

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการเก็บยางคอมปอนด์

ระยะเวลาที่สามารถจัดเก็บยางเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้มาจากการทดลองในการเตรียมขึ้นทดสอบเพื่อใช้ในการหาค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ซึ่งเตรียมโดยการอัดเบ้า โดยควบคุมขนาดทั้งความหนา กว้างและยาวของชิ้นยางที่ใส่ในแม่พิมพ์ วันที่ไม่สามารถเตรียมขึ้นทดสอบได้ คือ ยางไหลไม่เต็มแม่พิมพ์ เพราะเกิดการคงรูปก่อนไหลเต็มแม่พิมพ์ ถือเป็นวันที่ไม่สามารถนำยางไปใช้ได้แล้ว เพราะฉะนั้นวันที่ทดสอบก่อนหน้าที่ยางจะไหลไม่เต็มแม่พิมพ์ถือเป็นระยะเวลาที่สามารถเก็บยางไว้เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ได้ตามปกติ ได้ผลที่ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลของจำนวนวันของการเก็บยางคอมปอนด์ในชุดของการศึกษาปริมาณเขม่าดำ

| Quantity of carbon black(phr) | Cooling Temperature (25°C) | | | Factory Temperature (33°C) | | |
|-------------------------------|----------------------------|---------------|--------------|----------------------------|---------------|--------------|
| | NR (days) | NR/SBR (days) | NR/BR (days) | NR (days) | NR/SBR (days) | NR/BR (days) |
| 30 | 38 | 44 | 42 | 34 | 38 | 34 |
| | 40 | 40 | 42 | 32 | 34 | 36 |
| 40 | 34 | 40 | 38 | 24 | 30 | 28 |
| | 34 | 38 | 36 | 24 | 30 | 26 |
| 50 | 30 | 36 | 32 | 20 | 28 | 22 |
| | 26 | 36 | 32 | 18 | 26 | 22 |

นำข้อมูลจากตารางที่ 4.1 ไปวิเคราะห์โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลอง (Design of experiment) ด้วยโปรแกรม Minitab

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณด้วยโปรแกรม Minitab จากการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมพอนด์

| StdOrder | RunOrder | PtType | Blocks | Quantity of Carbon black | Type of rubber | Temperature | storage (day) |
|----------|----------|--------|--------|--------------------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | NR | cooling temp. | 38 |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 30 | NR | factory temp. | 34 |
| 3 | 3 | 1 | 1 | 30 | NR/SBR | cooling temp. | 44 |
| 4 | 4 | 1 | 1 | 30 | NR/SBR | factory temp. | 38 |
| 5 | 5 | 1 | 1 | 30 | NR/BR | cooling temp. | 42 |
| 6 | 6 | 1 | 1 | 30 | NR/BR | factory temp. | 34 |
| 7 | 7 | 1 | 1 | 40 | NR | cooling temp. | 34 |
| 8 | 8 | 1 | 1 | 40 | NR | factory temp. | 24 |
| 9 | 9 | 1 | 1 | 40 | NR/SBR | cooling temp. | 40 |
| 10 | 10 | 1 | 1 | 40 | NR/SBR | factory temp. | 30 |
| 11 | 11 | 1 | 1 | 40 | NR/BR | cooling temp. | 38 |
| 12 | 12 | 1 | 1 | 40 | NR/BR | factory temp. | 28 |
| 13 | 13 | 1 | 1 | 50 | NR | cooling temp. | 30 |
| 14 | 14 | 1 | 1 | 50 | NR | factory temp. | 20 |
| 15 | 15 | 1 | 1 | 50 | NR/SBR | cooling temp. | 36 |
| 16 | 16 | 1 | 1 | 50 | NR/SBR | factory temp. | 28 |
| 17 | 17 | 1 | 1 | 50 | NR/BR | cooling temp. | 32 |
| 18 | 18 | 1 | 1 | 50 | NR/BR | factory temp. | 22 |
| 19 | 19 | 1 | 1 | 30 | NR | cooling temp. | 40 |
| 20 | 20 | 1 | 1 | 30 | NR | factory temp. | 32 |
| 21 | 21 | 1 | 1 | 30 | NR/SBR | cooling temp. | 40 |
| 22 | 22 | 1 | 1 | 30 | NR/SBR | factory temp. | 34 |
| 23 | 23 | 1 | 1 | 30 | NR/BR | cooling temp. | 42 |
| 24 | 24 | 1 | 1 | 30 | NR/BR | factory temp. | 36 |
| 25 | 25 | 1 | 1 | 40 | NR | cooling temp. | 34 |
| 26 | 26 | 1 | 1 | 40 | NR | factory temp. | 24 |
| 27 | 27 | 1 | 1 | 40 | NR/SBR | cooling temp. | 38 |
| 28 | 28 | 1 | 1 | 40 | NR/SBR | factory temp. | 30 |
| 29 | 29 | 1 | 1 | 40 | NR/BR | cooling temp. | 36 |
| 30 | 30 | 1 | 1 | 40 | NR/BR | factory temp. | 26 |
| 31 | 31 | 1 | 1 | 50 | NR | cooling temp. | 26 |
| 32 | 32 | 1 | 1 | 50 | NR | factory temp. | 18 |
| 33 | 33 | 1 | 1 | 50 | NR/SBR | cooling temp. | 36 |
| 34 | 34 | 1 | 1 | 50 | NR/SBR | factory temp. | 26 |
| 35 | 35 | 1 | 1 | 50 | NR/BR | cooling temp. | 32 |
| 36 | 36 | 1 | 1 | 50 | NR/BR | factory temp. | 22 |

ผลการคำนวณจากโปรแกรม MINITAB

General Linear Model: storage

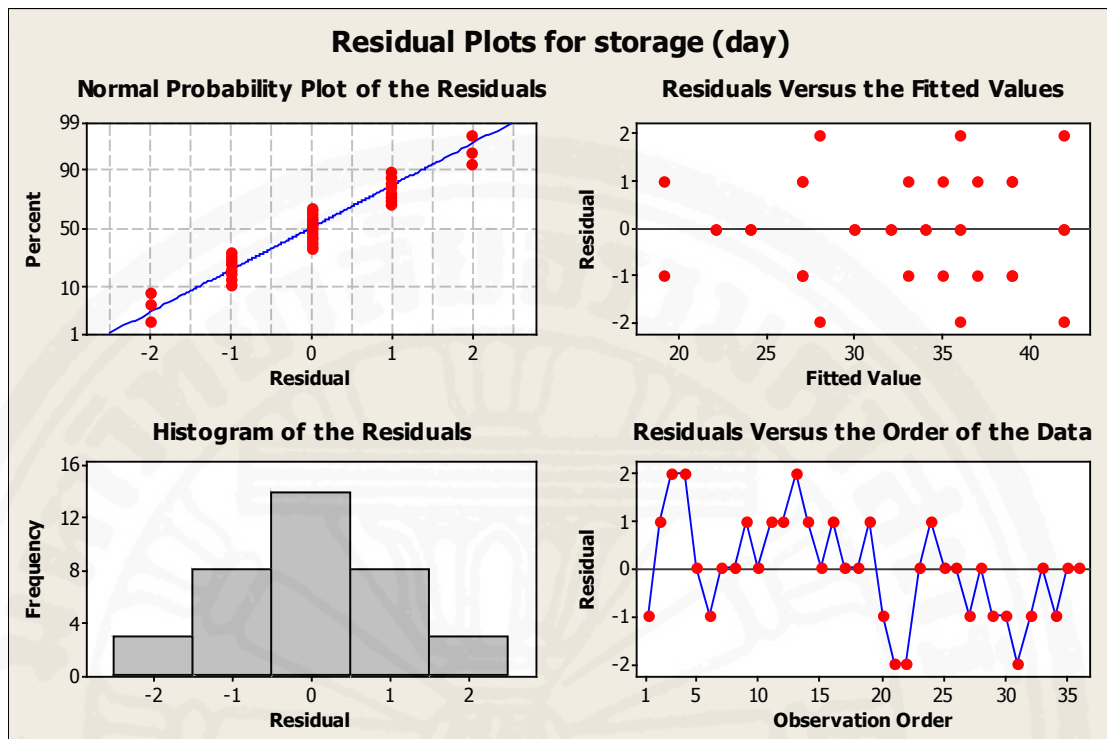
| Factor | Type | Levels | Values |
|--------------------------|-------|--------|------------------------------|
| Quantity of Carbon black | fixed | 3 | 30, 40, 50 |
| Type of rubber | fixed | 3 | NR, NR/SBR, NR/BR |
| Temperature | fixed | 2 | cooling temp., factory temp. |

Analysis of Variance for storage (day), using Adjusted SS for Tests

| Source | DF | Seq SS | Adj SS | Adj MS | F |
|---|----|----------|---------|---------|--------|
| Quantity of Carbon black | 2 | 666.000 | 666.000 | 333.000 | 149.85 |
| Type of rubber | 2 | 182.000 | 182.000 | 91.000 | 40.95 |
| Temperature | 1 | 641.778 | 641.778 | 641.778 | 288.80 |
| Quantity of Carbon black* Type of rubber | 4 | 28.000 | 28.000 | 7.000 | 3.15 |
| Quantity of Carbon black*Temperature | 2 | 20.222 | 20.222 | 10.111 | 4.55 |
| Type of rubber*Temperature | 2 | 1.556 | 1.556 | 0.778 | 0.35 |
| Quantity of Carbon black* Type of rubber*Temperature | 4 | 0.444 | 0.444 | 0.111 | 0.05 |
| Error | 18 | 40.000 | 40.000 | 2.222 | |
| Total | 35 | 1580.000 | | | |

| Source | P |
|---|-------|
| Quantity of Carbon black | 0.000 |
| Type of rubber | 0.000 |
| Temperature | 0.000 |
| Quantity of Carbon black* Type of rubber | 0.040 |
| Quantity of Carbon black*Temperature | 0.025 |
| Type of rubber*Temperature | 0.709 |
| Quantity of Carbon black* Type of rubber*Temperature | 0.995 |
| Error | |
| Total | |

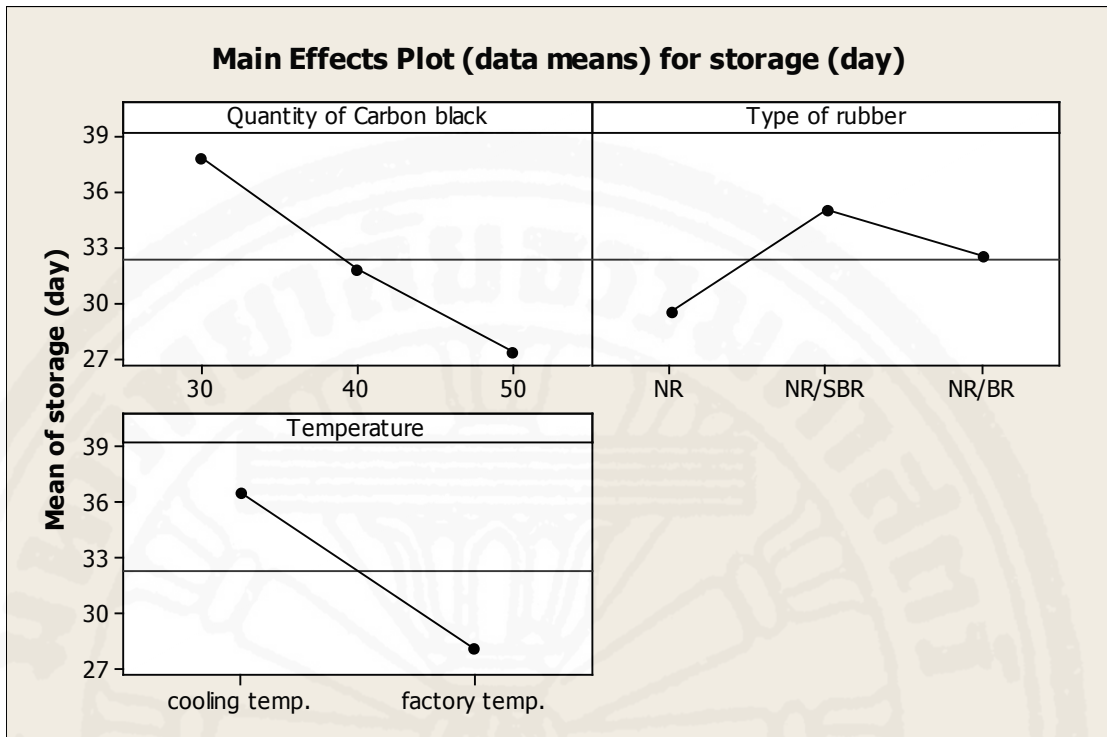
S = 1.49071 R-Sq = 97.47% R-Sq(adj) = 95.08%



ภาพที่ 4.1 กราฟเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หว่าข้อมูลเป็นแบบใด ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมเพานด์

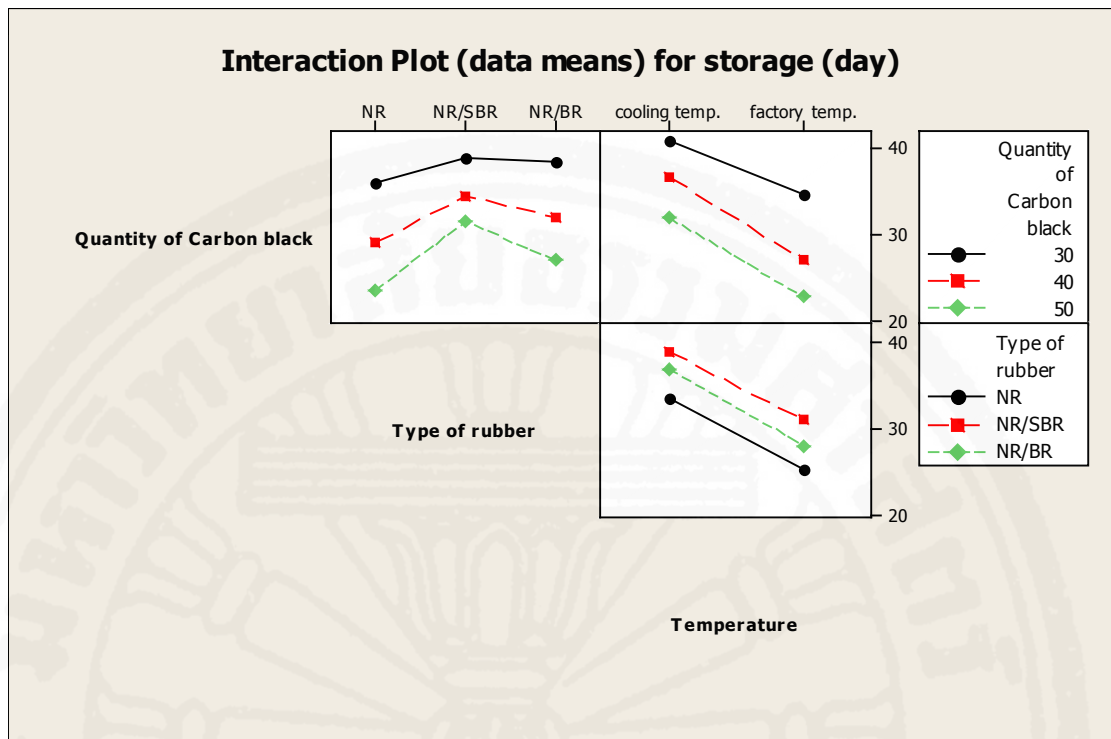
จากภาพที่ 4.1 สรุปได้ว่าจากกราฟ Normal Probability Plot of the Residuals ออกมาเป็นลักษณะเส้นตรงเพราะฉะนั้นสรุปได้ว่าข้อมูลมีการกระจายแบบ Normal และกราฟ Histogram of the Residuals ก็มีลักษณะเป็นระฆังคว่ำก็แสดงว่าข้อมูลกระจายเป็นแบบ Normal

จากการคำนวณสามารถวิเคราะห์ได้จากค่า P-value โดยใช้ significant level ที่ 5% จะเห็นได้ว่าปัจจัยหลักทั้ง 3 ตัว คือ ปริมาณเขม่าดำ ชนิดของยาง และอุณหภูมิ ส่งผลโดยตรงต่อระยะเวลาการจัดเก็บยาง เพราะให้ค่า P-value ที่ต่ำกว่าค่า significant level นอกจากนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเขม่าดำและชนิดของยาง ปริมาณเขม่าดำและอุณหภูมิก็มีผลร่วมกันต่อระยะเวลาการจัดเก็บยาง นั้นแสดงให้เห็นว่าในการพิจารณาอายุของยางจะต้องคำนึงถึงทั้ง 3 ปัจจัย



ภาพที่ 4.2 ผลของปัจจัยหลัก (ปริมาณเขม่าดำ, ชนิดของยางและอุณหภูมิ) ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการเก็บยาง

จากกราฟแสดงให้เห็นว่า ปริมาณเขม่าดำที่ 30 phr ให้ระยะเวลาจัดเก็บยางนานที่สุด และที่ 50 phr ให้ระยะเวลาสั้นที่สุด นั่นก็คือ หากปริมาณเขม่าดำมากขึ้นจะส่งผลให้ระยะเวลาที่สามารถเก็บยางไว้ได้จะสั้นลง ส่วนชนิดของยาง ยาง NR/SBR ให้ยางที่เก็บได้นานสุด ส่วนยาง NR ระยะเวลาที่เก็บได้น้อยสุด และจะเก็บได้นานกว่าเมื่อเก็บยางคอมพอน์ในห้องเย็น



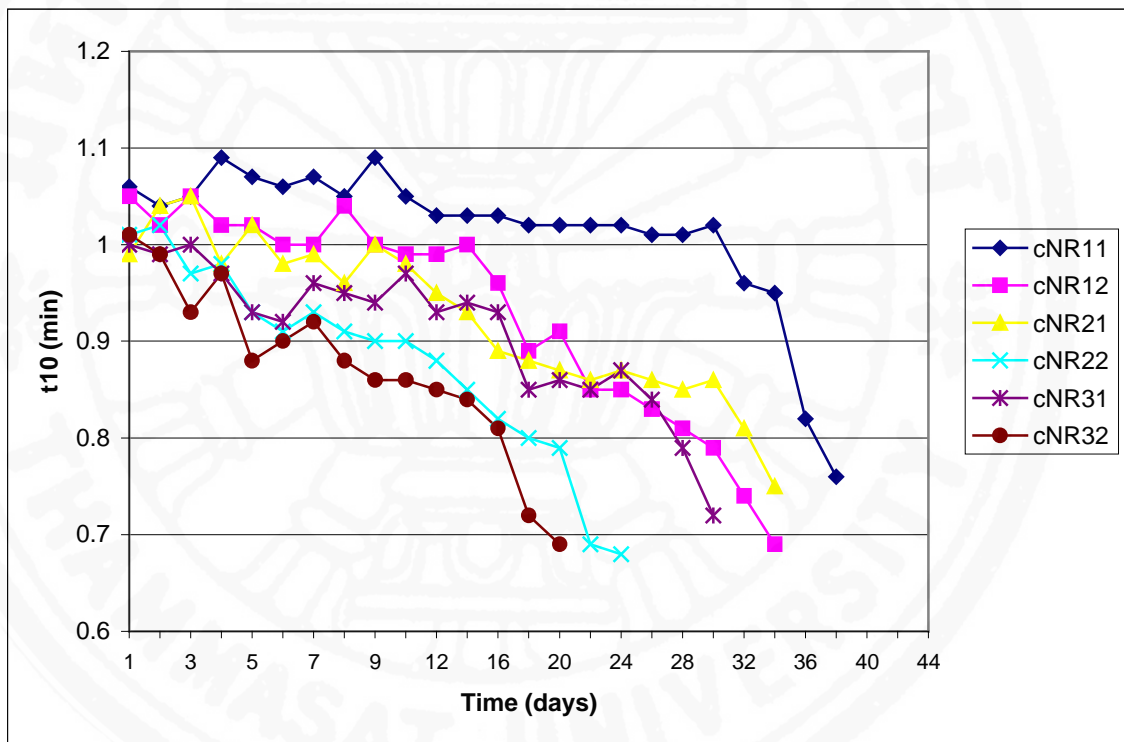
ภาพที่ 4.3 ผลของปริมาณเขม่าดำและชนิดของยาง ผลของปริมาณเขม่าดำและอุณหภูมิที่มีผลร่วมกันต่อระยะเวลาการจับเก็บยางคอมพอนด์

จากภาพที่ 4.3 ผลของปริมาณเขม่าดำและชนิดของยาง จะเห็นได้ว่า ยางทุกชนิดเมื่อปริมาณเขม่าดำเพิ่มขึ้นระยะเวลาที่สามารถเก็บยางจะสั้นลง ส่วนปริมาณเขม่าดำกับอุณหภูมิยิ่งเมื่อปริมาณเขม่าดำมากขึ้นและอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะทำให้ระยะเวลาในการเก็บยางสั้นลงด้วย

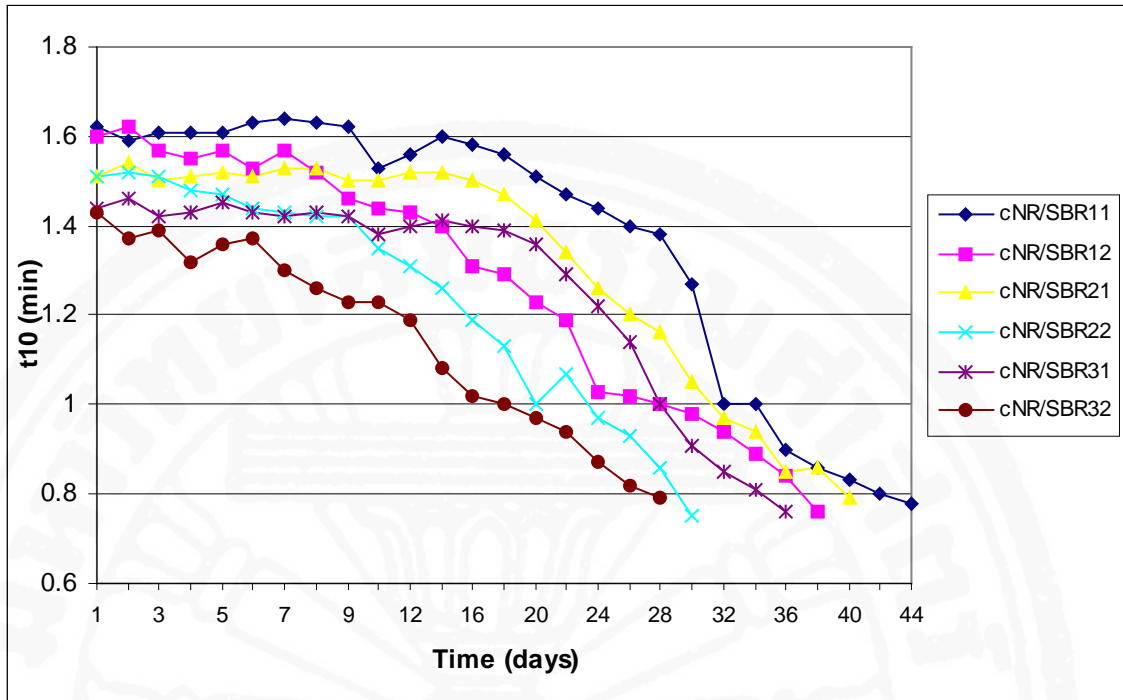
ชำนาญ หอสมุด

4.2 ผลของปริมาณเขม่าดำที่มีต่อสมบัติของยางคอมปอนด์

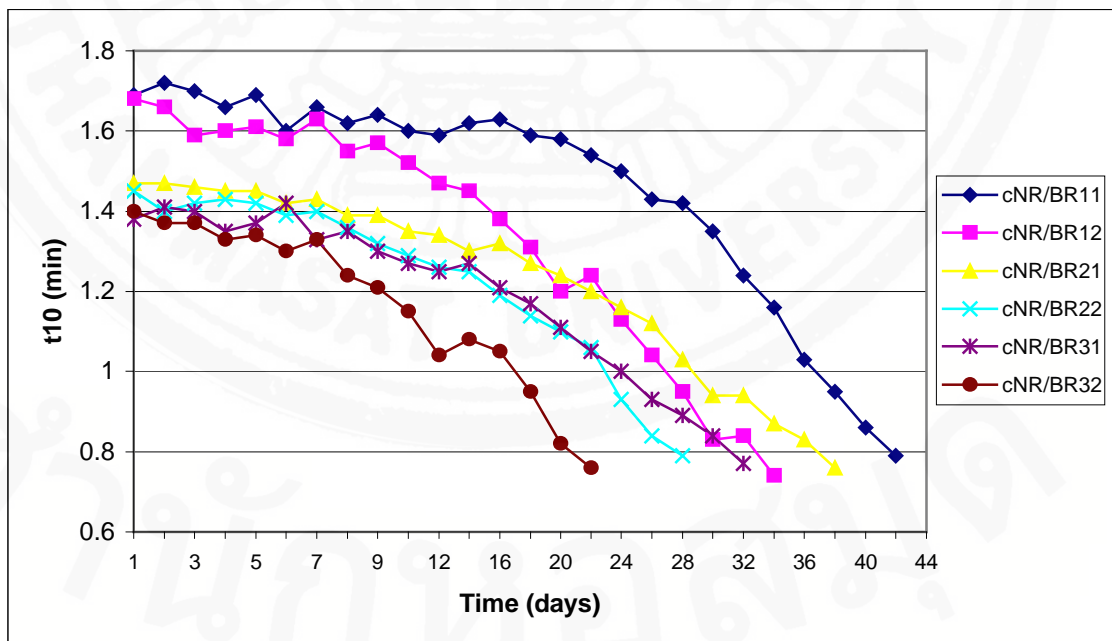
4.2.1 ผล Rheological ของยางคอมปอนด์ แสดงค่า t_{10} เป็นผลที่ได้จากการทดสอบยางด้วยเครื่อง Rheometer เพื่อศึกษาลักษณะการ cure ของยางคอมปอนด์ว่าเวลาที่ยางยังสามารถไหลได้อยู่มีระยะเวลาเท่าไรหรือเริ่มเกิดปฏิกิริยาวัลคาไนซ์เซชันที่นาที่ที่เท่าไร สำหรับค่า t_{10} นั้นเป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่าเกิดปฏิกิริยาไปแล้ว 10% นั้นนาที่ที่เท่าไร สำหรับผลการทดลองเป็นดังนี้



ภาพที่ 4.4 กราฟค่า t_{10} ของยางคอมปอนด์สูตรที่ใช้ยางธรรมชาติ (NR) เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจับเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1

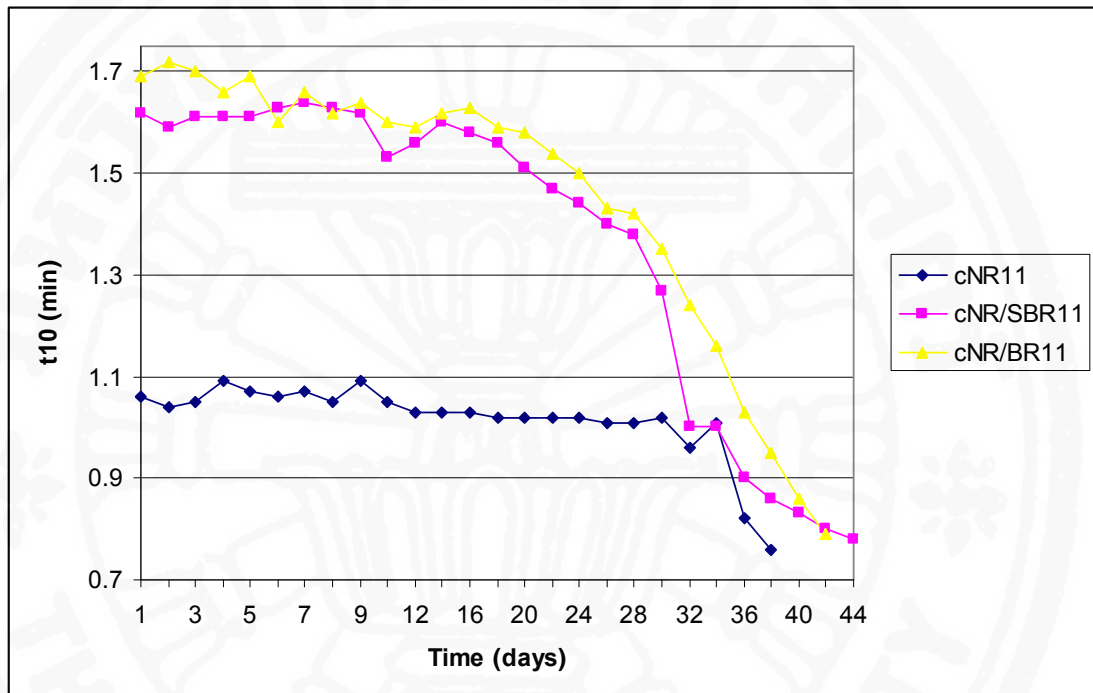


ภาพที่ 4.5 กราฟค่า t_{10} ของยางคอมปอนด์สูตรที่ใช้ยางธรรมชาติผสมยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจับเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 4.6 กราฟค่า t_{10} ของยางคอมปอนด์สูตรที่ใช้ยางธรรมชาติผสมยางบี อาร์ (NR/BR) เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจับเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1

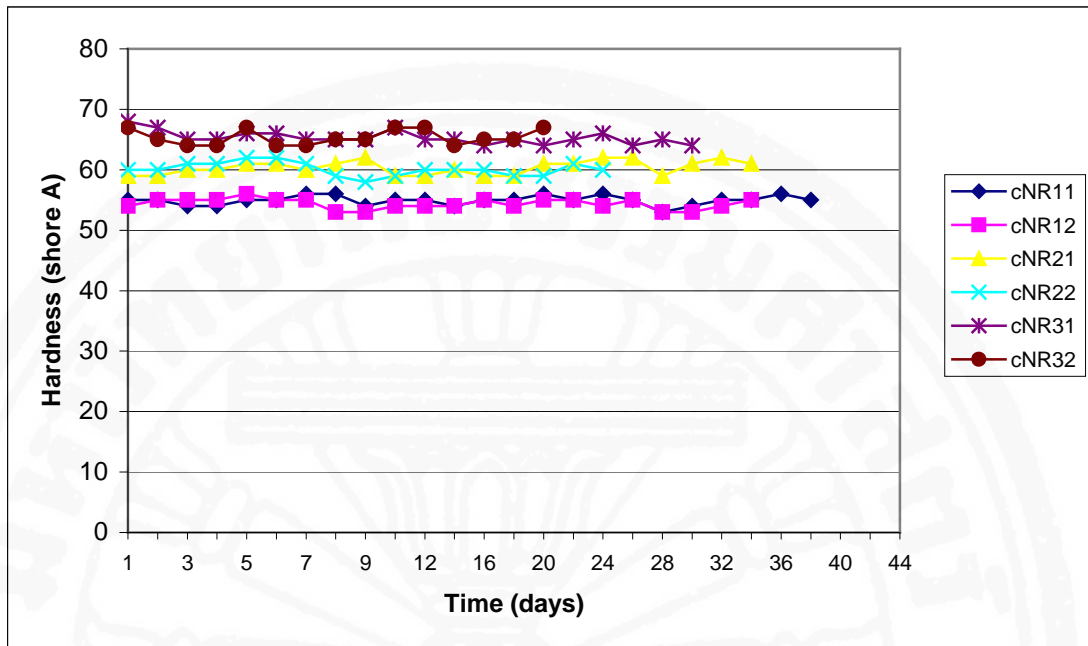
จากภาพที่ 4.4, 4.5 และ 4.6 พบว่าค่า t_{10} ของยางจะลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นและลดลงจนยางไม่สามารถนำไปใช้แปรรูปได้และค่า t_{10} ของยางคอมปอนด์ก็ขึ้นอยู่กับปริมาณของเขม่าดำด้วย คือ เมื่อปริมาณเขม่าดำเพิ่มขึ้นค่า t_{10} จะลดลง และยางที่เก็บที่อุณหภูมิโรงงานทำให้ค่า t_{10} ลดลงเร็วกว่ายางคอมปอนด์ที่เก็บที่ห้องเย็นด้วย



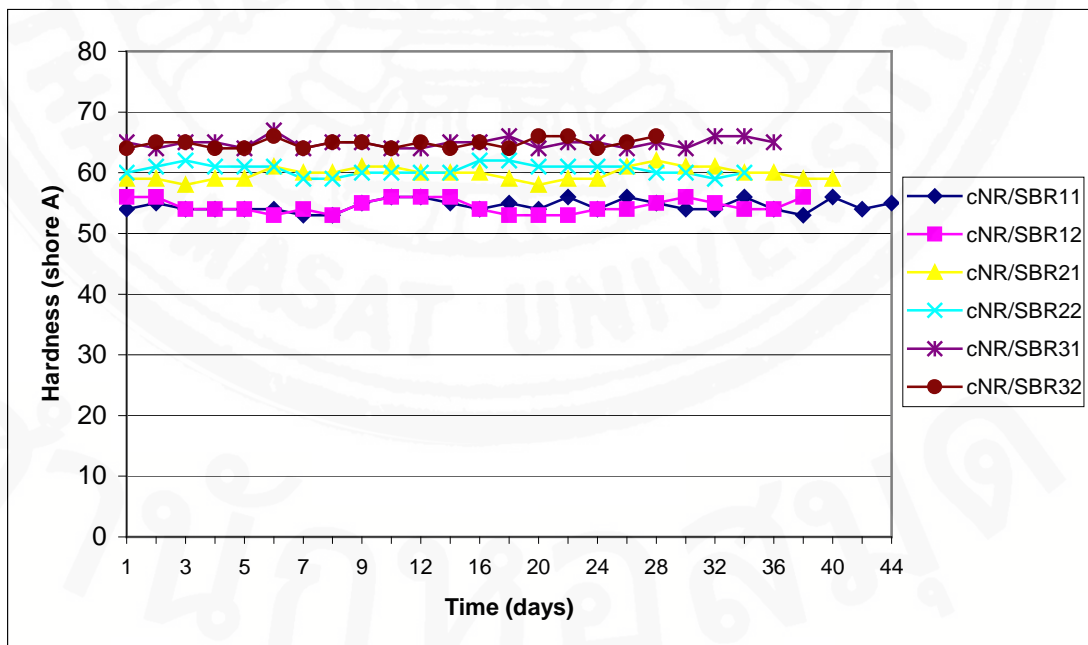
ภาพที่ 4.7 กราฟค่า t_{10} ของยางคอมปอนด์สูตรที่ใช้ยางธรรมชาติ (NR), ยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) และยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) ที่ใช้เขม่าดำ 30 phr และเก็บในอุณหภูมิห้องเย็น (25°C) ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจับตัวของคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1

จากภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบชนิดของยาง พบว่ายางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) และยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) ให้ค่า t_{10} ยาวกว่ายางที่ใช้ยางธรรมชาติ (NR) เพียงอย่างเดียว นั่นเป็นเพราะว่ายางสังเคราะห์ (ยางเอส บี อาร์และยางบี อาร์) มีปริมาณพันธะคู่ในโมเลกุลน้อยกว่ายางธรรมชาติจึงทำให้ความว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาช้ากว่ายางธรรมชาติ ค่า t_{10} จึงยาวกว่าการใช้ยางธรรมชาติเพียงอย่างเดียว

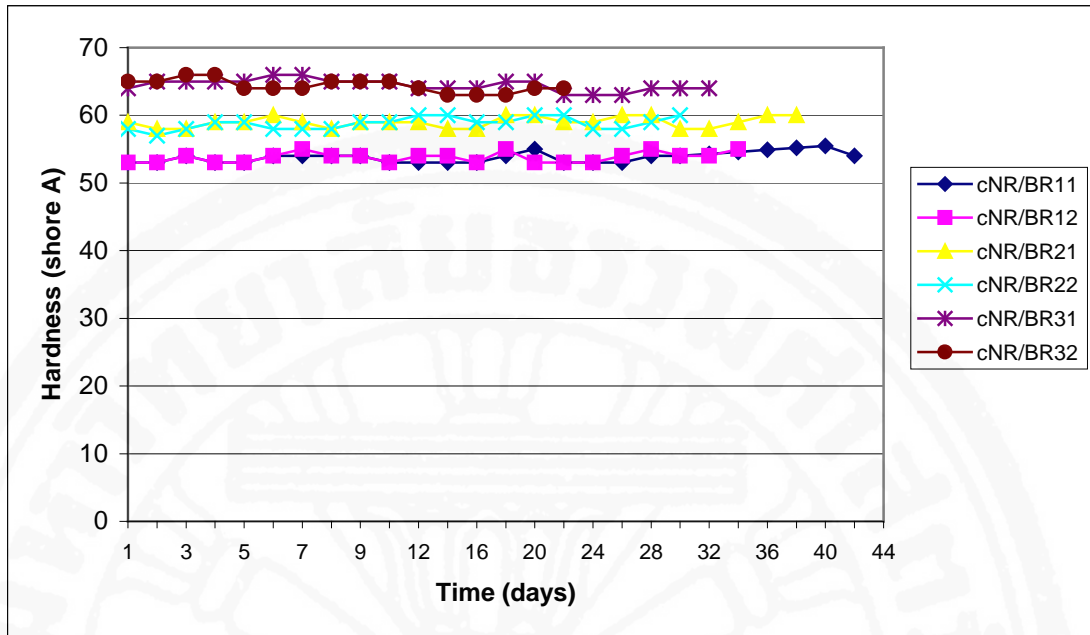
4.2.2 ผลต่อความแข็งของยางคอมปอนด์



ภาพที่ 4.8 ค่าความแข็ง (Hardness) ของยางคอมปอนด์สูตรยางธรรมชาติ (NR) เมื่อเวลาเปลี่ยนไป ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1

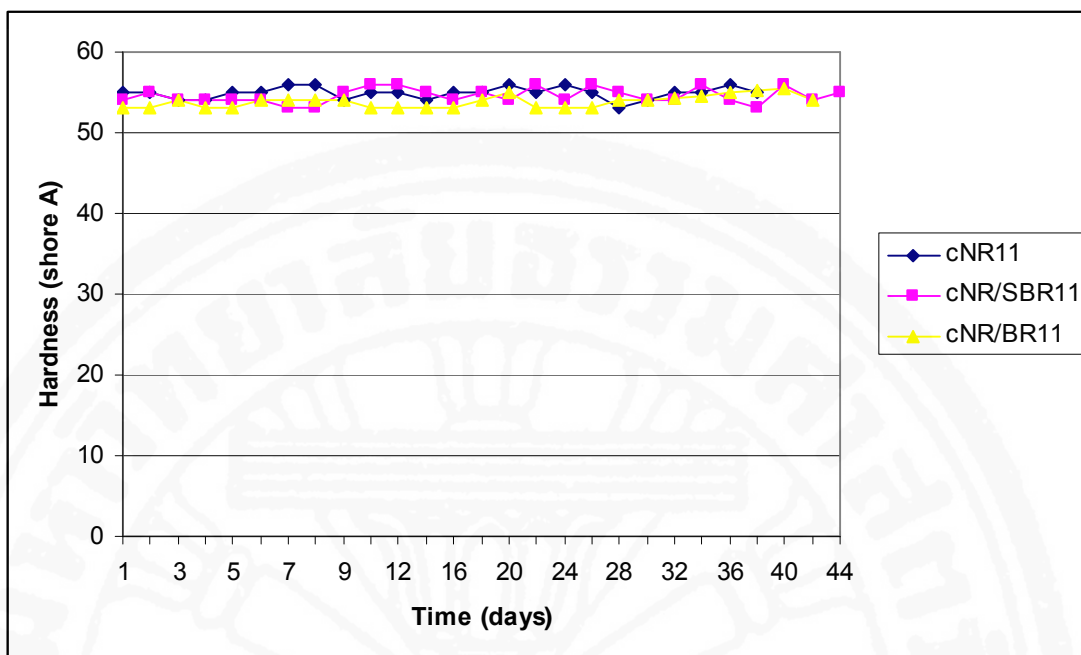


ภาพที่ 4.9 ค่าความแข็ง (Hardness) ของยางคอมปอนด์สูตรยางธรรมชาติผสมยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) เมื่อเวลาเปลี่ยนไป ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 4.10 ค่าความแข็ง (Hardness) ของยางคอมปอนด์สูตรยางธรรมชาติผสมยางบี อาร์ (NR/BR) เมื่อเวลาเปลี่ยนไป ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1

ความแข็งของยางเพิ่มขึ้นตามปริมาณเขม่าดำที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อเวลาเปลี่ยนไปค่าของความแข็งค่อนข้างคงที่ แสดงให้เห็นว่าความแข็งของยางไม่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาการสุกตัวของยางที่สั้นลง แต่ขึ้นอยู่กับปริมาณเขม่าดำหากปริมาณเพิ่มขึ้นค่าความแข็งก็จะเพิ่มขึ้นและการจัดเก็บที่อุณหภูมิโรงงานและห้องเย็นไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งของยางคือให้ค่าความแข็งที่ไม่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.11 ค่าความแข็ง (Hardness) ของยางคอมพอนด์สูตรที่ใช้ยางธรรมชาติ (NR), ยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) และยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) ที่ใช้เขม่าดำ 30 phr และเก็บในอุณหภูมิห้องเย็น (25°C) ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมพอนด์ ชุดการทดลองที่ 1

จากรูป 4.11 แสดงความแข็งของยางแต่ละชนิดซึ่งพบว่ายางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) และยางธรรมชาติเบลนด์ยาง บี อาร์ (NR/BR) ให้ค่าความแข็งที่ไม่แตกต่างกับการใช้ยางธรรมชาติ (NR) เพียงอย่างเดียว

4.2.3 ความถ่วงจำเพาะของยางคอมพอนด์

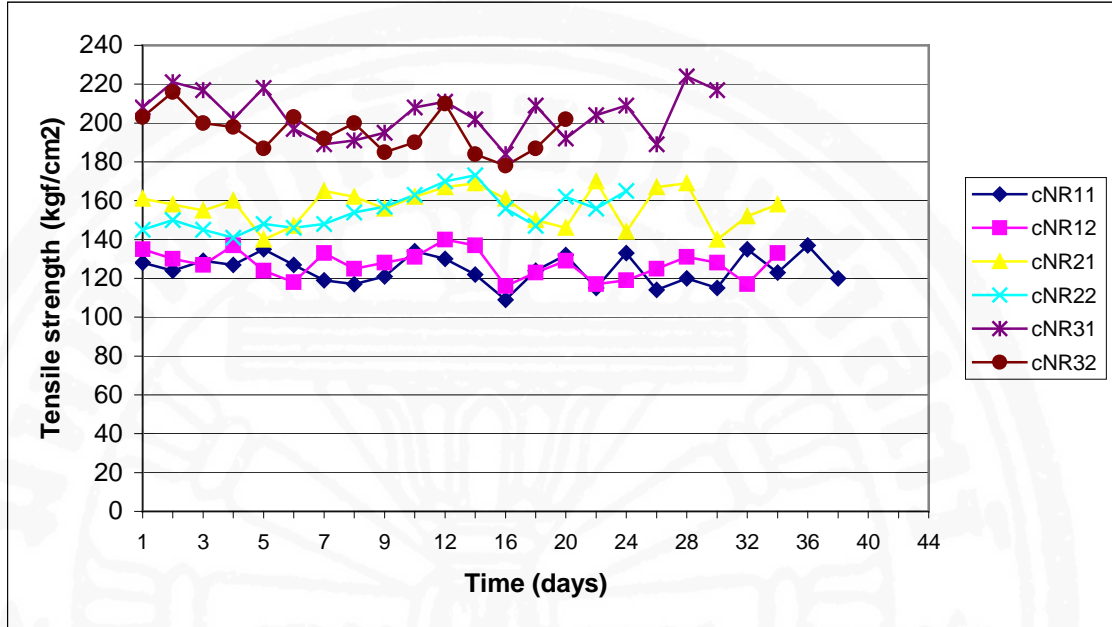
ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะระหว่างชุดการทดลองเพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องในการชั่งวัดวัตถุดิบ เพราะสูตรเดียวกัน ความถ่วงจำเพาะจะมีค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.3 ค่าความถ่วงจำเพาะของยางคอมพอนด์ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำ

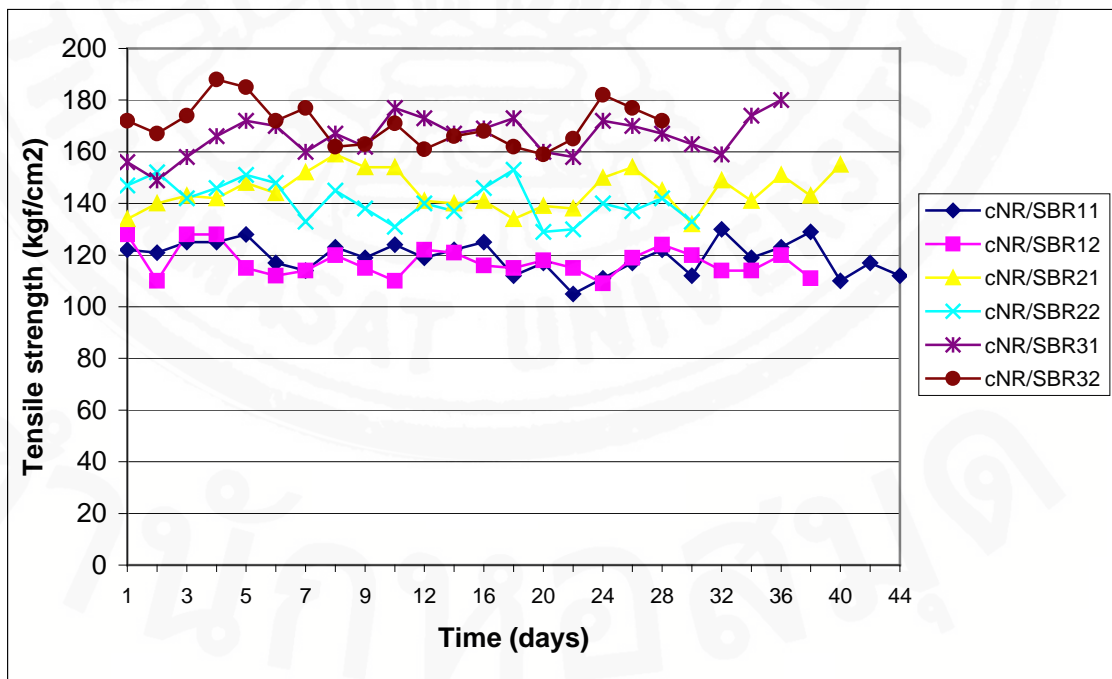
| Compound | ชุดการทดลองที่ 1 | ชุดการทดลองที่ 2 |
|-----------|------------------|------------------|
| cNR/SBR11 | 1.07 | 1.07 |
| cNR/SBR12 | 1.07 | 1.07 |
| cNR/SBR21 | 1.09 | 1.09 |
| cNR/SBR22 | 1.09 | 1.09 |
| cNR/SBR31 | 1.13 | 1.13 |
| cNR/SBR32 | 1.13 | 1.13 |
| cNR/BR11 | 1.09 | 1.08 |
| cNR/BR12 | 1.09 | 1.09 |
| cNR/BR21 | 1.12 | 1.12 |
| cNR/BR22 | 1.12 | 1.12 |
| cNR/BR31 | 1.14 | 1.15 |
| cNR/BR32 | 1.14 | 1.14 |
| cNR11 | 1.07 | 1.07 |
| cNR12 | 1.07 | 1.07 |
| cNR21 | 1.09 | 1.09 |
| cNR22 | 1.09 | 1.09 |
| cNR31 | 1.13 | 1.13 |
| cNR32 | 1.13 | 1.13 |

สำหรับผลที่ได้จะเห็นได้ว่า ยางที่เป็นสูตรเดียวกันให้ค่าความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกัน

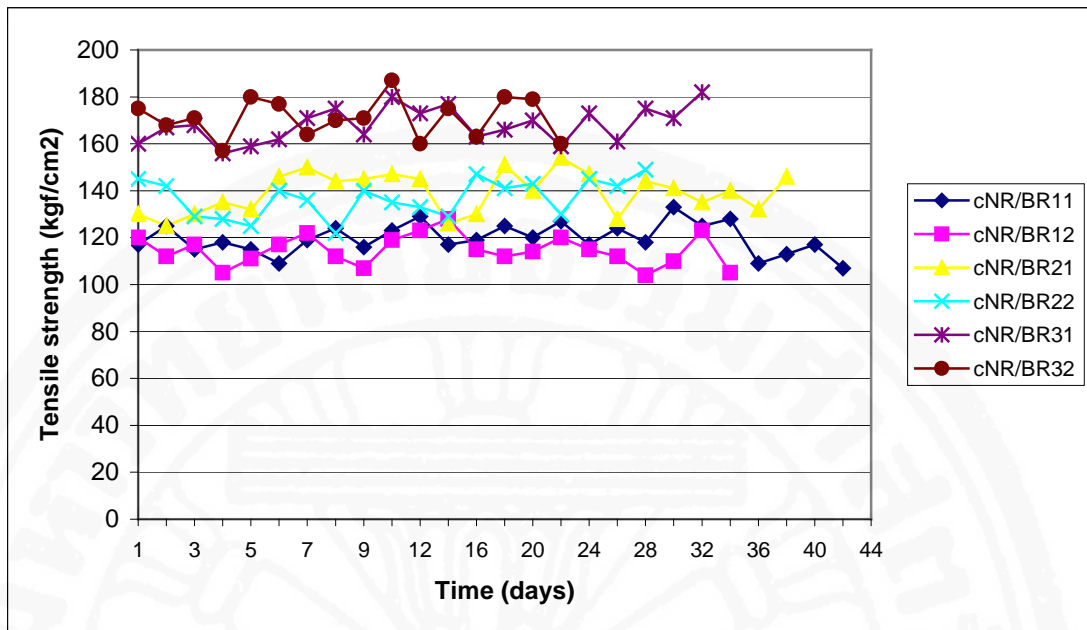
4.2.4 ค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) และระยะยืดจนขาด (Elongation at break)



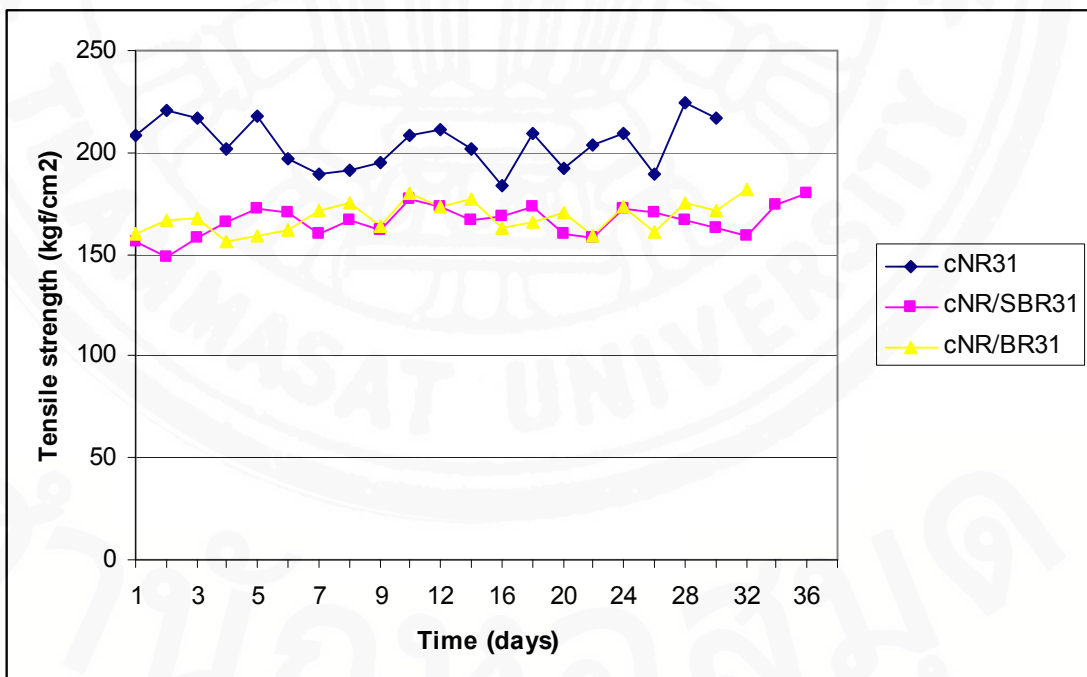
ภาพที่ 4.12 ผลค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ของสูตรยางธรรมชาติ (NR) ในการศึกษาผลของปริมาณขี้เถ้าต่อระยะเวลาการจืดเก็บยางคอมพอนด์ ชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 4.13 ผลค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ของยางธรรมชาติผสมยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) ในการศึกษาผลของปริมาณขี้เถ้าต่อระยะเวลาการจืดเก็บยางคอมพอนด์ ชุดการทดลองที่ 1



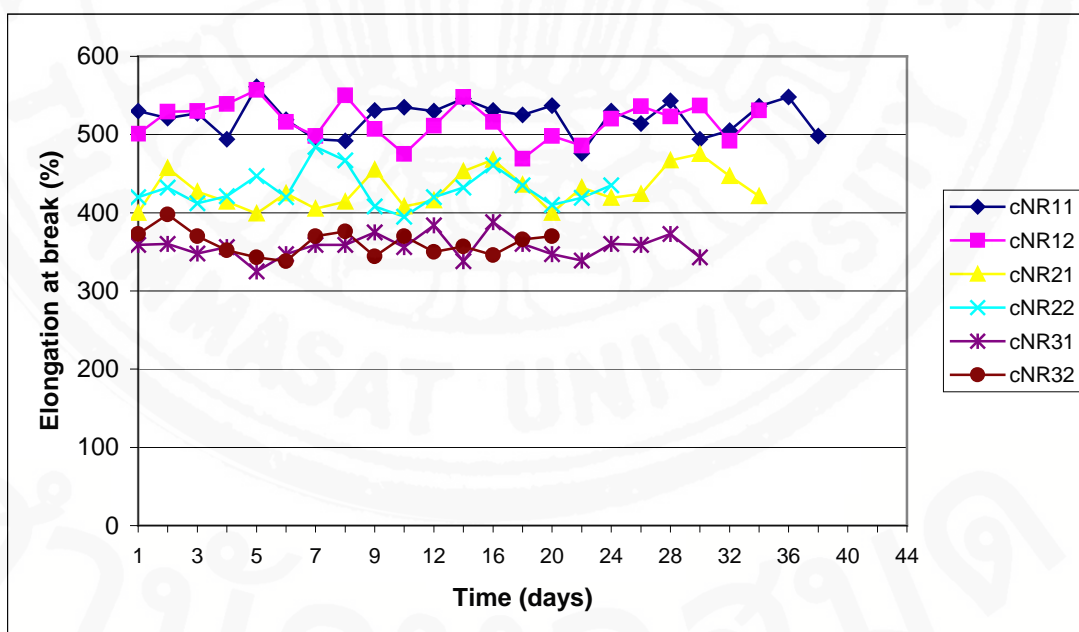
ภาพที่ 4.14 ผลค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength, kgf/cm²) ของยางธรรมชาติผสมยางบี อาร์ (NR/BR) ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจืดเก็บยางคอมพอนด์ชุดการทดลองที่ 1



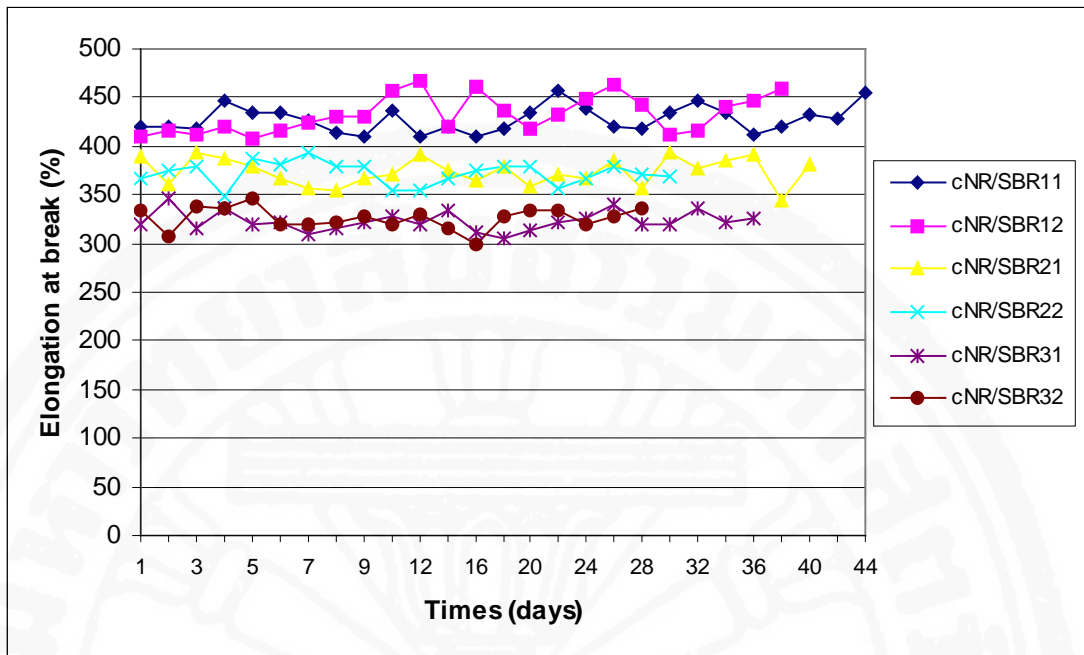
ภาพที่ 4.15 กราฟค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ของยางคอมพอนด์สูตรที่ใช้ยางธรรมชาติ (NR), ยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) และยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) ที่ใช้เขม่าดำ 50 phr และเก็บในอุณหภูมิห้องเย็น (25°C) ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจืดเก็บยางคอมพอนด์ชุดการทดลองที่ 1

จากผลการทดลองพบว่าค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาโดยสังเกตจากกราฟ ภาพที่ 4.12, 4.13, 4.14 และอุณหภูมิในการเก็บยางก็ไม่ส่งผลต่อค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) และจากภาพที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่ายางสูตรที่ใช้ยางธรรมชาติ (NR) เพียงอย่างเดียวและใช้ปริมาณเขม่าดำ 50 phr ให้ค่าความต้านทานต่อแรงดึงมากที่สุดสูตรที่ใช้ยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) และยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) นั้นเป็นเพราะว่ายางธรรมชาติเป็นยางที่มีโครงสร้างโมเลกุลที่เป็นระเบียบจึงสามารถตกผลึกได้จึงทำให้มีค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ค่อนข้างสูง แต่เมื่อนำมาเบลนด์กับยางเอส บี อาร์ (SBR) และ บี อาร์ (BR) ซึ่งเป็นยางที่ไม่สามารถตกผลึกได้เพราะยางทั้งสองมีการจัดเรียงโมเลกุลที่ไม่เป็นระเบียบไม่สามารถตกผลึกได้จึงทำให้สมบัติความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ลดลง

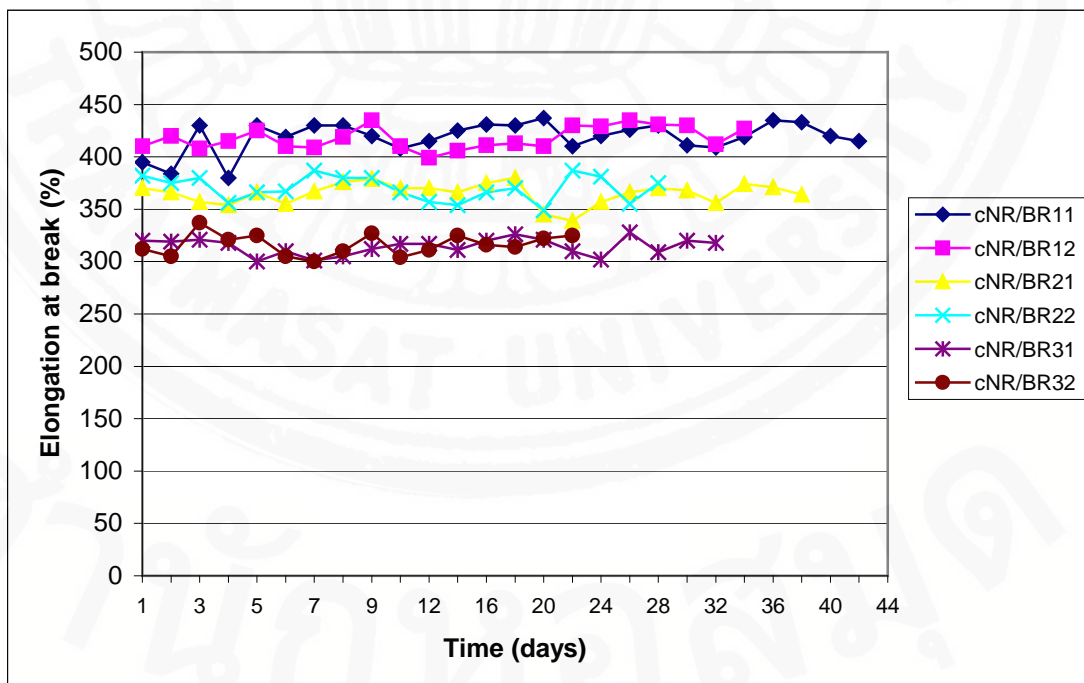
ส่วนค่าระยะยืดจนขาด (Elongation at break) เมื่อปริมาณเขม่าดำเพิ่มขึ้นระยะยืดจนขาด (Elongation at break) จะลดลง ส่วนอุณหภูมิในการจัดเก็บไม่ส่งผลต่อระยะยืดจนขาดของยางคอมพอนด์ทุกสูตร



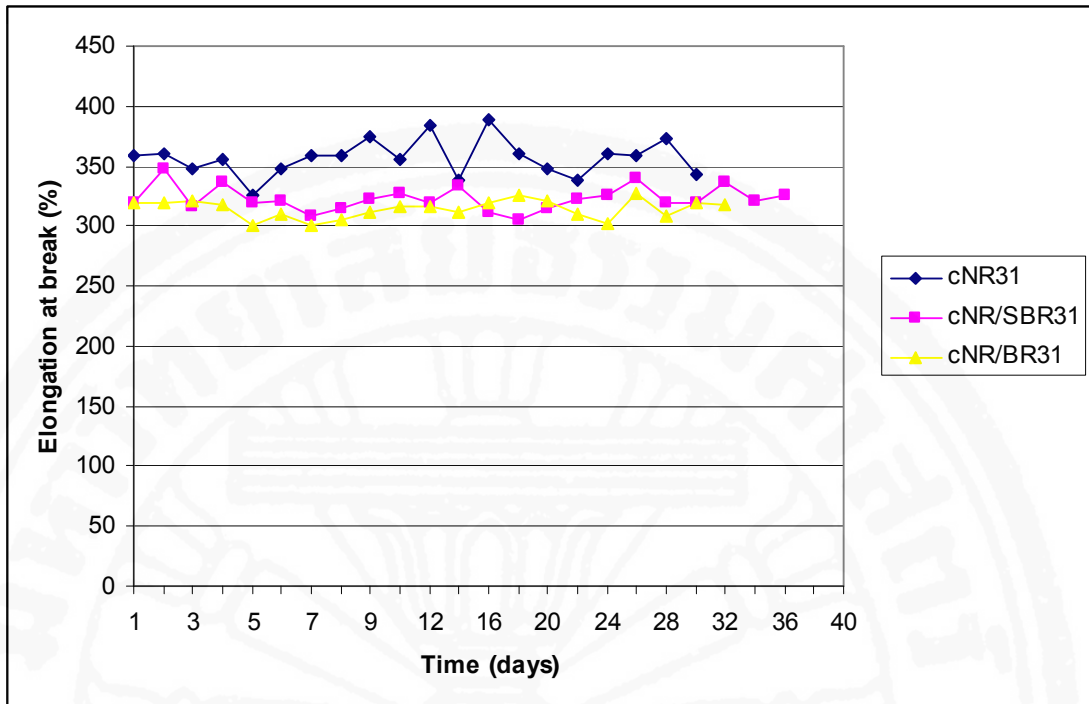
ภาพที่ 4.16 ค่าระยะยืดจนขาด (Elongation at break) ของยางธรรมชาติ (NR) ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมพอนด์ ชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 4.17 ค่าระยะยืดจนขาด (Elongation at break) ของยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 4.18 ค่าระยะยืดจนขาด (Elongation at break) ของยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 4.19 ค่าระยะยืดจนขาด (Elongation at break) ของยางคอมปอนด์สูตรที่ใช้ยางธรรมชาติ (NR), ยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) และยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) ที่ใช้เขม่าดำ 50 phr และเก็บในอุณหภูมิห้องเย็น (25°C) ในการศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำต่อระยะเวลาการจืดเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1

สำหรับระยะยืดจนขาด (Elongation at break, %) สูตรที่ใช้ยางธรรมชาติและใช้เขม่าดำ 30 phr ให้ระยะยืดจนขาด (Elongation at break, %) ยาวที่สุด และจากภาพที่ 4.19 แสดงให้เห็นว่ายางสูตรที่ใช้ยางธรรมชาติเพียงอย่างเดียวให้ระยะยืดจนขาด (Elongation at break, %) มากกว่าสูตรยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) และยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR)

4.3 ผลของระบบวัลคาไนซ์เซชันต่อระยะเวลาการเก็บยางคอมปอนด์

ระยะเวลาที่สามารถจัดเก็บยางเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้มาจากการทดลองในการเตรียมชิ้นทดสอบเพื่อใช้ในการหาค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ซึ่งเตรียมโดยการอัดเบ้า โดยควบคุมขนาดทั้งความหนา กว้างและยาวของชิ้นยางที่ใส่ในแม่พิมพ์ วันที่ไม่สามารถเตรียมชิ้นทดสอบได้ คือ ยางไหลไม่เต็มแม่พิมพ์ เพราะเกิดการคงรูปก่อนไหลเต็มแม่พิมพ์ ถือเป็นวันที่ไม่สามารถนำยางไปใช้ได้แล้ว เพราะฉะนั้นวันที่ทดสอบก่อนหน้าที่ยางจะไหลไม่เต็มแม่พิมพ์ถือเป็นระยะเวลาที่สามารถเก็บยางไว้เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ได้ตามปกติ ได้ผลที่ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ผลของจำนวนวันของการเก็บยางคอมปอนด์ในชุดของการศึกษาระบบวัลคาไนซ์เซชัน

| Vulcanization system | Cooling Temperature (25°C) | | | Factory Temperature (33°C) | | |
|----------------------|----------------------------|---------------|--------------|----------------------------|---------------|--------------|
| | NR (days) | NR/SBR (days) | NR/BR (days) | NR (days) | NR/SBR (days) | NR/BR (days) |
| Conventional | 34 | 38 | 38 | 28 | 34 | 32 |
| | 32 | 38 | 36 | 28 | 34 | 30 |
| Semi-EV | 36 | 42 | 40 | 32 | 36 | 34 |
| | 38 | 44 | 42 | 32 | 38 | 34 |
| EV | 42 | 46 | 44 | 34 | 38 | 36 |
| | 40 | 46 | 44 | 34 | 40 | 38 |

นำข้อมูลจากตารางที่ 4.4 ไปวิเคราะห์โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลอง (Design of experiment) ด้วยโปรแกรม Minitab

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณด้วยโปรแกรม Minitab จากการศึกษาผลของระบบวัลคาไนเซชันต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมปอนด์

| StdOrder | RunOrder | PtType | Blocks | Vulcanization system | Type of rubber | Temperature | storage (days) |
|----------|----------|--------|--------|----------------------|----------------|---------------|----------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | conventional | NR | cooling temp. | 34 |
| 2 | 2 | 1 | 1 | conventional | NR | factory temp. | 28 |
| 3 | 3 | 1 | 1 | conventional | NR/SBR | cooling temp. | 38 |
| 4 | 4 | 1 | 1 | conventional | NR/SBR | factory temp. | 34 |
| 5 | 5 | 1 | 1 | conventional | NR/BR | cooling temp. | 38 |
| 6 | 6 | 1 | 1 | conventional | NR/BR | factory temp. | 32 |
| 7 | 7 | 1 | 1 | semi-EV | NR | cooling temp. | 36 |
| 8 | 8 | 1 | 1 | semi-EV | NR | factory temp. | 32 |
| 9 | 9 | 1 | 1 | semi-EV | NR/SBR | cooling temp. | 42 |
| 10 | 10 | 1 | 1 | semi-EV | NR/SBR | factory temp. | 36 |
| 11 | 11 | 1 | 1 | semi-EV | NR/BR | cooling temp. | 40 |
| 12 | 12 | 1 | 1 | semi-EV | NR/BR | factory temp. | 34 |
| 13 | 13 | 1 | 1 | EV | NR | cooling temp. | 42 |
| 14 | 14 | 1 | 1 | EV | NR | factory temp. | 34 |
| 15 | 15 | 1 | 1 | EV | NR/SBR | cooling temp. | 46 |
| 16 | 16 | 1 | 1 | EV | NR/SBR | factory temp. | 38 |
| 17 | 17 | 1 | 1 | EV | NR/BR | cooling temp. | 44 |
| 18 | 18 | 1 | 1 | EV | NR/BR | factory temp. | 36 |
| 19 | 19 | 1 | 1 | conventional | NR | cooling temp. | 32 |
| 20 | 20 | 1 | 1 | conventional | NR | factory temp. | 28 |
| 21 | 21 | 1 | 1 | conventional | NR/SBR | cooling temp. | 38 |
| 22 | 22 | 1 | 1 | conventional | NR/SBR | factory temp. | 34 |
| 23 | 23 | 1 | 1 | conventional | NR/BR | cooling temp. | 36 |
| 24 | 24 | 1 | 1 | conventional | NR/BR | factory temp. | 30 |
| 25 | 25 | 1 | 1 | semi-EV | NR | cooling temp. | 38 |
| 26 | 26 | 1 | 1 | semi-EV | NR | factory temp. | 32 |
| 27 | 27 | 1 | 1 | semi-EV | NR/SBR | cooling temp. | 44 |
| 28 | 28 | 1 | 1 | semi-EV | NR/SBR | factory temp. | 38 |
| 29 | 29 | 1 | 1 | semi-EV | NR/BR | cooling temp. | 42 |
| 30 | 30 | 1 | 1 | semi-EV | NR/BR | factory temp. | 34 |
| 31 | 31 | 1 | 1 | EV | NR | cooling temp. | 40 |
| 32 | 32 | 1 | 1 | EV | NR | factory temp. | 34 |
| 33 | 33 | 1 | 1 | EV | NR/SBR | cooling temp. | 46 |
| 34 | 34 | 1 | 1 | EV | NR/SBR | factory temp. | 40 |
| 35 | 35 | 1 | 1 | EV | NR/BR | cooling temp. | 44 |
| 36 | 36 | 1 | 1 | EV | NR/BR | factory temp. | 38 |

General Linear Model: storage (day versus Vulcanizatio, Type of rubb, ...

| Factor | Type | Levels | Values |
|----------------------|-------|--------|------------------------------|
| Vulcanization system | fixed | 3 | conventional, semi-EV, EV |
| Type of rubber | fixed | 3 | NR, NR/SBR, NR/BR |
| Temperature | fixed | 2 | cooling temp., factory temp. |

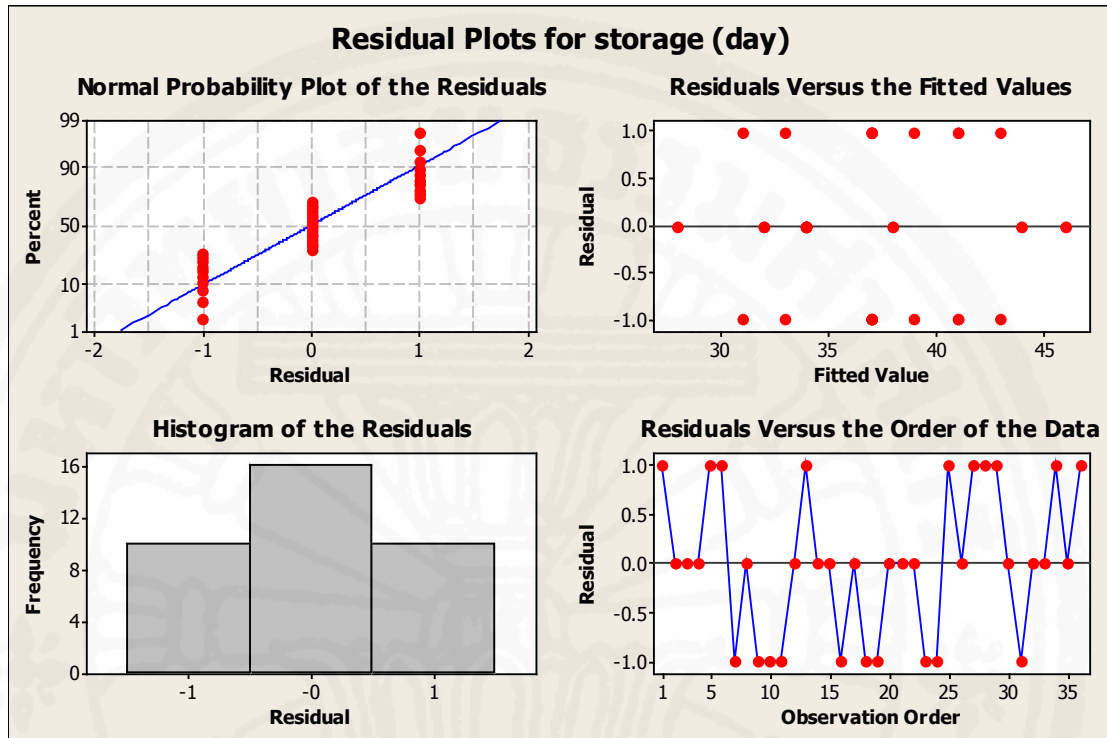
Analysis of Variance for storage (days), using Adjusted SS for Tests

| Source | DF | Seq SS | Adj SS | Adj MS | F |
|---|----|---------|---------|---------|--------|
| Vulcanization system | 2 | 268.667 | 268.667 | 134.333 | 120.90 |
| Type of rubber | 2 | 172.667 | 172.667 | 86.333 | 77.70 |
| Temperature | 1 | 324.000 | 324.000 | 324.000 | 291.60 |
| Vulcanization system*Type of rubber | 4 | 0.667 | 0.667 | 0.167 | 0.15 |
| Vulcanization system*Temperature | 2 | 6.000 | 6.000 | 3.000 | 2.70 |
| Type of rubber*Temperature | 2 | 2.000 | 2.000 | 1.000 | 0.90 |
| Vulcanization system*Type of rubber* Temperature | 4 | 2.000 | 2.000 | 0.500 | 0.45 |
| Error | 18 | 20.000 | 20.000 | 1.111 | |
| Total | 35 | 796.000 | | | |

| Source | P |
|---|-------|
| Vulcanization system | 0.000 |
| Type of rubber | 0.000 |
| Temperature | 0.000 |
| Vulcanization system*Type of rubber | 0.961 |
| Vulcanization system*Temperature | 0.094 |
| Type of rubber*Temperature | 0.424 |
| Vulcanization system*Type of rubber* Temperature | 0.771 |
| Error | |
| Total | |

S = 1.05409 R-Sq = 97.49% R-Sq(adj) = 95.11%

สำนักหอสมุด

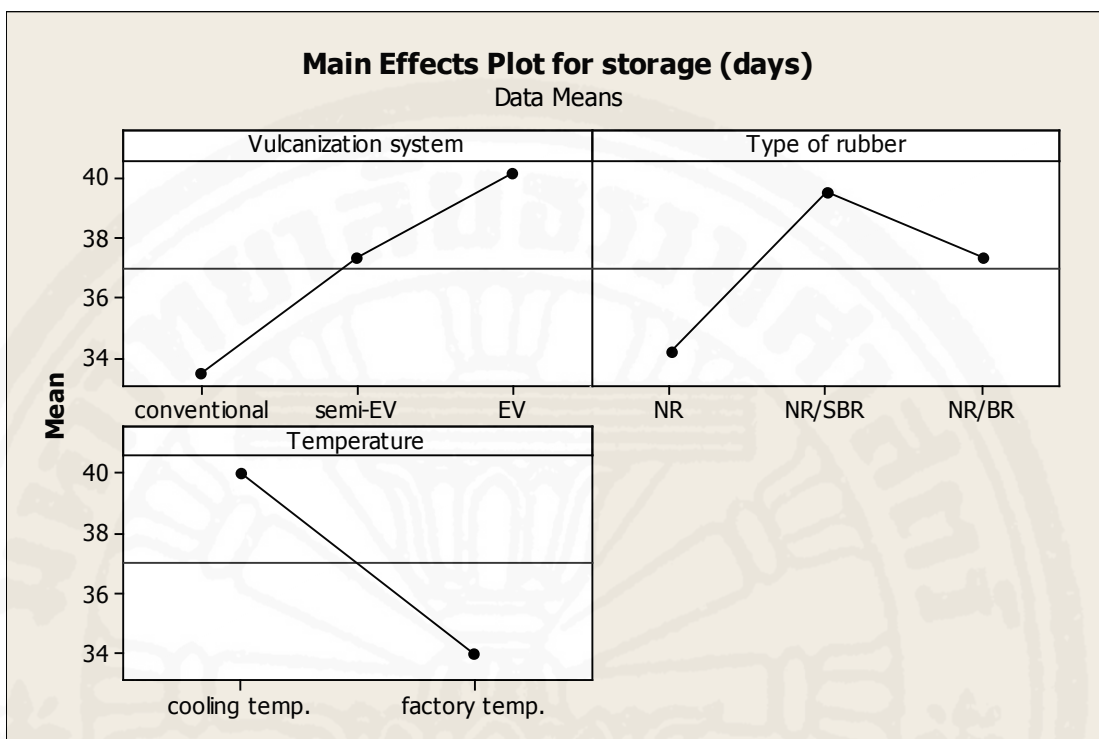


ภาพที่ 4.20 กราฟเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาว่าข้อมูลเป็นแบบใด ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์ เซชั้นต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมปอนด์

พิจารณาจากภาพที่ 4.20 แสดงกราฟ Normal Probability Plot of the Residuals ออกมาเป็นลักษณะเส้นตรงเพราะฉะนั้นสรุปได้ว่าข้อมูลมีการกระจายแบบ Normal และกราฟ Histogram of the Residuals ก็มีลักษณะเป็นระฆังคว่ำก็แสดงว่าข้อมูลกระจายเป็นแบบ Normal

จากผลการคำนวณจากโปรแกรม Minitab

จากการคำนวณสามารถวิเคราะห์ได้จากค่า P-value โดยใช้ significant level ที่ 5% จะเห็นได้ว่าปัจจัยหลักทั้ง 3 ตัว คือ ระบบวัลคาไนซ์ เซชั้น ชนิดของยาง และอุณหภูมิ ส่งผลโดยตรงต่อระยะเวลาการจัดเก็บยาง เพราะให้ค่า P-value ที่ต่ำกว่าค่า significant level ส่วนปัจจัยหลักไม่ส่งผลร่วมกัน (ไม่มี interaction) เพราะให้ค่า p-value มากกว่าค่า significant level เพราะฉะนั้นพิจารณาเฉพาะส่วนของปัจจัยหลักเท่านั้น

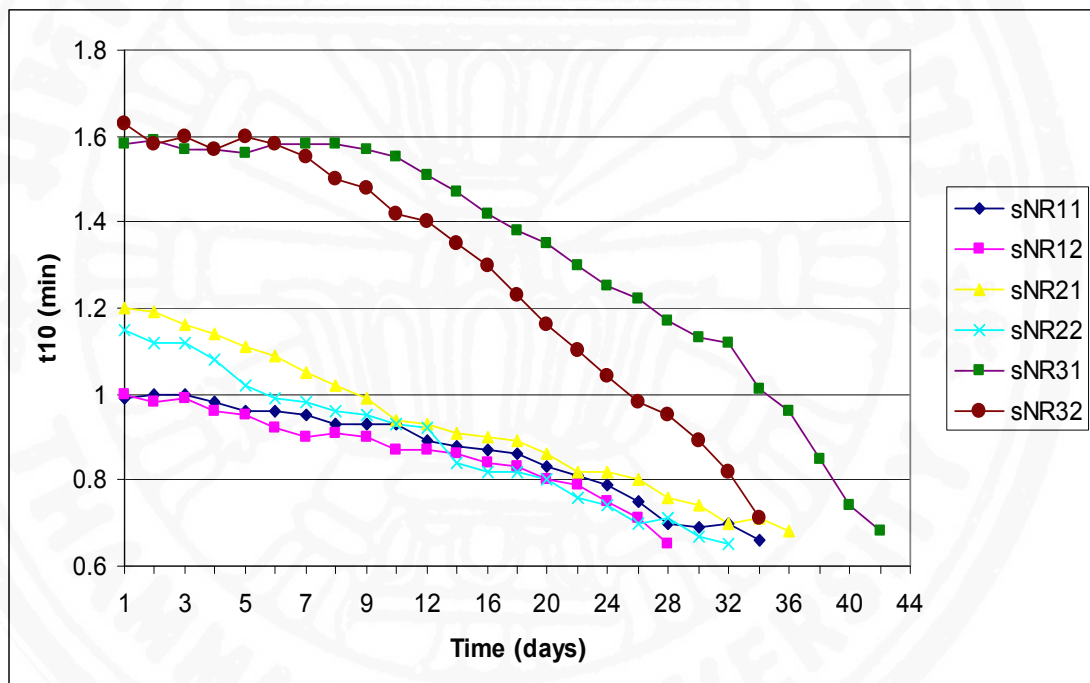


ภาพที่ 4.21 ผลของปัจจัยหลัก (ระบบวัลคาไนซ์เซชัน, ชนิดของยางและอุณหภูมิ) ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์เซชันที่ส่งผลต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมพอนด์

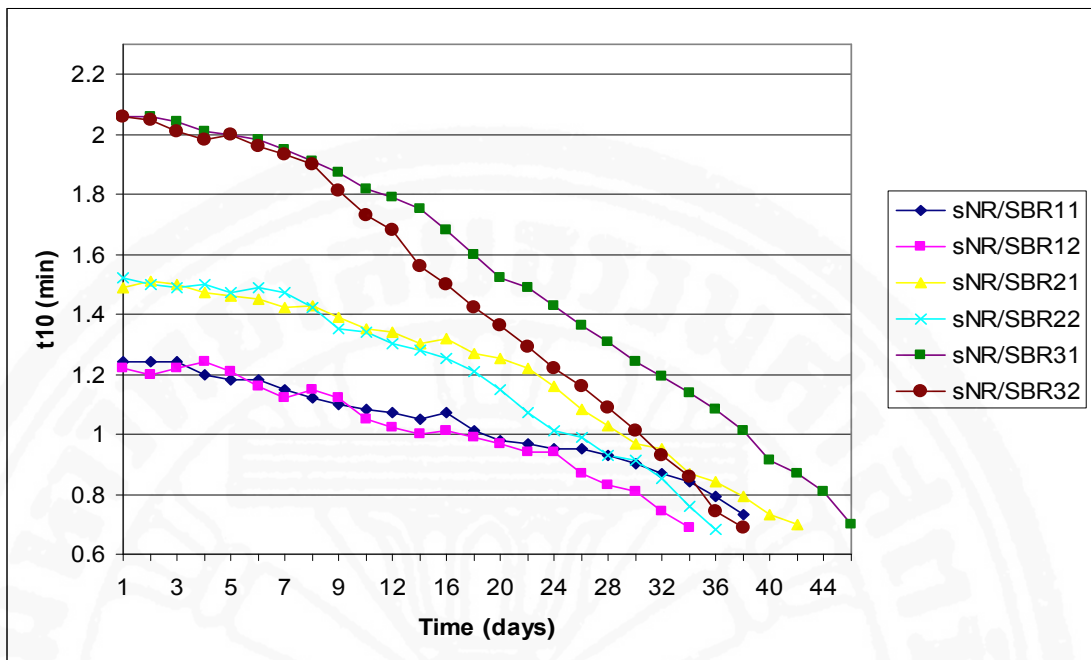
จากภาพที่ 4.21 ซึ่งแสดงผลของปัจจัยหลักที่มีต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมพอนด์ พบว่าการใช้ระบบวัลคาไนซ์แบบ EV (Efficiency vulcanization) ให้ระยะเวลาในการจัดเก็บยาวที่สุด รองลงมาคือ ระบบวัลคาไนซ์แบบ Semi-EV (Semi- Efficiency vulcanization) และการใช้ระบบวัลคาไนซ์แบบ Conventional ให้ระยะเวลาในการจัดเก็บยางคอมพอนด์สั้นที่สุด ส่วนชนิดของยางพบว่าการใช้ยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) ให้ระยะเวลาในการจัดเก็บยาวที่สุด รองลงมาเป็นสูตรที่ใช้ยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) และสูตรที่ใช้ยางธรรมชาติ (NR) ให้ระยะเวลาการจัดเก็บได้สั้นที่สุด ส่วนยางที่เก็บที่อุณหภูมิห้องเย็น (25°C) ทุกสูตรให้ระยะเวลาในการจัดเก็บยาวกว่ายางที่เก็บที่อุณหภูมิโรงงาน (33°C)

4.4 ผลของระบบวัลคาไนซ์เซชันที่มีต่อสมบัติของยางคอมปอนด์

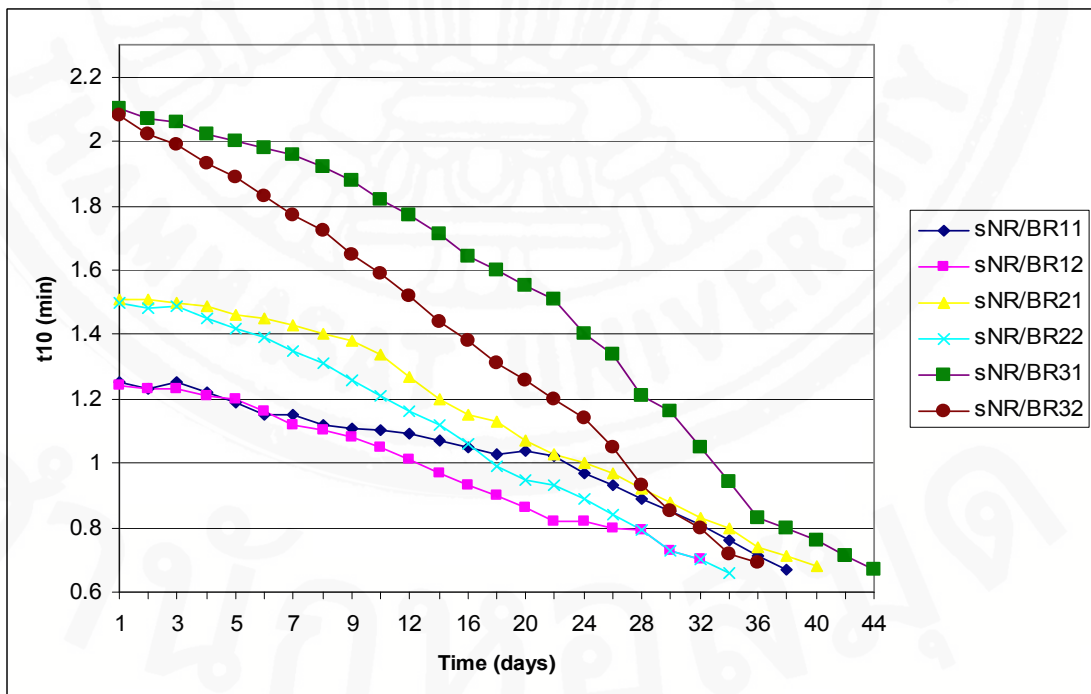
4.4.1 ผล Rheological ของยางคอมปอนด์ แสดงค่า t_{10} เป็นผลที่ได้จากการทดสอบด้วยเครื่อง Rheometer เพื่อศึกษาลักษณะการ cure ของยางคอมปอนด์ว่าเวลาที่ยางยังสามารถไหลได้อยู่มีระยะเวลาเท่าไรหรือเริ่มเกิดปฏิกิริยาวัลคาไนซ์เซชันที่นาที่ที่เท่าไร สำหรับค่า t_{10} นั้นเป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่าเกิดปฏิกิริยาไปแล้ว 10% นั้นนาที่ที่เท่าไร สำหรับผลการทดลองเป็นดังนี้



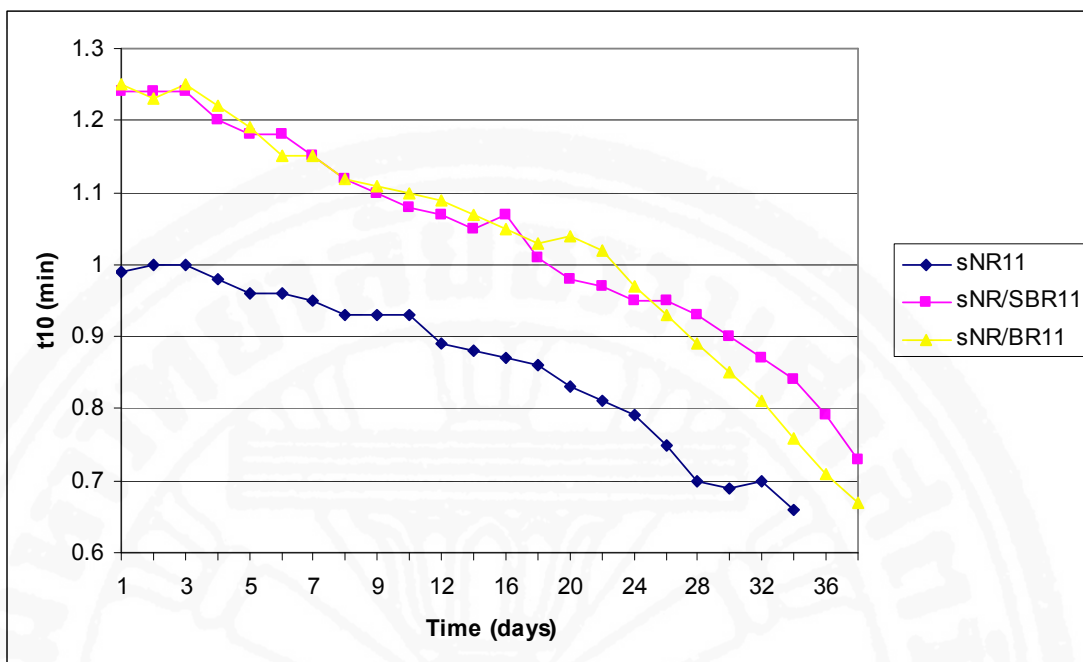
ภาพที่ 4.22 กราฟค่า t_{10} ของยางคอมปอนด์สูตรที่ใช้ยางธรรมชาติ (NR) เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์เซชันต่อระยะเวลาการจับตัวของยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 4.23 กราฟค่า t_{10} ของยางคอมปอนด์สูตรที่ใช้ยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์เซชันต่อระยะเวลาการจับเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 4.24 กราฟค่า t_{10} ของยางคอมปอนด์สูตรที่ใช้ยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์เซชันต่อระยะเวลาการจับเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1

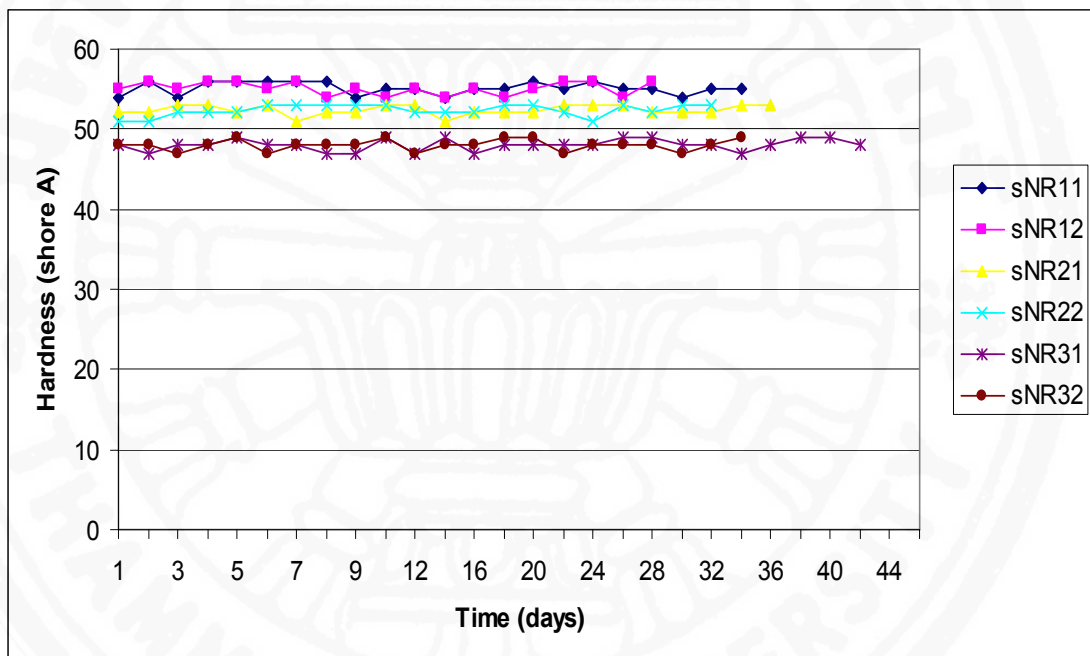


ภาพที่ 4.25 กราฟค่า t_{10} ของยางคอมเพานด์สูตรที่ใช้ยางธรรมชาติ (NR), ยางธรรมชาติ เบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) และยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) ที่ใช้ระบบวัลคาไนซ์เซชันแบบ Conventional และเก็บในอุณหภูมิห้องเย็น (25°C) ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์เซชันต่อระยะเวลาการจืดเก็บยางคอมเพานด์ ชุดการทดลองที่ 1

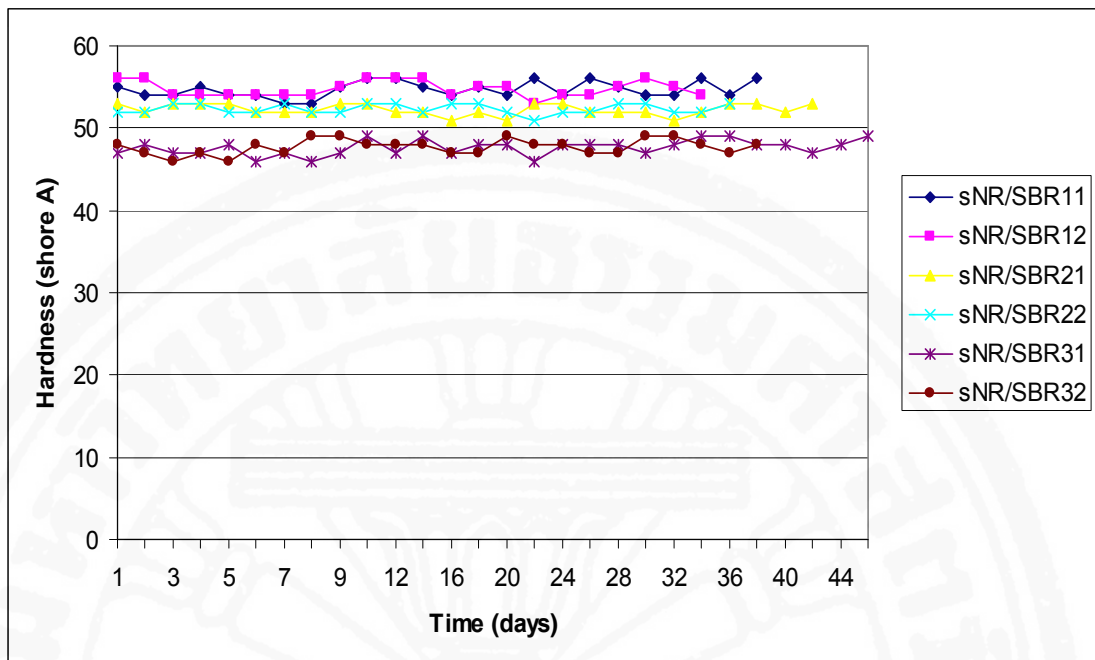
ค่า t_{10} ของยางจะลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นและลดลงจนยางไม่สามารถนำไปใช้แปรรูปได้ และค่า t_{10} ของยางคอมเพานด์ก็ขึ้นอยู่กับระบบวัลคาไนซ์เซชันด้วย คือ เมื่อเมื่อใช้ระบบวัลคาไนซ์แบบ Conventional ให้ค่า t_{10} สั้นกว่ายางที่วัลคาไนซ์เซชันด้วยระบบ Semi-EV และ EV ตามลำดับ นั่นเป็นเพราะว่าสารให้กำมะถันที่ใช้ในระบบ Semi-EV และ EV นั้นจะต้องแตกตัวก่อนที่จะเกิดปฏิกิริยาวัลคาไนซ์เซชันจึงทำให้ค่า t_{10} ยาวกว่าการวัลคาไนซ์ด้วยระบบ Conventional และยางที่เก็บที่อุณหภูมิโรงงานก็ให้ค่า t_{10} ต่ำกว่ายางคอมเพานด์ที่เก็บที่ห้องเย็นด้วย นั่นคือ การลดลงของค่า t_{10} ลดลงเร็วกว่ายางที่เก็บไว้ที่ห้องเย็นเพราะอุณหภูมิส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาวัลคาไนซ์เซชัน ส่วนชนิดของยางพบว่ายางเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติกับยางเอส บี อาร์ และยางบี อาร์ ให้ค่า t_{10} ยาวกว่ายางที่ใช้ยางธรรมชาติเพียงอย่างเดียว

4.4.2 ผลต่อความแข็งของยางคอมปอนด์

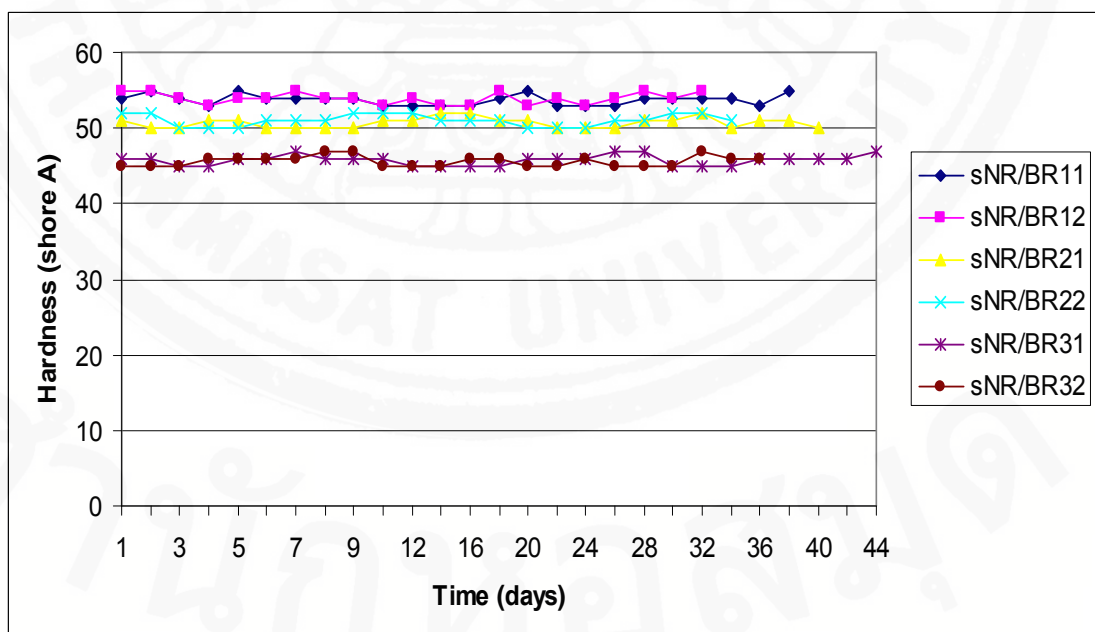
การวัลคาไนซ์ด้วยระบบ Conventional ให้ความแข็งสูงสุดตรงลงมาคือ การวัลคาไนซ์ด้วยระบบ Semi-EV และ EV ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิในการจัดเก็บไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งสำหรับชนิดยางถือว่าให้ผลไม่ค่อยแตกต่างเพราะในการเบลนด์ใช้ยาง เอส บี อาร์ และ บี อาร์ ในอัตราส่วนที่ไม่มากนัก จึงให้ค่าความแข็งที่ไม่แตกต่างอย่างชัดเจน สำหรับระยะเวลาการจัดเก็บไม่ส่งผลทำให้ค่าความแข็งของยางเปลี่ยนแปลง



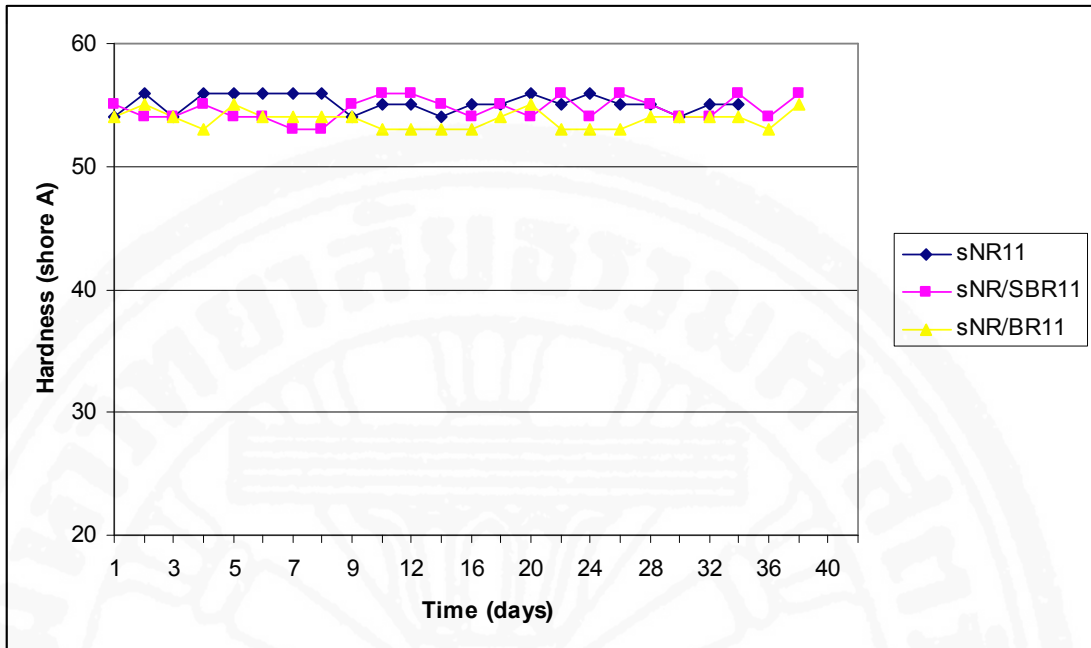
ภาพที่ 4.26 ค่าความแข็งของยางคอมปอนด์สูตรยางธรรมชาติ (NR) เมื่อเวลาเปลี่ยนไป ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์ขึ้นต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 4.27 ค่าความแข็งของยางคอมปอนด์สูตรยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) เมื่อเวลาเปลี่ยนไป ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์เซชันต่อระยะเวลาการจืดเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 4.28 ค่าความแข็งของยางคอมปอนด์สูตรยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) เมื่อเวลาเปลี่ยนไป ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์เซชันต่อระยะเวลาการจืดเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 4.29 ค่าความแข็งของยางคอมปอนด์สูตรที่ใช้ยางธรรมชาติ (NR), ยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) และยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) ที่ใช้ระบบวัลคาไนเซชันแบบ Conventional และเก็บในอุณหภูมิห้องเย็น (25°C) ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนเซชันต่อระยะเวลาการจืดเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1

สำนักหอสมุด

4.4.3 ความถ่วงจำเพาะของยางคอมปอนด์

ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะระหว่างชุดการทดลองเพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องในการชั่งวัดวัตถุดิบ เพราะสูตรเดียวกัน ความถ่วงจำเพาะจะมีค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.6 ค่าความถ่วงจำเพาะของยางคอมปอนด์ ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนเซชัน

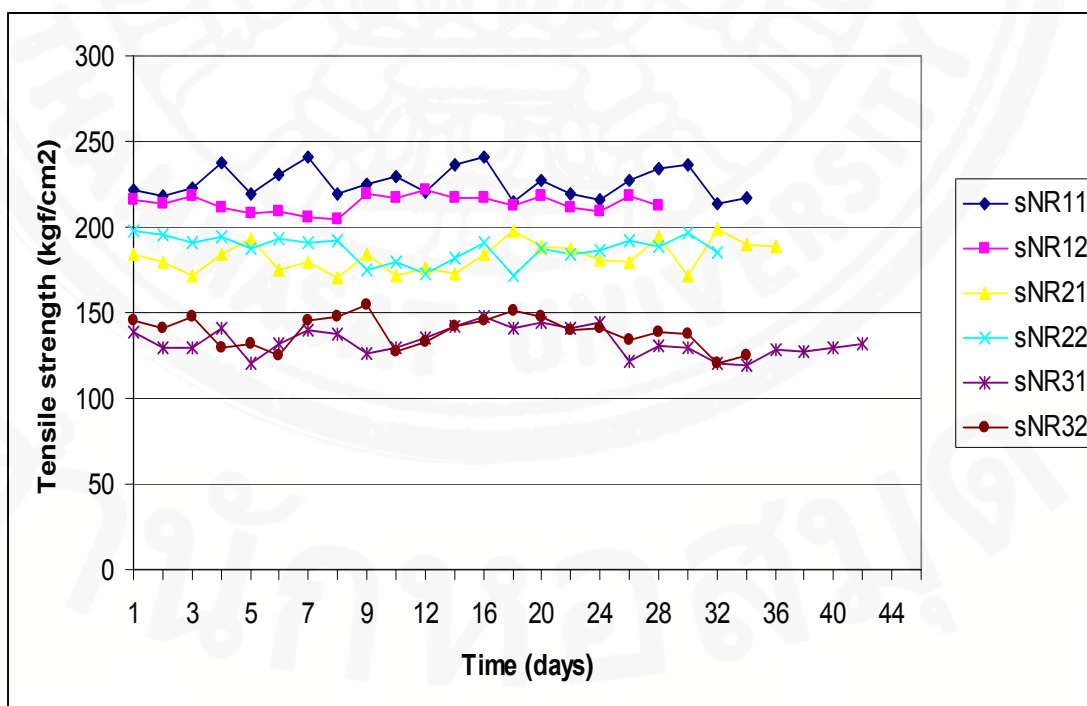
| Compound | ชุดการทดลองที่ 1 | ชุดการทดลองที่ 2 |
|-----------|------------------|------------------|
| sNR/SBR11 | 1.08 | 1.08 |
| sNR/SBR12 | 1.08 | 1.07 |
| sNR/SBR21 | 1.08 | 1.08 |
| sNR/SBR22 | 1.07 | 1.07 |
| sNR/SBR31 | 1.07 | 1.07 |
| sNR/SBR32 | 1.07 | 1.07 |
| sNR/BR11 | 1.07 | 1.07 |
| sNR/BR12 | 1.07 | 1.07 |
| sNR/BR21 | 1.07 | 1.07 |
| sNR/BR22 | 1.07 | 1.07 |
| sNR/BR31 | 1.07 | 1.07 |
| sNR/BR32 | 1.07 | 1.07 |
| sNR11 | 1.08 | 1.08 |
| sNR12 | 1.08 | 1.08 |
| sNR21 | 1.07 | 1.07 |
| sNR22 | 1.06 | 1.07 |
| sNR31 | 1.07 | 1.07 |
| sNR32 | 1.07 | 1.07 |

ทั้ง 2 ชุดการทดลองให้ค่าที่ไม่แตกต่างกัน

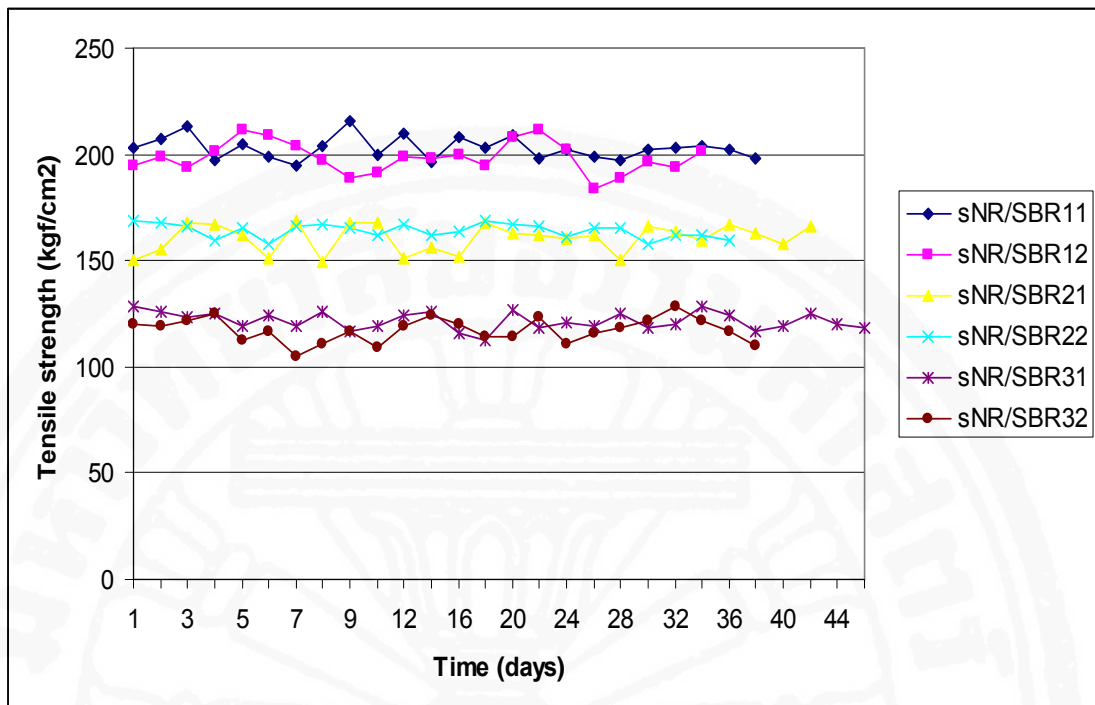
4.4.4 ค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) และระยะยืดจนขาด (Elongation at break)

การวัลคาไนซ์ด้วยระบบ Conventional ให้ค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) สูงที่สุด รองลงมาคือ การวัลคาไนซ์ด้วยระบบ Semi-EV และให้ค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) น้อยที่สุดคือ การวัลคาไนซ์ด้วยระบบ EV นั่นเป็นเพราะว่าการวัลคาไนซ์ด้วยระบบ Conventional เกิดพันธะเชื่อมโยงที่ค่อนข้างหนาแน่นกว่าการวัลคาไนซ์ด้วยระบบอื่นๆ เพราะการวัลคาไนซ์ด้วยระบบ Conventional พันธะที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เป็นแบบ polysulphidic จึงทำให้ความหนาแน่นของพันธะเชื่อมโยงค่อนข้างสูง (crosslink density) จึงทำให้ความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) สูงกว่าการวัลคาไนซ์ด้วยระบบอื่นๆ ซึ่งระบบ Semi-EV จะให้สมบัติอยู่ระหว่างกลางของระบบ Conventional และ EV และระบบ EV ส่วนใหญ่เกิดพันธะเชื่อมโยงแบบ monosulphidic และ disulphidic (A.S. Aprem et al. 2003)

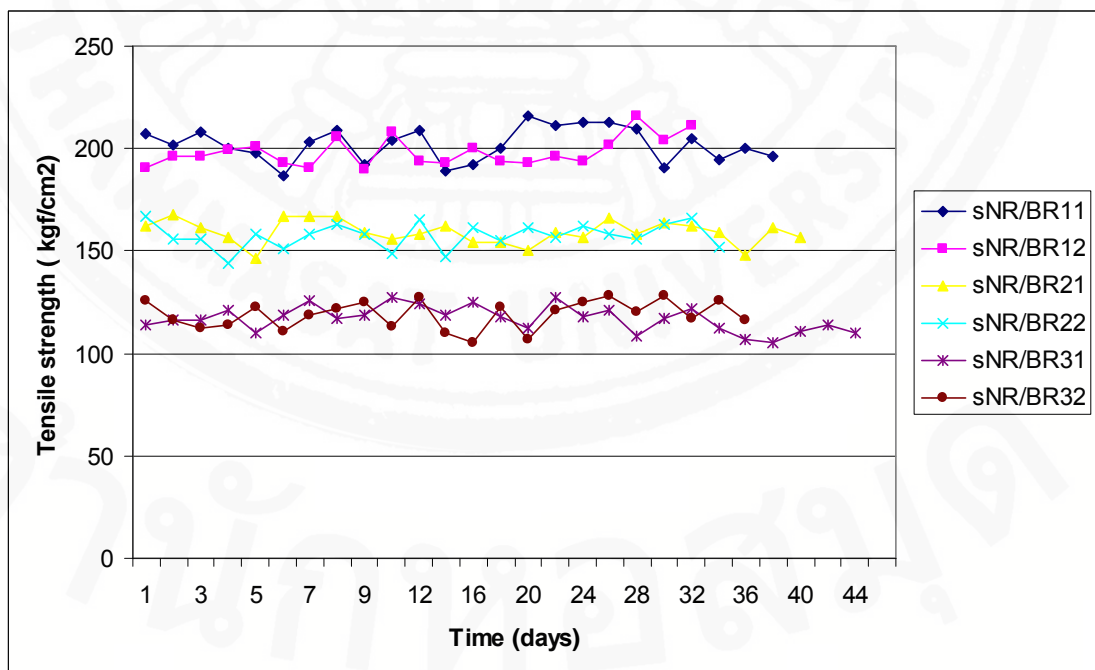
ส่วนอุณหภูมิที่ต่างกันและเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปไม่ส่งผลให้ค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) เปลี่ยนแปลง



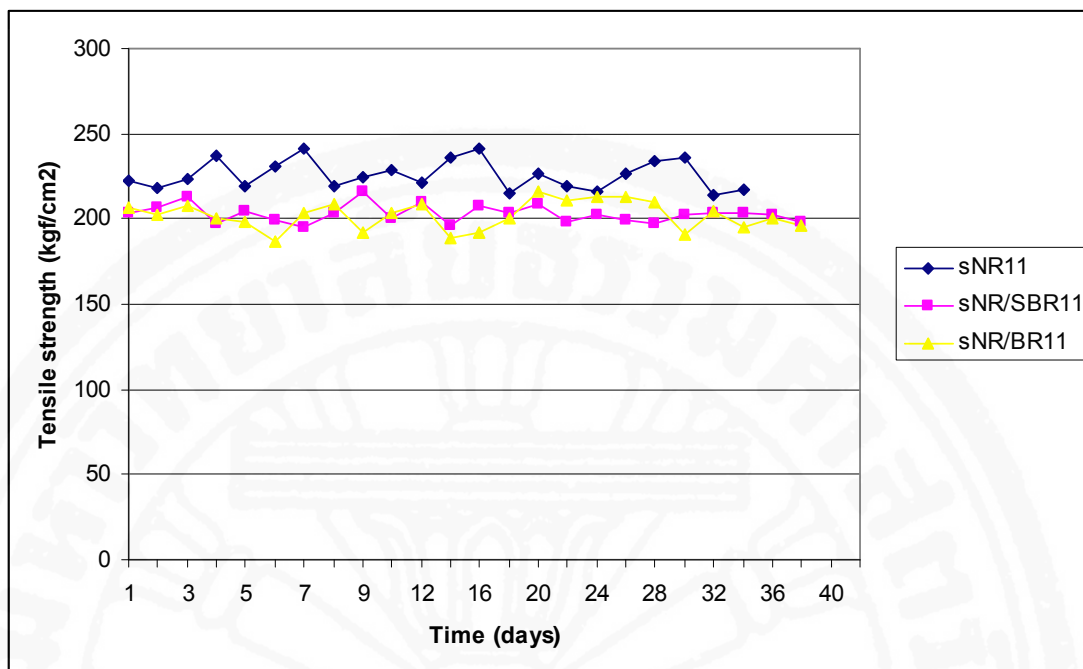
ภาพที่ 4.30 ค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ของยางธรรมชาติ (NR) ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์เซชันต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมพอนด์ ชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 4.31 ค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ของยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บีอาร์ (NR/SBR) ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์เซชันต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมปานด์ ชุดการทดลองที่ 1



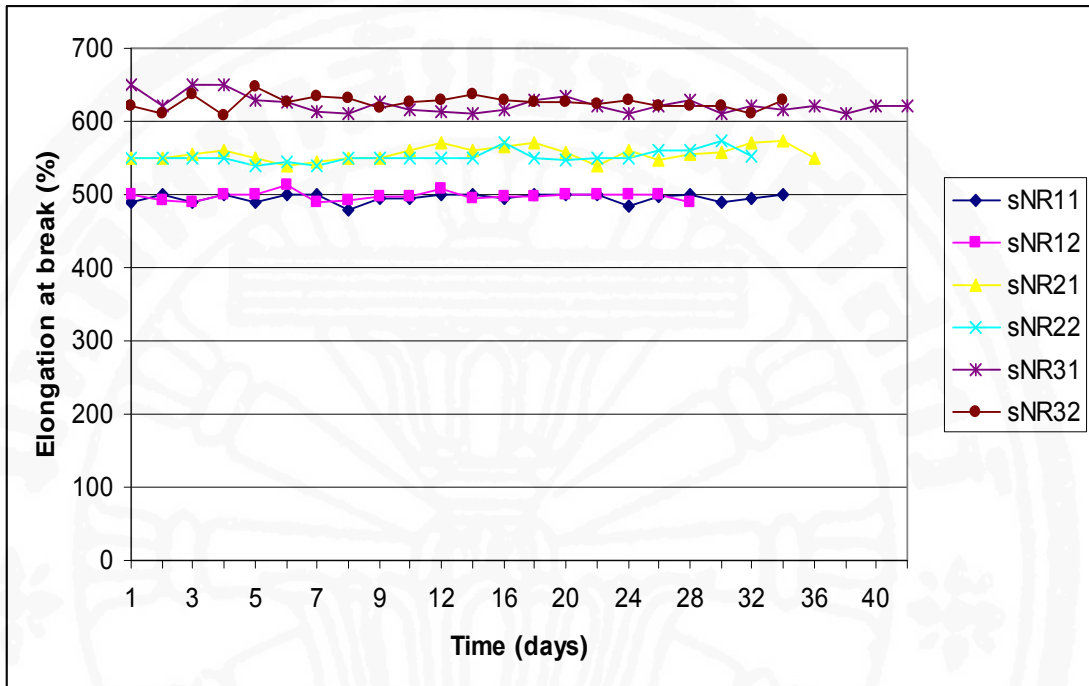
ภาพที่ 4.32 ค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ของยางธรรมชาติเบลนด์ยางบีอาร์ (NR/BR) ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์เซชันต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมปานด์ ชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 4.33 ค่าความต้านทานต่อแรงดึง ของยางคอมปอนด์สูตรที่ใช้ยางธรรมชาติ (NR), ยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) และยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) ที่ใช้ระบบวัลคาไนซ์เซชันแบบ Conventional และเก็บในอุณหภูมิห้องเย็น (25°C) ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์เซชันต่อระยะเวลาการจืดเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1

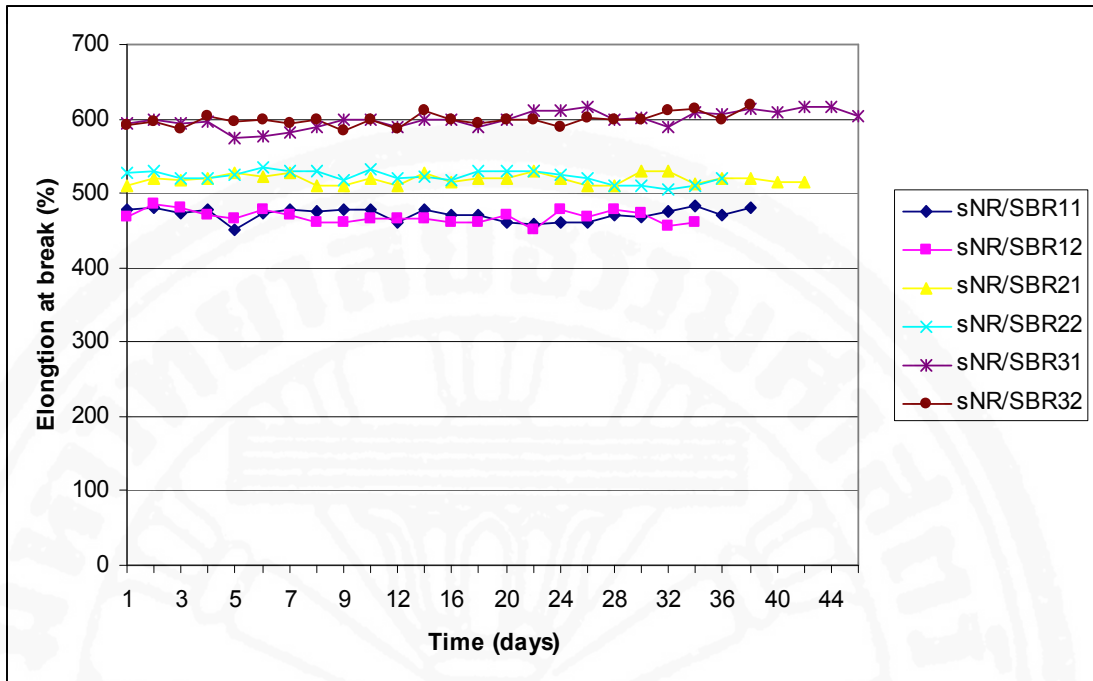
จากภาพที่ 4.33 แสดงให้เห็นว่ายางสูตรที่ใช้ยางธรรมชาติเพียงอย่างเดียวให้ค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) มากที่สุด นั่นเป็นเพราะว่าการจัดเรียงโมเลกุลของยางธรรมชาติเป็นระเบียบจึงสามารถตกผลึกได้จึงทำให้มีค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ค่อนข้างสูง ส่วนยางเอส บี อาร์และยาง บี อาร์ นั้นไม่สามารถตกผลึกได้จึงทำให้ค่าความต้านทานต่อแรงดึงของยางธรรมชาติเบลนด์เอส บี อาร์และยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ ต่ำกว่าสูตรที่ใช้ยางธรรมชาติเพียงอย่างเดียว

ผลของระยะยืดจนขาด (Elongation at break, %) ของยางสูตรต่างๆ ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์ขั้นต่อระยะเวลาการจืดเก็บยางคอมปอนด์ แสดงดังนี้

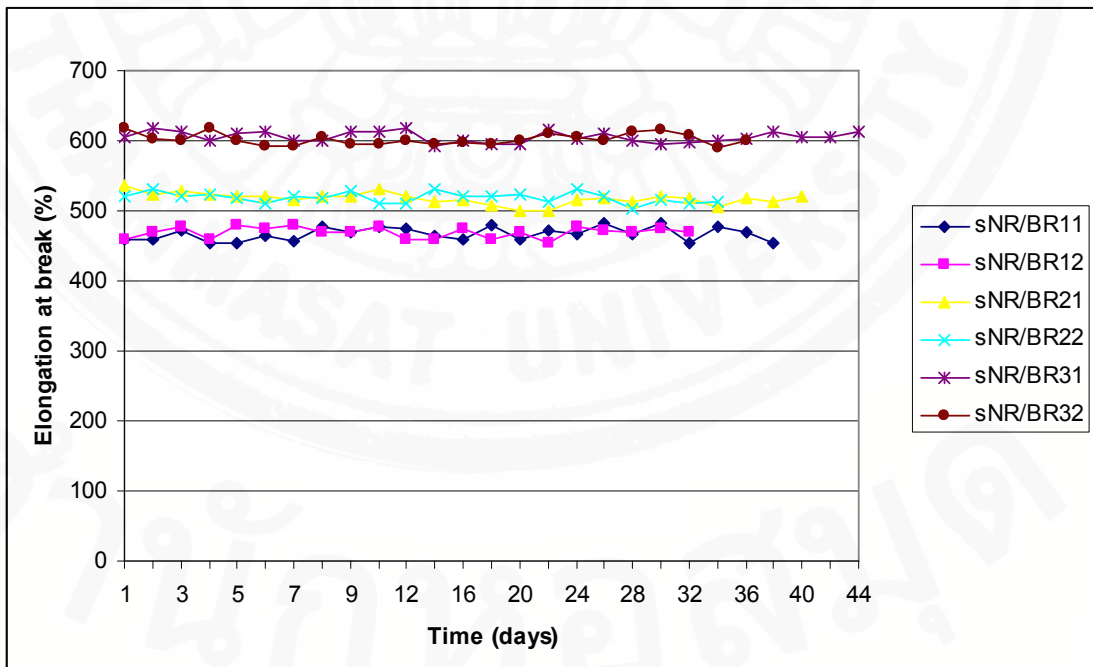


ภาพที่ 4.34 ระยะยืดจนขาด (Elongation at break) ของยางธรรมชาติ (NR) ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์ขั้นต่อระยะเวลาการจืดเก็บยางคอมปอนด์ ชุดการทดลองที่ 1

สำนักหอสมุด

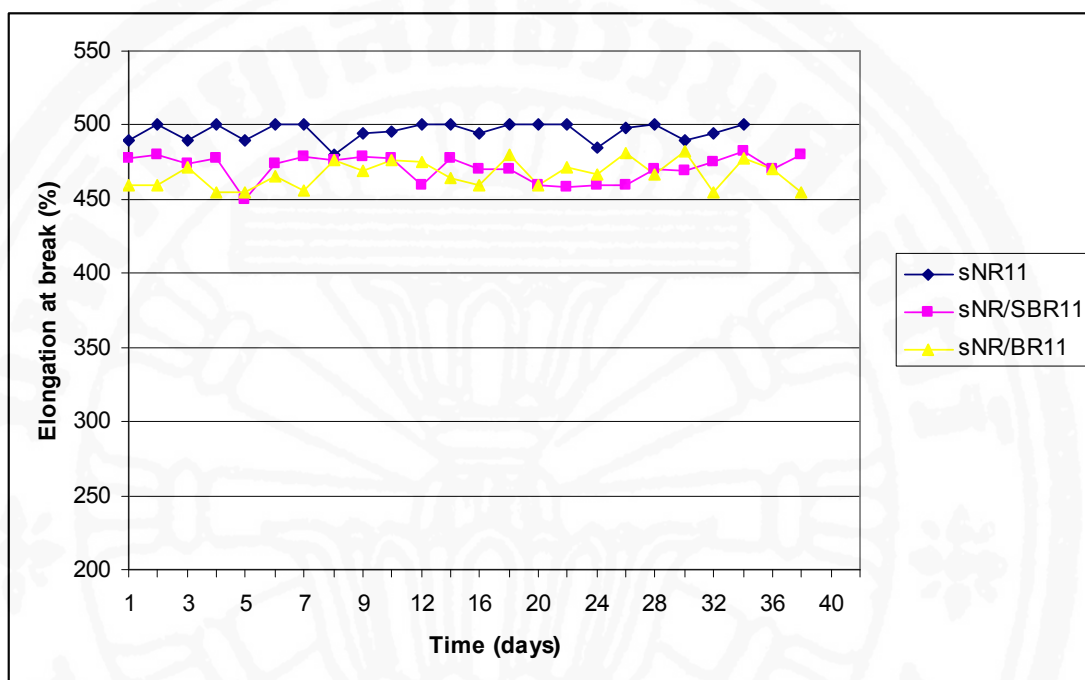


ภาพที่ 4.35 ระยะยืดจนขาด (Elongation at break) ของยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนเซชันต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมพอนด์ ชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 4.36 ระยะยืดจนขาด (Elongation at break) ของยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนเซชันต่อระยะเวลาการจัดเก็บยางคอมพอนด์ ชุดการทดลองที่ 1

จากภาพที่ 4.34, 4.35, 4.36 พบว่ายางที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบ EV ให้ระยะยืดจนขาด Elongation at break (%) มากที่สุดรองลงมาคือยางที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบ Semi-EV และ Conventional ตามลำดับ



ภาพที่ 4.37 ค่าระยะยืดจนขาด (Elongation at break) ของยางคอมพอนด์สูตรที่ใช้ยางธรรมชาติ (NR), ยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) และยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) ที่ใช้ระบบวัลคาไนซ์เซชันแบบ Conventional และเก็บในอุณหภูมิห้องเย็น (25°C) ในการศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์เซชันต่อระยะเวลาการจืดเก็บยางคอมพอนด์ ชุดการทดลองที่ 1

จากภาพที่ 4.37 แสดงให้เห็นว่ายางสูตรที่ใช้ยางธรรมชาติเพียงอย่างเดียวให้ระยะยืดจนขาด (Elongation at break, %) มากกว่าสูตรยางธรรมชาติเบลนด์ยางเอส บี อาร์ (NR/SBR) และยางธรรมชาติเบลนด์ยางบี อาร์ (NR/BR) นั่นคือการเบลนด์ยางเอส บี อาร์และยางบี อาร์ กับยางธรรมชาติทำให้สมบัติความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) และระยะยืดจนขาด (Elongation at break) ของยางธรรมชาติลดลง