รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

1) วิชาการเกษตร,กรม. 2536. กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำยาง เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยียาง สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

2) วิชาการเกษตร,กรม. 2532. การผลิตยางธรรมชาติ เอกสารประกอบวิชาการ ฉบับที่ 1/2532 สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

3) วิชาการเกษตร,กรม. 2539. วารสารยางพารา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 พ.ค.-ส.ค. 2539.

4) วิชาการเกษตร,กรม. 2540. สถิติยางประเทศไทย สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ปีที่ 26(2540) ฉบับที่ 1 ISBN 0125-2062

5) วราภรณ์ ขจรไชยกูล, พลชิต บัวแก้ว และภัทรา กานตศิลป์. 2533. การผลิตถุงมือยาง เอกสารประกอบวิชาการผลิตภัณฑ์ยาง ฉบับที่ 3, เมษายน 2533. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

6) เศรษฐกิจการพาณิชย์,กรม. 2540. สถิติการค้าระหว่างประเทศ ศูนย์สถิติการพาณิชย์ กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ เมษายน 2540.

ภาษาอังกฤษ

7) Dalrymple, S.J. and Audley, B.G. 1992. Allergenic proteins in dipped products : factors influencing extractable protein levels. Rubber Developments 45(2/3) : 51-60.

8) Hashim, H. 1993. Proteins in Natural Rubber Latex. A Report of the Proceedings of the International Rubber Technology Conference 1993 Workshop on Latex Proteins held in Kuala Lumpur on 16 June 1993. : 27-35.

9) Hashim, H. 1993. Proteins of Natural Rubber Latex Concentrate. J. nat. Rubb. Res. 7(2) : 102-112

10) James L. Fairley and Gordon L. Kilgour. 1966. Essential of Biological Chemistry. Reinhold Publishing Corporation. 20-23.

11) Maurice, M. 1988. Rubber Technology 3 rd. ed., Chap. 6 : 179-208

12) Shamsul Bahri, A.R., Hamzah, S., Ghazaly, H.M. and Yeang, H.Y. 1993. Latex Allergy Studies : Location of soluble proteins in Latex Examination Gloves. J. nat. Rubb.

Res. 8(4) : 299-307.

13) Sunderasan, E. and Yeang, H.Y. 1993. Latex Allergy Studies : B-serum from the Latex Bottom Fraction as a Major Source of Immunogenic Glove Protein. J. nat. Rubb. Res. 8(4) : 293-298.

14) Yeang, H.Y., Sunderasan, E. and Ghazaly, H.M. 1995. Latex Allergy Studies : Extractable of Natural Rubber Latex Proteins with Reference to Film Thickness, Latex D.R.C. and Protein Migration Behavior. J. nat. Rubb. Res. 10(1) : 46-62.

15) Yusof, F. and Yeang, H.Y. 1992. Quantitation of Proteins from Natural Rubber Latex Gloves. J. nat. Rubb. Res. 7(3) : 206-218.

16) Yeang, H.Y. and Yusof, F. 1993. Latex Allergy Studies : Differential Leaching of Soluble Proteins from the Inner and Outer Surfaces of Natural Rubber Latex Examination Gloves. J. nat. Rubb. Res. 8(2) : 154-161.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนที่ละลายน้ำได้ในถุงมือยาง

1) การสกัดโปรตีน

ใช้ตัวอย่างถุงมือยาง 1 ข้าง

↓

ตัดบริเวณฝ่ามือให้มีขนาด 7 x7 ซม.

↓

ชั่งน้ำหนักแน่นอน (W กรัม)

↓

ใส่ในบีเกอร์พอลิพรอพิลีน

↓

เติมน้ำกลั่นปริมาตร 20 มล. (V_W)

↓

นำไปวางในเครื่อง water bath ที่ 37 +/- 2 องศาเซลเซียส
เขย่าด้วยมือในเวลา 3 ชม. ทุก 30 นาที เป็นเวลาครั้งละ 15 วินาที

↓

เมื่อครบ 3 ช.ม. นำสารละลายโปรตีนไปเหวี่ยงสลัดด้วยเครื่องเซนตริฟิวจ์
ที่ 3000 x g เป็นเวลา 15 นาที

↓

ดูดสารละลายใสด้วยปิเปตครั้งละ 4 มล.(V_P)
ใส่หลอดทดลองพอลิพรอพิลีน 3 หลอด

↓

แต่ละหลอดนำไปตกตะกอนโปรตีน

2) การตกตะกอนโปรตีนและละลายโปรตีนด้วยสารละลายด่าง

นำสารละลายโปรตีนแต่ละหลอดมาเติมสารละลายดังต่อไปนี้
เติม DOC 0.15 % w/V 0.6 มล. ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

↓

เติม TCA 35% w/V 0.6 มล. และ PTA 1.6 % w/V 0.6 มล.
เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

↓

นำไปเหวี่ยงสลัดด้วยเครื่องเซนตริฟิวจ์ที่ 6000 x g
เป็นเวลา 30 นาที และเทน้ำใสทิ้ง

↓

ละลายตะกอนโปรตีนในหลอดด้วยสารละลาย NaOH 0.2 M จำนวน 1 มล.
เขย่าด้วยเครื่อง vortex mixer จนตะกอนละลายหมด

↓

ถ้าใช้เวลาถึง 20 นาทีแล้วตะกอนยังละลายไม่หมด
ให้เติมสารละลาย NaOH 0.2 Mเพิ่มครั้งละ 1 มล. และเขย่าแบบเดียวกัน
แต่รวมแล้วปริมาตรสารละลาย NaOH ทั้งหมดที่เติม (V_S) ต้องไม่เกิน 6 มล.

↓

หากทำถึงขั้นนี้แล้วตะกอนยังละลายไม่หมด
ให้ดูดสารละลายที่สกัดจากข้อ 1 มา 2 มล.
เพื่อทำการตกตะกอนโปรตีน และละลายด้วยสารละลายด่างตามขั้นนี้

↓

สารละลายโปรตีนที่ได้ต้องวิเคราะห์ทันที
หากจำเป็นต้องเก็บไว้จะเก็บที่ 3 +/- 1 องศาเซลเซียส ได้ไม่เกิน 48 ชม.

3) การวิเคราะห์

ในการละลายตะกอน หากใช้สารละลาย NaOH 0.2 M เพียง 1 มล.
ให้วิเคราะห์ตัวอย่างได้เลย แต่หากเติมสารละลาย NaOH 0.2 M มากกว่า 1 มล.
ให้แบ่งสารละลายโปรตีนมา 1 มล. เพื่อวิเคราะห์ต่อไป

↓

เติมรีเอเจนต์ A 0.3 มล. ลงในสารละลายโปรตีนและเขย่าให้เข้ากัน
จากนั้นเติมรีเอเจนต์ B 0.1 มล. เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 15 นาที

↓

เทสารละลายนี้ลงในเซลล์ขนาด 1 เซนติเมตร
วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer
ภายใน 1 ชม. หลังจากทิ้งไว้ 15 นาทีที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร
(ใช้ค่าความยาวคลื่นเดียวการหากราฟมาตรฐาน)

↓

เปรียบเทียบค่าปริมาณโปรตีน (X) เป็น μg/ml จากกราฟมาตรฐาน

↓

นำค่าปริมาณโปรตีนที่เปรียบเทียบได้จากกราฟมาตรฐาน
มาปรับแก้ด้วยค่า % recovery

↓

คำนวณหาปริมาณโปรตีนตามสูตรต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณโปรตีน} = \frac{(V_w)(V_s)(X)}{(V_p)(W)}$$

หน่วยเป็น ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักถุงมือยาง

↓

หาค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์ 3 ค่า และแต่ละค่าของผลการวิเคราะห์
ต้องแตกต่างจากค่าเฉลี่ยไม่เกิน ร้อยละ 15 จึงจะถือว่าใช้ได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ 1) ในการวัดค่าการดูดกลืนแสง หากค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้มากกว่า 1 ให้เจือจางสารละลายโปรตีนที่สกัดได้จากถุงมือยางตามความเหมาะสมเพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณตามขั้นตอนต่อไป

2) สารละลายที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน แสดงรายละเอียดการเตรียมในภาคผนวก จ

4) การทำ Standard curve ของโปรตีนมาตรฐาน

ชั่งสารมาตรฐานโปรตีน Bovine serum albumin 100 มิลลิกรัม
ให้ได้น้ำหนักแน่นอนละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม
ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ใช้เป็น Stock solution
Stock solution นี้เก็บไว้ใช้ได้ไม่เกิน 1 สัปดาห์ ที่ 0-4 องศาเซลเซียส

↓

เตรียมสารละลายโปรตีนมาตรฐานที่ความเข้มข้น 10 20 30 40
50 60 และ70 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร โดยการเจือจาง Stock solution ด้วย NaOH 0.2 M
ให้ได้ความเข้มข้นที่ ต้องการตามลำดับ

↓

จากนั้นนำสารละลายโปรตีนมาตรฐานเหล่านี้มา 1 มิลลิลิตร
เพื่อดำเนินการตามขั้นตอนที่ 3 และวัดค่าการดูดกลืนแสง

↓

เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างค่าความเข้มข้นกับค่าการดูดกลืนแสง

5) การหาค่า % recovery ของผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนที่ละลายน้ำได้ในถุงมือยาง

เตรียมสารละลายโปรตีนมาตรฐานที่ความเข้มข้น 10 20 30 40 50 60
และ 70 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร จาก Stock solution โดยเจือจางด้วยน้ำกลั่น

↓

นำสารละลายมาตรฐานโปรตีนที่เจือจางแล้วแต่ละความเข้มข้นมา 1 มล.
ทำการตกตะกอนโปรตีนและละลายด้วยสารละลาย NaOH 0.2 M ตามข้อที่ 2

↓

ทำการวิเคราะห์ตามข้อที่ 3
คำนวณค่า % recoveryของแต่ละชุดความเข้มข้นดังนี้
% Recovery = ความเข้มข้นที่วัดได้ x 100 / ค่าความเข้มข้นเริ่มต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

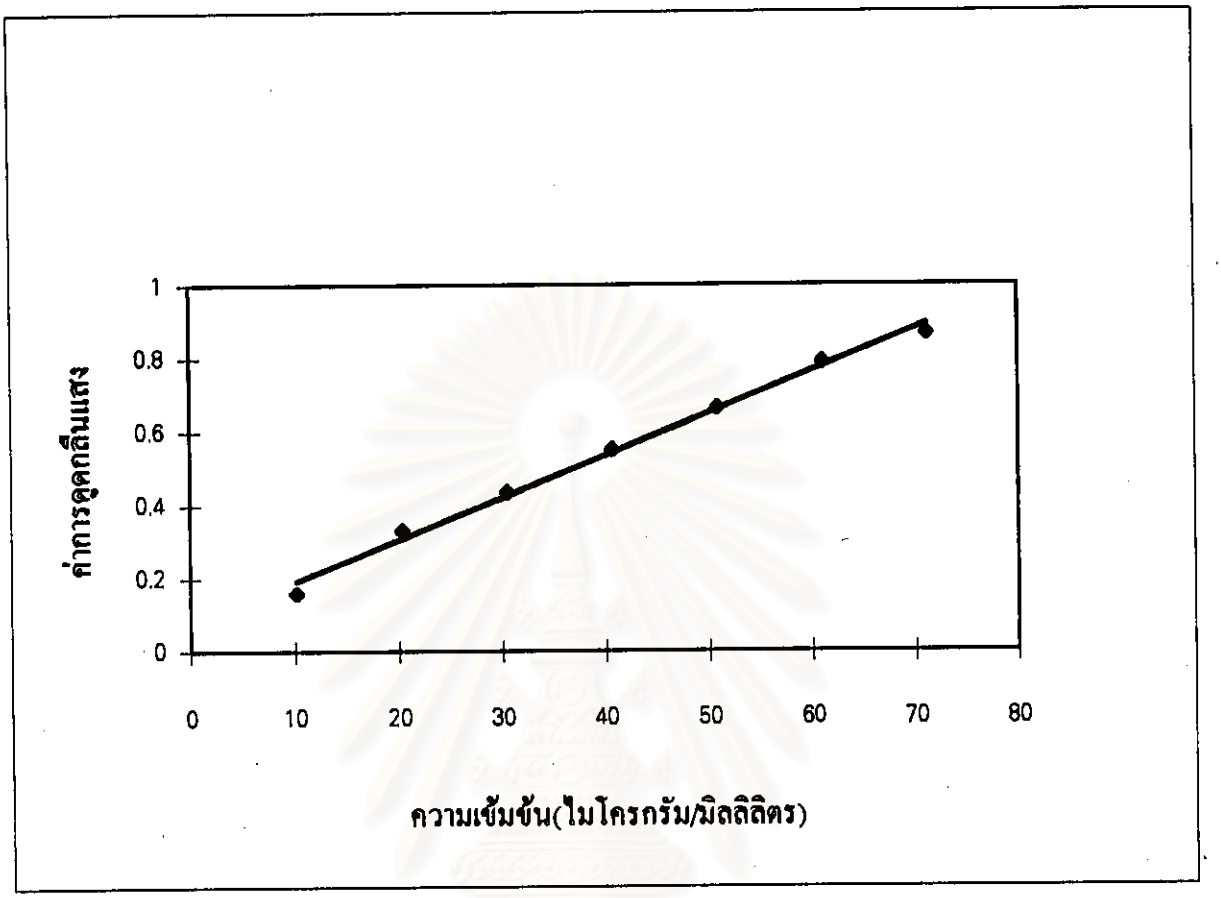
ภาคผนวก ข

กราฟมาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบหาปริมาณโปรตีน

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโปรตีน BSA (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสง
10.17	0.16
20.34	0.33
30.51	0.44
40.68	0.55
50.85	0.67
61.02	0.80
71.19	0.87

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลกราฟมาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบหาปริมาณโปรตีนที่ละลายน้ำได้ในถุงมือยางธรรมชาติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข.1 กราฟมาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบหาปริมาณโปรตีนที่ละลายน้ำได้ในถุงมือยางธรรมชาติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ค่า % recovery ของวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนที่ละลายน้ำได้ในถุงมือยาง

ค่า % recovery คือค่าที่แสดงถึงระดับความถูกต้องของผลการวิเคราะห์หาปริมาณทางเคมี เป็นค่าที่ใช้ประโยชน์ในการปรับแก้ผลการวิเคราะห์ให้มีความถูกต้องตามผลการวิเคราะห์จริง วิธีหา % recovery ของวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนที่ละลายน้ำได้ในถุงมือยาง อยู่ที่ภาคผนวก ก ข้อที่ 5 แสดงผลดังตารางที่ ค.1

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลหา % recovery ของผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนที่ละลายน้ำได้ในถุงมือยางธรรมชาติของงานวิจัยนี้

ค่าการดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นเทียบจากกราฟมาตรฐาน (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	ความเข้มข้นเริ่มต้นจาก Stock solution (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	% Recovery
0.12	9.46	10.17	93.03
0.23	17.62	20.34	86.60
0.38	28.92	30.51	94.80
0.46	35.70	40.68	87.73
0.54	41.77	50.85	82.14
0.66	50.85	61.02	83.33
0.82	62.77	71.19	88.17
		ค่าเฉลี่ย	87.97

จากตารางข้อมูลการหา % recovery เมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายมาตรฐานมีค่า 10.17 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เมื่อนำมาผ่านกระบวนการตกตะกอน การละลายกลับด้วยสารละลาย NaOH และการวัดค่าการดูดกลืนแสง พบว่าความเข้มข้นที่เปรียบเทียบจากกราฟมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 9.46 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งน้อยกว่าความเข้มข้นเดิม แสดงว่าในขั้นตอนการวิ

เคราะห์มีการสูญเสียโปรตีนเกิดขึ้น ดังนั้นเพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องมากที่สุดจึงต้องมีการปรับแก้ผลการวิเคราะห์ ดังเช่นยกตัวอย่างจากสารละลายมาตรฐานโปรตีน โดยนำผลการวิเคราะห์ 9.46 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร คูณด้วย 100 หารด้วย 93.03 ได้ 10.17 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เท่ากับความเข้มข้นเริ่มต้น ในกรณีของสารละลายโปรตีนตัวอย่างก็มีวิธีการเช่นเดียวกันแต่ % recovery ที่ใช้จะเป็นค่า 87.97 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของทุกความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน ซึ่งค่านี้เป็นค่าที่ใช้ได้เนื่องจาก % recovery ที่ยอมรับได้ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 85 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ปริมาณโปรตีนที่ชะล้างได้จากถุงมือยางที่ใช้เป็นตัวอย่างก่อนนำมาใช้ทดลองในงานวิจัย

ทดลองหาปริมาณโปรตีนที่ชะล้างได้จากถุงมือยางตัวอย่างจำนวน 3 ข้างโดยกระบวนการในภาคผนวก ก แสดงผลในตารางที่ ง.1

น้ำหนักถุงมือยางหมายเลข 1 = 7.7381 กรัม

น้ำหนักถุงมือยางหมายเลข 2 = 7.9032 กรัม

น้ำหนักถุงมือยางหมายเลข 3 = 7.7694 กรัม

ตารางที่ ง.1 ปริมาณโปรตีนที่ชะล้างได้จากผิวถุงมือ

ถุงมือยาง	ค่าการดูดกลืนแสง*	ความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน(ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	ปริมาณโปรตีนที่ละลายน้ำได้ (ไมโครกรัม/กรัมถุงมือยาง)
1	0.961	73.75	970.44
2	0.950	72.93	917.20
3	0.955	73.38	959.20
		ค่าเฉลี่ย	950.00

*ค่าการดูดกลืนแสงได้มีการปรับแก้ค่าด้วย % recovery แล้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

สารเคมีและการเตรียมเป็นสารละลาย

1) ตัวอย่างถุงมือยาง

ใช้ตัวอย่างถุงมือยางของ บริษัท เมดไลน์ โปรดักส์ จำกัด เป็นถุงมือยางชนิด Examination glove ได้มาตรฐาน มอก. 1056-2534 รุ่นที่ผลิต 9609154 ผลิต 9 ก.ย. 2539 หมดอายุ 9 ก.ย. 2542

2) สารมาตรฐานโปรตีน Bovine serum albumin

เมื่อเตรียมเป็นสารละลายมาตรฐาน ใช้น้ำหนัก 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

3) สารละลาย 0.2 M NaOH

ละลาย NaOH จำนวน 16 กรัมในน้ำกลั่น 1,000 มลลิลิตร นำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอน โดยไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน KHP ที่มีความเข้มข้นแน่นอน 0.2 M

4) สารละลาย 35 % trichloroacetic acid (TCA)

ใช้ trichloroacetic acid จำนวน 35 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

5) สารละลาย 1.6% phosphotungstic acid (PTA)

ใช้ phosphotungstic acid จำนวน 1.6 กรัมละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

6) สารละลาย 0.15 % Sodium deoxycholate(DOC)

ใช้ Sodium deoxycholate จำนวน 0.15 กรัมละลายน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

7) สารละลาย 6% Sodium carbonate anhydrous

ละลาย Sodium carbonate anhydrous จำนวน 6 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

8) สารละลาย 1.5 % Copper sulphate ใน 3 % Sodium citrate

ละลาย Sodium citrate จำนวน 3 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ใช้สารละลายนี้ ละลาย Copper sulphate จำนวน 1.5 กรัม

9) สารละลาย 72 % Folin reagent

เจือจางสารละลาย Folin reagent เข้มข้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะใช้ Folin reagent ที่เตรียมสำเร็จรูปแล้ว ของ บริษัท Merck มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นโดยใช้อัตราส่วน Folin reagent : น้ำกลั่น = 72 : 28

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

ข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ ฉ.1 ข้อมูลการชะล้างโปรตีนออกจากถุงมือยาง น้ำที่ใช้ชะล้างคือน้ำกลั่น แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส ไม่มีการขยายผิวถุงมือยาง

เวลา(นาที)	ความเข้มข้นของโปรตีนในน้ำชะล้าง (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)		
	30 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	70 องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	2.80	5.77	8.74
4	8.48	10.32	17.31
6	11.54	13.64	22.04
8	14.52	18.71	24.92
10	17.58	20.55	27.89
20	25.18	27.11	32.53
30	29.38	32.35	34.00
40	32.44	32.79	35.24
50	32.44	34.00	36.00
60	32.61	34.71	35.76

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.2 ข้อมูลการชะล้างโปรตีนออกจากถุงมือยาง น้ำที่ใช้ชะล้างคือสารละลาย NaOH มีค่า pH 11.3 แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส ไม่มีการขยายผิวถุงมือยาง

เวลา(นาที)	ความเข้มข้นของโปรตีนในน้ำชะล้าง (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)		
	30 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	70 องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	14.43	22.00	31.30
4	23.17	27.72	46.61
6	32.97	37.69	50.72
8	38.82	43.28	60.07
10	42.15	49.84	76.42
20	58.50	68.47	91.02
30	77.65	82.63	99.07
40	83.77	96.54	102.05
50	86.92	96.71	108.70
60	89.28	98.11	109.13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.3 ข้อมูลการชะล้างโปรตีนออกจากถุงมือยาง น้ำที่ใช้ชะล้างคือ น้ำกลั่น แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 30 ครั้ง/นาที

เวลา(นาที)	ความเข้มข้นของโปรตีนในน้ำชะล้าง (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)		
	30 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	70 องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	12.33	19.06	19.60
4	17.40	21.60	27.11
6	22.82	25.10	35.00
8	26.76	29.82	38.30
10	28.33	33.49	40.14
20	30.70	38.21	44.70
30	32.27	40.75	45.21
40	37.25	34.45	45.20
50	37.95	41.45	46.43
60	39.52	40.75	45.30

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.4 ข้อมูลการชะล้างโปรตีนออกจากถุงมือยาง น้ำที่ใช้ชะล้างคือน้ำกลั่น แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 40 ครั้ง/นาที

เวลา(นาที)	ความเข้มข้นของโปรตีนในน้ำชะล้าง (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)		
	30 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	70 องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	13.17	17.81	20.20
4	20.04	24.83	28.07
6	24.05	31.23	36.00
8	27.02	35.03	40.05
10	30.34	37.04	41.45
20	32.00	38.47	45.73
30	34.63	37.16	43.46
40	36.38	40.60	45.73
50	36.81	38.47	45.56
60	37.60	40.60	47.57

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.5 ข้อมูลการชะล้างโปรตีนออกจากถุงมือยาง น้ำที่ใช้ชะล้างคือน้ำกลั่น แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 50ครั้ง/นาที

เวลา(นาที)	ความเข้มข้นของโปรตีนในน้ำชะล้าง (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)		
	30 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	70 องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	15.70	20.11	26.30
4	21.70	26.11	31.57
6	25.45	33.80	37.76
8	25.80	34.90	40.83
10	29.12	38.10	43.80
20	33.05	41.80	45.82
30	36.11	43.20	47.83
40	36.81	42.23	47.04
50	36.72	42.60	48.09
60	37.16	41.71	52.20

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.6 ข้อมูลการชะล้างโปรตีนออกจากถุงมือยาง น้ำที่ใช้ชะล้างคือสารละลาย NaOH มีค่า pH 11.3 แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 30 ครั้ง/นาที

เวลา(นาที)	ความเข้มข้นของโปรตีนในน้ำชะล้าง (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)		
	30 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	70 องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	35.70	43.46	59.30
4	48.53	63.22	76.60
6	61.02	77.91	91.11
8	68.30	91.30	101.08
10	86.22	100.30	107.12
20	107.90	111.10	122.60
30	118.40	130.11	134.14
40	124.17	133.17	139.03
50	123.03	130.55	144.54
60	122.33	134.75	141.13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.7 ข้อมูลการชะล้างโปรตีนออกจากถุงมือยาง น้ำที่ใช้ชะล้างคือสารละลาย NaOH มีค่า pH 11.3 แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 40 ครั้ง/นาที

เวลา(นาที)	ความเข้มข้นของโปรตีนในน้ำชะล้าง (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)		
	30 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	70 องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	56.05	78.61	124.52
4	66.02	94.00	154.34
6	76.77	115.00	187.74
8	92.25	129.24	198.06
10	116.74	144.28	221.93
20	146.38	171.82	291.18
30	159.22	176.63	314.01
40	166.05	185.90	323.62
50	170.25	190.62	322.5
60	166.40	169.81	325.81

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.8 ข้อมูลการชะล้างโปรตีนออกจากถุงมือยาง น้ำที่ใช้ชะล้างคือสารละลาย NaOH มีค่า pH 11.3 แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 50 ครั้ง/นาที

เวลา(นาที)	ความเข้มข้นของโปรตีนในน้ำชะล้าง (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)		
	30 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	70 องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	74.50	98.55	138.77
4	109.32	153.02	188.88
6	136.06	183.54	218.78
8	156.00	192.37	224.90
10	181.27	213.36	257.08
20	226.56	269.06	307.88
30	256.00	295.60	331.76
40	271.95	313.22	346.27
50	269.59	322.92	346.80
60	269.93	331.58	345.75

หมายเหตุ 1) ข้อมูลในตารางที่ ฉ.2 และ ฉ.6-ฉ.8 เป็นข้อมูลที่ได้จากการละลายตะกอนโปรตีนด้วยสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.2 M จำนวน 4 มล. จากนั้นดูดสารละลายโปรตีนที่ได้จำนวน 1 มล. ไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ความเข้มข้นที่เปรียบเทียบหาจากกราฟมาตรฐานจะคูณด้วย 4 ก่อนนำมาแสดงในตารางเพื่อให้เห็นความแตกต่างของปริมาณโปรตีนที่ชะล้างออกจากถุงมือยางที่สภาวะการทดลองต่างๆ เนื่องจากหากละลายตะกอนโปรตีนด้วยสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.2 M จำนวน 1 มล. ค่าการดูดกลืนแสงจะเกิน 1 ซึ่งการวิเคราะห์หาปริมาณด้วยวิธีทาง spectrophotometry จะแสดงค่าการดูดกลืนแสงไม่เกิน 1

2) ค่าความเข้มข้นที่แสดงในตารางเป็นค่าที่อ่านจากกราฟมาตรฐานในภาคผนวก ข และได้ปรับแก้ค่าความเข้มข้นด้วยค่า % recovery แล้ว

ภาคผนวก ช

ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในภาคผนวก ฉ แสดงเป็นปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างได้ดังนี้

ตารางที่ ช.1 ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง ภาวะการชะล้างคือน้ำล้างเป็นน้ำกลั่น แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส และไม่มีการขยายผิวถุงมือยาง

เวลา(นาที)	ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง(ไมโครกรัม)		
	30 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	70 องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	750	1500	2180
4	2130	2494	4158
6	2760	3182	5149
8	3330	4153	5696
10	3840	4460	6206
20	4890	5452	6898
30	5410	6125	7089
40	5740	6177	7211
50	5740	6287	7293
60	5810	6337	7276

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช.2 ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง ภาวะการชะล้างคือน้ำล้างเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH11.3 แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส และไม่มีการขยายผิวถุงมือยาง

เวลา(นาที)	ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง(ไมโครกรัม)		
	30 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	70 องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	3610	5500	7818
4	5618	6816	11346
6	7682	8970	12209
8	8775	9969	13985
10	9353	11086	16761
20	11807	13882	18954
30	14292	15722	20001
40	14965	17252	20334
50	15253	17273	20928
60	15414	17368	20956

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช.3 ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง ภาวะการชะล้างคือน้ำล้างเป็นน้ำกลั่น แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส และมีการขยายผิวถุงมือยาง 30 ครั้ง/นาที

เวลา(นาที)	ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง(ไมโครกรัม)		
	30 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	70 องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	3088	4765	4900
4	4254	5349	6627
6	5388	6084	8284
8	6138	6991	8911
10	6398	7609	9224
20	6758	7882	9538
30	7352	8261	9859
40	7570	8539	9914
50	7633	8595	10024
60	7743	8549	9945

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช.4 ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง ภาวะการชะล้างคือน้ำล้างเป็นน้ำกลั่น แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส และมีการขยายผิวถุงมือยาง 40 ครั้ง/นาที

เวลา(นาที)	ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง(ไมโครกรัม)		
	30 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	70 องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	3425	4453	5050
4	4883	6067	6860
6	5725	7411	8525
8	6290	8133	9295
10	6854	8475	9533
20	๗๑๐๓	8684	9887
30	7445	8519	9841
40	7637	8897	10091
50	7676	8706	10076
60	7731	8855	10217

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช.5 ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง ภาวะการชะล้างคือน้ำล้างเป็นน้ำกลั่น แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส และมีการขยายผิวถุงมือยาง 50 ครั้ง/นาที

เวลา(นาที)	ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง(ไมโครกรัม)		
	30 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	70 องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	3925	5028	6575
4	5305	6408	7787
6	6093	8022	9087
8	6159	8231	9670
10	6725	8775	10175
20	7313	9330	10478
30	7711	9512	10740
40	7788	9406	10653
50	7780	9439	10747
60	7810	9377	11035

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช.6 ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง ภาวะการชะล้างคือน้ำล้างเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH11.3 แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส และมีการขยายผิวถุงมือยาง 30 ครั้ง/นาที

เวลา(นาที)	ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง(ไมโครกรัม)		
	๓๐ องศาเซลเซียส	๕๐ องศาเซลเซียส	๗๐ องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	8925	10865	14725
4	11878	15410	18804
6	14500	18495	21839
8	15882	21039	23748
10	18929	22569	24768
20	22181	24219	27033
30	23546	26663	28580
40	24184	27004	29119
50	24076	26770	29614
60	27064	27064	29376

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช.7 ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง ภาวะการชะล้างคือน้ำล้างเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH11.3 แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส และมีการขยายผิวถุงมือยาง 40 ครั้ง/นาที

เวลา(นาที)	ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง(ไมโครกรัม)		
	30 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	70 องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	14015	19650	31125
4	16306	23192	37979
6	18563	27602	44993
8	21505	30300	46969
10	25661	32867	51015
20	30116	36992	61410
30	31780	37616	64374
40	32539	38639	65419
50	32917	39062	65338
60	32644	37606	65562

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช.8 ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง ภาวะการชะล้างคือน้ำล้างเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH11.3 แปรอุณหภูมิน้ำล้างเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส และมีการขยายผิวถุงมือยาง 50 ครั้ง/นาที

เวลา(นาที)	ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง(ไมโครกรัม)		
	30 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	70 องศาเซลเซียส
0	0	0	0
2	18705	24638	34700
4	26635	37161	46223
6	32263	43566	52503
8	36044	45257	53661
10	40345	48827	59135
20	47140	57167	66755
30	50962	60625	69862
40	52722	62561	71457
50	52497	63443	71502
60	52525	64045	71432

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ซ.

ข้อมูล $C(t)/C_T$ จากการคำนวณและจากการทดลองทุกภาวะการทดลอง ที่เวลาการชะล้างโปรตีน 0 2 4 6 8 10 20 30 40 50 และ60 นาทีเพื่อพิสูจน์รูปแบบทางคณิตศาสตร์ $C(t) = C_T (1-e^{-\beta t})$ มีความสอดคล้องกับผลการทดลอง

$C(t)/C_T$ จากการคำนวณ	$C(t)/C_T$ จากการทดลอง																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.19	0.13	0.24	0.30	0.23	0.32	0.38	0.40	0.55	0.49	0.44	0.50	0.50	0.50	0.53	0.60	0.37	0.40	0.50	0.43	0.50	0.47	0.36	0.38	0.49
0.34	0.37	0.40	0.57	0.36	0.40	0.54	0.55	0.62	0.66	0.63	0.68	0.67	0.68	0.67	0.71	0.49	0.57	0.63	0.50	0.60	0.58	0.51	0.58	0.65
0.47	0.48	0.50	0.71	0.50	0.51	0.58	0.70	0.71	0.83	0.74	0.83	0.83	0.78	0.84	0.82	0.60	0.68	0.74	0.56	0.71	0.70	0.61	๐.๖๔	0.73
0.57	0.57	0.66	0.78	0.57	0.58	0.67	0.80	0.81	0.89	0.74	0.91	0.91	0.79	0.87	0.88	0.66	0.78	0.80	0.65	0.78	0.72	0.69	0.71	0.75
0.65	0.66	0.70	0.85	0.61	0.64	0.80	0.83	0.89	0.92	0.89	0.95	0.93	0.86	0.92	0.92	0.78	0.83	0.84	0.78	0.84	0.78	0.77	0.76	0.83
0.88	0.84	0.86	0.95	0.77	0.80	0.90	0.87	0.92	0.95	0.92	0.98	0.97	0.94	0.98	0.95	0.92	0.90	0.91	0.91	0.95	0.94	0.90	0.90	0.93
0.96	0.93	0.97	0.97	0.93	0.91	0.95	0.95	0.96	0.98	0.96	0.96	0.96	0.99	1	0.97	0.97	0.99	0.97	0.97	0.96	0.98	0.97	0.95	0.98
1	0.99	0.97	0.99	0.97	0.99	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	1	0.99	1	0.99	0.97	1	1	0.98	0.99	0.99	1	1	0.98	1
1	0.99	0.99	1	0.99	0.99	1	0.99	1	1	1	0.98	0.99	1	0.99	0.97	1	0.99	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.99	1	1	1	0.99	1	0.96	1	1	1	1

หมายเหตุ ตัวเลขในแถบทึบแสงคือภาวะในการชะล้างโปรตีน ดังต่อไปนี้

หมายเลข 1 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือน้ำกลั่น อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ไม่มีการขยายผิวถุงมือยาง

หมายเลข 2 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือน้ำกลั่น อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ไม่มีการขยายผิวถุงมือยาง

หมายเลข 3 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือน้ำกลั่น อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ไม่มีการขยายผิวถุงมือยาง

หมายเลข 4 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH 11.3 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ไม่มีการขยายผิวถุงมือยาง

หมายเลข 5 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH 11.3 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ไม่มีการขยายผิวถุงมือยาง

หมายเลข 6 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH 11.3 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ไม่มีการขยายผิวถุงมือยาง

หมายเลข 7 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือน้ำกลั่น อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 30 ครั้ง/นาที

หมายเลข 8 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือน้ำกลั่น อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 30 ครั้ง/นาที

หมายเลข 9 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือน้ำกลั่น อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 30 ครั้ง/นาที

หมายเลข 10 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือน้ำกลั่น อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 40 ครั้ง/นาที

หมายเลข 11 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือน้ำกลั่น อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 40 ครั้ง/นาที

หมายเลข 12 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือน้ำกลั่น อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 40 ครั้ง/นาที

หมายเลข 13 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือน้ำกลั่น อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 50 ครั้ง/นาที

หมายเลข 14 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือน้ำกลั่น อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 50 ครั้ง/นาที

หมายเลข 15 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือน้ำกลั่น อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 50 ครั้ง/นาที

หมายเลข 16 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH 11.3 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 30 ครั้ง/นาที

หมายเลข 17 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH 11.3 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 30 ครั้ง/นาที

หมายเลข 18 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH 11.3 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 30 ครั้ง/นาที

หมายเลข 19 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH 11.3 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 40 ครั้ง/นาที

หมายเลข 20 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH 11.3 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 40 ครั้ง/นาที

หมายเลข 21 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH 11.3 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 40 ครั้ง/นาที

หมายเลข 22 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH 11.3 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 50 ครั้ง/นาที

หมายเลข 23 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH 11.3 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 50 ครั้ง/นาที

หมายเลข 24 ภาวะการชะล้างที่น้ำชะล้างคือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH 11.3 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีการขยายผิวถุงมือยาง 50 ครั้ง/นาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฌ

ตัวอย่างการคำนวณ

1) ตัวอย่างการคำนวณปริมาณโปรตีนที่มีอยู่ในถุงมือยางเมื่อยังไม่ได้ทำการล้าง

จากค่าการดูดกลืนแสง 0.845 เปรียบเทียบความเข้มข้นกับกราฟมาตรฐานได้ค่าความเข้มข้น = 64.88 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร จากสูตร

$$\text{ปริมาณโปรตีน} = \frac{(V_w)(V_s)(X)}{(V_P)(W)}$$

เมื่อ V_w = ปริมาตรน้ำกลั่นที่ใช้สกัดโปรตีน 20 มิลลิลิตร

V_P = ปริมาตรสารละลายโปรตีนที่นำมาตกตะกอนโปรตีน 4 มิลลิลิตร

V_S = ปริมาตรสารละลายที่ใช้ละลายตะกอนโปรตีน 2 มิลลิลิตร

X = ความเข้มข้นโปรตีนจากกราฟมาตรฐาน 64.88 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

W = น้ำหนักชิ้นยางที่ตัดจากถุงมือยาง เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน 1.52 กรัม

แทนค่าได้ปริมาณโปรตีนในถุงมือยาง 853.68 ไมโครกรัม/กรัมถุงมือยาง

2) การคำนวณ % recovery

ค่าการดูดกลืนแสง 0.123 เปรียบเทียบความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐานได้ 9.46 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร แต่ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานโปรตีนเริ่มต้น 10.17 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร จากสูตร

%recovery = ความเข้มข้นที่วัดได้ x 100 / ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานโปรตีนเริ่มต้น

= 93.03 %

3) การคำนวณปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยาง จากข้อมูลความเข้มข้นของโปรตีนในน้ำชะล้างโปรตีน จากภาคผนวก จ. นำมาคำนวณปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างออกจากถุงมือยางได้ดังต่อไปนี้

เวลา(นาที)	ความเข้มข้นของโปรตีนในน้ำล้าง(ไมโครกรัม/มล.)	ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้างเพิ่ม(ไมโครกรัม)	ปริมาณโปรตีนที่ถูกชะล้าง(ไมโครกรัม)
0	0	0	0
2	3	750	750
4	9	1380	2130
6	12	630	2760
8	15	570	3330
10	18	510	3840
20	25	1050	4890
30	29	520	5410
40	32	330	5740
50	32	0	5740
60	32	70	5810

ที่เวลา 0 นาที ถือว่าขณะนั้นในน้ำล้างไม่มีโปรตีนหรือความเข้มข้น = 0 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

เมื่อนำน้ำชะล้างโปรตีนที่มีโปรตีนละลายอยู่ ที่ 2 นาที จำนวน 20 มิลลิลิตร วิเคราะห์ความเข้มข้นโปรตีนได้ 3 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้คือ 3 (250) = 750 ไมโครกรัม

เมื่อครบ 4 นาที นำมาวิเคราะห์อีก 20 มิลลิลิตร วิเคราะห์ความเข้มข้นโปรตีนได้ 9 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้คือ

$$9(230) - 3(230) = 1380 \text{ ไมโครกรัม}$$

หรือ $230(9-3) = 1380$ ไมโครกรัม

หรือ $(250-20)(9-3) = 1380$ ไมโครกรัม

เมื่อครบ 6 นาที นำมาวิเคราะห์อีก 20 มิลลิลิตร วิเคราะห์ความเข้มข้นโปรตีนได้ 12 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้คือ

	12(210) - 9(210)	=	680	ไมโครกรัม
หรือ	210(12-9)	=	680	ไมโครกรัม
หรือ	(250-40)(12-9)	=	680	ไมโครกรัม

สรุปคือ เขียนในรูปอนุกรมได้เป็น

$$[250\text{-}n(20)][C_{n+1} - C_n] = \text{ปริมาณโปรตีนที่ชะล้างได้เมื่อเวลาที่ } n+1$$

ตัวอย่างที่แสดงคือข้อมูลการชะล้างโปรตีน ภาวะการล้างคือ ชะล้างด้วยน้ำกลั่น อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ไม่มีการขยายผิวถุงมือยาง ที่ภาวะการล้างอื่นก็คำนวณเช่นเดียวกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายสุพะไชย์ จินดาวุฒิกุล เกิดวันที่ 28 กันยายน พ.ศ. 2506 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ในปีการศึกษา 2531 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2537 ปัจจุบันรับราชการ ณ กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย