ปีที่ 52 ฉบับที่ 2 เมษายน – มิถุนายน 2565
Vol. 52 No. 2 April - June 2022

# Food Journal อาหาร

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ISSN 0125-1147

## วิชาการ

- ผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืช...แนวโน้มในการบริโภคยุคปัจจุบัน
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปเพื่อสุขภาพ
- ยีสต์โพรไบโอติก
- บทบาทของโปรตีนต่อการควบคุมการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัว

## เมนูคู่สุขภาพ

- ผักที่มีกรดอะมิโนสูง : ต้นอ่อนทานตะวัน

goo.gl/b6dGWD

www.ifrpd.ku.ac.th

FOOD JOURNAL

วารสารอาหาร

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Journal of the Institute of Food Research and Product Development

Kasetsart University

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อเผยแพร่วิทยาการและเสนอข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีทางอาหาร วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและโภชนาการ
2. ส่งเสริมการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรให้เป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมากขึ้น
3. เป็นสื่อกลางด้านธุรกิจอุตสาหกรรมระหว่างผู้ผลิต ผู้ประกอบการ ผู้บริโภคและหน่วยงานของรัฐ

## Objectives

1. To distribute the publication in all areas of food science and technology, post harvest technology and nutrition.
2. To promote industrially innovative food processing of agricultural products.
3. To mediate food science information between food producers, entrepreneur consumers and government sectors.

## สำนักงาน

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตู้ปณ. 1043 ปทฝ.เกษตรศาสตร์
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903 โทร. 02 942 8629 ต่อ 1303
โทรสาร. 02 561 1970

## Office

Institute of Food Research and Product Development,
Kasetsart University. P.O. Box 1043, Kasetsart, Chatuchak,
Bangkok 10903, Thailand
Tel. 662 942 8629 ext. 1303 Fax. 662 561 1970

## ที่ปรึกษา

ดร.พิศมัย ศรีชาเยช
อภิญญา จุฑางกูร
จันทร์เพ็ญ แสงประกาย

## Consultant

Dr. Phisamai Srichayet
Apinya Chudhangkura
Janpen Saengprakai

## บรรณาธิการ

วนิดา เทวารุทธิ์ ชิติสรรค์กุล

## Editor

Wanida Tewaruth Chitisankul

## รองบรรณาธิการ

ดร.อรวรรณ ละอองคำ

## Assistant-editor

Dr. Orawan La-ongkham

## กองบรรณาธิการ

ดร.ลัดดา แสงเดือน วัฒนศิริธรรม
ดร.สุมิตรา บุญบำรุง
ดร.ศันสนีย์ อุดมระติ
ดร.นิพัฒน์ ลิ้มสงวน
ดร.วราภรณ์ ประเสริฐ
ดร.วนิดา ปานอุทัย
ดร.อรไท สวัสดิชัยกุล
ช่อลัดดา เที่ยงพุก
กนกวรรณ ยอดอินทร์
วาสนา นาราศรี

## Editorial-board

Dr. Ladda Sangduean Wattanasiritham
Dr. Sumitra Boonbumrung
Dr. Sunsanee Udomrati
Dr. Nipat Limsangouan
Dr. Waraporn Prasert
Dr. Wanida Pan-utai
Dr. Orathai Sawatdichaikul
Chowladda Teangpook
Kanokwan Yodin
Wassana Narasri

## กองจัดการ

มณฑาทิพย์ ธรรมนิติโชค
รัตนาพร เพ็ชรอินทร์

## Manager

Montatip Thammanitichok
Rattanaporn Petchin

# บรรณาธิการ... บอกเล่า

สวัสดีค่ะ ในวารสารอาหารปีที่ 52 ฉบับที่ 2 ของปี พ.ศ. 2565 ขอนำเสนอบทความวิชาการ เรื่อง “ผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืช...แนวโน้มในการบริโภคยุคปัจจุบัน” ที่ได้รวบรวมผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชที่กำลังเป็นกระแสนิยมอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน และบทความเรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปเพื่อสุขภาพ” เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักวิจัยและนักวิชาการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ นอกจากนี้ยังมีบทความเรื่อง “ยีสต์โพรไบโอติก” เพื่อให้ผู้บริโภคได้รู้จักโพรไบโอติกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเพิ่มขึ้น สำหรับทุกท่านที่ดูแลใส่ใจเรื่องรูปร่างและต้องการลดน้ำหนักเพื่อสุขภาพที่ดีขึ้น สามารถติดตามบทความเรื่อง “บทบาทของโปรตีนต่อการควบคุมการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัว” ได้เลยค่ะ และสำหรับเมนูคู่สุขภาพ เราขอนำเสนอเรื่อง “ผักที่มีกรดอะมิโนสูง : ต้นอ่อนทานตะวัน” หวังว่าผู้อ่านทุกท่านจะมีสุขภาพแข็งแรง และได้ประโยชน์จากบทความจากวารสารอาหารนะคะ

ทางทีมงานใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้ท่านผู้อ่านตอบแบบสอบถามผ่าน QR code ท่านสามารถแสดงความคิดเห็นต่อวารสารอาหารในด้านต่าง ๆ เพิ่มเติม มายังทีมงานได้ที่อีเมล fic.ifrpd@gmail.com เรายินดีรับคำแนะนำจากท่านตลอดเวลานะคะ เพื่อนำไปปรับปรุงการทำงานค่ะ และขอขอบคุณล่วงหน้ามา ณ ที่นี้

แบบสอบถาม

*ข้อมูล ทรรศนะ และข้อความใด ๆ ที่ปรากฏในวารสารอาหาร เป็นของผู้เขียนหรือเจ้าของต้นฉบับเดิมโดยเฉพาะ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารไม่จำเป็นต้องเห็นพ้องด้วย*

FOOD JOURNAL

ปีที่ 52 ฉบับที่ 2 เมษายน – มิถุนายน 2565
Vol. 52 No. 2 April - June 2022

## CONTENTS

*วิชาการ*

5 ผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืช...แนวโน้มในการบริโภคยุคปัจจุบัน
Plant-based protein products...Current trends in consumer behavior
เขมิสรา ชีวพฤกษ์ (Khemisara Cheewapruk)
ดร.นิพัฒน์ ลิ้มสงวน (Dr. Nipat Limsangouan)

16 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปเพื่อสุขภาพ
Development of healthier processed meat products
พสธร ผ่องแผ้ว (Possathorn Pongpaew)

28 ยีสต์โพรไบโอติก
Probiotic yeasts
กัญญรัตน์ กัญญาคำ (Kanyarat Kanyakam)

35 บทบาทของโปรตีนต่อการควบคุมการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัว
Role of protein on controlling in food intake and body weight
ศิริพร ต้นจอ (Siriporn Tanjor)

*เมนูคู่สุขภาพ*

44 ผักที่มีกรดอะมิโนสูง : ต้นอ่อนทานตะวัน
Vegetable high in amino acids : sunflower sprouts
วาสนา นาราศรี (Wassana Narasri)

48 คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

วิชาการ

# ผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืช...แนวโน้มในการบริโภคยุคปัจจุบัน

## Plant-based protein products...Current trends in consumer behavior

**เขมิสรา ชีวพฤกษ์ (Khemisara Cheewapruk)**

*ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร (Department of Food Science and Technology)*
*คณะอุตสาหกรรมเกษตร (Faculty of Agro-Industry)*
*มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Kasetsart University)*

**ดร.นิพัฒน์ ลิ้มสงวน (Dr. Nipat Limsangouan)**

*ฝ่ายกระบวนการผลิตและแปรรูป (Department of Food Processing and Preservation)*
*สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (Institute of Food Research and Product Development)*
*มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Kasetsart University)*

### จุดเด่น

- ผลิตภัณฑ์อาหารโปรตีนจากพืช
- กระแสการบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารโปรตีนจากพืช
- ระเบียบข้อบังคับกฎหมายของผลิตภัณฑ์อาหารโปรตีนจากพืช

### Highlights

- Plant-based protein foods
- Trends in consumer behavior of plant-based foods
- Regulation of plant-based protein foods

### บทคัดย่อ

ความต้องการแหล่งโปรตีนของผู้บริโภคในยุคปัจจุบันหันมาให้ความสนใจต่อพืชโปรตีนสูงทดแทนการรับประทานเนื้อสัตว์ ซึ่งส่งผลกระทบในแง่จริยธรรมจากการทรมานสัตว์ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และผลต่อสุขภาพในระยะยาว อุตสาหกรรมอาหารจึงมีการวิจัยและพัฒนาถึงแหล่งวัตถุดิบที่นำมาใช้ รวมถึงกระบวนการแปรรูปที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดทั้งในแง่ของรสชาติ เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ ผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เนื้อเทียม นมพืช อาหารสำเร็จรูป และไข่เทียมจากพืช การเติบโตของตลาดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทั่วโลกทำให้มีผู้ประกอบการให้ความสนใจและพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวออกสู่ตลาดเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์เหล่านั้นยังคงต้องมีการศึกษาและค้นคว้าเพิ่มเติมทั้งในด้านของคุณค่าทางโภชนาการและความปลอดภัยในการบริโภค

**คำสำคัญ :** โปรตีนจากพืช ผลิตภัณฑ์เนื้อเทียม โปรตีนทางเลือก

**Keywords :** plant-based protein, meat analog, alternative protein

## บทนำ

ในปัจจุบันกระแสการบริโภคอาหารจากวัตถุดิบหลักที่เป็นพืชเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะสารอาหารประเภทโปรตีน โดยโปรตีนจากพืช (plant-based protein) นั้นจัดเป็นโปรตีนทางเลือก (alternative protein) เพื่อทดแทนโปรตีนจากสัตว์ เนื่องจากผลกระทบของการบริโภคเนื้อสัตว์ทั้งในแง่จริยธรรมจากการทรมานสัตว์ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากระบบฟาร์มปศุสัตว์ที่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่อนข้างสูง และผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคจากการใช้สารเคมีหรือยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงสัตว์และคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะไขมันสัตว์ที่มีองค์ประกอบของคอเลสเตอรอลสูงนั่นเอง โปรตีนจากพืชเป็นสารอาหารประเภทโปรตีนที่มีบทบาทเข้ามาแทนที่เนื้อสัตว์ในอาหารมากขึ้นด้วยรสชาติ เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการที่คล้ายคลึงกับเนื้อสัตว์ แต่มีองค์ประกอบที่แตกต่างกันกล่าวคือ ทำจากวัตถุดิบที่ไม่ได้มาจากสัตว์แต่มาจากพืชแทน (Rubio *et al*., 2020) โปรตีนจากพืชมีแหล่งที่มาหลากหลาย แบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มธัญพืช โปรตีนนี้ได้จากพืชในตระกูลหญ้าที่บริโภคได้ เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง ข้าวบาร์เล่ย์ 2) กลุ่มถั่ว โปรตีนนี้ได้จากถั่วทั้งกลุ่มถั่วฝักเมล็ดไม่กลม ถั่วเมล็ดกลม ถั่วเมล็ดแบน เช่น ถั่วดำ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว 3) กลุ่มเมล็ดพืชและผลไม้แห้งเปลือกแข็ง เช่น เมล็ดทานตะวัน ฟักทอง งา กัญชง 4) กลุ่มโปรตีนจากหญ้าที่ไม่ใช่ธัญพืช เช่น ควินัว บักวีท อะมารันและ 5) กลุ่มโปรตีนจากพืชผัก เช่น บร็อกโคลี เคล กะหล่ำดอก เป็นต้น (นักสิทธิ์, 2563) พืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมโปรตีนจากพืชที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือ พืชตระกูลถั่ว เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสูง ในอดีตผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชยังไม่หลากหลายนัก กลุ่มผู้บริโภคเฉพาะกลุ่ม ส่วนใหญ่คือผู้บริโภคในช่วงเทศกาลถือศีลกินเจ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ได้แก่ โปรตีนเกษตร เต้าหู้ ฟองเต้าหู้ เป็นต้น แต่ในปัจจุบันมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชที่มีความหลากหลายมากขึ้น มีรสชาติและเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์มากยิ่งขึ้น จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้รับความนิยมมากขึ้นรวมทั้งขยายกลุ่มของผู้บริโภคอีกทางหนึ่งด้วย

คุณประโยชน์จากการเลือกรับประทานโปรตีนจากพืช จากงานวิจัยได้แนะนำว่า อาหารที่เน้นพืชเป็นหลักจะมีเส้นใยอาหารที่อาจมีบทบาทในการป้องกันโรคอ้วน มะเร็งลำไส้ เบาหวาน ลดปริมาณคอเรสเตอรอล ลดความเสี่ยงต่อโรคหัวใจ (ทองกร, 2563) ซึ่งเนื้อเทียมจากพืชนั้นให้พลังงาน ไขมันรวม และไขมันอิ่มตัวต่ำกว่าเนื้อสัตว์ แต่มีปริมาณเส้นใยอาหารสูงกว่าเมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์ (Curtain and Grafenauer, 2019) จากการรวบรวมข้อมูลโดยองค์การอนามัยโลกได้ชี้ให้เห็นว่า ผู้ป่วยกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non Communicable Diseases : NCDs) ที่ได้รับเชื้อไวรัสโคโรน่าสายพันธุ์ใหม่ (Covid-19) จะแสดงอาการรุนแรงกว่าผู้ที่ไม่เป็นโรคในกลุ่ม NCDs เกือบ 4 เท่า และมีโอกาสเสียชีวิตได้มากกว่าถึง 3.5 เท่า ทำให้ผู้บริโภคเริ่มตระหนักถึงการมีสุขภาพที่ดี โดยพยายามลดการบริโภคเนื้อสัตว์แปรรูปที่เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรค NCDs และหันมาบริโภคอาหารซึ่งเป็นโปรตีนจากพืชแทน (มนัญญา, 2564) การศึกษาอื่น ๆ แสดงให้เห็นว่า การรับประทานอาหารจากพืชเป็นกลยุทธ์ที่เป็นประโยชน์สำหรับการลดน้ำหนักและการจัดการ

โรคเบาหวานประเภท 2 ในขณะเดียวกันอาหารจากพืชมักจะมีใยอาหารที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ดีในลำไส้ อีกทั้งเส้นใยที่ละลายน้ำได้ช่วยส่งเสริมการย่อยอาหารให้ดีขึ้น และส่งเสริมความแข็งแรงของหัวใจอีกด้วย โปรตีนมีส่วนช่วยในการสร้างภูมิคุ้มกัน การรับประทานโปรตีนจากพืช จะช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันร่างกายให้แข็งแรงมากขึ้น เพราะโปรตีนจากพืชบางชนิดมีส่วนสำคัญที่จะช่วยเพิ่มปริมาณกลูตาไธโอนที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระให้กับร่างกาย (Gaucher *et al*., 2018) จึงทำให้ร่างกายแข็งแรงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การบริโภคโปรตีนจากพืชยังมีส่วนช่วยในด้านการสร้างความมั่นคงทางด้านอาหาร ซึ่งเป็นวาระเร่งด่วนของโลกในปัจจุบัน โดยเฉพาะสภาวการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 และการดำเนินชีวิตวิถีปกติใหม่ (new normal) จึงทำให้คนตื่นตัวและตระหนักถึงความสำคัญของการบริโภคอาหารสุขภาพมากขึ้น (เรไร, 2564)

ในปัจจุบันโปรตีนจากพืชหรืออาหารจากพืช ที่ได้รับความนิยมและมีโอกาสทางการตลาดนั้น สามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

1) เนื้อเทียมจากพืช (plant-based meat) ทำมาจากพืชประมาณ 95% และมีส่วนผสมอื่นที่ไม่ใช่พืชประมาณ 5% โดยมีผลิตออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เนื้อเบอร์เกอร์ ไส้กรอก หรือจะเป็นเนื้อหมูจากพืช รวมถึงอาหารทะเล
2) นมและผลิตภัณฑ์ประเภทนมจากพืช (plant-based milk & dairy) ทำจากถั่วหรือธัญพืชต่าง ๆ เช่น นมมะพร้าว นมถั่วเหลือง นมอัลมอนด์ นมข้าวโพด รวมถึงโยเกิร์ตนมจากพืช ชีสจากพืช และไอศกรีมจากพืช
3) อาหารปรุงสำเร็จจากพืช (plant-based meal) ทั้งในรูปแบบอาหารแช่เย็น อาหารแช่แข็ง รวมถึงอาหารที่เก็บได้ที่อุณหภูมิห้องโดยไม่ต้องแช่เย็น
4) ไข่เทียมจากพืช (plant-based egg) ทำจากถั่วเขียวเป็นส่วนประกอบหลักเพื่อสร้างเนื้อสัมผัสก่อนผ่านกระบวนการต่าง ๆ รวมถึงการแต่งสีและกลิ่นให้เหมือนไข่เพื่อตอบโจทย์กลุ่มคนดูแลสุขภาพและผู้บริโภคที่มีอาการแพ้ผลิตภัณฑ์จากไข่

กระบวนการในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากโปรตีนพืชนั้น มีการค้นคว้าและวิจัยอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อเทียมซึ่งมีการใช้เทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ที่หลากหลาย โดยแบ่งได้ 2 เทคนิคหลัก คือ bottom-up เป็นการสังเคราะห์สร้างเนื้อเยื่อจากขนาดเล็กให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจนกลายเป็นชิ้นอาหารที่สามารถรับประทานได้ และ top-down เป็นการขึ้นรูปจากส่วนผสมต่าง ๆ โดยใช้เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่แตกต่างกันได้เป็นโครงสร้างคล้ายเนื้อสัตว์ โดยทั้ง 2 เทคนิคนี้มีทั้งเทคโนโลยีในระดับห้องปฏิบัติการและเทคโนโลยีที่สามารถผลิตได้ในเชิงพาณิชย์ (วราภรณ์, 2564)

## การประยุกต์ใช้โปรตีนจากพืชในอุตสาหกรรมอาหาร

โปรตีนจากพืชมีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากเป็นโปรตีนที่หาได้ง่าย ราคาไม่แพง มีสมบัติที่หลากหลาย มีการใช้ในอุตสาหกรรมดังนี้ (นักสิทธิ์, 2563)

1. อุตสาหกรรมเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ เช่น น้ำนมถั่วเหลือง น้ำนมข้าว น้ำนมอัลมอนด์
2. อุตสาหกรรมไวน์ เช่น การใช้ทดแทนเจลาตินในการทำให้ไวน์ใส ลดความขุ่นของไวน์

3. อุตสาหกรรมเนื้อเทียม เช่น การใช้โปรตีนถั่ว-เหลือง ให้ได้ผลิตภัณฑ์เนื้อเทียมชนิดเปียกหรือแห้ง
4. อุตสาหกรรมขนมอบ เช่น โปรตีนจากควินัวและถั่ว ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ลดดัชนีน้ำตาล
5. อุตสาหกรรมฟิล์มและการเคลือบบนบรรจุภัณฑ์ เช่น โปรตีนถั่ว ช่วยป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนและน้ำ และเสริมความแข็งแรงจากการดึง

## แนวโน้มความต้องการในตลาดโลก

การผลิตและการบริโภคเนื้อสัตว์ทั่วโลกยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามความต้องการที่แปรผันตามการเติบโตของจำนวนประชากร ในปี ค.ศ. 2012 องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) คาดการณ์ว่า ความต้องการเนื้อสัตว์ทั่วโลกจะสูงถึง 455 ล้านเมตริกตัน ภายในปี ค.ศ. 2050 (เพิ่มขึ้น 76% จากปี ค.ศ. 2005) ความต้องการที่เพิ่มขึ้นนี้อาจก่อให้เกิดปัญหา เนื่องจากวิธีการเลี้ยงสัตว์ขนาดใหญ่ในปัจจุบันมีผลต่อภาวะแทรกซ้อนทางสาธารณสุข ความเสื่อมโทรมทางสิ่งแวดล้อม และข้อกังวลในด้านสวัสดิภาพของสัตว์ ซึ่งส่งผลถึงสุขลักษณะเนื้อสัตว์ที่นำมาประกอบอุตสาหกรรมอาหาร รวมถึงการที่สัตว์อาจเป็นพาหะนำโรคสู่คน และปัญหาภาวะเรือนกระจกที่เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอุตสาหกรรมปศุสัตว์ในปัจจุบัน (Rubio *et al*., 2020) จากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้กระแสการเลือกรับประทานโปรตีนจากพืชแทนการรับประทานโปรตีนจากเนื้อสัตว์เป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง โดยที่แต่ละประเทศมีการส่งเสริมการบริโภคโปรตีนจากพืชที่แตกต่างกันแต่มีจุดมุ่งหมายในทางเดียวกัน ทั้งนี้ในปี ค.ศ. 2019 ผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชมีมูลค่าทั่วโลกประมาณ 1.6 หมื่นล้านดอลลาร์สหรัฐ และคาดการณ์ในปี ค.ศ. 2024 จะมีมูลค่าทางการตลาดรวม 2.5 หมื่นล้านดอลลาร์สหรัฐ มีการเติบโตขึ้น 10.5% (เรไร, 2564)

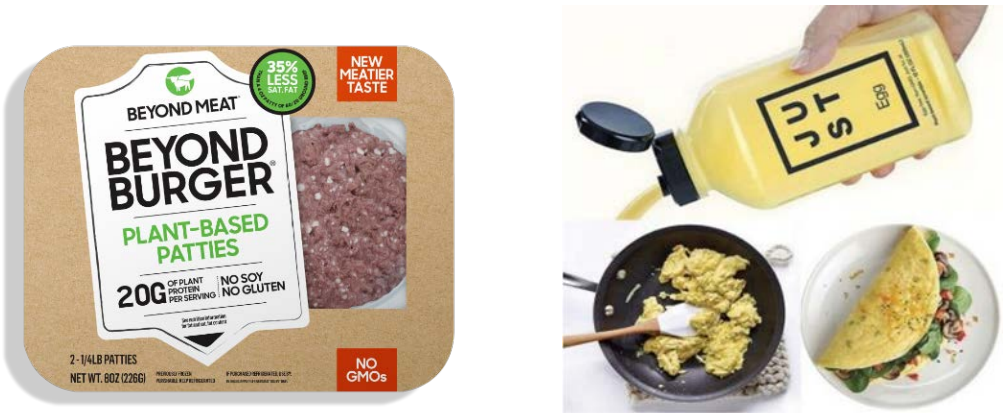
*แนวโน้มในสหภาพยุโรป*

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาตลาดในยุโรปสำหรับผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์กำลังเติบโตอย่างไม่เคยปรากฏมาก่อน จากข้อมูลของ Euromonitor ในปี ค.ศ. 2016 ในประเทศเดนมาร์กและเยอรมนีตลาดผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์มีการเติบโตต่อปีระหว่าง 15–20% และในประเทศเนเธอร์แลนด์ สวีเดน และสหราชอาณาจักร 5-10% เนื่องจากการรับรู้เกี่ยวกับผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์จากการผลิตและการบริโภคเนื้อสัตว์ จากการเผยแพร่รณรงค์โดยนักแสดง นักเคลื่อนไหว องค์กรพัฒนาเอกชน (อพช.) และนักวิทยาศาสตร์ จึงเป็นการสนับสนุนการแพร่กระจายของผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์อย่างกว้างขวาง ในปี ค.ศ. 2020 ตลาดในยุโรปมีการลงทุนกับโรงงานผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อเทียมจากพืชมากยิ่งขึ้น บริษัท Plant & Bean ผู้พัฒนาและผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชในสหราชอาณาจักรประกาศว่า จะเปิดโรงงานผลิตเนื้อสัตว์จากพืชที่ใหญ่ที่สุดในยุโรป ตามที่บริษัทกล่าวโรงงานแห่งใหม่จะช่วยให้สามารถผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั่วยุโรป ช่วยให้ตัวแทนจำหน่ายต่าง ๆ สามารถตอบสนองความต้องการเนื้อเทียมจากพืชที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

**รูปที่ 1** ผลิตภัณฑ์ Plant-based food จาก Like Meat และจาก ICL's Rovitaris
**ที่มา :** https://likemeat.com/products/; https://www.iclfood.com/vegan-vegetarian-flexitarian/

*แนวโน้มในสหรัฐอเมริกา*

สินค้าผลิตภัณฑ์อาหารที่มาจากพืชกำลังเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกา และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี โดยในปี ค.ศ. 2019 มีมูลค่าทางการค้าสูงถึง 939 ล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือ 29,109 ล้านบาท และมีการคาดการณ์ว่า จะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นเป็น 3,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (9.3 หมื่นล้านบาท) ภายในปี ค.ศ. 2024 หรือคิดเป็นอัตราการเติบโต 48.5% ต่อปี เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่านิยมของผู้บริโภคที่คำนึงถึงสุขภาพและสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะหลังจากเผชิญสถานการณ์แพร่ระบาดเชื้อไวรัสโควิด-19 พบว่า ตลาดเนื้อสัตว์ในสหรัฐฯ กำลังได้รับผลกระทบอย่างหนัก โดยบริษัทใหญ่หลายแห่งที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปเนื้อสัตว์ได้หยุดทำการผลิต จึงทำให้ยอดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เนื้อเทียมหรือเนื้อที่ผลิตจากพืชเพิ่มขึ้นท่ามกลางการแพร่ระบาดดังกล่าว ซึ่งคาดว่าความต้องการอาหารจากพืชของผู้บริโภคในสหรัฐฯ จะเพิ่มขึ้นอีก เนื่องจากการรับรู้ที่เปลี่ยนไปของผู้บริโภคเกี่ยวกับความยั่งยืนและความปลอดภัยของอาหาร ตัวอย่างบริษัทผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อเทียมหรือโปรตีนจากพืชในสหรัฐฯ ได้แก่ บริษัท Beyond Meat Inc., Impossible Foods Inc., Eat Just Inc., Amy's Kitchen Inc., The Hain Celestial Group Inc., และ Axiom Food Inc. เป็นต้น



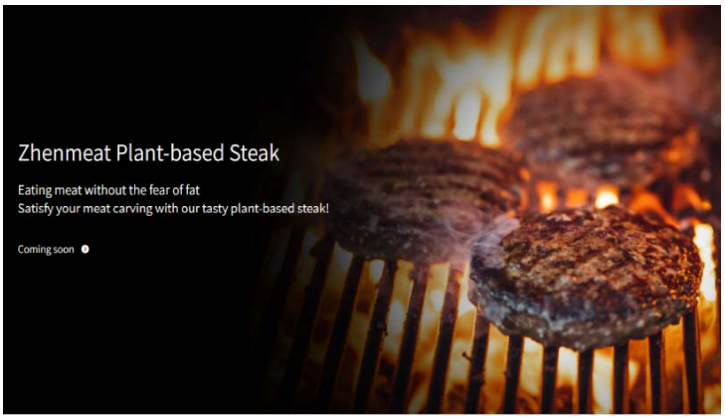

**รูปที่ 2** ผลิตภัณฑ์ Plant-based food จาก บริษัท Beyond Meat Inc. และ Eat Just Inc.
**ที่มา :** https://www.beyondmeat.com/en-US/products/; https://www.ju.st/eat/just-egg

*แนวโน้มในเอเชีย*

ในประเทศจีนผลิตภัณฑ์เนื้อเทียมจากโปรตีนพืชได้รับความนิยมมากที่สุดรองลงมาเป็น นมพืช ไข่จากพืช และชีสจากพืช จากความต้องการของอาหารเพื่อสุขภาพที่ผลิตจากพืช แนวโน้มดังกล่าวได้รับความนิยมในหมู่ผู้บริโภค เนื่องจากร้านอาหารประเภทจานด่วน (Quick Service Restaurant; QSR) ได้นำเสนอผลิตภัณฑ์จากพืชที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยร่วมมือกับแบรนด์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น Zhenmeat และ Beyond Meat เพื่อดึงดูดผู้บริโภค

การเลือกรับประทานโปรตีนจากพืชในประเทศอินเดีย ผลิตภัณฑ์นมที่ผลิตจากพืชได้รับความนิยมจากผู้บริโภคถึง 30.5% ตามด้วยเนื้อ ชีส และไข่จากพืช จากการสำรวจในเดือนกรกฎาคม ปี ค.ศ. 2020 ความนิยมของโปรตีนจากพืชอยู่ในระดับสูงสุดต่อเนื่องเช่นเดียวกับประเทศจีนที่ประเภทสินค้าจำหน่ายเร็วและมีต้นทุนต่ำ (Fast Moving Consumer Goods; FMCG) และร้านอาหารประเภทจานด่วน (QSR) มีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้เหมาะกับวิถีอาหารท้องถิ่นและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค บริษัทรายใหญ่ที่ผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชในจีน ได้แก่ GoodDot Enterprises Pvt. Ltd. เป็นต้น

ในประเทศสิงคโปร์ผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชได้รับความสนใจอย่างต่อเนื่องจากผู้บริโภค ในปี ค.ศ. 2020 มีการเปิดตัวผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์จากพืชต่าง ๆ ซึ่งเป็นการเริ่มกระแสการรับประทานโปรตีนทางเลือกเพื่อสุขภาพ รวมถึงจากสถานการณ์การระบาดของไวรัสโควิด-19 ส่งผลกระทบให้เกิดความต้องการของผลิตภัณฑ์จากพืชเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคมีความกังวลเกี่ยวกับความมั่นคงทางอาหารและใส่ใจต่อสังคมมากขึ้นไม่ว่าจะด้วยเหตุผลด้านความยั่งยืน สิ่งแวดล้อม จริยธรรม หรือสุขภาพ



**รูปที่ 3** ผลิตภัณฑ์ Plant-based food จาก Zhenmeat และ GoodDot
**ที่มา :** https://zhenmeat.com/en/flavor#; https://gooddot.in/collections/all

*แนวโน้มในประเทศไทย*

เดิมกระแสการรับประทานผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายในช่วงเทศกาลถือศีลกินเจในประเทศไทยอยู่แล้ว อีกทั้งทั่วโลกรวมถึงประเทศไทยต้องเจอกับสถานการณ์การระบาดของไวรัสโควิด-19 ผู้บริโภคให้ความสำคัญและใส่ใจสุขภาพ จึงเลือกรับประทานอาหารมากขึ้น ผู้บริโภคเลือกรับประทานอาหารที่สะอาด มีคุณภาพ และปลอดภัย รวมถึงการลดการบริโภคเนื้อสัตว์ลงเพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อโรค ในขณะเดียวกันคนไทยเริ่มมีความเข้าใจเรื่องโปรตีนจากพืชมากขึ้น ในช่วงเทศกาลถือศีลกินอาหาร

เจที่ผ่านมา ร้านอาหารนำเสนอเมนูอาหารจากพืชในรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น ผู้บริโภคเริ่มรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับอาหารจากพืชที่มีความแตกต่างจากอาหารเจที่ส่วนมากทำมาจากแป้งหรือถั่วเหลืองอย่างเดียว ซึ่งผลิตภัณฑ์มีการนำพืชชนิดอื่นมาใช้เป็นวัตถุดิบด้วย ซึ่งพิจารณาแล้วว่า อาหารจากพืชไม่ใช่แนวโน้มแต่เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ตอบโจทย์ทั้งในเรื่องของสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

จากการสำรวจมูลค่าตลาดของผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชในประเทศไทยโดย Krungthai Compass โดยอ้างอิงจาก Euromonitor และ Allied Market Research พบว่า ในปี ค.ศ. 2019 มีมูลค่าตลาดอยู่ที่ 2.8 หมื่นล้านบาท และคาดว่าจะเติบโตเฉลี่ย 10% ทำให้มีการคาดการณ์ว่า ในปี ค.ศ. 2024 มูลค่าตลาดจะขึ้นไปอยู่ที่ 4.5 หมื่นล้านบาท บริษัทผู้ผลิตอาหารต่างเล็งเห็นถึงโอกาสเติบโตทางการตลาดของผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช เพื่อตามกระแสการบริโภคดังกล่าวจึงมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชใหม่ ๆ ซึ่งกลุ่มผู้บริโภคในประเทศไทยที่เป็นกลุ่มรับประทานอาหารมังสวิรัติแบบยืดหยุ่น (Flexitarian, กลุ่มผู้บริโภคที่พยายามลดการบริโภคเนื้อสัตว์ให้น้อยลง ในลักษณะการรับประทานบางอย่าง ไม่รับประทานบางอย่าง หรือรับประทานบ้าง ไม่รับประทานบ้าง) มีอยู่ราว 1 ใน 4 ของประชากรทั้งประเทศ หรือประมาณ 17-18 ล้านคน (จากประชากรไทย 67-68 ล้านคน) โดยวิถีชีวิตของ Flexitarian แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มบริโภคมังสวิรัติเป็นครั้งคราวเพราะต้องการดูแลสุขภาพ และบริโภคมังสวิรัติเป็นครั้งคราวเพราะต้องการควบคุมน้ำหนัก จึงเห็นได้ว่าโอกาสเติบโตของตลาดอาหารประเภทนี้ค่อนข้างสูง (เรไร, 2564)

ตัวอย่างผู้จำหน่ายอาหารรายใหญ่ ที่ให้ความสนใจด้านผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช ได้แก่ บริษัท เนสท์เล่ ซึ่งทำธุรกิจทางด้านโภชนาการและสุขภาพ ได้ส่งแบรนด์ “Harvest Gourmet” เข้าสู่ตลาดในเมืองไทย โดยมีกลุ่มผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืช 5 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เนื้อเบอร์เกอร์ เนื้อบดละเอียด ไก่ย่างรมควัน ไก่ชุบเกล็ดขนมปัง และมีตบอล ในขณะที่บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) หรือ ซีพีเอฟ ปรับตัวตามพฤติกรรมผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะแวดล้อมและสังคม ซีพีเอฟจึงได้นำนวัตกรรมและเทคโนโลยีขั้นสูงมาใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อตอบโจทย์สังคมด้วย นวัตกรรมเนื้อจากพืช (PLANT-TEC Innovation) คือ การทำให้พืชอร่อยแบบเนื้อสัตว์ โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารซีพีเอฟ ได้คิดค้นเทคนิคการสร้างรสสัมผัสเสมือนเนื้อสัตว์ เป็นที่มาของเอกสิทธิ์นวัตกรรม “PLANT-TEC หรือ เทคนิคการสร้างรสสัมผัสเสมือนเนื้อสัตว์” ของ MEAT ZERO นอกจากนี้ทางบริษัทยังได้ร่วมมือกับบริษัทด้านอาหารจากพืชระดับโลก เช่น Fuji Oil จากประเทศญี่ปุ่น เพื่อปรับปรุงและพัฒนาสินค้าอย่างต่อเนื่องและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

แบรนด์ More Meat ผู้บุกเบิกตลาดอาหารจากพืชในไทย โดยเริ่มทำตลาดเนื้อเทียมจากพืชด้วยการนำเสนอผลิตภัณฑ์เข้าสู่ร้านอาหารมังสวิรัติและร้านอาหารสุขภาพด้วยบรรจุภัณฑ์สินค้าขนาด 1 กิโลกรัม ตั้งแต่ช่วงต้นปี ค.ศ. 2020 จนกระทั่งเข้าสู่สถานการณ์แพร่ระบาดไวรัสโควิด-19 More Meat จึงปรับขนาดผลิตภัณฑ์เป็น 200 กรัม และขายบนแพลตฟอร์มออนไลน์ต่าง ๆ เพื่อขยายตลาดสู่ผู้บริโภคโดยตรง จนปัจจุบันรายได้ 80% มาจากผู้บริโภคทั่วไป และอีก 20% มาจากร้านอาหาร ปัจจุบันโรงงานผลิตอาหารจากพืชของ More Meat สามารถผลิตได้ 3-4 ตัน/เดือน ซึ่งยังสามารถเพิ่มกำลังผลิตได้อีก 2 เท่า ในปี ค.ศ. 2021 More Meat มีแผนจะเพิ่มสินค้าใหม่ ๆ รวมถึงเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อให้เพียงพอต่อการ

ส่งออกไปต่างประเทศ นอกจากนี้ More Meat ได้นำเสนอการเป็นโปรตีนจากพืชของคนไทย พัฒนาโดยคนไทย และใช้วัตถุดิบหลักในประเทศไทย โดย 60% เป็นเห็ดแครงที่รับซื้อจากเกษตรกรในจังหวัดสงขลา (อนัญชนา, 2564)

Meat Avatar เน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มุ่งตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่แท้จริง ผลิตภัณฑ์จึงมีความใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์ทั้งรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมสูงสุดได้แก่ หมูกรอบจำแลง และหมูสับจำแลง ในขณะที่ Let's Plant meat ซึ่งเป็นธุรกิจอาหารแห่งอนาคตของผู้ผลิตเครื่องเทศ "นิธิฟู้ดส์" ก็ให้ความสนใจในตลาดผลิตภัณฑ์นี้เช่นเดียวกัน โดยนำโปรตีนสกัดจากพืชที่ใช้ถั่วเหลืองและข้าวเป็นส่วนประกอบหลักผสมกับส่วนผสมอื่นเพื่อเพิ่มความเหมือนของเนื้อจากพืช เช่น น้ำมันรำข้าวและบีทรูท เป็นต้น (สุภาวดี, 2564)

**รูปที่ 5** ผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชในประเทศไทย
**ที่มา :** https://www.nestleprofessional.co.th/harvest-gourmet/products/sensational-burger; https://www.infoquest.co.th/2021/147608; https://www.morefoods.in/; https://meatavatar.com/; https://www.letsplantmeat.co/minced

## ระเบียบ ข้อบังคับ กฎหมาย ด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ณ ปัจจุบัน การรับรองวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืช เพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ในหลายประเทศยังไม่มีหน่วยงานของรัฐบาลเข้ามามีบทบาทในการตั้งข้อบังคับมาตรฐานทางกฎหมายที่เข้มงวดมากนักมีเพียงไม่กี่ประเทศที่มีการออกข้อบังคับมาตรฐานอย่างประเทศอินเดียที่มีผู้บริโภคอาหารมังสวิรัติเป็นจำนวนมาก สหภาพยุโรปและสหรัฐอเมริกาที่ผู้บริโภคตื่นตัวเรื่องอาหารวีแกนอย่าง

มาก โดยบางส่วนจะเป็นการออกเครื่องหมายรับรองที่ออกโดยหน่วยงานภาคเอกชนซึ่งมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยมีรายละเอียดข้อบังคับขึ้นกับข้อกำหนดของหน่วยงานนั้น ๆ

*การแสดงฉลากรับรองผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช "certified plant-based"*

สมาคมอาหารจากพืช (Plant Based Foods Association; PBFA) ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักรับผิดชอบดูแลตลาดการค้าสินค้าอาหารจากพืชในสหรัฐฯ ได้มีการออกตราสินค้า "Certified Plant Based" เพื่อรับรองผลิตภัณฑ์จากพืชและสามารถสร้างความมั่นใจสำหรับลูกค้า โดยผลิตภัณฑ์ที่จะสามารถแสดงฉลากรับรอง "Certified Plant Based" จำเป็นต้องเป็นไปตามข้อกำหนดภายใต้กฎหมายความปลอดภัยด้านอาหาร ข้อกำหนดการจดทะเบียนแหล่งผลิตสินค้าและข้อกำหนดการแสดงฉลากสินค้าอาหาร ผู้ประกอบการสามารถยื่นเอกสารเพื่อขอใช้ตราสัญลักษณ์ได้ที่ The Public Health and Safety Organization ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018

**รูปที่ 6** ฉลากรับรอง "Certified Plant Based"(รูปซ้าย) และตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช ที่แสดงเครื่องหมาย "Certified Plant Based" (รูปขวา)
**ที่มา :** Elaine (2019)

*กฎระเบียบองค์การอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Food and Drug Administration)*

สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ เมืองไมอามี ประเทศสหรัฐอเมริกา (2564) ได้รายงานว่า สินค้าอาหารและเครื่องดื่มจากพืชที่วางจำหน่ายในสหรัฐฯ จะต้องได้มาตรฐานการผลิตและจำหน่ายเช่นเดียวกับสินค้าอาหารและเครื่องดื่ม โดยจะต้องคำนึงถึงหลักความปลอดภัยของผู้บริโภคในตลาดเป็นหลัก ซึ่งข้อกำหนดออกภายใต้กฎหมายความปลอดภัยด้านอาหารฉบับใหม่ (Food Safety Modernization Act; FSMA) ซึ่งกล่าวถึงการควบคุมการผลิต การป้องกันการปนเปื้อน มาตรฐานความสะอาดในการขนส่ง การควบคุมความปลอดภัยของผลผลิตจากการเกษตร และมีข้อกำหนดที่สำคัญอีก 2 ประการ ได้แก่

- ข้อกำหนดการจดทะเบียนแหล่งผลิตสินค้า (Food Facility Registration) ภายใต้กฎหมายความปลอดภัยด้านอาหารฉบับใหม่ กำหนดให้ผู้ประกอบการสินค้าอาหารและเครื่องดื่มต้องจดทะเบียนแหล่งผลิตและต่ออายุทุก ๆ 2 ปี เพื่อให้สามารถตรวจสอบกระบวนการผลิตแปรรูป บรรจุภัณฑ์ และจัดเก็บให้เป็นไปตามมาตรฐานและเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

- ข้อกำหนดการแสดงฉลากสินค้าอาหาร (Food Labeling) กำหนดให้สินค้าอาหารและเครื่องดื่มที่วางจำหน่ายในตลาดจะต้องแสดงฉลากสินค้าข้อมูลส่วนผสม โภชนาการ สารอาหาร สารเคมีปรุงแต่ง และข้อมูลอื่น ๆ สำหรับผู้บริโภคเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกซื้อสินค้า

*ข้อกำหนดการแสดงฉลากสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช*

ในประเทศอินเดียสำหรับการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์นมจากพืชไม่มีกฎระเบียบหรือแนวทางปฏิบัติที่แยกออกจากการควบคุมการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์นมและเนื้อสัตว์ อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชยังคงอยู่ภายใต้ข้อกำหนดการติดฉลาก ซึ่งผลิตภัณฑ์อาหารทั้งหมดต้องปฏิบัติตาม ผลิตภัณฑ์ควรติดฉลากบนบรรจุภัณฑ์แสดงข้อมูลรายละเอียดอย่างครบถ้วนเกี่ยวกับแหล่งกำเนิด และข้อมูลเฉพาะต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น ชื่อของผลิตภัณฑ์อาจมีการระบุแหล่งที่มา เช่น "จากพืช" "จากถั่วเหลือง" หรืออาจมีการระบุบนบรรจุภัณฑ์อย่างชัดเจน เช่น “ผลิตมาจากพืช” และควรแสดงข้อมูลอย่างชัดเจนว่า ผลิตภัณฑ์นี้ไม่มีเนื้อสัตว์ องค์กรยังสามารถใช้ภาพที่แสดงบนบรรจุภัณฑ์เพื่อแสดงว่าผลิตภัณฑ์ไม่มีเนื้อสัตว์ หากมีการระบุข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน ผู้ประกอบการจะมีความผิดภายใต้พระราชบัญญัติความปลอดภัยและมาตรฐานด้านอาหารปี ค.ศ. 2006 ของอินเดีย รวมถึงกฎหมายติดฉลากอาหารมังสวิรัติซึ่งมีการบังคับใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2011 (อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิเพื่อสถาบันอาหาร, 2562)

สำหรับประเทศไทยนั้น คณะกรรมการอาหารและยายังไม่ออกกฎระเบียบสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชโดยเฉพาะ ยังคงอิงตามลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น อาหารสำเร็จรูป อาหารพร้อมปรุง หรืออาหารพร้อมบริโภค เป็นต้น ซึ่งผู้ประกอบการต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคเป็นหลัก รวมถึงการแสดงรายละเอียดของวัตถุดิบ ตามมาตรฐานกำหนดเรื่องฉลากอาหารเป็นสำคัญ

## งานวิจัยในอนาคต

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยเกี่ยวกับโปรตีนจากพืชต่าง ๆ พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่มีจุดประสงค์ในการศึกษาเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืช เพื่อมุ่งหวังพัฒนาผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชให้มีคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์โดยตรงมากที่สุด ส่วนงานวิจัยที่มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชพบว่า คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชแม้จะมีผลใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์โดยตรง แต่ไม่อาจเทียบเท่าได้อย่างสมบูรณ์ และงานวิจัยแบบสำรวจส่วนใหญ่นั้นสำรวจเพื่อศึกษาปัจจัยที่ผู้บริโภคสนใจในผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ คาดว่าจะมีงานวิจัยเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัสและลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชเพิ่มมากขึ้น อาจมีการใช้พืชชนิดใหม่ การใช้สารประกอบทางเคมี หรือกระบวนการแปรรูปรูปแบบใหม่ ที่จะสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชให้มีคุณลักษณะต่าง ๆ และโภชนาการทางอาหารให้เหมือนผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์โดยตรงได้มากที่สุด และในทางการแพทย์คาดว่า จะมีงานวิจัยเพื่อพัฒนายาปฏิชีวนะที่มีองค์ประกอบของโปรตีนเป็นส่วนประกอบให้สามารถนำโปรตีนจากพืชมาใช้ทดแทนได้ เพื่อเพิ่มทางเลือกสำหรับแหล่งวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตยาปฏิชีวนะ และอาจช่วยในเรื่องของต้นทุนการผลิต

## บทสรุป

จากกระแสของการรับประทานโปรตีนจากพืชทดแทนการได้รับจากเนื้อสัตว์ของผู้บริโภคที่เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องด้วยความตระหนักทั้งในแง่จริยธรรมจากการทรมานสัตว์ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และผลต่อสุขภาพในระยะยาว ด้วยเหตุปัจจัยเหล่านี้จึงมีการวิจัยและพัฒนาถึงแหล่งวัตถุดิบที่นำมาใช้โดยเฉพาะพืชที่มีโปรตีนสูง เช่น พืชตระกูลถั่ว หรือจากแหล่งอื่น เช่น เห็ด สาหร่าย เป็นต้น รวมถึงกระบวนการแปรรูปเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดทั้งในแง่ของรสชาติ เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ รวมถึงรูปลักษณ์ปรากฏที่มีความเสมือนหรือคล้ายคลึงกับต้นแบบผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เนื้อเทียม นม อาหารสำเร็จรูป และไข่จากพืช การเติบโตของตลาดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทั่วทุกภูมิภาค หากแต่ยังคงต้องมีการศึกษา ค้นคว้า เพิ่มเติม ทั้งในด้านของคุณค่าทางโภชนาการและความปลอดภัยต่อการบริโภค ถึงแม้ในขณะนี้หน่วยงานที่ดูแลเรื่องอาหารและยายังไม่ออกกฎระเบียบจำเพาะเจาะจงสำหรับผลิตภัณฑ์เหล่านี้ก็ตาม

**เอกสารอ้างอิง**


ทองกร พลอยเพชรา. 2563. แนวทางการวิจัยด้าน Plant-based protein. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 35(2) : 36-39.

นักสิทธิ์ ปัญโญใหญ่. 2563. โปรตีนจากพืช : คุณค่าโภชนาการ โครงสร้าง คุณสมบัติเชิงหน้าที่ และการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร. วารสารการเกษตรราชภัฏ. 19(1) : 61-69.

เรไร จันทร์เอี่ยม. 2564. Plant-base food อาหารแห่งโลกอนาคต. อุตสาหกรรมสาร. 63 : 5-10.

มนัญญา คำวชิระพิทักษ์. 2564. แนวทางการพัฒนาเนื้อจากพืชของไทย. วารสารวิจัยและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2(3) : 1-13.

วราภรณ์ ประเสิรฐ. 2564. ผลิตภัณฑ์เนื้อเทียมชนิดความชื้นสูงโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชันและปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณสมบัติผลิตภัณฑ์. อาหาร. 51(3) : 14-22.

สุภาวดี ใหม่สุวรรณ์. 2564. Let's Plant meat ธุรกิจอาหารแห่งอนาคตของผู้ผลิตเครื่องเทศ "นิธิฟู้ดส์". อุตสาหกรรมสาร. 63 : 24-26.

สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ เมืองไมอามี ประเทศสหรัฐอเมริกา. 2564. รายงานสินค้าอาหารและเครื่องดื่มจากพืช (Plant-Based Foods and Beverages) ในสหรัฐฯ. https://www.ditp.go.th/contents_attach/620694/620694.pdf. [5 June 2021].

อนัญชนา สาระคู. 2564. มอร์ฟู้ดส์อินโนเทค พัฒนาโปรตีนจากพืชภายใต้แบรนด์ More Meat. อุตสาหกรรมสาร. 63 : 18-20.

อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิเพื่อสถาบันอาหาร. 2562. โครงการศึกษาตลาดอาหารวีแกน (Vegan) เพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารไทย. รายงานการศึกษา. 123 หน้า.

Curtain F and Grafenauer SJN. 2019. Plant-based meat substitutes in the flexitarian age : an adult of products on supermarket shelves. 11(11) : 2603.

Elaine Watson. 2019. 'Certified plant-based' logo may have broader appeal than vegan stamp, says PBFA. https://www.foodnavigator-usa.com/Article/2018/11/15/Certified-plant-based-logo-may-have-broader-appeal-than-vegan-stamp-says-PBFA. [5 June 2021].

Gaucher C, Boudier A, Bonetti J, Clarot I, Leroy P and Parent M. 2018. Glutathione : Antioxidant properties dedicated to nanotechnologies. Antioxidants. 7(5) : 1-21.

Rubio NR , Xiang N and Kaplan DL. 2020. Plant-based and cell-based approaches to meat production. Nature Communications. 11(1) : 1-9.

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปเพื่อสุขภาพ

## Development of healthier processed meat products

**พสธร ผ่องแผ้ว (Possathorn Pongpaew)**

*ฝ่ายเคมีและกายภาพอาหาร (Department of Food Chemistry and Physics)*
*สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (Institute of Food Research and Product Development)*
*มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Kasetsart University)*

### จุดเด่น

- ปัญหาของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เดิม
- แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อสุขภาพ
- เทคโนโลยีที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อสุขภาพ

### Highlights

- Problems of traditional meat products
- Guidelines for developing healthy meat products
- Technology used in healthy meat products

### บทคัดย่อ

เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์เป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ มีคุณค่าทางชีวภาพและจำเป็นต่อร่างกาย ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปแบบเดิมส่งผลเสียต่อสุขภาพร่างกายหลายประการ เนื่องจากมีเกลือและไขมันในปริมาณสูง ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอล อีกทั้งยังมีการใช้สารเติมแต่งอาหารประเภทสังเคราะห์ สารไนไตรท์ สารกันเสีย เป็นต้น ส่งผลทำให้เกิดกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) เป็นโรคที่เกิดจากการใช้ชีวิตประจำวันที่ไม่เหมาะสม ในยุคที่ผู้คนรักสุขภาพมากขึ้น จึงมีความต้องการผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ดีต่อสุขภาพและมีความเป็นอาหารฟังก์ชันมากขึ้น อุตสาหกรรมจึงต้องปรับตัวเพื่อตอบสนองความต้องการ และมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อสุขภาพ โดยการลดปริมาณไขมัน ปริมาณเกลือ และลดการใช้สารไนเตรทและสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ รวมถึงการใช้สารฟังก์ชันที่ส่งผลดีต่อสุขภาพ แต่แนวทางดังกล่าวส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะในด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส จึงเป็นความท้าทายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อสุขภาพ

**คำสำคัญ :** ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ สุขภาพ พัฒนาผลิตภัณฑ์

**Keywords :** meat products, healthy, product development

## การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อสุขภาพ

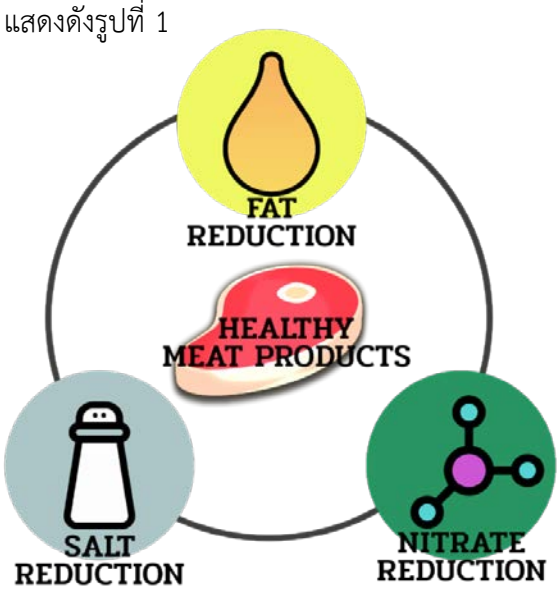
เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ จัดเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญในอาหาร เป็นโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดีต่อการเจริญเติบโตและสร้างกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เพราะมีกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วนทั้ง 10 ชนิดและมีในปริมาณมาก กรดอะมิโนจำเป็น คือ กรดอะมิโนที่ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ทั่วไปในร่างกายจำเป็นต้องได้รับจากการบริโภคอาหารเข้าไปในร่างกาย ได้แก่ ไอโซลิวซีน (isoleucine) ลิวซีน (leucine) ไลซีน (lysine ) เมทไทโอนีน (methionine) ฟีนิลแอลานีน (phenylalanine) ทรีโอนีน (threonine) ทริปโตเฟน (tryptophan) วาลีน (valine) สำหรับอาร์จีนิน (arginine) และฮิสทิดีน (histidine) เป็นกรดอะมิโนจำเป็นเฉพาะในช่วงวัยเด็ก แตกต่างจากโปรตีนจากพืชที่มีกรดอะมิโนจำเป็นไม่ครบถ้วนและมีปริมาณน้อย นอกจากนั้นไขมันในสัตว์ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่ประกอบด้วย กรดไขมันไม่อิ่มตัว ได้แก่ กรดโอเลอิก (oleic acid) กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) กรดลิโนเลนิก (linolenic acid) และกรดอะราชิโดนิก (arachidonic acid) (Ahmad *et al.*, 2018) ซึ่งกรดไขมัน 3 ตัวหลังจัดเป็นกรดไขมันจำเป็น คือ กรดไขมันที่ร่างกายจำเป็นต้องได้รับจากอาหารโดยการบริโภคเข้าไป นอกจากนั้นในเนื้อสัตว์ยังประกอบด้วยสารอาหารประเภทวิตามินที่สำคัญ ได้แก่ กลุ่มของวิตามินบี ได้แก่ วิตามินบี 1 (thaimin) วิตามินบี 2 (riboflavin) วิตามินบี 3 (niacin) วิตามินบี 6 (pyridoxine) และวิตามินบี 12 (cobalamin) เป็นต้น โดยเฉพาะวิตามินบี 12 ที่พบได้เฉพาะในอาหารที่มาจากเนื้อสัตว์เท่านั้น ดังนั้นผู้ที่บริโภคอาหารกลุ่มมังสวิรัติอาจต้องการวิตามินบี 12 เสริมจากมื้ออาหาร เนื่องจากมีความสำคัญต่อการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของร่างกายมนุษย์ (Ahmad *et al.*, 2018) อีกทั้งเนื้อสัตว์ประกอบด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ ซึ่งสำคัญและจำเป็นต่อร่างกาย แร่ธาตุที่พบมากที่สุดในเนื้อสัตว์ ได้แก่ โพแทสเซียม และยังพบแร่ธาตุหลัก (marco-minerals) เช่น โซเดียม (Na) แคลเซียม (Ca) ฟอสฟอรัส (P) เป็นต้น ในเนื้อสัตว์ยังอุดมไปด้วยธาตุเหล็ก (Fe) ธาตุสังกะสี (Zn) และซีลิเนียม (Se) ที่ถูกจัดเป็นแร่ธาตุรอง (micro-minerals) ที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อย (Soetan *et al.*, 2010) จะเห็นได้ว่า เนื้อสัตว์เป็นแหล่งของอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ จำเป็นต่อร่างกาย เมื่อนำเนื้อสัตว์ไปผ่านการปรุงหรือแปรรูปทำให้กลายเป็นอาหารที่มีความน่าสนใจ มีรสชาติอร่อย และถูกใจผู้บริโภคอย่างมาก ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จึงเป็นที่ต้องการและมีมูลค่าสูง (Perez-Palacios *et al.*, 2019) แต่ในปัจจุบันผู้บริโภคมีมุมมองด้านลบกับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เนื่องจากมีการเผยแพร่ข้อมูลผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปแบบดั้งเดิมในอดีตตั้งแต่ ค.ศ. 2011-2021 ถึงผลเสียต่อสุขภาพหลายประการต่อร่างกาย เนื่องจากมีปริมาณเกลือและไขมันสูง มีกรดไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลประกอบด้วยสารเติมแต่งอาหารประเภทสังเคราะห์ สารไนไตรท์ เส้นใย โปรตีนที่ไม่ได้มาจากสัตว์ และวัตถุดิบประเภทไขมันอย่างหลากหลาย มีวัตถุประสงค์ในการใช้เพื่อเป็นส่วนประกอบ ทำให้มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค รวมถึงการใช้เป็นสารเติมแต่งอาหารเพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านต่าง ๆ ตลอดจนการใช้เป็นสารกันบูดในผลิตภัณฑ์ สารทั้งหมดที่กล่าวมาส่งผลทำให้เกิดกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) เป็นโรคที่เกิดจากการใช้ชีวิตประจำวันหรือพฤติกรรมของการดำเนินชีวิตที่ไม่เหมาะสม มีการดำเนินการโรคอย่างช้า ค่อย ๆ สะสมอาการอย่างต่อเนื่อง เมื่อมีอาการของโรคมักจะเกิดการเรื้อรังของโรค ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อร่างกาย ประกอบด้วย

โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคไขมันในเลือดสูง โรคอ้วนลงพุง โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคถุงลมโป่งพอง และโรคมะเร็ง เป็นต้น (Saldaña *et al.*, 2021; Cross *et al.*, 2010; Micha *et al.*, 2010; Santarelli *et al.*, 2010) ยิ่งทำให้เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความสนใจและความระมัดระวังมากเป็นพิเศษจากผู้บริโภค นอกจากนั้นการนำเสนอข่าวจากสื่อนานาประเทศ ในกรณีของการพบโรควัวบ้า หรือ Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) เป็นโรคที่มีผลต่อสมองของวัวหรือโคและคน นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เชื่อว่าสาเหตุเกิดจากโปรตีนที่ผิดปกติในเนื้อเยื่อสมองที่เรียกว่า พรีออน (prion) และผู้ที่บริโภคเนื้อสัตว์ที่ปนเปื้อนเชื้อโรควัวบ้า และก่อให้เกิดโรคที่เรียกว่า variant Creutzfeldt-Jakob (vCDJ) มีอาการเบื้องต้นตั้งแต่การรับความรู้สึกที่ผิดปกติ เคลื่อนไหวผิดปกติ ความจำเสื่อม ตลอดจนอาจหมดสติ และเสียชีวิตได้ในที่สุด (Spickler, 2008) โรคเท้าและปากเปื่อยในสัตว์ โรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีก รวมถึงในปี ค.ศ. 2015 มีคำแนะนำและข้อจำกัดในการบริโภคเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ กำหนดโดยองค์กรวิจัยด้านมะเร็งระหว่างประเทศ ซึ่งเป็นองค์กรย่อยขององค์การอนามัยโลก (International Agency for Research on Cancer of World Health Organization) จากข้อมูลดังกล่าวส่งผลเสียต่อภาพลักษณ์ของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เพราะผู้บริโภคมีทัศนคติและตัดสินใจไม่เลือกบริโภค ส่งผลให้สังคมในปัจจุบันมีการบริโภคเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปลดลง ต้องการผลิตภัณฑ์ที่ไม่ส่งผลเสียต่อร่างกาย ประกอบกับวิถีชีวิตของผู้ที่รักสุขภาพและรักสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ทำให้มีความต้องการผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ดีต่อสุขภาพและมีความเป็นอาหารฟังก์ชันมากขึ้น การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อตอบโจทย์สุขภาพและความยั่งยืนเป็นความท้าทายของสังคมยุคนี้ อุตสาหกรรมเนื้อสัตว์จึงต้องปรับตัวเพื่อตอบสนองความต้องการและทำให้ผู้บริโภคยอมรับในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อสุขภาพ

แนวโน้มการยอมรับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ดีต่อสุขภาพ ผู้บริโภคมีความสนใจถึงแหล่งที่มา และกระบวนการผลิต ทำจากอะไร มีกระบวนการผลิตอย่างไร มีข้อมูลของส่วนประกอบต่าง ๆ ทั้งทางกายภาพ เคมี คุณค่าทางโภชนาการและทางประสาทสัมผัส ตลอดจนปัจจัยจากภายนอก ได้แก่ การมีความรับผิดชอบต่อสังคม สิ่งแวดล้อม จริยธรรม และศาสนา เนื่องจากผู้บริโภคในช่วงปี ค.ศ. 2016-2021 ได้ให้ความสำคัญและสนใจรายละเอียดกับเส้นทางตั้งแต่ต้นน้ำสู่ปลายน้ำ จากวัตถุดิบจนเป็นผลิตภัณฑ์ถึงมือผู้บริโภค อาทิ สวัสดิภาพของสัตว์ การได้รับการดูแลเอาใจใส่ในระหว่างการเลี้ยง รวมถึงความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม (Akaichi *et al.*, 2019; Petrescu *et al.*, 2020) โดยสามารถเห็นได้จากการระบุไว้ที่ฉลากบนบรรจุภัณฑ์ของเนื้อสัตว์ตัดแต่ง และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป ซึ่งแสดงถึงรายละเอียดต่าง ๆ มากขึ้น อาทิ การเลี้ยงแบบอิสระ อารมณ์ดี เกษตรอินทรีย์ (organic) ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม (sustainability) การเลี้ยงด้วยหญ้า (grass-fed) การเลี้ยงด้วยธัญพืช (grain-fed) หรือการเสริมโอเมก้า 3 เป็นต้น มีผลการสำรวจพบว่าผู้บริโภคมีความเต็มใจที่จะจ่ายและเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เพราะผู้บริโภคมีความสนใจเรื่องคุณภาพอาหารมากขึ้น โดยเฉพาะอาหารที่ส่งผลต่อสุขภาพร่างกาย ทั้งผลดีและผลเสีย เพื่อที่ไว้ใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการเลือกบริโภคอาหารที่ส่งผลดีและหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารที่ส่งผลเสียต่อร่างกาย อีกทั้งรูปแบบการใช้ชีวิตสมัยใหม่ในปัจจุบันที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้อุตสาหกรรมเนื้อสัตว์

จำเป็นต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคให้มีความน่าสนใจ สะอาด และดีต่อสุขภาพ โดยใช้กระบวนการหรือเทคโนโลยีเพื่อตอบโจทย์ใหม่ ๆ และความคาดหวังของผู้บริโภค (Teixeira and Rodrigues, 2021)

ในช่วงปี ค.ศ. 2011-2021 ทั้งหน่วยงานทางด้านสุขภาพ สถาบันวิจัยและภาคอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ ได้มีการศึกษาและวิจัย โดยมุ่งเน้นในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อให้ส่งผลที่ดีต่อสุขภาพและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อสุขภาพที่มีการผลิตเพื่อวางขายในตลาด จะมีศักยภาพสูงสุดต่อเมื่อส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค และให้ผลประกอบการที่ดีในระดับอุตสาหกรรม แต่สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ผู้บริโภคยอมรับในผลิตภัณฑ์ (Hung *et al.*, 2016) ปัจจุบันแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อสุขภาพสามารถสรุปได้ออกเป็น 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ การลดปริมาณหรือปรับปรุงองค์ประกอบของไขมัน การลดปริมาณเกลือ และการลดสารไนเตรทและสารไนไตรท์ รวมถึงการใช้สารฟังก์ชั่นต่าง ๆ ที่ส่งผลดีต่อสุขภาพ อาทิ สารต้านอนุมูลอิสระ สารพรีไบโอติก เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 1




**รูปที่ 1** แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อสุขภาพ
**ที่มา :** ดัดแปลงจาก Teixeira and Rodrigues (2021)

## การลดปริมาณไขมันหรือปรับปรุงองค์ประกอบของไขมัน

จากการศึกษาวิจัยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการเลือกใช้น้ำมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเพื่อทดแทนกรดไขมันอิ่มตัวจากไขมันสัตว์ในผลิตภัณฑ์ในปริมาณบางส่วน เช่น การใช้แทนเพียงร้อยละ 20 หรือ 50 หรือใช้ทดแทนทั้งหมดจากสูตรดั้งเดิม โดยมุ่งหวังพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปที่ได้มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีขึ้น กล่าวคือมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะกรดไขมันโอเมก้า 3 ได้แก่ กรดแอลฟาลิโนเลอิก (alpha-linoleic acid) ดีเอชเอ (DHA) และอีพีเอ (EPA) เป็นต้น ซึ่งเป็นกลุ่มของกรดไขมันที่มีข้อแนะนำในการบริโภคเพื่อให้ได้สารอาหารที่เพียงพอ เหมาะสมกับร่างกาย อีกทั้งสามารถป้องกันและรักษากลุ่มโรคหลอดเลือดและหัวใจได้ (Gebauer *et al.*, 2006) โดยมีการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมเข้ามาใช้ร่วมด้วย ได้แก่ เทคโนโลยีการห่อหุ้มในระดับไมโคร (microencapsulation) มาใช้เพื่อปรับปรุงองค์ประกอบของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์โดยใช้ห่อหุ้มน้ำมันที่ดีต่อสุขภาพ พบว่า ส่งผลให้องค์ประกอบของกรดไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีคุณภาพดีขึ้น (Heck *et al.*, 2020a) นอกจากนั้นยังมีการใช้เทคโนโลยีโอลีโอเจล (oleogel) ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อสุขภาพ พบว่าสามารถทดแทนไขมันอิ่มตัวในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เดิมได้ (López-Pedrouso *et al.*, 2021) เมื่อนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ผลการทดสอบพบว่าผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบทั้งที่ใกล้เคียงและที่มีคะแนนต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ควบคุม สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ได้คะแนนต่ำกว่า จะมีกระบวนการปรับปรุงและพัฒนาสูตรต่อไป (Dominguez and French, 2020)

แหล่งของน้ำมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำมันที่ได้จากพืชชนิดต่าง ๆ อาทิ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม น้ำมันเมล็ดทานตะวัน น้ำมันมะกอก น้ำมันคาโนลา เป็นต้น ในปัจจุบันมีการศึกษาน้ำมันจากพืชชนิดทางเลือกอื่นมากขึ้น เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติรวมถึงคุณภาพในการนำมาบริโภคที่ส่งผลต่อร่างกายของมนุษย์มากขึ้น de Carvalho และคณะ (2020) ศึกษาการใช้น้ำมันจากเมล็ดเชีย (chia oil) เมล็ดแฟลกซ์ (flaxseed oil/linseed oil) ถั่วเสือ (tiger nut oil) และน้ำมันมะกอก (olive oil) เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติด้านต่าง ๆ รวมถึงการยอมรับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ของผู้บริโภคพบว่า การใช้น้ำมันจากเมล็ดเชียและน้ำมันจากเมล็ดแฟลกซ์ ให้คุณค่าทางโภชนาการที่ดีในด้านองค์ประกอบของกรดไขมันรวม คือ มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวลดลง และมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงขึ้น แต่ส่งผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส จึงเป็นข้อจำกัดและข้อควรระวังในการนำมาใช้

Heck และคณะ (2019) ได้ใช้กระบวนการไฮโดรเจลอิมัลชัน (hydrogelled emulsion) โดยใช้น้ำมันจากเมล็ดเชียและเมล็ดแฟลกซ์พบว่า ส่งผลต่อคุณลักษณะที่ดีเมื่อนำมาผลิตเป็นแพตตี้ (pattie) ชนิดไขมันต่ำ และมีระดับไขมันที่ดีต่อสุขภาพ อีกทั้งสามารถปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการ โดยเป็นการทดแทนไขมันหมูร้อยละ 20 ด้วยอิมัลชัน เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการทดสอบที่ได้พบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะทดแทนไขมันหมูได้สูงถึงร้อยละ 60 อีกทั้ง Heck และคณะ (2017) สามารถผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์แพตตี้ไขมันต่ำโดยใช้น้ำมันจากเมล็ดเชียและน้ำมันจากเมล็ดแฟลกซ์ ซึ่งมีอัตราส่วนระหว่างโอเมก้า 6 ต่อ 3 ที่ดีต่อสุขภาพ เพื่อทดแทนไขมันอิ่มตัว ด้วยเทคโนโลยีการห่อหุ้มในระดับไมโคร (microencapsulation) โดยการพัฒนาสามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น และเทคโนโลยีดังกล่าวไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ Vargas-Ramella และคณะ (2020b) ทดแทนไขมันหมูในแพตตี้เนื้อกวาง ด้วยน้ำมันจากถั่วเสือ น้ำมันจากเมล็ดเชีย และน้ำมันจากเมล็ดแฟลกซ์พบว่า การใช้น้ำมันจากถั่วเสือ สามารถลดปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและเพิ่มปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดียว ในขณะที่น้ำมันจากเมล็ดแฟลกซ์สามารถลดไขมันอิ่มตัวและมีอัตราส่วนของโอเมก้า 6 ต่อโอเมก้า 3 รวมถึงกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นผลิตภัณฑ์จากน้ำมันถั่วเสือและเมล็ดแฟลกซ์ ไม่ส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และมีการยอมรับจากทั่วโลก de Carvalho และคณะ (2020) ใช้น้ำมันจากเมล็ดแฟลกซ์เพื่อเพิ่มคุณภาพของกรดไขมัน โดยไม่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางเทคโนโลยีและทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกเนื้อแกะ

อย่างไรก็ตามการใช้น้ำมันที่ดีต่อสุขภาพในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (Heck *et al.*, 2020b) ส่งผลต่อความสามารถในการเกิดออกซิเดชัน และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งมีความไวและเหมาะกับการเกิดปฏิกิริยาได้ จึงเป็นข้อจำกัดเมื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ อาจส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาที่สั้นลง มีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสได้เร็วขึ้น Vargas-Ramella และคณะ (2020b) พบว่า การใช้น้ำมันปริมาณร้อยละ 10 เพื่อผลิตแพตตี้เนื้อกวาง ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดี และมีเสถียรภาพของการเกิดออกซิเดชันที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เดิม อีกทั้งแพตตี้ที่ได้ยังจัดเป็นแพตตี้ไขมันต่ำ ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวต่ำ และมีโอเมก้า 3 สูง Vargas-Ramella และคณะ (2020c) ใช้

เทคโนโลยีห่อหุ้มระดับไมโคร (microencapsulation) น้ำมันที่ดีต่อสุขภาพทำให้ผลิตภัณฑ์ปาเต๊ะ (pâté) กวางหรือตับกวางบด ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปทั่วไปนิยมบริโภคในหลายประเทศโดยเฉพาะโซนยุโรป (Pateiro *et al.*, 2014) มีคุณลักษณะทางกายภาพเคมี รวมถึงคุณค่าทางโภชนาการที่ดี กล่าวคือ มีปริมาณไขมัน คอเลสเตอรอล และกรดไขมันอิ่มตัวต่ำ มีปริมาณโอเมก้า 3 สูง ส่งผลต่อการเกิดออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส เมื่อใช้น้ำมันจากเมล็ดเชียและเมล็ดแฟลกซ์ไปผ่านกระบวนการ encapsulation ส่งผลให้คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้อย แต่การใช้น้ำมันจากถั่วเสือไม่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม น้ำมันจากถั่วเสือจึงสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งน้ำมันทางเลือกเพื่อสุขภาพและทดแทนไขมันหมูในผลิตภัณฑ์ได้

นอกจากนั้น da Silva และคณะ (2019) ได้ใช้เทคโนโลยีโอลีโอเจล (oleogel) ซึ่งอุดมไปด้วยกรดไขมันโอเลอิกเพื่อทดแทนไขมันอิ่มตัวในไส้กรอกประเภทโบโลน่า โดยสามารถทดแทนไขมันได้ถึงร้อยละ 16-29 อีกทั้งยังมีองค์ประกอบของไขมันที่ดีต่อสุขภาพและไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ Vargas-Ramella และคณะ (2020a) ใช้เทคโนโลยีเจลอิมัลชันถั่วเหลืองเพื่อพัฒนาไส้กรอกเนื้อกวางหมักพบว่า สามารถปรับปรุงได้ทั้งองค์ประกอบและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังแนะนำการใช้เทคโนโลยีดังกล่าว เพื่อเป็นกลยุทธ์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักเพื่อสุขภาพ Urgu-Öztürk และคณะ (2020) ใช้ถั่วเฮเซลนัทร่วมกับเทคนิคอิมัลชันเพื่อทดแทนไขมันเพื่อพัฒนาไส้กรอกเนื้อวัวเพื่อสุขภาพพบว่า การทดแทนไขมันวัวในปริมาณทั้งหมด หรือบางส่วนด้วยอิมัลชันจากน้ำมันและผงเฮเซลนัท ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวลดลง แต่มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงขึ้น และผลิตภัณฑ์ยังคงมีคุณลักษณะเนื้อสัมผัส คุณสมบัติทางเทคโนโลยีและทางประสาทสัมผัสที่ดีและมีคุณภาพเดียวกัน Rodrigues และคณะ (2019) ใช้น้ำมันมะกอกเพื่อทดแทนไขมันหมูในผลิตภัณฑ์ปาเต๊ะเนื้อแกะและเนื้อแพะพบว่า ผู้บริโภคสามารถแยกความแตกต่างปาเต๊ะที่ผลิตจากไขมันหมูและน้ำมันมะกอกได้

นอกจากนั้นยังมีการใช้วัตถุดิบอื่นนอกเหนือจากไขมันหรือน้ำมันต่าง ๆ เพื่อทดแทนไขมัน โดย Rezler และคณะ (2021) ได้ใช้แป้งดัดแปรเพื่อทดแทนไขมันสัตว์ในผลิตภัณฑ์ปาเต๊ะจากหมูและตับเพื่อปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัส Rabadán และคณะ (2021) พัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้เบอร์เกอร์เนื้อแกะโดยการทดแทนวัตถุดิบดั้งเดิม โดยพัฒนาสูตรจากน้ำมันและแป้งจากถั่วและเมล็ดธัญพืชต่าง ๆ น้ำมันจากถั่วสามารถใช้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของแพตตี้การทดแทนเนื้อแกะด้วยแป้งอัลมอนด์ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณโปรตีนสูง ผลการทดสอบกับผู้บริโภคพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมีผลการยอมรับของผู้บริโภคที่น้อยกว่าผลิตภัณฑ์เนื้อแกะเดิม ไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสูตร แป้งจากเมล็ดเชียและเมล็ดป๊อบปี้ แป้งจากพิสตาชิโอและเมล็ดเชีย น้ำมันอัลมอนด์และแป้งวอลนัท และน้ำมันป๊อบปี้และแป้งอัลมอนด์

## การลดปริมาณเกลือ

เกลือเป็นวัตถุดิบที่ให้รสชาติเค็ม หนึ่งในรสชาติที่ทำให้อาหารมีความอร่อยและกลมกล่อม สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของอาหาร และเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ แต่การบริโภคเกลือที่มากเกินไปส่งผลต่อความดันโลหิตที่สูงขึ้น ประชากรวัยผู้ใหญ่ทั่วโลกเป็นโรคความดันโลหิตสูงประมาณร้อยละ 25 ซึ่งเป็นความเสี่ยงหลักของการ

เกิดโรคในกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดและหัวใจ อีกทั้งยังส่งผลให้มีความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวานและโรคไต ทำให้เกิดการวิจัยพัฒนาเพื่อศึกษาและทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ด้วยวัตถุดิบต่าง ๆ เกลือโพแพสเซียมคลอไรด์ (KCl) เกลือแมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$) และเกลือแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) คือ กลุ่มของเกลือที่มีการทดแทนลงในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์มากที่สุด (Toldrá and Reig, 2011)

Vidal และคณะ (2019) ศึกษาการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยการผสมเกลือชนิดอื่น ๆ (KCl และ $CaCl_2$) ในผลิตภัณฑ์เนื้อวัวแห้งพบว่า มีคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัสที่ดี สามารถใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ร้อยละ 50 เพื่อลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์เนื้ออบแห้งได้ Hwang และคณะ (2017) ศึกษาการใช้สารสกัดจากบีทรูทหมักในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์-เฟอร์เตอร์ที่มีการลดปริมาณเกลือลงพบว่า มีการยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่มีการลดเกลือ และส่งผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส มีคะแนนการยอมรับโดยรวมลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น สรุปได้ว่า สารสกัดจากบีทรูทหมักสามารถใช้เพื่อลดปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์ลงได้ Rocha และคณะ (2019) พัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ เพื่อสุขภาพโดยการปรับสูตรลดปริมาณไขมันและโซเดียมลงพบว่าผู้บริโภคยอมรับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ได้ปรับสูตร จึงจัดเป็นทางเลือกที่ดีในขยายกำลังการผลิตสู่ระดับอุตสาหกรรมเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไขมันและโซเดียมต่ำเพื่อสุขภาพ

Shan และคณะ (2017) ศึกษาทัศนคติของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปประเภทขึ้นรูปเพื่อสุขภาพ (reformulated) อาทิ แฮม ไส้กรอก เนื้อเบอร์เกอร์ (วัว) พบว่า ปัจจัยสำคัญที่ผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคมากที่สุด คือ ราคา และส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบที่ส่งผลต่อสุขภาพและปริมาณเกลือและไขมันเป็นปัจจัยสำคัญรองลงมา สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีความน่าสนใจและเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคหากลดปริมาณเกลือและไขมันลง ได้แก่ แฮม ไส้กรอก และเนื้อแฮมเบอร์เกอร์ นอกจากนั้นวัตถุดิบเพื่อสุขภาพที่ต้องการให้ใช้ในผลิตภัณฑ์มากที่สุด คือ กรดไขมันโอเมก้า 3 Di Vita และคณะ (2019) ศึกษาทัศนคติของผู้บริโภคชาวอิตาเลียนถึงปัจจัยสำคัญในการเลือกซื้อแฮมที่ดีต่อสุขภาพพบว่าผู้บริโภคมีความต้องการซื้อแฮมแบบดั้งเดิม (แฮมที่ประกอบด้วยเกลือ ไนไตรท์ และไขมันในปริมาณสูง) ลดลง อีกทั้งผู้บริโภคยังให้ความสำคัญกับรสชาติ สี และความชุ่มฉ่ำ (juiciness) ของแฮม โดยคุณลักษณะดังกล่าวเป็นผลมาจากส่วนประกอบที่อาจไม่ดีต่อสุขภาพที่กล่าวข้างต้นในปริมาณสูง (เกลือ ไนไตรท์ และไขมัน) Saldaña และคณะ (2020) ศึกษาทัศนคติของผู้บริโภคในการเลือกซื้อ ผลิตภัณฑ์เบคอนรมควัน พบว่า ปัจจัยหลัก คือ คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส และปัจจัยรองที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญในการตัดสินใจเลือกซื้อ คือ ผลิตภัณฑ์ด้านสุขภาพ การบริโภคและความสะดวกสบาย ตามลำดับ จากผลการศึกษาอาจช่วยให้อุตสาหกรรมในทุกระดับ สามารถนำไปใช้เพื่อเปิดตัวผลิตภัณฑ์ใหม่ และเพิ่มโอกาสในการประสบความสำเร็จในตลาดได้สูงขึ้น Cardona และคณะ (2020) ศึกษาทัศนคติและพฤติกรรมในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์บดของชาวสเปนพบว่า สีและลักษณะปรากฏเป็นปัจจัยสำคัญของผู้บริโภคมากที่สุด

## การลดปริมาณไนไตรท์และไนเตรท

การใช้ไนเตรทและไนไตรท์ในรูปของเกลือเป็นวัตถุเจือปนอาหารมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาและยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ในช่วงปี ค.ศ. 2011-2021 องค์การสาธารณสุข สถาบันวิจัยและอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ได้ศึกษาเพื่อลดและหาสิ่งที่สามารถทดแทนสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทั่วโลก นอกจากการใช้โซเดียมไนไตรท์และไนเตรทจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษา ยังส่งผลถึงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยเฉพาะในด้านของกลิ่นรส ในทางกลับกันยังส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยไนไตรท์และไนเตรทที่ใช้จะแตกตัวและทำปฏิกิริยากับหมู่เอมีนที่เป็นสารประกอบต่าง ๆ ในอาหาร เกิดเป็นสารไนโตรซามีน (nitrosamine) ภายใต้กระบวนการแปรรูปด้วยความร้อน และสามารถจะเกิดได้เร็วขึ้นที่ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 3.5 และจะเกิดช้าลงเมื่อค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้น (Pegg and Shahidi, 2000) สารไนโตรซามีนเป็นสารเคมีที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งในอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย การเติมกรดแอสคอร์บิกลงในผลิตภัณฑ์สามารถป้องกันการสร้างไนโตรซามีน เนื่องจากทำให้ไนไตรท์เกิดปฏิกิริยากับกรดแอสคอร์บิกเป็นไนตริกออกไซด์ จึงช่วยลดความเป็นไปได้ในการเกิดสารไนโตรซามีน (Toldrá, 2002)

Hung และคณะ (2016) ศึกษาพฤติกรรมและทัศนคติต่าง ๆ ของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในระบบตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำและเป็นผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย รวมถึงปฏิกิริยาของผู้บริโภคต่อนวัตกรรมของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปที่ปรับลดปริมาณไนไตรท์ลงโดยใช้สารในกลุ่มพฤกษเคมี (phytochemical) พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความกังวลคุณภาพผลิตภัณฑ์ว่าจะมีรสชาติอย่างไร มีอายุการเก็บนานหรือไม่ รวมถึงการส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค อีกทั้งได้สำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปที่มีการลดปริมาณไนไตรท์ลงและใช้สารประกอบจากธรรมชาติทดแทนพบว่า ผู้บริโภคในประเทศเนเธอร์แลนด์ อิตาลี และเยอรมัน ขาดความรู้เกี่ยวกับการใช้สารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อให้มีกลิ่นและรสชาติที่ดี และมีทัศนคติที่ดีในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปแบบใหม่ที่ดีต่อสุขภาพ

จากงานวิจัยในช่วงปี ค.ศ. 2016-2021 พบว่าผู้บริโภคยอมรับและมีความพึงพอใจกับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่มีการทดแทนไนไตรท์ด้วยสารสกัดจากธรรมชาติแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์เพิ่มมากขึ้น Sucu และ Turp (2018) ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ผงบีทรูทในไส้กรอก sucuk ซึ่งเป็นไส้กรอกเนื้อวัวหมัก เพื่อเป็นการใช้สารธรรมชาติแทนการใช้ไนไตรท์ พบว่า สามารถใช้ผงบีทรูทแทนไนไตรท์โดยไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารไนไตรท์เป็นสารกันเสีย และมีการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในด้านรสชาติสูงกว่า Jin และคณะ (2018) ศึกษาวัตถุดิบธรรมชาติเพื่อแทนการใช้สารไนไตรท์ โดยได้ศึกษาผลของการใช้ผงที่สกัดจากพืชผักและผลไม้ต่าง ๆ ต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกพบว่า ไส้กรอกที่ใช้วัตถุดิบธรรมชาติมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสดี โดยมีคะแนนสูงกว่า เมื่อทดสอบด้วยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน ไส้กรอกที่มีการใช้ผงขึ้นฉ่ายฝรั่งหรือผงเซเลอรี (celery) ได้รับการยอมรับสูงที่สุด ในทางกลับกันผงมันม่วงไม่เหมาะกับการใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเพราะให้คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ไม่ดี Ozaki และคณะ (2020) สามารถใช้ผงแรดิชกับไค-โตซาน (chitosan) ร้อยละ 0.25 และ 0.5 ตามลำดับ เพื่อทดแทนสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักปรุงสุกได้ เนื่องจากมีคุณลักษณะที่ดี และสามารถยับยั้ง

การเจริญของจุลินทรีย์ในระดับที่ปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ได้ อีกทั้งผู้บริโภคให้การยอมรับไส้กรอกที่ใช้ผงแรดิชร่วมกับไคโตซาน แต่ยังต้องมีการนำไปศึกษาและพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดีขึ้น Alirezalu และคณะ (2021) ใช้สารสกัดต่าง ๆ จากพืชร่วมกับ ε-polylysine (ε -PL) หรือ ε -polylysine nanoparticle (ε -PLN) สามารถใช้เป็นสารยับยั้งจุลชีพเพื่อทดแทนสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระ แต่ยังได้รับการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสีและความชอบโดยรวมน้อยกว่าไส้กรอกดั้งเดิม จึงต้องมีการนำไปพัฒนาต่อไป

จากการศึกษาวิจัยจำนวนมากที่ดำเนินการเพื่อหาทางแก้ไขปัญหาเพื่อลดหรือทดแทนสารไนไตรท์และสารไนเตรทในกระบวนการแปรรูปเนื้อสัตว์ ในปัจจุบันยังไม่สามารถหาทางแก้ไขอย่างชัดเจนได้โดยไม่ส่งผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ไม่ว่าจะเป็นตั้งแต่กลุ่มผู้บริโภคทั่วไป ผู้ทดสอบชิมที่ได้รับการฝึกฝน และผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนอย่างเชี่ยวชาญ ที่มีการวางแผนแบ่งกลุ่มการศึกษาและเป็นตัวแทนของกลุ่มข้อมูลที่ดีทั้งในด้านอายุ เพศ กลุ่มสังคมและเศรษฐกิจ ซึ่งสามารถนำไปสรุปผลของการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคได้อย่างถูกต้องและไม่คลาดเคลื่อนได้

ปัจจุบันกระทรวงสาธารณสุขกำหนดมาตรฐานการใช้สารไนไตรท์และไนไตรทในผลิตภัณฑ์อาหารของประเทศไทย กำหนดตามมาตรฐานของคณะกรรมาธิการโครงการมาตรฐานอาหาร องค์การอนามัยโลก (Codex) ซึ่งระบุการใช้ไนไตรท์ ทั้งโซเดียมไนไตรท์ (INS 250) และโพแทสเซียมไนไตรท์ (INS 249) ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปทั้งกลุ่มที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและกลุ่มที่ผ่านการบดละเอียดและขึ้นรูปใหม่ให้ใช้ได้ไม่เกิน 80 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับการใช้ไนเตรท โซเดียมไนไตรท์ (INS 251) และโพแทสเซียมไนไตรท์ (INS 252) ในผลิตภัณฑ์ชีสใช้ได้ไม่เกิน 35 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission, 2019) แต่ไม่มีระบุในกลุ่มของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หรือผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป ทั้งนี้หน่วยงานเพื่อความปลอดภัยของอาหารยุโรป (European Food Safety Authority) ได้ระบุเกณฑ์การประเมินและการกำหนดค่าความปลอดภัยซึ่งคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญว่าด้วยวัตถุเจือปนอาหารขององค์การอาหารและเกษตร และองค์การอนามัยโลกแห่งสหประชาชาติ (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA) ในปี ค.ศ. 2002 ว่าด้วยปริมาณสารไนไตรท์ที่ร่างกายรับได้อยู่ที่ปริมาณ 0.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัวต่อวัน และปริมาณสารไนเตรทที่ร่างกายรับได้อยู่ที่ปริมาณ 3.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัวต่อวัน (European Food Safety Authority, 2018)

## บทสรุป

เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เป็นอีกหนึ่งกลุ่มของอุตสาหกรรมอาหารที่กำลังเผชิญหน้ากับความท้าทายอย่างต่อเนื่องเพื่อที่จะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพ และผู้บริโภคให้การยอมรับ แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ไม่ว่าจะเป็นการใช้วัตถุดิบที่ดีต่อสุขภาพ การใช้สารต้านอนุมูลอิสระและสารสกัดจากธรรมชาติ การใช้ไขมันดัดแปรที่มีไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลต่ำแต่มีไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนสูง ตลอดจนการลดปริมาณเกลือและสารไนไตรท์ลง ดังที่กล่าวมาข้างต้น ยังคงมีการดำเนินการต่อไปเพื่อปรับปรุงและพัฒนาให้ดีมากขึ้น อย่างไรก็

ตามการวิจัยพัฒนาและปรับปรุงสูตรและกระบวนการผลิตในรูปแบบใหม่ให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ จะสามารถนำมาใช้จริงในระดับอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ได้ เมื่อผู้บริโภคให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์นั้น ๆ จะเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สามารถวางขายและออกสู่ท้องตลาดได้ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์พร้อมบริโภค (ready to eat) มีแนวโน้มได้รับความสนใจมากขึ้น และจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้นหากมีจุดเด่นที่ส่งผลดีต่อสุขภาพ เพราะแนวโน้มอาหารเพื่อสุขภาพเกิดขึ้นในปัจจุบันและจะคงอยู่อย่างต่อเนื่องต่อไปในอนาคต เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่ ๆ จึงเป็นตัวแปรสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

**เอกสารอ้างอิง**


Ahmad RS, Imran A and Hussain MB. 2018. Nutritional Composition of Meat. Meat Sci Nut. 61-77.

Akaichi F, Glenk K and Revoredo-Giha C. 2019. Could animal welfare claims and nutritional information boost the demand for organic meat? Evidence from non-hypothetical experimental auctions. J. Clean. Prod. 207 : 961-970.

Alirezalu K, Hesari J, Yaghoubi M, Khaneghah AM, Alirezalu A, Pateiro M and Lorenzo JM. 2021. Combined effects of **ε**-polylysine and **ε**-polylysine nanoparticles with plant extracts on the shelf life and quality characteristics of nitrite-free frankfurter-type sausages. Meat Sci. 172 : 108318.

Cardona M, Gorriz A, Barat JM and Fernández-Segovia I. 2020. Perception of fat and other quality parameters in minced and burger meat from Spanish consumer studies. Meat Sci. 166 : 108138.

Cross AJ, Ferrucci LM, Risch A, Graubard BI, Ward MH, Park Y, Hollenbeck AR, Schatzkin A and Sinha R. 2010. A large prospective study of meat consumption and colorectal cancer risk: an investigation of potential mechanisms underlying this association. Cancer Res. 70 : 2406-2414.

da Silva SL, Amaral JT, Ribeiro M, Sebastião EE, Vargas C, Franzen FL, Schneider G, Lorenzo JM, Fries LLM, Cichoski AJ and Campagnol PCB. 2019. Fat replacement by oleogel rich in oleic acid and its impact on the technological, nutritional, oxidative, and sensory properties of Bologna-type sausages. Meat Sci. 149 : 141-148.

de Carvalho FAL, Munekata PES, Pateiro M, Campagnol PCB, Domínguez R, Trindade MA and Lorenzo JM. 2020. Effect of replacing backfat with vegetable oils during the shelf-life of cooked lamb sausages. LWT. 122 : 109052.

Di Vita G, Blanc S, Brun F, Bracco S and D'Amico M. 2019. Quality attributes and harmful components of cured meats : Exploring the attitudes of Italian consumers towards healthier cooked ham. Meat Sci. 155 : 8-15.

Dominguez VR and French BM. 2020. 7. Conclusion: Anthropological Lives Unbound Anthropological Lives: An Introduction to the Profession of Anthropology. Rutgers University Press : 135-140.

European Food Safety Authority. 2018. EFSA explains risk assessment : nitrites and nitrates added to food, European Food Safety Authority.

Gebauer SK, Psota TL, Harris WS and Kris-Etherton PM. 2006. n-3 fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits. The American journal of clinical nutrition, 83(6 Suppl), 1526S–1535S.

Heck RT, Ferreira DF, Fagundes MB, Santos BAD, Cichoski AJ, Saldaña E, Lorenzo JM, de Menezes CR, Wagner R, Barin JS and Campagnol PCB. 2020b. Jabuticaba peel extract obtained by microwave hydrodiffusion and gravity extraction: A green strategy to improve the oxidative and sensory stability of beef burgers produced with healthier oils. Meat Sci. 170 : 108230.

Heck RT, Lorenzo JM, dos Santos BA, Cichoski AJ, de Menezes CR, Campagnol PCB. 2020a. Microencapsulation of healthier oils: an efficient strategy to improve the lipid profile of meat products. Curr Opin Food Sci. 40 : 6-12.

Heck RT, Saldaña E, Lorenzo JM, Correa LP, Fagundes MB, Cichoski AJ, de Menezes CR, Wagner R and Campagnol PCB. 2019. Hydrogelled emulsion from chia and linseed oils: A promising strategy to produce low-fat burgers with a healthier lipid profile. Meat Sci. 156 : 174-182.

Heck RT, Vendruscolo RG, Etchepare MdA, Cichoski AJ, de Menezes CR, Barin JS, Lorenzo JM, Wagner R and Campagnol PCB. 2017. Is it possible to produce a low-fat burger with a healthy n–6/n–3 PUFA ratio without affecting the technological and sensory properties? Meat Sci. 130 : 16-25.

Hung Y, de Kok, TM and Verbeke W. 2016. Consumer attitude and purchase intention towards processed meat products with natural compounds and a reduced level of nitrite. Meat Sci. 121 : 119-126.

Hwang KE, Kim TK, Kim HW, Oh NS, Kim YB, Jeon KH and Choi YS. 2017. Effect of fermented red beet extracts on the shelf stability of low-salt frankfurters. Food Sci. Biotechnol. 26(4) : 929-936.

International Agency for Research on Cancer of World Health Organization Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2018. Red Meat and Processed Meat. International Agency for Research on Cancer. 114 : 1-517.

Jin SK, Choi JS, Yang HS, Park TS and & Yim DG. 2018. Natural curing agents as nitrite alternatives and their effects on the physicochemical, microbiological properties and sensory evaluation of sausages during storage. Meat Sci. 146 : 34-40.

Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. 2019. Codex general standard for food additives (GSFA) online database. Rome. p. 178.

López-Pedrouso M, Lorenzo JM, Gullón B, Campagnol PCB and Franco D. 2021. Novel strategy for developing healthy meat products replacing saturated fat with oleogels. Curr. Opin. 40 : 40-45.

Micha R, Wallace SK and Mozaffarian D. 2010. Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke and diabetes mellitus. A systematic review and meta-analysis. Circulation. 121 : 2271-2283.

Ozaki MM, Munekata PES, Lopes AdS, Nascimento MdSd, Pateiro M, Lorenzo JM and Pollonio MAR. 2020. Using chitosan and radish powder to improve stability of fermented cooked sausages. Meat Sci. 167 : 108165.

Pateiro, M, Lorenzo JM, Amado IR and Franco D. 2014. Effect of addition of green tea, chestnut and grape extract on the shelf-life of pig liver pâté. Food Chemistry, 147 : 386-394.

Pegg RB and Shahidi F. 2000. Nitrite curing of meat. Ames. Iowa. USA : Wiley-Blackwell. p. 1-259.

Pérez-Palacios T, Ruiz-Carrascal J, Solomando JC and Antequera T. 2019. Strategies for enrichment in ω-3 fatty acids aiming for healthier meat products. Food Rev Int. 35 : 485-503.

Petrescu DC, Vermeir I and Petrescu-Mag RM. 2020. Consumer understanding of food quality, healthiness, and environmental impact : A cross-national perspective. Int. J. Environ. Res. Public Health. 17(1) : 1-20.

Rabadán A, Álvarez-Ortí M, Martínez E, Pardo-Giménez A, Zied DC and Pardo JE. 2021. Effect of replacing traditional ingredients for oils and flours from nuts and seeds on the characteristics and consumer preferences of lamb meat burgers. LWT. 136 : 110307.

Rezler R, Krzywdzińska-Bartkowiak M and Piątek M. 2021. The influence of the substitution of fat with modified starch on the quality of pork liver pâtés. LWT. 135 : 110264.

Rodrigues S, Almeida S, Pereira E and Teixeira A. 2019. How does the added fat source affect sensory quality of sheep and goat paˆte´ s? Cieˆncia Rural. 49 : e20190029.

Rocha DHA, Vaz PAAM, Pinto DCGA and Silva AMS. 2019. Synthesis Chalones and Their Isomerization into Flavanones and Azaflavanones. Methods Protoc. 2(3) : 1-8.

Saldaña E, Martins MM, Behrens JH, Valentin D, Selani MM and Contreras-Castillo CJ. 2020. Looking at non-sensory factors underlying consumers' perception of smoked bacon. Meat Sci. 163 : 108072.

Saldaña E, Merlo TC, Patinho I, Rios-Mera JD, Contreras-Castillo CJ and Selani MM. 2021. Use of sensory science for the development of healthier processed meat products: a critical opinion. Curr. Opin. 40 : 13-19.

Santarelli RL, Vendeuvre JL, Naud N, Tache S, Gueraud F, Viau M, Genot C, Corpet DE and Pierre FHF. 2010. Meat processing and colon carcinogenesis: cooked nitrite-treated and oxidized high-heme cured meat promotes mucin-depleted foci in rats. Cancer Prev Res. 3 : 852-864.

Shan LC, De Brún A, Henchion M, Li C, Murrin C, Wall PG and Monahan FJ. 2017. Consumer evaluations of processed meat products reformulated to be healthier – A conjoint analysis study. Meat Sci. 131 : 82-89.

Soetan KO, Olaiya CO and Oyewole OE. 2010. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants - A review. Afr. J. Food Sci. 4(5) : 200-222.

Spickler AR. 2008. Fast Facts Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE). The Center for Food Security & Public Health. Iowa State University. p. 1.

Sucu C and Turp GY. 2018. The investigation of the use of beetroot powder in Turkish fermented beef sausage (sucuk) as nitrite alternative. Meat Sci. 140 : 158-166.

Teixeira A and Rodrigues S. 2021. Consumer perceptions towards healthier meat products. Curr. Opin. Food Sci. 38 : 147-154.

Toldrá F. 2002. Dry-cured meat products. Ames, Iowa, USA : Wiley-Blackwell. p. 1-200.

Toldrá F and Reig M. 2011. Innovations for healthier processed meats. Trends Food Sci. Technol. 22(9) : 517-522.

Urgu-Öztürk M, Öztürk-Kerimoğlu B and Serdaroğlu M. 2020. Design of healthier beef sausage formulations by hazelnut-based pre-emulsion systems as fat substitutes. Meat Sci. 167 : 108162.

Vargas-Ramella M, Munekata PES, Gagaoua M, Franco D, Campagnol PCB, Pateiro M, Barretto ACS, Domínguez R and Lorenzo JM. 2020a. Inclusion of healthy oils for improving the nutritional characteristics of dry-fermented deer sausage. Foods. 9(1487) : 1-24.

Vargas-Ramella M, Munekata PES, Pateiro M, Franco D, Campagnol PCB, Tomasevic I, Domínguez R and Lorenzo JM. 2020b. Physicochemical composition and nutritional properties of deer burger enhanced with healthier oils. Foods. 9(571) : 1-17.

Vargas-Ramella M, Pateiro M, Barba FJ, Franco D, Campagnol PCB, Munekata PES, Tomasevic I, Domínguez R and Lorenzo JM. 2020c. Microencapsulation of healthier oils to enhance the physicochemical and nutritional properties of deer pâté. LWT. 125 :109223.

Vidal VAS, Biachi JP, Paglarini CS, Pinton MB, Campagnol PCB, Esmerino EA, da Cruz AG, Morgano MA and Pollonio MAR. 2019. Reducing 50% sodium chloride in healthier jerked beef: An efficient design to ensure suitable stability, technological and sensory properties. Meat Sci. 152 : 49-57.

วิชาการ

# ยีสต์โพรไบโอติก

## Probiotic yeasts

**กัญญรัตน์ กัญญาคำ (Kanyarat Kanyakam)**

*ฝ่ายจุลชีววิทยาประยุกต์ (Department of Applied Microbiology)*
*สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (Institute of Food Research and Product Development)*
*มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Kasetsart University)*

### จุดเด่น

- ยีสต์โพรไบโอติก *Saccharomyces boulardii*
- รักษาอาการท้องร่วง
- ความแตกต่างระหว่างโพรไบโอติกจากแบคทีเรียและยีสต์

### Highlights

- *Saccharomyces boulardii* as a probiotic yeast
- Treatment for diarrhea
- The difference between bacteria and yeast probiotic

### บทคัดย่อ

จุลินทรีย์โพรไบโอติกเป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางในเชิงประโยชน์ต่อสุขภาพ ส่วนใหญ่ที่นิยมนำมาใช้เป็นแบคทีเรียโพรไบโอติกกลุ่ม *Lactobacillus* และ *Bifidobacterium* นอกเหนือจากกลุ่มแบคทีเรียแล้ว ยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces boulardii* ได้รับการพิสูจน์ว่ามีคุณสมบัติโพรไบโอติกที่มีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัย และมีการผลิตทางการค้าอย่างแพร่หลาย โดยนำมาใช้ประโยชน์ในการรักษาโรคท้องร่วง (diarrhea) และรักษาระบบทางเดินอาหารผิดปกติที่เกิดจากการรับประทานยาปฏิชีวนะ คุณสมบัติเด่นของยีสต์โพรไบโอติกคือ มีความทนต่อยาปฏิชีวนะ ผู้ป่วยที่กำลังรักษาด้วยยาปฏิชีวนะจึงสามารถใช้ประโยชน์จากยีสต์โพรไบโอติกร่วมด้วย อีกทั้งการถ่ายทอดยีนดื้อยาจะไม่เกิดขึ้นระหว่างแบคทีเรียก่อโรคและยีสต์ จึงลดโอกาสการดื้อยาของผู้ป่วยได้ ยีสต์โพรไบโอติกจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการช่วยส่งเสริมสุขภาพและบรรเทารักษาโรคระบบทางเดินอาหาร ปัจจุบันมีงานวิจัยมุ่งเน้นศึกษาการคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์จากแหล่งต่าง ๆ และพิสูจน์คุณสมบัติความเป็นโพรไบโอติกมากขึ้น ตลอดจนทดสอบความปลอดภัย เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารและยาต่อไปในอนาคต

**คำสำคัญ :** ยีสต์โพรไบโอติก ระบบทางเดินอาหาร *Saccharomyces boulardii*
**Keywords :** probiotic yeasts, gastrointestinal tract, *Saccharomyces boulardii*

## บทนำ

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม รวมทั้งในร่างกายมนุษย์และสัตว์ บางชนิดอาจก่อให้เกิดโทษทำให้เจ็บป่วย แต่บางชนิดก็มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โพรไบโอติก (probiotics) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ พบอยู่ในทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์ ซึ่งมีบทบาทในการรักษาสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร เมื่อร่างกายได้รับในปริมาณที่เพียงพอจะทำให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพ ช่วยในการรักษาหรือป้องกันการติดเชื้อของระบบทางเดินอาหารและต้านการอักเสบ ส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายมนุษย์และสัตว์ โพรไบโอติกที่มีประสิทธิภาพนั้นควรมีสมบัติทนต่อสภาวะแวดล้อมของระบบทางเดินอาหารได้เป็นอย่างดี ซึ่งจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียในกลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติก ได้แก่ *Lactobacillus* sp. และ *Bifidobacterium* sp. นอกเหนือจากกลุ่มแบคทีเรียโพรไบโอติกแล้ว ปัจจุบันได้มีการค้นคว้าและยอมรับว่ายีสต์บางชนิดมีสมบัติเป็นโพรไบโอติก ยีสต์ที่ได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นโพรไบโอติกที่ดีและผลิตเพื่อการค้า คือ *Saccharomyces boulardii* ซึ่งการนำยีสต์โพรไบโอติกมาใช้มีข้อดี คือ ยีสต์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ได้ในช่วงที่กว้าง ทนต่อยาปฏิชีวนะ ซึ่งในการบำบัดรักษาโรคมีการนำยาปฏิชีวนะมาใช้รักษาโรคต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง การใช้ยาปฏิชีวนะอย่างต่อเนื่อง อาจทำให้เกิดการดื้อยาของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้ แต่ยีสต์ไม่ทำให้เกิดการถ่ายทอดยีนดื้อยาปฏิชีวนะเข้าสู่แบคทีเรียก่อโรค จึงลดโอกาสการดื้อยา ยีสต์โพรไบโอติกจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการช่วยส่งเสริมสุขภาพและบรรเทารักษาโรคระบบทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์ การใช้ประโยชน์จากยีสต์โพรไบโอติกใช้ได้หลายวัตถุประสงค์ เช่น เพื่อรักษาโรคต่าง ๆ ในทางการแพทย์ เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ยาบางประเภท เป็นส่วนผสมในอาหารฟังก์ชัน (functional food) การใช้เป็นกล้าเชื้อ (starter culture) ในผลิตภัณฑ์ขนมปังหรือการหมักไวน์และเบียร์ รวมถึงการใช้เป็นกล้าเชื้อร่วมกับแบคทีเรียกรดแล็กติกในการทำผลิตภัณฑ์นมหมักประเภทต่าง ๆ

## คุณสมบัติโพรไบโอติก

ปัจจุบันจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพได้รับความสนใจมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะจุลินทรีย์โพรไบโอติก (probiotic) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในร่างกายของมนุษย์และสัตว์ โดยลำไส้ใหญ่มีจุลินทรีย์อยู่มากที่สุด ซึ่งมีจุลินทรีย์อยู่ราวล้านล้านเซลล์ จุลินทรีย์ที่อยู่ในร่างกายส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรีย จุลินทรีย์ในแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันขึ้นกับปัจจัยหลายประการ โดยเฉพาะอายุและสภาวะสุขภาพ

โพรไบโอติกที่จะนำมาใช้กับคนและสัตว์ โดยเฉพาะการนำโพรไบโอติกไปใช้กับคนนั้น ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและประโยชน์ที่จะได้รับเป็นหลัก จึงต้องมีการศึกษาและทดสอบทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ทราบข้อมูล คุณสมบัติและประสิทธิผลต่อมนุษย์ รวมทั้งความปลอดภัย อย่างไรก็ตามองค์การอนามัยโลกได้มีการกำหนดกฎเกณฑ์ความปลอดภัยของจุลินทรีย์โพรไบโอติก และให้การรับรองจุลินทรีย์โพรไบโอติกว่ามีความปลอดภัย (Generally Regarded as Safe หรือ GRAS) โดยคุณสมบัติของจุลินทรีย์โพรไบโอติกมีดังต่อไปนี้

- จุลินทรีย์ดังกล่าวมีความคงตัว ทนต่อกรดและน้ำย่อยต่าง ๆ สามารถมีชีวิตผ่านไปถึงลำไส้ได้

- จุลินทรีย์มีความสามารถในการยึดเกาะกับเยื่อบุลำไส้
- มีการทดสอบยืนยันว่าจุลินทรีย์ดังกล่าวสามารถมีชีวิตอยู่ในร่างกายมนุษย์ได้อย่างน้อยช่วงเวลาหนึ่ง
- จุลินทรีย์ดังกล่าวสามารถสร้างสารต่าง ๆ เพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคชนิดอื่น
- มีหลักฐานยืนยันถึงประโยชน์ และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์

## ความแตกต่างระหว่างโพรไบโอติกจากแบคทีเรียและยีสต์

จุลินทรีย์ที่พบมากในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์เป็นกลุ่มแบคทีเรียร้อยละ 90 ของประชากรจุลินทรีย์ทั้งหมด ในขณะที่ยีสต์มีปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 0.1 ยีสต์จัดเป็นสิ่งมีชีวิตประเภทยูคาริโอต (eukaryote) เช่นเดียวกับราและสาหร่าย จึงแตกต่างจากแบคทีเรียที่เป็นสิ่งมีชีวิตประเภทโพรคาริโอต (prokaryote) ดังนั้นยีสต์และแบคทีเรียจึงมีคุณสมบัติในการเป็นโพรไบโอติกแตกต่างกันหลายประการ ดังตารางที่ 1 ปัจจัยที่แตกต่างกัน ได้แก่ ขนาดของเซลล์ องค์ประกอบของผนังเซลล์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต ความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะ และความสามารถถ่ายทอดสารพันธุกรรมการดื้อยาปฏิชีวนะ ถึงแม้ว่ายีสต์จะเป็นจุลินทรีย์ที่พบได้น้อยกว่าแบคทีเรีย แต่ก็มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย 10 เท่า ยีสต์พบได้ทั้งในบริเวณกระเพาะอาหารและลำไส้ ซึ่งมีสภาวะความเป็นกรด-ด่างที่แตกต่างกัน แต่เนื่องจากยีสต์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ได้ในช่วงที่กว้าง โดยช่วงที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตเท่ากับ 4.5-6.5 ส่วนแบคทีเรียมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วงที่แคบกว่า เท่ากับ 6.5-7.5 และยีสต์ส่วนใหญ่สามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.0-8.0 และยังมียีสต์บางชนิดสามารถทนความเป็นกรดสูงได้โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 1.5

**ตารางที่ 1** ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างโพรไบโอติกจากแบคทีเรียกับยีสต์

| ลักษณะ | แบคทีเรีย | ยีสต์ |
|---|---|---|
| 1. การพบใน human flora | ร้อยละ 90 | น้อยกว่าร้อยละ 1 |
| 2. ขนาด (ไมโครเมตร) | 1 | 10 |
| 3. องค์ประกอบของผนังเซลล์ | Peptidoglycan, LPS (Gram-negative), LTA (Gram-positive) | Chitin, Mannose (PPM, PLM), glucan |
| 4. ค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต (pH) | 6.5-7.5 | 4.5-6.5 |
| 5. อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต (องศาเซลเซียส) | 10-80 | 20-30 |
| 6. ความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะ | ไม่มี | มี |
| 7. ความสามารถถ่ายทอดสารพันธุกรรมการดื้อยาปฏิชีวนะ | มี | ไม่มี |

**หมายเหตุ :** LPS : lipopolysaccharide, LTA : lipoteichoic acid, PPM : phosphopetidomannan, PLM : phospholipomannan
**ที่มา :** Czerucka *et al.* (2007)

ยีสต์และแบคทีเรียมีส่วนประกอบของผนังเซลล์ที่แตกต่างกัน ผนังเซลล์ของแบคทีเรียประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลสูงยึดเหนี่ยวกับโปรตีนเกิดเป็นโครงสร้าง peptidoglycan สำหรับโครงสร้างผนังเซลล์ของยีสต์ประกอบด้วยอย่างน้อย 2 ชั้น คือ ชั้นนอกประกอบด้วยน้ำตาลแมนโนส (mannose) เชื่อมโยงกับโปรตีนเรียกว่า phosphopetidomannan (PPM) และเชื่อมโยงกับไขมันเรียกว่า phospholipomannan (PLM) ส่วนผนังชั้นในประกอบด้วยไคตินและเบต้ากลูแคน สิ่งมีชีวิตโดยทั่วไปจะมีกลไกภูมิคุ้มกันมาแต่กำเนิด ระบบจะจดจำสิ่งแปลกปลอมหรือเชื้อโรคที่เรียกว่า แอนติเจน (antigen) โดยระบบภูมิคุ้มกันจะตรวจจับสิ่งแปลกปลอมที่บริเวณโปรตีนจำเพาะ ในแบคทีเรียได้แก่ lipopolysaccharide และ teichoic acid ในยีสต์ ได้แก่ PPM, PLM และไกลแคน ซึ่งโครงสร้างผนังเซลล์หรือโครงสร้างบริเวณจดจำสิ่งเหล่านี้แตกต่างกัน ระบบภูมิคุ้มกันจึงตอบสนองต่อการบุกรุกของแบคทีเรียหรือยีสต์แตกต่างกัน (Janeway and Meddzhitov, 2002)

## ยีสต์โพรไบโอติก

ปัจจุบันได้มีการค้นคว้าและยอมรับว่า ยีสต์บางชนิดมีคุณสมบัติโพรไบโอติกที่มีประสิทธิภาพ นั่นคือ ยีสต์ *S. boulardii* โดยมีการจดลิขสิทธิ์และผลิตทางการค้าในหลายประเทศ ยีสต์สายพันธุ์ดังกล่าวพบรายงานว่า มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดท้องร่วง (diarrhea) ซึ่งมีกลไกการต่อต้านแบคทีเรียก่อโรค 2 กลไก ได้แก่ การถอนพิษจากเชื้อแบคทีเรีย (neutralization of bacterial toxin) และการเปลี่ยนแปลงการรับสัญญาณเซลล์ผู้ให้อาศัย (modification of host cell signaling) (Czerucka *et al.*, 2007) มีรายงานประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดโรคท้องร่วงในมนุษย์ เช่น โรคท้องร่วงที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Clostridium difficile* โรคท้องร่วงในนักท่องเที่ยว (Traveler's Diarrhea) รวมถึงมีการใช้ *S. cerevisiae* และ *S. boulardii* ในการรักษาโรคท้องร่วงอย่างรุนแรงในเด็กที่เกิดการระบาดในประเทศฝรั่งเศสเมื่อหลายปีก่อน นอกจากนี้ยังใช้รักษาโรคร่วมกับยาปฏิชีวนะหรือแม้กระทั่งการใช้ฟื้นฟูคนไข้ที่มีการใช้ยาปฏิชีวนะมาเป็นเวลานานเพื่อช่วยปรับสมดุลในกระเพาะอาหารให้กลับคืนสู่สภาวะปกติโดยเร็ว ปัจจุบันพบว่ามีการนำยีสต์สายพันธุ์ดังกล่าว ไปใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ทางยาและอาหารเสริมหลายชนิด เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการแก่ผู้บริโภค

การค้นพบยีสต์ *S. boulardii* ได้ถูกค้นพบโดยบังเอิญ เมื่อปี ค.ศ. 1920 โดย Henri Boulard นักจุลชีววิทยาชาวฝรั่งเศส เดินทางไปหมู่บ้านแห่งหนึ่งในแถบอินโดจีน พบว่าคนในหมู่บ้านกำลังเกิดการระบาดของโรคท้องร่วงอย่างรุนแรง และสังเกตว่าคนในหมู่บ้านที่ได้ดื่มน้ำต้มจากเปลือกลิ้นจี่และเปลือกมังคุดไม่มีอาการโรคท้องร่วงดังกล่าว (McFarland, 2010) ต่อมาจึงได้นำเปลือกผลไม้นั้นมาคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ จนพบว่า มีเชื้อยีสต์ที่มีคุณสมบัติในการรักษาโรคท้องร่วงได้ นอกจากนั้นเชื้อยีสต์ยังทนต่อความร้อนสูง สามารถนำมาผลิตไวน์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งการค้นพบนี้ถือเป็นยีสต์สายพันธุ์ใหม่ และได้นำชื่อนาย Henri Boulard มาตั้งชื่อยีสต์ดังกล่าวอีกด้วย

*S. boulardii* มีลักษณะเด่นเป็นที่น่าสนใจเนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นยีสต์โพรไบโอติก อยู่ในสกุล *Saccharomyces* ซึ่งยีสต์ในสกุล *Saccharomyces* มีหลายสายพันธุ์และมีการนำมาใช้ประโยชน์ทางอาหารอย่างแพร่หลายตั้งแต่สมัยโบราณแล้ว เมื่อประมาณ 6,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช โดยพบหลักฐานเกี่ยวกับการใช้ยีสต์ในการผลิตเบียร์ชนิดหนึ่ง มีการนำยีสต์มาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น

การผลิตไวน์และเบียร์ การผลิตยีสต์ขนมปัง การผลิตยีสต์เซลล์เดียวเพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีน การสังเคราะห์วิตามิน เอนไซม์ และไขมัน การผลิตเอธิลแอลกอฮอล์เพื่อใช้เป็นสารเคมีและเชื้อเพลิง และมีการนำยีสต์ไปใช้ในด้านต่าง ๆ อีกมากมาย

## อิทธิพลของยาปฏิชีวนะต่อยีสต์

ยาปฏิชีวนะ (antibiotics) ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการรักษาและป้องกันการติดเชื้อโรคจากแบคทีเรีย เป็นยาที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตหรือฆ่าเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนในแบคทีเรีย ยับยั้งการสร้างผนังเซลล์ รบกวนการทำหน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ และยับยั้งการสังเคราะห์สารพันธุกรรมภายในแบคทีเรีย เป็นต้น (อารยา, 2563) ส่งผลให้ผู้ป่วยจากการติดเชื้อโรคจากแบคทีเรียมีอัตราการรอดชีวิตเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่า เมื่อยาปฏิชีวนะถูกนำไปใช้รักษาโรคได้ระยะเวลาหนึ่ง ยาปฏิชีวนะที่เคยมีประสิทธิภาพในการรักษาโรคที่เกิดจากแบคทีเรียอาจไม่สามารถรักษาโรคได้อีกต่อไป เนื่องจากแบคทีเรียสามารถปรับตัวเองให้ทนต่อยาปฏิชีวนะได้ ซึ่งการที่ยาปฏิชีวนะไม่สามารถฆ่าหรือยับยั้งแบคทีเรียได้นั้น เรียกว่า การดื้อยาปฏิชีวนะ (antibiotic resistance) จึงต้องเปลี่ยนเป็นยาปฏิชีวนะชนิดอื่น ซึ่งอาจมีผลการรักษาด้อยกว่าหรือมีพิษและผลข้างเคียงมากกว่ายาปฏิชีวนะชนิดเดิมที่เคยใช้ได้ผลดี (วิษณุ, 2557) การดื้อยาของเชื้อแบคทีเรียนั้นมีหลากหลายกลไก เช่น แบคทีเรียสร้างเอนไซม์มาทำลายยา แบคทีเรียมีการปรับเปลี่ยนเป้าหมายในการออกฤทธิ์ของยา (target sites) การสร้างปั๊มขับยา (efflux pump) ของแบคทีเรียเพื่อทำลายยาออกจากเซลล์ และการป้องกันหรือขัดขวางไม่ให้ยาเข้าไปในเซลล์แบคทีเรีย (อารยา, 2563)

การดื้อยาปฏิชีวนะเกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ เกิดจากการดื้อยาโดยธรรมชาติของแบคทีเรียบางชนิดเอง เช่น ยาไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไปภายในเซลล์ของแบคทีเรียได้ หรือแบคทีเรียสามารถสร้างเอนไซม์ที่ย่อยสลายยาได้ และอีกกรณีหนึ่ง คือ แบคทีเรียเกิดกลายพันธุ์ (mutation) เป็นการเปลี่ยนแปลงของสารพันธุกรรมในเซลล์แบคทีเรียเอง หรือแบคทีเรียได้รับยีนต้านทานยาปฏิชีวนะมาจากแบคทีเรียเซลล์อื่น (horizontal gene transfer) ซึ่งอาจจะเป็นแบคทีเรียในสายพันธุ์เดียวกันหรือต่างสายพันธุ์หรือต่างสกุลกันก็ได้ (สุนัดดา, 2556) ปรากฏการถ่ายทอดยีนระหว่างแบคทีเรียก่อโรคทางเดินอาหารและแบคทีเรียโพรไบโอติกจึงมีโอกาสเกิดขึ้นได้ ซึ่งมีการตรวจพบยีนดื้อยา เช่น ยีนดื้อยาปฏิชีวนะ tetracycline, erythromycin และ vancomycin ในแบคทีเรียกลุ่ม *Lactobacillus* หลายชนิดที่แยกได้จากเนื้อหมัก ผลิตภัณฑ์นมหมัก และในสายพันธุ์ที่ใช้เป็นโพรไบโอติก (Mathur and Singh, 2005) ดังนั้นในการนำโพรไบโอติกมาใช้ประโยชน์จึงต้องคำนึงถึงความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะด้วย แต่ปรากฏการณ์นี้จะไม่เกิดในยีสต์โพรไบโอติก เนื่องจากไม่เกิดการถ่ายทอดยีนระหว่างแบคทีเรียก่อโรคและยีสต์ การใช้ยีสต์โพรไบโอติกจึงปลอดภัยสำหรับผู้ป่วยที่อยู่ในระหว่างการได้รับยาปฏิชีวนะ อีกทั้งยังมีความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะอีกด้วย

## ยีสต์สายพันธุ์ใหม่ที่มีศักยภาพเป็นโพรไบโอติก

มีรายงานว่า นอกเหนือจากยีสต์สกุล Saccharomyces ได้แก่ *S. boulardii* และ *S. cerevisiae* แล้วยังพบว่ามียีสต์สายพันธุ์อื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติโพรไบโอติก เช่น *Kluyveromyces marxianus* และ *Pichia kudriavzevii* ซึ่งได้ผ่านการ

ประเมินความปลอดภัยและอนุญาตสำหรับใช้ในอาหาร ตาม Qualified Presumption of Safety (QPS) จากหน่วยงานความปลอดภัยด้านอาหารแห่งสหภาพยุโรป (European Food Safety Authority : EFSA) (Arévalo-Villena *et al*., 2018) มีงานวิจัยที่ศึกษาศักยภาพความเป็นโพรไบโอติกจากยีสต์ที่ไม่ใช่สกุล *Saccharomyces* มากยิ่งขึ้น Ochangco และคณะ (2016) ได้ศึกษาคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์จากชีสและทางเดินอาหารของปลา พบยีสต์ *Debaryomyces hansenii* มีคุณสมบัติโพรไบโอติกที่ดี มีความสามารถในการรอดชีวิตในสภาวะทางเดินอาหารจำลอง มีความสามารถในการยึดเกาะกับผนังลำไส้ได้ดี โดยใช้การทดสอบการยึดเกาะเซลล์ Caco-2 cell และเยื่อบุผนังลำไส้ (mucin) อีกทั้งมีคุณสมบัติต้านการอักเสบได้ดี Oliveira และคณะ (2017) คัดแยกเชื้อยีสต์ได้จากผลมะกอกดอง พบยีสต์สายพันธุ์ *Pichia guilliermondii* 25A และ *Candida norvegica* 7A มีประสิทธิภาพความเป็นโพรไบโอติกที่ดี จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยแยกเชื้อยีสต์โพรไบโอติกจากอาหารและแหล่งอื่น ๆ อย่างแพร่หลาย รวมทั้งทดสอบหาเชื้อยีสต์ที่มีคุณสมบัติโพรไบโอติกที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อนำมาใช้ประโยชน์เชิงสุขภาพ ในอีกไม่กี่ปีข้างหน้าการศึกษายีสต์โพรไบโอติกน่าจะมีข้อมูลเพียงพอต่อการนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารและยาได้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น

## บทสรุป

จุลินทรีย์โพรไบโอติกเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ โดยส่วนมากเป็นกลุ่มแบคทีเรียร้อยละ 90 และมียีสต์น้อยกว่าร้อยละ 0.1 ซึ่งได้มีการศึกษาค้นคว้าและพิสูจน์ว่า ยีสต์ก็มีคุณสมบัติโพรไบโอติกเช่นเดียวกับแบคทีเรียโพรไบโอติก ยีสต์จัดเป็นสิ่งมีชีวิตประเภทยูคาริโอต จึงมีความแตกต่างจากแบคทีเรียที่เป็นสิ่งมีชีวิตประเภทโพรคาริโอต ปัจจัยที่แตกต่างกัน ได้แก่ ขนาดของเซลล์ องค์ประกอบผนังเซลล์ ค่าความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต ความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะ และความสามารถถ่ายทอดสารพันธุกรรมการดื้อยาปฏิชีวนะ การใช้ยาปฏิชีวนะในการรักษาโรคติดเชื้อจากแบคทีเรียต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้มีโอกาสเกิดการดื้อยาปฏิชีวนะได้ ข้อดีของยีสต์โพรไบโอติกจะไม่เกิดการถ่ายทอดยีนดื้อยากับแบคทีเรียก่อโรคทางเดินอาหาร นอกจากนั้นยังสามารถใช้กับผู้ป่วยที่อยู่ระหว่างการรักษาด้วยยาปฏิชีวนะ เนื่องจากมีความสามารถทนต่อยาปฏิชีวนะได้ จะเห็นได้ว่ายีสต์โพรไบโอติกมีคุณสมบัติเด่นที่น่าสนใจที่จะนำมาเป็นทางเลือกในการใช้เป็นแหล่งโพรไบโอติก ในปัจจุบันจึงมีการพยายามอย่างจริงจังในการหายีสต์โพรไบโอติกสายใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพนอกเหนือจากยีสต์สายพันธุ์ *S. boulardii* ที่ได้รับการยอมรับและนำมารักษาโรคท้องร่วง มีการผลิตทางการค้าและจำหน่ายไปทั่วโลก


**เอกสารอ้างอิง**

วิษณุ ธรรมลิขิตกุล. 2557. เชื้อโรคดื้อยาปฏิชีวนะ (ยาต้านจุลชีพ) และการควบคุมและป้องกันโรคติดเชื้อดื้อยาปฏิชีวนะ. เวชบันทึกศิริราช. 7(1) : 26-29.

สุนัดดา โยมญาติ. 2556. การดื้อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรีย (ตอนที่ 2). สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. http://biology.ipst.ac.th/?P=981 [25 กุมภาพันธ์ 2565].

อารยา ข้อค้ายา. 2563. ยาปฏิชีวนะและการดื้อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรีย. วารสารการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 27(2) : 125-139.

Arévalo-Villena M, Fernandez-Pacheco P, Castillo N, Bevilacqua A and Briones PA. 2018. Probiotic capability in yeasts : Set-up of a screening method. LWT. 89 : 657-665.

Czerucka D, Piche T and Rampal P. 2007. Review article : yeast as probiotics-*Saccharomyces boulardii*. Aliment Pharmacol Ther. 26 : 767-778.

Janeway CA and Meddzhitov R. 2002. Annual Review of Immunology. 20 : 197-216.

Mathur S and Singh R. 2005. Antibiotic resistance in food lactic acid bacteria : a review. Int. J. Food Microbiol. 105 : 281-95.

McFarland LV. 2010. Systematic review and meta-analysis of *Saccharomyces boulardii* in adult patients. *World J Gastroenterol*. 16(18) : 2202-2222**.** Doi : 10.3748/wjg.v16.i18.2202.

Ochangco HS, Gamero A, Smith IM, Christensen JE, Jespersen L and Arneborg N. 2016. *In vitro* investigation of *Debaryomyces hansenii* strains for potential probiotic properties. World J. Microbiol. Biotechnol. 32(9) : 141.

Oliveira T, Ramalhosa E, Nunes L, Pereira JA, Colla E and Pereira EL. 2017. Probiotic potential of indigenous yeasts isolated during the fermentation of table olives from Northeast of Portugal. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 44 : 167-172.

# บทบาทของโปรตีนต่อการควบคุมการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัว

## Role of protein on controlling in food intake and body weight

**ศิริพร ตันจอ (Siriporn Tanjor)**

*ฝ่ายโภชนาการและสุขภาพ (Department of Nutrition and Health)*
*สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (Institute of Food Research and Product Development)*
*มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Kasetsart University)*

### จุดเด่น

- สารอาหารมีผลต่อกลไกที่ควบคุมความอยากอาหารและความรู้สึกอิ่มของมนุษย์
- โปรตีนเป็นหนึ่งในสารอาหารที่สามารถกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งจะส่งผลต่อการบริโภคอาหาร
- การบริโภคอาหารที่มีโปรตีนสูงในระหว่างที่มีการควบคุมอาหารจะช่วยลดไขมันและรักษามวลกล้ามเนื้อของร่างกาย

### Highlights

- Nutrients influence the appetite and satiety mechanisms in humans
- Protein is one of the nutrients that can stimulate the hormone secretion in the gastrointestinal tract, thereby affecting food intake
- The consumption of high-protein diets can increase fat loss and retain lean muscle during dieting

### บทคัดย่อ

“โปรตีน” เป็นสารอาหารหนึ่งที่มีบทบาทต่อการกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนบางชนิดในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเกี่ยวข้องกับการควบคุมการบริโภคอาหาร เมื่อรับประทานอาหารเข้าไป สารอาหารที่ได้รับจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน ซึ่งเป็นสัญญาณหนึ่งที่ถูกส่งไปที่สมองเพื่อให้เกิดความรู้สึกอิ่มหรือลดความอยากอาหาร ดังนั้นการเลือกใช้โปรตีนทั้งชนิดและปริมาณที่เหมาะสม จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ควรคำนึงถึงเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก อย่างไรก็ตามสารอาหารโปรตีนเป็นเพียงสารอาหารหนึ่งที่ควบคุมกลไกดังกล่าว แต่หากพฤติกรรมการบริโภคอาหารยังคงดำเนินต่อไป ก็จะไม่สามารถควบคุมปริมาณการ

บริโภคอาหารนั้นได้ พลังงานที่ได้รับจากอาหารส่วนเกินอาจทำให้เกิดการสะสมและนำไปสู่ภาวะน้ำหนักตัวเกินหรือภาวะอ้วนในที่สุด ดังนั้นการควบคุมการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัว จำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมทั้งปริมาณและพลังงานที่ได้รับจากอาหารร่วมด้วย รวมถึงการเลือกอาหารที่มีสารอาหารที่เหมาะสม เช่น โปรตีน เพื่อช่วยให้ร่างกายเกิดความรู้สึกอิ่ม หรือลดความอยากอาหารลงเพื่อควบคุมปริมาณการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัวได้

**คำสำคัญ :** โปรตีน การบริโภคอาหาร ระบบทางเดินอาหาร สัญญาณความอิ่ม
**Keywords :** protein, food intake, gastrointestinal tract, satiety signals

ในปัจจุบันคนทั่วโลกมีปัญหาน้ำหนักตัวเกินเกณฑ์มาตรฐานและมีโรคอ้วนเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ในประเทศไทยเอง พบประชากรมีภาวะอ้วนมากกว่า 1 ใน 3 ของประชากรทั้งหมด ซึ่งภาวะดังกล่าวเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรคที่ไม่ติดต่อเรื้อรัง (non-communicable diseases, NCDs) ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง และโรคไขมันในเลือดสูง เป็นต้น (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2564) ซึ่งสาเหตุหลักของการมีน้ำหนักตัวเกินมาตรฐานหรือภาวะอ้วนนั้น คือการที่ร่างกายได้รับพลังงานจากอาหารมากกว่าพลังงานที่ร่างกายต้องการใช้เพื่อการทำกิจกรรมในแต่ละวัน ทำให้พลังงานที่ได้รับมากเกินไปเกิดการสะสมภายในร่างกายในรูปของไขมันซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ การประเมินน้ำหนักตัวนั้นเราสามารถประเมินได้ด้วยตัวเองโดยการคำนวณค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index, BMI) คือน้ำหนักตัวเป็นกิโลกรัมหารด้วยส่วนสูงเป็นเมตรยกกำลังสอง มีหน่วยเป็น กิโลกรัม/ตารางเมตร (กก./ตรม.) ซึ่งมาตรฐานของคนเอเชียภาวะน้ำหนักปกติ ค่า BMI ควรอยู่ในช่วง 18.5-22.9 รวมถึงภาวะที่ร่างกายมีไขมันสะสมที่บริเวณช่องท้องและอวัยวะภายในต่าง ๆ หรือที่เรียกว่า ภาวะอ้วนลงพุง ซึ่งสามารถประเมินตนเองได้เช่นกัน โดยการวัดเส้นรอบเอวหรือเส้นรอบพุงเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรค โดยผู้ชายควรมีเส้นรอบเอวน้อยกว่า 90 เซนติเมตร และผู้หญิงควรมีเส้นรอบเอวน้อยกว่า 80 เซนติเมตร (กระทรวงสาธารณสุข, 2564; ฉันทชา, 2556) ดังนั้นหากสามารถควบคุมพลังงานที่ได้รับจากอาหารให้อยู่ในปริมาณที่พอดีกับพลังงานที่ร่างกายต้องการใช้ในชีวิตประจำวันได้ ก็จะควบคุมน้ำหนักรวมถึงภาวะอ้วนลงพุง ซึ่งก็จะสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ข้างต้นได้

“อาหาร” ที่รับประทานเข้าไปเป็นตัวกำหนดพลังงานที่ร่างกายจะได้รับ นอกเหนือจากการควบคุมปริมาณพลังงานที่ได้รับในแต่ละวันให้พอดีกับความต้องการของร่างกาย การเลือกชนิดอาหารที่มีลักษณะของอาหารและสารอาหารที่เหมาะสมยังอาจส่งผลดีต่อกลไกบางอย่างของร่างกายที่จะช่วยควบคุมปริมาณการบริโภคอาหารได้ ซึ่งมีรายงานว่า สารอาหารบางชนิดเกี่ยวข้องกับกลไกการส่งสัญญาณความอิ่ม (satiety signals) ที่เกิดขึ้นในร่างกาย ดังนั้นการนำอาหารที่มีสารอาหารที่เกี่ยวข้องกับกลไกดังกล่าวมาประกอบเป็นอาหารนั้น จึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการออกแบบอาหารและผลิตภัณฑ์เพื่อการควบคุมการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัว ซึ่งพบว่า “โปรตีน” เป็นสารอาหารหนึ่งที่ถูกกล่าวถึงและถูกนำมาใช้ในการควบคุมน้ำหนัก เนื่องจากมีรายงานว่า โปรตีนเกี่ยวข้องกับกลไกที่ควบคุมพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ได้แก่ การหลั่งเปปไทด์ฮอร์โมนที่จะส่ง

สัญญาณไปที่สมอง โดยส่งผลต่อความอยากอาหาร และความรู้สึกอิ่ม และอาจส่งผลต่อปริมาณการบริโภคอาหารที่ลดลง โดยเฉพาะโปรตีนเวย์ ซึ่งเป็นโปรตีนที่ย่อยและถูกดูดซึมได้เร็วกว่าโปรตีนชนิดอื่น

## กลไกควบคุมการบริโภคอาหาร

การควบคุมความอยากอาหารเป็นกลไกหนึ่งที่สามารถควบคุมการบริโภคอาหารได้ ซึ่งความอยากอาหารนั้น ถูกควบคุมได้ด้วยฮอร์โมนและปัจจัยต่าง ๆ เช่น การมองเห็น การได้กลิ่นของอาหาร และการรับรู้ในขณะกินอาหาร เป็นต้น การควบคุมความอยากอาหารนั้นเป็นการเชื่อมโยงการทำงานระหว่างสัญญาณประสาท (neural signals) สัญญาณจากระบบทางเดินอาหาร (gastrointestinal satiety signals) และการทำงานของสมอง โดยการส่งสัญญาณจากเนื้อเยื่อส่วนปลาย (peripheral tissue) ของอวัยวะต่าง ๆ ไปที่ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system, CNS) ได้แก่ สมองส่วน hypothalamus และ cerebral cortex และก้านสมอง (brain stem) ซึ่งจะส่งสัญญาณไปกระตุ้น หรือยับยั้งความอยากอาหาร (ฉันทชา, 2556) นอกจากนี้ยังมีการสร้างและหลั่งฮอร์โมนจากร่างกายส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมความอยากอาหาร เช่น เซลล์ไขมันสร้างและหลั่งฮอร์โมน leptin เป็นต้น (ฉันทชา, 2556)

การควบคุมการกินอาหารนั้น แบ่งเป็น 2 ระยะ ได้แก่ การควบคุมระยะสั้น (short term regulation) และการควบคุมระยะยาว (long term regulation) โดยการควบคุมระยะสั้นนั้นเกี่ยวข้องกับการส่งสัญญาณที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มและหยุดกินอาหารในแต่ละมื้อ (ฉันทชา, 2556) ซึ่งสัมพันธ์กับสารอาหารที่มีอยู่ในอาหารที่บริโภค ได้แก่ กลูโคส กรดอะมิโน และกรดไขมัน ซึ่งจะกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับความอิ่ม เช่น ฮอร์โมน CCK (cholecystokinin) และ GLP-1 (glucagon-like peptide-1) เป็นต้น (Havel, 2002) ส่วนการควบคุมระยะยาว เป็นกลไกที่สัมพันธ์กับไขมันที่สะสมในร่างกาย โดยเซลล์ไขมันจะสร้างและหลั่งฮอร์โมนเพื่อส่งสัญญาณไปที่สมองศูนย์ควบคุมความอยากอาหาร (ฉันทชา, 2556; Havel, 2002)

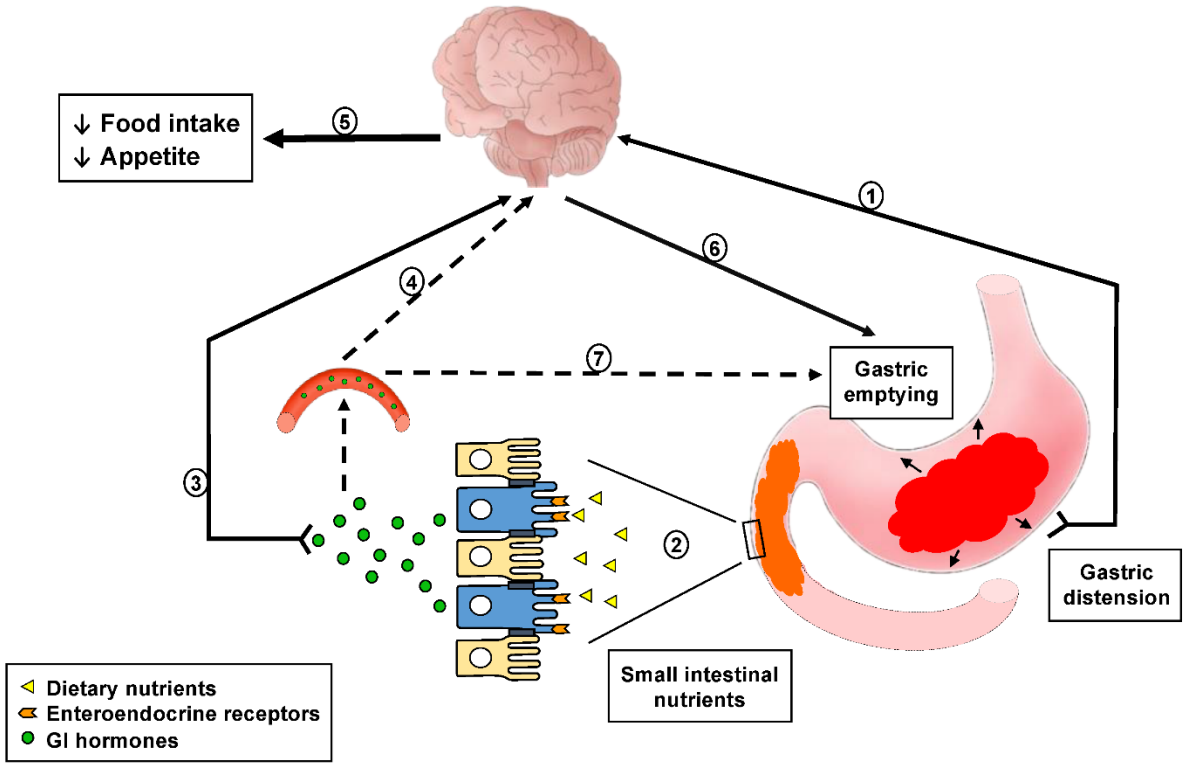
## บทบาทของอาหารต่อกลไกควบคุมการกินอาหาร

กลไกการควบคุมความอยากอาหารของมนุษย์ที่เกิดขึ้นในระบบทางเดินอาหารโดยการกระตุ้นจากอาหารนั้น (gastrointestinal sensing of meal-related signals) ได้ถูกนำเสนอไว้ดังรูปที่ 1 (Hajishafiee *et al.,* 2019) โดยลักษณะของอาหารที่บริโภคเข้าไป เช่น ปริมาณของอาหารและสารอาหาร จะส่งผลต่อการขยายตัวของกระเพาะอาหาร (gut distension) และการหลั่งฮอร์โมนในระบบทางเดินอาหาร (GI hormones) ตามลำดับ เพื่อส่งสัญญาณผ่านทางเส้นประสาทเวกัส (vagus nerve) และระบบการหมุนเวียนเลือด (systemic circulation) ไปที่ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system, CNS) เพื่อควบคุมความอยากอาหารและการกินอาหาร

## ฮอร์โมนที่ควบคุมความอยากอาหาร

ในบทความนี้ขอกล่าวถึงเฉพาะฮอร์โมนที่จะถูกกระตุ้นเมื่อได้รับอาหาร โดยผลผลิตที่ได้จากการย่อยอาหารนั้น ได้แก่ กลูโคส กรดไขมัน และกรดอะมิโน สามารถกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมน และส่งผลต่อการกินอาหารต่อไป โดยสารอาหารจะกระตุ้นให้เกิดการหลั่งฮอร์โมน เพื่อลดความอยากอาหาร หรือส่งสัญญาณความอิ่มไปที่สมอง (satiety signals) โดยเฉพาะส่วน hypothalamus ได้แก่ ฮอร์โมน insulin, GLP-1 (glucagon-like peptide-1), GIP (gastric inhibitory

polypeptide), CCK (cholecystokinin) และ PYY (peptide YY) อย่างไรก็ตามมีรายงานว่า สารอาหารที่ได้รับจากอาหารแต่ละชนิด มีผลต่อการกระตุ้นการหลั่งหรือการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนที่แตกต่างกันไป โดยการหลั่งฮอร์โมนเหล่านี้จะถูกกระตุ้นได้ด้วยสารอาหารที่อยู่ในระบบทางเดินอาหาร โดยที่ผนังลำไส้เล็กส่วนต่าง ๆ (enteroendocrine cells) จะมีตัวรับที่จำเพาะต่ออาหารนั้น ๆ ปริมาณของฮอร์โมนที่เพิ่มขึ้นจะส่งสัญญาณไปที่ระบบประสาทส่วนกลางผ่านทางเส้นประสาทเวกัสและระบบไหลเวียนเลือด เพื่อแสดงพฤติกรรมการกินอาหารหรือควบคุมการกินอาหารในมื้อนั้น ได้แก่ ลดความอยากอาหารหรือเกิดความรู้สึกอิ่ม และอาจรวมถึงความอยากอาหารของอาหารมื้อถัดไป นอกจากนี้ฮอร์โมนเหล่านี้ยังส่งสัญญาณกลับมาเพื่อควบคุมการทำงานของกระเพาะอาหารหรือควบคุมการเคลื่อนตัวของอาหารผ่านทางระบบต่อมไร้ท่อ ดังที่แสดงในรูปที่ 1 ซึ่งฮอร์โมนแต่ละชนิดจะถูกสร้างและหลั่งออกมาจากส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินอาหาร ดังนี้




**รูปที่ 1** ภาพแสดงการส่งสัญญาณต่าง ๆ ในการควบคุมความอยากอาหารของมนุษย์ที่เกิดขึ้นในระบบทางเดินอาหารจากการกระตุ้นด้วยอาหาร (gastrointestinal (GI) sensing of meal-related signals) (1) การขยายตัวของกระเพาะอาหารส่งสัญญาณไปที่ระบบประสาทส่วนกลาง (2) สารอาหารส่งสัญญาณไปที่ตัวรับที่จำเพาะที่ enteroendocrine cells ของลำไส้เล็กเพื่อกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมน (3) ฮอร์โมนส่งสัญญาณไปที่เส้นประสาทเวกัส และ (4) ทางระบบไหลเวียนเลือด (5) เพื่อแสดงออกทางพฤติกรรมการกินอาหาร ได้แก่ ความอยากอาหารและควบคุมปริมาณการกินอาหาร (6) และส่งสัญญาณกลับมาเพื่อควบคุมการทำงานของกระเพาะอาหารและภาวะท้องว่างให้ช้าลง เช่นเดียวกับ (7) ฮอร์โมนในระบบเลือดจะส่งสัญญาณเพื่อควบคุมภาวะท้องว่าง (gastric emptying) หรือการเคลื่อนตัวของอาหารผ่านทางระบบต่อมไร้ท่อ

**ที่มา :** Hajishafiee *et al.* (2019)

**อินซูลิน (insulin)** เป็นฮอร์โมนที่สร้างจากเซลล์เบต้าของตับอ่อน มีหน้าที่สำคัญ คือ การนำพาน้ำตาลในเลือดเข้าเซลล์เพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับปกติ ปริมาณน้ำตาลและกรดอะมิโนในเลือดที่เพิ่มขึ้นหลังจากบริโภคอาหาร จะกระตุ้นให้เกิดการหลั่งอินซูลินเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งมีรายงานว่า ฮอร์โมนอินซูลินนี้เป็นหนึ่งในสัญญาณความอิ่มที่ส่งไปที่สมองเพื่อลดความอยากอาหาร (ฉันทชา, 2556 และ Woods *et al.,* 2006) โดยอินซูลินจะยับยั้งเซลล์ประสาทที่จะเพิ่มความอยากอาหาร (orexigenic neuron) ในขณะเดียวกันจะกระตุ้นเซลล์ประสาทที่ลดความอยากอาหาร (anorexigenic neuron) (ฉันทชา, 2556) ถึงแม้ว่าระดับอินซูลินในเลือดจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณไขมันในร่างกาย แต่ในคนที่มีน้ำหนักตัวมากหรือมีภาวะอ้วน การมีปริมาณอินซูลินสูงในเลือดเป็นระยะเวลานาน ๆ เนื่องจากการมีระดับน้ำตาลสูง อาจส่งผลให้เกิดภาวะดื้อต่ออินซูลินได้ (insulin resistance) คือ ภาวะที่ตัวรับอินซูลินทำงานน้อยลง ส่งผลให้การยับยั้งความอยากอาหารลดลงเช่นกัน (ฉันทชา, 2556) นอกจากนี้อินซูลินยังมีบทบาทต่อการหลั่งฮอร์โมน leptin ที่ควบคุมความอยากอาหาร (ฉันทชา, 2556; Havel, 2002)

**GLP-1** เป็นฮอร์โมนที่ผลิตขึ้นจาก L-cells ของลำไส้เล็กส่วนปลาย (intestinal enteroendocrine L-cells) บทบาทของ GLP-1 คือ ออกฤทธิ์เพิ่มการหลั่งอินซูลิน ควบคุมการทำงานของกระเพาะอาหารและลำไส้ (gastrointestinal motility) รวมถึงการส่งสัญญาณไปที่สมองเพื่อควบคุมความอยากอาหารและการบริโภคอาหาร (Holst, 2007; Makaronidis and Batterham, 2019)

**GIP** เป็นฮอร์โมนที่ผลิตขึ้นจาก K-cells ของลำไส้เล็กส่วนต้น (enteroendocrine K-cells) บทบาทของ GIP คือ กระตุ้นกลุ่มเซลล์ตับอ่อนเพื่อเพิ่มการหลั่งอินซูลินเช่นเดียวกับ GLP-1 รวมถึงมีบทบาทต่อการควบคุมการบริโภคอาหาร (Makaronidis and Batterham, 2019)

**CCK** เป็นฮอร์โมนที่ผลิตขึ้นจาก I-cells และ L-cells ของลำไส้เล็ก (enteroendocrine I-cells and L-cells) บทบาทของ CCK คือ ควบคุมการทำงานของกระเพาะอาหารหรือชะลอภาวะท้องว่างให้ช้าลง กระตุ้นการหลั่งเอนไซม์จากตับอ่อนเพื่อใช้ในการย่อยอาหาร รวมถึงการหดตัวของถุงน้ำดีหรือเพิ่มการหลั่งน้ำดีเข้าสู่ระบบย่อยอาหาร นอกจากนี้ CCK ยังเกี่ยวข้องกับการควบคุมปริมาณการบริโภคอาหารเช่นกัน (Little *et al.,* 2005; Makaronidis and Batterham, 2019)

**PYY** เป็นฮอร์โมนที่สังเคราะห์จาก L-cells ของลำไส้เล็กส่วนปลาย (enteroendocrine L-cells) บทบาทของ PYY คือ ควบคุมการทำงานของกระเพาะอาหารให้ช้าลง ส่งเสริมการหลั่งอินซูลิน รวมถึงควบคุมความอยากอาหารและการกินอาหาร (Karra *et al.,* 2009; Makaronidis and Batterham, 2019) อย่างไรก็ตามในคนที่น้ำหนักตัวเกินเกณฑ์มาตรฐานอาจเกิดภาวะดื้อต่อ PYY เช่นเดียวกับ leptin และ insulin (ฉันทชา, 2556)

## การบริโภคโปรตีนกับการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนที่ควบคุมการบริโภคอาหารของมนุษย์

โปรตีนเป็นหนึ่งในสารอาหารที่ส่งผลต่อฮอร์โมนที่ควบคุมการบริโภคอาหาร (Havel, 2002; Luhovyy *et al.,* 2007; Brennan *et al.,* 2012; Santos-Hernandez *et al.,* 2018; Makaronidis and Batterham, 2019) เมื่อรับประทานโปรตีนเข้าไปร่างกายย่อยได้เป็นกรดอะมิโนและเปปไทด์สายสั้น ซึ่งที่ผนังลำไส้เล็กส่วนต่าง ๆ จะมีตัวรับที่จำเพาะที่จะทำ

ให้เกิดการหลั่งฮอร์โมน เพื่อส่งเสริมการทำงานของระบบย่อยอาหาร เช่น การหลั่งเอนไซม์ และควบคุมการทำงานของกระเพาะอาหาร เป็นต้น นอกจากนี้ฮอร์โมนบางชนิดยังเป็นฮอร์โมนที่จะส่งสัญญาณไปที่สมอง เพื่อควบคุมการบริโภคอาหารทำให้ลดความอยากอาหารโดยจะเกิดขึ้นหลังจากรับประทานอาหารเข้าไปสักระยะหนึ่ง (Santos-Hernandez *et al.,* 2018; Makaronidis and Batterham, 2019) จากตัวอย่างการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเปรียบเทียบผลของอาหารที่มีปริมาณและพลังงานที่เท่ากันต่อการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน (อาหารมีปริมาตร 400 มิลลิลิตรและมีพลังงาน 600 กิโลแคลอรี) พบว่าอาหารที่มีโปรตีนสูง (มีพลังงานจากโปรตีนประมาณ 50% ของพลังงานทั้งหมด) ส่งผลต่อระดับฮอร์โมน GLP-1 และ PYY เพิ่มขึ้นได้นาน 6 ชั่วโมงหลังจากรับประทานอาหารนั้น เมื่อเทียบกับอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง (Parvaresh *et al.,* 2018)

นอกจากนี้ยังพบว่า อัตราการย่อยและการดูดซึมของโปรตีนแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน อาจส่งผลให้ระดับฮอร์โมนเพิ่มขึ้นแตกต่างกันด้วย เนื่องจากการย่อยและการดูดซึมที่เร็วทำให้ระดับกรดอะมิโนเพิ่มขึ้นเร็วในระบบหมุนเวียนเลือดซึ่งอาจส่งเสริมการสร้างโปรตีนหรือฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งสัญญาณไปที่สมอง ดังนั้นโปรตีนเวย์ซึ่งได้ชื่อว่าเป็นโปรตีนที่ย่อยและถูกดูดซึมได้ง่าย จึงถูกนำมาใช้ศึกษาและทดสอบประสิทธิผลต่อการควบคุมปริมาณการบริโภคอาหารในคนปกติและผู้ป่วย โดยคาดว่าโปรตีนที่ย่อยและถูกดูดซึมได้เร็วจะทำให้เกิดความรู้สึกอิ่มในขณะรับประทานอาหารหรือลดความอยากอาหารลง หรือเกิดความรู้สึกอิ่มนานเพื่อควบคุมปริมาณการบริโภคอาหารในมื้อถัดไป และอาจส่งผลดีต่อการควบคุมน้ำหนักหรือลดน้ำหนักได้

อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการรับประทานอาหารที่มีโปรตีนสูงต่อการควบคุมน้ำหนัก เช่น กระบวนการสร้างกลูโคสภายในร่างกาย (gluconeogenesis) โดยตับเพื่อรักษาระดับกลูโคสในเลือด และอาจรวมถึง ketone bodies ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลต่อความอยากอาหารลดลงเช่นกัน (Pesta and Samuel, 2014)

ปัจจัยที่ทำให้โปรตีนเวย์มีประสิทธิภาพในการควบคุมการบริโภคอาหาร ได้แก่ ความสามารถในการย่อยและการดูดซึมที่เร็วกว่าโปรตีนชนิดอื่น ชนิดของกรดอะมิโน ได้แก่ กรดอะมิโนจำเป็นที่มีโครงสร้างโมเลกุลมีกิ่งก้าน (branched chain amino acids) ได้แก่ leucine, isoleucine และ valine และ bioactive peptides ซึ่งจะกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนที่เกี่ยวข้อง เช่น CCK, GLP-1 และ PYY และส่งผลต่ออวัยวะเป้าหมาย ซึ่งมีตัวรับที่จำเพาะ เช่น ตับอ่อนและสมอง เป็นต้น (Greco *et al.,* 2017; Makaronidis and Batterham, 2019) และอาจรวมถึงปริมาณกรดอะมิโนบางชนิดที่เพิ่มขึ้นในระบบหมุนเวียนเลือด จะถูกใช้เป็นสารตั้งต้นในการสร้างโปรตีน เช่น สารสื่อประสาทหรือฮอร์โมนเปปไทด์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการบริโภคอาหาร เช่น leucine เป็นกรดอะมิโนที่ควบคุมการสร้างโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับวิถีส่งสัญญาณการกระตุ้นของตัวรับอินซูลิน (insulin signaling pathway) เพื่อเสริมฤทธิ์ของอินซูลิน รวมถึงเป็นกรดอะมิโนที่เข้าสู่สมองผ่านระบบไหลเวียนเลือดได้เร็วกว่ากรดอะมิโนชนิดอื่นและส่งผลต่อสมองส่วน hypothalamus (Luhovyy *et al.,* 2007)

## ตัวอย่างการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคโปรตีนเวย์และฮอร์โมนที่ควบคุมการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัว

มีรายงานว่าการบริโภคโปรตีนเวย์ช่วยเพิ่มระดับอินซูลินในระบบหมุนเวียนเลือด รวมถึงฮอร์โมนที่ส่งเสริมการหลั่งอินซูลิน ได้แก่ GIP และ GLP-1 โดยจะส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดกลับสู่ระดับปกติ (Salehi *et al.,* 2012; Adams and Broughton, 2016) อย่างไรก็ตามตัวชี้วัดที่ใช้ในการศึกษาผลของการบริโภคอาหารต่อฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัวนั้น ได้แก่ ฮอร์โมน CCK, GIP, GLP-1 หรือ PYY ร่วมกับการให้คะแนนความอยากอาหารและความรู้สึกอิ่ม (Visual analogue scale; VAS) เมื่อได้รับประทานอาหารทดสอบ ซึ่งพบว่าการบริโภคโปรตีนเวย์ในรูปแบบอาหารหรือเครื่องดื่มก่อนมื้ออาหารส่งผลต่อการบริโภคอาหารในมื้อถัดไป เนื่องจากสารอาหารที่ย่อยได้เป็นกรดอะมิโนหรือเปปไทด์ในระบบทางเดินอาหาร รวมถึงระดับกรดอะมิโนที่เพิ่มสูงในระบบไหลเวียนเลือดนั้นจะกระตุ้นการสร้างฮอร์โมนเพื่อส่งสัญญาณไปที่สมองทำให้เกิดความรู้สึกอิ่มหรือลดความอยากอาหาร โดยต้องใช้เวลาช่วงหนึ่งหลังจากรับประทานอาหารทดสอบ ยกตัวอย่างการดื่มเครื่องดื่มที่มีโปรตีนเปรียบเทียบกับการดื่มเครื่องดื่มที่มีมอลโตเด็กซ์ตรินก่อนรับประทานอาหาร 90 นาที พบว่าการดื่มเครื่องดื่มโปรตีน ซึ่งมีโปรตีนเวย์ไอโซเลท 45 กรัม ส่งผลต่อระดับฮอร์โมนเพิ่มขึ้นมากกว่าการดื่มเครื่องดื่มที่มีมอลโตเด็กซ์ตรินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ฮอร์โมนที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ฮอร์โมน CCK พบมากกว่าที่เวลา 60-75 นาที ฮอร์โมน GLP-1 พบมากกว่าที่เวลา 90 นาที ฮอร์โมน PYY พบมากกว่าที่เวลา 90-120 นาที และ pancreatic polypeptide (PP) พบมากกว่าในช่วงเวลา 15-120 นาที นอกจากนี้ยังพบว่าระดับฮอร์โมนเหล่านี้ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับการบริโภคอาหาร (Chungchunlam *et al.,* 2015) ซึ่งสอดคล้องกับการดื่มเครื่องดื่มที่มีโปรตีนเวย์ 48 กรัม ก่อนการรับประทานอาหารในมื้อกลางวันอย่างน้อย 90 นาที พบว่า โปรตีนเวย์ช่วยควบคุมปริมาณการบริโภคอาหารได้ และพบระดับฮอร์โมน CCK, GLP-1 และ GIP รวมถึงระดับกรดอะมิโนที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนานกว่า 180 นาที และผู้ทดสอบให้คะแนนความรู้สึกอิ่มที่มากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการดื่มเครื่องดื่มที่มีเคซีน (Hall *et al.,* 2003)

อย่างไรก็ตามความรู้สึกอยากอาหารที่ลดลงหรือความรู้สึกอิ่มที่เกิดขึ้นในขณะรับประทานอาหารนั้นอาจไม่ส่งผลต่อปริมาณการบริโภคอาหาร หรือการได้รับพลังงานจากอาหารที่บริโภคลดลง มีรายงานการศึกษาพบว่า การรับประทานอาหารเช้าที่มีโปรตีนสูง (พลังงานจากโปรตีนคิดเป็น 58% ของพลังงานทั้งหมด) ส่งผลให้ระดับของฮอร์โมน CCK เพิ่มขึ้นมากกว่าในช่วง 60-180 นาที ฮอร์โมน GIP เพิ่มขึ้นในช่วง 120-180 นาที และฮอร์โมน GLP-1 เพิ่มขึ้นในช่วง 30-180 นาที และผู้ทดสอบให้คะแนนความรู้สึกอิ่มที่มากกว่าตลอดเวลา 180 นาที ก่อนรับประทานอาหารในมื้อกลางวัน เมื่อเทียบกับอาหารเช้าที่มีโปรตีนปกติ (พลังงานจากโปรตีนคิดเป็น 19% ของพลังงานทั้งหมด) แต่พบว่าปริมาณพลังงานรวมที่ได้รับจากอาหารนั้นไม่แตกต่างกัน (Blom *et al.,* 2006)

การบริโภคโปรตีนเวย์เสริมอาจส่งผลดีเมื่อมีการควบคุมปริมาณพลังงานจากอาหารเพื่อการลดน้ำหนัก โดยช่วยรักษามวลกล้ามเนื้อไว้และลดไขมันในร่างกาย จากรายงานการศึกษาผลของการบริโภคโปรตีนเวย์ก่อนอาหารมื้อเช้าและมื้อเย็น 20 นาที เป็นระยะเวลา 3 เดือน ร่วมกับการลดปริมาณพลังงานจากอาหาร วันละ 500 กิโลแคลอรี พบว่าการเสริม

เครื่องดื่มโปรตีนเวย์ร่วมด้วย (เครื่องดื่มโปรตีน 1 มื้อ มีโปรตีน 10 กรัม) จะช่วยลดน้ำหนักลงอย่างน้อย 2.25 กิโลกรัม ลดไขมันในร่างกาย และรักษามวลกล้ามเนื้อไว้ได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมโปรตีนเวย์ (Frestedt *et al.,* 2008) โดยกลไกที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการที่ร่างกายต้องดึงพลังงานที่สะสมไว้มาใช้ รวมถึงการเผาผลาญโปรตีนที่ต้องใช้พลังงานที่มากกว่าสารอาหารชนิดอื่น ทำให้พลังงานพื้นฐานที่ร่างกายต้องการ (energy expenditure) เพิ่มขึ้นนั่นเอง (Pesta and Samuel, 2014)

## บทสรุป

"โปรตีน" เป็นสารอาหารหนึ่งที่มีบทบาทต่อการเพิ่มขึ้นของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ได้แก่ ความอยากอาหารและความรู้สึกอิ่ม และอาจรวมถึงการควบคุมน้ำหนักตัว โดยกลไกดังกล่าวจะเกิดขึ้นหลังจากที่อาหารถูกย่อยเป็นกรดอะมิโนหรือถูกดูดซึมเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยอื่น เช่น ปริมาณของอาหาร ลักษณะของอาหาร เช่น ความหนืด หรือสารอาหารอื่น ๆ เช่น กลูโคส กรดไขมัน หรือชนิดของใยอาหาร ซึ่งจะส่งผลต่อความรู้สึกในขณะที่รับประทานอาหาร หรือเกิดขึ้นในระหว่างที่อาหารอยู่ในระบบทางเดินอาหาร โดยการส่งสัญญาณไปที่สมองเพื่อลดความอยากอาหาร หรือเกิดความรู้สึกอิ่มได้เช่นกัน ดังนั้น การควบคุมการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัวที่เหมาะสมและยั่งยืนนั้น อาจต้องเริ่มจากการควบคุมหรือลดปริมาณพลังงานที่ได้รับจากอาหารให้เหมาะสมกับที่ร่างกายต้องการเพื่อไม่ให้เกิดการสะสมจนก่อให้เกิดโรค รวมทั้งคำนึงถึงการกระจายตัวของสารอาหารที่เหมาะสมทั้งคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน โดยการเลือกโปรตีนนั้น อาจเลือกใช้โปรตีนเวย์หรือโปรตีนที่ย่อยและดูดซึมได้เร็วเพื่อช่วยให้ร่างกายเกิดความรู้สึกอิ่ม หรือลดความอยากอาหารลงซึ่งจะเป็นตัวช่วยหนึ่งในการควบคุมปริมาณการบริโภคอาหาร หรือเลือกใช้เมื่อต้องการควบคุมอาหารในช่วงลดน้ำหนักเพื่อรักษามวลกล้ามเนื้อของร่างกาย


**เอกสารอ้างอิง**

กระทรวงสาธารณสุข. 2564. ดัชนีมวลกาย สำคัญอย่างไร. คลังความรู้สุขภาพ. กองสุขศึกษา. กระทรวงสาธารณสุข. http://healthydee.moph.go.th [4 มกราคม 2565].

ฉันทชา สิทธิจรูญ. 2556. เวชศาสตร์ทันยุค 2556. สำนักพิมพ์ศิริราช. คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล. มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพมหานคร. หน้า 129-143.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. 2564. โรคอ้วน ประตูสู่โรคร้าย ภัยเงียบอันตรายต่อสุขภาพ. https://www.thaihealth.or.th [4 มกราคม 2565].

Adams RL and Broughton KS. 2016. Insulinotropic effects of whey: mechanisms of action, recent clinical trials, and clinical applications. Ann. Nutr. Metab. 69(1) : 56-63.

Brennan IM, Luscombe-Marsh ND, Seimon RV, Otto B, Horowitz M, Wishart JM and Feinle-Bisset C. 2012. Effects of fat, protein, and carbohydrate and protein load on appetite, plasma cholecystokinin, peptide YY, and ghrelin, and energy intake in lean and obese men. Am. J. Physiol. Gastro-intest. Liver Physiol. 303(1) : G129-G140.

Blom WA, Lluch A, Stafleu A, Vinoy S, Holst JJ, Schaafsma G and Hendriks HF. 2006. Effect of a high-protein breakfast on the postprandial ghrelin response. Am. J. Clin. Nutr. 83(2) : 211-220.

Chungchunlam SMS, Henare SJ, Ganesh S and Moughan PJ. 2015. Dietary whey protein influences plasma satiety-related hormones and plasma amino acids in normal-weight adult women. Eur. J. Clin. Nutr. 69(2) : 179-186.

Frestedt JL, Zenk JL, Kuskowski MA, Ward LS and Bastian ED. 2008. A whey-protein supplement increases fat loss and spares lean muscle in obese subjects: a randomized human clinical study. Nutr. Metab. 5(1) : 1-7.

Greco E, Winquist A, Lee TJ, Collins S, Lebovic Z, Zerbe-Kessinger T and Mihan AJ. 2017. The role of source of protein in regulation of food intake, satiety, body weight and body composition. J. Nutr. Health Food Eng. 6(6) : 186-193.

Hajishafiee M, Bitarafan V and Feinle-Bisset C. 2019. Gastrointestinal sensing of meal-related signals in humans, and dysregulations in eating-related disorders. Nutrients. 11(6) : 1298.

Hall WL, Millward DJ, Long SJ and Morgan LM. 2003. Casein and whey exert different effects on plasma amino acid profiles, gastrointestinal hormone secretion and appetite. Br. J. Nutr. 89(2) : 239-248.

Havel PJ. 2002. Peripheral signals conveying metabolic information to the brain: short-term and long-term regulation of food intake and energy homeostasis. Exp. Biol. Med. 226(11) : 963-977.

Holst JJ. 2007. The physiology of glucagon-like peptide 1. Physiol. Rev. 87(4) : 1409-1439.

Karra E, Chandarana K and Batterham RL. 2009. The role of peptide YY in appetite regulation and obesity. J. Physiol. 587.1 : 19-25.

Little TJ, Horowitz M and Feinle-Bisset C. 2005. Role of cholecystokinin in appetite control and body weight regulation. Obes. Rev. 6(4) : 297-306.

Luhovyy BL, Akhavan T and Anderson GH. 2007. Whey proteins in the regulation of food intake and satiety. J. Am. Coll. Nutr. 26(6) : 704S-712S.

Makaronidis JM and Batterham RL. 2019. The role of gut hormones in the pathogenesis and management of obesity. Curr. Opin. Physiol. 12 : 1-11.

Parvaresh Rizi E, Loh TP, Baig S, Chhay V, Huang S, Quek JC, Tai ES, Toh SA, Khoo CM. 2018. A high carbohydrate, but not fat or protein meal attenuates postprandial ghrelin, PYY and GLP-1 responses in Chinese men. PLoS One. 13(1) : e0191609.

Pesta DH and Samuel VT. 2014. A high-protein diet for reducing body fat: mechanisms and possible caveats. Nutr. Metab. 11(1) : 1-8.

Salehi A, Gunnerud U, Muhammed SJ, Östman E, Holst JJ, Björck I and Rorsman P. 2012. The insulinogenic effect of whey protein is partially mediated by a direct effect of amino acids and GIP on β-cells. Nutr. Metab. 9(1) : 1-7.

Santos-Hernández M, Miralles B, Amigo L and Recio I. 2018. Intestinal signaling of proteins and digestion-derived products relevant to satiety. J. Agric. Food Chem. 66(39) : 10123-10131.

Woods SC, Lutz TA, Geary N and Langhans W. 2006. Pancreatic signals controlling food intake; insulin, glucagon and amylin. Philos. Trans. R. Soc. B: Biol. Sci. 361(1471) : 1219-1235.

# ผักที่มีกรดอะมิโนสูง : ต้นอ่อนทานตะวัน

## Vegetable high in amino acids : sunflower sprouts

**วาสนา นาราศรี (Wassana Narasri)**

*ฝ่ายโภชนาการและสุขภาพ (Department of Nutrition and Health)*
*สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (Institute of Food Research and Product Development)*
*มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Kasetsart University)*

ต้นอ่อนทานตะวัน ชื่อวิทยาศาสตร์ *Helianthus annuus* L. เป็นผักที่ได้จากการเพาะเมล็ดทานตะวันให้มีการงอก ประมาณ 7-10 วัน ซึ่งยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ดังรูปที่ 1 สำหรับขนาดที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการตลาด ต้นอ่อนทานตะวันเป็นวัตถุดิบที่อุดมไปด้วยสารอาหารและสารพฤกษเคมี ได้แก่ มีปริมาณโปรตีนสูง มีวิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 6 วิตามินอี วิตามินซี ซีลีเนียม ธาตุเหล็ก โฟเลต กรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย คือ โอเมก้า 3 6 และ 9 และสารประกอบฟีนอลิก อีกทั้งยังมีกรดอะมิโนอย่าง GABA (gamma-aminobutyric acid) ซึ่งทั้งหมดล้วนมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ที่สำคัญการบริโภคผักต้นอ่อนในปริมาณเล็กน้อยจะได้รับคุณค่าสารอาหารมากกว่าการบริโภคผักที่โตเต็มที่แบบปกติ ต้นอ่อนทานตะวันมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่ม มีสีที่เป็นเอกลักษณ์ สามารถนำมาประกอบอาหารได้ทุกประเภท และรสชาติอร่อย จึงเป็นที่นิยมของผู้บริโภคอย่างแพร่หลาย (Laila and Murtaza, 2014; Guo *et al.*, 2017; Wojdylo *et al.*, 2020)

ต้นอ่อนทานตะวันเป็นวัตถุดิบจากพืชที่มีสารอาหารสำคัญในปริมาณสูงเช่นเดียวกับถั่วงอกและผักต้นอ่อนอื่น ๆ ที่นิยมบริโภค ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยต้นอ่อนทานตะวันมีคุณค่าทางโภชนาการต่อ 100 กรัม ให้พลังงานแก่ร่างกาย 53 กิโลแคลอรี ประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และใยอาหาร เท่ากับ 2.4, 2.4, 4.7 และ 1.2 กรัม ตามลำดับ ซึ่งโปรตีนในต้นอ่อนทานตะวันเป็นโปรตีนที่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายและยังมีกรดกลูตามิก กรดอะมิโนมีบทบาทที่สำคัญนอกจากให้พลังงานแก่ร่างกาย โดยมีผลต่อรสชาติของอาหาร เพราะกรดอะมิโนแต่ละชนิดมีรสชาติที่เฉพาะต่างกัน ดังนั้นการรวมกันของสิ่งเหล่านี้จึงทำให้ต้นอ่อนทานตะวันมีรสชาติที่กลมกล่อม หรือรสชาติอูมามิในอาหารต่าง ๆ

**รูปที่ 1** ต้นอ่อนทานตะวัน จากการเพาะงอก 7-10 วัน
**ที่มา :** https://bit.ly/3tljjc1.

**ตารางที่ 1** คุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญของต้นอ่อนทานตะวัน ถั่วงอก และผักต้นอ่อนต่าง ๆ ที่นิยมบริโภค ต่อ 100 กรัม

| สารอาหาร | ต้นอ่อนทานตะวัน | ถั่วงอก | ต้นอ่อนถั่วเลนทิล | ต้นอ่อนบรอกโคลี |
|---|---|---|---|---|
| พลังงาน (กิโลแคลอรี) | 53 | 30 | 106 | 36 |
| โปรตีน (กรัม) | 2.4 | 3 | 9.0 | 3.6 |
| คาร์โบไฮเดรต (กรัม) | 2.4 | 5.9 | 22.0 | 3.6 |
| ไขมัน (กรัม) | 4.7 | 0.2 | 0.6 | 0.0 |
| ใยอาหาร (กรัม) | 1.2 | 1.8 | - | 3.6 |
| กรดอะมิโน (มิลลิกรัม) | | | | |
| Lysine | 8.5 | 14.2 | 14.7 | 27.7 |
| Tryptophan | 10.0 | 9.3 | 4.3 | 14.9 |
| Histidine | 13.8 | 22.8 | 92.6 | 41.5 |
| Phenylalanine | 7.2 | 51.8 | 31.4 | 21.6 |
| Leucine | 13.5 | 21.0 | 8.1 | 22.8 |
| Isoleucine | 14.7 | 28.0 | 12.0 | 30.8 |
| Threonine | 12.3 | 13.8 | 40.6 | 40.5 |
| Methionine | 1.5 | 3.9 | 1.5 | 1.2 |
| Valine | 15.7 | 34.6 | 45.9 | 47.1 |
| Glutamic acid | 4.7 | 2.0 | 77.2 | 20.8 |

**ที่มา :** ดัดแปลงจาก Wojdylo *et al*. (2020) และ https://tools.myfooddata.com/nutrition-facts/468727/100g/1

## ประโยชน์ของต้นอ่อนทานตะวันต่อสุขภาพ

1. มีสารต้านอนุมูลอิสระ ต้นอ่อนทานตะวันมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณเมลาโทนิน และปริมาณไอโซฟลาโวนทั้งหมดเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดทานตะวัน (Cho *et al*., 2008) ซึ่งสารดังกล่าวเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากมาย เช่น ช่วยลดไขมันชนิดที่ไม่ดี (low-density lipoprotein; LDL) หรือลดคอเลสเตอรอลได้ ซึ่งมีผลดีต่อหลอดเลือดและหัวใจ

2. ป้องกันการเกิดโรคเบาหวาน ในภาวะที่ร่างกายมีระดับน้ำตาลในเลือดสูง เมื่อรับประทานของหวานเข้าไป จะเกิดปฏิกิริยาไกลเคชัน (glycation) โดยน้ำตาลจะไปเกาะติดกับโปรตีน ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของอวัยวะ และเซลล์ต่าง ๆ ภายในร่างกาย ทำให้เกิดสาร AGEs (advanced glycation end products) มีการสะสมอยู่ในร่างกาย จึงทำให้เกิดโรคเบาหวาน ต้นอ่อนทานตะวันเป็นวัตถุดิบจากธรรมชาติที่มีสารต้านอนุมูลอิสระและสามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาไกลเคชันได้ ซึ่งนอกจากสารประกอบฟีนอลิกต้นอ่อนทานตะวันยังมีสารไซนาริน (cynarin) ที่มีคุณสมบัติช่วยลดไตรกลีเซอร์ไรด์ คอเลสเตอรอลชนิดไม่ดี จึงมีประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้ที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงหรือภาวะไขมันในเลือดสูง (Englisch *et al*., 2000) โดยมีปริมาณสารไซนารินมากกว่า 8% (w/w) สูงกว่าใบอาร์ติโชค อีกทั้งยังมีสารพฤกษเคมีอื่น ๆ เช่น ฟลาโวนอยด์ ไกลโคไซด์ และสารไฟโตสเตอรอลที่ช่วยในการป้องกันระดับน้ำตาลในเลือดสูง (Winkelman, 1989)

3. มีสาร GABA เป็นสารสื่อกระแสประสาท (neurotransmitter) ในระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้รักษาสมดุลในสมอง ช่วยให้สมองเกิดการผ่อนคลาย และช่วยในการบำรุงเซลล์สมอง

## แนวทางการรับประทานต้นอ่อนทานตะวัน

ถึงแม้ว่าต้นอ่อนทานตะวันจะมีคุณค่าทางโภชนาการ แต่ในขั้นตอนของการเพาะงอก การเก็บเกี่ยวและการบรรจุเพื่อวางจำหน่ายอาจจะเกิดการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยเฉพาะการรับประทานแบบสด ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน ในการฆ่าเชื้ออาจจะมีความเสี่ยงจากเชื้อ *E. coli* และ *salmonella* (Aloo *et al*., 2021) ได้ง่ายขึ้น ดังนั้น ควรล้างต้นอ่อนทานตะวันให้สะอาดก่อนนำไปประกอบอาหาร และการปรุงให้สุกจะช่วยลดความเสี่ยงดังกล่าวได้ดี

## บทสรุป

ต้นอ่อนทานตะวันมีสารอาหารและสารพฤกษ-เคมีหลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ แต่ในการนำต้นอ่อนทานตะวันมาประกอบอาหาร จำเป็นจะต้องลดความเสี่ยงจากเชื้อจุลินทรีย์ด้วย ซึ่งต้นอ่อนทานตะวันสามารถนำไปสร้างสรรค์อาหารได้หลากหลายเมนูสุขภาพ ทั้งในรูปแบบรับประทานสด เช่น อาหารคลีนในสลัด ผักเครื่องเคียงกับน้ำพริก ส้มตำ ยำ และแบบปรุงให้สุก เช่น ซุป สตรู ผัด แกง และทอด สำหรับบทความนี้ขอนำเสนอเมนูส้มตำต้นอ่อนทานตะวันกุ้งกรอบ และแกงส้มต้นอ่อนทานตะวันไข่ม้วนกับกุ้งสด

**ส่วนผสม** (สำหรับ 2 เสิร์ฟ)

| | | |
|---|---|---|
| ต้นอ่อนทานตะวัน | 200 | กรัม |
| พริกแดง | 2-3 | เม็ด |
| กระเทียม | 1 | กลีบ |
| น้ำปลา | 1 | ช้อนโต๊ะ |
| น้ำมะนาว | 2 | ช้อนโต๊ะ |
| มะเขือเทศ ผ่าซีก | 3-4 | ลูก |
| เม็ดมะม่วงหิมพานต์ทอด | 30 | กรัม |
| กุ้งแห้งทอดกรอบ | 20 | กรัม |

## วิธีทำ

1. นำต้นอ่อนทานตะวันล้างให้สะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ
2. เตรียมน้ำส้มตำ โดยโขลกพริก และกระเทียมให้พอบุบแตก ใส่น้ำปลา น้ำมะนาว และน้ำตาลมะพร้าว คนให้เข้ากัน
3. นำน้ำส้มตำใส่ในชามผสม เติมต้นอ่อนทานตะวัน มะเขือเทศ เม็ดมะม่วงหิมพานต์ และกุ้งแห้ง คลุกเคล้าให้เข้ากัน จัดใส่จานพร้อมเสิร์ฟ

## คุณค่าทางโภชนาการ ต่อเสิร์ฟ (160 กรัม)

| | | |
|---|---|---|
| พลังงาน | 165 | กิโลแคลอรี |
| คาร์โบไฮเดรต | 10.4 | กรัม |
| โปรตีน | 9.9 | กรัม |
| ไขมัน | 9.3 | กรัม |
| โซเดียม | 580 | มิลลิกรัม |

**ส้มตำต้นอ่อนทานตะวันกุ้งกรอบ**

**แกงส้มต้นอ่อนทานตะวันไข่ม้วนกับกุ้งสด**

**ส่วนผสม** (สำหรับ 2 เสิร์ฟ)

**พริกแกงส้ม**

| | | |
|---|---|---|
| พริกขี้หนูแห้ง | 3-4 | เม็ด |
| พริกขี้หนูสวน (เขียวแดง) | 4-5 | เม็ด |
| กระเทียมจีน | 5 | กลีบ |
| ตะไคร้ หั่นฝอย | 1 | ช้อนโต๊ะ |
| ข่า หั่นฝอย | 1 | ช้อนชา |
| ขมิ้น หั่นฝอย | 1 | ช้อนชา |
| เกลือป่น | 1 | ช้อนชา |
| กะปิ | 2 | ช้อนชา |

**แกงส้ม**

| | | |
|---|---|---|
| พริกแกงส้ม | 50 | กรัม |
| ต้นอ่อนทานตะวัน หั่นท่อน 1 นิ้ว | 100 | กรัม |
| ไข่ไก่ | 2 | ฟอง |
| น้ำมันพืช | 2 | ช้อนชา |
| น้ำมะขามเปียก | 3 | ช้อนโต๊ะ |
| น้ำปลา | 2 | ช้อนโต๊ะ |
| น้ำตาลมะพร้าว | 1 | ช้อนโต๊ะ |
| กุ้งสด ปอกเปลือก ผ่าหลัง | 6 | ตัว |
| น้ำมะนาว | 1 | ช้อนโต๊ะ |
| น้ำ | 2 | ถ้วยตวง |

**วิธีทำ**

1. เตรียมพริกแกงส้ม โดยโขลกส่วนผสมของพริกแกงทั้งหมดเข้าด้วยกันให้ละเอียด
2. เตรียมต้นอ่อนทานตะวันไข่ม้วน โดยผสมต้นอ่อนทานตะวันกับไข่ให้เข้ากัน ทอดด้วยไฟอ่อนและใช้น้ำมันเล็กน้อย พอไข่เซ็ตตัวให้พับด้านหนึ่งม้วนไปจนสุดปลายอีกด้าน หั่นเป็นชิ้นตามขวาง ความหนาประมาณ 2 เซนติเมตร
3. นำพริกแกงละลายกับน้ำในหม้อ ตั้งไฟให้เดือด และมีกลิ่นหอมเครื่องแกง ใส่ต้นอ่อนทานตะวันไข่ม้วนที่เตรียมไว้ ต้มให้เดือด
4. ปรุงรสด้วยน้ำมะขามเปียก น้ำปลา น้ำตาลมะพร้าว คนให้เข้ากัน
5. พอเดือดอีกครั้งใส่กุ้ง และต้มจนกุ้งสุก เติมน้ำมะนาว ยกลง จัดเสิร์ฟ

**คุณค่าทางโภชนาการ ต่อเสิร์ฟ (140 กรัม)**

| | | |
|---|---|---|
| พลังงาน | 184 | กิโลแคลอรี |
| คาร์โบไฮเดรต | 1.8 | กรัม |
| โปรตีน | 17.6 | กรัม |
| ไขมัน | 11.8 | กรัม |
| โซเดียม | 1,242 | มิลลิกรัม |

**คำสำคัญ :** ต้นอ่อนทานตะวัน ผักที่มีกรดอะมิโนสูง ผักต้นอ่อน

**Keywords :** sunflower sprouts, high amino acids vegetable, sprouts

**เอกสารอ้างอิง**

ต้นอ่อนทานตะวัน พืชผักตัวจิ๋ว ขวัญใจคนรักสุขภาพ. ม.ป.ป. https://bit.ly/3tljjc1. [12 กุมภาพันธ์ 2565].

Aloo SO, Ofosu FK, Kilonzi SM, Shabbir U and Oh DH. 2021. Edible plant sprouts: health benefits, trends, and opportunities for novel exploration. Nutrients. 13 : 2882.

Cho MH, No HK. and Prinyawiwatkul W. 2008. Chitosan treatments affect growth and selected quality of sunfower sprouts. J Food Sci. 73(1) : S70-S77.

Englisch W, Beckers C, Unkauf M, Ruepp M and Zinserling V. 2000. Efficacy of artichoke dry extract in patients with hyperlipoproteinemia. Arzneim Forsch. 50(3) : 260-265.

Guo S, Ge Y and Na Jom K. 2017. A review of phytochemistry, metabolite changes, and medicinal uses of the common sunflower seed and sprouts (*Helianthus annuus* L.). Chem. Cent. J. 11(1) : 1-10.

Laila O and Murtaza I. 2014. Seed sprouting : A way to health promoting treasure. Int J Curr Res Rev. 6(23) : 70-74.

Sunflower sprouts nutrition. n.d. https://tools.myfooddata.com/nutrition-facts/468727/100g/1. [10 กุมภาพันธ์ 2565].

Winkelman M. 1989. Ethnobotanical treatments of diabetes in Baja California Norte. Med Anthropol 11(3) : 255-268.

Wojdylo A, Nowicka P, Tkacz K and Turkiewicz IP. 2020. Sprouts vs. microgreens as novel functional foods : variation of nutritional and phytochemical profiles and their *in vitro* bioactive properties. Molecules, 25(20) : 1-19.

**คำแนะนำสำหรับผู้เขียน**

**อาหาร** เป็นวารสารของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำหนดออกทุก 3 เดือน วัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่วิทยาการและเสนอข่าวสารด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและโภชนาการ ส่งเสริมการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรให้เป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมากขึ้น และเป็นสื่อกลางด้านธุรกิจอุตสาหกรรมอาหารระหว่างผู้ผลิต ผู้ประกอบการ ผู้บริโภคและหน่วยงานของรัฐ วารสารนี้เผยแพร่ในรูปแบบวารสารอิเล็กทรอนิกส์

**การส่งบทความ** ขอให้ส่งบทความต้นฉบับในรูปแบบไฟล์ .doc หรือ .docx และไฟล์ .pdf ทาง e-mail: fic.ifrpd@gmail.com หรือซีดีข้อมูล มาที่ นางสาวมณฑาทิพย์ ธรรมนิติโชค สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตู้ ปณ. 1043 ปท. เกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

**เรื่องที่ผู้เขียนจะส่งมาพิมพ์ในวารสารแยกเป็น 2 ประเภท**

**1. บทความวิจัย (Research article)**

1.1 Research article : เป็นงานเสนอผลการวิจัย ที่ผู้เขียนและคณะเป็นผู้ดำเนินการศึกษาวิจัย

1.2 Review article : บทความลักษณะการรวบรวมและทบทวนวรรณกรรม รวมถึงการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล และนำเสนออภิปรายผลการทบทวนวรรณกรรม

**2. บทความ (Article)**

2.1 บทความวิชาการ เป็นบทความทางวิชาการที่รวบรวมข้อมูล ความคิดเห็น และประสบการณ์ของผู้เขียน

2.2 บทความอื่น ๆ เช่น บทความวิเคราะห์ บทความเชิงวิชาการ บทความเชิงสารคดี (Feature) บทความ ความเรียง เป็นต้น

**การเตรียมต้นฉบับบทความวิจัยเพื่อลงพิมพ์ในวารสารอาหาร**

1. ต้นฉบับบทความวิจัย ควรพิมพ์บนกระดาษขนาด A4 พิมพ์หน้าเดียวความยาวประมาณ 25 บรรทัดต่อหน้า มีความยาวทั้งหมดไม่เกิน 15 หน้าพิมพ์ และตัวอักษรควรใช้ Font TH Sarabun PSK ขนาด 16 ระยะห่างบรรทัด 1.15
2. ชื่อเรื่อง (Title) ภาษาไทยและอังกฤษ ควรกะทัดรัดและตรงกับเนื้อเรื่อง ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ขึ้นต้นตัวแรกเท่านั้น ตัวอักษรอื่นใช้ตัวพิมพ์เล็ก ยกเว้นคำเฉพาะ
3. ชื่อผู้เขียน (Author) และสถานที่ทำงาน ให้ระบุภาษาไทยและอังกฤษ
4. จุดเด่น (Highlights) ของบทความวิจัยทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ 3-5 หัวข้อ
5. บทคัดย่อ (Abstract) เป็นการสรุปสาระสำคัญของงานวิจัย โดยเฉพาะวัตถุประสงค์ วิธีการ และผลการดำเนินงานวิจัย ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 200-300 คำ
6. คำสำคัญ (Keywords) ให้กำหนดคำศัพท์ทั้งภาษาไทยและอังกฤษ 2-5 คำศัพท์ โดยใช้คำภาษาไทยและภาษาอังกฤษที่มีความหมายตรงกัน คำอังกฤษที่ไม่มีคำแปลภาษาไทย อาจใช้คำทับศัพท์ เช่น อัลดีไฮด์ (aldehyde) เป็นต้น และโปรดตรวจสอบหลักการเขียนคำทับศัพท์จากราชบัณฑิต คำภาษาอังกฤษใช้ตัวพิมพ์เล็ก ยกเว้นคำเฉพาะ

7. เนื้อหา (Text) ควรประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

7.1 บทนำ (Introduction) เพื่ออธิบายถึงปัญหาและวัตถุประสงค์ อาจรวมการตรวจเอกสาร (literature review) เข้าไว้ด้วย

7.2 อุปกรณ์ และวิธีการ (Material and method) ประกอบด้วยวัตถุดิบ สารเคมี เครื่องมือ และวิธีการที่ใช้ในการทดลอง

7.3 ผลการทดลอง (Result) เป็นการเสนอผลการทดลอง ถ้ามีตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพ ให้เขียนคำอธิบายเป็นภาษาอังกฤษ

7.4 วิจารณ์ (Discussion) เป็นการวิจารณ์ผลการทดลองให้เห็นถึงสาเหตุ ที่มาของผล หลักการที่แสดงถึงผลการทดลอง ทั้งนี้สามารถรายงานผลการทดลองและการวิจารณ์ผลการทดลองรวมกันได้ โดยใช้หัวข้อ ผลการทดลองและวิจารณ์ (Result and discussion)

7.5 สรุป (Conclusion) เป็นการสรุปสาระสำคัญและแนวทางที่จะนำผลไปใช้ประโยชน์ รวมถึงคำแนะนำเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยในอนาคต

7.6 ในกรณีบทความเป็นภาษาไทย คำบรรยายเหนือตารางให้ใช้คำว่า **ตารางที่** เช่น **ตารางที่ 1** ปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 3 ในปลาทะเลและปลาน้ำจืดไทย คำบรรยายใต้รูปให้ใช้คำว่า **รูปที่** เช่น **รูปที่ 1** ปฏิกิริยาการเกิดสารไนโตรซามีน และระบุ **ที่มา :** ของตารางและรูป เนื้อหาในตารางและรูป สามารถใช้ภาษาอังกฤษได้ ในกรณีที่บทความเป็นภาษาอังกฤษ คำบรรยายเหนือตารางให้ใช้คำว่า **Table** เช่น **Table 1** Effect of ... คำบรรยายใต้รูปให้ใช้คำว่า **Figure** เช่น **Figure 1** Effect of ... และระบุ **Source :**

อ้างอิงข้อมูลในตารางและรูปภาพ ให้ระบุชื่อผู้แต่งไว้นอกวงเล็บ และระบุปีที่พิมพ์ไว้ในวงเล็บตรงที่มาใต้ตารางและรูปภาพดังนี้

**ที่มา:** ช่อฟ้า และคณะ (2550) **ที่มา:** สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2552)

**ที่มา:** Alexandre and Dubois (2000) **ที่มา:** Gonzales *et al.* (2005)

**Source:** Burr *et al.* (2009)

**Source:** The Graduate School Kasetsart University (2009)

7.7 คำภาษาอังกฤษที่ใช้บรรยายในเนื้อความให้ใช้ตัวพิมพ์เล็ก ยกเว้นคำเฉพาะ คำย่อ ถ้าคำภาษาอังกฤษในตาราง ให้ใช้ตัวอักษรตัวแรกเป็นตัวพิมพ์ใหญ่เท่านั้น ตัวอักษรอื่น ๆ ใช้ตัวพิมพ์เล็ก ยกเว้นคำเฉพาะ

7.8 กรณีที่มีการอ้างอิงในเนื้อความเพื่อระบุแหล่งที่มาของข้อมูล ให้ใช้รูปแบบดังนี้

7.8.1 อ้างอิงเอกสารหนึ่งเรื่องที่มีผู้แต่งคนเดียว มีรูปแบบดังนี้

ปาริฉัตร (2555) ..... Fischer (2017) .....

..... (ปาริฉัตร, 2555) ..... (Fischer, 2017)

7.8.2 อ้างอิงเอกสารหนึ่งเรื่องที่มีผู้แต่ง 2 คน มีรูปแบบดังนี้

ช่อฟ้า และ พรรณระพี (2547) ..... Matsumoto และ Take (1980) .....

..... (ช่อฟ้า และ พรรณระพี, 2547) ..... (Matsumoto and Take, 2009)

7.8.3 อ้างอิงเอกสารหนึ่งเรื่องที่มีผู้แต่งตั้งแต่ 3 คน มีรูปแบบดังนี้

ปาริฉัตร และคณะ (2555) ..... Fischer และคณะ (2017) .....

..... (ปาริฉัตร และคณะ, 2555) ..... (Fischer *et al.,* 2017)

7.8.4 อ้างอิงเอกสารที่ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง ให้ใช้คำว่า นิรนาม สำหรับเอกสารภาษาไทย และคำว่า Anonymous สำหรับเอกสาร ภาษาอังกฤษ แทนชื่อผู้แต่งดังนี้

นิรนาม (2552) .....  Anonymous (2009) .....

..... (นิรนาม, 2552)  ..... (Anonymous, 2009)

7.8.5 อ้างอิงเอกสารที่ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ ในตำแหน่งที่ต้องระบุปีที่พิมพ์ ให้ระบุ ม.ป.ป. สำหรับเอกสารภาษาไทยและ n.d. สำหรับเอกสารภาษาอังกฤษดังนี้

ช่อฟ้า (ม.ป.ป.) .....  Kan (n.d.) .....

..... (พิชิต, ม.ป.ป.)  ..... (Kan, n.d.)

7.8.6 อ้างอิงหนังสือพิมพ์ กรณีอ้างข่าวทั่วไป ให้ระบุชื่อหนังสือพิมพ์และปีที่พิมพ์ดังนี้

ไทยรัฐ (2552) .....  The New York Times (2010) .....

..... (ไทยรัฐ, 2552)  ..... (The New York Times, 2010)

7.8.7 อ้างอิงทรัพย์สินทางปัญญา ให้ระบุชื่อผู้จดสิทธิบัตร และปีที่จดสิทธิบัตรดังนี้

พัชรี (2556) ....  Fraser (2017) .....

..... (พัชรี, 2556)  ..... (Fraser, 2017)

8. กิติกรรมประกาศ (Acknowledgement) อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ที่ช่วยเหลือ แต่มิได้เป็นผู้ร่วมงานด้วย
9. เอกสารอ้างอิง (Reference) เป็นเอกสารที่ผู้เขียนได้อ้างไว้ในบทความ ซึ่งจะทำให้ผู้อ่านสามารถสืบค้นเอกสารที่มาได้ โดยให้เขียนตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในหัวข้อ **การเขียนเอกสารอ้างอิง/ บรรณานุกรม**
10. บทความควรมีภาพประกอบเป็นฟิลม์ สไลด์ รูปภาพ หรือไฟล์ข้อมูล รูปภาพควรมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 200 จุดต่อนิ้ว
11. ชื่อวิทยาศาสตร์ หรือภาษาละตินที่ปรากฏในบทความให้พิมพ์ตัวเอน เช่น *Staphylococcus aureus, Salmonella* spp., *et al., in vitro* เป็นต้น

**การเตรียมต้นฉบับบทความอื่น ๆ**

1. ต้นฉบับ ควรพิมพ์บนกระดาษขนาด A4 พิมพ์หน้าเดียวความยาวประมาณ 25 บรรทัดต่อหน้า มีความยาวทั้งหมดไม่เกิน 15 หน้าพิมพ์ และตัวอักษรควรใช้ Font TH Sarabun PSK ขนาด 16 ระยะห่างบรรทัด 1.15
2. ชื่อเรื่อง (Title) ภาษาไทยและอังกฤษ ควรกะทัดรัดและตรงกับเนื้อเรื่อง ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ขึ้นต้นตัวแรกเท่านั้น ตัวอักษรอื่นใช้ตัวพิมพ์เล็ก ยกเว้นคำเฉพาะ
3. ชื่อผู้เขียน (Author) และสถานที่ทำงาน ให้ระบุภาษาไทยและอังกฤษ
4. จุดเด่น (Highlights) ของบทความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ 3-5 หัวข้อ
5. บทคัดย่อ (Abstract) บทคัดย่อในบทความวิชาการ เป็นการสรุปประเด็นเนื้อหาที่เป็นแก่นสำคัญ เน้นประเด็นสำคัญของงานที่ต้องการนำเสนอจริง ๆ ควรเขียนให้สั้น กระชับ มีความยาวไม่เกิน 10 ถึง 15 บรรทัด โดยบทคัดย่อมักจะประกอบด้วยเนื้อหาสามส่วน คือ เกริ่นนำ สิ่งที่ทำ สรุปผลสำคัญที่ได้ ซึ่งอ่านแล้วต้องเห็นภาพรวมทั้งหมดของงาน
6. เนื้อหา ประกอบด้วย คำนำ เนื้อเรื่อง และบทสรุป

6.1 ในกรณีบทความเป็นภาษาไทย คำบรรยายเหนือตารางให้ใช้คำว่า **ตารางที่** เช่น **ตารางที่ 1** ปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 3 ในปลาทะเลและปลาน้ำจืดไทย คำบรรยายใต้รูปให้ใช้คำว่า **รูปที่** เช่น **รูปที่ 1** ปฏิกิริยาการเกิดสารไนโตรซามีน และระบุ **ที่มา :** ของตารางและรูป เนื้อหาในตารางและรูปสามารถใช้ภาษาอังกฤษได้ ในกรณีที่บทความเป็นภาษาอังกฤษ คำบรรยายเหนือตารางให้ใช้คำว่า **Table** เช่น **Table 1** Effect of ... คำบรรยายใต้รูปให้ใช้คำว่า **Figure** เช่น **Figure 1** Effect of ... และระบุ **Source :**

อ้างอิงข้อมูลในตารางและรูปภาพ ให้ระบุชื่อผู้แต่งไว้นอกวงเล็บ และระบุปีที่พิมพ์ไว้ในวงเล็บตรงที่มาใต้ตารางและรูปภาพดังนี้

**ที่มา :** ช่อฟ้า และคณะ (2550) **ที่มา :** สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2552)

**ที่มา :** Alexandre and Dubois (2000) **ที่มา :** Gonzales *et al.* (2005)

**Source :** Burr *et al.* (2009)

**Source :** The Graduate School Kasetsart University (2009)

6.2 คำภาษาอังกฤษที่ใช้บรรยายในเนื้อความ ให้ใช้ตัวพิมพ์เล็ก ยกเว้นคำเฉพาะ คำย่อ ถ้าคำภาษาอังกฤษในตาราง ให้ใช้ตัวอักษรตัวแรกเป็นตัวพิมพ์ใหญ่เท่านั้น ตัวอักษรอื่น ๆ ใช้ตัวพิมพ์เล็ก ยกเว้นคำเฉพาะ

6.3 กรณีที่มีการอ้างอิงในส่วนเนื้อหาเพื่อระบุแหล่งที่มาของข้อมูล ให้ใช้รูปแบบดังนี้

6.3.1 อ้างอิงเอกสารหนึ่งเรื่องที่มีผู้แต่งคนเดียว มีรูปแบบดังนี้

ปาริฉัตร (2555) ..... Fischer (2017) .....

..... (ปาริฉัตร, 2555) ..... (Fischer, 2017)

6.3.2 อ้างอิงเอกสารหนึ่งเรื่องที่มีผู้แต่ง 2 คน มีรูปแบบดังนี้

ช่อฟ้า และ พรรณระพี (2547) ..... Matsumoto และ Take (1980) .....

..... (ช่อฟ้า และ พรรณระพี, 2547) ..... (Matsumoto and Take, 2009)

6.3.3 อ้างอิงเอกสารหนึ่งเรื่องที่มีผู้แต่งตั้งแต่ 3 คน มีรูปแบบดังนี้

ปาริฉัตร และคณะ (2555) ..... Fischer และคณะ (2017) .....

..... (ปาริฉัตร และคณะ, 2555) ..... (Fischer *et al.,* 2017)

6.3.4 อ้างอิงเอกสารที่ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง ให้ใช้คำว่า นิรนาม สำหรับเอกสารภาษาไทย และคำว่า Anonymous สำหรับเอกสาร ภาษาอังกฤษ แทนชื่อผู้แต่งดังนี้

นิรนาม (2552) ..... Anonymous (2009) .....

..... (นิรนาม, 2552) ..... (Anonymous, 2009)

6.3.5 อ้างอิงเอกสารที่ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ ในตำแหน่งที่ต้องระบุปีที่พิมพ์ ให้ระบุ ม.ป.ป. สำหรับเอกสารภาษาไทยและ n.d. สำหรับเอกสารภาษาอังกฤษดังนี้

ช่อฟ้า (ม.ป.ป.) ..... Kan (n.d.) .....

..... (พิชิต, ม.ป.ป.) ..... (Kan, n.d.)

6.3.6 อ้างอิงหนังสือพิมพ์ กรณีอ้างข่าวทั่วไป ให้ระบุชื่อหนังสือพิมพ์และปีที่พิมพ์ดังนี้

ไทยรัฐ (2552) ..... The New York Times (2010) .....

..... (ไทยรัฐ, 2552) ..... (The New York Times, 2010)

6.3.7 อ้างอิงทรัพย์สินทางปัญญา ให้ระบุชื่อผู้จดสิทธิบัตร และปีที่จดสิทธิบัตรดังนี้

พัชรี (2556) ....  Fraser (2017) .....

..... (พัชรี, 2556)  ..... (Fraser, 2017)

7. คำสำคัญ (Keywords) ให้กำหนดคำศัพท์ทั้งภาษาไทยและอังกฤษ 2-5 คำศัพท์ โดยใช้คำภาษาไทยและภาษาอังกฤษที่มีความหมายตรงกัน คำอังกฤษที่ไม่มีคำแปลภาษาไทย อาจใช้คำทับศัพท์ เช่น อัลดีไฮด์ (aldehyde) เป็นต้น คำภาษาอังกฤษใช้ตัวพิมพ์เล็ก ยกเว้นคำเฉพาะ และให้ใส่ไว้หลังหัวข้อบทคัดย่อ

8. เอกสารอ้างอิง/ บรรณานุกรม ให้เขียนตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในหัวข้อ **การเขียนเอกสารอ้างอิง/ บรรณานุกรม**

8.1 เอกสารอ้างอิง เป็นเอกสารที่ผู้เขียนได้อ้างไว้ในตัวบทความ ซึ่งจะทำให้ผู้อ่านสามารถไปค้นหามาได้

8.2 บรรณานุกรม เป็นเอกสารประกอบการเขียนบทความที่ไม่มีการอ้างอิงในตัวบทความโดยตรง ซึ่งผู้อ่านควรอ่านเพิ่มเติม

9. บทความควรมีภาพประกอบเป็นฟิลม์ สไลด์ รูปภาพ หรือไฟล์ข้อมูล รูปภาพควรมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 200 จุดต่อนิ้ว

10. ชื่อวิทยาศาสตร์ หรือภาษาละตินที่ปรากฏในบทความให้พิมพ์ตัวเอน เช่น *Staphylococcus aureus, Salmonella* spp., *et al., in vitro* เป็นต้น

**การเขียนเอกสารอ้างอิง/ บรรณานุกรม สามารถเขียนได้ 2 แบบ คือ**

**1. เอกสารอ้างอิง** เป็นเอกสารที่ผู้เขียนได้อ้างไว้ในบทความ ซึ่งผู้อ่านสามารถไปสืบค้นเอกสารที่มาได้

**2. บรรณานุกรม** เป็นเอกสารประกอบการเขียนบทความที่ไม่มีการอ้างอิงในตัวบทความโดยตรง ซึ่งผู้อ่านสามารถอ่านเพิ่มเติมเพื่อให้ทราบภูมิหลัง หรือเข้าใจบทความได้ละเอียดดีขึ้น

**ก. การเรียงลำดับเอกสาร** ไม่ต้องมีเลขกำกับ ให้เรียงลำดับชื่อผู้แต่ง หรือผู้รายงานตามตัวอักษร เริ่มด้วยเอกสารภาษาไทยก่อน แล้วต่อด้วยเอกสารภาษาต่างประเทศ

**ข. การเขียนชื่อผู้เขียน** เอกสารภาษาไทยให้ใช้ชื่อเต็ม โดยใช้ชื่อตัวนำหน้า ตามด้วยชื่อสกุล ถ้าเป็นเอกสารภาษาต่างประเทศ ให้เขียนชื่อสกุลขึ้นก่อน ตามด้วยชื่ออื่น ๆ โดยชื่อสกุลให้เขียนเต็ม ส่วนชื่อต้นและชื่อกลางให้เขียนเป็นชื่อย่อโดยใช้อักษรตัวแรกและไม่ต้องใส่จุดที่อักษรย่อ เอกสารอ้างอิงใดที่ไม่มีชื่อผู้แต่ง ให้ใช้ชื่อหน่วยงานขึ้นต้น หรือถ้าไม่มีชื่อหน่วยงาน ให้ใช้ชื่อเรื่องของบทความขึ้นต้นแทน

**- ชื่อหน่วยงานขึ้นต้น**

The Food Science Society of Australia and New Zealand. 2000. Food safety guidelines. J Aust. 164 : 82-84.

**- ชื่อเรื่องขึ้นต้น**

Cancer in South Africa. 1994. S Afr J. 84 : 15-20.

A Buddhist response. 1995. http://www.cpc.psu.edu/ [21 June 2015].

**ค. เอกสารอ้างอิงที่ไม่มีปีปรากฏ** ในตำแหน่งที่ต้องระบุปีที่พิมพ์ ให้ระบุ ม.ป.ป. สำหรับเอกสารภาษาไทยและ n.d. สำหรับเอกสารภาษาอังกฤษ

อรพิน ชัยประสพ. ม.ป.ป. การกำจัดรสขมในน้ำผลไม้ จากพืชตระกูลส้ม. อาหาร 21(2) : 87-93.

Holsinger VH and Klingerman AE. n.d. Application of lactase in dairy foods and other foods containing lactose. Food Tech. 45(1) : 92-95.

**รูปแบบการเขียนเอกสารอ้างอิง/ บรรณานุกรม มีดังนี้**

**1. วารสาร:** ชื่อผู้แต่ง. ปีที่แต่ง. ชื่อเรื่อง. ชื่อวารสาร. ปีที่(ฉบับที่) : หน้าที่ใช้อ้างอิง.
(ชื่อวารสารภาษาอังกฤษให้ใช้ชื่อย่อและใส่จุด พิมพ์ด้วยอักษรตัวตรง)

**ภาษาไทย:**

อรพิน ชัยประสพ. 2534. การกำจัดรสขมในน้ำผลไม้ จากพืชตระกูลส้ม. อาหาร. 21(2) : 87-93.

**ภาษาอังกฤษ:**

Holsinger VH and Klingerman AE. 1991. Application of lactase in dairy foods and other foods containing lactose. Food Tech. 45(1) : 92-95.

**2. หนังสือ:** ชื่อผู้แต่ง. ปีที่แต่ง. ชื่อหนังสือ. ครั้งที่พิมพ์ (ถ้ามี). สำนักพิมพ์. เมืองที่พิมพ์. หน้า.
(หากใช้หนังสืออ้างอิงทั้งเล่มไม่ต้องระบุจำนวนหน้า)

**ภาษาไทย:**

จรัญ จันทลักขณา และ อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2535. สถิติเบื้องต้นแบบประยุกต์. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช. กรุงเทพมหานคร. หน้า 30-35.

**ภาษาอังกฤษ:**

Talek L and Graham HD. 1983. Leaf protein concentrates. The AVI Pulishing Company. Inc. Westport. Connecticut. p. 84-88.

Phillips SJ and Whisnant JP. 1995. Hypertension and stroke. In: Laragh JH and Brenner BM. (eds.) Hypertension: pathophysiology, diagnosis, and management. 2nd ed. Raven Press. New York. p. 465-478.

**3. รายงานการวิจัย/ประชุมวิชาการ**: ชื่อผู้แต่ง. ปีที่แต่ง. ชื่อเรื่อง. ชื่อรายงาน/เอกสารการประชุมวิชาการ. สถาบัน. สำนักพิมพ์. เมืองที่พิมพ์. หน้า.

**ภาษาไทย**:

ช่อฟ้า ทองไทย และ อัมพร ศรีสุทธิพฤกษ์. 2532. การเกิดผลึกของกรดอะมิโนไทโรซีน ในน้ำปลา. การประชุมวิชาการของชมรมเทคโนโลยีชีวภาพ ครั้งที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร. หน้า 60-65.

**ภาษาอังกฤษ**:

Bengtsson S and Solheim BG. Enforcement of data protection, privacy and security in medical informatics. In: Lun KC, Degoulet P, Piemme TE and Ricnhoff O. (eds.) Proceedings of the 7th World Congress, 6-10 September 1992, Geneva, Switzerland. p. 61-65.

**4. รูปแบบอิเล็กทรอนิกส์**

**4.1 งานเขียนรายบุคคล:** ชื่อผู้แต่ง/ บรรณาธิการ. ปีที่แต่ง. ชื่อเรื่อง. http://... [วันเดือนปีที่ค้นข้อมูล].

**ภาษาไทย:**

พิมลพรรณ พิทยานุกูล. 2543. วิธีสืบค้นวัสดุสารสนเทศ. http://www.lib.buu.ac.th [16 กันยายน 2558].

ผลิตภัณฑ์ใต้วงแขนอันตราย. 2546. http://www.kalathai.com/think/view_hot.?article_id=16 [20 มิถุนายน 2558].

**ภาษาอังกฤษ:**

Prizker TJ. 1990. An early fragment from Central Nepal. http:// www. ingress.com/ ~ astanart/pritzker/pritzker.html [8 June 2015].

**4.2 วารสาร:** Author. year. Title. Journal title. volume (issue). paging or indicator of length. Site/Path/File [Access date].

**ตัวอย่าง:**

Inada K. 1995. A buddhist response to the nature of human right. J Bud Ethics. http:// www .cpc.psu.edu/jbe/twocont.html [21 June 2015].

**4.3 นิตยสาร:** Author. Year. Title. Magazine Title. volume (if given). paging or indicator of length. Site/Path/File [Access date].

**ตัวอย่าง:**

Viviano F. 1995. The new mafia order. Mother Jones Magazine. http:// www. mojones. com.MOTHER JONES/MJ 95/viviano.html [17 July 2015].

**4.4 จดหมายอิเล็คทรอนิกส์:** Sender. E-mail address. date month year. Subject of Message. E-mail to recipient (Recipient E-mail address).

**ตัวอย่าง**:

Day M. MDAY@sage.uvm.edu. 30 July 1995. Review of film – bad lieutenant. E-mail to Xia L. (XLI@moose.uvm.edu).

**5. ทรัพย์สินทางปัญญา**

ผู้จดสิทธิบัตร. ปีที่จดสิทธิบัตร. ชื่อสิ่งประดิษฐ์. ประเทศที่จดสิทธิบัตร หมายเลขของสิทธิบัตร.

**ตัวอย่าง**

พัชรี ตั้งตระกูล. 2556. โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากข้าวกล้องงอก. เลขที่ 8776.

Fraser R, Brown PO, Karr J, Holz-Schietinger C and Cohn E. 2017. Methods and compositions for affecting the flavor and aroma profile of consumables. U.S. Patent No. 9,700,067.

**การใช้รูปภาพจากบทความ**

ผู้เขียนต้องตรวจสอบลิขสิทธิ์ก่อนการใช้งานทุกรูปภาพที่มีการอ้างอิง โดยตรวจสอบจากสัญญาอนุญาตครีเอทีฟคอมมอนส์ ดังนี้

- Attribution CC – BY ให้เผยแพร่ ดัดแปลง โดยต้องระบุที่มา

- Attribution CC – BY -SA ให้เผยแพร่ ดัดแปลง โดยต้องระบุที่มาและต้องเผยแพร่งานดัดแปลงโดยใช้สัญญาอนุญาตเดียวกัน

- Attribution CC – BY -ND ให้เผยแพร่ โดยต้องระบุที่มา แต่ห้ามดัดแปลง

- Attribution CC- BY -NC ให้เผยแพร่ ดัดแปลง โดยต้องระบุที่มาแต่ ห้ามใช้เพื่อการค้า

- Attribution CC- BY – NC – SA ให้เผยแพร่ ดัดแปลง โดยต้องระบุที่มาแต่ห้ามใช้เพื่อการค้าและต้องเผยแพร่งานดัดแปลงโดยใช้สัญญาอนุญาตชนิดเดียวกัน

- Attribution CC- BY – NC -ND ให้เผยแพร่ โดยต้องระบุที่มาแต่ห้ามดัดแปลงและห้ามใช้เพื่อการค้า

**หมายเหตุ:**

1. ข้อมูล ทรรศนะ และข้อความใด ๆ ที่ปรากฏในวารสารอาหาร เป็นของผู้เขียนหรือเจ้าของต้นฉบับเดิม โดยเฉพาะ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารไม่จำเป็นต้องเห็นพ้องด้วย
2. กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์แก้ไขเรื่องที่จะลงพิมพ์ทุกเรื่องในกรณีที่จำเป็น ต้นฉบับที่แก้ไขแล้วจะแจ้งไปยังผู้เขียนเพื่อความเห็นชอบอีกครั้ง
3. แจ้งเบอร์โทรศัพท์ หรือ e-mail เพื่อติดต่อ เมื่อบทความได้เข้าสู่กระบวนการพิจารณาตีพิมพ์ลงในวารสารอาหาร
4. หากมีการละเมิดสิทธิ์ใด ๆ โดยคณะผู้เขียน คณะผู้เขียนจะเป็นผู้รับผิดชอบแต่เพียงผู้เดียว

goo.gl/b6dGWD