หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ผลการทดลอง

3.1 การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติและสภาวะที่เหมาะสมต่อการทำงานของโบรมีเลนและเบทติ้งเอเจนท์เชิงพาณิชย์

3.1.1 ผลกระทบของพีเอชต่อการทำงานของโบรมีเลนและเบทติ้งเอเจนท์เชิงพาณิชย์

ใช้สารละลายผงโบรมีเลนและสารละลายผงเบทติ้งเอเจนท์เชิงพาณิชย์ ได้แก่ ลูทรอน-เอช (Lutron-H), โพลีซิม 606 (Polyzim 606), โอโรพอน-เอน (Oropon-N), แพนครีติค 606 (Pancreatic 606) มาวัดแอคติวิตีหรือความสามารถในการไฮโดรไลซ์เคซีน โดยให้ทำปฏิกิริยากับเคซีนที่พีเอชต่าง ๆ ในช่วง 6.0 ถึง 10.5 (พีเอช 6 ถึง 8 ใช้ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ และ พีเอช 8 ถึง 10 ใช้ไกลซีนบัฟเฟอร์) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

ผลการทดลอง (รูปที่ 5และ 6) แสดงให้เห็นว่าพีเอชที่เหมาะสมในการทำงานของโบรมีเลนจะอยู่ในช่วงที่พีเอช เป็นกลางค่อนข้างไปทางด่างเล็กน้อย คือประมาณ 6.0-8.5 ในขณะที่เบทติ้งเอเจนท์เชิงพาณิชย์ได้แก่ลูทรอน-เอช, โพลีซิม 606, โอโรพอน-เอน, และแพนครีติค 606 มีพีเอชที่เหมาะสมในการทำงานอยู่ในช่วงที่เป็นด่างเช่นกันคือ 8.0-9.5, 7.0-9.5, 8.0-10.0, 8.0-10.0 ตามลำดับ และจากค่าแอคติวิตีสูงสุดต่อกรัมผงเอนไซม์ พบว่าโบรมีเลนมีแอคติวิตีสูงสุดประมาณ 101.06 ชีดียูต่อมิลลิกรัมผงเอนไซม์ ในขณะที่ ลูทรอน-เอช ซึ่งเป็นเบทติ้งเอเจนท์ที่นิยมใช้อยู่ในกระบวนการฟอกหนัง ขององค์การฟอกหนังในขณะนี้ มีแอคติวิตีสูงสุดประมาณ 37.85 ชีดียูต่อมิลลิกรัมผงเอเจนท์ ส่วนเบทติ้งเอเจนท์เชิงพาณิชย์ตัวอื่น ๆ ได้แก่โพลีซิม 606, โอโรพอน-เอน, และแพนครีติค 606 มีแอคติวิตีสูงสุดประมาณ 9.53, 13.74, 143.17 ชีดียูต่อมิลลิกรัมผงเอเจนท์ตามลำดับ

รูปที่ 5 ผลกระทบของพีเอชต่อแอคติวิตีของโบรมีเลนและเบทติ้งเอเจนท์เชิงพาณิชย์ วัดแอคติวิตีของเอนไซม์ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในสารละลายบัฟเฟอร์ (0.05 โมล/ลิตร) พีเอชต่าง ๆ คือ 6.0-8.0 (ฟอสเฟตบัฟเฟอร์) และ 8.0-10.5 (ไกลซีนบัฟเฟอร์) ตามวิธีข้อ 2.6.1

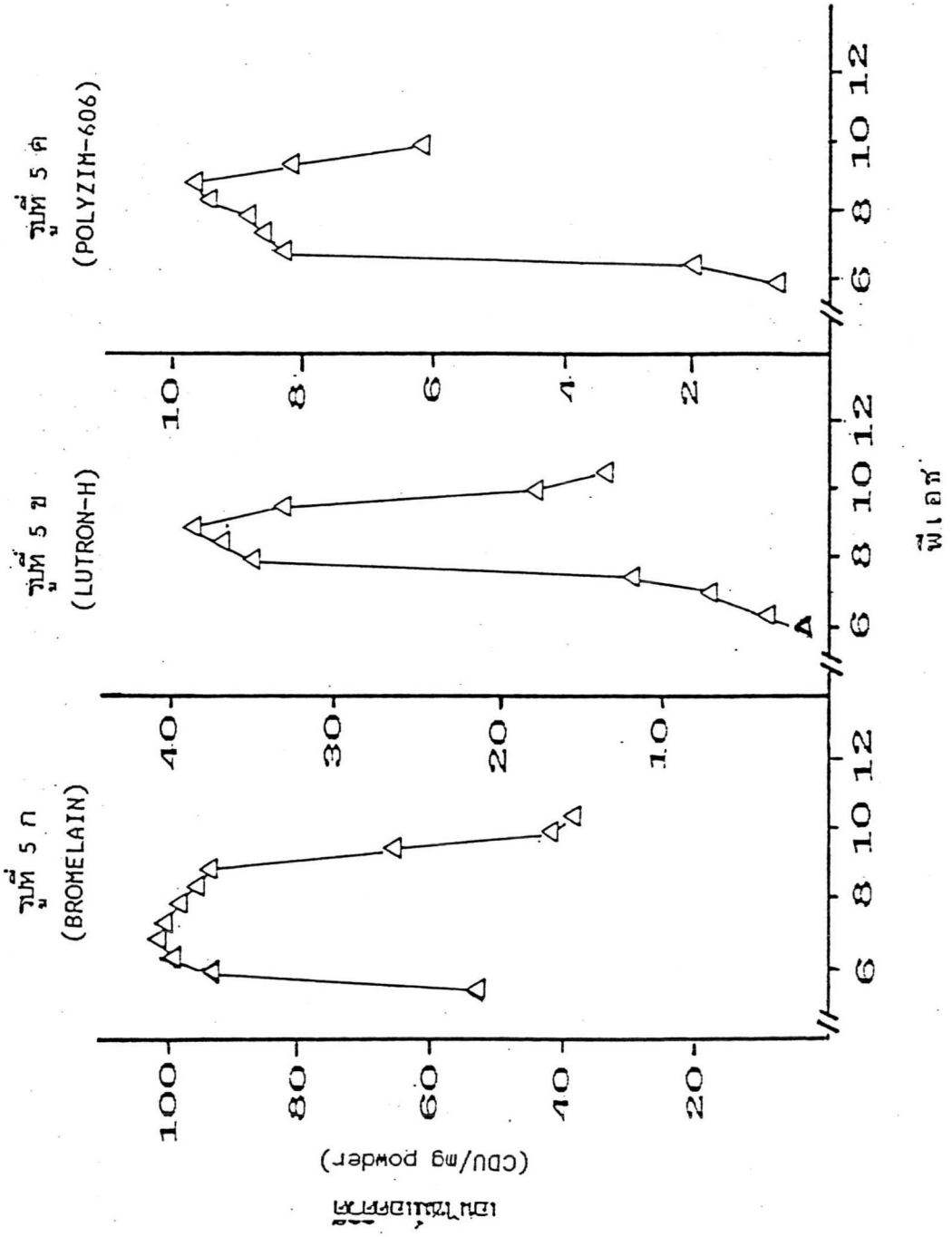
(ก) ผลกระทบของพีเอชต่อแอคติวิตีของโบรมีเลน

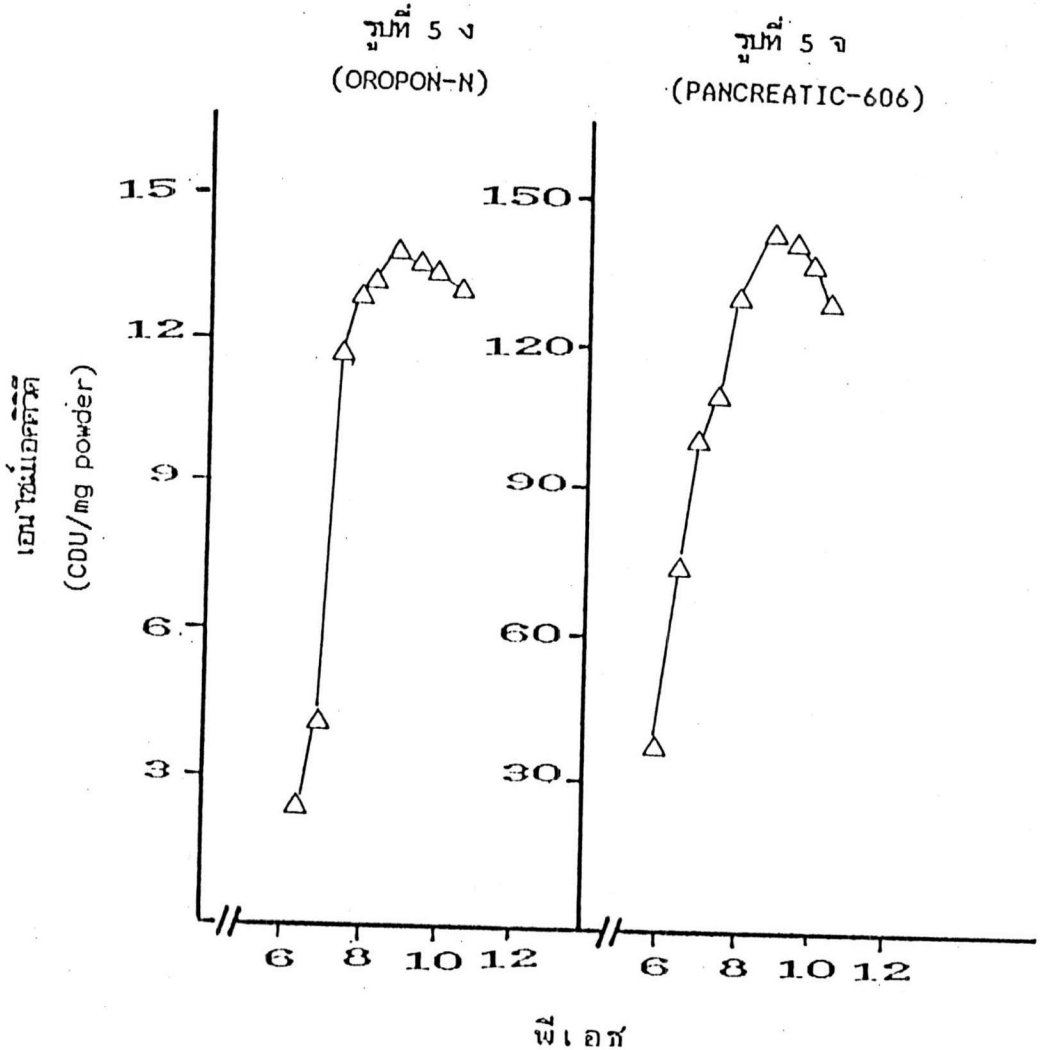
(ข) ผลกระทบของพีเอชต่อแอคติวิตีของลูทรอน-เอช

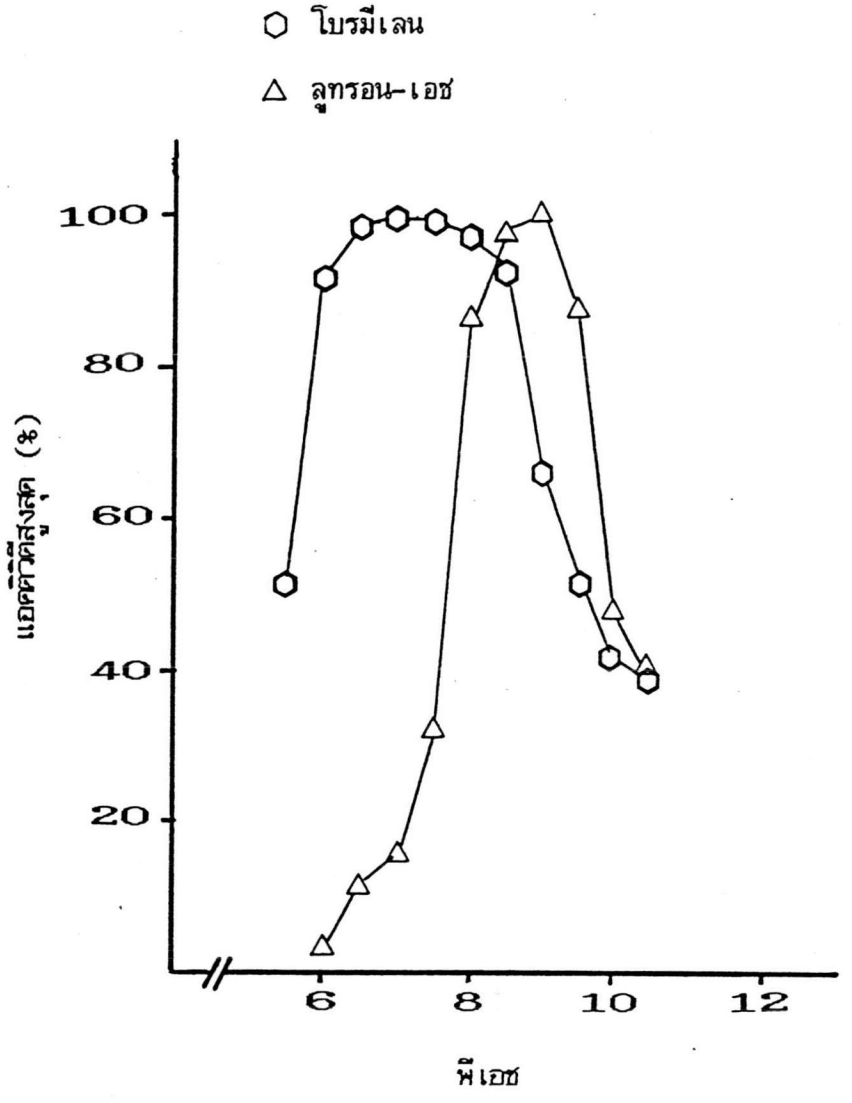
(ค) ผลกระทบของพีเอชต่อแอคติวิตีของโพลีซิม 606

(ง) ผลกระทบของพีเอชต่อแอคติวิตีของโอโรพอน-เอน

(จ) ผลกระทบของพีเอชต่อแอคติวิตีของแพนครีติค 606


รูปที่ 5 ก
(BROMELAIN)
รูปที่ 5 ข
(LUTRON-H)
รูปที่ 5 ค
(POLYZIM-606)
(CDU/mg powder)
เวลา
6 8 10 12


รูปที่ 5 ง
(OROPON-N)
รูปที่ 5 จ
(PANCREATIC-606)
เอนไซม์แอคติวิตี้
(CDU/mg powder)
15
12
9
6
3
150
120
90
60
30
6
8
10
12
6
8
10
12
พี เอช



รูปที่ 6 เปรียบเทียบผลกระทบของพีเอชต่อแอคติวิตีของโบรมีเลนและลูทรอน-เอช วัดแอคติวิตีของเอนไซม์ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในสารละลายบัฟเฟอร์ (0.05 โมล/ลิตร) พีเอชต่าง ๆ คือ 6.0-8.0 (ฟอสเฟตบัฟเฟอร์) และ 8.0-10.5 (ไกลซีนบัฟเฟอร์) ตามวิธีข้อ 2.6.1

จะสังเกตเห็นว่าโบรมีเลนสามารถเร่งปฏิกิริยาได้ดีที่พีเอชประมาณ 6.0-8.5 ในขณะที่เบทติ้งเอเจนท์เชิงพาณิชย์ส่วนใหญ่มีค่าพีเอชที่เหมาะสมกับการทำงานสูง ตั้งแต่พีเอช 8.0 ขึ้นไป และช่วงพีเอชที่เหมาะสมของการทำปฏิกิริยาจะค่อนข้างแคบ หรือประมาณ 8.0-9.5 สำหรับลูทรอน-เอช และโพลีซิม 606 ในขณะที่โอโรพอน-เอน และแพนครีติค 606 จะเร่งปฏิกิริยาได้ในช่วงที่กว้างจนถึงประมาณพีเอช 10 หลังจากนั้นแอคติวิตีของเอนไซม์จะลดลงอย่างรวดเร็ว

3.1.2 <u>ผลกระทบของอุณหภูมิต่อการทำงานของโบรมีเลนและเบทติ้งเอเจนท์ที่ใช้ในเชิงพาณิชย์</u>

ใช้สารละลายผงโบรมีเลนและสารละลายผงเบทติ้งเอเจนท์ที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ ได้แก่ ลูทรอน-เอช, โพลีซิม 606, โอโรพอน-เอน, แพนครีติค 606 ซึ่งเป็นสารผสมของเอนไซม์ย่อยโปรตีน นำมาวัดแอคติวิตีหรือความสามารถในการไฮโดรไลซ์เคซีนเมื่อให้ทำปฏิกิริยากับเคซีนที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันในระหว่าง 30-65 องศาเซลเซียส ที่พีเอช 7

ผลการทดลอง (รูปที่ 7) แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงานของโบรมีเลนจะอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างสูงกว่าเบทติ้งเอเจนท์เชิงพาณิชย์ตัวอื่น ๆ คือประมาณ 50-65 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงานของเบทติ้งเอเจนท์เชิงพาณิชย์ตัวอื่นได้แก่ ลูทรอน-เอช, โพลีซิม 606, โอโรพอน-เอน, แพนครีเอติค 606 อยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าเล็กน้อยมีค่าในช่วงประมาณ 45-55, 30-45, 35-45, และ 40-50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

จากการเปรียบเทียบผลกระทบของอุณหภูมิต่อแอคติวิตีของโบรมีเลนและเบทติ้งเอเจนท์ตัวอื่น จะสังเกตเห็นว่าที่อุณหภูมิสูงกว่า 55 องศาเซลเซียส แอคติวิตีของลูทรอน-เอช และแพนครีติคจะลดลงอย่างรวดเร็ว แต่แอคติวิตีของโบรมีเลนยังคงสูงอยู่ (ประมาณ 90 เปอร์เซนต์ของแอคติวิตีสูงสุด) ในขณะที่อุณหภูมิเพียง 50 องศาเซลเซียส แอคติวิตีของโพลีซิม 606 และ โอโรพอน-เอน ลดลงเหลือประมาณ 20 เปอร์เซนต์ของแอคติวิตีสูงสุดเท่านั้น

รูปที่ 7 ผลกระทบของอุณหภูมิต่อแอคติวิตีของโบรมีเลนและเบทติ้งเอเจนท์เชิงพาณิชย์วัดแอคติวิตีของเอนไซม์ที่พีเอช 7 ตามวิธีข้อ 2.6.1

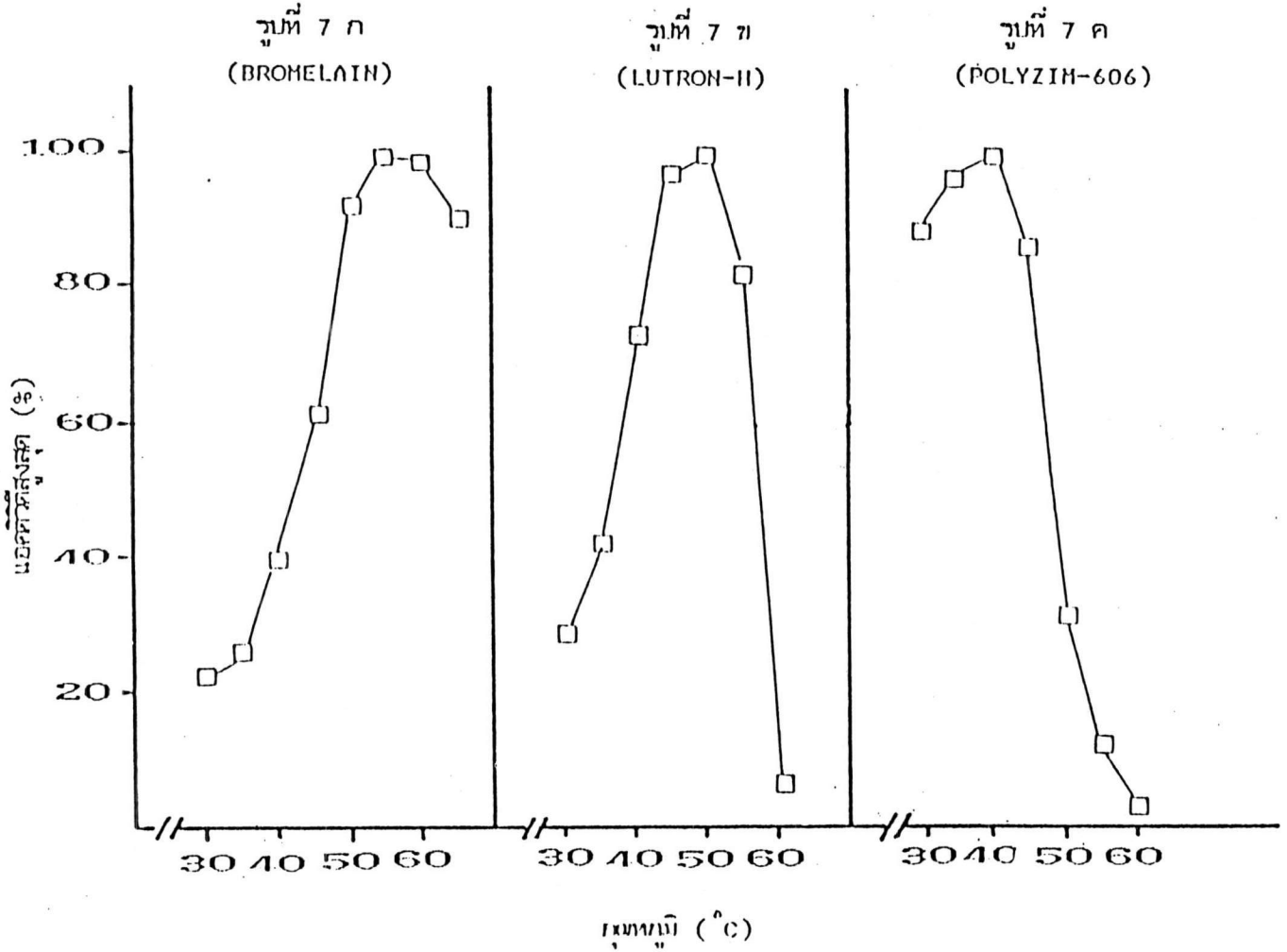
(ก) ผลกระทบของอุณหภูมิต่อแอคติวิตีของโบรมีเลน

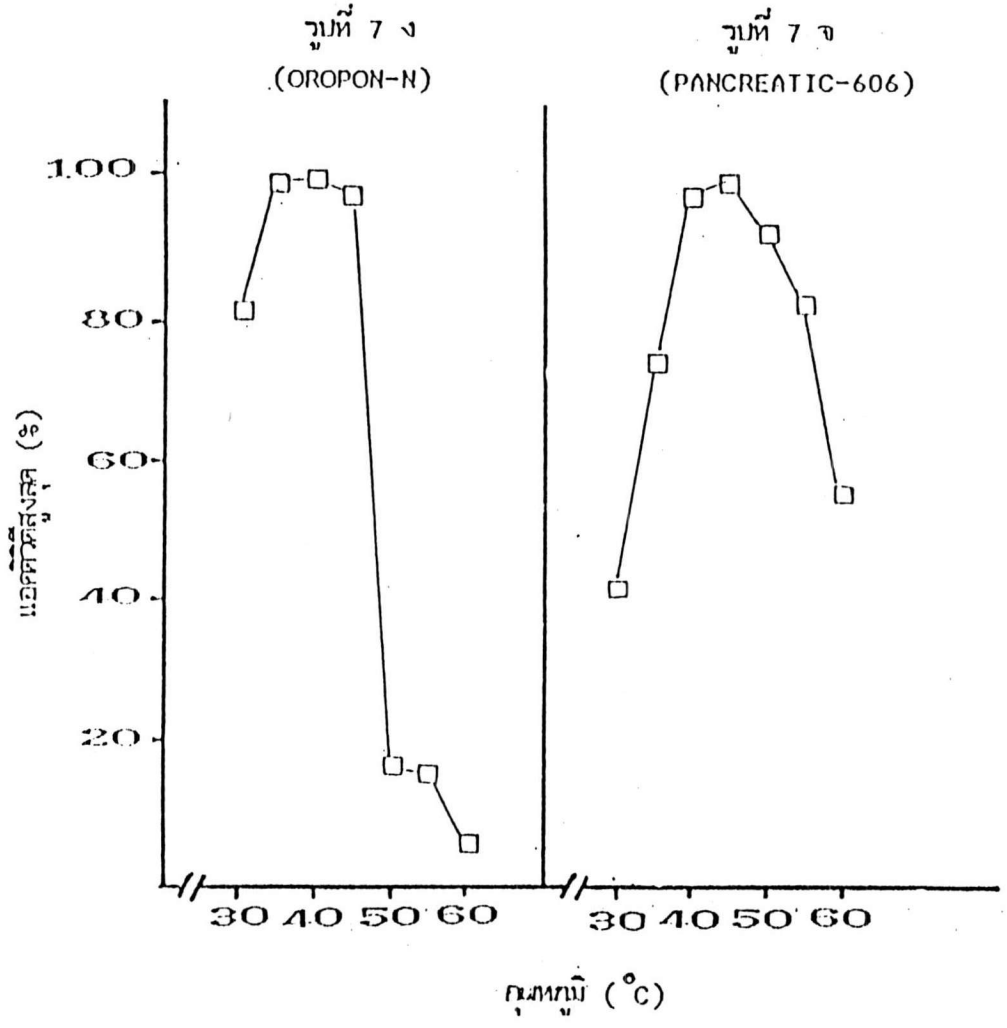
(ข) ผลกระทบของอุณหภูมิต่อแอคติวิตีของลูทรอน-เอช

(ค) ผลกระทบของอุณหภูมิต่อแอคติวิตีของโพลีซิม 606

(ง) ผลกระทบของอุณหภูมิต่อแอคติวิตีของโอโรพอน-เอน

(จ) ผลกระทบของอุณหภูมิต่อแอคติวิตีของแพนครีติค 606


รูปที่ 7 ก
(BROMELAIN)
รูปที่ 7 ข
(LUTRON-II)
รูปที่ 7 ค
(POLYZIM-606)
100
80
60
40
20
30 40 50 60
30 40 50 60
30 40 50 60
อุณหภูมิ (°C)


รูปที่ 7 ง
(OROPON-N)
รูปที่ 7 จ
(PANCREATIC-606)
100
80
60
40
20
30 40 50 60
30 40 50 60
อุณหภูมิ (°C)

3.2 เปรียบเทียบแอคติวิตีของโบรมีเลนและเบทติ้งเอเจนท์เชิงพาณิชย์ในสารละลายน้ำแช่หนัง

เติมสารละลายเอนไซม์โบรมีเลนและสารละลายเบทติ้งเอเจนท์เชิงพาณิชย์ ได้แก่ ลูทรอน-เอช, โพลีซิม 606, โอโรพอน-เอน, แพนครีเอติค 606 ลงไปในน้ำแช่หนังที่ผ่านการล้างปูน (deliming solution) ที่มีเคซีนอยู่ด้วยและคิดตามความสามารถในการไฮโดรไลซ์เคซีน โดยวัดระดับของกรดอะมิโนไทโรซีนที่ถูกไฮโดรไลซ์ออกมาเป็นหน่วยซีดียูต่อมิลลิกรัมผงของเบทติ้งเอเจนท์

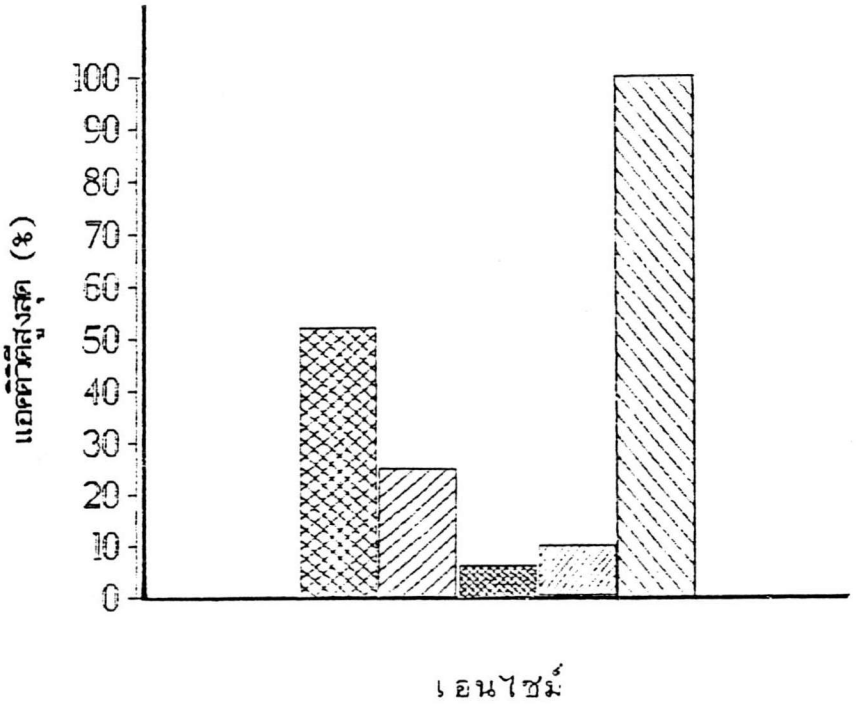
ผลการทดลอง (รูปที่ 8 และ ตารางที่ 3) พีเอชของสารละลายน้ำแช่หนังที่วัดได้ประมาณ 8.9 + 0.3 และพบว่าโบรมีเลนจะมีแอคติวิตีหรือความสามารถในการไฮโดรไลซ์เคซีนได้ดี ประมาณ 2 เท่าของลูทรอน-เอช และ มีความสามารถในการไฮโดรไลซ์เคซีนได้ประมาณครึ่งหนึ่งของแพนครีเอติค 606 ส่วนโพลีซิม และโอโรพอน มีแอคติวิตีที่ต่ำกว่ามากจากการวัดแอคติวิตีในการไฮโดรไลซ์เคซีนของ โบรมีเลน, ลูทรอน-เอช, โพลีซิม 606, โอโรพอน-เอน, และแพนครีเอติค 606 ได้เป็น 73.73 + 6.8, 34.46 + 3.3, 9.24 + 0.7, 13.36 + 0.6, 139.29 + 2.6 หน่วยซีดียูต่อมิลลิกรัมผงเบทติ้งเอเจนท์ตามลำดับ

เป็นที่น่าสนใจว่าค่าแอคติวิตีของโบรมีเลนและเบทติ้งเอเจนท์เชิงพาณิชย์ที่วัดได้จากการใช้เคซีนเป็นสับสเตรทในสารละลายของน้ำแช่หนัง มีค่าที่ใกล้เคียงกับเมื่อใช้เคซีนเป็นสับสเตรทในสารละลายบัฟเฟอร์พีเอชในช่วง 8.5-9.5

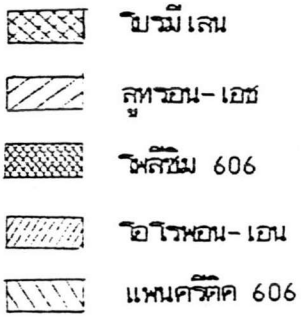
3.3 การศึกษาผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในขั้นตอนการเบทติ้งต่อพีเอชของสารละลายน้ำแช่หนัง

3.3.1 ผลกระทบของแอมโมเนียมซัลเฟตต่อพีเอชของสารละลายน้ำแช่หนัง

น้ำแอมโมเนียมซัลเฟต มาเติมในสารละลายน้ำแช่หนังหลังผ่านการล้างปูน



รูปที่ 8 เปรียบเทียบความสามารถในการไฮโดรไลซ์เคซีนสับสเตรท ของโบรมีเลนและเบทติ้งเอเจนท์เชิงพาณิชย์ในสารละลายของน้ำแช่หนังตามวิธีทำข้อ 2.6.2



เอนไซม์	เอนไซม์แอคติวิตี (CDU/mg powder)
โบรมีเลน	73.73 ± 6.8
ลูทรอน-เอช	34.46 ± 3.3
โพลีซิม 606	9.24 ± 0.7
โอโรพอน-เอน	13.36 ± 0.6
แพนครีติค 606	139.29 ± 2.6

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการไฮโดรไลซ์เคซีนสับสเตรท ของโบรมีเลนและเบทติ้งเอเจนท์เชิงพาณิชย์ในสารละลายของน้ำแช่ฟันตามวิธีทำข้อ 2.6.2

(deliming solution) ให้มีความเข้มข้นของแอมโมเนียมซัลเฟตในสารละลายของน้ำแช่หนังเป็น 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 เปอร์เซนต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) ตามลำดับ วัดค่าพีเอชของสารละลาย

จากผลการทดลอง (รูปที่ 9) พบว่าการเติมแอมโมเนียมซัลเฟตลงในสารละลายของน้ำแช่หนังที่ผ่านการล้างปูน จะทำให้พีเอชของสารละลายลดลง กล่าวคือเมื่อเติมแอมโมเนียมซัลเฟตลงไปในสารละลายของน้ำแช่หนังให้มีความเข้มข้นเป็น 1.0 เปอร์เซนต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) จะทำให้พีเอชของสารละลายลดลงจากประมาณ 11.5 เป็นประมาณ 8.5 และถ้าเติมแอมโมเนียมซัลเฟตในปริมาณที่มากกว่า 2.0 เปอร์เซนต์จะทำให้ค่าพีเอชของสารละลายเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และค่อนข้างคงที่

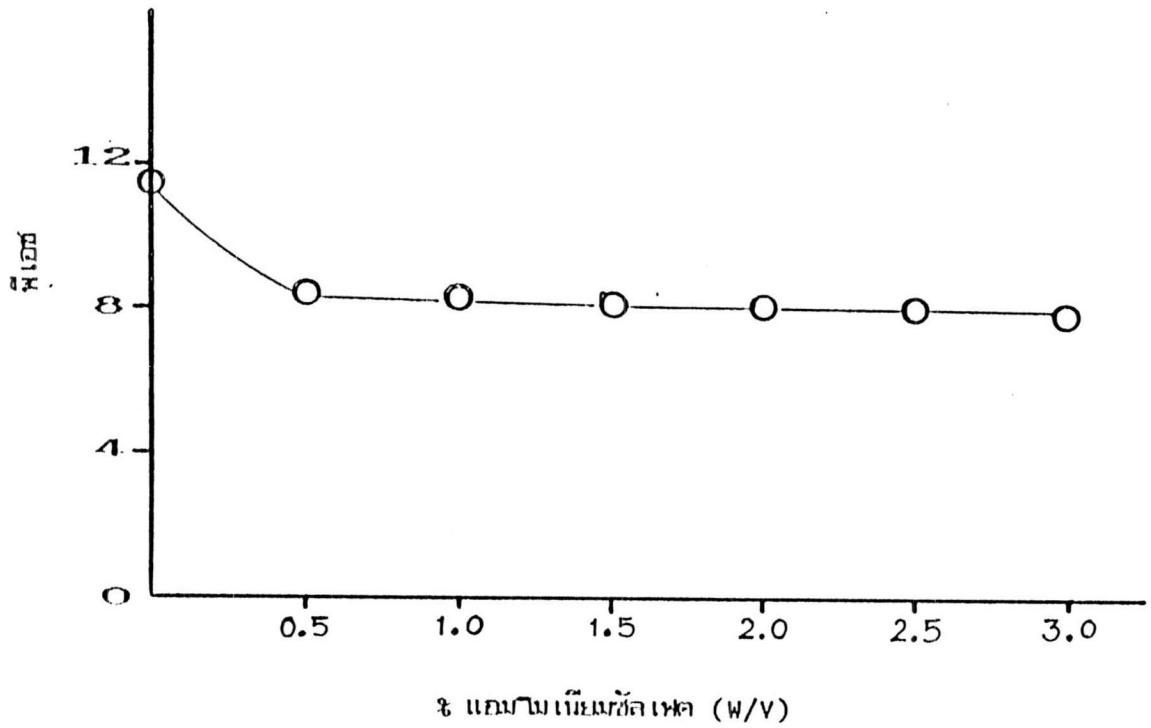
3.3.2 <u>ผลกระทบของโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ต่อพีเอชของสารละลายน้ำแช่หนัง</u>

นำโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์มาเติมในสารละลายน้ำแช่หนังหลังผ่านการล้างปูนให้มีความเข้มข้นของโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ในสารละลายน้ำแช่หนังเป็น 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 เปอร์เซนต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) แล้ววัดค่าพีเอชของสารละลาย

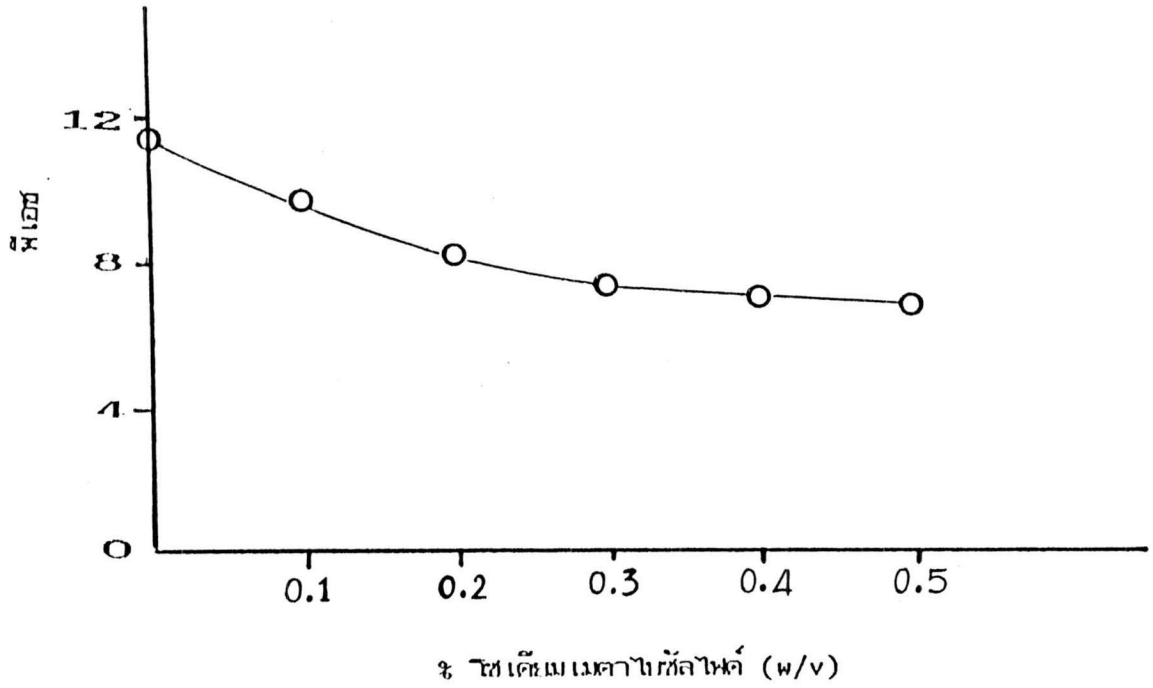
จากผลการทดลอง (รูปที่ 10) พบว่าการเติมโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์จะทำให้พีเอชของสารละลายน้ำแช่หนังลดลง กล่าวคือเมื่อเติมโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ลงไปในสารละลายของน้ำแช่หนังให้มีความเข้มข้นเป็น 0.3 เปอร์เซนต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) จะทำให้พีเอชของสารละลายลดลงจากประมาณ 11.5 เหลือค่าประมาณ 7.5 แต่ถ้าเติมโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ในปริมาณที่มากกว่า 0.3 เปอร์เซนต์พีเอชจะลดลงและเกือบคงที่

3.3.3 <u>ผลกระทบของไบมอล-เอ ต่อพีเอชของสารละลายน้ำแช่หนัง</u>

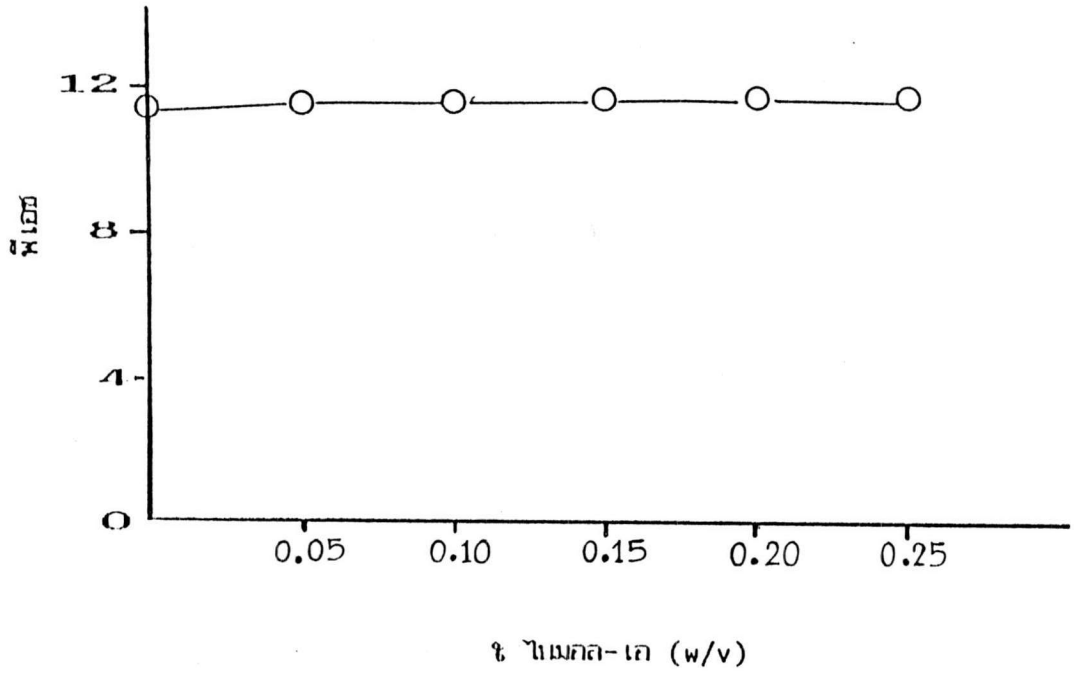
นำไบมอล-เอ ที่ใช้อยู่ในกระบวนการฟอกหนังขององค์การฟอกหนังมาเติมลงในสารละลายน้ำแช่หนังหลังผ่านการล้างปูนให้มีความเข้มข้นของไบมอล-เอ ในสารละลายของน้ำแช่หนังเป็น 0, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 เปอร์เซนต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) แล้ววัดค่าพีเอชของสารละลาย



รูปที่ 9 ผลกระทบของแอมโมเนียมซัลเฟตต่อพีเคชของสารละลายน้ำแป้งมัน



รูปที่ 10 ผลกระทบของโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ต่อปีเคชของสารละลายน้ำแป้งมัน



รูปที่ 11 ผลกระทบของไฮเมลส-เอ ต่อพีเอชของสารละลายน้ำแช่หนัง

จากผลการทดลอง (รูปที่ 11) จะเห็นได้ว่าการเติมไบมอล-เอ ลงในสารละลายของน้ำแช่หนังที่ผ่านการล้างปูน ไม่มีผลทำให้ค่าพีเอชของสารละลายเปลี่ยนแปลง

3.4 การศึกษาการใช้โบรมีเลนในกระบวนการฟอกหนังระดับขวดเขย่า

จากการศึกษาแอคติวิตีของโบรมีเลนในน้ำแช่หนังพบว่าโบรมีเลนมีความสามารถในการไฮโดรไลซ์เคซีนได้ประมาณ 2 เท่าของลูทรอน-เอช เมื่อความเข้มข้นของลูทรอน-เอช ที่ใช้อยู่ในกระบวนการฟอกหนังเป็น 0.2 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ดังนั้นในการทดลองจึงใช้โบรมีเลนในความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง เพื่อให้ได้แอคติวิตีของเอนไซม์เท่ากัน

ผลการทดลอง (ตารางที่ 4) เปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกเป็นส่วน เมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช พบว่า ค่าแรงฉีก แรงดึง และระยะยืดตัวของหนังเมื่อใช้โบรมีเลนไม่แตกต่างจากการใช้ลูทรอน-เอชมากนัก กล่าวคือเมื่อใช้โบรมีเลนจะได้ค่าแรงฉีก แรงดึง และระยะยืดตัวของหนังส่วนตะโพกประมาณ 88.81, 235.17, 83.75 กิโลกรัมแรงต่อเซนติเมตร, กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร, เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ส่วนการใช้ลูทรอน-เอช ได้ค่าแรงฉีก แรงดึง และระยะยืดตัวของหนังส่วนตะโพกประมาณ 89.41, 232.84, 84.75 กิโลกรัมแรงต่อเซนติเมตร, กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร, เปอร์เซนต์ ตามลำดับ หนังที่ผ่านการใช้เอนไซม์ย่อยโปรตีนจะมีค่าแรงฉีกและแรงดึงลดลง แต่ระยะการยืดตัวจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าหนังที่ไม่ได้ใช้เอนไซม์ หนังที่ผ่านการใช้เอนไซม์จะมีความนุ่มกว่าหนังที่ไม่ได้ใช้เอนไซม์ และจากการทดสอบหนังทั้ง 3 ส่วนคือ ส่วนตะโพก ส่วนท้องและส่วนไหล่ พบว่าหนังส่วนตะโพกจะให้ค่าแรงฉีกและแรงดึงที่สูงกว่าหนังส่วนอื่น

3.5 การศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช ในการทดลองระดับขยายส่วน

3.5.1 เปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอชในถังหมุนขนาด 50 ลิตร

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ตามลำดับ ทำการทดลองในระดับขวดเขย่า โดยใช้หนังส่วนตะโพก ส่วนท้อง และส่วนไหล่ ตามวิธีทำข้อ 2.7

หนังส่วนที่ 1 หมายถึงหนังส่วนตะโพก

2 หมายถึงหนังส่วนท้อง

3 หมายถึงหนังส่วนไหล่

ระดับความนุ่ม -- หมายถึงหนังมีความแข็งเมื่อสัมผัสและเมื่อกดนิ้วมือลงบนหนังไม่ปรากฏรอยนิ้วมือ

\- หมายถึงหนังที่ค่อนข้างแข็งเมื่อสัมผัสและเมื่อกดนิ้วมือลงบนหนังปรากฏรอยนิ้วมือ

\+ หมายถึงหนังมีความนุ่มพอใช้และปรากฏรอยนิ้วมือ

++ หมายถึงหนังมีความนุ่มดีและปรากฏรอยนิ้วมือชัดเจน

+++ หมายถึงหนังมีความอ่อนตัวเกินควร

เอนไซม์	หนังส่วนที่	ความนุ่มหนัง	ค่าทดสอบทางกายภาพ		
			แรงฉีก (กก.แรง/ซม.)	แรงดึง (กก.แรง/ตร.ซม.)	ระยะการยืดตัว (%)
ไม่ใส่เอนไซม์	1	--	102.66 ± 1.2	274.09 ± 1.9	76.50 ± 0.5
	2	-	95.42 ± 1.0	237.73 ± 1.5	82.25 ± 0.5
	3	--	97.85 ± 1.0	252.05 ± 2.1	79.50 ± 0.5
ไบรมีเลน	1	+	88.81 ± 1.5	235.17 ± 1.5	83.75 ± 0.5
	2	++	84.74 ± 1.2	212.10 ± 2.0	89.00 ± 0.5
	3	++	86.61 ± 1.0	229.68 ± 1.9	86.00 ± 0.5
ลูทรอน-เอช	1	+	89.41 ± 1.0	232.84 ± 1.5	84.75 ± 0.5
	2	++	85.00 ± 1.2	214.35 ± 2.0	91.50 ± 0.7
	3	++	87.45 ± 1.0	229.07 ± 1.5	87.00 ± 0.5

ใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอชเป็นเบทติ้งเอเจนท์ โดยแปรความเข้มข้นของโบรมีเลนเป็น 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง และแปรค่าความเข้มข้นของ ลูทรอน-เอชเป็น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ใช้หนังที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์เป็นตัวควบคุม ทำการทดลองในถังหมุนขนาด 50 ลิตร โดยใช้หนังส่วนตะโพก ส่วนท้อง และส่วนไหล่ หลังจากได้หนังฟอกสำเร็จรูปแล้ว นำมาวัดคุณลักษณะทางกายภาพของชิ้นหนังทดสอบได้แก่ ค่าแรงฉีก แรงดึง และระยะยืดตัว ตามวิธีการทดสอบหนัง

ผลการทดลอง (ตารางที่ 5 ก) แสดงให้เห็นว่าการใช้โบรมีเลนทำให้หนังมีค่าระยะการยืดตัวสูงขึ้น ค่าแรงฉีกและแรงดึงลดลงกว่าหนังที่ไม่ได้ใช้เอนไซม์ การใช้โบรมีเลนในปริมาณความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าแรงดึงและแรงฉีกลดลง แต่เพิ่มค่าระยะการยืดตัว จากหนังส่วนตะโพกที่ไม่ได้ใช้เอนไซม์จะมีค่าแรงฉีก แรงดึง และระยะยืดตัว ประมาณ 106.80, 275.69, 75.00 กิโลกรัมแรงต่อเซนติเมตร, กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร, เปอร์เซนต์ ตามลำดับ เมื่อใช้โบรมีเลนความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนังทำให้ค่าค่าแรงฉีก แรงดึง และระยะยืดตัวเป็นค่าประมาณ 95.28, 258.93, 79.50 กิโลกรัมแรงต่อเซนติเมตร, กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร, เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ความแตกต่างของคุณลักษณะที่วัดได้จากหนังที่ใช้เอนไซม์จะเห็นได้ชัดเจน จากการพิจารณาหนังส่วนตะโพก (ส่วนที่ 1) ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของโบรมีเลนเป็น 2 เท่า คือจาก 0.05 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนังเป็น 0.1 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ทำให้ค่าแรงฉีกและแรงดึงลดลงจากประมาณ 95.28 และ 258.93 เป็นประมาณ 91.85, 249.31 กิโลกรัมแรงต่อเซนติเมตร และกิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ แต่ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของโบรมีเลนเป็น 4 เท่า คือเป็น 0.2 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง จะทำให้ค่าแรงฉีกและแรงดึงลดลงอีกเพียงเล็กน้อย เป็นประมาณ 88.12, 240.38 กิโลกรัมแรงต่อเซนติเมตร และกิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

จากการทดสอบโดยการสัมผัสหนังที่ผ่านขั้นตอนการเบทติ้ง หนังที่ใช้โบรมีเลนจะมีความนุ่มเพิ่มขึ้น ตามปริมาณเอนไซม์ที่ใช้เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งหนังส่วนท้องซึ่งมีความอ่อนตัวอยู่แล้ว จะมีความนุ่มและค่อนข้างนุ่มเกินควรเมื่อใช้โบรมีเลนความเข้มข้นสูง

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอชความเข้มข้น 0.05-0.20 และ 0.1-0.4 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ตามลำดับ ทำการทดลองในถังหมุนขนาด 50 ลิตรโดยใช้หนังส่วนตะโพก ส่วนท้อง และส่วนไหล่ ตามวิธีทำข้อ 2.8.1

(ก) ใช้โบรมีเลนความเข้มข้น 0.05-0.2 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง

(ข) ใช้ลูทรอน-เอชความเข้มข้น 0.1-0.4 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง

หนังส่วนที่ 1 หมายถึงหนังส่วนตะโพก

2 หมายถึงหนังส่วนท้อง

3 หมายถึงหนังส่วนไหล่

ระดับความนุ่ม -- หมายถึงหนังมีความแข็งเมื่อสัมผัสและเมื่อกดนิ้วมือลงบนหนังไม่ปรากฏรอยนิ้วมือ

\- หมายถึงหนังที่ค่อนข้างแข็งเมื่อสัมผัสและเมื่อกดนิ้วมือลงบนหนังปรากฏรอยนิ้วมือ

\+ หมายถึงหนังมีความนุ่มพอใช้และปรากฏรอยนิ้วมือ

++ หมายถึงหนังมีความนุ่มดีและปรากฏรอยนิ้วมือชัดเจน

+++ หมายถึงหนังมีความอ่อนตัวเกินควร

เอนไซม์	ความเข้มข้นเอนไซม์	หนังส่วนที่	ความนุ่มหนัง	ค่าทดสอบทางกายภาพ		
				แรงฉีก (กก.แรง/ซม.)	แรงดึง (กก.แรง/ตร.ซม.)	ระยะการยืดตัว (%)
ไม่ใส่เอนไซม์	0.00	1	--	106.80 ± 1.0	275.69 ± 1.0	75.00 ± 0.5
		2	--	95.00 ± 1.5	274.18 ± 1.2	80.00 ± 0.7
		3	--	99.40 ± 1.2	258.48 ± 0.9	77.00 ± 0.3
ไบรมีเลน	0.05	1	-	95.28 ± 1.5	258.93 ± 0.5	79.50 ± 0.5
		2	+	82.48 ± 1.5	241.56 ± 2.1	85.50 ± 0.5
		3	-	88.24 ± 1.0	245.83 ± 1.7	81.25 ± 0.7
	0.10	1	-	91.85 ± 1.7	249.31 ± 1.7	82.50 ± 0.9
		2	++	82.14 ± 1.0	239.61 ± 2.5	91.25 ± 0.5
		3	+	87.32 ± 1.0	240.83 ± 1.0	87.25 ± 0.5
	0.15	1	+	90.10 ± 1.9	245.35 ± 1.2	84.25 ± 0.9
		2	++	82.13 ± 0.7	238.79 ± 1.0	94.50 ± 0.5
		3	++	85.54 ± 1.0	241.19 ± 1.5	91.50 ± 0.5
	0.20	1	++	88.12 ± 0.7	240.38 ± 1.0	84.75 ± 0.5
		2	+++	81.90 ± 1.3	237.44 ± 1.5	95.25 ± 0.5
		3	++	85.57 ± 1.4	239.75 ± 1.1	92.50 ± 0.3

ตารางที่ 5 ก

(ไบรมีเลน)

เอนไซม์	ความเข้มข้นเอนไซม์	หนังส่วนที่	ความนุ่มหนัง	ค่าทดสอบทางกายภาพ		
				แรงฉีก (กก.แรง/ซม.)	แรงดึง (กก.แรง/ตร.ซม.)	ระยะการยืดตัว (%)
ลูทรอน-เอช	0.10	1	-	91.94 ± 1.5	257.81 ± 2.0	80.25 ± 0.5
		2	+	84.82 ± 1.3	241.93 ± 1.5	89.50 ± 0.5
		3	-	87.00 ± 1.0	245.81 ± 1.5	85.75 ± 0.3
	0.20	1	-	91.83 ± 1.7	249.98 ± 1.5	82.25 ± 0.7
		2	++	82.19 ± 1.3	239.58 ± 1.0	91.00 ± 0.5
		3	+	86.72 ± 1.0	244.51 ± 1.5	87.00 ± 0.5
	0.30	1	++	89.84 ± 1.9	241.44 ± 1.9	82.50 ± 0.3
		2	++	80.06 ± 2.0	238.86 ± 1.0	94.25 ± 0.5
		3	++	85.87 ± 1.5	240.19 ± 1.5	89.50 ± 0.7
	0.40	1	++	84.70 ± 1.4	239.67 ± 1.7	84.25 ± 0.3
		2	+++	82.84 ± 1.0	237.15 ± 0.9	95.50 ± 0.3
		3	++	79.45 ± 1.2	239.27 ± 1.5	91.75 ± 0.5

ตารางที่ 5 ข

(ลูทรอน-เอช)

จากผลการทดลอง (ตาราง 5 ข) การใช้ลูทรอน-เอช จะทำให้ค่าแรงฉีกและแรงดึงของชิ้นหนังทดสอบลดลง ส่วนระยะการยืดตัวก็จะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการใช้โบรมีเลน ปริมาณการใช้ลูทรอน-เอช ที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าแรงฉีกและแรงดึงของชิ้นหนังทดสอบลดลง ส่วนระยะการยืดตัวเพิ่มขึ้น และจากการทดสอบความนุ่มด้วยการสัมผัสพบว่า ปริมาณของลูทรอน-เอช ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้หนังนุ่มขึ้นอีก และค่อนข้างนุ่มเกินควรถ้าใช้ลูทรอน-เอช ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง จะทำให้หนังส่วนท้องนุ่มหรือหนังเละได้

3.5.2 <u>เปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอชในถังหมุนขนาด 300 ลิตร</u>

ใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอชเป็นเบทติ้งเอเจนท์โดยแปรความเข้มข้นของโบรมีเลนเป็น 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง และแปรค่าความเข้มข้นของลูทรอน-เอชเป็น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ใช้หนังที่ไม่ได้ใช้เอนไซม์เป็นตัวควบคุม ทำการทดลองตามขั้นตอนการฟอกหนังในถังหมุนขนาด 300 ลิตร โดยใช้หนังชีก เมื่อได้หนังสำเร็จรูปแล้ว ทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพของชิ้นหนังทดสอบ

ผลการทดลอง (ตารางที่ 6) จะสังเกตเห็นว่าค่าทดสอบทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอชมีค่าใกล้เคียงกันคือ การใช้โบรมีเลนในความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าแรงฉีกและค่าแรงดึงลดลง ค่าระยะการยืดตัวเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันกับการใช้ลูทรอน-เอช หนังที่ไม่ได้ใช้เอนไซม์จะมีความแข็งและไม่ปรากฏรอยนิ้วมือเมื่อกดนิ้วมือลงบนหนัง หลังจากขั้นตอนการเบทติ้ง จะสังเกตเห็นว่า เมื่อใช้โบรมีเลนในความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซนต์ จะให้ค่าทดสอบทางกายภาพที่ใกล้เคียงกับการใช้ลูทรอน-เอชความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซนต์ กล่าวคือค่าแรงฉีก แรงดึง และระยะการยืดตัวเมื่อใช้โบรมีเลนความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซนต์เป็นค่าประมาณ 92.35, 269.17, 66.99 กิโลกรัมแรงต่อเซนติเมตร, กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร และเปอร์เซนต์ ตามลำดับ และเมื่อใช้ลูทรอน-เอชความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซนต์ จะได้ค่าค่าแรงฉีก แรงดึง และระยะการยืดตัว ประมาณ 91.23,

271.51, 66.80 กิโลกรัมแรงต่อเซนติเมตร, กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร และเปอร์เซนต์ ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามคุณลักษณะทางกายภาพของชิ้นหนังทดสอบไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปมากนัก เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโบรมีเลนและลูทรอน-เอชถึง 4 เท่า

3.6 ศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการเบทติ้งต่อคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช

3.6.1 ศึกษาอิทธิพลของแอมโมเนียมซัลเฟตที่มีต่อคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช

นำแอมโมเนียมซัลเฟตมาแปรค่าความเข้มข้นเป็น 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) และใช้ความเข้มข้นของโบรมีเลนและลูทรอน-เอชเป็น 0.1 และ 0.2 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ตามลำดับ ทำการทดลองตามขั้นตอนการฟอกหนัง จากนั้นทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพของชิ้นหนังทดสอบ

ผลการทดลอง (ตารางที่ 7 และรูปที่ 12) จะเห็นว่าแอมโมเนียมซัลเฟตที่เติมลงไปในขั้นตอนการเบทติ้งจะทำให้ค่าพีเอชของสารละลายน้ำแช่หนังลดลง ทั้งการใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช จะได้คุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูป ที่ใกล้เคียงกัน การใช้แอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้น 1.0-2.0 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง จะทำให้ค่าแรงฉีกและแรงดึงของชิ้นหนังทดสอบเพิ่มสูงขึ้น แต่ถ้าเพิ่มปริมาณแอมโมเนียมซัลเฟตมากกว่า 3.0 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ค่าแรงฉีก และแรงดึงจะมีแนวโน้มลดต่ำลง ส่วนค่าระยะการยืดตัวก็จะเพิ่มสูงขึ้น ทั้งการใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช

เป็นที่น่าสนใจว่าการเติมแอมโมเนียมซัลเฟตในความเข้มข้นต่ำประมาณ 1.0-1.5 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ทั้งการใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช ทำให้ค่าแรงฉีก แรงดึงของชิ้นหนังทดสอบสูงขึ้น แต่เมื่อทดสอบความนุ่มโดยการสัมผัสพบว่า หนังมีความแข็งและไม่ปรากฏรอยนิ้วมือเมื่อกดนิ้วมือลงบนหนัง แต่การใช้แอมโมเนียมซัลเฟตในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะได้ความนุ่มของหนังดีขึ้น ทั้งการใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลน และลูทรอน-เอช ความเข้มข้น 0.05-0.20 และ 0.1-0.4 เปอร์เซนต์ ต่อน้ำหนักหนัง (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ตามลำดับ ทำการทดลองในถังหมุน ขนาด 300 ลิตรโดยใช้หนังชีก ตามวิธีทำข้อ 2.8.2

ระดับความนุ่ม -- หมายถึงหนังมีความแข็งเมื่อสัมผัสและเมื่อกดนิ้วมือลงบนหนังไม่ปรากฏรอยนิ้วมือ

\- หมายถึงหนังที่ค่อนข้างแข็งเมื่อสัมผัสและเมื่อกดนิ้วมือลงบนหนังปรากฏรอยนิ้วมือ

\+ หมายถึงหนังมีความนุ่มพอใช้และปรากฏรอยนิ้วมือ

++ หมายถึงหนังมีความนุ่มดีและปรากฏรอยนิ้วมือชัดเจน

+++ หมายถึงหนังมีความอ่อนตัวเกินควร

เอนไซม์	หนังส่วนที่	ความนุ่มหนัง	ค่าทดสอบทางกายภาพ		
			แรงฉีก (กก.แรง/ซม.)	แรงดึง (กก.แรง/ตร.ซม.)	ระยะการยืดตัว (%)
ไม่ใส่	0.00	--	106.5 ± 2.5	292.48 ± 2.1	64.50 ± 0.9
ซิบมิเลน	0.05	-	98.28 ± 1.0	279.11 ± 1.5	66.54 ± 0.5
	0.10	+	92.35 ± 1.0	269.17 ± 1.5	66.99 ± 0.3
	0.15	+	98.19 ± 1.5	268.06 ± 1.9	67.42 ± 0.5
	0.20	++	86.70 ± 1.5	266.41 ± 1.3	67.50 ± 0.3
ลูทรอน-เอช	0.10	-	99.37 ± 1.5	277.94 ± 1.8	66.73 ± 0.3
	0.20	+	91.23 ± 1.0	271.51 ± 1.0	66.80 ± 0.2
	0.30	+	86.24 ± 1.3	269.43 ± 1.3	67.13 ± 0.4
	0.40	++	84.36 ± 1.2	267.29 ± 1.2	67.64 ± 0.3

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบอิทธิพลของแอมโมเนียมซัลเฟตที่มีต่อคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูป โดยแปรค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียมซัลเฟตเป็น 1.0-4.0 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช เป็นเบทติ้งเอเจนท์ ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ตามลำดับ ทำการทดลองในถังหมุนขนาด 300 ลิตร และใช้หนังซีก ตามวิธีทำข้อ 2.8.2

ระดับความนุ่ม -- หมายถึงหนังมีความแข็งเมื่อสัมผัสและเมื่อกดนิ้วมือลงบนหนังไม่ปรากฏรอยนิ้วมือ

\- หมายถึงหนังที่ค่อนข้างแข็งเมื่อสัมผัสและเมื่อกดนิ้วมือลงบนหนังปรากฏรอยนิ้วมือ

\+ หมายถึงหนังมีความนุ่มพอใช้และปรากฏรอยนิ้วมือ

++ หมายถึงหนังมีความนุ่มดีและปรากฏรอยนิ้วมือชัดเจน

+++ หมายถึงหนังมีความอ่อนตัวเกินควร

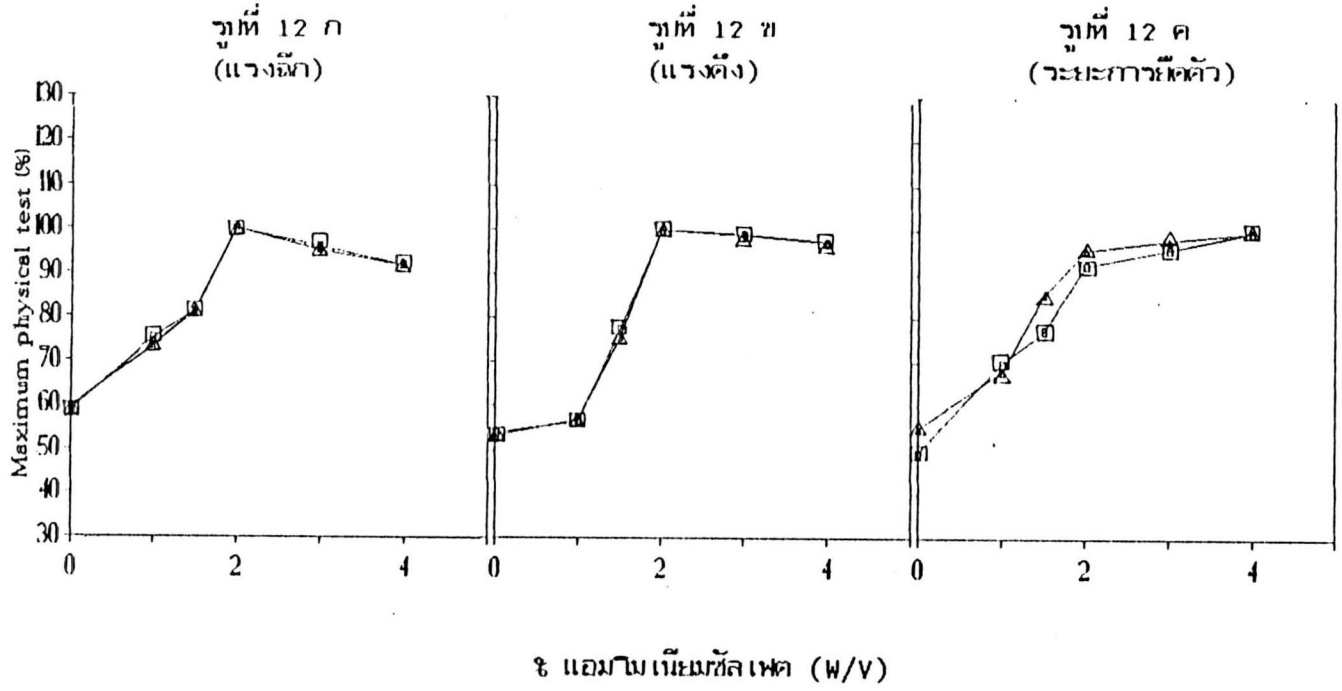
เคมีไซม์	ความเข้มข้น $(NH_4)_2SO_4$	ความนุ่มหนัง	ค่าทดสอบทางกายภาพ		
			แรงเฉือน (กก.แรง/ซม.)	แรงดึง (กก.แรง/ตร.ซม.)	ระยะการยืดตัว (%)
ซิมมีเลส	0.00	--	54.00 ± 2.0	146.29 ± 2.1	34.00 ± 0.7
	1.00	--	69.00 ± 2.0	153.41 ± 2.5	48.00 ± 0.6
0.1%	1.50	-	74.51 ± 2.1	210.35 ± 2.5	53.00 ± 0.5
	2.00	+	91.98 ± 2.5	271.58 ± 1.9	63.25 ± 0.7
	3.00	+	88.42 ± 1.9	268.82 ± 2.1	66.00 ± 0.5
	4.00	+	84.58 ± 1.9	264.00 ± 2.2	68.50 ± 0.4
ลูทวสม-เลม	0.00	--	55.19 ± 2.1	144.30 ± 1.9	37.50 ± 0.7
	1.00	-	68.41 ± 2.5	154.44 ± 2.0	46.35 ± 0.5
0.2%	1.50	-	75.32 ± 2.0	205.44 ± 2.1	58.15 ± 0.5
	2.00	+	93.18 ± 2.4	271.40 ± 1.9	65.20 ± 0.7
	3.00	+	88.75 ± 2.0	269.30 ± 1.7	66.75 ± 0.5
	4.00	+	85.43 ± 1.9	264.73 ± 1.9	68.00 ± 0.7

รูปที่ 12 เปรียบเทียบอิทธิพลของแอมโมเนียมซัลเฟตที่มีต่อคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปโดยแปรค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียมซัลเฟตเป็น 1.0-4.0 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช เป็นเบทติ้งเอเจนท์ ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ตามลำดับ ทำการทดลองในถังหมุนขนาด 300 ลิตร และใช้หนังชีก ตามวิธีทำข้อ 2.8.2

(ก) แรงฉีกของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช

(ข) แรงดึงของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช

(ค) ระยะการยืดตัวของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อโบรมีเลนและลูทรอน-เอช


รูปที่ 12 ก
(แรงฉีก)
รูปที่ 12 ข
(แรงดึง)
รูปที่ 12 ค
(ระยะการยืดตัว)
Maximum physical test (%)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
0
2
4
0
2
4
0
2
4
% แอมโมเนียมซัลเฟต (W/V)
BROMELAIN
LUTRON-II

3.6.2 ศึกษาอิทธิพลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ที่มีต่อคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช

นำแอมโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์มาแปรค่าความเข้มข้นเป็น 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) และใช้ความเข้มข้นของโบรมีเลนและลูทรอน-เอชเป็น 0.1 และ 0.2 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ตามลำดับ ทำการทดลองตามขั้นตอนการฟอกหนัง จากนั้นทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพของชิ้นหนังทดสอบ

ผลการทดลอง (ตารางที่ 8 และรูปที่ 13) จะเห็นว่าโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ที่เติมลงไป จะทำให้ค่าพีเอชของสารละลายน้ำแช่หนังลดลง การใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช จะได้คุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือการเติมโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.5 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง จะทำให้ค่าแรงฉีกและแรงดึงของหนังลดลงอย่างรวดเร็ว ระยะการยืดตัวเพิ่มขึ้น แต่ถ้าเพิ่มปริมาณโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ มากกว่า 0.5 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ค่าแรงฉีก และแรงดึงจะลดต่ำลงอย่างช้า ๆ ส่วนค่าระยะการยืดตัวยังคงเพิ่มสูงขึ้นอีกเล็กน้อย ทั้งของการใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช แต่จากการทดสอบความนุ่มของหนังเมื่อใช้โบรมีเลนพบว่า การใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์เพิ่มขึ้นมากกว่า 0.5 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนังจะทำให้หนังเกิดความนุ่มขึ้น ในขณะที่การใช้ลูทรอน-เอช ความนุ่มของหนังจากการสัมผัสจะเริ่มปรากฏ เมื่อใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์เข้มข้น 1.0 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง

3.6.3 ศึกษาอิทธิพลของไบมอล-เอ ที่มีต่อคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช

นำไบมอล-เอ มาแปรค่าความเข้มข้นเป็น 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) และใช้ความเข้มข้นของโบรมีเลนและลูทรอน-เอช เป็น 0.1 และ 0.2 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ตามลำดับ ทำการทดลองตามขั้นตอนการฟอกหนัง จากนั้นทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพของชิ้นหนังทดสอบ

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบอิทธิพลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ที่มีต่อคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปโดยแปรค่าความเข้มข้นของโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์เป็น 0.5-2.0 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอชเป็นเบทติ้งเอเจนท์ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ตามลำดับ ทำการทดลองในถังหมุนขนาด 300 ลิตร และใช้หนังซีก ตามวิธีทำข้อ 2.8.2

ระดับความนุ่ม -- หมายถึงหนังมีความแข็งเมื่อสัมผัสและเมื่อกดนิ้วมือลงบนหนังไม่ปรากฏรอยนิ้วมือ

\- หมายถึงหนังที่ค่อนข้างแข็งเมื่อสัมผัสและเมื่อกดนิ้วมือลงบนหนังปรากฏรอยนิ้วมือ

\+ หมายถึงหนังมีความนุ่มพอใช้และปรากฏรอยนิ้วมือ

++ หมายถึงหนังมีความนุ่มดีและปรากฏรอยนิ้วมือชัดเจน

+++ หมายถึงหนังมีความอ่อนตัวเกินควร

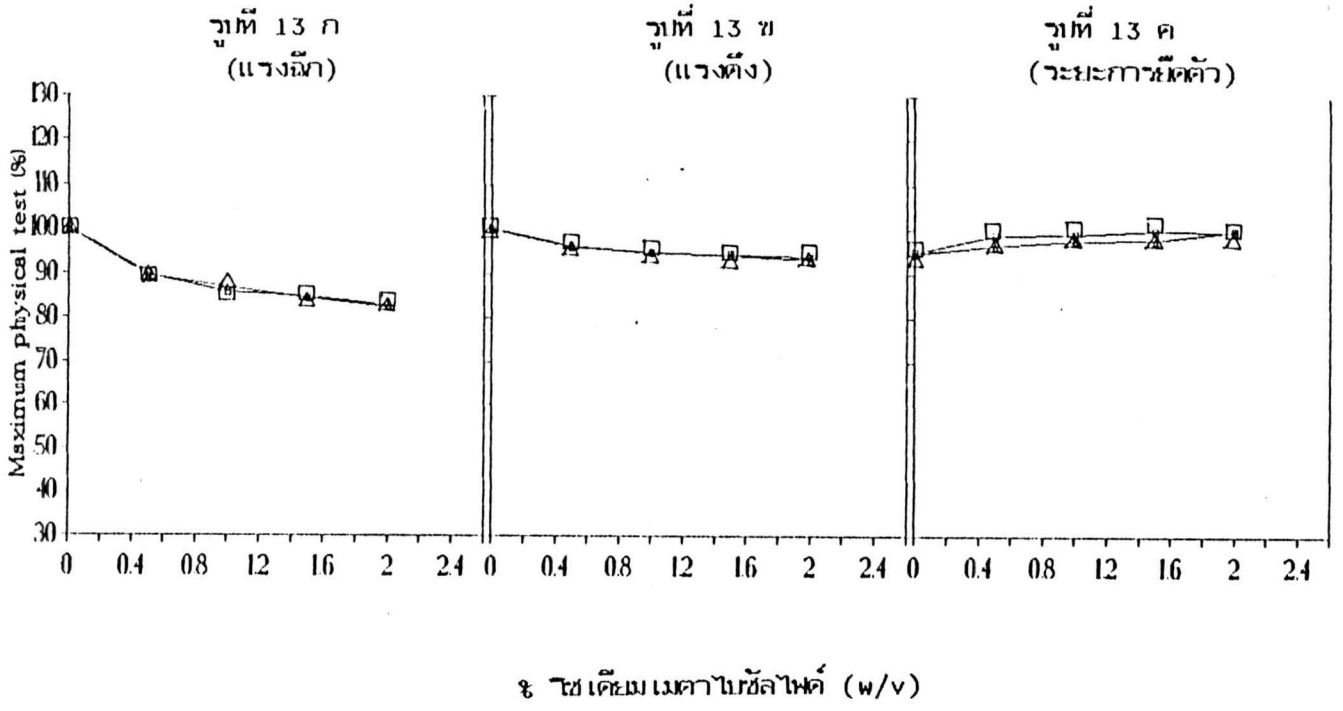
เอนไซม์	ความเข้มข้น $Na_2S_2O_5$	ความนุ่มหนึบ	ค่าทดสอบทางกายภาพ		
			แรงฉีก (กก.แรง/ซม.)	แรงดึง (กก.แรง/ตร.ซม.)	ระยะการยืดตัว (%)
ไม่มีเอนไซม์	0.0	-	101.74 ± 2.7	279.46 ± 2.5	64.13 ± 0.6
	0.5	+	91.45 ± 2.5	269.21 ± 2.4	66.74 ± 0.7
0.1%	1.0	+	87.25 ± 1.7	264.74 ± 2.5	66.99 ± 0.7
	1.5	+	86.25 ± 1.0	263.93 ± 1.5	67.51 ± 0.8
	2.0	+	84.07 ± 0.9	262.26 ± 1.0	67.39 ± 0.7
ฟูทวลเน-เอน	0.0	-	102.85 ± 2.5	282.55 ± 3.4	64.98 ± 0.5
	0.5	-	91.97 ± 2.4	271.24 ± 2.5	66.29 ± 0.5
0.2%	1.0	+	89.39 ± 1.8	268.16 ± 2.4	67.14 ± 0.4
	1.5	+	86.74 ± 1.5	266.50 ± 2.3	67.25 ± 0.7
	2.0	+	84.67 ± 1.5	263.54 ± 2.1	68.65 ± 0.7

รูปที่ 13 เปรียบเทียบอิทธิพลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ที่มีต่อคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปโดยแปรค่าความเข้มข้นของโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์เป็น 0.5-2.0 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอชเป็นเบทติ้งเอเจนท์ ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ตามลำดับ ทำการทดลองในถังหมุนขนาด 300 ลิตร และใช้หนังชีก ตามวิธีทำข้อ 2.8.2

(ก) แรงฉีกของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช

(ข) แรงดึงของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช

(ค) ระยะการยืดตัวของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อโบรมีเลนและลูทรอน-เอช


รูปที่ 13 ก
(แรงฉีก)
รูปที่ 13 ข
(แรงดึง)
รูปที่ 13 ค
(ระยะการยืดตัว)
Maximum physical test (%)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
0
0.4
0.8
1.2
1.6
2
2.4
% โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (w/v)
BROMELAIN
LUTRON-H

ผลการทดลอง (ตารางที่ 9 และรูปที่ 14) จะเห็นว่าไบฆอล-เอ ที่เติมลงไปไม่มีผลทำให้คุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัดเจน ทั้งการใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช กล่าวคือ จากการใช้โบรมีเลน เมื่อเติมไบฆอล-เอลงไป 0.05 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนังจะได้ค่าแรงฉีก และแรงดึงเป็นค่าประมาณ 91.74 กิโลกรัมแรงต่อเซนติเมตร และ 277.29 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นไบฆอล-เอเป็น 0.2 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง หรือเป็น 4 เท่าของความเข้มข้น 0.05 จะได้ค่าแรงฉีกเป็นค่าประมาณ 87.71 กิโลกรัมแรงต่อเซนติเมตร และแรงดึงเป็นค่าประมาณ เป็นค่าประมาณ 268.90 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร ส่วนระยะการยืดตัวของหนังไม่สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงทั้งการใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบอิทธิพลของไขมอล-เอ ที่มีต่อคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปโดยแปรค่าความเข้มข้นของไขมอล-เอเป็น 0.05-0.20 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอชเป็นเบทติ้งเอเจนท์ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ตามลำดับ ทำการทดลองในถังหมุนขนาด 300 ลิตรโดยใช้หนังชีก ตามวิธีทำข้อ 2.8.2

ระดับความนุ่ม -- หมายถึงหนังมีความแข็งเมื่อสัมผัสและเมื่อกดนิ้วมือลงบนหนังไม่ปรากฏรอยนิ้วมือ

\- หมายถึงหนังที่ค่อนข้างแข็งเมื่อสัมผัสและเมื่อกดนิ้วมือลงบนหนังปรากฏรอยนิ้วมือ

\+ หมายถึงหนังมีความนุ่มพอใช้และปรากฏรอยนิ้วมือ

++ หมายถึงหนังมีความนุ่มดีและปรากฏรอยนิ้วมือชัดเจน

+++ หมายถึงหนังมีความอ่อนตัวเกินควร

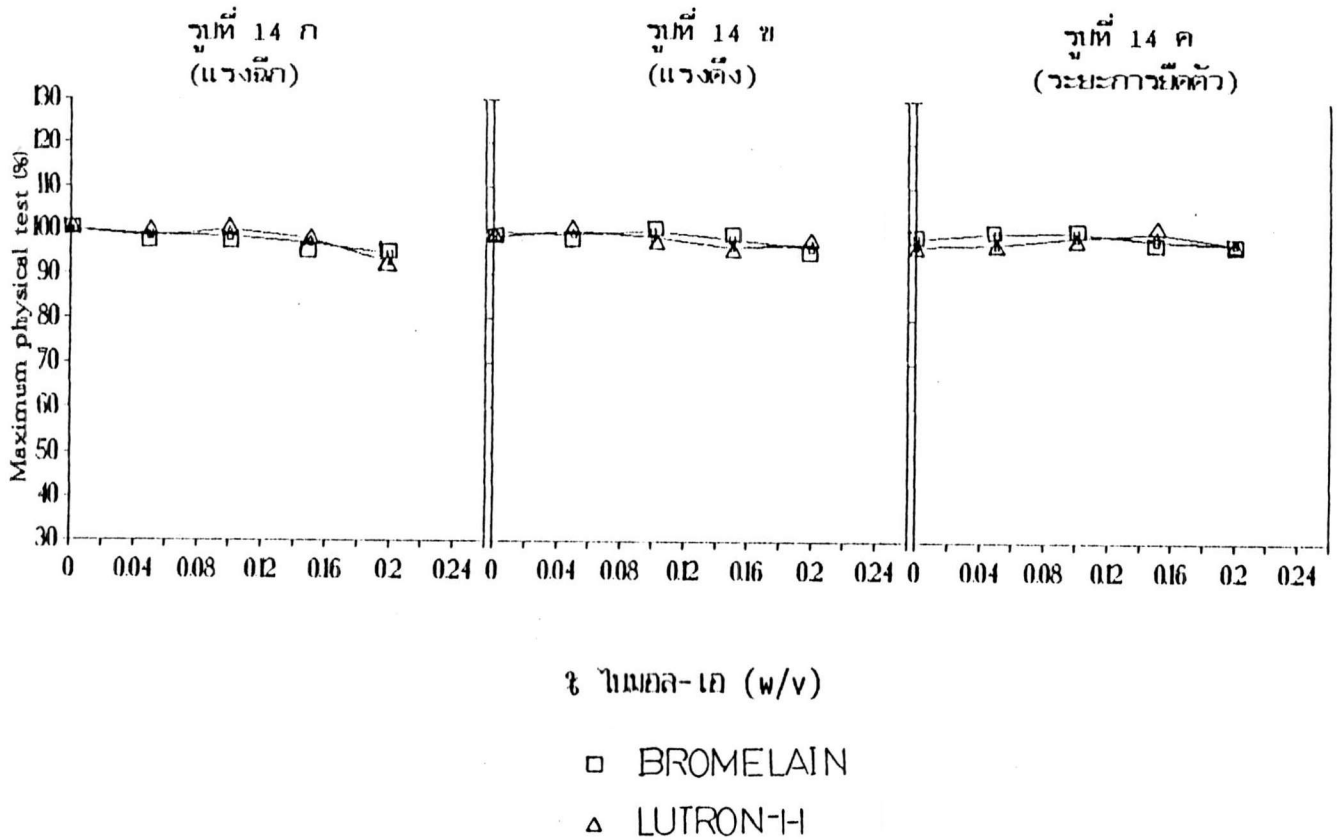
เอมโซน่า	ความเข้มข้นไมเอล-เอ	ความนุ่มหนัง	ค่าทดสอบทางกายภาพ		
			แรงฉีก (กก.แรง/ซม.)	แรงดึง (กก.แรง/ตร.ซม.)	ระยะการยืดตัว (%)
โบรมีเลน	0.00	+	92.63 ± 0.7	278.65 ± 1.5	65.31 ± 0.7
	0.05	+	91.74 ± 0.5	277.29 ± 1.3	66.19 ± 0.5
0.1%	0.10	+	91.16 ± 0.3	279.43 ± 1.1	66.35 ± 0.7
	0.15	+	89.97 ± 0.5	274.65 ± 1.5	65.14 ± 0.7
	0.20	++	87.71 ± 0.7	268.90 ± 1.1	64.76 ± 0.6
ลูทรอน-เอ	0.00	+	91.48 ± 0.5	274.93 ± 1.7	64.74 ± 0.5
	0.05	+	90.09 ± 0.7	279.16 ± 1.5	65.13 ± 0.3
0.2%	0.10	+	91.47 ± 0.7	275.18 ± 1.3	66.27 ± 0.7
	0.15	++	89.53 ± 0.5	269.21 ± 1.5	66.98 ± 0.7
	0.20	++	84.79 ± 0.9	271.52 ± 1.7	65.34 ± 0.7

รูปที่ 14 เปรียบเทียบอิทธิพลของไบมอล-เอ ที่มีต่อคุณลักษณะทางกายภาพของหนังฟอกสำเร็จรูปโดยแปรค่าความเข้มข้นของไบมอล-เอเป็น 0.05-0.20 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอชเป็นเบทติ้งเอเจนท์ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักหนัง ตามลำดับ ทำการทดลองในถังหมุนขนาด 300 ลิตรโดยใช้หนังชีก ตามวิธีทำข้อ 2.8.2

(ก) แรงฉีกของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช

(ข) แรงดึงของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อใช้โบรมีเลนและลูทรอน-เอช

(ค) ระยะการยืดตัวของหนังฟอกสำเร็จรูปเมื่อโบรมีเลนและลูทรอน-เอช


รูปที่ 14 ก
(แรงฉีก)
รูปที่ 14 ข
(แรงดึง)
รูปที่ 14 ค
(ระยะการยืดตัว)
Maximum physical test (%)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
0
0.04
0.08
0.12
0.16
0.2
0.24
% ไบเมลล-เอ (w/v)
BROMELAIN
LUTRON-H