การเร่งให้เกิดการย่อยตัวเองของยีสต์ขนมปัง

นางสาววรรณกร เลื่องชัยเชวง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546
ISBN 974-17-4463-3
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACCELERATION OF AUTOLYSIS OF BAKER'S YEAST

Miss Wannakorn Luengchaichawange

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Biotechnology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-4463-3

วรรณกร เลื่องชัยเชวง : การเร่งให้เกิดการย่อยตัวเองของยีสต์ขนมปัง (ACCELERATION OF AUTOLYSIS OF BAKER'S YEAST) อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์ , อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม: รศ. ดร. ไพเราะ ปิ่นพานิชการ และอาจารย์วาสนา โตเลี้ยง, 104 หน้า ISBN 974-17-4463-3

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมในการเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์ขนมปัง (*Saccharomyces cerevisiae*) โดยภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย่อยตัวเองของยีสต์ขนมปัง คือ บ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งจะได้ออโตไลเสตที่มีความเข้มข้นของโปรตีน 162.80 ± 0.54 มิลลิกรัมต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง การศึกษาผลของสารเคมีเพื่อเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์ พบว่า การเติมโซเดียมคลอไรด์ 7.5 % (w/v) หรือ เอทานอล 7.5 % (v/v) หรือสองชนิดร่วมกันในระหว่างการย่อย จะได้ออโตไลเสตที่มีความเข้มข้นของโปรตีนเพิ่มขึ้นเป็น 198.89 ± 3.17 257.14 ± 0.86 และ 267.12 ± 2.15 มิลลิกรัมต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ตามลำดับ โดยบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สำหรับผลของเอนไซม์ ทำการทดลองโดยเติมเอนไซม์ประมาณ 1,000 ยูนิตต่อกรัมยีสต์แห้ง บ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่อเติมพาเพน (BDH) จะได้ออโตไลเสตที่มีความเข้มข้นของโปรตีน 185.67 ± 1.33 มิลลิกรัมต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 6.5 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง การเติมนิวเทรส ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.0 และเฟลเวอร์ไซม์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 จะได้ออโตไลเสตที่มีความเข้มข้นของโปรตีน 137.75 ± 0.24 และ 120.15 ± 2.05 มิลลิกรัมต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง นำภาวะที่ให้ความเข้มข้นออโตไลเสตสูงสุดคือ การเติมโซเดียมคลอไรด์ 7.5 % (w/v) ร่วมกับเอทานอล 7.5 % (v/v) เพื่อทำการทดลองในขนาด 4.5 ลิตรพบว่า ออโตไลเสตมีความเข้มข้นของโปรตีนใกล้เคียงกับการทดลองระดับขวดเขย่าคือ 261.85 มิลลิกรัมต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง เมื่อนำออโตไลเสตมาวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโน พบว่ามี กรดกลูตามิก และกรดแอสปาร์ติก เป็นส่วนประกอบสำคัญ ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาขาวิชา.....เทคโนโลยีชีวภาพ..... ลายมือชื่อนิสิต.....

ปีการศึกษา.....2546..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเร่งให้เกิดการย่อยตัวเองของยีสต์ขนมปัง
โดย	นางสาววรรณกร เลื่องชัยเชวง
สาขาวิชา	เทคโนโลยีชีวภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. ไพเราะ ปิ่นพานิชการ
	อาจารย์วาสนา โตเลี้ยง

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต)

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร. สุพัฒน์ เจริญพรวัฒนา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร. ไพเราะ ปิ่นพานิชการ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์วาสนา โตเลี้ยง)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นาตยา งามโรจนวณิชย์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วรรณกร เลื่องชัยเชวง : การเร่งให้เกิดการย่อยตัวเองของยีสต์ขนมปัง (ACCELERATION OF AUTOLYSIS OF BAKER'S YEAST) อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์ , อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม: รศ. ดร. ไพเราะ ปิ่นพานิชการ และอาจารย์วาสนา โตเลี้ยง, 104 หน้า ISBN 974-17-4463-3

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมในการเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์ขนมปัง (*Saccharomyces cerevisiae*) โดยภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย่อยตัวเองของยีสต์ขนมปัง คือ บ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งจะได้ออโตไลเสตที่มีความเข้มข้นของโปรตีน 162.80 ± 0.54 มิลลิกรัมต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง การศึกษาผลของสารเคมีเพื่อเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์ พบว่า การเติมโซเดียมคลอไรด์ 7.5 % (w/v) หรือ เอทานอล 7.5 % (v/v) หรือสองชนิดร่วมกันในระหว่างการย่อย จะได้ออโตไลเสตที่มีความเข้มข้นของโปรตีนเพิ่มขึ้นเป็น 198.89 ± 3.17 257.14 ± 0.86 และ 267.12 ± 2.15 มิลลิกรัมต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ตามลำดับ โดยบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สำหรับผลของเอนไซม์ ทำการทดลองโดยเติมเอนไซม์ประมาณ 1,000 ยูนิตต่อกรัมยีสต์แห้ง บ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่อเติมพาเพน (BDH) จะได้ออโตไลเสตที่มีความเข้มข้นของโปรตีน 185.67 ± 1.33 มิลลิกรัมต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 6.5 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง การเติมนิวเทรส ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.0 และเฟลเวอร์ไซม์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 จะได้ออโตไลเสตที่มีความเข้มข้นของโปรตีน 137.75 ± 0.24 และ 120.15 ± 2.05 มิลลิกรัมต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง นำภาวะที่ให้ความเข้มข้นออโตไลเสตสูงสุดคือ การเติมโซเดียมคลอไรด์ 7.5 % (w/v) ร่วมกับเอทานอล 7.5 % (v/v) เพื่อทำการทดลองในขนาด 4.5 ลิตรพบว่า ออโตไลเสตมีความเข้มข้นของโปรตีนใกล้เคียงกับการทดลองระดับขวดเขย่าคือ 261.85 มิลลิกรัมต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง เมื่อนำออโตไลเสตมาวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโน พบว่ามี กรดกลูตามิก และกรดแอสปาร์ติก เป็นส่วนประกอบสำคัญ ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาขาวิชา.....เทคโนโลยีชีวภาพ..... ลายมือชื่อนิสิต.....วรรณกร เลื่องชัยเชวง.....

ปีการศึกษา.....2546..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4372388823 : MAJOR BIOTECHNOLOGY

KEY WORD : autolysis/ *Saccharomyces cerevisiae* / yeast extract

WANNAKORN LUENGCHAICHAWANGE : ACCELERATION OF AUTOLYSIS OF BAKER'S YEAST. THESIS ADVISER : ASST. PROF. SURAPONG NAVANKASATTUSAS , Ph.D. THESIS CO-ADVISER : ASSOC. PROF. PAIROH PINPHANICHAKARN , Ph.D. VASANA TOLIENG, M.Sc. 104 pp. ISBN 974-17-4463-3

This research was studied to determine optimal condition for the autolysis of baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). The optimal condition was 55°C, initial pH 5.0 for 24 hours. Resulting in autolysate containing protein of 162.80 ± 0.54 mg /g dried cells. The addition of either 7.5% (w/v)sodium chloride or 7.5% (v/v) ethanol or the mixture there of to yeast during autolysis under the above conditions except incubation for 48 hours, resulted in the increase of protein content in autolysates of 198.89 ± 3.17, 257.14 ± 0.86 and 267.12 ± 2.15 mg /g dried cells, respectively. Protease enzymes was also added approximately 1,000 units of proteolytic enzymes per g. dried cells to yeast during autolysis at 55°C with incubation for 48 hours. Papain(BDH) at initial pH 6.5, neutrase at pH 6.0 or Flavourzyme at pH 6.5 gave the concentration of protein 185.67 ± 1.33, 137.75 ± 0.24 and 120.15 ± 2.05 mg /g dried cells, respectively. The addition of sodium chloride 7.5 %(w/v) in combination with ethanol 7.5 %(v/v) during autolysis was the best condition which provided the highest protein concentration. This condition could give the comparable result in the 4.5 L scale up. The major amino acid composition of the protein in autolysate were characterized. Glutamic acid and aspartic acid were the two major components in the protein, respectively.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Field of study.....Biotechnology.....

Academic year.....2003.....

Student's signature.....

Adviser's signature.....

Co-advisor's signature.....

Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต และวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ โดยได้รับความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์ รองศาสตราจารย์ ดร. ไพเราะ ปิ่นพานิชการ และอาจารย์วาสนา โตเลี้ยง ที่กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. สุพัฒน์ เจริญพรวัฒนา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นาตยา งามโรจนวณิชย์ ที่กรุณารับเป็นประธานกรรมการและกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญามหาบัณฑิตในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหารสถาบันเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ความสะดวกในด้าน อุปกรณ์ และสารเคมีในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ บริษัท อีสต์เอเชียติก (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ เอนไซม์นิวเทรส และเฟลเวอร์ไซม์

ขอขอบพระคุณคุณสุนันท์ ลิ้มเทียนเจริญ ที่ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาที่ดีมาตลอด

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ นักวิจัย เจ้าหน้าที่วิจัย และบุคลากรสถาบันเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ความช่วยเหลือเกื้อกูล ให้คำปรึกษาและให้กำลังใจที่ดีมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ คุณปู่ คุณย่า คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่งในการทำวิจัยตลอดเวลาจนเสร็จสมบูรณ์

ความดีของการศึกษา และคุณค่าของวิทยานิพนธ์นี้ ข้าพเจ้าขออุทิศแด่ บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฎ

สารบัญรูป..... ฒ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ..... ถ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ยีสต์และผลิตภัณฑ์จากยีสต์..... 1

1.2 ส่วนประกอบของเซลล์ยีสต์..... 2

1.2.1 ผนังเซลล์..... 2

1.2.2 เยื่อหุ้มเซลล์..... 2

1.2.3 นิวเคลียส..... 4

1.2.4 ไมโตคอนเดรีย..... 4

1.2.5 แวคิวโอล..... 4

1.3 สารสกัดจากยีสต์..... 4

1.4 ยีสต์ที่ใช้ในการผลิตสารสกัดจากยีสต์..... 5

1.5 วิธีการผลิตสารสกัดจากยีสต์..... 8

1.5.1 วิธีทางกายภาพหรือทางกล..... 8

1.5.2 วิธีทางเคมี..... 9

1.5.2.1 พลาสโมลิซิส (Plasmolysis)..... 9

1.5.2.2 ไฮโดรลิซิส (Hydrolysis)..... 12

1.5.3 การใช้เอนไซม์ย่อยยีสต์..... 12

1.6 การย่อยตัวเองของยีสต์ (Yeast autolysis)..... 14

1.7 มูลเหตุจูงใจในการทำวิจัย..... 18

1.8 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์..... 18

บทที่ 2 วิธีการทดลอง..... 19

สารบัญ(ต่อ)

2.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง..... 19

2.1.1 อุปกรณ์..... 19

2.1.2 สารเคมี..... 20

2.2 เชื้อจุลินทรีย์..... 21

2.3 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์..... 21

2.3.1 ศึกษาผลของอุณหภูมิและความเป็นกรดด่างเริ่มต้นที่เหมาะสม..... 21

2.3.1.1 ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น..... 21

2.3.1.2 อุณหภูมิ..... 21

2.3.2 ศึกษาผลของสารเคมีต่อการเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์..... 21

2.3.2.1 ชนิดของสารเคมีที่ใช้..... 22

2.3.2.2 ปริมาณของสารเคมีที่ใช้..... 22

2.3.2.3 นำ 2 ภาวะที่ให้ปริมาณโปรตีนในออโตไลเสตสูงสุด ที่ได้จากการเติมสารเคมี 2 ชนิด มาทำการทดลองร่วมกัน..... 22

2.3.3 ศึกษาผลของเอนไซม์ต่อการเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์..... 22

2.3.3.1 การหาภาวะที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์..... 22

2.3.3.2 การหาภาวะที่เหมาะสมในการเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์โดยการเติมเอนไซม์..... 22

2.3.3.2.1 ค่าความเป็นกรดด่าง..... 22

2.3.3.2.2 ชนิดของเอนไซม์..... 22

2.3.3.2.3 ชนิดและค่าความเป็นกรดด่างของบัฟเฟอร์..... 23

2.3.4 การเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ในการทดลองขนาด 4.5 ลิตร..... 23

2.4 วิธีวิเคราะห์

2.4.1 การวิเคราะห์ในเซลล์ยีสต์..... 23

2.4.1.1 การหาน้ำหนักเซลล์แห้ง..... 23

2.4.1.2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน NA2000 และเครื่องบันทึกผล EAGER200..... 23

2.4.2 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในสารสกัดจากยีสต์..... 24

2.4.2.1 ค่าความเป็นกรดด่าง..... 24

2.4.2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยวิธีลาวรี..... 24

2.4.2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธี Kjeldahl. 24

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ(ต่อ)

2.4.2.4 การหาค่าการละลาย (solubility)..... 25
2.4.2.5 การตรวจวัดปริมาณ โดยใช้เครื่อง Compact salt meter .. 25

บทที่ 3 ผลการทดลอง..... 26
3.1 ผลของการหาภาวะที่เหมาะสมต่อการย่อยตัวเองของยีสต์..... 26
3.1.1 ผลของอุณหภูมิและค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้นที่เหมาะสม..... 26
3.1.2 ผลของสารเคมีต่อการเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์..... 42
3.1.3 การหาภาวะเหมาะสมในการทำงานของเอนไซม์พาเพน(Rohm GmbH) พาเพน (BDH) เฟลเวอร์ไซม์ และนิวเทรส..... 58
3.1.4 การหาภาวะที่เหมาะสมในการเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์โดยการเติมเอนไซม์พาเพน(BDH) พาเพนของ (Rohm GmbH) เฟลเวอร์ไซม์ และนิวเทรส..... 58
3.1.5 การแปรชนิดและความเข้มข้นของบัฟเฟอร์ในการเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์โดยการเติมเอนไซม์พาเพน..... 66
3.1.6 ผลการทดลองเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์ในการทดลองขนาด 4.5 ลิตร..... 76

บทที่ 4 วิจารณ์ผลการทดลอง..... 82
4.1 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการย่อยตัวเองของยีสต์..... 82
4.2 ศึกษาผลของสารเคมีต่อการเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์..... 83
4.3 ภาวะที่เหมาะสมในการเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์โดยเติมเอนไซม์พาเพน (Rohm GmbH) พาเพน(BDH) เฟลเวอร์ไซม์ และนิวเทรส..... 84
4.4 ผลการเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์ในการทดลองขนาด 4.5 ลิตร..... 85

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง..... 87
รายการอ้างอิง..... 89
ภาคผนวก..... 92
ภาคผนวก ก. การคำนวณ..... 93
ภาคผนวก ข. การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย..... 95

สารบัญ(ต่อ)

ภาคผนวก ค. กราฟมาตรฐาน..... 99
ภาคผนวก ง. ผลการเปรียบเทียบอิทธิพลของการเติมสารเคมีต่อปริมาณโปรตีนในยีสต์ออโตไลเสต (Yate's method)..... 101
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 104

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แสดงถึงปริมาณที่ใช้ของสารแต่งกลิ่นรสและสารปรุงแต่งอาหาร.....	6
1.2	มาตรฐานของยีสต์ออโตไลเสตที่ใช้ในอาหาร.....	7
3.1	ปริมาณโปรตีนที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส.	27
3.2	ค่าความเป็นกรดด่างจากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส.	28
3.3	ปริมาณโปรตีนที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส.	29
3.4	ค่าความเป็นกรดด่างจากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส.	30
3.5	ปริมาณโปรตีนที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส.	31
3.6	ค่าความเป็นกรดด่างจากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส.	32
3.7	ปริมาณโปรตีนที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส.	33
3.8	ค่าความเป็นกรดด่างจากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส.	34
3.9	ปริมาณโปรตีนที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส.	35
3.10	ค่าความเป็นกรดด่างจากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส.	36
3.11	ปริมาณโปรตีนที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส.	37
3.12	ค่าความเป็นกรดด่างจากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส.	38
3.13	ผลของค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้นและอุณหภูมิต่อการย่อยตัวเองของยีสต์ ในชั่วโมงที่ 24.....	39
3.14	เปอร์เซ็นต์การย่อยตัวเองของยีสต์เมื่อแปรค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้นและอุณหภูมิ ในชั่วโมงที่ 24.....	41
3.15	ปริมาณโปรตีนที่ได้จากย่อยตัวเองของยีสต์เมื่อแปรความเข้มข้น Titron-X 100 ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส.....	43
3.16	ปริมาณโปรตีนที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์ เมื่อแปรความเข้มข้นโพแทสเซียมคลอไรด์ ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส.....	44
3.17	ผลการย่อยตัวเองของยีสต์เมื่อแปรความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส.....	45
3.18	ค่าความเป็นกรดด่างของออโตไลเสตที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์ โดยแปรความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส.....	47

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

3.19 ผลการย่อยตัวเองของยีสต์เมื่อแปรความเข้มข้นเอทานอล ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 49

3.20 ค่าความเป็นกรดด่างของของออโตไลเสตที่ได้จากการเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์เมื่อแปรความเข้มข้นเอทานอล ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 51

3.21 แสดงอิทธิพลร่วมของโซเดียมคลอไรด์และเอทานอล ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 53

3.22 ค่าความเป็นกรดด่าง เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับเอทานอล ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส... 55

3.23 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การย่อยตัวเองของยีสต์ โดยการเติมสารเคมีเพื่อเร่งการย่อยสลาย..... 57

3.24 ผลการย่อยตัวเองของยีสต์ใน 0.10 โมลาร์ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ เมื่อไม่เติมพาเพนหรือเติมพาเพน (BDH) และพาเพน (Rohm GmbH) 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 61

3.25 ค่าความเป็นกรดด่างกับระยะเวลาบ่มเชื้อ ใน 0.10 โมลาร์ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ เมื่อไม่เติมพาเพนหรือเติมพาเพน (BDH) และพาเพน (Rohm GmbH) 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส. 62

3.26 ผลการย่อยตัวเองของยีสต์ใน 0.10 โมลาร์ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ เมื่อไม่เติมหรือเติมนิวเทรสและเฟลเวอร์ไซม์ 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.0 และ 6.5 ตามลำดับ อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 63

3.27 ค่าความเป็นกรดด่างกับระยะเวลาบ่มเชื้อ ใน 0.10 โมลาร์ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ เมื่อไม่เติมหรือเติมนิวเทรสและเฟลเวอร์ไซม์ 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.0 และ 6.5 ตามลำดับ อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 64

3.28 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การย่อยตัวเองของยีสต์ เมื่อเติมเอนไซม์พาเพน (BDH) พาเพน (Rohm GmbH) เฟลเวอร์ไซม์และ นิวเทรส 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ใน 0.10 โมลาร์ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 65

3.29 ผลการย่อยตัวเองของยีสต์ เมื่อเติมและไม่เติมพาเพน 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ใน 0.10 โมลาร์ ซิเตรตฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

3.30 ค่าความเป็นกรดด่างกับระยะเวลาบ่มเชื้อ เมื่อเติมและไม่เติมพาเพน(BDH) 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ใน 0.10 โมลาร์ ซิเตรตฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 68

3.31 ผลการย่อยตัวเองของยีสต์เมื่อเติมและไม่เติมพาเพน (BDH) 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ใน 0.1 โมลาร์ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 69

3.32 ค่าความเป็นกรดด่างกับระยะเวลาบ่มเชื้อ เมื่อเติมหรือไม่เติมพาเพน(BDH) 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ใน 0.10 โมลาร์ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 70

3.33 ค่าความเป็นกรดด่างและผลการย่อยตัวเองของยีสต์ ใน 0.10 โมลาร์ อะซิเตตบัฟเฟอร์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 71

3.34 ค่าความเป็นกรดด่างและผลการเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์ ใน 0.15 โมลาร์ อะซิเตตบัฟเฟอร์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 72

3.35 ผลการย่อยตัวเองของยีสต์ เมื่อเติมและไม่เติมพาเพน (BDH) 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ในน้ำปราศจากไอออน ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 73

3.36 ค่าความเป็นกรดด่างกับระยะเวลาบ่มเชื้อ เมื่อเติมและไม่เติมพาเพน (BDH) 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ในน้ำปราศจากไอออน ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 74

3.37 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การย่อยตัวเองของยีสต์ เมื่อเติมเอนไซม์พาเพน(BDH) โดยแปรชนิดและความเข้มข้นของสารละลายแขวนลอยยีสต์..... 75

3.38 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การย่อยตัวเองของยีสต์ โดยการเติมและไม่เติมสารเร่งการย่อยสลาย..... 77

3.39 แสดงอิทธิพลของการเติมสารเคมีชนิดต่างๆ ต่อปริมาณโปรตีนในยีสต์ออโตไลเสต. 79

3.40 เปรียบเทียบปริมาณโปรตีนและเปอร์เซ็นต์จากการย่อยตัวเองของยีสต์ระดับขวดเขย่าและการทดลองขนาด4.5 ลิตร ในภาวะที่มีการเติมเอทานอล 7.5 % และโซเดียมคลอไรด์ 7.5 %..... 80

3.41 ปริมาณกรดอะมิโนในออโตไลเสตจากการย่อยตัวเองของยีสต์เมื่อเติมและไม่เติมสารเร่งการย่อยสลาย..... 81

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ข-1.1	แสดงอัตราส่วนการผสมซิเตรตฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่ค่าความเป็นกรดด่างต่างๆ....	95
ข-1.2	แสดงอัตราส่วนการผสมอะซิเตตบัฟเฟอร์ที่ค่าความเป็นกรดด่างต่างๆ.....	96
ข-1.3	แสดงอัตราส่วนการผสมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่ค่าความเป็นกรดด่างต่างๆ.....	97
ค-1	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไทโรซีนกับค่าการดูดกลืนแสง ที่ 280 นาโนเมตร.....	99
ค-2	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโปรตีน BSA กับค่าการดูดกลืนแสง ที่ 600 นาโนเมตร.....	100
ง-1	เปรียบเทียบอิทธิพลของการเติมโซเดียมคลอไรด์ 2.5 % เอทานอล 2.5 % และ การเติมโซเดียมคลอไรด์ 2.5 % ร่วมกับเอทานอล 2.5 %.....	101
ง-2	เปรียบเทียบอิทธิพลของการเติมโซเดียมคลอไรด์ 5.0 % เอทานอล 2.5 % และ การเติมโซเดียมคลอไรด์ 5.0 % ร่วมกับเอทานอล 5.0 %.....	102
ง-3	เปรียบเทียบอิทธิพลของการเติมโซเดียมคลอไรด์ 7.5 % เอทานอล 7.5 % และ การเติมโซเดียมคลอไรด์ 7.5 % ร่วมกับเอทานอล 7.5 %.....	102
ง-4	เปรียบเทียบอิทธิพลของการเติมโซเดียมคลอไรด์ 10.0 % เอทานอล 10.0 % และ การเติมโซเดียมคลอไรด์ 10.0 % ร่วมกับเอทานอล 10.0 %.....	103

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แสดงการนำยีสต์และผลิตภัณฑ์จากยีสต์มาใช้ทางด้านต่างๆ..... 2

1.2 แสดงถึงลักษณะของผนังเซลล์ยีสต์..... 3

1.3 แสดงถึงองค์ประกอบของผนังเซลล์..... 3

1.4 แสดงการเกิดพลาสโมลิซิส..... 10

1.5 แสดงกลไกการย่อยสลายตัวเองของเซลล์..... 16

1.6 แผนภาพอธิบายการย่อยสลายผนังเซลล์..... 17

3.1 ปริมาณโปรตีนที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส. 27

3.2 ค่าความเป็นกรดด่างจากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส. 28

3.3 ปริมาณโปรตีนที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส. 29

3.4 ค่าความเป็นกรดด่างจากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส. 30

3.5 ปริมาณโปรตีนที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส. 31

3.6 ค่าความเป็นกรดด่างจากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส. 32

3.7 ปริมาณโปรตีนที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส. 33

3.8 ค่าความเป็นกรดด่างจากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส. 34

3.9 ปริมาณโปรตีนที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส. 35

3.10 ค่าความเป็นกรดด่างจากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส. 36

3.11 ปริมาณโปรตีนที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส. 37

3.12 ค่าความเป็นกรดด่างจากการย่อยตัวเองของยีสต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส. 38

3.13 แสดงปริมาณโปรตีนที่ได้จากการแปรค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้นและอุณหภูมิ ต่อการย่อยตัวเองของยีสต์ ในชั่วโมงที่ 24..... 40

3.14 เปรียบเทียบปริมาณโปรตีนที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์เมื่อแปรความเข้มข้น Titron-X 100 ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส.. 43

3.15 เปรียบเทียบปริมาณโปรตีนที่ได้จากการย่อยตัวเองของยีสต์ เมื่อแปรความเข้มข้น โพแทสเซียมคลอไรด์ ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 44

3.16 เปรียบเทียบผลการย่อยตัวเองของยีสต์เมื่อแปรความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ ที่ความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 46

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.17	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับระยะเวลาการบ่มเชื้อ เมื่อแปรความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	48
3.18	เปรียบเทียบผลการย่อยตัวเองของยีสต์เมื่อแปรความเข้มข้นเอทานอล ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	50
3.19	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับระยะเวลาการบ่มเชื้อ เมื่อแปรความเข้มข้นเอทานอล ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	52
3.20	ปริมาณโปรตีนจากการย่อยตัวเองของยีสต์ เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์และเอทานอล ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	54
3.21	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับระยะเวลาการบ่มเชื้อ เมื่อแปรความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์และเอทานอล ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.0 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	56
3.22	ผลของค่าความเป็นกรดด่างต่อแอคติวิตีของเอนไซม์พาเพน (BDH) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	59
3.23	ผลของค่าความเป็นกรดด่างต่อแอคติวิตีของเอนไซม์พาเพน (Rohm GmbH) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	59
3.24	ผลของค่าความเป็นกรดด่างต่อแอคติวิตีของเอนไซม์เฟลเวอร์ไซม์ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	60
3.25	ผลของค่าความเป็นกรดด่างต่อแอคติวิตีของเอนไซม์นิวเทรส ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	60
3.26	เปรียบเทียบความสามารถเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์ เมื่อไม่เติมหรือเติมพาเพน (BDH) และพาเพน (Rohm GmbH) 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ใน 0.10 โมลาร์ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	61

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.27 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับระยะเวลาการบ่มเชื้อ ใน 0.10 โมลาร์ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ เมื่อไม่เติมหรือเติมพาเพน (BDH) และพาเพน (Rohm GmbH) 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ความเป็นกรดด่าง 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 62

3.28 เปรียบเทียบผลการย่อยตัวเองของยีสต์ใน 0.10 โมลาร์ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ เมื่อไม่เติมหรือเติมเอนไซม์นิวเทรส และเฟลเวอร์ไซม์ 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.0 และ 6.5 ตามลำดับ อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 63

3.29 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับระยะเวลาการบ่มเชื้อ ใน 0.10 โมลาร์ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ เมื่อไม่เติมหรือเติมเอนไซม์นิวเทรสและเฟลเวอร์ไซม์ 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.0 และ 6.5 ตามลำดับ อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 64

3.30 ความสามารถเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์ เมื่อเติมและไม่เติมพาเพน (BDH) 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ใน 0.10 โมลาร์ ซิเตรตฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 67

3.31 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับระยะเวลาการบ่มเชื้อ เมื่อเติมและไม่เติมพาเพน(BDH) 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ใน 0.10 โมลาร์ ซิเตรตฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 68

3.32 เปรียบเทียบความสามารถเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์ เมื่อเติมและไม่เติมพาเพน (BDH) 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ใน 0.10 โมลาร์ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 69

3.33 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับระยะเวลาการบ่มเชื้อ เมื่อเติมหรือไม่เติมพาเพน(BDH) 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ใน 0.10 โมลาร์ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 70

3.34 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับผลการย่อยตัวเองของยีสต์ ใน 0.10 โมลาร์ อะซิเตตบัฟเฟอร์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส. 71

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.35 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับระยะเวลาบ่มเชื้อ ใน 0.15 โมลาร์ อะซิเตตบัฟเฟอร์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 72

3.36 เปรียบเทียบผลการย่อยตัวเองของยีสต์ในน้ำปราศจากไอออน เมื่อเติมและไม่เติม พาเพน (BDH) 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 73

3.37 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับระยะเวลาบ่มเชื้อ เมื่อเติมและไม่เติม พาเพน (BDH) 1,000 ยูนิตต่อกรัมเซลล์ยีสต์แห้ง ในน้ำปราศจากไอออน ที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 6.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส..... 74

3.38 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์ โดยการเติมและไม่เติม สารเร่งการย่อยสลาย..... 78

ค-1 กราฟมาตรฐานของไทโรซีน ในช่วงความเข้มข้น 0.0 — 100 มิลลิกรัมต่อลิตร 99

ค-2 กราฟมาตรฐานของโปรตีน BSA ในช่วงความเข้มข้น 0.0 — 0.25 กรัมต่อลิตร 100

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อ

%	คือ	เปอร์เซ็นต์
pH	คือ	ค่าความเป็นกรดด่าง
KCl	คือ	โพแทสเซียมคลอไรด์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย