ภาคผนวก ก. ผลการทอสอบลักษณะการวัลคาไนซ์

ภาคผนวก ข. ผลการทดสอบความหนาแน่นของยางวัลคาไนซ์

ภาคผนวก ค. ผลการทดสอบความต้านทานต่อการดึง

ภาคผนวก ง. ผลการทดสอบค่ามอดูลัสที่ระยะยืด 300 เปอร์เซ็นต์

ภาคผนวก จ. ผลการทดสอบความสามารถในการยืด

ภาคผนวก ฉ. ผล การทดสอบความต้านทานต่อการฉีกขาด

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ก. ผลการทดสอบลักษณะการวัลคาไนซ์

ดัชนีความเร็วในการวัลคาไนซ์ (Cure rate index (CRI)) : ของยางธรรมชาติที่ใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัวเติมในปริมาณ 50 phr. ทดสอบโดยเครื่อง Oscillating Disk Rheometer (ODR) 2000) เป็นเครื่องทดสอบลักษณะการวัลคาไนซ์ของยาง (Cure characteristics) โดยนำค่าที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณตามสมการที่ 1

$$CRI\ (min^{-1}) = \frac{100}{curetime - scorchtime} \quad \text{-------} \ (1)$$

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติที่ใช้เถ้าแกลบและซิลิกาเป็นสารตัวเติม

Properties	Gum	RHA (phr)			Silica (phr)		
	0	25	50	75	25	50	75
Max. Torque, lb-in	11.4	18.2	19.0	17.3	16.1	33.1	30.8
Min. Torque, lb-in	1.8	2.2	2.3	2.5	2.3	8.6	29.0
Scorch Time , min	3.85	1.20	1.30	1.40	1.90	1.68	2.00
Cure Time, min	15.40	7.70	6.50	7.00	9.63	8.98	7.50
Cure Rate Index, min^{-1}	8.66	15.38	19.23	17.24	12.94	13.70	18.18

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติโดยแปรปริมาณการใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัวเติมในยางธรรมชาติ

Properties	RHA (phr)						
	0	10	25	40	50	60	75
Max. Torque, lb-in	11.4	13.4	18.2	18.3	19.0	14.3	17.3
Min. Torque, lb-in	1.8	2.0	2.2	2.3	2.3	2.4	2.5
Scorch Time , min	3.85	1.66	1.20	1.20	1.30	0.93	1.40
Cure Time, min	15.40	9.80	7.70	6.61	6.50	6.25	7.00
Cure Rate Index, min^{-1}	8.66	12.29	15.38	18.48	19.23	18.80	17.24

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติโดยแปรปริมาณการใช้ ไดเอทธีลีนไกลคอลร่วมกับเถ้าแกลบในยางธรรมชาติ

Properties	DEG (phr)					
	0	1	2	3	4	5
Max. Torque, lb-in	7.1	16.9	17.2	18.9	20.9	20.5
Min. Torque, lb-in	2.5	2.5	2.3	2.5	2.4	2.4
Scorch Time , min	3.10	1.48	1.25	1.20	1.10	1.10
Cure Time, min	10.83	9.16	6.90	6.13	6.30	6.00
Cure Rate Index, min^{-1}	12.94	13.02	17.70	20.28	19.23	20.41

ภาคผนวก ข. ผลการทดสอบความหนาแน่นของยางวัลคาไนซ์

ความหนาแน่นของยางวัลคาไนซ์ **(Density) :** ของยางธรรมชาติที่ใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัวเติมในปริมาณ 50 phr. ทดสอบโดยเครื่องชั่งไฟฟ้า (Elactrical balance) ยี่ห้อ METTLER TOLEDO รุ่น AB204-S โดยนำค่าที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณตามสมการที่ 2

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{W}{W-W_I} \quad \text{----------} (2)$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของชิ้นตัวอย่างเมื่อชั่งในอากาศ (กรัม)

W_I คือ น้ำหนักของชิ้นตัวอย่างยางเมื่อชั่งในน้ำ (กรัม)

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบความถ่วงจำเพาะ (Density)ของยางธรรมชาติที่ใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัว เติมกับยางธรรมชาติที่ใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติม

สูตรที่	ชิ้นที่	W (g.)	W_1 (g.)	Density (g/cm^3)
1. ยาง Gum	1	0.1718	-0.6523	0.2085
	2	0.1522	-0.068	0.9572
2. RHA 25 phr	1	0.2515	0.0163	1.0693
	2	0.2678	0.0179	1.0716
3. RHA 50 phr	1	0.2320	0.0363	1.1855
	2	0.2816	0.0390	1.1608
4. RHA 75 phr	1	0.3247	0.0608	1.2304
	2	0.3167	0.0598	1.2338
5. Silica 25 phr	1	0.2384	0.0121	1.0535
	2	0.2499	0.0133	1.0562
6. Silica 50 phr	1	0.2243	0.0268	1.1357
	2	0.2356	0.0293	1.1414
7. Silica 75 phr	1	0.3120	0.0565	1.2201
	2	0.3336	0.0629	1.2326

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความถ่วงจำเพาะ (Density)ของยางธรรมชาติโดยแปรปริมาณการใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัวเติมในยางธรรมชาติ

สูตรที่	ชิ้นที่	W (g.)	W_1 (g.)	Density (g/cm^3)
1. ยาง Gum	1	0.1718	-0.6523	0.2085
	2	0.1522	-0.068	0.9572
2. RHA 10 phr	1	0.2121	0.0013	1.0062
	2	0.2364	0.0025	1.0107
3. RHA 25 phr	1	0.2515	0.0163	1.0693
	2	0.2678	0.0179	1.0716
4. RHA 40 phr	1	0.2425	0.0271	1.1286
	2	0.2378	0.0265	1.1384
5. RHA 50 phr	1	0.2320	0.0363	1.1855
	2	0.2816	0.0390	1.1608
6. RHA 60 phr	1	0.2180	0.0335	1.1816
	2	0.2230	0.0347	1.1843
7. RHA 75 phr	1	0.3247	0.0608	1.2304
	2	0.3167	0.0598	1.2338

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความถ่วงจำเพาะ (Density) ของยางธรรมชาติโดยแปรปริมาณการใช้ ไดเอทธีลีนไกลคอลร่วมกับเถ้าแกลบในยางธรรมชาติ

สูตรที่	ชิ้นที่	W (g.)	W_1 (g.)	Density (g/cm^3)
1. DEG 1 phr	1	0.3148	0.0417	1.1527
	2	0.3477	0.0459	1.1521
2. DEG 2 phr	1	0.3104	0.0417	1.1552
	2	0.3313	0.0424	1.1468
3. DEG 3 phr	1	0.2571	0.0342	1.1534
	2	0.2746	0.0362	1.1518
4. DEG 4 phr	1	0.2642	0.0497	1.1580
	2	0.3346	0.0451	1.1558
5. DEG 5 phr	1	0.3093	0.0415	1.1550
	2	2.2934	0.0396	1.1560

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ค. ผลการทดสอบความต้านทานต่อการดึง

การทดสอบความต้านทานต่อการดึง (Tensile strength, TS.) : ของยางธรรมชาติที่ใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัวเติมในปริมาณ 50 phr. ทดสอบโดยเครื่องทดสอบสมบัติด้านการดึง (Micro Computer Tensile Tester) ยี่ห้อ Gotech รุ่น KT-7010A โดยนำค่าที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณตามสมการที่ 3

$$\text{T.S. (MPa)} = \frac{F}{A} \qquad \text{----------(3)}$$

เมื่อ F คือ แรงที่ใช้ดึงชิ้นทดสอบจนขาด (นิวตัน)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบก่อนการดึง (ตารางมิลลิเมตร)

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile Strength , MPa) ของยางธรรมชาติที่ใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัว เติมกับยางธรรมชาติที่ใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติม

สูตร	ชิ้นที่	ก่อนอบ ความหนา (mm)	ก่อนอบ Area (mm^2)	ก่อนอบ F (N)	ก่อนอบ T.S F/A (MPa)	หลังอบ ความหนา (mm)	หลังอบ Area (mm^2)	หลังอบ F (N)	หลังอบ T.S F/A (MPa)
1 Gum	1	2.68	16.08	125.12	7.78	2.53	15.18	29.80	1.96
	2	2.59	15.54	125.12	8.05	2.60	15.60	29.80	1.91
	3	2.61	15.66	125.12	7.99	2.60	15.60	29.80	1.91
	ค่าเฉลี่ย				7.94	ค่าเฉลี่ย			1.93
2 RHA (25 phr)	1	2.57	15.42	271.44	17.60	2.60	15.60	38.82	2.49
	2	2.68	16.08	221.24	13.76	2.60	15.60	38.82	2.49
	3	2.67	16.02	240.06	14.99	2.57	15.42	38.82	2.52
	ค่าเฉลี่ย				15.45	ค่าเฉลี่ย			2.50
3 RHA (50 phr)	1	2.56	15.36	308.32	20.07	2.37	14.22	51.34	3.61
	2	2.60	15.60	308.32	19.76	2.40	14.40	49.34	3.43
	3	2.58	15.48	308.32	19.92	2.37	14.22	51.34	3.61
	ค่าเฉลี่ย				19.92	ค่าเฉลี่ย			3.55
4 RHA (75 phr)	1	2.70	16.2	166.32	10.27	2.31	13.86	31.38	2.26
	2	2.59	15.54	166.32	10.70	2.35	14.10	31.38	2.23
	3	2.58	15.48	166.32	10.74	2.35	14.10	31.38	2.23
	ค่าเฉลี่ย				10.57	ค่าเฉลี่ย			2.24
5 Silica (25 phr)	1	2.68	16.08	253.4	15.76	2.59	15.54	48.64	3.13
	2	2.48	14.88	253.4	17.03	2.52	15.12	48.64	3.22
	3	2.62	15.72	253.4	16.12	2.59	15.54	48.64	3.13
	ค่าเฉลี่ย				16.30	ค่าเฉลี่ย			3.16
6 Silica (50 phr)	1	2.87	17.22	330.28	19.18	2.92	17.52	99.24	5.66
	2	2.90	17.40	330.28	18.98	2.95	17.70	99.24	5.61
	3	2.92	17.52	330.28	18.85	3.10	18.6	99.24	5.34
	ค่าเฉลี่ย				19.00	ค่าเฉลี่ย			5.54
7 Silica (75 phr)	1	3.61	21.66	301.26	13.91	3.78	22.68	89.42	3.94
	2	3.54	21.24	301.26	14.18	3.72	22.32	89.42	4.01
	3	3.62	21.72	301.26	13.87	3.42	20.52	89.42	4.36
	ค่าเฉลี่ย				13.99	ค่าเฉลี่ย			4.10

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile Strength, MPa) ของยางธรรมชาติโดยแปรปริมาณการใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัวเติมในยางธรรมชาติ

สูตร	ชิ้นที่	ก่อนอบ ความหนา (mm)	ก่อนอบ Area (mm^2)	ก่อนอบ F (N)	ก่อนอบ T.S F/A (MPa)	หลังอบ ความหนา (mm)	หลังอบ Area (mm^2)	หลังอบ F (N)	หลังอบ T.S F/A (MPa)
1 Gum	1	2.68	16.08	125.12	7.78	2.53	15.18	29.80	1.96
	2	2.59	15.54	125.12	8.05	2.60	15.60	29.80	1.91
	3	2.61	15.66	125.12	7.99	2.60	15.60	29.80	1.91
	ค่าเฉลี่ย				7.94	ค่าเฉลี่ย			1.93
2 RHA (10 phr)	1	2.40	14.40	116.50	8.09	2.52	15.12	23.92	1.58
	2	2.54	15.24	116.50	7.64	2.50	15.00	23.92	1.59
	3	2.35	14.10	116.50	8.26	2.51	15.06	23.92	1.59
	ค่าเฉลี่ย				8.00	ค่าเฉลี่ย			1.59
3 RHA (25 phr)	1	2.57	15.42	271.44	17.60	2.60	15.60	38.82	2.49
	2	2.68	16.08	221.24	13.76	2.60	15.60	38.82	2.49
	3	2.67	16.02	240.06	14.99	2.57	15.42	38.82	2.52
	ค่าเฉลี่ย				15.45	ค่าเฉลี่ย			2.50
4 RHA (40 phr)	1	2.69	16.14	268.7	16.65	2.36	14.16	47.84	3.38
	2	2.64	15.84	268.7	16.96	2.45	14.7	47.84	3.25
	3	2.67	16.02	268.7	16.77	2.38	14.28	47.84	3.35
	ค่าเฉลี่ย				16.79	ค่าเฉลี่ย			3.33
5 RHA (50 phr)	1	2.56	15.36	308.32	20.07	2.37	14.22	51.34	3.61
	2	2.60	15.60	308.32	19.76	2.40	14.40	49.34	3.43
	3	2.58	15.48	308.32	19.92	2.37	14.22	51.34	3.61
	ค่าเฉลี่ย				19.92	ค่าเฉลี่ย			3.55
6 RHA (60 phr)	1	2.43	14.58	271.84	18.64	2.48	14.88	51.06	3.43
	2	2.47	14.82	261.24	17.63	2.56	15.36	51.06	3.32
	3	2.53	15.18	257.32	16.95	2.48	14.88	51.06	3.43
	ค่าเฉลี่ย				17.74	ค่าเฉลี่ย			3.40
7 RHA (75 phr)	1	2.70	16.20	166.32	10.27	2.31	13.86	31.38	2.26
	2	2.59	15.54	166.32	10.70	2.35	14.10	31.38	2.23
	3	2.58	15.48	166.32	10.74	2.35	14.10	31.38	2.23
	ค่าเฉลี่ย				10.57	ค่าเฉลี่ย			2.24

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile Strength, MPa) ของ ยางธรรมชาติโดยแปรปริมาณ การใช้ไดเอทธีลีนไกลคอลร่วมกับเถ้าแกลบในยางธรรมชาติ

สูตร	ชิ้นที่	ก่อนอบ ความหนา (mm)	ก่อนอบ Area (mm^2)	ก่อนอบ F (N)	ก่อนอบ T.S. F/A (MPa)	หลังอบ ความหนา (mm)	หลังอบ Area (mm^2)	หลังอบ F (N)	หลังอบ TS. F/A (MPa)
1 DEG 1phr	1	2.53	15.18	171.14	11.27	2.45	14.70	18.82	1.28
	2	2.46	14.76	171.14	11.59	2.37	14.22	18.04	1.27
	3	2.52	15.12	171.14	11.32	2.42	14.52	17.65	1.22
	ค่าเฉลี่ย				11.40	ค่าเฉลี่ย			1.25
2 DEG 2 phr	1	2.56	15.36	223.98	14.58	2.23	13.38	17.45	1.30
	2	2.37	14.22	203.20	14.29	2.41	14.46	17.84	1.23
	3	2.44	14.64	192.60	13.16	2.30	13.80	17.06	1.24
	ค่าเฉลี่ย				14.01	ค่าเฉลี่ย			1.26
3 DEG3 phr	1	2.75	16.50	200.84	12.17	2.30	13.80	29.22	2.12
	2	2.62	15.72	202.02	12.85	2.59	15.54	28.44	1.83
	3	2.71	16.26	214.96	13.22	2.61	15.66	26.87	1.72
	ค่าเฉลี่ย				12.75	ค่าเฉลี่ย			1.32
4 DEG4 phr	1	2.67	16.02	222.42	13.88	2.77	16.62	30.40	1.83
	2	2.67	16.02	255.36	15.94	2.72	16.32	34.52	2.12
	3	2.70	16.20	212.60	13.12	2.57	15.42	32.58	2.11
	ค่าเฉลี่ย				14.32	ค่าเฉลี่ย			2.02
5 DEG5 phr	1	2.55	15.30	216.14	14.13	2.44	14.64	23.53	1.61
	2	2.55	15.30	222.02	14.51	2.46	14.76	26.67	1.81
	4	2.55	15.30	238.10	15.56	2.38	14.28	25.49	1.79
	ค่าเฉลี่ย				14.73	ค่าเฉลี่ย			1.73

ภาคผนวก ง. ผลการทดสอบค่ามอดูลัสที่ระยะยืด 300 เปอร์เซ็นต์

ก.4 การทดสอบค่ามอดูลัสที่ระยะยืด 300 เปอร์เซ็นต์ (300 % Modulus) :

สูตรการคำนวณค่ามอดูลัสที่ระยะยืด 300 เปอร์เซ็นต์ ของยางธรรมชาติที่ใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัวเติมในปริมาณ 50 phr. ทดสอบโดยเครื่องทดสอบสมบัติด้านการดึง (Micro Computer Tensile Tester) ยี่ห้อ Gotech รุ่น KT-7010A โดยนำค่าที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณตามสมการที่ 3

$$300\% \text{ Modulus (MPa)} = \frac{F_{300}}{A}$$

เมื่อ F_{300} คือ แรงที่ใช้ดึงชิ้นทดสอบที่ระยะ 300 เปอร์เซ็นต์ของระยะเดิม (นิวตัน)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบก่อนการดึง (ตารางมิลลิเมตร)

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบค่ามอดูลัสที่ระยะยืด 300 เปอร์เซ็นต์ (300% Modulus, MPa) ของยางธรรมชาติที่ใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัวเติมกับยางธรรมชาติที่ใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติม

สูตร	ชิ้นที่	ความหนา (mm)	Area (mm^2)	F (N)	300%Mod. F/A (MPa)
1 Gum	1	2.68	16.08	17.06	1.06
	2	2.59	15.54	15.16	0.98
	3	2.61	15.66	15.64	1.00
	ค่าเฉลี่ย				1.01
2 RHA (25 phr)	1	2.57	15.42	27.45	1.78
	2	2.68	16.08	27.06	1.68
	3	2.67	16.02	27.85	1.74
	ค่าเฉลี่ย				1.73
3 RHA (50 phr)	1	2.56	15.36	42.75	2.78
	2	2.60	15.60	41.49	2.66
	3	2.58	15.48	45.70	2.95
	ค่าเฉลี่ย				2.80
4 RHA (75 phr)	1	2.70	16.20	45.54	2.81
	2	2.59	15.54	46.75	3.01
	3	2.58	15.48	47.73	3.08
	ค่าเฉลี่ย				2.97
5 Silica (25 phr)	1	2.68	16.08	23.08	1.44
	2	2.48	14.88	23.73	1.59
	3	2.62	15.72	24.71	1.57
	ค่าเฉลี่ย				1.53
6 Silica (50phr)	1	2.87	17.22	37.07	2.15
	2	2.90	17.40	37.85	2.18
	3	2.92	17.52	37.85	2.16
	ค่าเฉลี่ย				2.16
7 Silica (75 phr)	1	3.61	21.66	81.79	3.78
	2	3.54	21.24	62.37	2.94
	3	3.62	21.72	93.75	4.32
	ค่าเฉลี่ย				3.68

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบค่ามอดูลัสที่ระยะยืด 300 เปอร์เซ็นต์ (300% Modulus, MPa) ของยางธรรมชาติโดยแปรปริมาณการใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัวเติมในยางธรรมชาติ

สูตร	ชิ้นที่	ความหนา (mm)	Area (mm^2)	F (N)	300%Mod F/A (MPa)
1 Gum	1	2.68	16.08	17.06	1.06
	2	2.59	15.54	15.16	0.98
	3	2.61	15.66	15.64	1.00
	ค่าเฉลี่ย				1.01
2 RHA (10 phr)	1	2.40	14.40	17.26	1.20
	2	2.54	15.24	16.86	1.11
	3	2.35	14.10	16.51	1.17
	ค่าเฉลี่ย				1.16
3 RHA (25 phr)	1	2.57	15.42	27.45	1.78
	2	2.68	16.08	27.06	1.68
	3	2.67	16.02	27.85	1.74
	ค่าเฉลี่ย				1.73
4 RHA (40 phr)	1	2.69	16.14	31.97	1.98
	2	2.64	15.84	30.99	1.96
	3	2.67	16.02	30.79	1.92
	ค่าเฉลี่ย				1.95
5 RHA (50 phr)	1	2.56	15.36	42.75	2.78
	2	2.60	15.60	41.49	2.66
	3	2.58	15.48	45.7	2.95
	ค่าเฉลี่ย				2.80
6 RHA (60 phr)	1	2.43	14.58	41.77	2.86
	2	2.47	14.82	41.97	2.83
	3	2.53	15.18	42.26	2.78
	ค่าเฉลี่ย				2.83
7 RHA (75 phr)	1	2.70	16.20	45.54	2.81
	2	2.59	15.54	46.75	3.01
	3	2.58	15.48	47.73	3.08
	ค่าเฉลี่ย				2.97

ตารางที่ 12 แสดงผลการทดสอบค่ามอดูลัสที่ระยะยืด 300 เปอร์เซ็นต์ (300% Modulus, MPa) ของยางธรรมชาติโดยแปรปริมาณ การใช้ไดเอทธีลีนไกลคอลร่วมกับเถ้าแกลบในยางธรรมชาติ

สูตร	ชิ้นที่	ก่อนอบ					หลังอบ			
		ความหนา (mm)	Area (mm^2)	300%Mod F (N)	300%Mod F/A (MPa)		ความหนา (mm)	Area (mm^2)	300%Mod F (N)	300%Mod F/A (MPa)
1 DEG 1phr	1	2.53	15.18	28.24	1.86		2.45	14.70	11.17	0.76
	2	2.46	14.76	31.38	2.13		2.37	14.22	10.23	0.72
	3	2.52	15.12	33.53	2.22		2.42	14.52	10.59	0.73
	ค่าเฉลี่ย				2.07		ค่าเฉลี่ย			0.74
2 DEG 2 phr	1	2.56	15.36	32.36	2.11		2.23	13.38	12.74	0.95
	2	2.37	14.22	32.55	2.29		2.41	14.46	12.74	0.88
	3	2.44	14.64	30.40	2.077		2.30	13.80	15.29	1.11
	ค่าเฉลี่ย				2.16		ค่าเฉลี่ย			0.98
3 DEG 3 phr	1	2.75	16.50	35.81	2.17		2.77	16.62	30.40	1.83
	2	2.62	15.72	33.34	2.12		2.72	16.32	30.90	1.89
	3	2.71	16.26	38.24	2.35		2.57	15.42	31.50	2.04
	ค่าเฉลี่ย				2.21		ค่าเฉลี่ย			1.92
4 DEG 4 phr	1	2.67	16.02	38.44	2.40		2.44	14.64	23.34	1.59
	2	2.67	16.02	35.69	2.23		2.46	14.76	24.51	1.66
	3	2.70	16.20	33.93	2.09		2.38	14.28	22.75	1.59
	ค่าเฉลี่ย				2.24		ค่าเฉลี่ย			1.62
5 DEG 5 phr	1	2.55	15.30	33.53	2.19		2.30	13.80	20.98	1.52
	2	2.55	15.30	33.93	2.22		2.59	15.54	20.79	1.34
	4	2.55	15.30	29.81	1.95		2.61	15.66	21.96	1.40
	ค่าเฉลี่ย				2.12		ค่าเฉลี่ย			1.42

ภาคผนวก ข. ผลการทดสอบความสามารถในการยืด

การทดสอบความสามารถในการยืด (Elongation at break, E.B.) :

สูตรการทดสอบความสามารถในการยืดขนขาด ของยางธรรมชาติที่ใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัวเติมในปริมาณ 50 phr. ทดสอบโดยเครื่องทดสอบสมบัติด้านการดึง (Micro Computer Tensile Tester) ยี่ห้อ Gotech รุ่น KT-7010A โดยนำค่าที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณตามสมการที่ 3

$$EB\ (\%) = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100$$

เมื่อ L คือ ระยะห่างของรอยขีดบนชิ้นทดสอบขณะชิ้นทดสอบขาด (เซนติเมตร)

L_0 คือ ระยะห่างของรอยขีดบนชิ้นทดสอบก่อนการดึง (เซนติเมตร)

ตารางที่ 13 ผลการทดสอบความสามารถในการยืด (Elongation at break, %.) ของยางธรรมชาติที่ใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัว เติมกับยางธรรมชาติที่ใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติม

สูตร	ก่อนอบ			หลังอบ	
	ชิ้นที่	L (cm)	E.B. (%)	L (cm)	E.B. (%)
1 Gum	1	16.0	700	7.0	250
	2	16.5	725	7.5	275
	3	16.0	700	7.0	250
	ค่าเฉลี่ย		708		258
2 RHA (25 phr)	1	15.0	650	8.0	300
	2	15.0	650	9.0	350
	3	15.0	650	8.5	325
	ค่าเฉลี่ย		650		325
3 RHA (50 phr)	1	13.5	575	10.0	400
	2	13.5	575	9.5	375
	3	12.0	500	10.0	400
	ค่าเฉลี่ย		550	ค่าเฉลี่ย	392
4 RHA (75 phr)	1	10.0	400	7.0	250
	2	11.0	450	7.6	280
	3	11.5	475	7.4	270
	ค่าเฉลี่ย		442	ค่าเฉลี่ย	267
5 Silica (25 phr)	1	15.0	650	8.0	300
	2	15.5	675	7.8	290
	3	15.5	675	7.9	295
	ค่าเฉลี่ย		667	ค่าเฉลี่ย	295
6 Silica (50 phr)	1	13.5	575	7.5	275
	2	13.5	575	7.8	290
	3	14.5	625	7.5	275
	ค่าเฉลี่ย		592	ค่าเฉลี่ย	280
7 Silica (75 phr)	1	12.0	500	3.0	50
	2	12.5	525	3.0	50
	3	12.0	500	3.5	75
	ค่าเฉลี่ย		508	ค่าเฉลี่ย	58

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบความสามารถในการยืด (Elongation at break,%) ของยางธรรมชาติโดยแปรปริมาณการใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัวเติมในยางธรรมชาติ

สูตร	ก่อนอบ			หลังอบ	
	ชิ้นที่	L (cm)	E.B. (%)	L (cm)	E.B. (%)
1 Gum	1	16.0	700	7.0	250
	2	16.5	725	7.5	275
	3	16.0	700	7.0	250
	ค่าเฉลี่ย		708	ค่าเฉลี่ย	258
2 RHA (10 phr)	1	16.0	700	7.0	250
	2	15.0	650	7.0	250
	3	16.0	700	7.0	250
	ค่าเฉลี่ย		686	ค่าเฉลี่ย	250
3 RHA (25 phr)	1	15.0	650	8.0	300
	2	15.0	650	9.0	350
	3	15.0	650	8.5	325
	ค่าเฉลี่ย		650	ค่าเฉลี่ย	325
4 RHA (40 phr)	1	14.0	600	12.0	500
	2	14.0	600	11.5	475
	3	14.0	600	11.5	475
	ค่าเฉลี่ย		617	ค่าเฉลี่ย	483
5 RHA (50 phr)	1	13.5	575	10.0	400
	2	13.5	575	9.5	375
	3	12.0	500	10.0	400
	ค่าเฉลี่ย		550	ค่าเฉลี่ย	392
6 RHA (60 phr)	1	13.0	550	9.5	375
	2	12.5	525	9.8	390
	3	12.5	525	9.5	375
	ค่าเฉลี่ย		542	ค่าเฉลี่ย	380
7 RHA (75 phr)	1	10.0	400	7.0	250
	2	11.0	450	7.6	280
	3	11.5	475	7.4	270
	ค่าเฉลี่ย		442	ค่าเฉลี่ย	267

ตารางที่ 15 ผลการทดสอบความสามารถในการยืด (Elongation at break, %) ของยางธรรมชาติโดยแปรปริมาณ การใช้ ไดเอทธีลีนไกลคอลร่วมกับเถ้าแกลบในยางธรรมชาติ

สูตร	ก่อนอบ			หลังอบ	
	ชิ้นที่	L (cm)	E.B. (%)	L (cm)	E.B. (%)
1 DEG 1phr	1	12.5	525	12.0	500
	2	13.0	550	12.5	525
	3	12.5	525	12.0	500
	ค่าเฉลี่ย		533.33	ค่าเฉลี่ย	508.33
2 DEG 2 phr	1	14.0	600	10.0	400
	2	13.0	550	11.0	450
	3	14.0	600	10.0	400
	ค่าเฉลี่ย		583.33	ค่าเฉลี่ย	416.67
3 DEG3 phr	1	14.0	600	10.5	425
	2	13.5	575	10.5	425
	3	12.5	525	10.0	400
	ค่าเฉลี่ย		566.67	ค่าเฉลี่ย	422.22
4 DEG4 phr	1	13.0	550	8.0	300
	2	14.0	600	8.4	320
	3	13.0	550	8.2	310
	ค่าเฉลี่ย		566.67	ค่าเฉลี่ย	310.00
5 DEG5 phr	1	13.0	550	8.2	310
	2	13.5	575	8.5	325
	3	14.5	625	8.8	340
	ค่าเฉลี่ย		583.33	ค่าเฉลี่ย	325.00

ภาคผนวก ฉ. ผล การทดสอบความต้านทานต่อการฉีกขาด

ก.6 การทดสอบความต้านทานต่อการฉีกขาด (Tear strength, Ts.) : ของยางธรรมชาติที่ใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัวเติมในปริมาณ 50 phr. ทดสอบโดยเครื่องทดสอบสมบัติด้านการดึง (Micro Computer Tensile Tester) ยี่ห้อ Gotech รุ่น KT-7010A โดยนำค่าที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณตามสมการที่ 3

$$Ts\,(N/mm) = \frac{F}{d}$$

เมื่อ F คือ แรงดึงสูงสุดที่ทำให้ชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน (นิวตัน)

d คือ ความหนาของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการฉีกขาด (Tear Streangth, MPa) ของยางธรรมชาติที่ใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัว เติมกับยางธรรมชาติที่ใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติม

สูตร	ชิ้นที่	ความหนา (mm)	F (N)	F/d (N/mm)
1 Gum	1	2.44	57.36	23.51
	2	2.41	59.23	24.58
	3	2.52	58.64	23.27
	ค่าเฉลี่ย			23.78
2 RHA (25 phr)	1	2.65	67.45	25.45
	2	2.60	71.93	27.67
	3	2.60	71.74	27.59
	ค่าเฉลี่ย			26.90
3 RHA (50 phr)	1	2.59	66.80	25.79
	2	2.58	72.17	27.97
	3	2.59	75.51	29.15
	ค่าเฉลี่ย			27.64
4 RHA (75 phr)	1	2.69	56.38	20.96
	2	2.69	56.4	20.97
	3	2.63	56.6	21.52
	ค่าเฉลี่ย			21.15
5 Silica (25 phr)	1	2.52	59.82	23.74
	2	2.56	62.96	24.59
	3	2.55	75.71	29.69
	ค่าเฉลี่ย			26.01
6 Silica (50 phr)	1	3.11	98.85	31.78
	2	3.10	96.69	31.19
	3	3.11	98.65	31.72
	ค่าเฉลี่ย			31.57
7 Silica (75 phr)	1	3.05	126.51	41.48
	2	3.32	128.66	38.75
	3	3.71	140.43	37.85
	ค่าเฉลี่ย			39.36

ตารางที่ 17 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการฉีกขาด (Tear Streangth, MPa) ของยางธรรมชาติโดยแปรปริมาณการใช้เถ้าแกลบเป็นสารตัวเติมในยางธรรมชาติ

สูตร	ชิ้นที่	ความหนา (mm)	F (N)	F/d (N/mm)
1 Gum	1	2.44	57.36	23.51
	2	2.41	59.23	24.58
	3	2.52	58.64	23.27
	ค่าเฉลี่ย			23.78
2 RHA (10 phr)	1	2.63	71.39	27.14
	2	2.63	64.53	24.54
	3	2.65	77.27	29.16
	ค่าเฉลี่ย			26.95
3 RHA (25 phr)	1	2.59	66.80	25.79
	2	2.58	72.17	27.97
	3	2.59	75.51	29.15
	ค่าเฉลี่ย			27.64
4 RHA (40 phr)	1	2.44	57.36	23.51
	2	2.41	59.23	24.58
	3	2.52	58.64	23.27
	ค่าเฉลี่ย			23.78
5 RHA (50 phr)	1	2.52	59.82	23.74
	2	2.56	62.96	24.59
	3	2.55	75.71	29.69
				26.01
6 RHA (60 phr)	1	2.48	73.55	29.66
	2	2.38	68.06	28.60
	3	2.43	69.43	28.57
	ค่าเฉลี่ย			28.94
7 RHA (75 phr)	1	2.69	56.38	20.96
	2	2.69	56.40	20.97
	3	2.63	56.60	21.52
	ค่าเฉลี่ย			21.15

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการฉีกขาด (Tear Streangth, MPa) ของยางธรรมชาติโดยแปรปริมาณ การใช้ ไดเอทธีลีนไกลคอลร่วมกับเถ้าแกลบในยางธรรมชาติ

สูตร	ชิ้นที่	ความหนา (mm)	F (N)	F/d (N/mm)
1 DEG 1phr	1	2.55	55.51	21.77
	2	2.50	59.43	23.77
	3	2.57	55.85	21.73
	ค่าเฉลี่ย			22.42
2 DEG 2 phr	1	2.54	57.31	22.56
	2	2.57	59.87	23.30
	3	2.57	60.55	23.56
	ค่าเฉลี่ย			23.14
3 DEG3 phr	1	2.69	73.95	27.49
	2	2.63	74.5	28.33
	3	2.65	74.7	28.19
	ค่าเฉลี่ย			28.00
4 DEG4 phr	1	2.51	74.33	29.61
	2	2.60	83.61	32.16
	3	2.55	72.17	28.30
	ค่าเฉลี่ย			30.02
5 DEG5 phr	1	2.56	77.22	30.16
	2	2.59	79.43	30.67
	3	2.58	72.17	27.97
	ค่าเฉลี่ย			29.60