2000	578	0.170	0.36	14.90	3.76	25.88	98.64
	4000	453	0.152	0.39	19.04	3.20	26.29	98.71
	6000	400	0.139	0.42	19.70	3.66	26.66	98.53
	8000	327	0.134	0.43	21.07	4.21	27.23	98.54
	10000	238	0.129	0.45	23.14	4.55	27.47	98.39
AS10	0	728	-	-	-	-	-	-
	2000	567	0.228	0.27	7.38	1.30	36.44	94.22
	4000	458	0.197	0.30	11.81	1.72	37.28	94.39
	6000	391	0.189	0.31	12.28	2.25	37.72	94.85
	8000	314	0.195	0.30	12.80	1.98	37.72	94.25
	10000	241	0.179	0.31	13.73	2.33	38.62	94.68
AS20	0	709	-	-	-	-	-	-
	2000	514	0.177	0.34	15.04	2.51	31.53	96.67
	4000	437	0.164	0.36	16.68	2.91	31.79	96.08
	6000	319	0.157	0.37	19.01	3.48	32.49	96.22
	8000	263	0.149	0.39	19.10	3.35	32.90	96.52
	10000	211	0.136	0.42	21.65	3.85	32.64	96.40

ตารางที่ 6 สมบัติทางฟิสิกส์ของแผ่นเยื่อทดสอบที่สภาวะการผลิตเยื่อ CTMP ไม่ฟอกที่ใช้กรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์ ในไม้ตีนเป็ดอายุ 7 ปี

Conditions	PFI mill (rev.)	Freeness, ml CSF	Thickness (mm)	Density (g/cm^3)	Tensile index (Nm/g)	Tear index ($mN.m^2/g$)	Brightness (%ISO)	Opacity (%)
CS10	0	743	-	-	-	-	-	-
	2000	597	0.189	0.32	8.22	1.47	23.75	98.06
	4000	463	0.178	0.33	9.77	1.88	24.10	97.88
	6000	384	0.167	0.35	14.18	2.17	24.35	97.76
	8000	272	0.162	0.35	15.20	2.77	25.11	98.35
	10000	197	0.149	0.38	17.76	2.92	25.92	98.21
CS20	0	725	-	-	-	-	-	-
	2000	546	0.171	0.36	14.41	1.93	25.23	98.47
	4000	444	0.164	0.37	15.52	2.62	25.75	98.32
	6000	363	0.159	0.37	14.78	2.74	26.12	98.33
	8000	277	0.151	0.39	17.37	3.37	26.79	98.20
	10000	238	0.148	0.38	18.17	3.41	26.96	98.47
AS10	0	740	-	-	-	-	-	-
	2000	583	0.251	0.24	6.37	1.01	33.89	93.89
	4000	467	0.230	0.26	7.93	1.46	34.17	94.37
	6000	410	0.226	0.26	10.24	1.65	35.24	94.51
	8000	322	0.194	0.30	12.67	2.04	35.88	94.20
	10000	231	0.197	0.28	13.26	2.23	36.16	94.31
AS20	0	728	-	-	-	-	-	-
	2000	523	0.186	0.33	11.71	1.61	29.25	96.63
	4000	401	0.170	0.35	17.53	2.40	29.75	96.92
	6000	307	0.155	0.37	16.80	2.16	29.81	95.91
	8000	252	0.154	0.37	14.61	2.20	30.16	96.35
	10000	183	0.163	0.35	19.81	3.07	29.67	97.19

ตารางที่ 7 สมบัติทางฟิสิกส์ของแผ่นเยื่อทดสอบที่สภาวะการผลิตเยื่อ CTMP ไม่ฟอกที่ใช้กรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์ ในไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี

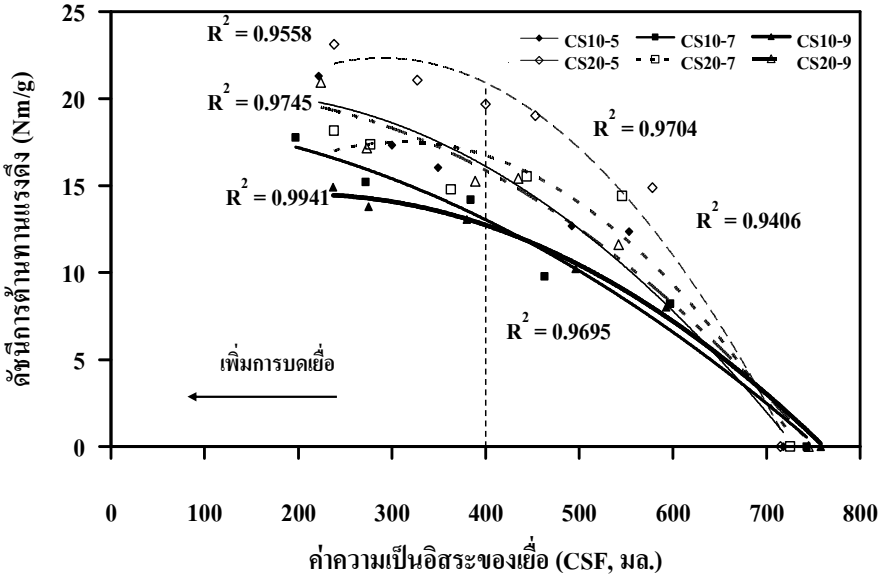
Conditions	PFI mill (rev.)	Freeness, ml CSF	Thickness (mm)	Density (g/cm^3)	Tensile index (Nm/g)	Tear index ($mN.m^2/g$)	Brightness (%ISO)	Opacity (%)
CS10	0	758	-	-	-	-	-	-
	2000	593	0.213	0.29	8.01	1.40	22.72	98.25
	4000	496	0.182	0.33	10.22	1.99	23.21	98.23
	6000	380	0.193	0.31	13.07	2.05	22.96	98.35
	8000	275	0.177	0.33	13.78	2.40	23.91	98.39
	10000	237	0.183	0.31	14.91	2.68	24.17	98.21
CS20	0	745	-	-	-	-	-	-
	2000	542	0.177	0.34	11.62	1.64	24.53	98.31
	4000	435	0.161	0.36	15.43	2.40	24.90	98.43
	6000	389	0.154	0.38	15.25	2.63	25.57	98.71
	8000	273	0.143	0.41	17.17	3.50	26.09	98.78
	10000	224	0.144	0.40	20.94	4.25	26.28	98.71
AS10	0	730	-	-	-	-	-	-
	2000	577	0.265	0.23	4.99	1.15	34.34	93.54
	4000	483	0.247	0.24	7.35	1.24	35.25	93.74
	6000	385	0.226	0.25	9.72	1.43	35.76	93.28
	8000	267	0.199	0.29	14.99	2.35	36.79	95.45
	10000	225	0.194	0.29	16.19	2.34	37.16	93.29
AS20	0	682	-	-	-	-	-	-
	2000	518	0.174	0.34	14.12	2.11	29.09	96.29
	4000	394	0.169	0.35	15.32	2.13	29.62	96.98
	6000	335	0.170	0.33	17.28	2.41	30.00	95.98
	8000	225	0.148	0.38	18.84	3.25	31.04	95.98
	10000	160	0.148	0.37	20.56	3.42	31.07	95.81

3.2 ความแข็งแรงต่อการดึง

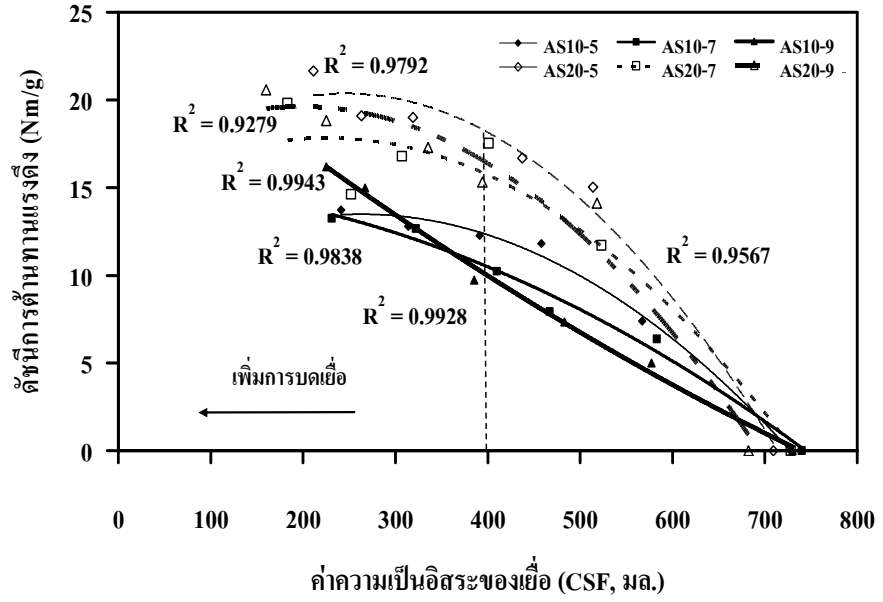
3.2.1 อิทธิพลของการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับ จากตารางที่ 5 6 และ 7 ค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงอยู่ระหว่าง 4.99-23.14 Nm/g ในภาพที่ 20 21 และ 22 ชี้ให้เห็นว่าค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มจำนวนรอบของการบดเยื่อ เมื่อพิจารณาอิทธิพลของกรรมวิธีในการปฏิบัติเบื้องต้นกับชิ้นไม้สับ พบว่าจากการใช้กรรมวิธีโซดาให้ค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงอยู่ระหว่าง 8.01-23.14 Nm/g ส่วนกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ให้ค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงอยู่ระหว่าง 4.99-21.65 Nm/g เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 กรรมวิธี ที่ระดับค่าความเป็นอิสระของเยื่อ 400 มิลลิลิตร (CSF) พบว่ากรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ให้ค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงต่ำกว่ากรรมวิธีโซดาในไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ ยกเว้นไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี ค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงของทั้ง 2 กรรมวิธีที่ใช้ปริมาณสารเคมี 20% ให้ค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของปริมาณสารเคมีที่ใช้ ในกรรมวิธีโซดา เมื่อใช้ปริมาณสารเคมีเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 20% กับไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ จะทำให้ค่าค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้นด้วย โดยในไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี ที่มีการใช้ปริมาณสารเคมี 20% ให้ค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงสูงที่สุดคือ 23.14 Nm/g ในขณะที่การใช้กรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ ที่ปริมาณสารเคมี 20% ในไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี ให้ค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงสูงที่สุดเช่นเดียวกันคือ 21.65 Nm/g (ดังตารางที่ 5) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kocurek (1987) ที่พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการผลิตเยื่อ CTMP ของไม้ aspen ด้วยกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ ค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงจะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยเมื่อเพิ่มโซเดียมไฮดรอกไซด์จาก 12 เป็น 50 กิโลกรัมต่อตัน ทำให้ค่าดัชนีการต้านทานต่อแรงดึงเพิ่มขึ้นจาก 39 เป็น 60 Nm/g ที่ระดับความเป็นอิสระของเยื่อ 100 ml (CSF)

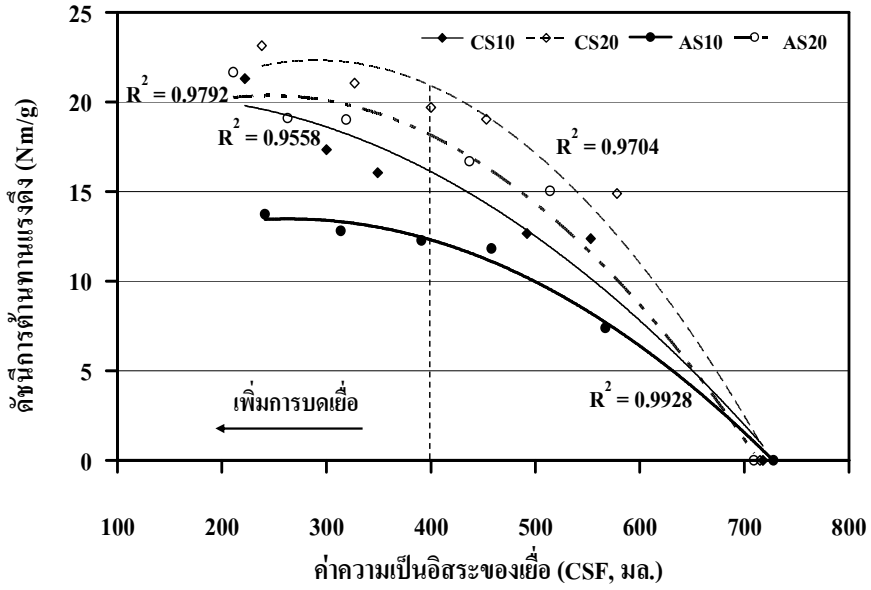
3.2.2 อิทธิพลของอายุไม้ เมื่อพิจารณาอิทธิพลของอายุของไม้ตีนเป็ดต่อค่าดัชนีการต้านทานแรงดึง ที่ระดับค่าความเป็นอิสระของเยื่อ 400 มิลลิลิตร (CSF) พบว่าที่ไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี มีค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงสูงกว่าไม้ตีนเป็ดอายุ 7 และ 9 ปี (ดังภาพที่ 18 และ 19) จากงานวิจัยของ Jones และ Richardson (1999) ได้ทำการทดลองการผลิตเยื่อ CTMP จากไม้ยูคาลิปตัส (*E.regnans*) โดยใช้กรรมวิธีโซดา และใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์อยู่ระหว่าง 1.2-9.5% พบว่าความหนาแน่นของเนื้อไม้มีผลต่อค่าความต้านทานแรงดึงของแผ่นทดสอบ ไม้ที่มีความหนาแน่นต่ำทำให้มีค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงสูงกว่าไม้ที่มีความหนาแน่นสูง สามารถดูดซับเอาสารเคมีเข้าไปในชิ้นไม้สับได้มากกว่า



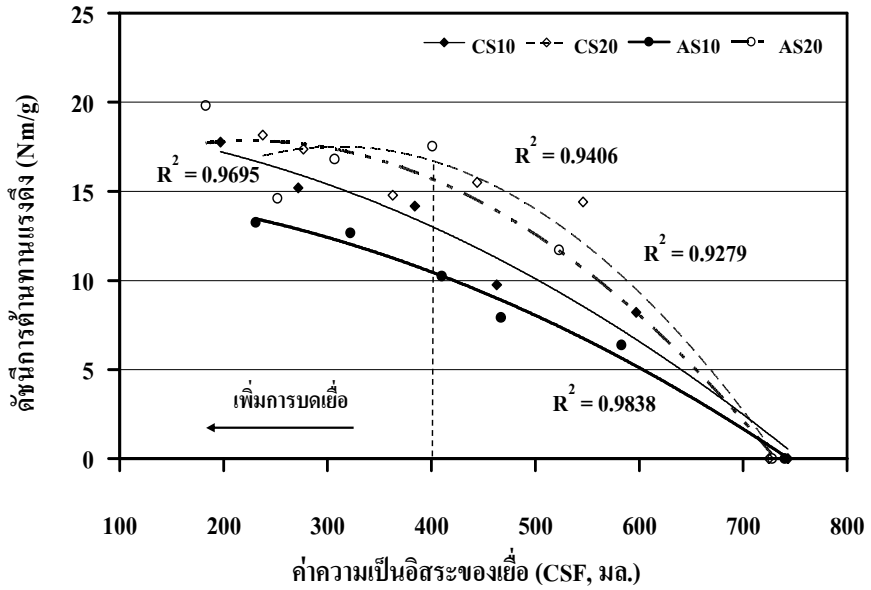
ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อต่อดัชนีการต้านทานแรงดึงของเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีโซดาในปริมาณสารเคมีต่างกันของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



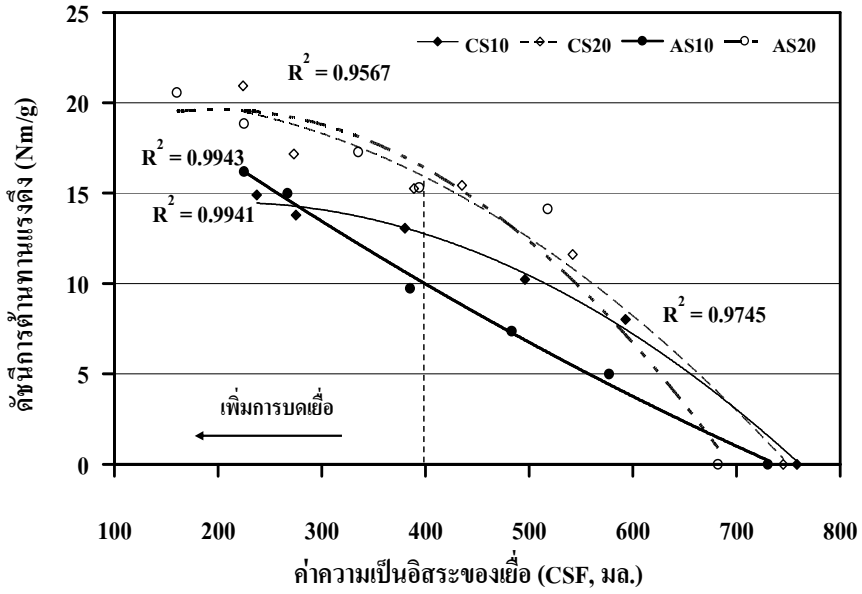
ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อต่อดัชนีการต้านทานแรงดึงของเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ในปริมาณสารเคมีต่างกันของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อต่อดัชนีการต้านทานแรงดึงเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อต่อดัชนีการต้านทานแรงดึงเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 7 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



ภาพที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อต่อดัชนีการต้านทานแรงดึงเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์

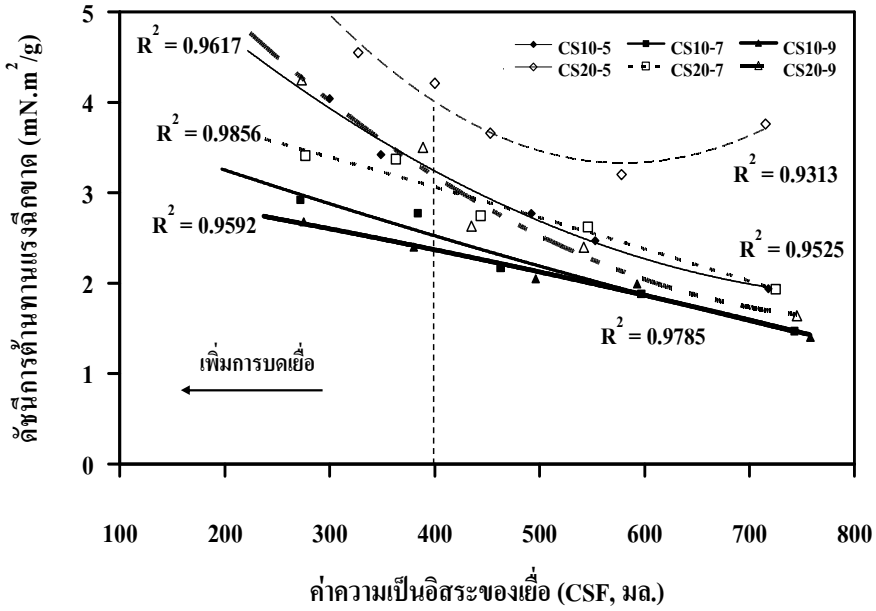
3.3 ความแข็งแรงต่อการฉีกขาด

3.3.1 อิทธิพลของการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับ จากตารางที่ 5 6 และ 7 ค่าดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดอยู่ระหว่าง 1.01-3.85 mN.m^2/g ในภาพที่ 23-27 ชี้ให้เห็นว่าค่าดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มจำนวนรอบของการบดเยื่อ เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของกรรมวิธีในการปฏิบัติเบื้องต้นกับชิ้นไม้สับ พบว่าจากการใช้กรรมวิธีโซดาให้ค่าดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดอยู่ระหว่าง 1.40-4.55 mN.m^2/g ส่วนกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ให้ค่าดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดอยู่ระหว่าง 1.01-3.85 mN.m^2/g เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 กรรมวิธีที่ระดับค่าความเป็นอิสระของเยื่อ 400 มิลลิลิตร (CSF) พบว่ากรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ให้ค่าดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดต่ำกว่ากรรมวิธีโซดาในไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ

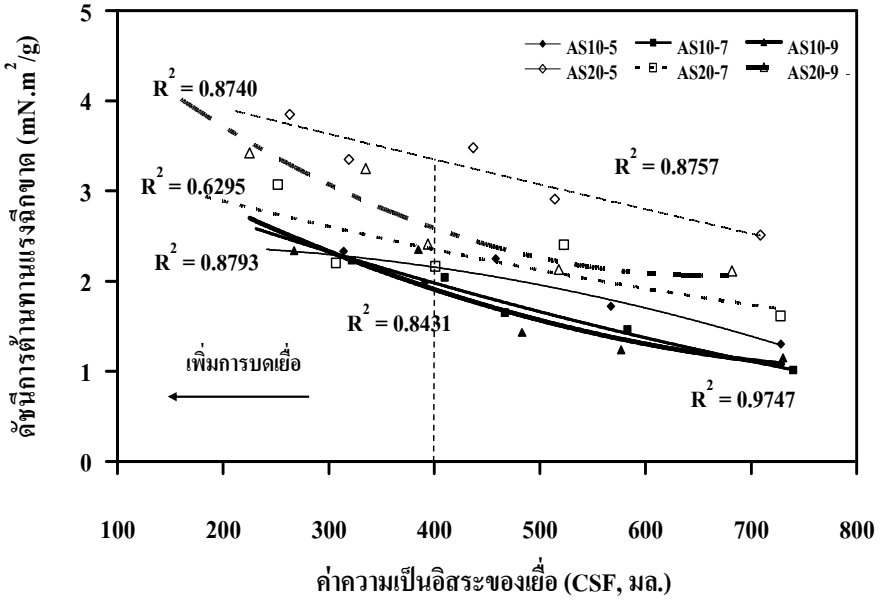
เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของปริมาณสารเคมีที่ใช้ พบว่าในกรรมวิธีโซดาและกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ เมื่อใช้ปริมาณสารเคมีเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 20 % กับไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ จะทำให้ค่าดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดเพิ่มขึ้น โดยการใช้สารเคมีที่ 20% ในไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ ให้ค่าดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดสูงกว่าการใช้สารเคมีที่ 10% โดยในไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี ในกรรมวิธีโซดา ที่มีการใช้ปริมาณสารเคมี 20% ให้ค่าดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดสูงที่สุดคือ 4.55

$mN.m^2/g$ ขณะที่กรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ ที่ใช้ปริมาณสารเคมี 20% ในไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี ให้ค่าดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดสูงที่สุดเช่นเดียวกันคือ 3.85 $mN.m^2/g$ (ดังตารางที่ 5) จากงานวิจัยของ Jones และ Richardson (2000) ได้ทำการทดลองการผลิตเยื่อ CTMP จาก *E. regnans E. fastigata* และ *E. nitens* ที่ผลิตโดยกรรมวิธีโซดา ที่ใช้ปริมาณสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ระหว่าง 1.2-9.5% ค่าดัชนีการต้านทานต่อแรงฉีกขาดเพิ่มขึ้น เมื่อชิ้นไม้สับมีค่าการดูดซับสารโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้นและจากการศึกษาของ Kocurek (1987) ที่ผลิตเยื่อ CTMP จากไม้ aspen ด้วยกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ พบว่าการเพิ่มปริมาณสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำให้ค่าดัชนีการต้านทานต่อแรงฉีกขาดเพิ่มขึ้นตามด้วย โดยเมื่อปริมาณสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพิ่มจาก 12 เป็น 50 กิโลกรัมต่อตัน ทำให้ค่าดัชนีการต้านทานต่อแรงฉีกขาดเพิ่มจาก 4.6 เป็น 6.7 $mN.m^2/g$ ที่ระดับความเป็นอิสระของเยื่อ 100 ml (CSF) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้

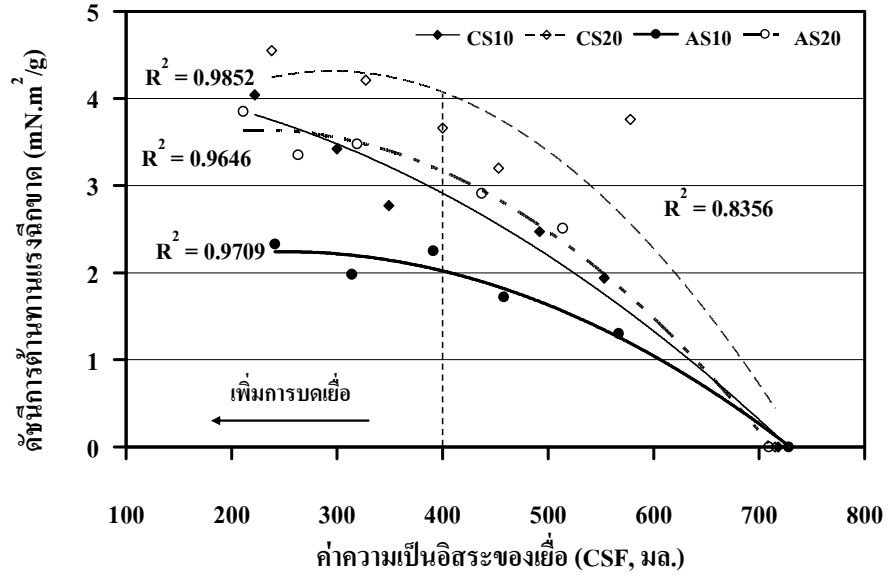
3.3.2 อิทธิพลของอายุไม้ เมื่อพิจารณาอิทธิพลจากอายุของไม้ตีนเป็ดต่อค่าดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาด ที่ระดับค่าความเป็นอิสระของเยื่อ 400 มิลลิลิตร (CSF) พบว่าที่อายุไม้ตีนเป็ด 5 ปี มีค่าดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดในระดับที่สูงกว่าไม้ตีนเป็ดอายุ 7 และ 9 ปี (ดังภาพที่ 23 และ 24)



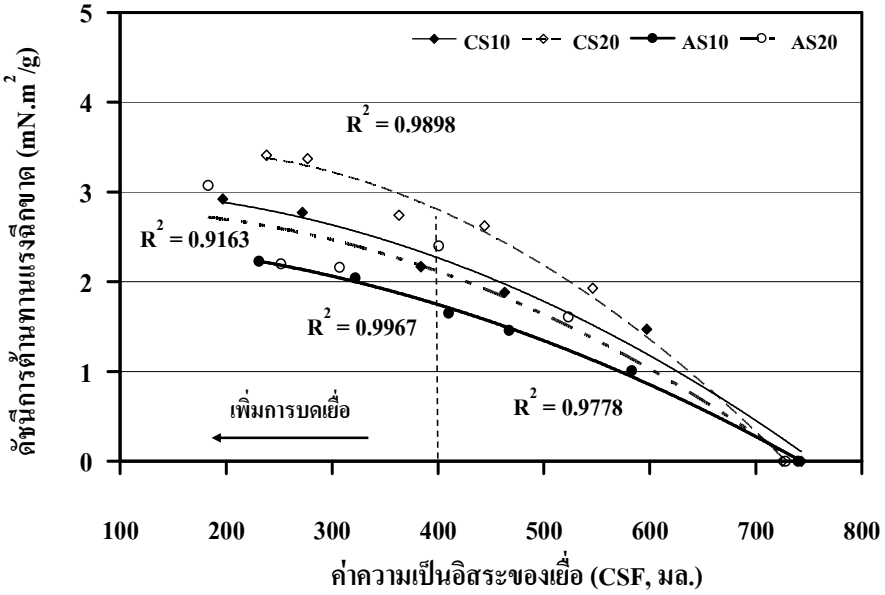
ภาพที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อต่อดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดของเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีโซดาในปริมาณสารเคมีต่างกันของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



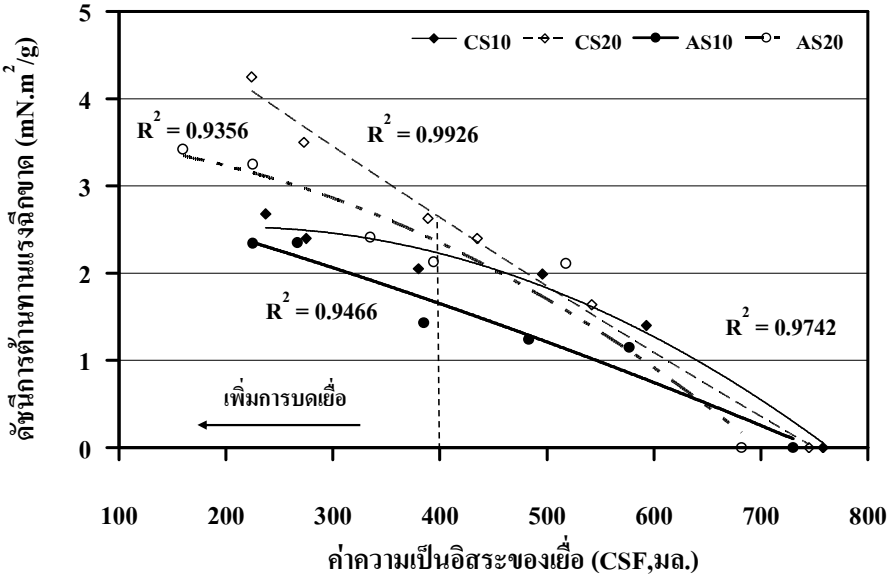
ภาพที่ 24 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อต่อดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดของเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ในปริมาณสารเคมีต่างกันของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



ภาพที่ 25 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อต่อดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



ภาพที่ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อต่อดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 7 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



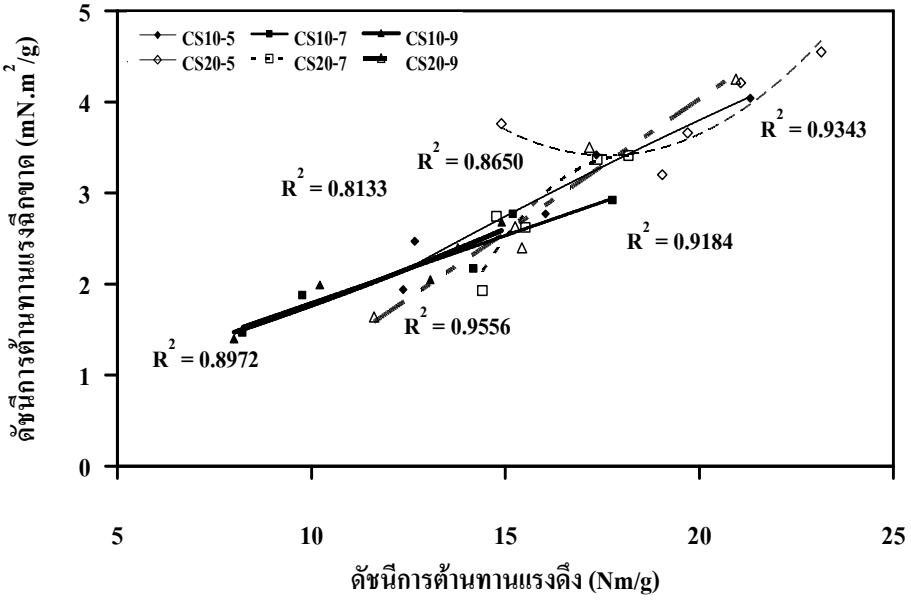
ภาพที่ 27 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อต่อดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์

3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงต่อการดึงและความแข็งแรงต่อการฉีกขาด

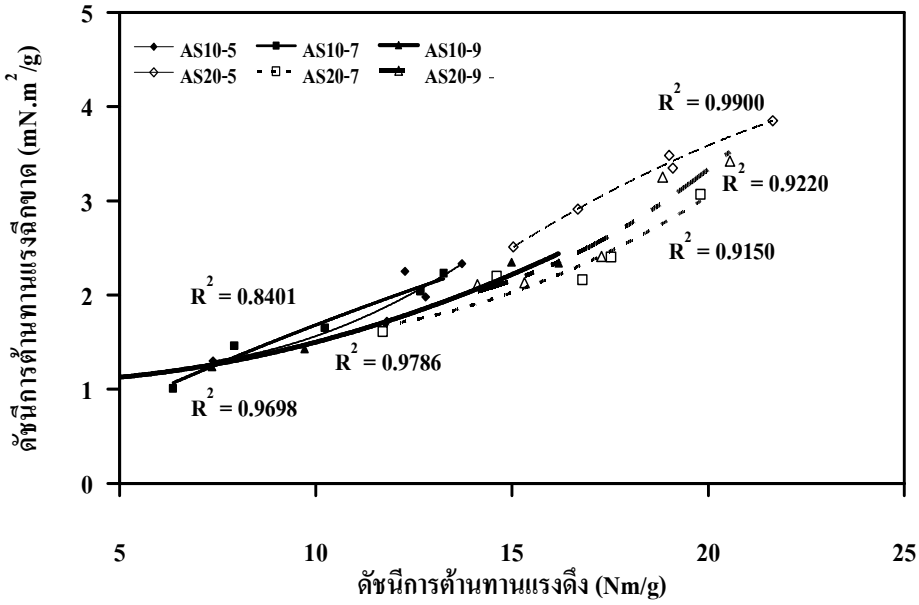
3.4.1 อิทธิพลของการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับ ภาพที่ 28-32 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงกับดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาด ซึ่งใช้ในการพิจารณาความแข็งแรงของกระดาษ พบว่าไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ เมื่อดัชนีการต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้น ค่าดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดจะเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของกรรมวิธีในการปฏิบัติเบื้องต้นกับชิ้นไม้สับ พบว่าการใช้กรรมวิธีโซดาให้ค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงกับดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดสูงกว่ากรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของปริมาณสารเคมีที่ใช้ ในกรรมวิธีโซดาและกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ เมื่อใช้ปริมาณสารเคมีเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 20 % กับไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ จะทำให้ค่าดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดเพิ่มขึ้น โดยการใช้สารเคมีที่ 20% ทั้ง 3 ชั้นอายุ แสดงค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงกับดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดสูงกว่า 10%

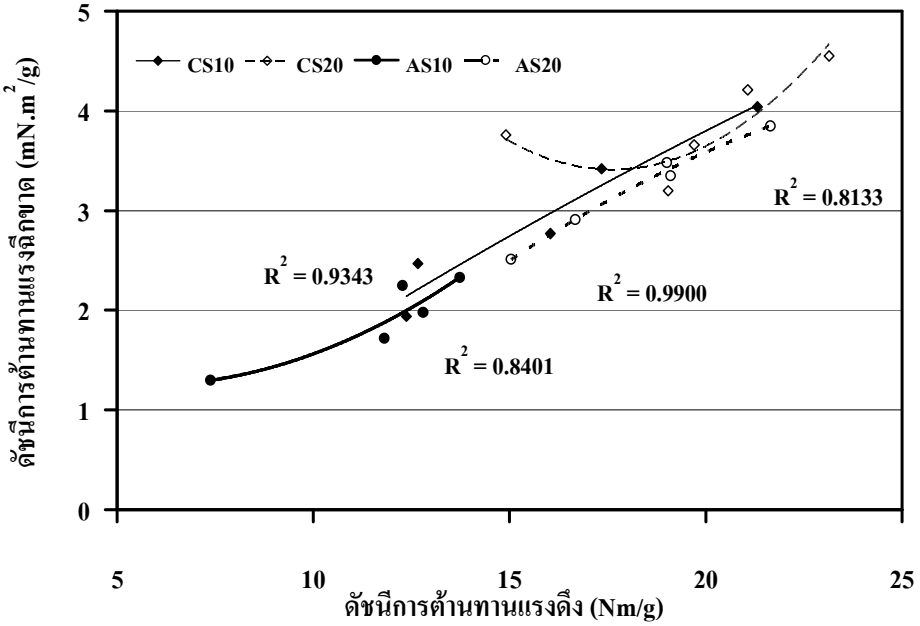
3.4.2 อิทธิพลของอายุไม้ เมื่อพิจารณาอิทธิพลจากอายุของไม้ตีนเป็ดต่อค่าดัชนีการต้านทานแรงดึงกับดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาด พบว่าในไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปีให้ค่าสูงที่สุด



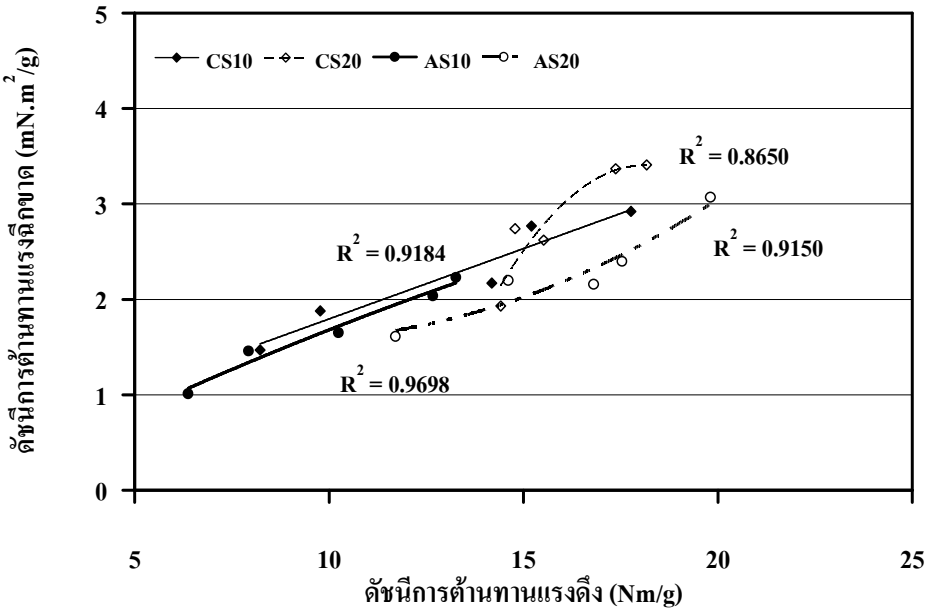
ภาพที่ 28 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดและดัชนีการต้านทานแรงดึงเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีโซดาในปริมาณสารเคมีต่างกันของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



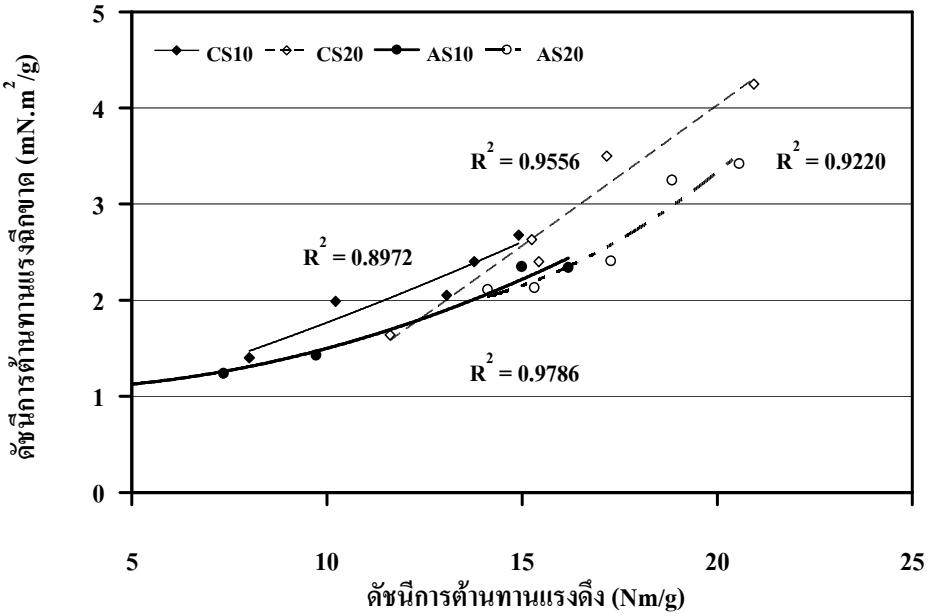
ภาพที่ 29 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดและดัชนีการต้านทานแรงดึงเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ในปริมาณสารเคมีต่างกันของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



ภาพที่ 30 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดและดัชนีการต้านทานแรงดึงเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



ภาพที่ 31 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดและดัชนีการต้านทานแรงดึงเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 7 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



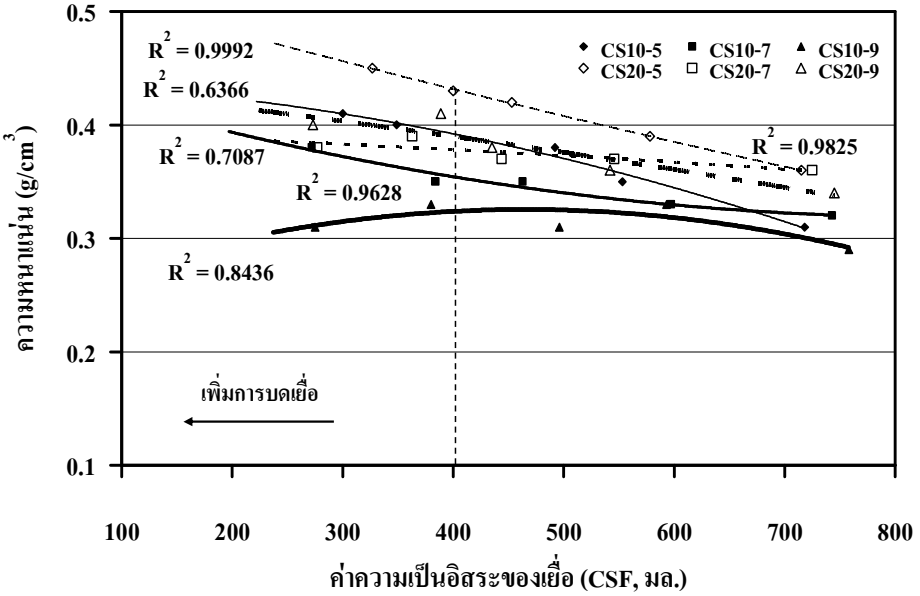
ภาพที่ 32 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการต้านทานแรงฉีกขาดและดัชนีการต้านทานแรงดึงเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์

3.5 ความหนาแน่นและความหนา

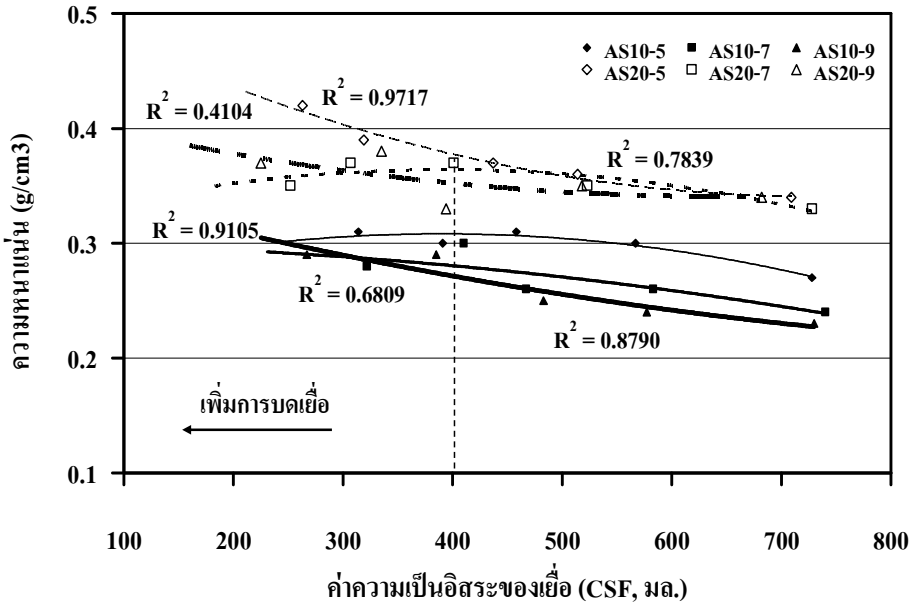
3.5.1 อิทธิพลของการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับ ภาพที่ 33-37 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นกับค่าความเป็นอิสระของเยื่อ ค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 0.23-0.45 g/cm^3 พบว่าทั้ง 3 ชั้นอายุ เมื่อเพิ่มจำนวนรอบของการบดเยื่อ ค่าความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของกรรมวิธีในการปฏิบัติเบื้องต้นกับชิ้นไม้สับ พบว่าจากการใช้กรรมวิธีโซดาค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 0.31-0.45 g/cm^3 ส่วนกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 0.28-0.42 g/cm^3 เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 กรรมวิธีที่ระดับค่าความเป็นอิสระของเยื่อ 400 มิลลิลิตร (CSF) พบว่ากรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ให้ค่าความหนาแน่นต่ำกว่ากรรมวิธีโซดาในไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ ภาพที่ 38-42 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนากับค่าความเป็นอิสระของเยื่อ ค่าความหนาอยู่ระหว่าง 0.129-0.265 มิลลิเมตร พบว่าทั้ง 3 ชั้นอายุ เมื่อเพิ่มจำนวนรอบของการบดเยื่อ ค่าความหนาจะลดลงด้วย และที่ระดับค่าความเป็นอิสระของเยื่อ 400 มิลลิลิตร (CSF) เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของกรรมวิธี พบว่าการใช้กรรมวิธีโซดาค่าความหนาอยู่ระหว่าง 0.129-0.213 มิลลิเมตร ส่วนกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ค่าความหนาอยู่ระหว่าง 0.136-0.265 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 กรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ให้ค่าความหนามากกว่ากรรมวิธีโซดาในไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของปริมาณสารเคมีที่ใช้ ในกรรมวิธีโซดาและกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ เมื่อใช้ปริมาณสารเคมีเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 20 % กับไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ จะทำให้ค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ขณะที่ความหนาลดลง โดยในกรรมวิธีโซดา การใช้สารเคมีที่ 20% ในไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี แสดงค่าความหนาแน่นสูงกว่าไม้ตีนเป็ดอายุ 7 และ 9 ปี เมื่อเพิ่มจำนวนรอบของการบดเยื่อ และกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์การใช้สารเคมีที่ 20% ค่าความหนาแน่นที่ได้มีความใกล้เคียงกับการใช้สารเคมีที่ 10% ส่วนค่าความหนาจะให้ผลที่ตรงกันข้าม โดยในกรรมวิธีโซดาและกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ที่ใช้สารเคมี 10% จะให้ค่าความหนาสูงกว่า 20%

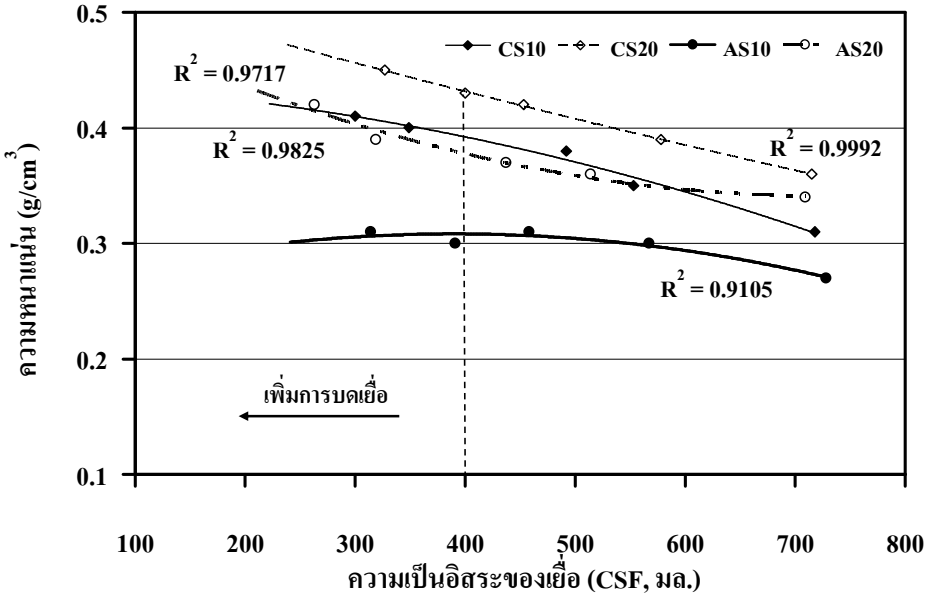
3.5.2 อิทธิพลของอายุไม้ เมื่อพิจารณาอิทธิพลจากอายุของไม้ตีนเป็ดต่อค่าความหนาแน่นและค่าความหนา พบว่าในไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี ให้ค่าความหนาแน่นสูงที่สุด ขณะที่ค่าความหนาต่ำสุด



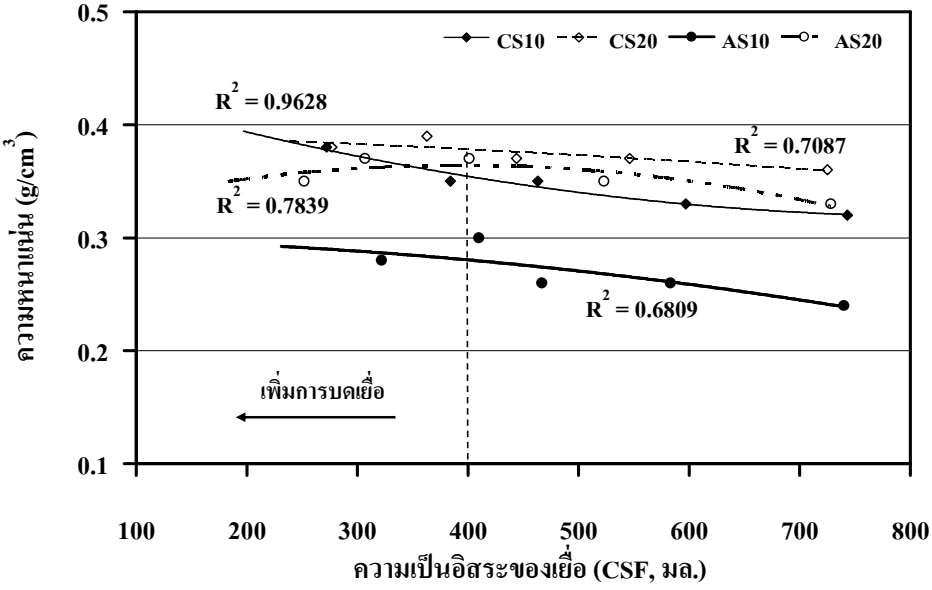
ภาพที่ 33 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความหนาแน่นเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีโซดาในปริมาณสารเคมีต่างกันของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



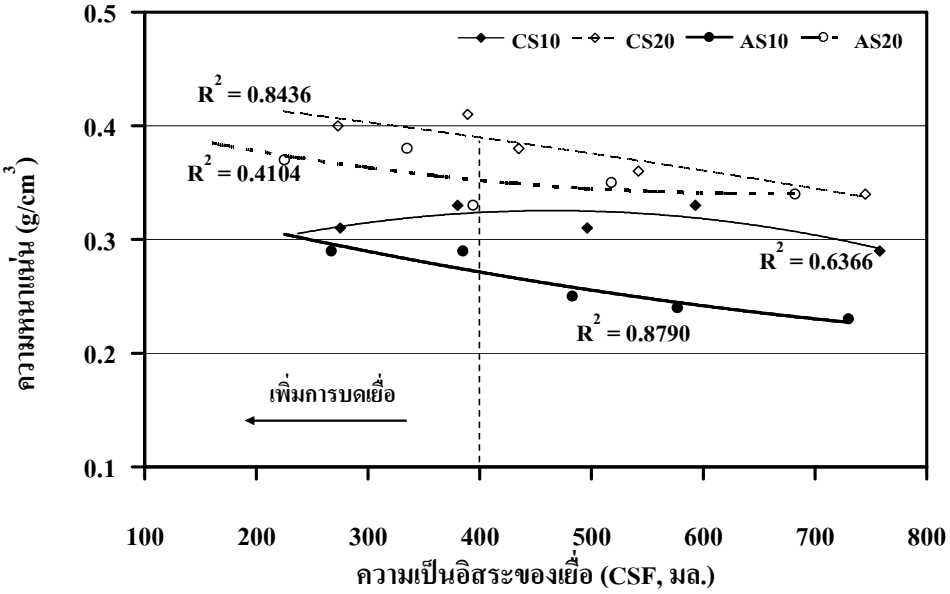
ภาพที่ 34 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความหนาแน่นเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ในปริมาณสารเคมีต่างกันของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



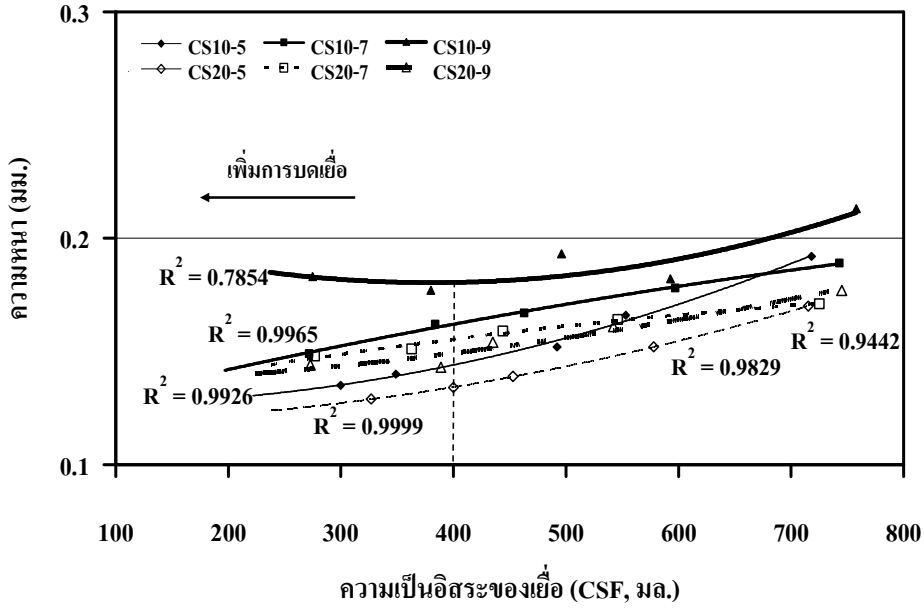
ภาพที่ 35 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความหนาแน่นเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



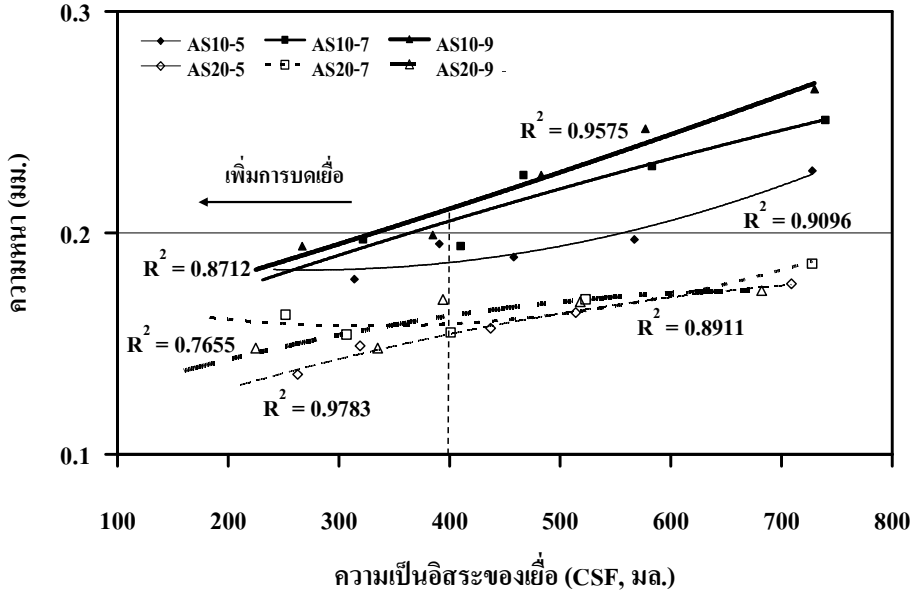
ภาพที่ 36 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความหนาแน่นเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 7 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



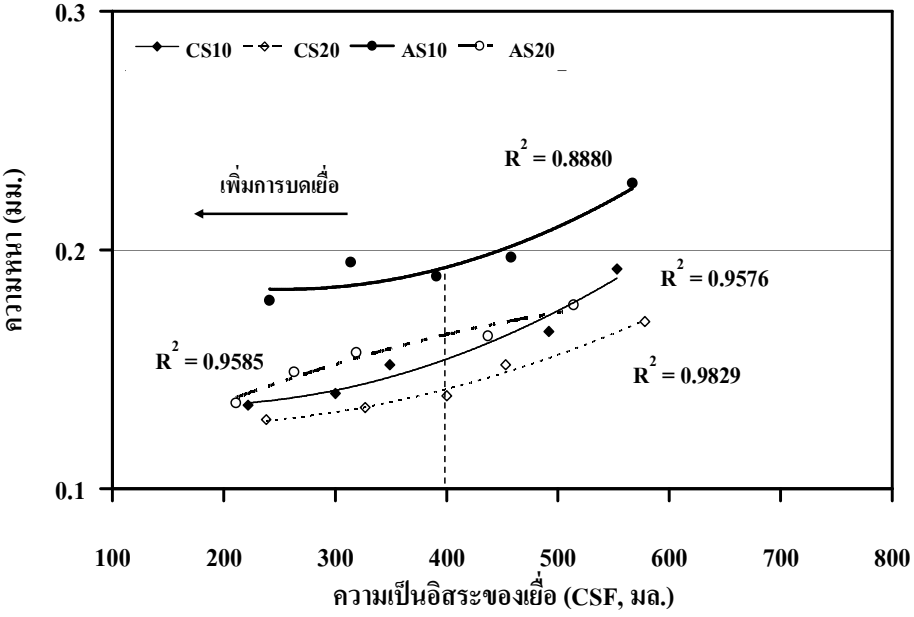
ภาพที่ 37 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความหนาแน่นเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



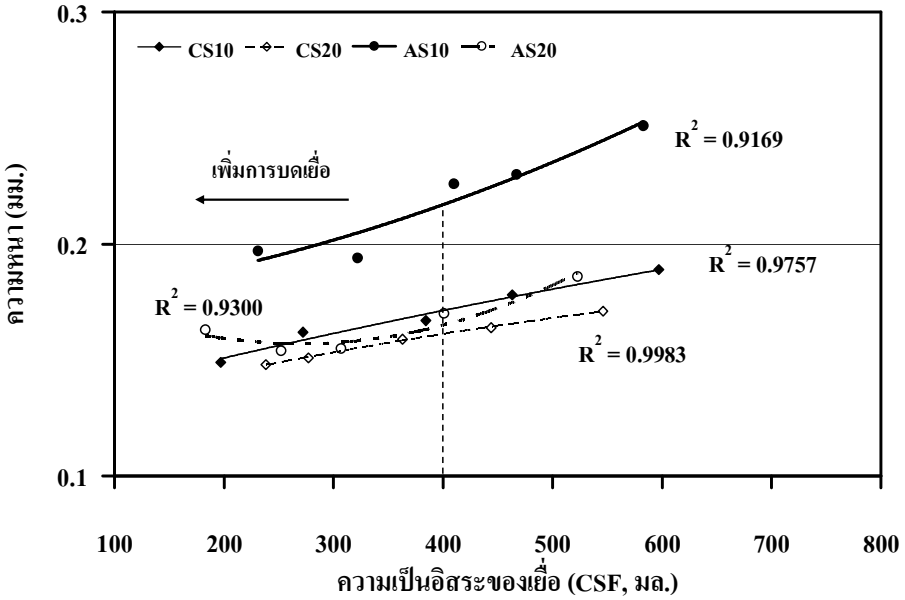
ภาพที่ 38 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความหนาเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีโซดาในปริมาณสารเคมีต่างกันของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



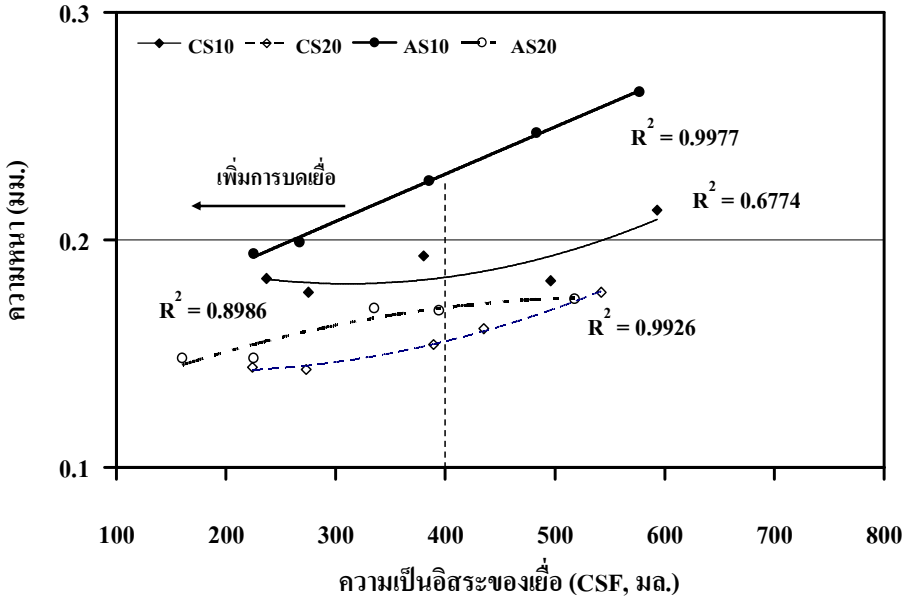
ภาพที่ 39 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความหนาเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีอัลคาไลด์ซัลไฟต์ในปริมาณสารเคมีต่างกันของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



ภาพที่ 40 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความหนาเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



ภาพที่ 41 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความหนาเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 7 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



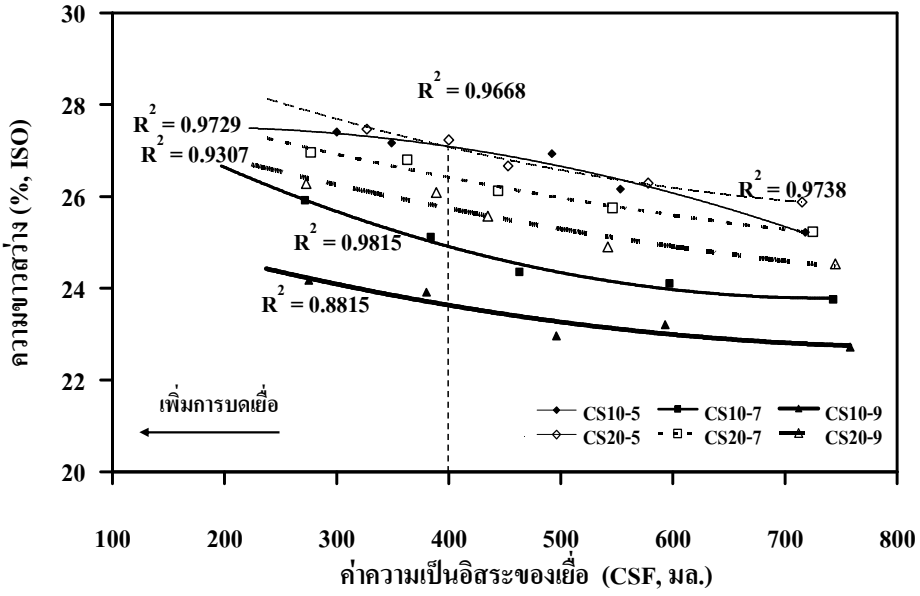
ภาพที่ 42 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความหนาเยื่อ CTMP ไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์

3.6 ค่าความขาวสว่างของเยื่อ CTMP ไม่ฟอก

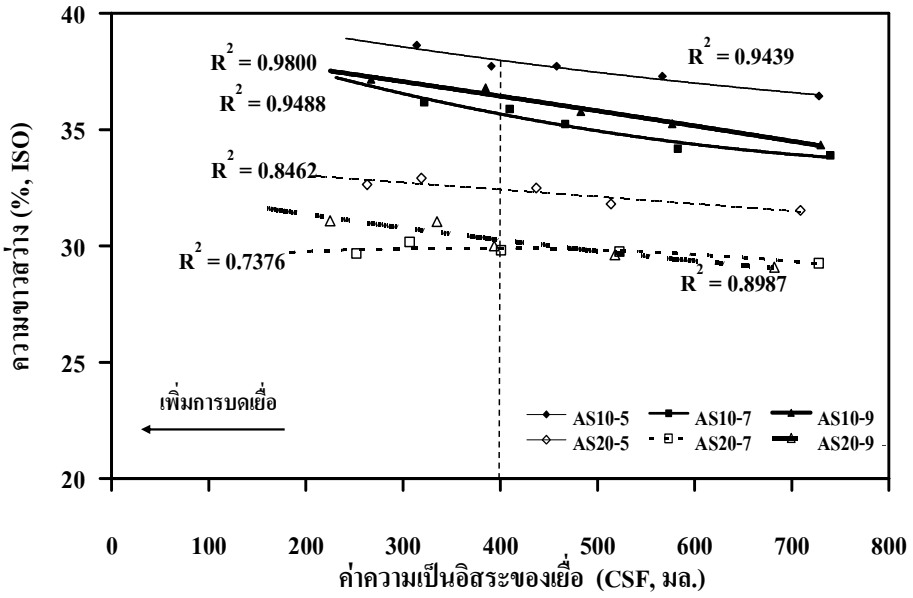
3.6.1 อิทธิพลของการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับ ภาพที่ 43-47 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อกับค่าความขาวสว่างของเยื่อไม่ฟอก ค่าความขาวสว่างของเยื่ออยู่ระหว่าง 22.72-26.96%ISO เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของกรรมวิธีในการปฏิบัติเบื้องต้นกับชิ้นไม้สับ พบว่าการใช้กรรมวิธีโซดาค่าความขาวสว่างของเยื่อไม่ฟอกอยู่ระหว่าง 24.17-27.47%ISO ส่วนกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ค่าความขาวสว่างของเยื่อไม่ฟอกอยู่ระหว่าง 29.67-38.62%ISO เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 กรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ให้ค่าความขาวสว่างของเยื่อไม่ฟอกสูงกว่ากรรมวิธีโซดาในไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของปริมาณสารเคมีที่ใช้ ในกรรมวิธีโซดา เมื่อใช้ปริมาณสารเคมีเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 20 % กับไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ จะทำให้ค่าความขาวสว่างของเยื่อไม่ฟอกเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในไม้ตีนเป็ดอายุ 7 และ 9 ปี ขณะที่ในไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี ค่าความขาวสว่างของเยื่อไม่ฟอกใกล้เคียงกัน และจากการใช้กรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ ที่ปริมาณสารเคมีเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 20% จะทำให้ค่าความขาวสว่างของเยื่อไม่ฟอกลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน

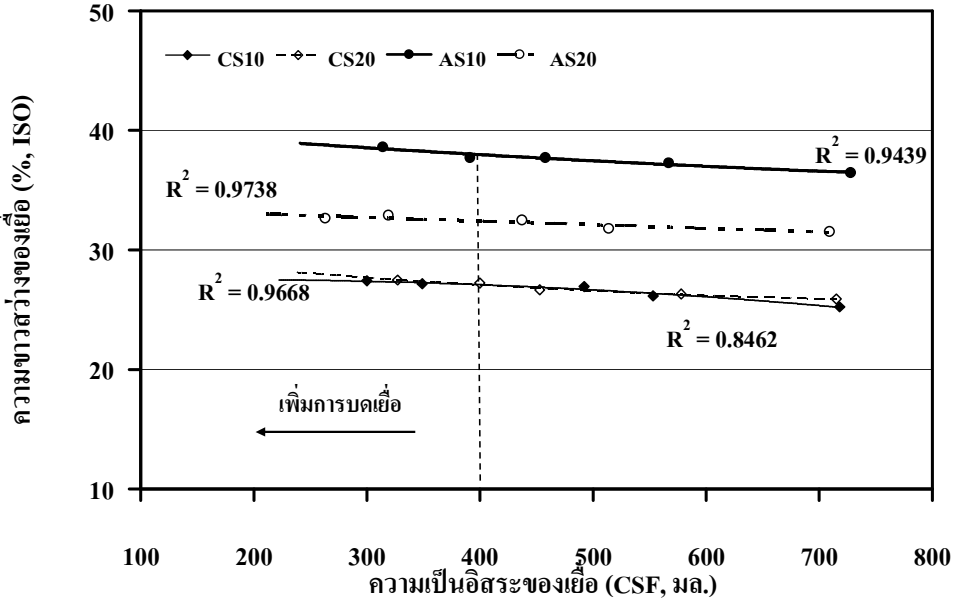
3.6.2 อิทธิพลของอายุไม้ เมื่อพิจารณาอิทธิพลจากอายุของไม้ตีนเป็ดต่อค่าความขาวสว่างของเยื่อไม่ฟอก พบว่าในไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี ให้ค่าความขาวสว่างสูงกว่าอายุ 7 และ 9 ปี



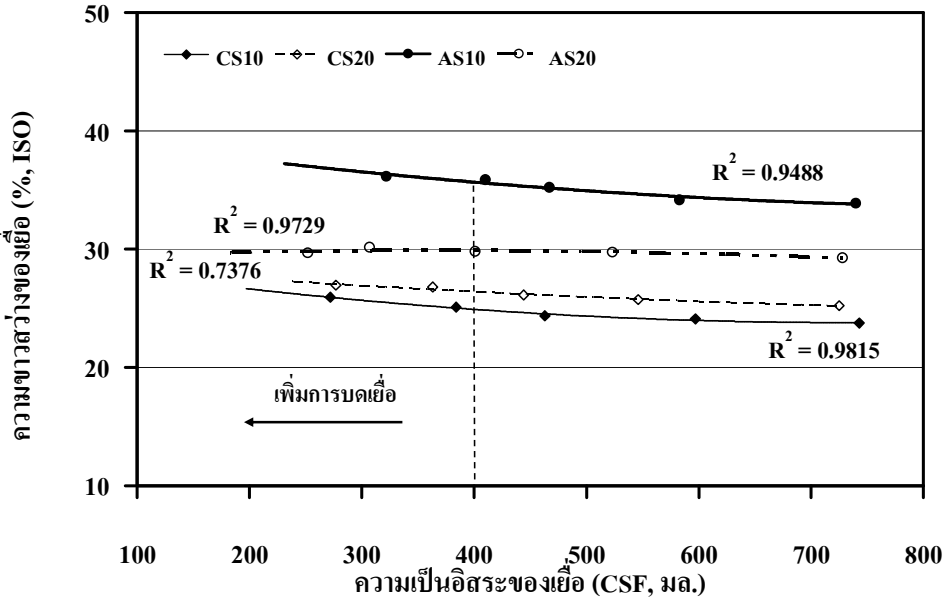
ภาพที่ 43 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความขาวสว่างเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีโซดาในปริมาณสารเคมีต่างกันของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



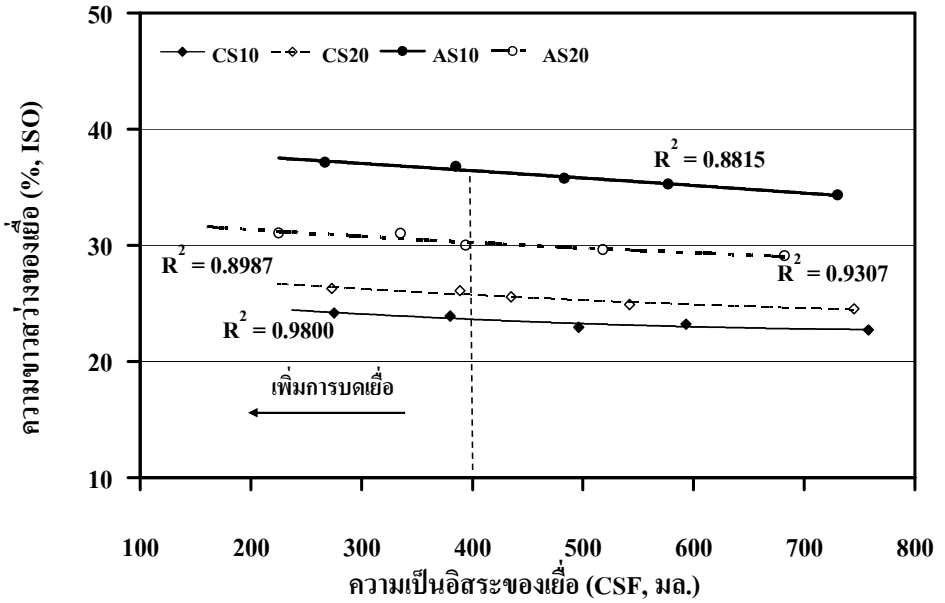
ภาพที่ 44 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความขาวสว่างเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีอัลคาไลด์ซัลไฟต์ในปริมาณสารเคมีต่างกันของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



ภาพที่ 45 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความขาวสว่างของเยื่อ CTMP ไม่ฟอก ไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



ภาพที่ 46 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความขาวสว่างของเยื่อCTMP ไม่ฟอก ไม้ตีนเป็ดอายุ 7 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



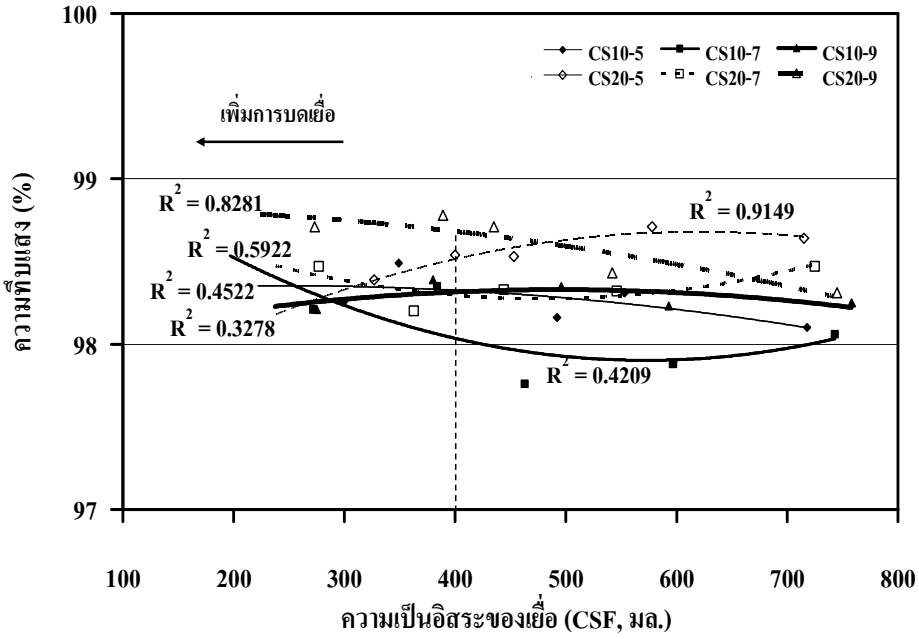
ภาพที่ 47 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความขาวสว่างของเยื่อ CTMP ไม่ฟอก ไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์

3.7 ค่าความทึบแสง

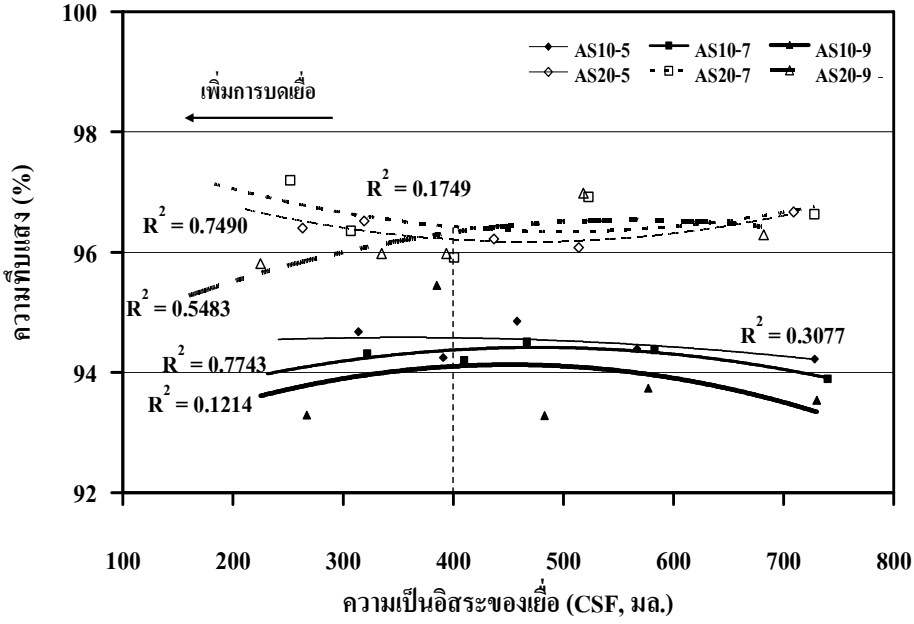
3.7.1 อิทธิพลของการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับ ภาพที่ 48-52 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อกับค่าความทึบแสงของเยื่อไม่ฟอก ค่าความทึบแสงของเยื่ออยู่ระหว่าง 97.76-98.78% เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของกรรมวิธีในการปฏิบัติเบื้องต้นกับชิ้นไม้สับ พบว่าการใช้กรรมวิธีโซดาค่าความทึบแสงของเยื่อไม่ฟอกอยู่ระหว่าง 97.76-98.78% ส่วนกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ค่าความทึบแสงของเยื่อไม่ฟอกอยู่ระหว่าง 93.28-97.19% เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 กรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ให้ค่าความทึบแสงของเยื่อไม่ฟอกต่ำกว่ากรรมวิธีโซดาในไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของปริมาณสารเคมีที่ใช้ ในกรรมวิธีโซดา เมื่อใช้ปริมาณสารเคมีเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 20 % กับไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ จะทำให้ค่าความทึบแสงของเยื่อไม่ฟอกใกล้เคียง และจากการใช้กรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ ที่ปริมาณสารเคมีเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 20% จะทำให้ค่าความทึบแสงของเยื่อไม่ฟอกเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน สอดคล้องกับการทดลองของ Jones และ Richardson (2000) ที่ทำการทดลองผลิตเยื่อ CTMP โดยกรรมวิธีโซดา กับไม้ยูคาลิปตัส *E. regnans E. fastigata* และ *E. nitens* โดยมีการใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ระหว่าง 1.2-9.5% พบว่าให้ค่าความทึบแสงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เมื่อชิ้นไม้สับมีค่าการดูดซับปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น เป็นผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงแสงต่ำ

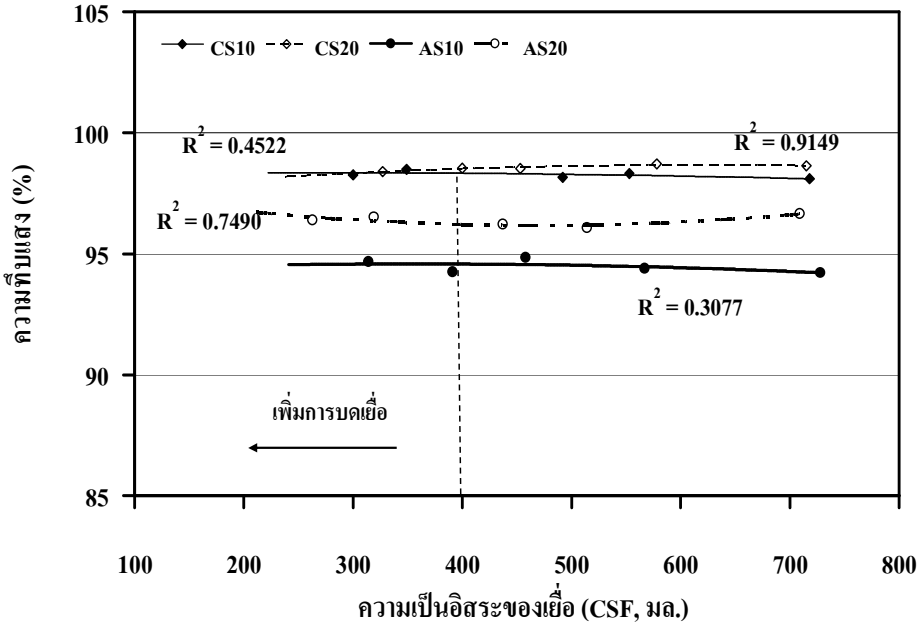
3.7.2 อิทธิพลของอายุไม้ เมื่อพิจารณาอิทธิพลจากอายุของไม้ตีนเป็ดต่อค่าความทึบแสงของเยื่อไม่ฟอก พบว่าอายุไม่มีผลต่อค่าความทึบแสงของไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ



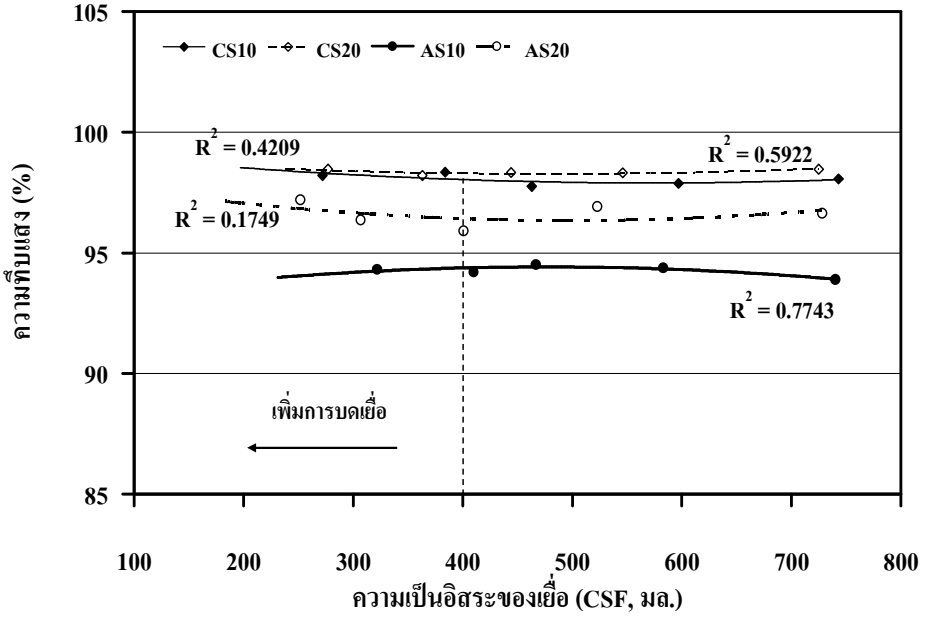
ภาพที่ 48 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความทึบแสงเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีโซดาในปริมาณสารเคมีต่างกันของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



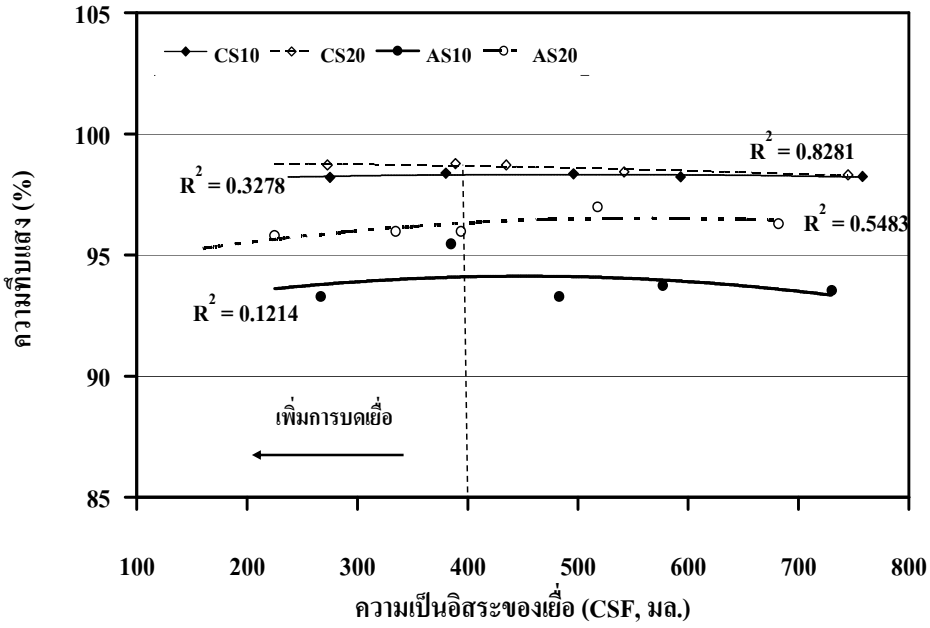
ภาพที่ 49 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความทึบแสงเยื่อ CTMP ที่ใช้กรรมวิธีอัลคาไลด์ซัลไฟต์ในปริมาณสารเคมีต่างกันของไม้ตีนเป็ด 3 ชั้นอายุ



ภาพที่ 50 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความทึบแสงของเยื่อ CTMP ไม่ฟอก ไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



ภาพที่ 51 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความทึบแสงของเยื่อ CTMP ไม่ฟอก ไม้ตีนเป็ดอายุ 7 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์



ภาพที่ 52 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นอิสระของเยื่อและค่าความทึบแสงของเยื่อ CTMP ไม่ฟอก ไม้ตีนเป็ดอายุ 9 ปี ที่เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีโซดาและอัลคาไลซัลไฟต์

4. การฟอกเยื่อ

จากสภาวะเยื่อ CTMPไม่ฟอก ที่เลือกจากสภาวะเยื่อที่มีความเหมาะสม ในด้านผลผลิตเยื่อและค่าความขาวสว่างของเยื่อ CTMP ไม่ฟอก พบว่าการผลิตเยื่อ CTMP ด้วยกรรมวิธีอัลคาไลซัลไฟต์ ที่ปริมาณสารเคมี 20% ให้ผลผลิตเยื่ออยู่ระหว่าง 59.98-66.61% และค่าความขาวสว่างของเยื่อไม่ฟอกอยู่ระหว่าง 29.09-32.64%ISO จึงเลือกเยื่อดังกล่าวของไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ มาใช้ในการฟอกเยื่อด้วยลำดับการฟอกแบบ QP_1P_2

4.1 อิทธิพลของปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ตารางที่ 8 แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ในการฟอกเยื่อในขั้นตอนที่ 1 (P_1) และ 2 (P_2) ต่อค่าความขาวสว่างของเยื่อและปริมาณผลผลิตเยื่อ ซึ่งพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้เพิ่มจาก 1 เป็น 5% ทำให้ค่าความขาวสว่างของเยื่อเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยหลังการฟอกเยื่อด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ขั้นตอนที่ 1 (QP_1) ทำให้ค่าความขาวสว่างของเยื่อสูงขึ้นจากค่าความขาวสว่างของเยื่อไม่ฟอกของไม้ตีนเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุ ซึ่งเมื่อใช้ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 5% มีค่าความขาว

สว่างคือ 51.87 49.04 และ 48.36%ISO ตามลำดับอายุไม้ตีนเป็ดที่ 5 7 และ 9 ปี ซึ่งเพิ่มขึ้นจากการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1% ประมาณ 12%ISO และพบว่าเมื่อปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้เพิ่มขึ้นในทุกๆ 1% จะทำให้ค่าความขาวสว่างเพิ่มขึ้นประมาณ 3-4%ISO จากการฟอกเยื่อด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 1 เป็น 5% ทำให้ผลผลิตเยื่อฟอกลดลงเล็กน้อยทั้ง 3 ชั้นอายุ โดยผลผลิตเยื่อฟอกอยู่ระหว่าง 96.12-99.49% เมื่อเพิ่มปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้จาก 1 เป็น 5% จะทำให้ผลผลิตเยื่อลดลงประมาณ 2%

จากผลการทดลองการฟอกเยื่อด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ขั้นตอนที่ 1 ที่ได้เลือกเยื่อที่ผ่านการฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 5% ซึ่งมีค่าความขาวสว่างคือ 51.87 49.04 และ 48.36%ISO ตามลำดับอายุไม้ตีนเป็ด 5 7 และ 9 ปี เพื่อทำการฟอกเยื่อด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ขั้นตอนที่ 2 (QP_1P_2) ต่อ โดยใช้ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1-5% พบว่าจากการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1% ซึ่งค่าความขาวสว่างที่ได้ดังกล่าวคือ 54.12 50.54 และ 51.76%ISO ตามลำดับอายุ 5 7 และ 9 ปี และพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้เพิ่มขึ้นในทุกๆ 1% จะทำให้ค่าความขาวสว่างเพิ่มขึ้นประมาณ 1-2%ISO แสดงว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าความขาวสว่างของเยื่อในลำดับการฟอกแบบ QP_1P_2 น้อยกว่า QP_1 และเมื่อใช้ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงสุดที่ 5% จะทำให้ได้ค่าความขาวสว่างของเยื่อคือ 60.25 57.42 และ 58.60%ISO ตามลำดับอายุ 5 7 และ 9 ปี จากการฟอกเยื่อด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 1 เป็น 5% ทำให้ผลผลิตเยื่อฟอกลดลงเล็กน้อยทั้ง 3 ชั้นอายุ โดยผลผลิตเยื่อฟอกอยู่ระหว่าง 94.01-99.10% เมื่อเพิ่มปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้จาก 1 เป็น 5% จะทำให้ผลผลิตเยื่อลดลงประมาณ 2-3% ตามลำดับอายุ 5 7 และ 9 ปี

4.2 อิทธิพลของอายุไม้ จากผลทดลองที่ได้ เมื่อพิจารณาจากค่าความขาวสว่างของเยื่อ จากลำดับการฟอกเยื่อด้วย QP_1 และ QP_1P_2 พบว่าไม้ตีนเป็ดอายุ 5 ปี จะทำการฟอกเยื่อได้ง่ายกว่าไม้ตีนเป็ดอายุ 7 และ 9 ปี โดยให้ค่าความขาวสว่างของเยื่อที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 5% ที่สูงที่สุดคือ 60.25%ISO รองลงมาได้แก่ ไม้ตีนเป็ดอายุ 9 และ 7 ปี ตามลำดับ ซึ่งให้ค่าความขาวสว่างของเยื่อคือ 57.42 และ 58.60% และพบว่าไม้ตีนเป็ดอายุ 7 และ 9 ปีจะทำการฟอกเยื่อได้ผลที่ใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 53