สำนักวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 อาหารปลา

2.1.1 อาหารปลา

อาหารปลาหมายถึงอาหารที่นำมาเลี้ยงปลาเพื่อให้ปลาเจริญเติบโตแข็งแรง มีความต้านทานต่อโรคและสามารถสืบพันธุ์ได้ตามปรกติ โดยทั่วไปการเลี้ยงปลาไม่ว่าจะเป็นปลาชนิดใดแบ่งวิธีการเลี้ยงตามอาหารที่ใช้เลี้ยงเป็น 3 วิธีคือ วิธีแรกเลี้ยงปลาโดยไม่ให้อาหารอะไรเลย วิธีนี้ให้ปลาเลี้ยงตัวเองโดยหาอาหารธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อเลี้ยงซึ่งวิธีนี้มักจะให้ผลผลิตต่ำ วิธีที่สองเลี้ยงปลาโดยใส่ปุ๋ยคอกลงในบ่อเพื่อให้เกิดไรน้ำและอาหารธรรมชาติในบ่อจะได้เป็นอาหารของปลาอีกทอดหนึ่ง วิธีนี้ได้ผลผลิตปานกลาง ส่วนวิธีที่สามคือการเลี้ยงด้วยการให้อาหารแก่ปลาโดยตรงซึ่งวิธีนี้จะได้ผลผลิตสูง ดังนั้นอาหารจึงมีความสำคัญต่อการเลี้ยงปลาเป็นอย่างมาก ถ้าต้องการให้ปลามีการเจริญเติบโตดี แข็งแรงและไม่มีโรครบกวนจำเป็นต้องเลี้ยงปลาโดยการให้อาหารที่เหมาะสมแก่ปลาที่เลี้ยง (15)

2.1.2 สารอาหารที่ปลาต้องการ

อาหารที่ปลากินเข้าไปจะประกอบด้วยสารอาหารหลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อปลา สารอาหารเหล่านี้ได้แก่ (1)

2.1.2.1 โปรตีน เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานและเป็นตัวเสริมสร้างส่วนต่าง ๆ ให้แก่ร่างกาย การใช้โปรตีนในตัวปลาเพื่อวัตถุประสงค์ดังนี้

ก. สำหรับลูกปลา ต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนสึกหรอ สร้างฮอร์โมนและพวกน้ำย่อยต่าง ๆ

ข. สำหรับปลาโต ต้องการโปรตีนเช่นเดียวกับลูกปลาที่ต้องการเพิ่มขึ้นก็คือ นำไปสร้างในส่วนที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์

2.1.2.2 คาร์โบไฮเดรต เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานและโครงสร้างทางร่างกาย การใช้ประโยชน์จากคาร์โบไฮเดรตของปลามีดังนี้

ก. ปลาใช้สารอาหารนี้อย่างทันทีทันใดและแปรเปลี่ยนมาเป็นพลังงาน

ข. ปลาจะใช้สารอาหารนี้โดยเก็บไว้ในตัวปลาเพื่อเป็นพลังงานสำรอง โดยเก็บในรูปของไขมัน

2.1.2.3 ไขมัน เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานเช่นเดียวกับโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตและให้พลังงานมากที่สุดในกลุ่มของอาหารพลังงาน การใช้ประโยชน์จากไขมันของปลา มีดังนี้

ก. ใช้เป็นองค์ประกอบในเซลของร่างกาย

ข. ใช้เป็นพลังงานเพื่อกิจการต่าง ๆ

ค. ใช้ในการสร้างผลิตผลของการสืบพันธุ์

2.1.2.4 วิตะมิน เป็นกลุ่มสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน แต่เป็นตัวก่อให้เกิดขบวนการแปรรูปภายในร่างกาย เช่น ช่วยให้การย่อยคาร์โบไฮเดรตเป็นไปได้ดีขึ้น การใช้ประโยชน์จากวิตะมินของปลาโดยย่อมีดังนี้

ก. ทำให้ระบบประสาทและกล้ามเนื้อของปลาเป็นไปอย่างปรกติ

ข. ทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างปรกติ

ค. ทำให้ใช้อาหารพลังงานประเภทคาร์โบไฮเดรตมีประสิทธิภาพดีขึ้น

2.1.2.5 แร่ธาตุ สารอาหารกลุ่มนี้จะควบคุมกิจกรรมในร่างกาย การใช้ประโยชน์จากแร่ธาตุของปลาโดยย่อ มีดังนี้

ก. ทำให้ปลาสกัดเม็ดเลือดได้ดีขึ้น

ข. ทำให้รู้ถึงรสชาดของอาหารดีขึ้น

ค. ทำให้การดูดซึมสารอาหารไปใช้ประโยชน์ของเซลดีขึ้น

2.1.3 นิสัยและลักษณะการกินอาหารของปลา

นิสัยการกินอาหารของปลาต้องพิจารณาว่าปลาชนิดนั้น ๆ ต้องการอาหารอะไรเป็นหลัก ซึ่งผู้เลี้ยงปลาจะต้องทราบก่อนว่าปลาที่จะเลี้ยงนั้นจัดอยู่ในจำพวกที่

ชอบกินอาหารอะไร โดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ พวกที่ชอบกินพืช พวกที่ชอบกินเนื้อ และพวกที่กินได้ทั้งพืชและเนื้อ เมื่อทราบชนิดของปลาดีแล้วจึงพิจารณาถึงอาหารที่ใช้เลี้ยง ซึ่งจะต้องจัดสูตรอาหารให้ถูกต้องกับนิสัยของปลา

ในแง่ลักษณะการกินอาหารของปลาก็เป็นปัจจัยสำคัญที่จะต้องพิจารณาเช่นกัน ปลาชนิดหนึ่งอาจชอบอาหารเฉพาะที่ลอยอยู่ผิวน้ำเท่านั้น เช่นปลานวลจันทร์ทะเล ชอบกินตะไคร่น้ำที่ลอยอยู่ผิวน้ำ ปลาบางชนิดจะกินอาหารได้ทั้งจากผิวน้ำและในน้ำ เช่น ปลานิลเมื่ออาหารตกถึงผิวน้ำปลาก็จะจับกินได้ หรือเมื่ออาหารจมสู่ระดับน้ำที่ลึกลงไป ปลาก็จะจับกินได้เช่นกัน นอกจากนี้ยังมีปลาบางชนิดที่ชอบกินอาหารที่ตกลงถึงพื้นก้นบ่อแล้ว เช่นปลาไน เป็นต้น (15)

2.1.4 <u>ปริมาณความต้องการโปรตีนในปลาชนิดต่าง ๆ</u>

เมื่อทราบชนิดของปลาที่จะเลี้ยงจะทำให้ทราบว่าปลานั้นต้องการโปรตีนมากหรือน้อย เช่นปลากินพืช ย่อมต้องการโปรตีนไม่สูงมากซึ่งถ้าหากเลี้ยงด้วยอาหารเนื้อก็จะทำให้ต้นทุนสูงโดยไม่จำเป็น ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนเป็นสารอาหารที่มีราคาแพง ดังนั้นจึงควรพิจารณาส่วนผสมของอาหารที่จะนำมาใช้ทำอาหารปลาด้วย มีผู้แบ่งความต้องการโปรตีนของปลาแต่ละชนิดอย่างกว้าง ๆ ดังนี้คือ

ปลากินพืช ต้องการโปรตีนร้อยละ 18-25

ปลากินพืชและเนื้อ ต้องการโปรตีนร้อยละ 25-32

ปลากินเนื้อ ต้องการโปรตีนร้อยละ 35

นอกจากนี้โปรตีนที่เป็นส่วนผสมของอาหารปลาควรจะเป็นโปรตีนจากสัตว์ไม่น้อยกว่า 1 ใน 3 ของโปรตีนทั้งหมด (1)

2.1.5 <u>ประเภทของอาหารปลา</u>

อาหารที่ใช้เลี้ยงปลาโดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คืออาหารสดและอาหารสำเร็จ

2.1.5.1 <u>อาหารสด</u> มีหลายแบบเช่นการนำอาหารที่เหลือจากครัวเรือนมาต้มรวมกับผักหรือพันธุ์ไม้น้ำชนิดต่าง ๆ หรือการใช้ปลาเป็ดบดรวมกับข้าวต้มและรำ เป็นต้น

2.1.5.2 <u>อาหารสำเร็จรูป</u> เป็นอาหารที่เกิดจากการนำวัสดุ

อาหารที่มีลักษณะเป็นผงแห้งละเอียดมาผสมรวมกัน และเข้าเครื่องอัดเม็ด อาหารสำเร็จรูปแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ แบบแห้งและแบบเปียก

แบบแห้ง เป็นแบบอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาที่สะดวกมากวิธีหนึ่ง อาหารแบบนี้สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน และสะดวกต่อการขนส่งไปยังที่ไกลๆ แบ่งอาหารสำเร็จรูปแบบแห้งตามรูปร่างได้ดังนี้

ก. แบบผง ใช้สำหรับปลาที่กินอาหารบริเวณผิวน้ำ

ข. แบบเม็ดจม ทำได้โดยนำวัสดุอาหารที่เป็นผงแห้งละเอียดมาผสมให้เข้ากัน เติมน้ำแล้วผ่านเข้าเครื่องอัดเม็ดซึ่งจะได้อาหารที่มีลักษณะเป็นแท่งยาวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวที่ต้องการ เมื่อออกจากเครื่อง อาหารจะเปียกอยู่ จะต้องนำอาหารไปผ่านความร้อนเพื่อทำให้แห้งขึ้น อาหารแบบเม็ดแห้งนี้มีข้อดีคือสามารถเก็บรักษาได้นาน แต่มีข้อเสียคือ แม้จะนำมา rehydrate ลักษณะเนื้ออาหารก็ยังไม่เหมือนอาหารธรรมชาติ (1,14)

ค. แบบเม็ดลอย อาหารแบบนี้ใช้วัสดุอาหารเช่นเดียวกับแบบเม็ดจม แต่กรรมวิธีการผลิตค่อนข้างซับซ้อนกว่าคือต้องมีการอัดอากาศเข้าไปในอาหารก่อนการอัดเม็ด อาหารแบบนี้สามารถลอยอยู่ในน้ำได้นานหลายชั่วโมง (1)

แบบเปียก คล้ายกับอาหารเม็ดจมแบบแห้ง แต่ต่างกันตรงที่ผ่านเครื่องอัดเม็ดแล้วนำมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงปลาได้ทันที อาหารแบบนี้จะต้องเก็บในที่อุณหภูมิต่ำ แต่มีข้อดีกว่าอาหารแบบเม็ดแห้งคืออาหารแบบเปียกมีเนื้อนิ่มซึ่งเป็นลักษณะที่ใกล้เคียงกับอาหารธรรมชาติของปลา ทำให้ปลากินอาหารได้ดี (12,14)

2.2 การใช้ยีสต์เป็นอาหารสัตว์

2.2.1 คุณค่าทางอาหารของยีสต์

ในบรรดาสิ่งมีชีวิตเซลเดียวซึ่งได้แก่ ยีสต์ รา และบัคเตรี ยีสต์ได้ถูกนำมาใช้เป็นอาหารของคนและสัตว์มากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากยีสต์เป็นแหล่งของโปรตีนที่เตรียมง่ายกว่า มีคุณภาพดีและยังเป็นแหล่งของวิตะมินบีรวมด้วย (10,16,17,18) ยีสต์ที่นิยมใช้เป็นอาหารก็มี Candida utilis (หรือ Torula yeast) Saccharomyces cereviseae Saccharomyces fragilis และ Saccharomyces carlsbergenesis (หรือ Saccharomyces uvarum หรือ brewer's yeast) (19)

ยีสต์มีโปรตีนประมาณร้อยละ 40-60 (ต่อน้ำหนักแห้ง) ซึ่งปริมาณโปรตีนนี้ถ้าหาโดยวิธีการของ Kjeldahl ซึ่งเรียกว่า Kjeldahl protein หรือ crude protein จะใช้แฟคเตอร์ 6.25 คูณกับปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้ อย่างไรก็ตามปริมาณ crude protein นี้ก็ยังไม่ใช่ตัวแทนที่ถูกต้องของปริมาณโปรตีนจริง ๆ ที่มีอยู่ในยีสต์ทั้งนี้เพราะไนโตรเจนบางส่วนเป็นองค์ประกอบของสารที่ไม่มีคุณค่าทางอาหารซึ่งได้แก่ พิวรีน (purine) ไพริมิดีน (pyrimidine) (สารทั้งสองนี้เป็นส่วนประกอบของกรดนิวคลีอิค) เฮโซซามีน (hexosamine) และอื่น ๆ (18) การหาปริมาณโปรตีนที่แท้จริง (true protein) ในยีสต์กระทำได้โดยวิธี conventional method เช่น Biuret หรือ Folin-Ciocalteau method หรือการหาปริมาณกรดอะมิโนหลังจากที่ได้ทำให้ผนังเซลแตกออกแล้ว (20) ยีสต์ที่ใช้เป็นอาหารในทางการค้า (commercial food yeast) มีปริมาณ crude protein (ไนโตรเจน x 6.25) ประมาณร้อยละ 50 (ต่อน้ำหนักแห้ง) ซึ่งเมื่อหาเป็นปริมาณโปรตีนที่แท้จริงจะมีอยู่ประมาณร้อยละ 40 (ต่อน้ำหนักแห้ง) (10)

คุณค่าทางอาหารของโปรตีนยีสต์มิได้ขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนแต่เพียงอย่างเดียวยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่เป็นกรดอะมิโนด้วยซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันไปในยีสต์แต่ละพันธุ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ คือ พันธุ์ (strain) ของยีสต์ อาหาร (substrate) องค์ประกอบของอาหาร (medium composition) และสภาวะของการเจริญเติบโต (growth condition) (21) ยีสต์ที่มีการเจริญเติบโตแบบไม่มีอากาศ (anaerobic) มักมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายต่ำกว่ายีสต์ที่มีการเจริญเติบโตแบบมีอากาศ (aerobic) (22)

กรดอะมิโนในโปรตีนยีสต์มีลักษณะเด่นคือมีไลซีน (lysine) อยู่มาก แต่มีเมไธโอนีน (methionine) ค่อนข้างน้อยดังตารางที่ 2-1 (10,19) ซึ่งลักษณะอันหลังนี้คล้ายคลึงกับกรดอะมิโนในโปรตีนของถั่วเหลืองด้วย (20,23) ได้มีการทดลองเพื่อหาวิธีที่จะทำให้ยีสต์มีกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์ (sulfur) เป็นองค์ประกอบซึ่งก็คือเมไธโอนีนมากขึ้นทั้งโดยวิธีคัดเลือกพันธุ์ หรือปรับปรุงสภาวะของการเจริญเติบโตโดยการเติมซิสทีน (cystine) ธรีโอนีน (threonine) หรือคอลีน (choline) ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ก็ยังไม่ประสบผลสำเร็จ (10,24)

นอกจากจะเป็นแหล่งของโปรตีนแล้ว ยีสต์ยังเป็นแหล่งของวิตะมินโดยเฉพาะวิตะมินบี ดังในตารางที่ 2-2 (10) ที่สำคัญก็คือไธอะมีน (thiamine) ไรโบฟลาวิน

ตารางที่ 2-1 องค์ประกอบของกรดอะมิโนในโปรตีนยีสต์บางชนิด (ปริมาณมีหน่วยเป็นกรัมต่อโปรตีน 100 กรัม) (10,19)

ชนิดของกรดอะมิโน	C.utilis	C.lypolytica	S.uvarum
Arginine	7.4	5.0	4.7
Histidine	2.1	2.1	1.5
Isoleucine	6.0	5.3	5.7
Leucine	8.9	7.8	6.3
Lysine	9.8	7.8	7.3
Methionine	1.5	1.6	1.2
Phenylalanine	4.4	4.8	4.4
Threonine	6.4	5.4	4.8
Tryptophane	1.2	1.3	1.1
Valine	7.4	5.8	5.2
Cystine	1.8	0.9	0.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2-2 ปริมาณวิตะมินในยีสต์แห้ง (ปริมาณเป็นไมโครกรัมต่อกรัม) (10)

ชนิดของวิตะมิน	S.cereviseae (brewer's yeast)	S.uvarum (brewer's yeast)	C.utilis
Thiamine	50-360	150*	130*
Riboflavin	36-42	45	45
Niacin	320-1000	400	400
Pyridoxine	25-100	40	30
folic acid	15-80	5	21
Pantothenate	100	100	40
Biotin	0.5-1.8	1	0.8
P-amino-benzoic acid	9-102	5	11
Choline	-	3800	2860
Inositol	2700-5000	3900	4500

หมายเหตุ * อาจจะเสริมด้วยไธอะมีน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(riboflavin) และไนอะซิน(niacin) ซึ่งมีอยู่มาก นอกจากนี้ก็ยังมีกรดแพนโทธีอิค (pantothenic acid) ไพริดอกซีน (pyridoxine) ไบโอทิน (biotin) กรดพาราอะมิโนเบนโซอิค (p-amino benzoic acid) และอื่น ๆ (10,20)

วิตะมินในยีสต์บางชนิดอยู่ในรูปที่ผูกพันอยู่กับเอ็นไซม์หรือโคเอ็นไซม์ เช่น กรดนิโคทินิค (nicotinic acid)อยู่ในรูปของนิโคทินามีด (nicotinamide) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโคเอ็นไซม์ NAD และ NADP บางชนิดสามารถสังเคราะห์ได้ภายในเซลของยีสต์เอง แต่บางชนิดจะถูกดูดซึมจากอาหารที่ยีสต์อาศัยอยู่ เช่นบริเวอร์ยีสต์ (brewer's yeast) จะดูดซึมไธอะมีนและวิตะมินบีอื่น ๆ จากน้ำส่า (wort)ในระหว่างขบวนการหมัก (fermentation) เป็นต้น นอกจากนี้ปริมาณการสังเคราะห์และการดูดซึมวิตะมินจะแตกต่างกันในยีสต์แต่ละพันธุ์ (10)

ยีสต์ที่ใช้เป็นอาหารของคนเรียกว่า food yeast แต่สำหรับสัตว์เรียกว่า fodder yeast ซึ่งมีข้อแตกต่างกันบ้างในเรื่องการผลิต กล่าวคือการผลิตยีสต์เพื่อเป็นอาหารของคนจะต้องผ่านขั้นตอน refining เพื่อให้ได้ยีสต์ที่มีความบริสุทธิ์มากขึ้นเพื่อให้เหมาะสมต่อการเป็นอาหารของคน ดังนั้นการเตรียมบริเวอร์ยีสต์เพื่อเป็นอาหารของคนจะต้องผ่านขั้นตอนกำจัดความขม (debittering process) ที่ยีสต์ดูดซึมจากน้ำส่าในขณะที่ขั้นตอนนี้ไม่ต้องทำเมื่อเตรียมเป็นอาหารสัตว์ (10,25)

2.2.2 <u>ปัญหาของการใช้ยีสต์เพื่อเป็นอาหาร</u>

การใช้ยีสต์เพื่อเป็นอาหารมีข้อจำกัดอยู่ที่ผนังเซลของยีสต์ไม่สามารถย่อยสลายได้ด้วยเอ็นไซม์ในระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์ชั้นสูงได้ (18) แต่สัตว์บางชนิดซึ่งได้แก่ ไก่ หมู วัวควาย และปลาบางชนิด เช่นปลาตะเพียน ปลาเทร้า (trout) ปลาไหล (eel) ปลายู่ (ayu) ได้มีการศึกษาแล้วว่าสัตว์เหล่านี้มีเอ็นไซม์ที่สามารถย่อยสลายผนังเซลของยีสต์ได้ (26) ผนังเซลของยีสต์เป็นส่วนประกอบที่มีปริมาณถึงหนึ่งในสามของน้ำหนักทั้งหมดของยีสต์และเป็นสารจำพวกโพลีเมอร์ (polymer) ของน้ำตาลที่ cross-link ด้วยไฮโดรเจนบอนด์ (hydrogen bond) น้ำตาลดังกล่าวได้แก่ กลูโคส (glucose) แมนโนส (mannose) กลูโคซามีน (glucosamine) และไคติน (chitin หรือ N-acetyl glucosamine) (17,18) ดังนั้นการใช้ยีสต์เพื่อเป็นอาหารในลักษณะที่ยีสต์ยังมีชีวิตอยู่ร่างกายของผู้บริโภคก็จะได้รับสารอาหารจากการบริโภคยีสต์ ขณะเดียวกันยีสต์ยังจะดูดซึม

วิตะมินและกรดอะมิโนจากร่างกายผู้บริโภคได้ด้วย (18) ซึ่งพบว่าวิตะมินบีในลำไส้ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีปริมาณลดลง (16) ดังนั้นการที่จะให้ได้รับคุณค่าทางอาหารจากการบริโภคยีสต์จะต้องทำให้ยีสต์ตายและผนังเซลออกก่อน (18,27) ซึ่งมีหลายวิธี ได้แก่ การใช้ความร้อนสูงในระหว่างการอบแห้ง ขบวนการ autolysis plasmolysis และ hydrolysis ทั้งสามขบวนการนี้เป็นการเตรียม yeast extract (28) ที่เสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะใช้สามวิธีหลังนี้เพื่อเตรียมยีสต์เป็นอาหารสัตว์ (28)

ปัญหาอีกประการหนึ่งของการใช้ยีสต์เป็นอาหารนั่นก็คือการที่ยีสต์มีกรดนิวคลีอิค (nucleic acid) ในปริมาณค่อนข้างสูงประมาณ 8-25 กรัมต่อโปรตีน 100 กรัม (29,30) ในขณะที่อาหารเนื้อสัตว์มีน้อยกว่า เช่นตับสัตว์มี 4 กรัมต่อโปรตีน 100 กรัม หรือปลาซาร์ดีนมีอยู่ 2.2 กรัมต่อโปรตีน 100 กรัม เป็นต้น (30,31) กรดนิวคลีอิคในยีสต์ส่วนใหญ่เป็นกรดไรโบนิวคลีอิค (ribonucleic acidหรือ RNA) การบริโภคอาหารที่มีกรดนิวคลีอิคสูง (มากกว่า 2 กรัมต่อวัน) จะก่อให้เกิดโรคไขข้ออักเสบในคนได้ทั้งนี้เนื่องจากกรดนิวคลีอิคจะถูกเมตาบอไลซ์ (metabolize)เป็นกรดยูริค (uric acid) แต่ในร่างกายของคนไม่มีเอ็นไซม์ยูริเคส (uricase enzyme) ที่จะย่อยสลายกรดยูริคให้กลายเป็นอแลนโทอิน (allantoin)ได้ ดังนั้นเกลือยูเรตจึงตกตะกอนตามข้อต่อและเนื้อเยื่อภายในร่ายกาย (10,31,32) แต่สัตว์บางชนิดซึ่งได้แก่ หมู วัว และไก่ มีรายงานที่ยืนยันแล้วว่าแม้จะเลี้ยงด้วยยีสต์ซึ่งมีกรดนิวคลีอิคสูงก็ไม่มีการสะสมของเกลือยูเรตตามส่วนที่เป็นเนื้อหรือไข่ซึ่งคนจะนำไปบริโภค ทั้งนี้เพราะสัตว์เหล่านี้มีเอ็นไซม์ยูริเคสที่สามารถย่อยกรดยูริคได้(28)

2.2.3 <u>ยีสต์ที่ได้จากการผลิตเบียร์ (Spent brewer's yeast)</u>

ในขบวนการผลิตเบียร์แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นแรกเป็นการเตรียมน้ำส่าสำหรับการหมัก ขั้นที่สองเป็นการหมักให้ได้แอลกอฮอล์ด้วยยีสต์ การหมักยังแบ่งได้เป็น 2 ช่วง ช่วงแรกเป็นการหมักแบบให้อากาศ (aerobic fermentation) เพื่อเพิ่มจำนวนยีสต์เซล ช่วงหลังเป็นการหมักแบบไม่มีอากาศ (anaerobic fermentation) เพื่อเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ (10,11) หลังจากการหมักในช่วงหลังซึ่งใช้เวลา 6-8 สัปดาห์ก็จะกรองเอายีสต์ออกและทิ้งไปพร้อมกับน้ำเสียของโรงงาน (29) ยีสต์ที่ใช้ในการผลิตเบียร์มี 2 พันธุ์ คือ <u>Saccharomyces cereviseae</u> และ <u>Saccharomyces</u>

carlsbergenesis ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ใช้ทดลอง ยีสต์ทั้งสองพันธุ์นี้มีบางอย่างแตกต่างกันเช่น S.cereviseae จัดเป็น top yeast กล่าวคือในระหว่างการหมักน้ำส่าจะลอยอยู่บริเวณผิวของน้ำส่า ส่วน S.carlsbergenesis จัดเป็น bottom yeast ระหว่างการหมักจะรวมกลุ่มตกลงมายังก้นถังหมัก (11) นอกจากนี้ในระหว่างการหมัก S.cereviseae สามารถดูดซึมสารฮิวโมโลน (humolones) ที่มีรสขมได้มากในขณะที่ S.carlsbergenesis สามารถดูดซึมสารดังกล่าวได้น้อยมาก (11)

ยีสต์ที่ได้จากการผลิตเบียร์และนำมาใช้เป็นอาหารเรียกว่า secondary yeast เมื่อเปรียบเทียบกับยีสต์ชนิดที่เป็น primary yeast (ยีสต์ที่ถูกเลี้ยงเพื่อใช้ในวัตถุประสงค์หนึ่ง ๆ) มีข้อแตกต่างกันบ้างเล็กน้อยในแง่คุณค่าทางอาหารดังตารางที่ 2-3 (6) ซึ่งจะเห็นว่ายีสต์ที่ได้จากการผลิตเบียร์แล้วมีโปรตีนประมาณร้อยละ 36-42 ซึ่งต่ำกว่าใน primary yeastเล็กน้อย ลักษณะเช่นนี้สืบเนื่องมาจากยีสต์สะสมแป้งในรูปไกลโคเจน (glycogen) เป็นส่วนใหญ่ในระหว่างการหมักซึ่งมีการหายใจแบบไม่มีอากาศ และนอกจากนี้จะเห็นได้ว่าปริมาณกรดนิวคลีอิคในยีสต์ที่ได้จากการผลิตเบียร์ยังต่ำกว่าใน primary yeast ด้วย ทั้งนี้เพราะยีสต์ที่ได้จากการผลิตเบียร์มีอัตราการเจริญเติบโตช้าในระหว่างการหมักแบบไม่มีอากาศ กรดนิวคลีอิคจึงถูกสร้างได้น้อย (6)

นอกจากนี้ยังพบว่ายีสต์ที่ได้จากการผลิตเบียร์มีวิตะมินบีรวมยกเว้นบี 12 ค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากยีสต์ได้ดูดซึมวิตะมินเหล่านี้ที่ละลายอยู่ในน้ำส่าในระหว่างการหมัก (33)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างยีสต์ที่ได้จากการผลิตเบียร์กับปลาป่นในด้านคุณภาพของโปรตีนซึ่งก็คือกรดอะมิโน ดังแสดงในตารางที่ 2-4 (4,5) จะเห็นได้ว่ากรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของปลามีอยู่ครบทั้ง 10 ชนิด ในขณะเดียวกันยีสต์มีไลซีนสูงกว่าและเมไธโอนีนต่ำกว่าในปลาป่น

2.2.4 การใช้ยีสต์เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์

Shacklady ทดลองใช้ยีสต์ (Candida lypolytica) แทนปลาป่นและกากถั่วเหลืองในอาหารสำหรับเลี้ยงไก่ พบว่าใช้แทนได้ถึงร้อยละ 20 โดยที่ผลของการเจริญเติบโต การออกไข่ และการตายของไก่ไม่แตกต่างกัน (23,34) เช่นเดียวกับการนำยีสต์ที่ได้จากการผลิตเบียร์ (Saccharomyces carlsbergenesis) มาใช้แทน

ตารางที่ 2-3 คุณค่าทางอาหารของ Commercially-produced primary และ secondary yeast (6)

องค์ประกอบหลัก (ร้อยละต่อน.เปียก)	Primary inactive dry feed yeast (Torula yeast)	Active dried baker's yeast	Inactive dried brewer's yeast
ความชื้น	2.6-5.3	7.3-8.1	5.1-5.4
โปรตีน(N x 6.25)	51.9-55.8	38.4-42.8	36.7-41.7
DNA	0.7-1.2	0.51-0.53	0.20-0.31
RNA	7.4-8.5	4.3-4.7	3.6-4.1
เถ้า	5.7-7.7	4.5-4.6	7.3-8.1
ฟอสฟอรัส	1.2-1.9	0.8-1.2	1.6-2.0
คาร์โบไฮเดรต	22.3-24.4	35.4-44.0	38.0-49.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2-4 เปรียบเทียบกรดอะมิโนของยีสต์ที่ได้จากการผลิตเบียร์กับปลาป่น (ปริมาณเป็นกรัมต่อโปรตีน 100 กรัม) (4,5)

ชนิดของกรดอะมิโน*	ยีสต์ที่ได้จากการผลิตเบียร์ (5)	ปลาป่น (4)
Lysine	9.02	7.85
Methionine	0.81	2.84
Threonine	3.20	4.55
Valine	4.27	5.65
Isoleucine	2.84	4.85
Leucine	5.34	7.35
Phenylalanine	2.92	4.35
Arginine	4.02	5.82
Histidine	7.12	2.22
Tryptophane	-**	1.33
Alanine	5.14	6.34
Aspartic acid	9.18	9.35
½Cystine	0.51	0.35
Glutamic acid	6.20	13.30
Glycine	3.14	5.90
Proline	1.61	4.35
Serine	3.02	4.55
Tyrosine	1.70	3.45

หมายเหตุ * กรดอะมิโน 10 ชนิดแรกจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของปลา (36)

** ถูกทำลายในระหว่างปฏิกริยา hydrolysis

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปลาป่นและกากถั่วเหลืองในอาหารสำหรับเลี้ยงไก่พันธุ์อาร์เบอร์เอเคอร์ ซึ่งพบว่าสามารถใช้ยีสต์ดังกล่าวแทนปลาป่นได้ร้อยละ 25 และแทนกากถั่วเหลืองได้ร้อยละ 24 โดยไม่ก่อให้เกิดอาการผิดปรกติในไก่แต่อย่างใด (5) นอกจากนั้นยังมีการนำโปรตีนจากยีสต์ (Candida lypolytica) มาใช้ผสมในอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลาเทร้า (Salmo gairdneri) พบว่าสามารถใช้แทนได้ถึงร้อยละ 25-35 โดยการเจริญเติบโตของปลาดีที่สุดที่ระดับร้อยละ 35 และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อปลามีค่าต่ำสุดที่ระดับร้อยละ 25 (8) ซึ่งเป็นอัตราเดียวกับที่ Spinelli และคณะ ได้ใช้ยีสต์ซึ่งมีชื่อในทางการค้าว่า "Viton" แทนปลาป่นในอาหารโอเรกอนแบบอัดเม็ดเปียก (Oregon moist pellet) สำหรับเลี้ยงปลาแซลมอน (Oncorhynchus kisutch) โดยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อปลา และเมื่อเติมเมไธโอนีนลงไปด้วยยิ่งทำให้การเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อปลาดีขึ้น (35) ผลดังกล่าวนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Mahken และคณะในการเติมเมไธโอนีนลงในอาหารโอเรกอนที่ใช้ยีสต์ (Candida sp.) แทนปลาป่นสำหรับเลี้ยงปลาแซลมอน (Oncorhynchus kisutch) และปลาเทร้า (Salmo gairdneri) โดยสามารถใช้ยีสต์แทนปลาป่นได้ร้อยละ 25 ในการเลี้ยงปลาแซลมอนและร้อยละ 40 ในการเลี้ยงปลาเทร้า (7)

2.3 ปลากะพงขาว

2.3.1 ชีวประวัติโดยสังเขป

ปลากะพงขาวมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Lates calcarifer (Bloch) ชื่อสามัญเรียกว่า Sea-bass Sea perch หรือ Giant perch จัดเป็นปลาน้ำกร่อยขนาดใหญ่ที่สุดในบรรดาปลากะพงทุกชนิด ในประเทศไทยมีชื่อเรียก ปลากะพง ปลากะพงขาว และปลากะพงน้ำจืดตามสภาพแหล่งที่อยู่อาศัย โดยทั่วไปปลากะพงขาวที่อาศัยในแหล่งน้ำจืดจะมีรูปทรงสั้นและหนากว่าที่อยู่ในน้ำเค็มซึ่งมีรูปทรงยาวเรียว ดังนั้นปลากะพงในน้ำจืดจะมีน้ำหนักมากกว่าปลากะพงในน้ำเค็มเมื่อมีความยาวเท่า ๆ กัน (37)

2.3.2 ลักษณะและนิสัยการกินอาหาร

อาหารของปลากะพงขาวตามธรรมชาติเป็นเหยื่อที่มีชีวิตทั้งสิ้นจึงจัดเป็นปลาประเภทกินเนื้อหรือกินสัตว์อื่นเป็นอาหาร มักรวมฝูงล่าเหยื่อและมีนิสัยกินกันเองหรือกินตัวที่เล็กกว่าหรืออ่อนแอกว่าเมื่อยังเป็นปลาขนาดเล็กหรือหิวจัด แต่นิสัยดังกล่าวจะค่อย ๆ

011293

เลิกไปเองเมื่อเติบโตขึ้นจนสามารถนำมาเลี้ยงรวมฝูงจนเชื่องได้ รวมทั้งสามารถฝึกหัดให้กินอาหารสำเร็จรูปหรืออาหารผสมสด (เนื้อปลาหรือสัตว์น้ำบางชนิดผสมกับอาหารประเภทอื่น ๆ) โดยหัดให้กินอาหารนั้นตั้งแต่ยังมีขนาดเล็ก ๆ ชอบกินอาหารนิ่มพอสมควร(37)

2.3.3 <u>การเลี้ยง</u>

ปลากะพงขาวเป็นที่นิยมเลี้ยงเนื่องจากเลี้ยงง่าย กล่าวคือสามารถเลี้ยงได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำเค็ม นอกจากนี้ยังโตเร็ว มีความอดทนต่อสภาพน้ำขุ่น รวมทั้งน้ำเสียได้ดีพอสมควรและสามารถเลี้ยงรวมกันได้เป็นจำนวนมากโดยมีอัตราการเหลือรอดสูง (37)

การเลี้ยงปลากะพงขาวมีหลายแบบด้วยกัน มีทั้งการเลี้ยงในบ่อดิน น้ำกร่อย บ่อดินน้ำจืด บ่อซีเมนต์ และการเลี้ยงในกระชัง แต่ในขณะนี้การเลี้ยงยังคงมุ่งไปในด้านการให้อาหารตามรูปแบบการเลี้ยงดังนี้

ก. <u>อาหารธรรมชาติ</u> เหมาะกับวิธีการเลี้ยงในนาปลาน้ำกร่อยในแหล่งน้ำดัดแปลงเช่นนาเกลือ นากุ้ง หรือการเลี้ยงในบ่อ ซึ่งต้องมีการถ่ายเทน้ำเข้ามาในแหล่งเลี้ยงเสมอ ๆ จะได้มีอาหารของปลาพวกลูกกุ้ง ปลาน้ำกร่อยขนาดเล็กเข้ามา ซึ่งปลากะพงขาวจะได้อาศัยเป็นอาหาร และอาจมีการใส่ปุ๋ยลงในนาเพื่อเร่งให้สัตว์เล็กเล็กเกิดอุดมสมบูรณ์ขึ้นตามธรรมชาติซึ่งปลากะพงขาวใช้เป็นอาหารได้ วิธีการให้อาหารแบบนี้เหมาะกับการเลี้ยงปลากะพงขาวขนาดเล็กในระยะการเลี้ยงไม่นานนัก

ข. <u>การเลี้ยงรวมกับปลาชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติแพร่พันธุ์ได้เร็ว</u> เช่น ปลาหมอเทศสามารถแพร่พันธุ์ได้ดีในแหล่งน้ำกร่อย ลูกปลาขนาดเล็กจะเป็นอาหารของปลากะพงขาวที่เลี้ยงรวมได้เป็นอย่างดี วิธีนี้เหมาะกับการเลี้ยงในบ่อน้ำกร่อยหรือบ่อน้ำจืด

ค. <u>อาหารสมทบ</u> เป็นการให้อาหารแก่ปลากะพงขาวที่เลี้ยงอย่างสม่ำเสมอ ชนิดของอาหารได้แก่ เศษปลา ปลาเป็ด และอาหารสำเร็จรูป วิธีการให้อาหารแบบนี้เหมาะกับการเลี้ยงทุกแบบเพราะปลากินอาหารได้สม่ำเสมอทั่วถึงและในปริมาณที่ร่างกายต้องการ (37)

2.4 การถนอมอาหารปลาแบบเม็ดเปียกด้วยสารกันเสีย

2.4.1 ปัญหาของการเก็บอาหารแบบเม็ดเปียก

อาหารปลาแบบเม็ดเปียกมีความชื้นประมาณร้อยละ 30 จัดเป็นอาหารประเภท semi-moist หรือ intermediate moisture food ซึ่งอาหารประเภทนี้มีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 15-30 หรือมีค่า water activity (a_w) อยู่ระหว่าง 0.65-0.85 (38) การทำอาหารปลาแบบเม็ดเปียกมีปัญหาสำคัญอยู่ที่เกิดการเน่าเสียอันเนื่องมาจากเชื้อจุลินทรีย์ได้เร็วในระหว่างการเก็บ(storage) เนื่องด้วยอาหารประเภทนี้มีความชื้นพอเหมาะและมีความเป็นกรดต่ำ(low acid) ซึ่งสภาวะเช่นนี้จุลินทรีย์หลายประเภทเจริญเติบโตได้ดีดังในตารางที่ 2-5 (13) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อราซึ่งเป็นตัวการสำคัญในการกำหนดอายุการเก็บ (shelf-life) (39) ปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์นอกจากจะขึ้นกับความชื้นและความเป็นกรด-ด่างแล้วยังขึ้นอยู่กับศักยภาพในการถ่ายเทประจุ (redox potential) อุณหภูมิ สารกันเสียที่มีในอาหาร และการแก่งแย่งกันเองระหว่างจุลินทรีย์ในอาหารนั้นด้วย (13,40) นอกจากนี้ในระหว่างการเก็บอาหารประเภท intermediate moisture food ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงจากปฏิกริยาทางเคมีด้วย ซึ่งได้แก่ปฏิกริยาลิปิดออกซิเดชัน (lipid oxidation) ทำให้อาหารมีกลิ่นหืน และปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลชนิดที่ไม่มีเอ็นไซม์เกี่ยวข้อง (non-enzymic browning) ซึ่งเป็นปฏิกริยาระหว่างคาร์โบไฮเดรตและกรดอะมิโน ปฏิกริยาทั้งสองนี้ทำให้คุณค่าทางอาหารลดลง กลิ่นและรสชาด(flavor) รวมทั้งลักษณะภายนอก(appearance) ของอาหารเปลี่ยนแปลงไป (41) แต่สิ่งเหล่านี้ยังไม่เป็นปัญหาที่รุนแรงเท่ากับการเน่าเสียจากการกระทำของจุลินทรีย์ (13)

การชะลอการเน่าเสียของอาหารประเภทนี้โดยทั่วไปใช้วิธีการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ (14) อีกวิธีหนึ่งที่กระทำได้คือการใช้สารกันเสียประเภทยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (antimicrobial agent) วิธีใช้อาจจะเติมลงในส่วนผสมต่าง ๆ ก่อนที่จะนำไปผ่านขบวนการผลิต หรือพ่นให้สารกันเสียคลุมผิวของอาหารนั้น (14) นอกจากนี้สารกันเสียที่ดีควรจะไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค ใช้ในปริมาณน้อยโดยที่มีประสิทธิภาพดี และเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป (42)

ตารางที่ 2-5 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในอาหารประเภท Intermediate moisture food (13)

บัคเตรี	ยีสต์	รา
Pediococcus	Hansenula	Cladosporium
Streptococcus	Candida	Paecilomyces
Micrococcus	Hanseniaspora	Penicillium
Lactobacillus	Torulopsis	Aspergillus
Vibrio	Debaryomyces	Emicella
Staphylococcus	Saccharomyces	Eremascus
Halophilic bacteria		Wallemia
		Eurotium
		Chrysosporium
		Monascus

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4.2 สารกันเสียประเภทยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

สารกันเสียประเภทยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่นิยมใช้มีอยู่ 4 ชนิดคือ เบนโซเอต (benzoates) โพรไพโอเนต (propionates) ซอร์เบต (sorbates) และพาราเบน (paraben) พาราเบนใช้ในอาหารน้อยกว่าสามชนิดแรก ทั้งนี้เนื่องจากมีความสามารถในการละลายน้ำได้น้อยมาก (เพียงร้อยละ 0.25) แต่ก็มีข้อดีคือสามารถใช้ในอาหารที่มีความเป็นกลาง (pH=7) ได้ (42,43) ประสิทธิภาพของสารกันเสียเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-ด่างของอาหาร เมื่ออาหารมีความเป็นกรดสูงประสิทธิภาพก็จะสูงตามไปด้วย ทั้งนี้เพราะปฏิกริยาการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ขึ้นกับปริมาณของกรดที่ไม่แตกตัว (ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อน้ำเกลือของสารกันเสียมาละลายน้ำ) กรดที่ไม่แตกตัวนี้จะซึมผ่านผนังเซลของจุลินทรีย์ไปยับยั้งขบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ทำให้จุลินทรีย์หยุดการเจริญเติบโต (42) นอกจากนี้ประสิทธิภาพของสารกันเสียยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วย กล่าวคือการเก็บอาหารที่อุณหภูมิต่ำ ๆ จะใช้สารกันเสียน้อยกว่าการเก็บอาหารที่อุณหภูมิห้อง (14) สำหรับคุณสมบัติต่าง ๆ ของซอร์เบต โพรไพโอเนต และเบนโซเอต มีดังนี้

ซอร์เบต

- สูตร (empirical formula) คือ

  CH_2-CH=CH-CH=CH-COOK (โปตัสเซียมซอร์เบต)

- เป็น monocarboxylic fatty acid ซึ่งจะถูกเมตาบอไลซ์ในร่างกายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ดังนั้นจึงไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย
- ความเป็นกรด-ด่างของอาหารที่เหมาะสมที่สารนี้ยังมีประสิทธิภาพอยู่จะต้องไม่เกิน 6.5
- ส่วนใหญ่ใช้เพื่อจุดประสงค์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์และรา (fungistatic agent) แต่ก็สามารถยับยั้งบัคเตรีบางชนิดซึ่งได้แก่ Clostridium botulinum Staphylococcus aureus และ Salmonella
- ปริมาณการใช้ซอร์เบต ถ้าพอเหมาะกับปริมาณเชื้อราก็จะประพฤติ

ตัวเป็น fungistatic agent แต่ถ้าน้อยกว่าปริมาณเชื้อราซอร์เบตจะถูกเมตาบอไลซ์และจะไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งเชื้อราอีกต่อไป

- ตามข้อบังคับของ FDA ไม่มีขีดจำกัดสูงสุดของการใช้
- เป็นสารที่นิยมใช้กันมาก ใช้ในอาหารหลายประเภทเช่น ขนมปัง เนย มาการีน อาหารสัตว์ น้ำผลไม้ เป็นต้น (13,14,42,43,44)

<u>โพรไพโอเนต</u>

- สูตร(empirical formula) คือ

(โซเดียมโพรไพโอเนต)

- เป็น monocarboxylic fatty acid
- ความเป็นกรด-ด่างของอาหารที่เหมาะสมที่สารนี้ยังมีประสิทธิภาพคืออยู่จะต่ำกว่าของซอร์เบตเล็กน้อย
- ตามข้อบังคับของFDA ไม่มีขีดจำกัดสูงสุดของการใช้ยกเว้นผลิตภัณฑ์บางประเภท เช่นขนมปังใช้ได้ไม่เกินร้อยละ 0.32
- ส่วนมากใช้ในอาหารจำพวกผลิตภัณฑ์เบเกอรี เนย และอาหารสัตว์ (14,42,43,44)

<u>เบนโซเอต</u>

- สูตร(empirical formula) คือ

(โซเดียมเบนโซเอต)

- ความเป็นกรด-ด่างของอาหารที่เหมาะสมที่สารนี้ยังมีประสิทธิภาพคืออยู่ในช่วง 2.5-4.0 ซึ่งต่ำกว่าของซอร์เบตและโพรไพโอเนต
- ตามข้อบังคับของFDA ใช้ได้ไม่เกินร้อยละ 0.1
- มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตทั้งยีสต์ รา และบัคเตรี แต่มักไม่ใช้เพื่อจุดประสงค์ในการยับยั้งบัคเตรีทั้งนี้เพราะอาหารที่มีปัญหาจากบัคเตรีส่วนใหญ่จะมีความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 4.5 ซึ่งที่ความเป็นกรด-ด่างนี้การทำงานของเบนโซเอตไม่ได้ผลเท่าใดนัก
- นิยมใช้ในอาหารที่มีความเป็นกรดสูง เช่น น้ำ ผลไม้ ของหมักดอง เป็นต้น

เท่าใดนัก

- นิยมใช้ในอาหารที่มีความเป็นกรดสูง เช่น น้ำผลไม้ ของหมักดอง เป็นต้น (14,42,43,44)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย