บทที่ 1

บทนำ

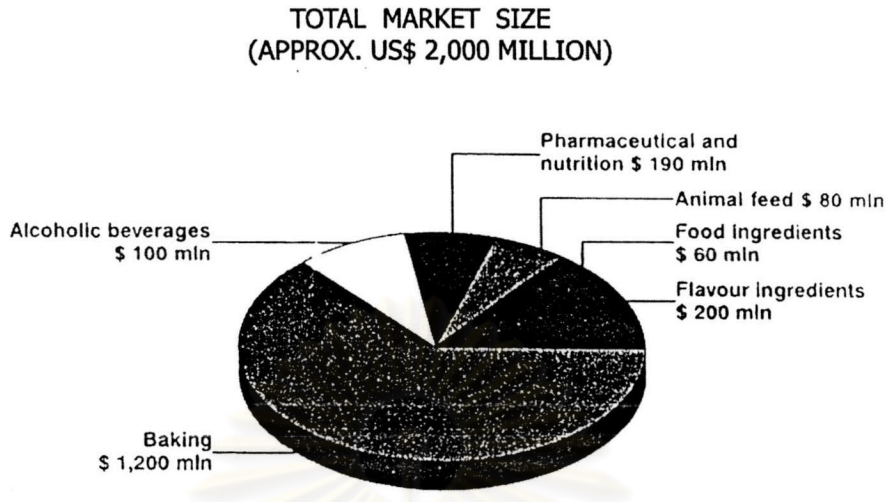
1.1 ยีสต์และผลิตภัณฑ์จากยีสต์

"ยีสต์" (yeast) ในภาษาอังกฤษ และ "gist" ภาษาดัชท์ มาจากภาษากรีกว่า "zestos" ซึ่งหมายถึง "ต้ม" เนื่องมาจากลักษณะที่มีฟองปุดขึ้นมา เพราะการสร้างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนคำในภาษาเยอรมัน "hefe" และ ภาษาฝรั่งเศสว่า "levere" ทั้งสองคำเป็นคำกิริยาที่มี ความหมายว่า "ขึ้นฟู" ซึ่งเป็นเพราะลักษณะมีฟองปุดขึ้นมาเช่นกัน

ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่รู้จักกันมาเมื่อประมาณ 6,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช โดยมีรายงานแรกเกี่ยวกับการใช้ยีสต์ คือการผลิตเบียร์ชนิดหนึ่งที่เรียกว่า Boozah เบียร์ชนิดนี้ผลิตโดยการนำข้าวบาร์เลย์ที่กำลังงอกมาบดและนวด ทำให้สุกโดยการต้ม แล้วจึงนำไปหมัก ต่อมามีการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต เบียร์ ไวน์ และขนมปัง จากประเทศอียิปต์ไปยังประเทศกรีก และต่อไปยังอาณาจักรโรมัน ในราวศตวรรษที่ 13 และ 14 เทคโนโลยีการผลิตเบียร์ และไวน์แพร่หลายในบริเวณยุโรปตอนเหนือ เช่น อังกฤษ และ เยอรมันสำหรับทวีปเอเชียนั้นประมาณ 1,000 ปีก่อนคริสต์ศักราชมีรายงานเกี่ยวกับเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ซึ่งได้จากการกลั่น(distilled beverages)ในประเทศจีนและในศตวรรษที่ 12 การผลิตวิสกี้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย จึงเชื่อกันว่ากระบวนการกลั่น (distillation) แอลกอฮอล์ที่ใช้ในปัจจุบันอาจมาจากตะวันออกเข้าไปสู่ยุโรป (Rose และ Harrison, 1993)

ยีสต์เป็นรากลุ่มหนึ่งที่ส่วนใหญ่เป็นเซลล์เดี่ยว (unicellular) มีรูปร่างหลายแบบ คือ กลม (round) รี (oval) สามเหลี่ยม (triangle) มะนาวฝรั่ง (apiculate) คนโท(flask) ยาว (elongation) และเป็นสาย (filamentous) ยีสต์มีการเพิ่มจำนวนแบบไม่อาศัยเพศส่วนมากเกิดโดยการแตกหน่อ (budding) และส่วนน้อยเกิดโดยการแบ่งเซลล์ (fission) ยีสต์ส่วนใหญ่เป็น heterotroph ใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงานและแหล่งคาร์บอน มีทั้งพวกที่เป็น saprophyte และ parasite พบได้โดยทั่วไปในธรรมชาติ เช่น ส่วนต่างๆ ของพืช ยางไม้ และพบในดิน โดยแหล่งที่พบยีสต์อยู่เป็นประจำคือ แหล่งที่มีน้ำตาลความเข้มข้นสูง เช่น น้ำผลไม้ น้ำผึ้ง และในผลไม้ที่มีรสหวาน

ปัจจุบันมีการนำยีสต์มาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น ขนมอบ เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ส่วนประกอบของอาหาร สารปรุงแต่งกลิ่นรส และ อาหารสัตว์ เป็นต้น นอกจากนั้นยีสต์และผลิตภัณฑ์จากยีสต์ได้ถูกนำมาใช้ในทาง เภสัชกรรมและอาหารเสริม โดยสามารถแสดงถึงอัตราส่วนการนำยีสต์และผลิตภัณฑ์จากยีสต์มาใช้ประโยชน์ ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงการนำยีสต์และผลิตภัณฑ์จากยีสต์มาใช้ทางด้านต่างๆ (Wood และ Laane, 1998)

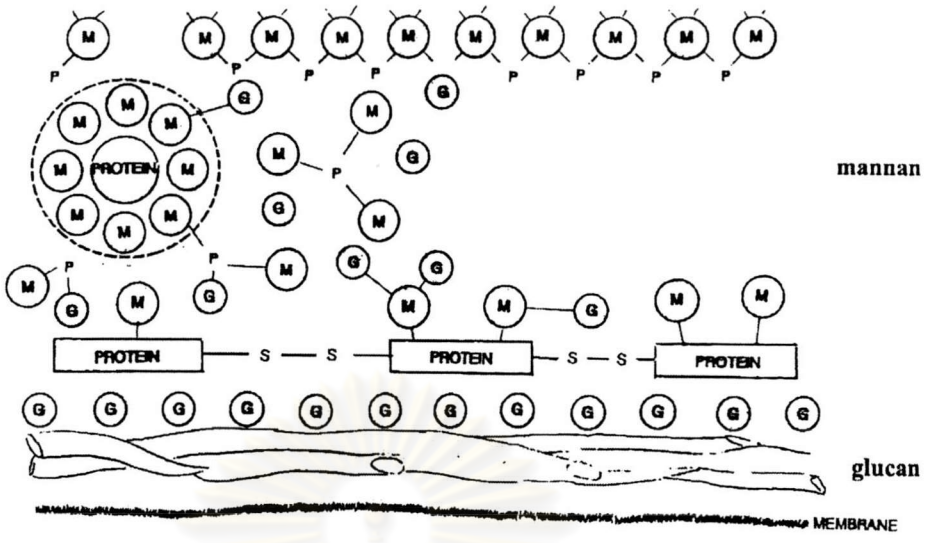
1.2 ส่วนประกอบของเซลล์ยีสต์

ภายในเซลล์ยีสต์ประกอบด้วยโครงสร้าง ดังต่อไปนี้

1.2.1 ผนังเซลล์ เป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรงเช่นเดียวกันผนังเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอื่น หนาประมาณ 25 นาโนเมตร หนักประมาณ 25 % ของน้ำหนักแห้งของเซลล์ ในผนังเซลล์มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบซึ่งรวมไปถึงเอนไซม์ต่างๆ เช่น โปรติเอส (protease) ฟอสฟาเทส (phosphatase) และ อินเวอร์เทส (invertase) เป็นต้น ผนังเซลล์ประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ชั้น ดังแสดงในรูป 1.2 และ 1.3 คือ

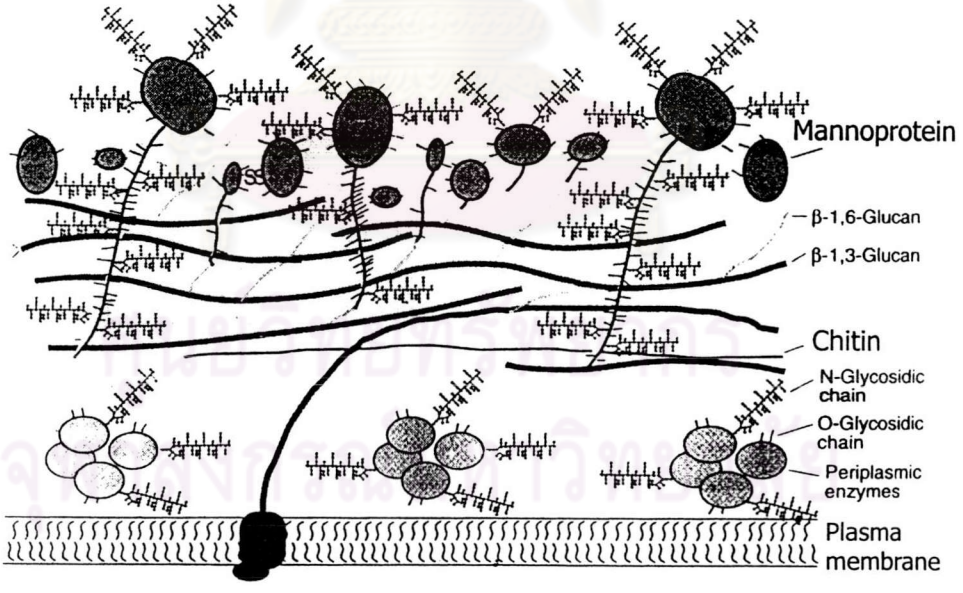
ชั้นนอก (outer layer) ประกอบด้วยแมนโนโปรตีน และฟอสฟอแมนแนน
ชั้นกลาง (middle layer) ประกอบด้วย เบตากลูแคนที่ละลายในด่าง
ชั้นใน (inner layer) ประกอบด้วย เบตากลูแคนที่ไม่ละลายในด่าง

1.2.2 เยื่อหุ้มเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์มีลักษณะเป็น unit- membrane มีความหนาประมาณ 7.5 นาโนเมตร ประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ชั้น คือชั้นที่เป็น electron dense 2 ชั้น ระหว่างชั้นทั้งสองมีชั้นที่เป็น electron transparent แทรกอยู่ โดยเชื่อว่าชั้น electron dense เป็นชั้นของโปรตีน ส่วนชั้น electron transparent ประกอบด้วยไขมัน ฟอสฟอลิพิด ลักษณะอีกประการหนึ่งของเยื่อหุ้มเซลล์ยีสต์ คือมีบางส่วนยื่นเข้าไปในไซโทพลาสซึมซึ่งทำให้ต่างจากเยื่อหุ้มของแบคทีเรีย



Schematic structure of the yeast cell wall

รูปที่ 1.2 แสดงถึงลักษณะของผนังเซลล์ยีสต์ (Reed และ Nagodawithana, 1991)



รูปที่ 1.3 แสดงถึงองค์ประกอบของผนังเซลล์ (Reed และ Nagodawithana, 1991)

องค์ประกอบทางเคมีของเยื่อหุ้มเซลล์ยีสต์ มีอยู่ 3 ชนิดคือ ไขมัน โปรตีนและพอลิแซ็กคาไรด์ โดยส่วนที่เป็นไขมันประกอบด้วยโมโนกลีเซอไรด์ (monoglyceride) ไดกลีเซอไรด์ (diglyceride) และไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ฟอสฟอลิพิด(phospholipid) และสเตอรอล (sterol) สำหรับฟอสฟอลิพิดเป็น amphipathic molecule ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) ส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic) เชื่อว่าส่วนที่ชอบน้ำอยู่ด้านนอก และส่วนที่ไม่ชอบน้ำอยู่ด้านในของเยื่อหุ้มเซลล์

1.2.3 นิวเคลียส เป็นโครงสร้างของยีสต์ซึ่งเห็นได้ชัดด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ phase contrast โดยเฉพาะเมื่อดูเซลล์ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเจลาติน 18-21 % เป็นองค์ประกอบใน *S. cerevisiae* เห็นได้ในระยะที่กำลังมีการแตกหน่อ

1.2.4 ไมโทคอนเดรีย มีรูปร่างหลายแบบ อาจมีรูปร่างกลม ท่อน หรือคล้ายเส้นด้าย และอาจมีการแตกกิ่งก้าน ขึ้นอยู่กับระยะการเจริญของเซลล์ มีขนาดมีเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ย 0.3-1 ไมโครเมตร ยาวได้ถึง 3 ไมโครเมตร ล้อมรอบด้วยเมมเบรน 2 ชั้น

1.2.5 แวคิวโอล ในเซลล์ยีสต์ปกติ มีรูปร่างกลม เป็นโครงสร้างที่โปร่งแสงมากกว่าส่วนอื่นภายในไซโทพลาสซึม แวคิวโอลอาจทำหน้าที่แทนไลโซโซม ในการสังเคราะห์หรือทำลายโมเลกุลขนาดใหญ่ และอาจเป็นที่สะสมของไฮโดรไลติคเอนไซม์ นอกจากนั้น แวคิวโอลอาจเป็นที่สะสมของธาตุอาหาร เนื่องจากบางครั้งพบว่ามีธาตุอาหารหลายชนิดอยู่ในแวคิวโอล เช่น ไลซีน เพียวรีน และกรดยูริค เป็นต้น

1.3 สารสกัดจากยีสต์

"สารสกัดจากยีสต์" เป็นสารที่ได้จากเซลล์ยีสต์โดยสารที่ได้นั้นสามารถละลายน้ำได้อย่างสมบูรณ์ เช่น กรดอะมิโน นิวคลีโอไทด์ โพลีเพพไทด์ โปรตีน ไกลโคเจน ทรีฮาโลส น้ำตาล วิตามินบี และสารให้กลิ่นรสต่างๆ (Hill, 1981) สารสกัดจากยีสต์ได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมานาน เนื่องจากเป็นแหล่งสารอาหาร และนำมาใช้เป็นสารปรุงรส เนื่องจากในสารสกัดจากยีสต์มีองค์ประกอบของกรดไรโบนิวคลีอิกซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นนิวคลีโอไทด์ที่สำคัญเพื่อใช้เป็นสารเพิ่มรส คือ 5'-inosine monophosphate (5'IMP) และ 5'-guanosine monophosphate (5'GMP) ซึ่งช่วยเพิ่มรสชาติในอาหาร โดยสารทั้งสองนี้จะให้รสชาติที่ต่างจากรสชาติพื้นฐาน 4 ชนิด คือ เปรี้ยว หวาน เค็ม ขม เรียกว่ารส Umami เป็นภาษาญี่ปุ่น หมายถึงรสอร่อย (Reed และ Nagodawithana, 1991) จึงนิยมนำสารสกัดจากยีสต์ไปใส่ในน้ำซุป น้ำเกรวี น้ำซอส ผลิตภัณฑ์จากเนื้อรวมทั้งไส้กรอก และอาหารสำเร็จรูป เช่น อาหารแช่แข็ง และอาหารเด็กอ่อน รวมทั้งพวกขนมปัง และของสำหรับขบเคี้ยวต่างๆ และเนื่องจากสารสกัดจากยีสต์

มีปริมาณของกรดไรโบนิวคลีอิก (RNA) สูงถึงร้อยละ 8- 11 (Wood และ Laane, 1998) ทำให้อุตสาหกรรมอาหารเลือกใช้สารสกัดจากยีสต์แทนการใช้โมโนโซเดียมกลูตาเมต (MSG) มากขึ้น เนื่องจากมีรายงานถึงการบริโภคอาหารที่มีโมโนโซเดียมกลูตาเมตปริมาณมากจะเป็นสาเหตุของโรค "Chinese Restaurant Syndrome" (Labell, 1993) แม้ว่า Food and Drug Administration (FDA) ในประเทศสหรัฐอเมริกานั้นยังพิจารณาให้โมโนโซเดียมกลูตาเมตปลอดภัยต่อผู้บริโภคก็ตาม แต่เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงอัตราการเสี่ยง ผู้ผลิตและผู้บริโภคจึงเลือกใช้สารสกัดจากยีสต์เพื่อเป็นสารเพิ่มรสแทน เนื่องจากว่าสารสกัดจากยีสต์นั้นยังไม่มีรายงานถึงผลกระทบจากการบริโภค ดังนั้นสารสกัดจากยีสต์จึงเป็นอีกทางเลือกที่ทดแทนโมโนโซเดียมกลูตาเมต และได้ถูกนำมาบริโภคอย่างแพร่หลายในทวีปต่างๆ ดังตารางที่ 1.1 นอกจากนี้สารสกัดจากยีสต์ยังสามารถลดการเกิดกลิ่นหืนของไขมันในอาหาร ป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีและกลิ่นรสตามธรรมชาติของอาหารบางชนิดได้ เนื่องจากมีสารประกอบที่มีหมู่ซัลฟ์ไฮดริล (sulphydryl group) ซึ่งมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเป็นองค์ประกอบ (Ohly, 1998) และยังมีผลต่อเนื้อสัมผัสและช่วยลดการสูญเสียน้ำในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์บางชนิดด้วย จากบทบาทความสำคัญของสารสกัดจากยีสต์ Food Chemicals Codex ได้กำหนดมาตรฐานส่วนประกอบต่างๆ ของสารสกัดจากยีสต์ที่ใช้ในอาหาร ในปี 1996 ดังตารางที่ 1.2 นอกจากการนำสารสกัดจากยีสต์มาใช้เพื่อการบริโภคแล้ว ยังได้มีการนำสารสกัดจากยีสต์มาใช้เป็นอาหารสัตว์ เครื่องสำอาง อาหารเลี้ยงเชื้อ และอื่นๆ

1.4 ยีสต์ที่ใช้ในการผลิตสารสกัดจากยีสต์

ยีสต์ที่ใช้ผลิตสารสกัดจากยีสต์เป็นยีสต์ในกลุ่ม primary yeast ซึ่งใช้ยีสต์สายพันธุ์ที่เจริญเร็ว เช่น *Saccharomyces cerevisiae* (baker's yeast), *Candida utilis* หรือ *Kluyveromyces marxianus* (Reed และ Nagodawithana, 1991)

สารสกัดจากยีสต์เริ่มใช้ในประเทศอังกฤษและเยอรมันเพื่อเป็นส่วนประกอบของอาหารและเป็นสารเพิ่มรส โดยผลิตจากยีสต์โรงงานเบียร์ (spent brewer's yeast) จึงทำให้ผลผลิตที่ได้นั้นมีราคาไม่แพง แต่อาจจะมีรสชาติหรือส่วนประกอบที่ไม่ต้องการปะปนมา เช่น สารให้รสขม คือ ฮิวโมโลน (humolone) และ ไอโซฮิวโมโลน (isohumolone) (Peppler, 1970) จากฮอปที่ใช้ในการผลิตเบียร์ซึ่งดูดซับอยู่ที่ผิวเซลล์นอกจากนี้พบว่าไม่สามารถควบคุมคุณภาพของเซลล์ยีสต์ให้คงที่ได้ เนื่องจากทำให้เสียภาพและค่าใช้จ่ายในการกำจัดรสขมและถ้ากำจัดไม่สมบูรณ์ก็เจือปนอยู่ในผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นยีสต์จากการทำเบียร์จะมีเออโกสเทอรอล (Ergosterol) สะสมอยู่ที่พลาสมาเมมเบรนเพื่อช่วยให้เซลล์คงทน ทนต่อความเป็นพิษของแอลกอฮอล์ (Fur, Maume, Feuillat และ Maume, 1999) ทำให้ผนังเซลล์แข็งแรงมีผลให้เกิดการย่อยตัวเองยากยิ่งขึ้น ดังนั้น

ตารางที่ 1.1 แสดงถึงปริมาณที่ใช้ของสารแต่งกลิ่นรสและสารปรุงแต่งอาหาร (1995) (x 1,000 ตัน) (Wood และ Laane, 1998)

	ยุโรป	อเมริกาเหนือ	เอเชีย	ประเทศอื่นๆ	ทั้งหมด
Hydrolysed Vegetable Protein	36	27	25	10	98
สารสกัดจาก เนื้อสัตว์และกระดูก	4	5	30	2	41
โมโนโซเดียมกลูตาเมต	45	45	700	30	820
นิวคลีโอไทด์	1	1	2	1	5
สารสกัดจากยีสต์	26	11	7	3	47
ซอสถั่วเหลือง	3	5	4,200	1	4,209

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.2 มาตรฐานของยีสต์ออโตไลเสตที่ใช้ในอาหาร (Food and Nutrition Board, 1996)

ชนิดของสาร	ปริมาณ (น้ำหนักต่อปริมาตร)
Total nitrogen	6.1 %
Protein	> 38.1 %
α- Amino nitrogen / Total Amino nitrogen	> 5.0 %
Amino nitrogen	< 1.0 %
Glutamic acid	< 13.0 %
Total amino acid	< 24.0 %
Heavy metals (as Pb)	< 10 mg/kg
Insoluble matter	20-60 %
Leads	< 3 mg/kg.
Mercury	< 3 mg/kg.
Microbial limits :	
Aerobic Plate Count	< 50,000 CFU per g.
Coliforms	< 10 CFU per g.
Salmonella	Negative in 25 g.
Yeasts and Molds	< 50 CFU per g.
Potassium	< 13.0 %
Sodium chloride	< 43.0 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จึงได้หันมาสนใจ การผลิตสารสกัดจากยีสต์ขนมปังเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและประโยชน์อื่นๆ แม้ว่าสารสกัดจากยีสต์ที่ได้จากยีสต์ขนมปังจะมีราคาแพงจากค่าใช้จ่ายในการเพาะเลี้ยงยีสต์ แต่สามารถควบคุมคุณภาพของเซลล์ยีสต์ได้ตามต้องการโดยสามารถควบคุมสารอาหารและภาวะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงยีสต์ขนมปัง เพื่อให้ได้สารสกัดจากยีสต์ที่ดีตามต้องการ เช่น อายุ ภาวะให้เซลล์แตก (อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดด่าง ความคงทนต่อเอนไซม์ของเซลล์ต่างกัน) แม้จะมีราคาแพงกว่าเนื่องจากค่าใช้จ่ายจากการเพาะเลี้ยงยีสต์ ยีสต์ขนมปังจะมีสภาวะในการทำให้เซลล์แตกและความคงทนต่อเอนไซม์ต่างจากยีสต์จากโรงงานเบียร์ จึงจำเป็นต้องปรับปรุงภาวะที่เหมาะสมสำหรับย่อยยีสต์ขนมปัง เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด

1.5 วิธีการผลิตสารสกัดจากยีสต์

กระบวนการผลิตสารสกัดจากยีสต์นั้น ได้มีผู้ศึกษาและทำการวิจัยมาเป็นเวลานานเกี่ยวกับกลไกการทำงานและทำการทดลองเพื่อหาภาวะที่สามารถเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ โดยเริ่มจากการทำให้เซลล์แตกซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ วิธีทางกายภาพ ด้วยการใช้ วิธีทางเคมี ด้วยการใช้ กรดหรือด่างเข้มข้น หรือสารดีเทอร์เจนต์ และวิธีการทางชีวภาพ คือการใช้เอนไซม์

1.5.1 วิธีทางกายภาพหรือทางกล (mechanical method)

การแยกโปรตีนในระดับอุตสาหกรรม วิธีหนึ่งที่นิยมใช้คือการทำลายยีสต์ด้วยวิธีทางกลโดยใช้ฮอมอจิไนเซอร์ หรือลูกแก้ว ฮอมอจิไนเซอร์ที่ใช้ความดันสูงถึง 20,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทั้งชนิด French press Eaton press และ Gualin homogenizer ซึ่งการใช้ฮอมอจิไนเซอร์นั้น ตัวเครื่องประกอบด้วย ปั๊มผลักแทนที่ เป็นส่วนดันให้สารแขวนลอยของยีสต์ ผ่านช่องเล็กๆ เกิดแรงเฉือนทำให้เซลล์แตกหรือฉีกขาด สารต่างๆ ภายในเซลล์จะถูกปลดปล่อยออกมา ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นส่วนผสมของโปรตีน กรดนิวคลีอิก และชิ้นส่วนของผนังเซลล์

Brookman (1974) ทำการฮอมอจิไนซ์ ที่ความดัน 25,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในการทำให้เซลล์ยีสต์ขนมปังแตก โดยผลผลิตนี้มีโปรตีน 120-125 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมน้ำหนักยีสต์แห้ง ต่อมา Cunningham และคณะ (1975) ทำการฮอมอจีไนซ์ยีสต์สายพันธุ์ *Candida tropicalis* ที่ความดัน 10,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ได้ผลผลิตที่มีโปรตีนสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ผ่านการฮอมอจีไนซ์ 3 เท่า และในทำนองเดียวกัน Newell และคณะ (1975) ได้สกัดยีสต์สายพันธุ์ *Candida utilis* โดยฮอมอจีไนซ์ที่ความดัน

8,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ได้โปรตีน กรดนิวคลีอิก คาร์โบไฮเดรต และเถ้า ในปริมาณ 72.0 10.2 9.6 และ 4.7 %โดยน้ำหนักตามลำดับ

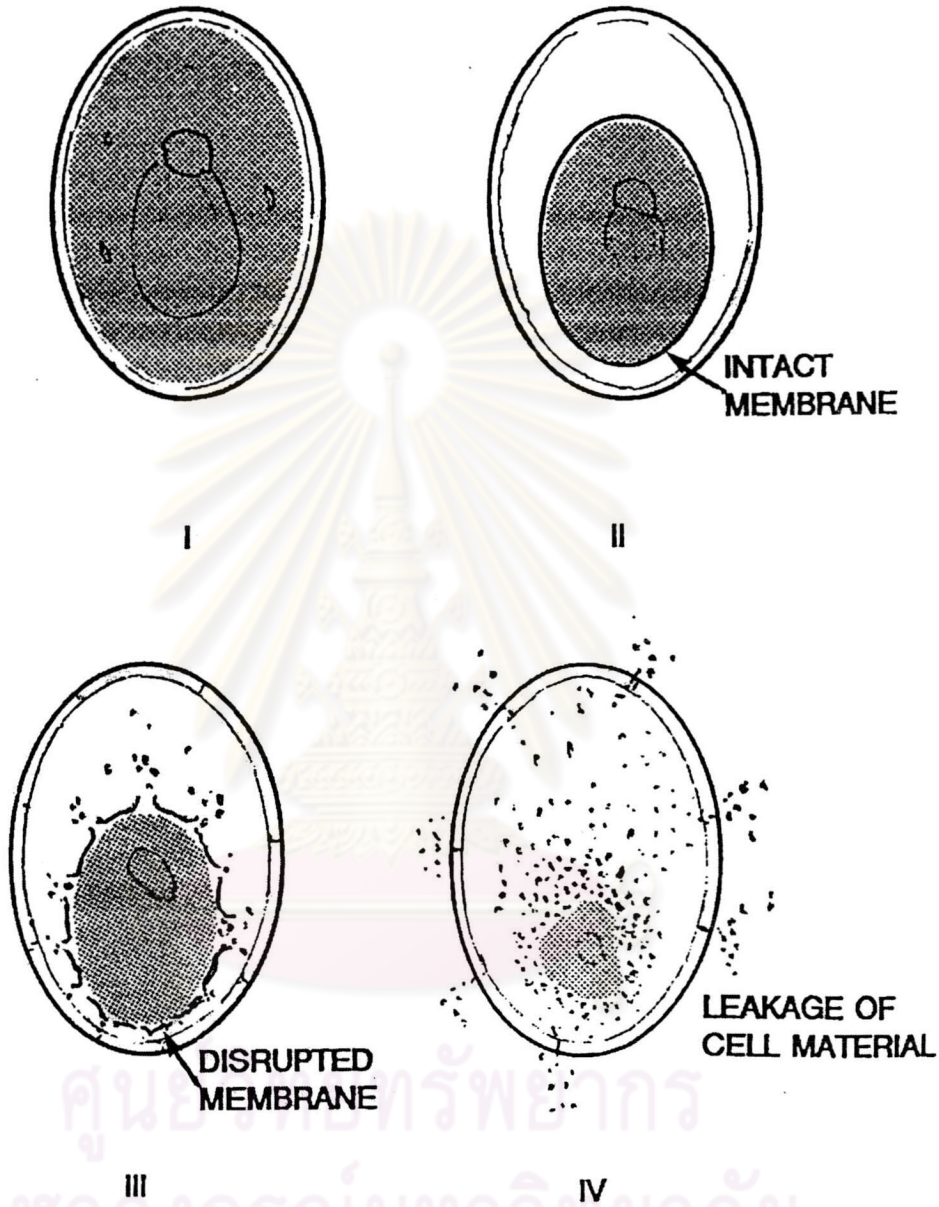
Robbins และคณะ (1975) ผลิตสารสกัดจากยีสต์ขนมปังโดยใช้ด่างสกัดร่วมกับการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์ยีสต์ โดยการนำเซลล์ยีสต์มาทำให้เซลล์แตกโดยการฮอมอจิไนซ์ หลังจากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาปรับค่าความเป็นกรดด่างให้อยู่ในช่วง 8 – 11 และปรับอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 0 – 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 – 60 นาที ทำการเหวี่ยงแยกหรือกรองเพื่อเอาส่วนผนังเซลล์ออก ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้อยู่ในช่วง 5 - 8 อุณหภูมิ 40 – 60 องศาเซลเซียส เพื่อกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์นิวคลีเอส ทิ้งไว้ 15 – 20 นาที เหวี่ยงแยกเอาส่วนที่ไม่ละลายออก ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารเพิ่มรสธรรมชาติจากสารสกัดจากยีสต์ (Natural-flavored yeast extract) ซึ่งมีกลิ่นรสเนื้อ

Verduyn และ คณะ (1999) ได้ศึกษาการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ขนมปังโดยใช้เอนไซม์พาเพน (Gist-Brocades) และการฮอมอจิไนซ์ที่ความดันสูง 600 และ 1,000 บาร์ เพื่อการย่อยตัวเองของยีสต์ พบว่าการทำฮอมอจิไนซ์ที่ 1000 บาร์ จะเกิดการย่อยสลายมากที่สุด และได้ปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด

1.5.2 วิธีทางเคมี

การใช้สารเคมีบางชนิดย่อยสลายยีสต์เพื่อผลิตยีสต์สกัด แยกออกเป็น 2 กระบวนการใหญ่ๆ คือ

1.5.2.1 พลาสโมลิซิส (plasmolysis) เป็นวิธีการทำให้เซลล์แตกโดยใช้เกลืออนินทรีย์หรือตัวทำละลายอินทรีย์ที่ความเข้มข้นสูง เช่น แอลกอฮอล์และโทลูอีน โดยไม่มีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งในภาวะที่มีเกลือเข้มข้นสูงนั้น ยีสต์จะสูญเสียน้ำในเซลล์เพื่อรักษาสมดุลของ osmotic pressure ระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ไว้ เมื่อเซลล์สูญเสียน้ำมากขึ้น plasma membrane ของเซลล์จะแยกตัวออกจากผนังเซลล์และแตกออก (ดังรูปที่ 1.4) ผลิตภัณฑ์ที่ได้ เรียกว่า ยีสต์พลาสโมไลเสตแต่อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวิธีนี้จะมีปริมาณเกลือสูงจึงไม่เป็นที่ต้องการในอุตสาหกรรมอาหารบางชนิด เช่น อาหารสำหรับเด็ก เป็นต้น



รูปที่ 1.4 แสดงการเกิดพลาสโมลิซิส (Reed และ Nagodawithana, 1991)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Peppler (1970) รายงานถึงกรรมวิธีการผลิตยีสต์ออโตไลเสต โดยนำยีสต์มาทำพลาสโมไลซ์ด้วย เกลือ คลอโรฟอร์ม หรือ เอธิลอะซิเตต ประมาณ 3-5 % แล้วเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นเป็น 45–50 องศาเซลเซียส ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ เป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง จากนั้นนำของผสมที่ได้มาทำการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80–90 องศาเซลเซียส ทำให้เย็นแล้วนำไปกรอง และทำการระเหยเพื่อให้เข้มข้นขึ้นด้วยเครื่องระเหยสูญญากาศ หรือนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่องทำแห้ง ให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้น 3–5 %

Sugimoto และคณะ (1976) ใช้โซเดียมคลอไรด์ 2-10 % (น้ำหนักต่อปริมาตร) และเอทานอล 1-9 % (ปริมาตรต่อปริมาตร) เป็นตัวเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ขนมปัง โดยปรับค่าความเป็นกรดด่างให้อยู่ในช่วง 3-8 อุณหภูมิ 30–70 องศาเซลเซียส จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิเป็น 80 องศาเซลเซียส เมื่อต้องการหยุดการย่อยสลาย สารที่ได้มีกลิ่นรสเนื้อ

Hill (1981) ได้ทดลองโดยทำการเติมกรดไขมัน และกลีเซอไรด์เพื่อเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ขนมปังพบว่า การเติมกรดไขมันและกลีเซอไรด์นั้น ให้ผลดีกว่าการเติม เอธิลอะซิเตต โทลูอีน คาร์บอนเตตระคลอไรด์ และ ไทรคลอโรเอธิลีน และเมื่อได้ทำการทดลองถึงชนิดของกรดไขมันนั้นพบว่า ควรใช้กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมในช่วง 4 – 14 คาร์บอนอะตอม เช่น กรดคาร์ปริก กรดคาร์ไพริก หรือกลีเซอไรด์ของกรดชนิดนั้นๆ หรืออาจใช้กรดไขมันทั้ง 2 ชนิดร่วมกันภาวะที่เหมาะสมในการทดลองคือ ยีสต์ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณ 10 – 20 % เกลือ 0.1 – 1.0 % กรดไขมันและ/หรือกลีเซอไรด์ 0.3 - 15 % อุณหภูมิ 20 – 60 องศาเซลเซียส เวลา 6 – 36 ชั่วโมง ซึ่งถ้ามีการนำยีสต์มาทำ thermal shock ยีสต์ที่อุณหภูมิ 60 – 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 - 120 นาที ก่อนเริ่มการทดลอง ปริมาณกรดไขมันที่ต้องใช้จะลดลง 0.03 %

Akin และ Murphy (1981) ได้ทดลองเติมไทอามีน และ ไพริดอกซีน เพื่อเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ขนมปัง พบว่า ไทอามีน และ ไพริดอกซีน สามารถช่วยในการเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ได้ โดยปริมาณที่ใช้คือ ไทอามีน 0.05 – 0.30 % และ ไพริดอกซีน 0.02 – 0.20 %

Breddam และ Beenfeldt (1991) ได้ศึกษาการเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ขนมปังโดยการเติมตัวทำละลายและดีเทอร์เจนต์ต่างๆ เพื่อเร่งการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์ในการย่อยสลายตัวเอง ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 8.3 - 8.7 ในช่วงเวลา 4 ชั่วโมง พบว่าสารที่มีผลต่อการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ได้แก่ แอลกอฮอล์ที่มีจำนวนคาร์บอน 6 – 9 อะตอม ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร/100 กรัมของยีสต์ ไทรคลอโรอีเทน คลอโรฟอร์มและอีเทอร์ ในปริมาตร 2.5 – 10 มิลลิลิตร/100 กรัมยีสต์ และพบว่า

การเติมสารนอนไอออนิกดีเทอร์เจนต์ให้ผลดีกว่าไอออนิกดีเทอร์เจนต์ สารดีเทอร์เจนต์ที่นิยมใช้คือ Triton X – 100 และ N – lauroylsarosine

Barrette และ คณะ (1999) ได้ทำการศึกษาผลของ ค่าความเป็นกรดด่าง (4.0 5.5 7.0 และ 8.5) การใช้เอธิลอะซิเตตและไดโตซาน และการใช้แบคทีเรียปนเปื้อนเพื่อศึกษาการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ขนมปังและผลผลิต พบว่าเมื่อปรับค่าความเป็นกรดด่างที่ 5.5 และใช้เอธิลอะซิเตตร่วมด้วย จะเกิดการย่อยสลายมากที่สุดและได้ปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด

1.5.2.2 ไฮโดรลิซิส (hydrolysis) วิธีนี้ใช้กรดแก่หรือด่างร่วมกับความร้อนเพื่อย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่หรือสกัดส่วนประกอบของผนังเซลล์ เช่น กลูแคน เป็นต้น (Fleet และ Manners, 1976) การทดลองวิธีนี้จะให้ผลผลิตในปริมาณสูง แต่กรดอะมิโนและวิตามินซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการถูกทำลาย และความรุนแรงของกรดจะทำให้เกิดการกัดกร่อนกับภาชนะที่ใช้และอาจเกิดสารประกอบพวกคลอรีน ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค

1.5.3 การใช้เอนไซม์ย่อยยีสต์

กระบวนการย่อยตัวเองของยีสต์อาจเร่งอัตราเร็วโดยการเติมเอนไซม์จากภายนอก โดยใช้ได้ทั้ง เอนไซม์จากพืช เช่น พาเพน ฟีซิน โบรมีเลน และเอนไซม์จากจุลินทรีย์

Knorr และ คณะ (1979) ได้เติมเอนไซม์เพื่อช่วยในการเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ที่ได้จากอุตสาหกรรมเบียร์ โดยแขวนลอยยีสต์ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 7.5 (2.5 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) เติมเอนไซม์ไลโซไซม์ (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO) และไซโมเลส (Zymolase-5000, The Research Laboratories Kirin Brewery Co., Ltd., Takasaki, Japan) ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 9.0 เพื่อช่วยในการย่อยสลายผนังเซลล์ ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไนโตรเจน 80 % ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ภายในเวลา 90 นาที นอกจากนี้ยังได้มีการทดลองเติมเอนไซม์แพนครีเอติน (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO) หรือโพรเนส (Calbiochem, San Diego, CA) ซึ่งเป็นเอนไซม์โปรติเอส หลังจากที่ได้ทำการเติมเอนไซม์ไลโซไซม์และไซโมเลสแล้วเป็นเวลา 30 นาที เพื่อเร่งการย่อยสลายอีกครั้งหนึ่ง ผลการทดลองปรากฏว่า ภายใน 60 นาที มีการย่อยสลายตัวเองของยีสต์

มากกว่า 60 % ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณกรดอะมิโนสูงกว่าเมื่อไม่มีการเติมเอนไซม์ย่อยโปรตีน

Chao และ คณะ (1980) ได้ทดลองกับยีสต์สายพันธุ์ *Candida utilis* โดยใช้เอนไซม์ชนิดต่างๆ(ไม่ระบุแหล่งที่มาของเอนไซม์) และเติมเอธิลอะซิเตตเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของแบคทีเรีย ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6 เป็นเวลา 24 ชั่วโมงพบว่า เอนไซม์กลุ่มซัลฟ์ไฮดริลโปรติเอส ซึ่งได้แก่ พาเพน ฟีซิน และ โบรมีเลน ช่วยเร่งการย่อยสลายมากที่สุด โดยเอนไซม์พาเพนมีประสิทธิภาพมากที่สุด ส่วนการทดลองโดยเติมส่วนผสมกันระหว่างเอนไซม์แพนครีเอตินและ aspergilllus protease นั้นมีผลต่อการเร่งการย่อยสลายของยีสต์อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่การทดลองโดยเติมเอนไซม์ผสมกันระหว่างเอนไซม์เรนนิน เพพซิน และ ทริปซิน ไม่มีผลในการเร่งการย่อยสลาย ทั้งนี้เนื่องจาก ค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ทั้ง 3 ชนิดนั้น มีความแตกต่างกันคือ 2.0 3.5 และ 3.5 ตามลำดับ

Birch และ คณะ (1981) ได้รายงานการทดลองเติมเอนไซม์ Alcalase® 0.6 L เพื่อเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ขนมปัง โดยใช้ยีสต์ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณ 15 – 18 % และใช้เอนไซม์ 0.2 % โดยน้ำหนักของโปรตีน ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดด่าง 8 เป็นเวลา 12 – 24 ชั่วโมง พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 10 % สำหรับยีสต์ขนมปัง และ 5.2–17.9 % สำหรับยีสต์เหลือทิ้งจากโรงงานผลิตเบียร์

Godfrey และ Reichelt (1983) ได้ทำการทดลองโดยเติมเอนไซม์เพื่อเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ขนมปัง เอนไซม์ที่เติมได้แก่ พาเพน (ไม่ระบุแหล่งที่มาของเอนไซม์) และเอนไซม์โปรติเอสที่ได้จากจุลินทรีย์ โดยในการทดลองได้ใช้ภาวะดังนี้ ยีสต์ประมาณ 600 กรัม (มีของแข็ง 28 %) เกลือ 0.35 % และ พาเพน 0.04 % นำมาผสมกันโดยให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร โดยในส่วนผสมนั้นมีค่าความเป็นกรดด่าง 5.0 หลังจากนั้นนำมาบ่มโดยค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 5 – 8 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ต่อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการ พลาสโมไลส์ และ ย่อยสลายตัวเองของยีสต์ หลังจากนั้นทำการบ่มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกผนังเซลล์ทิ้ง หลังจากนั้นนำส่วนใสไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 – 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 – 5 ชั่วโมง แล้วนำไประเหยให้เข้มข้นภายใต้ภาวะสูญญากาศ จนได้ปริมาณของแข็ง 30 %

ชื่นจิตต์ พฤฒิภากร (2528) ได้ทำการทดลองย่อยสลายยีสต์ที่เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเบียร์โดยเติมเอนไซม์พาเพน 0.1 % โดยน้ำหนักโปรตีน (Merck)

เพื่อเร่งการย่อยสลายโดยบ่มที่อุณหภูมิ 40 – 50 องศาเซลเซียส สารสกัดจากยีสต์ที่ได้นั้นมีปริมาณไนโตรเจน 10.86 %โดยน้ำหนักแห้ง และมีปริมาณวิตามินบีสอง 10.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

วิวัฒน์ หวังเจริญ (2535) ได้ทำการทดลองย่อยสลายยีสต์ที่เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเบียร์ *Saccharomyces Carlsbergensis* เพื่อเป็นสารแต่งกลิ่นรสอาหาร ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.5 โดยแปรปริมาณสารเคมี (โซเดียมคลอไรด์ กลูโคส และ เอทานอล) และเอนไซม์นิวเทรส (อีสต์เอเชียติก) พบว่า การเติมโซเดียมคลอไรด์ 1 % และการเติมเอนไซม์นิวเทรสที่ระดับ 0.1 % ช่วยเร่งการย่อยสลายได้ดีที่สุด และเมื่อทำการทดลองร่วมกัน พบว่าการเติมโซเดียมคลอไรด์มีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์นิวเทรส

Barette และ คณะ (1999) ได้ศึกษาการเติมแบคทีเรีย bacilli และ cocci และผลค่าความเป็นกรดด่างระหว่างการย่อยสลายยีสต์ขนมปังเพื่อประเมินผล พบว่าแบคทีเรียมีผลยับยั้งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์

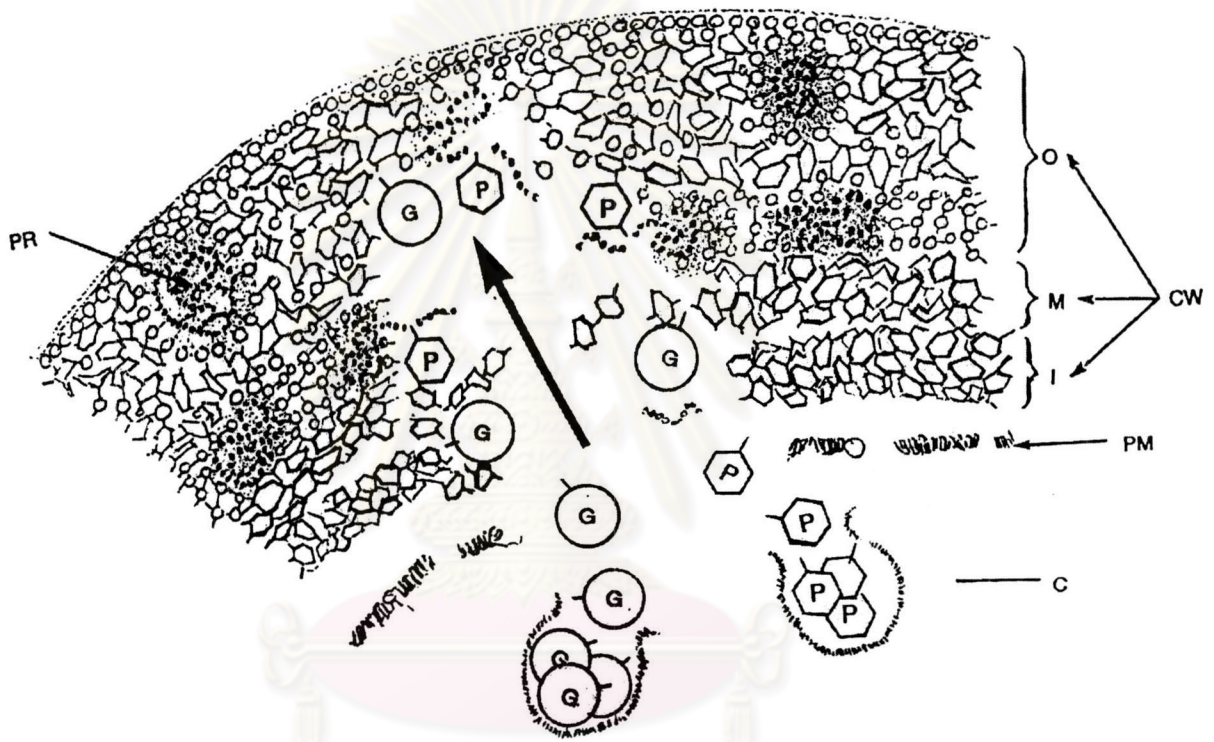
Conway และ คณะ (2001) ได้ศึกษาการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ขนมปัง โดยให้ความร้อนยีสต์ที่ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ในเซลล์ยีสต์ ก่อนทำการเร่งการย่อยสลายยีสต์โดยแปรชนิดของเอนไซม์ที่เติมลงไป ได้แก่กลูคาเนส 2 ชนิด และโปรติเอส 11 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0.5 % พบว่าการให้ความร้อนสูงยับยั้งเอนไซม์ภายในเซลล์ยีสต์ มีผลทำให้ความเข้มข้นโปรตีนในออโตไลเสตลดลง ส่วนการเติมพาเพน (Solvay) และกลูคาเนส (Solvay) มีผลต่อการย่อยตัวเองของยีสต์ โดยพาเพนให้ผลดีกว่ากลูคาเนส

1.6 การย่อยสลายตัวเองของยีสต์ (Yeast autolysis)

ออโตลิซิส (autolysis) คือ กระบวนการย่อยตัวเอง โดยปล่อยให้เอนไซม์ต่างๆ ภายในเซลล์ของยีสต์ทำงาน ปกติการย่อยสลายตัวเองของยีสต์สามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยเซลล์จะเริ่มตายเมื่อขาดอาหาร ทำให้ภายในเซลล์ผิดปกติ (Reed และ Peppler, 1973) แต่สามารถกระตุ้นให้กระบวนการย่อยสลายตัวเองของยีสต์เกิดได้เร็วขึ้นโดยควบคุมภาวะต่างๆ ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิ เวลา และ สารเร่งการย่อยสลาย ให้เหมาะสม ซึ่งภายใต้ภาวะที่เหมาะสมแก่การย่อยสลายตัวของยีสต์นี้ ระบบเอนไซม์สำคัญที่ทำหน้าที่ควบคุมเมแทบอลิซึมของยีสต์จะทำงานผิดปกติไป เอนไซม์ภายในแวคิวโอล (vacuole) ซึ่งอยู่ในไซโทพลาสซึม (cytoplasm) ถูกปล่อยออกมาย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่ พบว่าเอนไซม์ที่สำคัญคือ β (1—3) glucanase และ โปรติเอส (protease) โดยมี β (1—6) glucanase และ mannanase ทำงานร่วมกันในการ

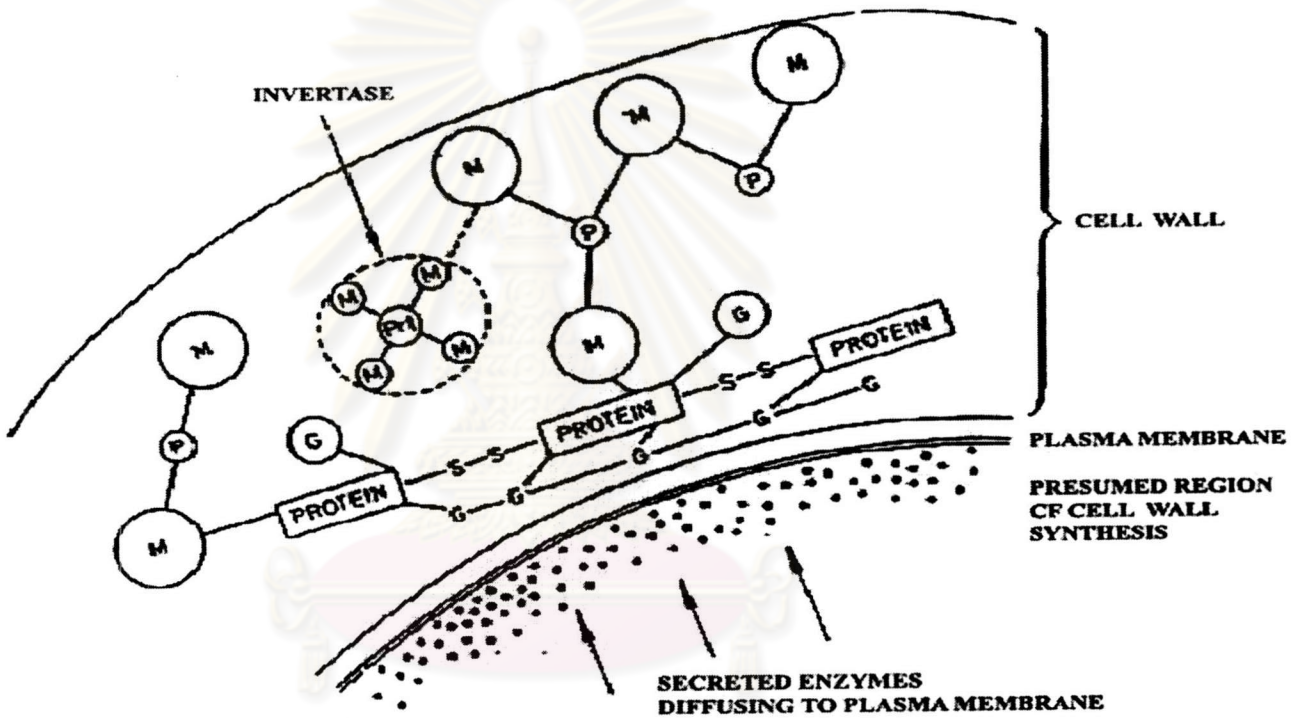
ย่อยสลายผนังเซลล์ (รูปที่ 1.5 และ 1.6) โดยเอนไซม์กลูคาเนสมีหน้าที่ในการย่อยสลายชั้นไกลแคนของผนังเซลล์ยีสต์ ส่วนเอนไซม์โปรติเอสที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายตัวเองของยีสต์มีอยู่มากกว่า 40 ชนิดด้วยกัน โดยมีเอนไซม์โปรติเอสที่สำคัญอยู่ 4 ชนิด คือ โปรติเนส วาย เอสซีเอ (Proteinase ysc A), โปรติเนส วายเอสซีบี (Proteinase ysc B), คาร์บอกซีเพพติเดส วายเอสซีวาย (Carboxypeptidase ysc Y), คาร์บอกซีเพพติเดส วายเอสซีเอส (Carboxypeptidase ysc S) โดยเอนไซม์ทั้ง 4 ชนิดนี้อยู่ในแวคิวโอล ในรูปของสารประกอบเชิงซ้อนซึ่งไม่เหมาะสมต่อการทำงานและเมื่อเซลล์ยีสต์อยู่ในภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการมีชีวิต เอนไซม์โปรติเนส วายเอสซีเอ จะถูกปล่อยออกมาเพื่อหยุดการทำงานของสารยับยั้งการทำงานของโปรติเนส วายเอสซีบี และ คาร์บอกซีเพพติเดส วายเอสซีวาย ทำให้เอนไซม์ทั้งสองกลับมาทำงานได้ซึ่งเป็นการทำงานอย่างต่อเนื่องและร่วมกันในการย่อยสลายตัวเอง (Reed และ Nagodawithana, 1991) การย่อยสลายโมเลกุลของโปรตีนในเซลล์ยีสต์จะได้สารสกัดที่มีกลิ่นเหมือนเนื้อสัตว์ ซึ่งมีส่วนประกอบของโพลีเพพไทด์ เพพไทด์ และกรดอะมิโน นอกจากนั้นยังมีการทำงานของเอนไซม์อื่นๆ เช่น คาร์โบไฮเดรส (carbohydrase) ซึ่งเร่งการไฮโดรไลซ์คาร์โบไฮเดรต และนิวคลีเอส (nuclease) ซึ่งเร่งการไฮโดรไลซ์กรดนิวคลีอิกที่ส่วนใหญ่เป็นกรดไรโบนิวคลีอิก (RNA) ไปเป็นนิวคลีโอไทด์ที่เกี่ยวข้อง จากการย่อยตัวเองของยีสต์ทำให้ผนังเซลล์สูญเสียสภาพที่เป็น semi - permeable membranes และปล่อยให้สารประกอบต่างๆ ภายในเซลล์ออกมาภายนอกได้ยีสต์ออโตไลเสตสามารถเตรียมให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ เรียกว่า สารสกัดจากยีสต์ (yeast extract) ซึ่งสามารถละลายน้ำได้อย่างสมบูรณ์ให้สารละลายสีเหลืองอำพันถึงสีน้ำตาล โดยนำออโตไลเสตที่ได้มาผ่านการกรองเพื่อแยกเศษชิ้นส่วนของผนังเซลล์ยีสต์และส่วนอื่นๆ ซึ่งไม่ละลายน้ำออก

Hayashi และ คณะ (1968) ได้แยกเอนไซม์โปรติเนสจากออโตไลเสตของยีสต์ขนมปังที่ผ่านกระบวนการออโตลิซิส 2 ครั้ง พบว่า โปรติเนสมี 3 ชนิด คือ โปรติเนส เอ , โปรติเนส บี และ โปรติเนส ซี โดย โปรติเนส เอ เป็น acid protease ย่อยฮีโมโกลบิน หรือเคซีนที่ค่าความเป็นกรดด่าง 2.0-3.0 แต่มีค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมในการย่อยตัวเองของยีสต์ คือ 7.0-8.0 ส่วน โปรติเนส B สามารถย่อยนมให้ตกตะกอนโดยค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสม คือ 4.5 และ โปรติเนส C มีค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมคือ 5.0 ยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* มีเอนไซม์ย่อยโปรตีน 4 ชนิด คือ โปรติเนส วายเอสซี เอ , โปรติเนส วายเอสซี บี และ คาร์บอกซีเพพติเดส วายเอสซี วาย และ คาร์บอกซีเพพติเดส วายเอสซี เอส (Reed และ Nagodawithana, 1991)



รูปที่ 1.5 แสดงกลไกการย่อยสลายตัวเองของเซลล์ โดย C, Cytoplasm; CW, cell wal; I, inner alkali-soluble glucan layer; M, middle alkali-insoluble glucan layer; O, outer glycoprotein layer; P, protease; G, glucanase; PM,plasma membrane ; PR, protein (Reed และ Nagodawithana, 1991)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.6 แผนภาพอธิบายการย่อยสลายผนังเซลล์ (Reed และ Nagodawithana, 1991)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Hough และ Maddox (1970) ได้รายงานการทดลองการย่อยตัวเองของยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces carlsbergensis* ซึ่งได้จากอุตสาหกรรมเบียร์ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 พบว่าออโตไลเสตที่ได้ มีส่วนประกอบของไกลโคโปรตีน และ เอนไซม์โปรติเอส 4 ชนิด ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการย่อยตัวเองของยีสต์

Moresi และ คณะ (1995) ได้ศึกษาถึงจลนพลศาสตร์ของการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ *Kluyveromyces flagilis* จากหางนม ที่อุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส พบว่าเป็นจลนพลศาสตร์แบบ ลำดับที่ 1 และค่าคงที่จลนพลศาสตร์ขึ้นกับอุณหภูมิตามกฎของอาร์เรเนียส

1.7 มูลเหตุจูงใจในการทำวิจัย

ปัจจุบันมีการนำสารสกัดจากยีสต์มาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร ทำให้มีงานวิจัยการผลิตสารสกัดจากยีสต์จำนวนมาก ซึ่งส่วนมากใช้ยีสต์จากโรงงานเบียร์มาหาภาวะเร่งการย่อยตัวเองของยีสต์ แต่ยีสต์ที่ได้จากโรงงานเบียร์นั้นจะมีสารปนเปื้อนอยู่จึงต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการกำจัด และถ้ากำจัดไม่สมบูรณ์จะมีรสชาติที่ไม่ต้องการปะปนอยู่ในผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นยีสต์ที่ได้จากโรงงานเบียร์นั้นจะมีผนังเซลล์ที่แข็งแรงเพื่อให้ทนต่อแอลกอฮอล์ จึงทำให้เกิดการย่อยสลายตัวเองยากยิ่งขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพยายามหาภาวะที่เร่งย่อยสลายตัวเองของยีสต์ขนมปัง โดยมีการใช้ปัจจัยภายนอกต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายตัวเองของยีสต์

1.8 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

เพื่อศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ขนมปัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย