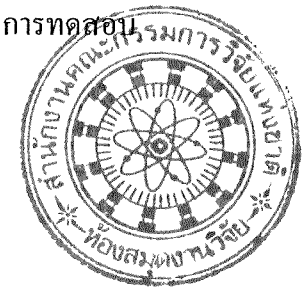
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผล

การวิจัยขั้นตอนแรกทำการเตรียมน้ำยางโปรตีนต่ำด้วยการบ่มด้วยยูเรีย (DPNR-Urea) และเอนไซม์ (DPNR-enzyme) และนำมาทดสอบสมบัติต่างๆ ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณโปรตีนละลายน้ำได้ สมบัติทางกายภาพของน้ำยาง โครงสร้างทางเคมี และในขั้นที่สองนำน้ำยางโปรตีนต่ำที่เตรียมได้มาผสมสารเคมีเพื่อเตรียมเป็นยางคอมเปาวด์โดยเลือกสูตรถุงมือ และทำยางฟองน้ำเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำน้ำยางโปรตีนต่ำไปใช้งานจริง และทดสอบสมบัติเชิงกล ได้ผลการทดสอบดังนี้



4.1 ผลการทดสอบปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen content, %)

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณไนโตรเจนของน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นแอมโนเนียสูง (NR), น้ำยางโปรตีนต่ำบ่มด้วยเอนไซม์ (DPNR-Enzyme) และน้ำยางโปรตีนต่ำบ่มด้วยยูเรีย (DPNR-Urea)

Sample	Nitrogen Content (%)
NR-Control	0.45
DPNR-Enzyme	0.07
DPNR-Urea	0.06

การหาปริมาณไนโตรเจนทำการทดสอบโดยใช้เครื่อง Nitrogen analyzer ของยางธรรมชาติก่อนกำจัดโปรตีน (NR-control) และยางธรรมชาติโปรตีนต่ำด้วยการบ่มด้วยยูเรีย (DPNR-Urea) และบ่มด้วยเอนไซม์ (DPNR-enzyme) ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่มียางธรรมชาติลดลงถึง 7.5 เท่า เมื่อทำการบ่มน้ำยางธรรมชาติด้วยยูเรีย และมีค่าใกล้เคียงกับการบ่มด้วยเอนไซม์ โดยที่ปริมาณไนโตรเจนในยางจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีน โดยมี conversion factor ในการเปลี่ยนค่าจากปริมาณไนโตรเจนเป็นปริมาณโปรตีนคือ 6.25 [17] ดังนั้นปริมาณโปรตีนที่มีในยางธรรมชาติคือประมาณ 2.81 % หลังจากกระบวนการกำจัดโปรตีนโดยการบ่มด้วยยูเรียจะเหลือ 0.37 % เท่านั้น ใกล้เคียงกับการบ่มด้วยเอนไซม์คือ 0.43 %

4.2 ผลการทดสอบปริมาณโปรตีนละลายน้ำได้ (Water Soluble Protein, $\mu g/g$)

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณโปรตีนละลายน้ำได้ของน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นแอมโนเนียสูง (NR-Control), น้ำยางโปรตีนต่ำบ่มด้วยเอนไซม์ (DPNR-Enzyme) และน้ำยางโปรตีนต่ำบ่มด้วยยูเรีย (DPNR-Urea)

Sample	*Water Soluble Protein ($\mu g/g$)*
NR-Control	42,455
DPNR-Enzyme	15
DPNR-Urea	15

โปรตีนในยางธรรมชาติสามารถเป็นเหตุทำให้ผู้ใช้งานบางคนเกิดอาการแพ้ ได้ดังนั้นการลดปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเฉลี่ยลงได้ในน้ำยางก็เป็นวิธีทางลดการแพ้แก่ผู้ใช้ได้ ในการวิจัยทำการกำจัดโปรตีนโดยการบ่มด้วยยูเรียพบว่าสามารถทำให้โปรตีนที่ละลายได้ในน้ำลดลงได้ถึง 2,830 เท่า เทียบกับน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นแอมโมเนียสูงโดยทั่วไป ดังแสดงในตารางที่ 4.2

4.3 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของน้ำยาง

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids content, %TSC), ปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content, %DRC), จำนวนกรดไขมันระเหยได้ (Volatile fatty acid number, VFA number) และความคงตัวของน้ำยางต่อเครื่องมือกล (Mechanical Stability, MST) ของน้ำยางธรรมชาติแอมโนเนียสูง (NR-Control), น้ำยางโปรตีนต่ำบ่มด้วยเอนไซม์ (DPNR-Enzyme) และน้ำยางโปรตีนต่ำบ่มด้วยยูเรีย (DPNR-Urea)

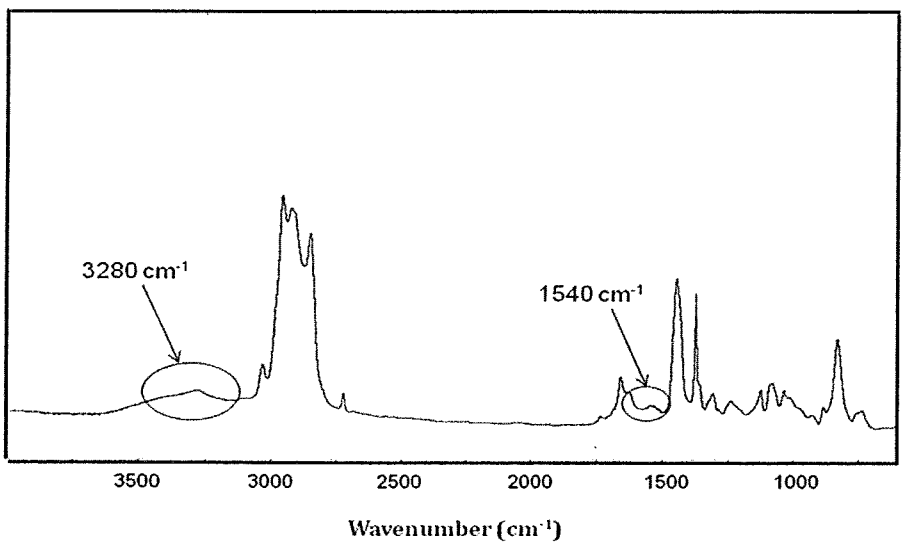
Properties	NR-Control	DPNR-Enzyme	DPNR-Urea
Total Solids content, %	61.79	52.23	49.96
Dry Rubber Content, %	60.56	52.09	49.81
Volatile fatty acid number	0.028	0.015	0.014
Mechanical Stability, second	1451	840	695

สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณเนื้อยางแห้ง จำนวนกรดไขมันระเหยได้ และความคงตัวของน้ำยางต่อเครื่องมือกล ได้ทำการตรวจสอบจากน้ำยางที่ทำการปั่นเหวี่ยงและเก็บรักษาไว้อย่างน้อย 15 วัน โดยมีการเติมแอมโนเนียลงไปประมาณ 0.2 wt% ต่อเนื้อยาง ก่อนนำไปทดสอบเพื่อดูสภาพน้ำยางของน้ำยางหลังกำจัดโปรตีนโดยการบ่มด้วยยูเรียและการบ่มด้วยเอนไซม์เทียบกับน้ำยางก่อนกำจัดโปรตีน ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 5 พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณเนื้อยางแห้งของน้ำยางธรรมชาติโปรตีนต่ำบ่มด้วยยูเรียและเอนไซม์นั้นมีค่าต่ำกว่าน้ำยางธรรมชาติข้นแอมโนเนียสูง เป็นผลเนื่องจากในขั้นตอนการปรับปริมาณน้ำยางด้วยน้ำหลังจากการปั่นเหวี่ยงครั้งที่สองนั้นเติมน้ำในปริมาณที่มากเพื่อให้ได้น้ำยางจำนวนที่ต้องการนำไปน้ำยางคอมเปาวด์ คือประมาณ 2,000 มล

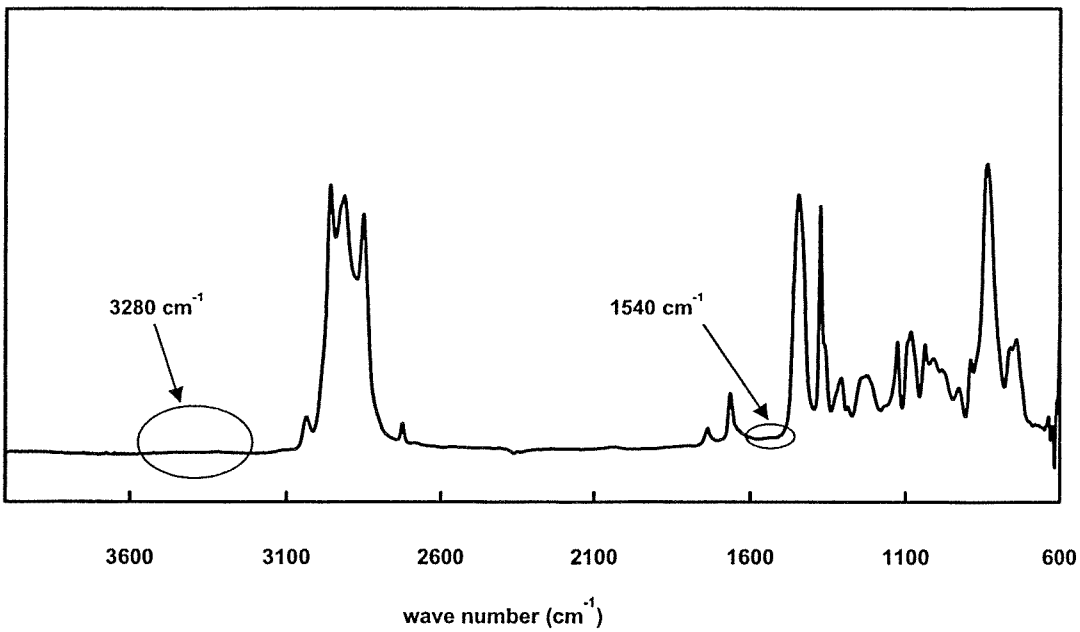
ปริมาณกรดที่ระเหยได้ในน้ำยางบ่งบอกถึงคุณภาพการเก็บรักษาน้ำยาง เพราะกรดที่ระเหยได้ในน้ำยางเกิดจากการที่แบคทีเรียย่อยสลายโปรตีนในน้ำยาง ทำให้น้ำยางเกิดการบูดเน่า ซึ่งแบคทีเรียจะเติบโตได้ดีเมื่อน้ำยางมีค่า pH ต่ำกว่า 8 ค่าปริมาณกรดที่ระเหยได้ในน้ำยางที่พบเมื่อเก็บรักษาน้ำยางโปรตีนต่ำไว้ 2 สัปดาห์ นั้นมีค่าน้อยกว่าในน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นแอมโนเนียสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากมีปริมาณโปรตีนที่ต่ำทำให้แบคทีเรียย่อยสลายโปรตีนเกิดปริมาณกรดที่ระเหยได้น้อยกว่า

ความเสถียรเชิงกลของน้ำยางโปรตีนที่เตรียมด้วยการบ่มด้วยยูเรียและเอนไซม์ที่เก็บไว้เป็นเวลา 15 วัน พบว่าค่าความเสถียรเชิงกลของน้ำยางโปรตีนต่ำบ่มด้วยยูเรีย (DPNR-urea) มีค่าต่ำกว่าน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นแต่มีค่าใกล้เคียงกับน้ำยางโปรตีนที่เตรียมด้วยเอนไซม์ ทั้งนี้เนื่องมาจากน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นแอมโนเนียสูงเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียในปริมาณที่มาก (ไม่ต่ำกว่า 0.70%) เกิดสบู่แอมโนเนียมในน้ำยางปริมาณสูงจึงมีความเสถียรมากที่สุด เมื่อเทียบกับน้ำยางโปรตีนต่ำที่เตรียมได้

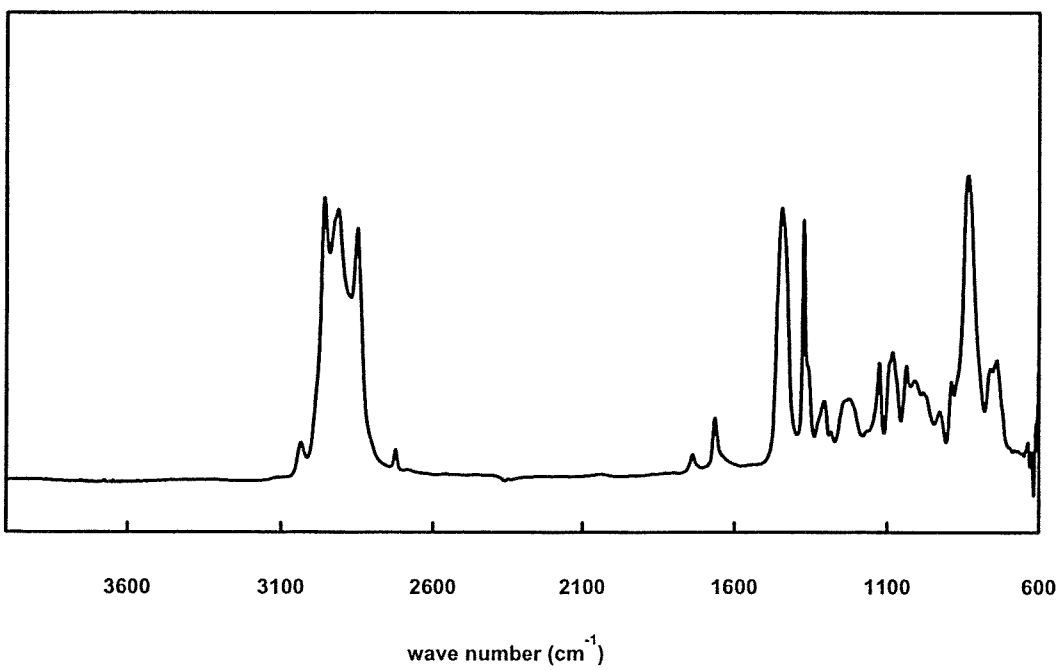
4.4 ผลการทดสอบโครงสร้างด้วยเครื่อง FTIR



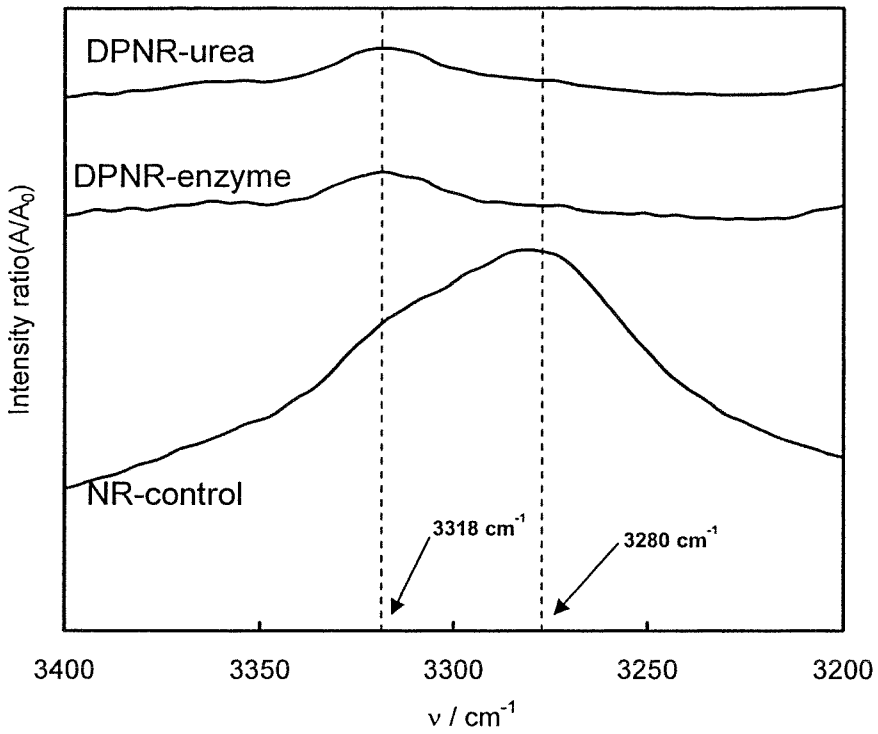
รูปที่ 4.1 FTIR spectrum of NR-Control



รูปที่ 4.2 FTIR spectrum of DPNR-enzyme



รูปที่ 4.3 FTIR spectrum of DPNR-urea

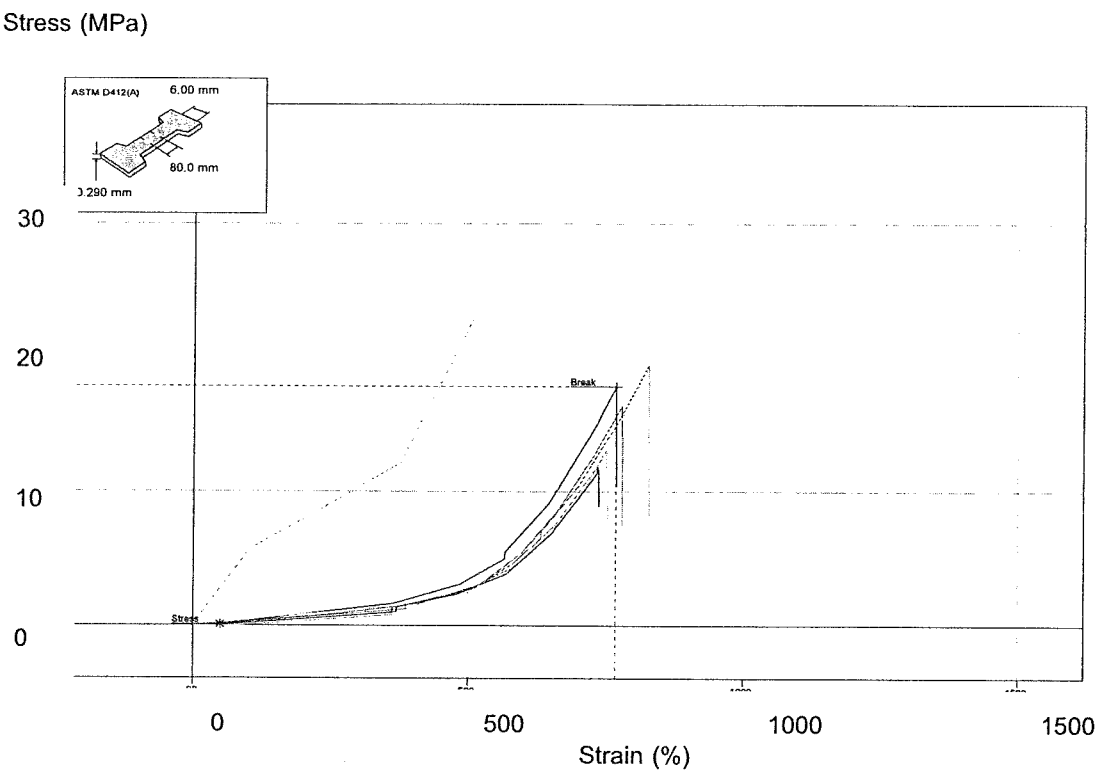


รูป 4.4 FTIR spectra of NR-Control, DPNR-enzyme and DPNR-urea

การวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีของน้ำยางหลังกำจัดโปรตีนด้วยยูเรียและเอนไซม์ด้วยเทคนิค FT-IR เปรียบเทียบกับยางธรรมชาติ ดังแสดงในรูปที่ 4.1-4.4 พบว่าการดูดกลืนแสงที่ตำแหน่งเลขคลื่น 3280 cm^{-1} ซึ่งเป็นการสั่นแบบยืดของ N-H และที่ตำแหน่งเลขคลื่น 1540 cm^{-1} ซึ่งเป็นการสั่นแบบงอของ N-H ของยางธรรมชาติโปรตีนต่ำที่บ่มด้วยยูเรียและเอนไซม์นั้นไม่ปรากฏพีคทั้งสอง ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนที่ผิวของอนุภาคยางและในน้ำยางถูกทำให้อ่อนตัวด้วยยูเรีย (denature) หรือถูกเอนไซม์ย่อยสลายจนกลายเป็นเป็นเปปไทด์ที่สามารถละลายน้ำได้ และถูกสกัดออกมาด้วยการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วสูง ผลนั้นสอดคล้องกับการวิจัยที่ผ่านมา [1, 5-6]

อินฟราเรดสเปกตราของยางธรรมชาติก่อนและหลังการกำจัดโปรตีนด้วยยูเรียและเอนไซม์ แสดงดังรูปที่ 4.4 พบว่ายางธรรมชาติโปรตีนต่ำที่บ่มด้วยยูเรียและเอนไซม์มีการดูดกลืนแสงที่ตำแหน่งเลขคลื่น 3320 cm^{-1} ซึ่งเป็นการสั่นแบบยืดของ N-H ที่มีโมเลกุลสายโซ่สั้นๆ เช่น เปปไทด์ แตกต่างจากยางธรรมชาติก่อนกำจัดโปรตีนที่พบดูดกลืนแสงที่ตำแหน่งเลขคลื่น 3280 cm^{-1} ซึ่งเป็นการสั่นแบบยืดของ N-H ที่มีโปรตีนอยู่นั่นเอง ผลการทดลองสามารถยืนยันได้ว่าการกำจัดโปรตีนด้วยการบ่มด้วยยูเรียและเอนไซม์นั้นได้ลดลงเหมือนกับผลการทดลองจากปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโปรตีนละลายน้ำได้

4.5 ผลการทดสอบสมบัติทางกลของน้ำยางคอมเปาวด์



รูปที่ 4.6 แสดงกราฟ stress-strain curve ของยางธรรมชาติคอมเปาวด์

ลำดับต่อมานำน้ำยางโปรตีนต่ำที่เตรียมได้มาผสมสารเคมีเพื่อเตรียมเป็นยางคอมเปาวด์โดยเลือกสูตรถุงมือดังตารางที่ 3.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำน้ำยางโปรตีนต่ำไปใช้งานจริง และทดสอบสมบัติเชิงกล ได้แก่ การทนต่อแรงดึงและการยืด ณ จุดขาด โดยค่าได้จากกราฟ stress-strain curve ในรูปที่ 4.6 และนำผลที่ได้นำมาแสดงในตารางที่ 4.3

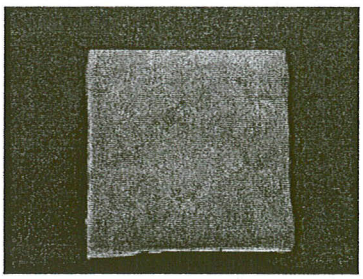
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบค่าการทนต่อแรงดึง (Tensile strength) และการยืดตัว ณ จุดขาด (Elongation at break) ของยางคอมเปาวด์จากน้ำยางธรรมชาติแอมโนเนียสูง (NR-Control), น้ำยางโปรตีนต่ำบ่มด้วยเอนไซม์ (DPNR-Enzyme) และน้ำยางโปรตีนต่ำบ่มด้วยยูเรีย (DPNR-Urea)

Sample	Tensile strength (MPa)	Elongation at Break (%)
NR-Control	20.9	843
DPNR-Enzyme	5.1	773
DPNR-Urea	5.7	743

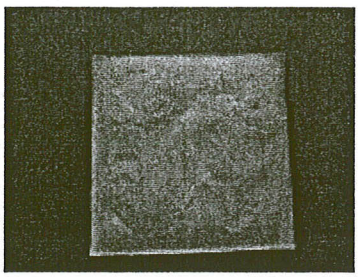
ตารางที่ 4.3 พบว่าค่าการทนต่อแรงดึง (Tensile strength) ของยางธรรมชาติก่อนกำจัดโปรตีนนั้นค่าสูงกว่ายางธรรมชาติหลังกำจัดโปรตีนออกแล้วประมาณ 4 เท่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลของโปรตีนและปริมาณความเข้มข้นของเนื้อยางในน้ำยางคอมเปาด์ ส่วนในกรณีค่าการดึงยืด ณ จุดขาด (elongation at break) นั้นพบว่ามีค่าการทนต่อการดึงยืดใกล้เคียงกันทั้งน้ำยางก่อนและหลังการกำจัดโปรตีน คือ การดึงยืดสูงมากกว่า 600 % สามารถนำไปพัฒนาสูตรที่เหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการโปรตีนได้โดยควรมีการปรับปรุงสมบัติการทนต่อแรงดึงของน้ำยางธรรมชาติโปรตีนที่บ่มด้วยยูเรียเพิ่มเติมเนื่องจากน้ำยางดังกล่าวมีปริมาณโปรตีนที่ละลายน้ำได้ต่ำมากและกระบวนการดังกล่าวก็เตรียมได้ไม่ยุ่งยากและต้นทุนไม่แพง

4.6 ผลการเตรียมยางฟองน้ำจากน้ำยางธรรมชาติโปรตีนต่ำเทียบกับน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นแอมโมเนียสูง

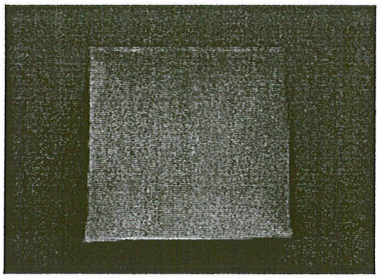
ผลจากการเตรียมยางฟองน้ำแต่ละสูตรจะพบว่าความนิ่มของยางฟองน้ำแต่ละสูตรมีความนิ่มต่างกัน โดยสูตร A1 (ความเข้มข้นของน้ำยางธรรมชาติแอมโมเนียสูง 60%DRC) จะแข็งกว่าสูตร A2 (ความเข้มข้นของน้ำยางธรรมชาติแอมโมเนียสูง 45%DRC) และ A3 (ความเข้มข้นของน้ำยางธรรมชาติแอมโมเนียสูง 30%DRC) ตามลำดับ ส่วนสูตร B1 (ความเข้มข้นของน้ำยางโปรตีนต่ำ 60% DRC) ก็จะแข็งกว่าสูตร B2 (ความเข้มข้นของน้ำยางโปรตีนต่ำ 45% DRC) และ B3 (ความเข้มข้นของน้ำยางโปรตีนต่ำ 30% DRC) ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากความเข้มข้นของน้ำยางที่ใช้ในการผสมในแต่ละสูตร



สูตร A1

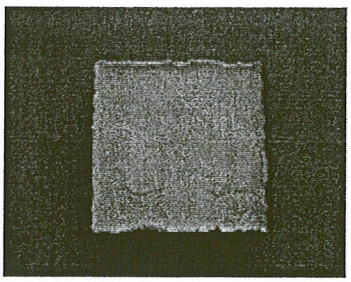


สูตร A2

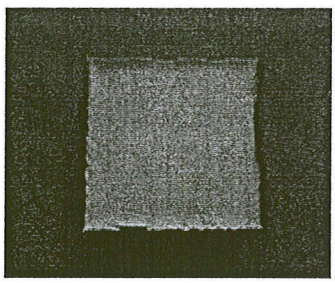


สูตร A3

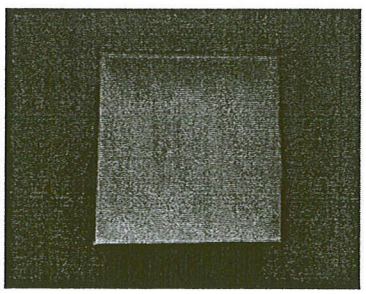
รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะของยางฟองน้ำ: สูตร A1 (60% DRC, น้ำยางธรรมชาติแอมโมเนียสูง), สูตร A2 (45% DRC, น้ำยางธรรมชาติแอมโมเนียสูง) และ สูตร A3 (30% DRC, น้ำยางธรรมชาติแอมโมเนียสูง) ตามลำดับ



สูตร B1



สูตร B2



สูตร B3

รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะของยางฟองน้ำ: สูตร B1 (60% DRC, น้ำยางธรรมชาติโปรตีนต่ำ), สูตร B2 (45% DRC, น้ำยางธรรมชาติโปรตีนต่ำ) และ สูตร B3 (30% DRC, น้ำยางธรรมชาติโปรตีนต่ำ) ตามลำดับ

4.7 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการเสื่อมสภาพอันเนื่องมาจากเชื้อรา

ชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบมีทั้งหมด 6 สูตร ได้แก่

A1 (ความเข้มข้นของน้ำยางธรรมชาติแอมโมเนียสูง 60%DRC)

A2 (ความเข้มข้นของน้ำยางธรรมชาติแอมโมเนียสูง 45%DRC)

A3 (ความเข้มข้นของน้ำยางธรรมชาติแอมโมเนียสูง 30%DRC)

B1 (ความเข้มข้นของน้ำยางโปรตีนต่ำ 60% DRC)

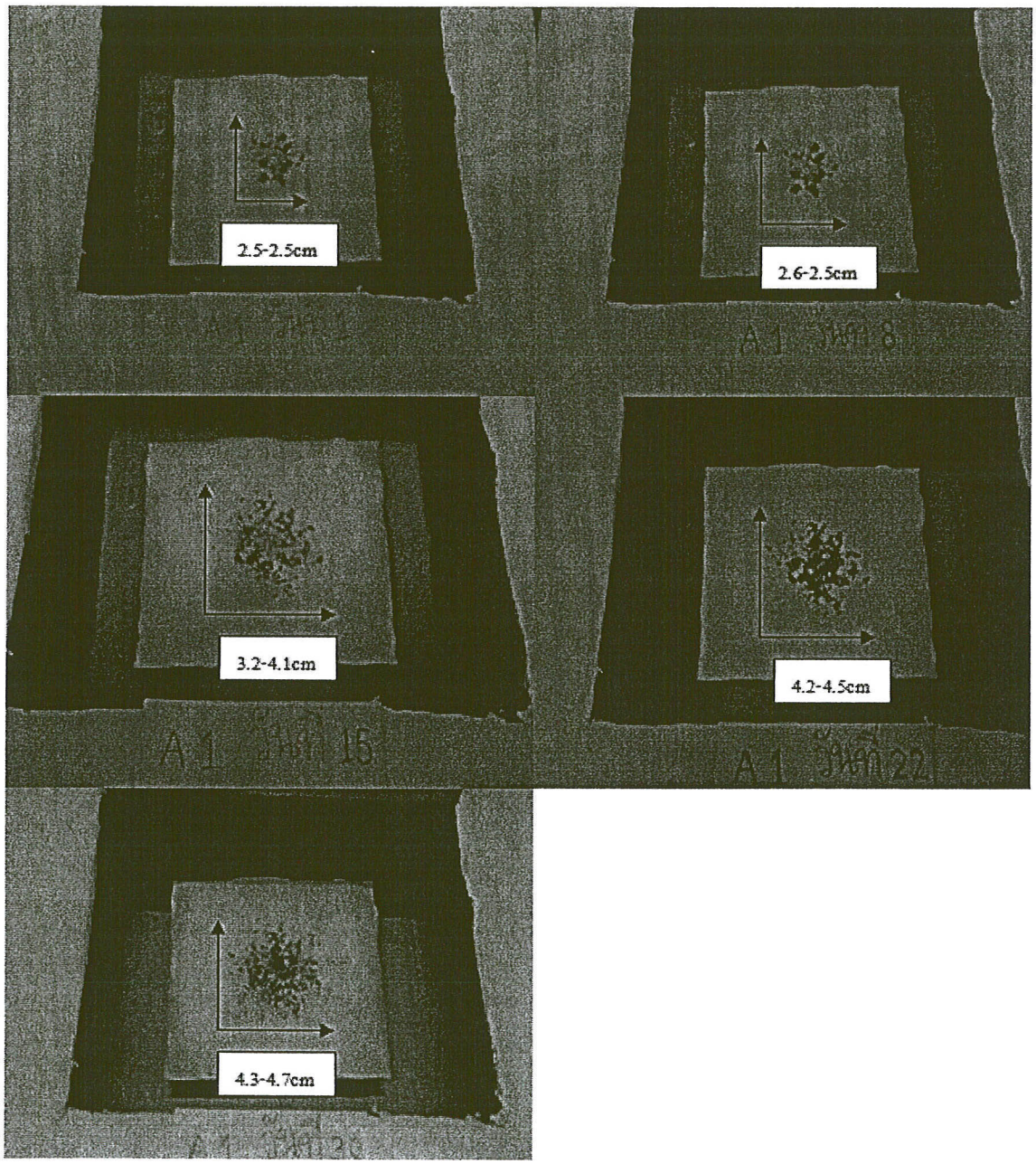
B2 (ความเข้มข้นของน้ำยางโปรตีนต่ำ 45% DRC)

B3 (ความเข้มข้นของน้ำยางโปรตีนต่ำ 30% DRC)

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวัดระยะกว้าง-ยาว ของเชื้อรา

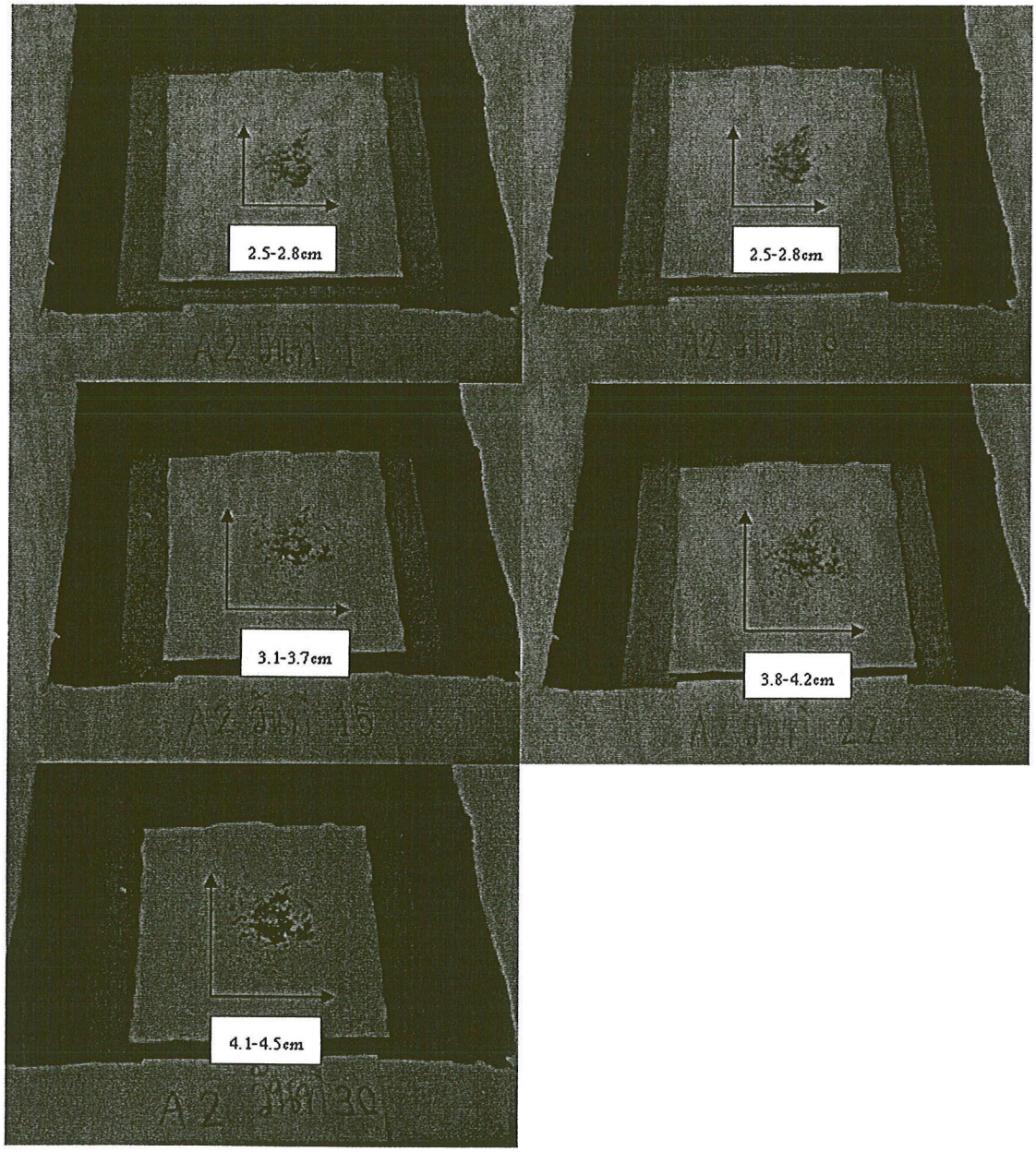
ระยะกว้าง - ยาว (cm) / ชิ้นงาน	วันที่				
	1	8	15	22	30
A1	2.5 – 2.5	2.6 – 2.5	3.2 – 4.1	4.2 – 4.5	4.3 – 4.7
A2	2.5 – 2.8	2.5 – 2.8	3.1 – 3.7	3.8 – 4.2	4.1 – 4.5
A3	2.6 – 2.5	2.6 – 2.6	2.9 – 3.5	3.1 – 3.6	3.2 – 3.9
B1	2.4 – 2.6	2.4 – 2.6	2.7 – 2.9	2.8 – 3.2	3.0 – 3.4
B2	2.7 – 2.8	2.7 – 2.8	2.9 – 3.1	3.1 – 3.4	3.2 – 3.4
B3	2.6 – 2.7	2.7 – 2.9	3.0 – 3.1	3.1 – 3.2	3.2 – 3.2

จากรูปที่ 4. 9 ผลการทดสอบพบว่าสูตร A1 จะเห็นได้ว่าในช่วง 8 วันแรก เชื้อราที่ใส่ไว้ยังไม่มีการเจริญเติบโตมากนัก แต่เมื่อถึงวันที่ 15 เชื้อราจะเกิดการเจริญเติบโตขยายกว้างขึ้น และมีบางส่วนเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลและสีดำ เมื่อถึงวันที่ 22 และ 30 บริเวณตรงกลางจะมีส่วนที่เป็นสีดำในปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากสูตรนี้มีปริมาณความเข้มข้นของน้ำยางมากที่สุดทำให้เชื้อราเกิดขึ้นได้ดี



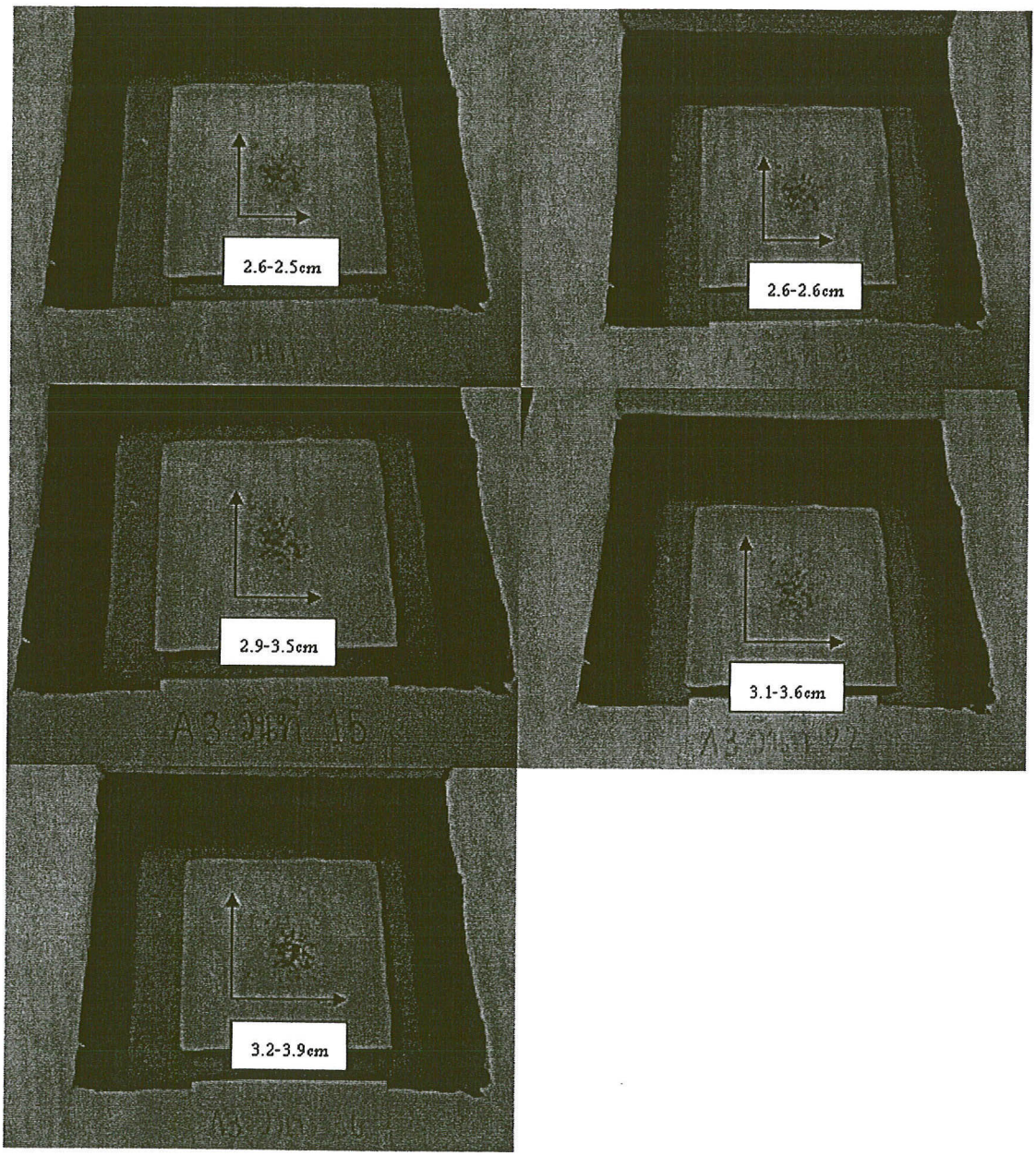
รูปที่ 4.9 การทดสอบการเกิดเชื้อราบนยางฟองน้ำสูตร A1

จากรูปที่ 4. 9 ผลการทดสอบพบว่าสูตร A2 จะเห็นได้ว่าในช่วง 8 วันแรก เชื้อราที่ใส่ไว้ยังไม่มีการเจริญเติบโตมากนัก แต่เมื่อถึงวันที่ 15 เชื้อราจะเกิดการเจริญเติบโตขยายกว้างขึ้น และมีบางส่วนเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลและสีดำเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับสูตร A1 เมื่อถึงวันที่ 22 และ 30 ส่วนที่เป็นสีดำจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่ยังไม่มากเท่าสูตร A1



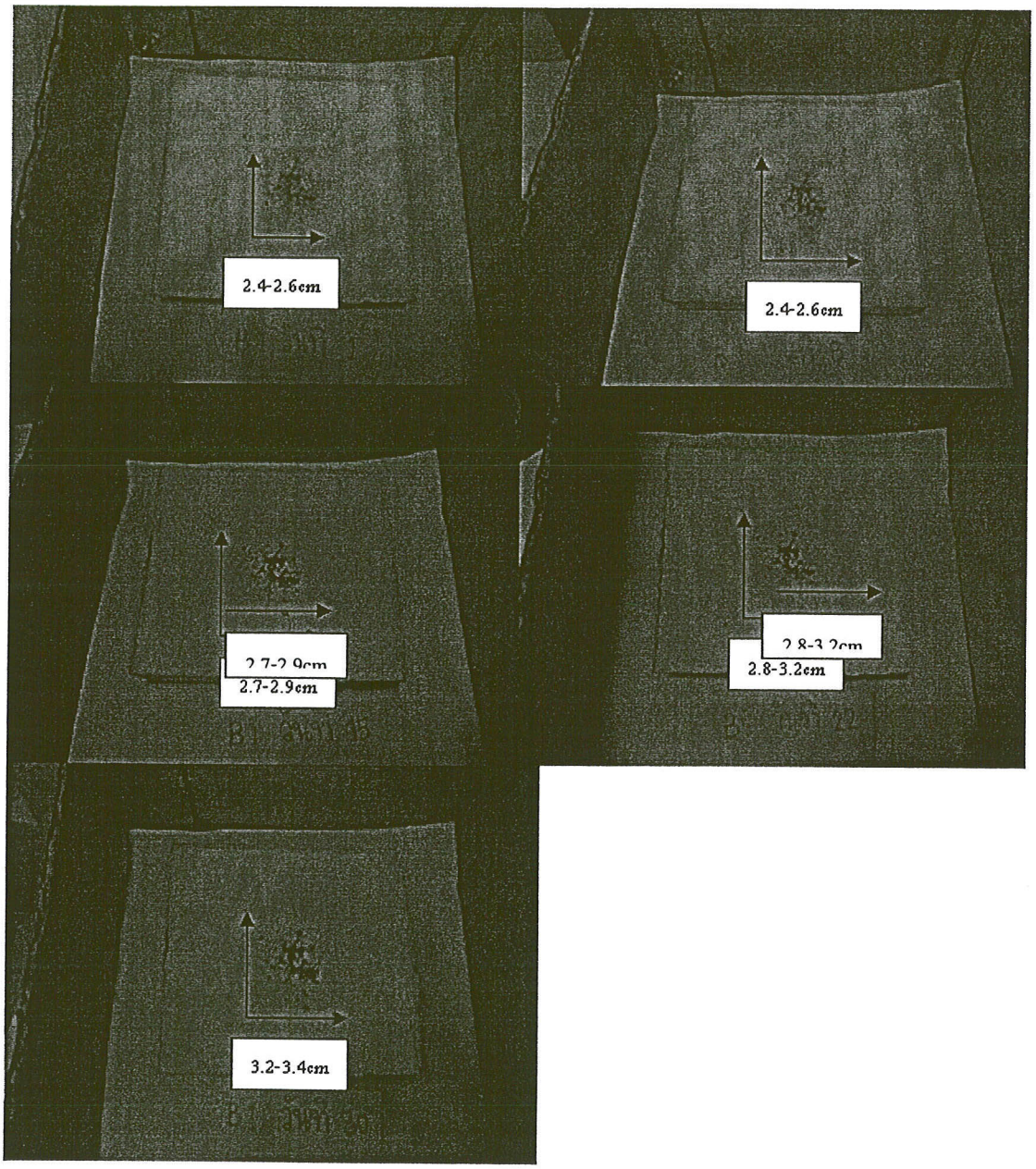
รูปที่ 4.10 การทดสอบการเกิดเชื้อราบนยางฟองน้ำสูตร A2

จากรูปที่ 4. 11 ผลการทดสอบพบว่าสูตรA3 จะเห็นได้ว่าในช่วง 8 วันแรก เชื้อราที่ใส่ไว้แทบจะไม่มีการเจริญเติบโต แต่เมื่อถึงวันที่ 15 เชื้อราจะเกิดการเจริญเติบโตขยายกว้างขึ้น และมีบางส่วนเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลและสีดำเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับสูตร A1 และ A2 เมื่อถึงวันที่ 22 และ 30 บริเวณตรงกลางจะมีส่วนที่เป็นสีดำในปริมาณเพิ่มขึ้น แต่ก็ยังไม่มากเท่าสูตร A1 และ A2



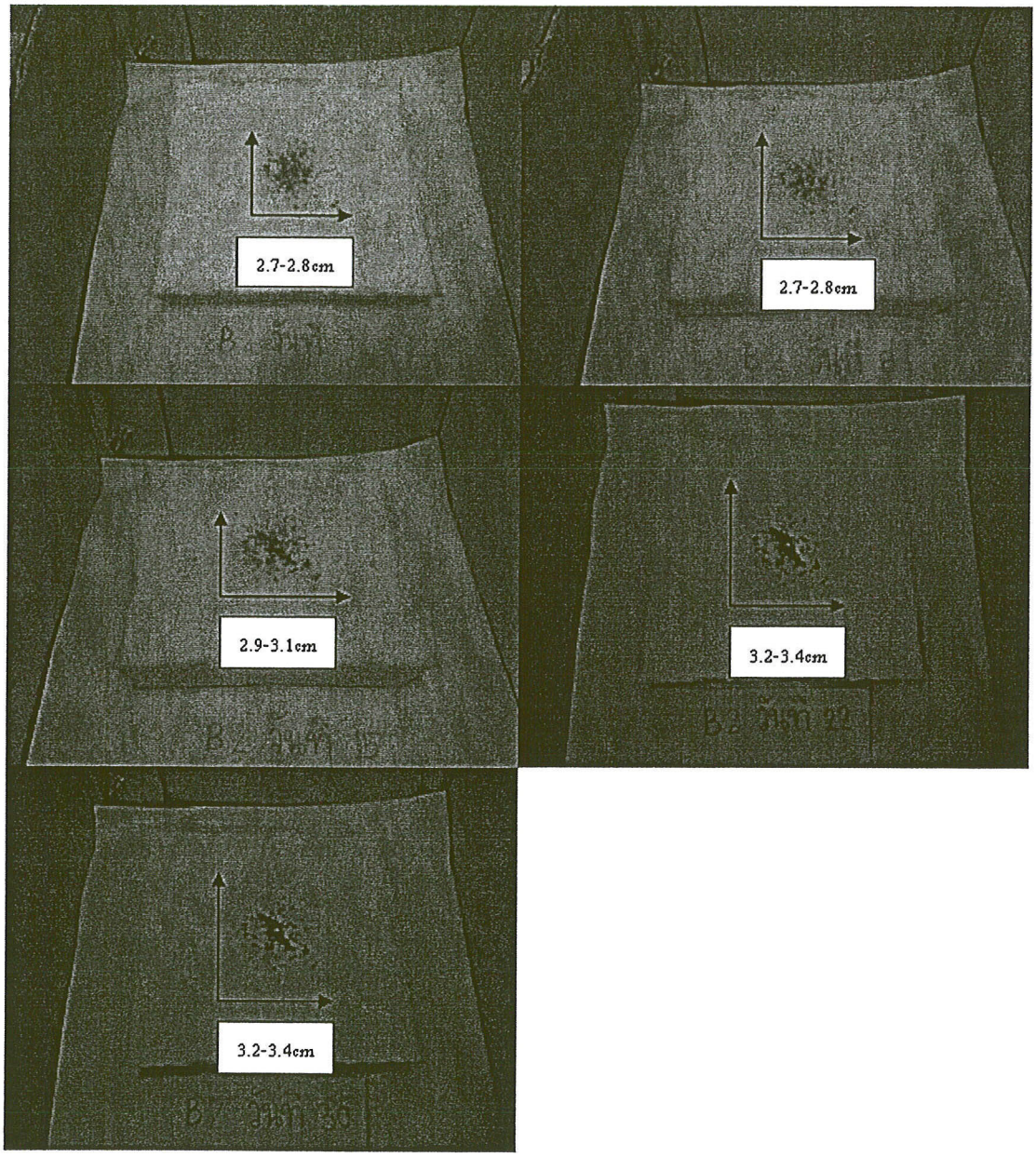
รูปที่ 4.11 การทดสอบการเกิดเชื้อราบนยางฟองน้ำสูตร A3

จากรูปที่ 4. 12 ผลการทดสอบพบว่าสูตร B1 จะเห็นได้ว่าในช่วง 15 วันแรก เชื้อราที่ใส่ไว้ไม่มีการเจริญเติบโต เมื่อถึงวันที่ 22 และ 30 บริเวณตรงกลางจะมีเชื้อราเกิดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากสูตรนี้เป็นยางโปรตีนต่ำทำให้การเจริญเติบโตของเชื้อรามีน้อยมาก



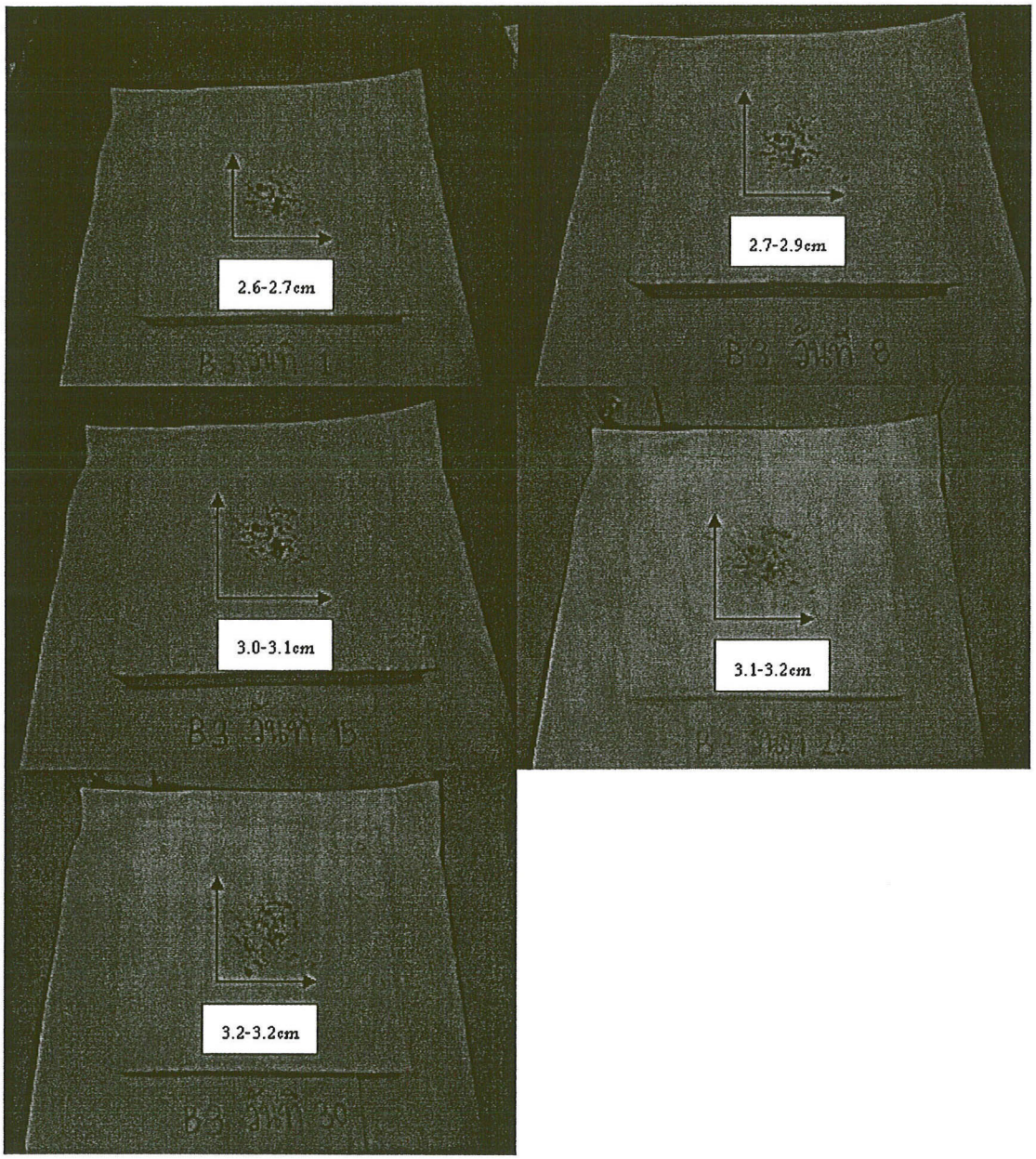
รูปที่ 4.12 การทดสอบการเกิดเชื้อราบนยางฟองน้ำสูตร B1

จากรูปที่ 4. 13 ผลการทดสอบพบว่าสูตร B2 จะเห็นได้ว่าในช่วง 22 วันแรก เชื้อราที่ใส่ไว้ไม่มีการเจริญเติบโต เมื่อถึงวันที่ 30 จะมีเชื้อราเกิดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากสูตรนี้เป็นยางโปรตีนต่ำทำให้การเจริญเติบโตของเชื้อรามีน้อยมาก



รูปที่ 4.13 การทดสอบการเกิดเชื้อราบนยางฟองน้ำสูตร B2

จากรูปที่ 4. 14 ผลการทดสอบพบว่าสูตร B3 จะเห็นได้ว่าในช่วง 22 วันแรก เชื้อราที่ใส่ไว้ไม่มีการเจริญเติบโต เมื่อถึงวันที่ 30 จะมีเชื้อราเกิดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากสูตรนี้เป็นยางโปรตีนต่ำทำให้การเจริญเติบโตของเชื้อรามีน้อยมาก



รูปที่ 4.14 การทดสอบการเกิดเชื้อราบนยางฟองน้ำสูตร B3

4.8 ผลการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยางฟองน้ำ

4.8.1 การวัดความหนา

4.8.2 การทดสอบแรงกดที่ทำให้ความหนาของยางฟองน้ำลดลงร้อยละ 25(indentation test)

4.8.3 การทดสอบหาแรงกดภายหลังการอบด้วยความร้อน (accelerated aging test)

4.8.4 การทดสอบหาการยุบตัวเนื่องจากแรงอัด (compression set)

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยางฟองน้ำ

ชิ้นงาน	ความหนา (cm)	Indentation test (kPa)	Accelerated aging test คิดเป็นร้อยละไม่เกิน	Compression set	
				C_h	C_d
A1	2.34	2.245	13.2	8.12	16.24
A2	2.38	1.634	10.8	9.24	18.49
A3	2.27	0.785	5.1	9.69	19.38
B1	2.05	1.954	12.0	6.34	12.68
B2	1.92	1.506	17.5	8.33	16.67
B3	1.97	0.763	3.2	9.64	19.29

จากผลการทดสอบค่ามาตรฐานยางฟองน้ำที่ได้ที่ได้ค่า Indentation test , Accelerated aging test และ Compression set อยู่ในช่วงมาตรฐานที่รองรับ ซึ่งยางฟองน้ำที่ได้เตรียมขึ้นมาอยู่ในชื่อชั้นคุณภาพยางฟองน้ำตันชนิด RU 20 คือ สูตร A1 อยู่ในชั้นคุณภาพ RU 11 ได้แก่ A2 , B1 และ B2 ส่วนอีก 2 สูตร คือ A3 และ B3 ไม่มีอยู่ในมาตรฐานลักษณะที่ต้องการของยางฟองน้ำ