วิชาการ

ผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากพืช

Plant-based alternative milk

ณฐิฆา รอดขวัญ (Natita Rodkwan)

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

จุดเด่น

- พืชที่นิยมนำมาใช้ผลิตนมทางเลือก
- กระบวนการผลิตนมทางเลือกจากพืช
- ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพและการยอมรับผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากพืช

Highlights

- Types of plant for alternative milk production
- plant-based milk producing process
- Effecting factors on quality and acceptability of plant-based alternative milk

บทคัดย่อ

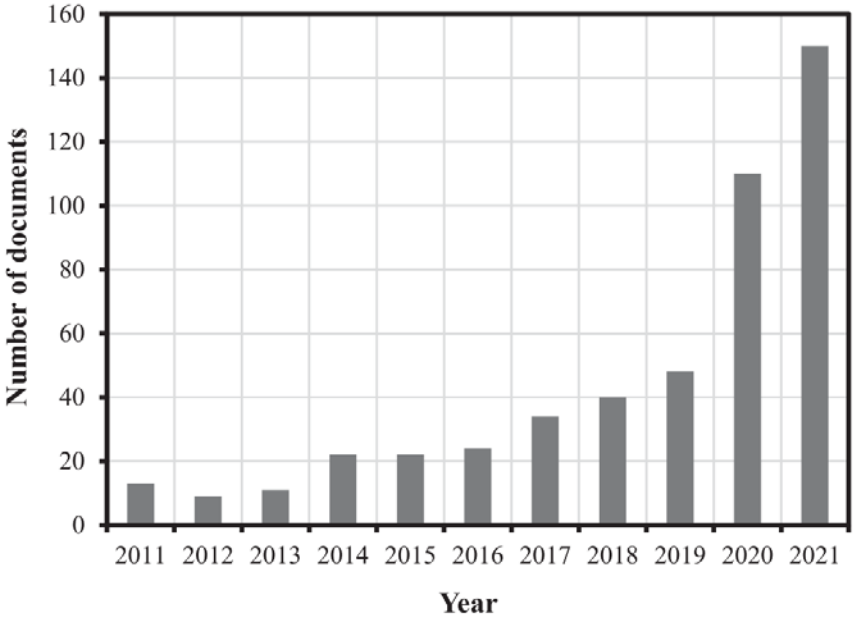
ในปัจจุบันนมพืชทางเลือกมีวางจำหน่ายในท้องตลาดอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอาหารเพื่อสุขภาพที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่แพ้นมวัวและผู้บริโภคที่รับประทานมังสวิรัติ ซึ่งพืชที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบมีหลากหลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง ข้าวโอ๊ต งา อัลมอนด์ ควินัว และจากถั่วต่าง ๆ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์นมพืชมีการพัฒนาทั้งทางด้านกระบวนการผลิต การนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้ในการผลิตเพื่อพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีเพื่อทดแทนนมวัว รวมถึงพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นรส ความคงตัว และเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่อย่างไรก็ตามการนำพืชมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์นมทางเลือกอาจมีข้อจำกัด เช่น สี กลิ่น และองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ยังไม่ใกล้เคียงกับนมวัว รวมถึงอาจมีการแพ้ถั่วเหลืองในผู้บริโภคบางกลุ่ม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและเลือกใช้พืชในการผลิตนมทางเลือกให้เหมาะสม

คำสำคัญ : นมทางเลือกจากพืช การแพ้โปรตีนจากนมวัว กระบวนการผลิตนมทางเลือกจากพืช

Keywords : plant-based alternative milk, cow's milk protein allergy, plant- based milk producing process

บทนำ

ในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการรับประทานอาหารที่ดีต่อสุขภาพมากขึ้น กระแสการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มจากพืช (plant-based) ได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคมีพฤติกรรมสนใจอาหารที่ทำจากพืช ผัก ผลไม้ ธัญพืชและถั่วต่าง ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์นมจากพืชได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยพบว่า จำนวนงานวิจัยที่เกี่ยวกับ plant-based milk ในฐานข้อมูล Scopus ในปี ค.ศ. 2011-2021 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 1 เนื่องจากมีกลุ่มผู้บริโภคที่มีปัญหาการแพ้โปรตีนจากนมวัว (cow's milk protein allergy) และผู้บริโภคบางกลุ่มไม่สามารถย่อยน้ำตาลแล็กโทสในนมวัวได้ (lactose intolerant) จากปัญหาดังกล่าวจึงเป็นข้อจำกัดในการดื่มนมวัว ทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์นมจากพืชจึงเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับทั้งผู้บริโภคที่แพ้นมวัวและผู้บริโภคที่รับประทานมังสวิรัติ ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์นมจากพืชหลากหลายชนิด ได้แก่ น้ำนมถั่วเหลือง น้ำนมข้าว น้ำนมข้าวโอ๊ต น้ำนมมะพร้าว เป็นต้น



รูปที่ 1 จำนวนงานวิจัยในฐานข้อมูล Scopus สำหรับการค้นหาคำว่า plant-based milk
ที่มา : Bocker and Silva (2022)

พืชที่นิยมนำมาใช้ผลิตนมทางเลือก

ผลิตภัณฑ์นมทางเลือกมีการผลิตจากวัตถุดิบหลากหลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง ข้าว ข้าวโอ๊ต งา อัลมอนด์ มะพร้าว ควินัว และจากถั่วต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์นมจากพืชแต่ละชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการที่แตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 1 การผลิตนมจากพืชมีการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นรส ความคงตัวและมีสารอาหารต่าง ๆ ใกล้เคียงกับนมวัว พืชที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1. ธัญพืช (cereal based)

ธัญพืชที่นิยมนำมาใช้ เช่น ข้าวโอ๊ต ข้าว และข้าวโพด โดยข้าวเป็นแหล่งสารอาหารที่ดีและมีประโยชน์ มีทั้งคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโนจำเป็น วิตามินและแร่ธาตุ เช่น วิตามินอี ฟอสฟอรัส

โพแทสเซียม และแมกนีเซียม โดยข้อดีของการใช้ข้าวคือได้ผลิตภัณฑ์นมที่ปราศจากกลูเตน เมื่อนำข้าวมาผลิตเป็นน้ำนมมักจะพบปัญหาการแยกชั้นเนื่องจากมีสตาร์ชในปริมาณสูง จึงต้องมีการใช้เอนไซม์เพื่อย่อยสตาร์ช โดยนิยมใช้เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (alpha-amylase) บีตา-อะไมเลส (beta-amylase) (Amagliani *et al*., 2017)

2. พืชตระกลูถั่ว (legume based)

พืชตระกลูถั่วที่นิยมใช้ คือ ถั่วเหลือง ซึ่งประกอบด้วยสารอาหาร คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และพบกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น linoleic acid (18:2) และ linolenic acid (18:3) นมถั่วเหลืองมีสารพฤกษเคมี (phytochemicals) เช่น ไอโซฟลาโวน (isoflavones) ซาโปนิน (saponins) และกรดไฟติก (phytic acid) ปัจจุบันนมถั่วเหลืองหรือน้ำเต้าหู้เป็นที่นิยมดื่มกันทั่วไป เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงนมวัว และยังคงมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเติมแคลเซียมเพื่อให้คุณค่าทางโภชนาการเทียบเท่ากับนมวัว นอกจากนี้นมถั่วเหลืองสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการทำอาหารจากพืช (plant-based diet) เช่น การใช้ทดแทนไข่ในการทำมายองเนส เป็นต้น

3. ถั่วเปลือกแข็ง (nut based)

พืชกลุ่มถั่วเปลือกแข็งที่นิยมใช้ เช่น เฮเซลนัท (hazelnut) ถั่วบราซิล (brazil nut) อัลมอนด์ (almond) เม็ดมะม่วงหิมพานต์ (cashew nut) สำหรับในปัจจุบันนมอัลมอลด์ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูงมีการผลิตเป็นนมทางเลือกจากพืชเพื่อทดแทนนมวัววางขายอย่างแพร่หลายในยุโรป ในเมล็ดอัลมอนด์มีไขมันประมาณ 35-52% โปรตีน 22-25% มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) และมีกรดอะมิโนจำเป็น นอกจากนี้ประกอบด้วยแคลเซียม แมกนีเซียม ซีลิเนียม โพแทสเซียม ไฟเบอร์ วิตามินอีและสารต้านอนุมูลอิสระ (Maria and Victoria, 2018) ในน้ำนมจากเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acid) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acid) ประมาณ 70% โดยมีทั้งกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acid) และ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acid) มีประโยชน์ต่อร่างกายคือสามารถช่วยลดคอเลสเตอรอลชนิดแอลดีแอล (LDL cholesterol) และเพิ่มคอเลสเตอรอลชนิดเอชดีแอล (HDL cholesterol) (Amorim *et al*., 2018)

4. กลุ่มเมล็ดพืช (seed based)

ในกลุ่มเมล็ดพืชนิยมใช้งาและเมล็ดทานตะวันสำหรับงาเป็นแหล่งโปรตีน น้ำมัน วิตามินและเกลือแร่ที่ดี รวมถึงมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง (Hassan *et al*., 2012) งามีไขมันประมาณ 37% โดยมีกรดไขมันที่มีประโยชน์ เช่น palmitic acid (16:0), stearic acid (18:0), oleic acid (18:1) และ linoleic acid (18:2) มีโปรตีนประมาณ 47% ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น lysine นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของแคลเซียม ธาตุเหล็ก และสังกะสี ส่วนของเปลือกหุ้มเป็นแหล่งของวิตามินบีรวม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างนมถั่วเหลืองและนมงา (sesame milk) พบว่า นมงามีข้อจำกัดในการบริโภคน้อยกว่า เนื่องจากการดื่มนมงาไม่ส่งผลต่อสภาวะท้องอืดท้องเฟ้อและมีการแพ้ที่น้อยกว่าถั่วเหลือง รวมถึงไม่มีกลิ่นเหม็นเขียวและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่า (Fitrotin *et al.,* 2015; Sethi *et al.,* 2016)

5. กลุ่มหญ้าที่ไม่ใช่ธัญพืช (pseudocereal based)

กลุ่มหญ้าที่ไม่ใช่ธัญพืชเป็นพืชที่ผลและเมล็ดสามารถนำมาผลิตแป้งได้ เช่น บักวีท (buckwheat) เจีย (chia) และควินัว (quinoa) โดยควินัวเป็นแหล่งโปรตีน มีกรดอะมิโนจำเป็น เช่น methionine, cysteine และ lysine ควินัวเป็นแหล่งโปรตีนที่ปราศจากกลูเตนจึงสามารถนำไปใช้กับอาหารสำหรับคนที่แพ้กลูเตนได้ ควินัวประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตประมาณ 32-69% มีไขมันประมาณ 5% ส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) เช่น linoleic acid (18:2), oleic acid (18:1) เป็นต้น (Vilcacundo and Hernández-Ledesma, 2017) เนื่องจากควินัวมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแป้งจึงมีการใช้เอนไซม์ย่อยแป้งก่อนนำมาผลิตเป็นเครื่องดื่ม ข้อจำกัดของควินัวคือมีความขมจากสารซาโปนิน (saponins) ซึ่งอาจส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นมจากพืชแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์นมวัว

Type of milk (per serving of 240 ml)	Calories (g)	Protein (g)	Fat (g)	Carbohydrates (g)	Dietary fibres (g)	Calcium (% daily value)	Iron (% daily value)	Vitamin A (% daily value)
Soy milk (Silk)	80	7	4	4	1	30	–	10
Quinoa milk (Ecomil)	104	4.5	6	9	–	–	–	–
Rice milk (Pacific)	130	1	2	27	0	30	6	10
Oat milk (Oatly)	80	2.5	4	16	2	15	0	10
Sesame milk (Ecomil, with agave syrup)	140	1.5	6	16.5	0.5	–	–	–
Almond milk (Silk)	40	1	3	2	1	20	2	10
Coconut milk (Silk)	80	<1	5	7	0	45	4	10
Hemp milk (Living harvest)	70	2	6	1	0	30	6	10
Hazelnut milk (Ecomil)	124	1.4	6	14	–	–	–	–
Multigrain milk (Pacific Organic 7 grain milk)	140	3	2	27	1	35	8	15
Cow's milk (Amul Gold standardized UHT milk)	168	8	10	11	–	338 mg	1.25 µg	168 µg

ที่มา : ดัดแปลงจาก Sethi *et al*. (2016)

ผลิตภัณฑ์นมจากพืชแต่ละชนิดมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compounds) และประโยชน์ต่อสุขภาพที่แตกต่างกัน สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบ เช่น ไอโซฟลาโวน สารประกอบฟีนอล เบต้า-กลูแคน เป็นต้น ทำให้ผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากพืชมีประโยชน์ต่อร่างกาย ได้แก่ ช่วยลดคอเลสเตอรอล ช่วยเกี่ยวกับโรคหัวใจและหลอดเลือด ป้องกันการเกิดโรคเบาหวาน รวมถึงมีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก (prebiotic) เพื่อเป็นอาหารให้กับจุลินทรีย์ดีในลำไส้ (probiotic) แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและประโยชน์ต่อสุขภาพของนมทางเลือกจากพืชแต่ละชนิด

ผลิตภัณฑ์นมพืช	**สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ**	**ประโยชน์ต่อสุขภาพ**
Soy milk	Isoflavones Phytosterols	Protective effect against cancer, cardiovascular disease, and osteoporosis Cholesterol lowering properties
Peanut milk	Phenolic compounds	Protective role against oxidative damage and diseases like coronary heart disease, stroke, and various cancers
Oat milk	β-glucan	Increases solution viscosity and can delay gastric emptying time, increases gastrointestinal transit time which are associated with their

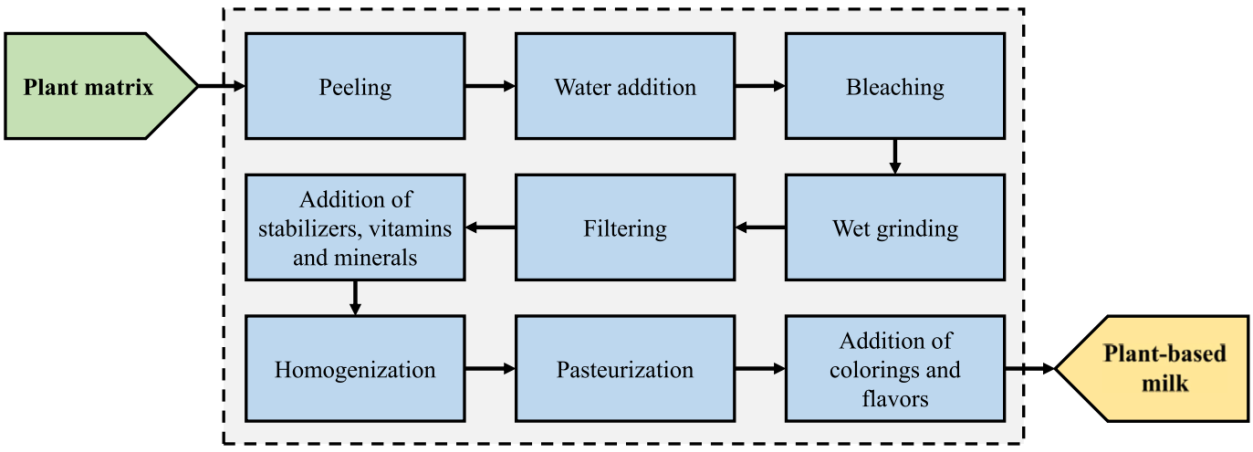
ตารางที่ 2 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและประโยชน์ต่อสุขภาพของนมทางเลือกจากพืชแต่ละชนิด (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์นมพืช	สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ	ประโยชน์ต่อสุขภาพ
		reduced blood glucose level, hypocholesterolemic effect by reducing total and LDL cholesterol
Sesame milk	lignans such as sesamin, sesamolin, sesamino	Neutraceutical properties such as antioxidative, hypocholesterolemic, anticarcinogenic, antitumor, and antiviral activities
Almond milk	Alpha-tocopherol Arabinose	Powerful antioxidant which plays a critical role in protecting against free-radical reactions Prebiotic properties
Coconut milk	Lauric acid	Promotes brain development, boosts immune system and maintains the elasticity of the blood vessels

ที่มา : ดัดแปลงจาก Sethi *et al*. (2016)

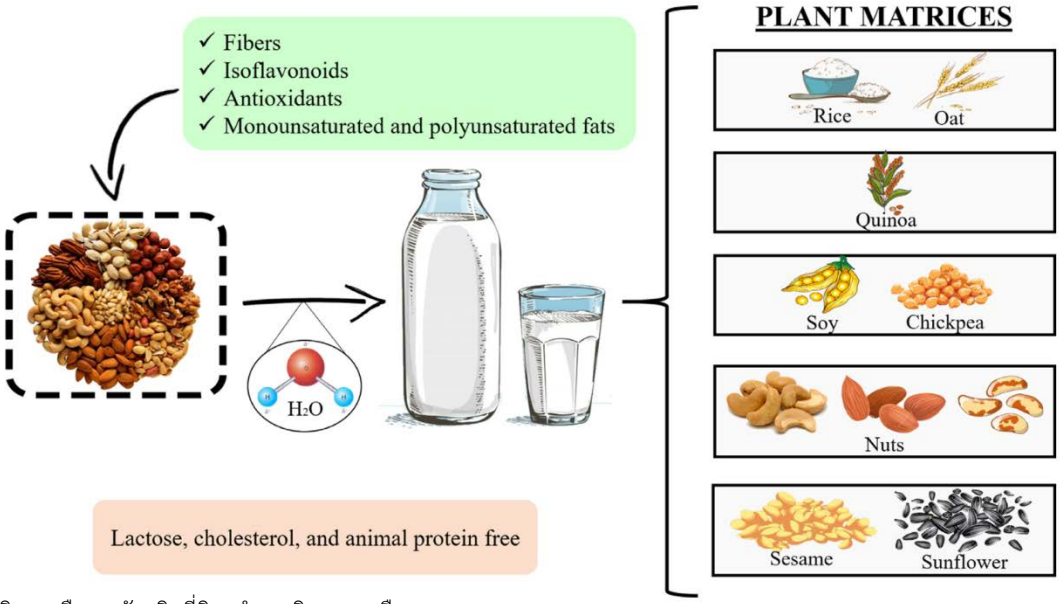
กระบวนการผลิตนมทางเลือกจากพืช

กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นมจากพืชมีขั้นตอนแสดงดังรูปที่ 2 โดยเริ่มตั้งแต่การคัดเลือกวัตถุดิบที่ใช้ ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้พืชหลากหลายชนิด เช่น ถั่วและธัญพืชต่าง ๆ โดยเริ่มจากการปอกเปลือกวัตถุดิบและบดเพื่อลดขนาดให้เล็กลง เป็นการเพิ่มพื้นที่สัมผัสทำให้สกัดได้ดีขึ้น และมีการลวก (bleaching) เพื่อลดเชื้อจุลินทรีย์และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นเหม็นเขียวในถั่วเหลือง (Aydar *et al*., 2020) สำหรับพืชบางชนิด เช่น งาและควินัวจะมีการนำไปคั่วก่อนเพื่อเพิ่มกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ (Giri and Mangaraj, 2012) หลังจากนั้นทำการกรองและเติมส่วนผสมต่าง ๆ เช่น สารให้ความคงตัว วิตามินและเกลือแร่ หรือสารต่าง ๆ เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ ต่อมาเป็นขั้นตอนการโฮโมจิไนซ์ (homogenization) ซึ่งเป็นขั้นตอนในการทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัว ไม่แยกชั้นและเป็นเนื้อเดียวกัน (Maghsoudlou *et al*., 2016) ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน โดยวิธีที่นิยมส่วนใหญ่เป็นการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรซ์เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีวิธีในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายวิธี เช่น การใช้ความดันสูง (high-pressure processing) การใช้พัลส์สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (pulsed electric fields) เป็นต้น (Munekata *et al*., 2020)



รูปที่ 2 ขั้นตอนในการผลิตผลิตภัณฑ์นมจากพืช
ที่มา : Bocker and Silva (2022)

สำหรับผลิตภัณฑ์นมจากพืชบางชนิดอาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับปริมาณโปรตีน ปริมาณกรดอะมิโน แต่อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการผลิตสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ได้ เช่น การเพิ่มวิตามินและเกลือแร่ต่าง ๆ หรือสามารถใช้วัตถุดิบจากพืชที่หลากหลายมากขึ้นเพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณกรดอะมิโนและสารอาหารต่าง ๆ เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ ไฟเบอร์ ไอโซฟลาโวน เป็นต้น (Silva *et al*., 2020) แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ชนิดของพืชและวัตถุดิบที่นิยมนำมาผลิตนมจากพืช
ที่มา : Bocker and Silva (2022)

ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพและการยอมรับผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากพืช

เนื่องจากผลิตภัณฑ์นมทางเลือกผลิตจากวัตถุดิบที่หลากหลายชนิด จึงอาจมีข้อจำกัดในการเลือกใช้วัตถุดิบที่แตกต่างกัน รวมถึงการเลือกวิธีการผลิตและเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุดิบชนิดนั้น ๆ โดยข้อจำกัดของพืชแต่ละชนิดแสดงดังตารางที่ 3 กรรมวิธีการผลิตและเทคโนโลยีต่าง ๆ เป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ด้วย โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพและการยอมรับผลิตภัณฑ์มีดังนี้

ความคงตัวของผลิตภัณฑ์ (product stability)

ความคงตัวของผลิตภัณฑ์นมจากพืชขึ้นอยู่กับขนาดอนุภาค หากมีอนุภาคขนาดใหญ่อาจเกิดการแยกชั้นเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน การลดขนาดของอนุภาคสามารถช่วยเพิ่มความคงตัวได้ โดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น การใช้เครื่องบดเปียก (colloid mill) ในการเตรียมนมถั่วเหลืองและนมถั่วชนิดต่าง ๆ การใช้เทคโนโลยี Ultrahigh pressure homogenization (UHPH) เพื่อลดขนาดและทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ของเหลว โดยจากงานวิจัยของ Cruz *et al*. (2007) ทดลองใช้ UHPH ที่แรงดัน 200 และ 300 MPa ในการผลิตผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองพบว่า นอกจากช่วยลดขนาดอนุภาคของผลิตภัณฑ์แล้วยังเป็นการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคอีกด้วย

การลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ของผลิตภัณฑ์ (removal of off-flavor)

ถั่วเหลืองเป็นแหล่งของโปรตีนและเป็นพืชที่นิยมนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์นมจากพืช แต่เนื่องจากถั่วเหลืองมีกลิ่นเฉพาะซึ่งมีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค ซึ่งถั่วเหลืองมักมีกลิ่นเหม็นเขียวหรือกลิ่นที่เรียกว่า beany flavor โดยทั่วไปมักมีการแก้ปัญหาด้วยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenases ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีผลต่อการเกิดกลิ่นเขียว หรือมีการเติมสารแต่งกลิ่นจากธรรมชาติ สารแต่งกลิ่นสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความเป็นกรดด่าง (pH) มีผลต่อกลิ่นถั่วที่ไม่พึงประสงค์ (off-flavor) นอกจากนี้ยังมีวิธีการต่าง ๆ ดังตารางที่ 3 ที่ช่วยในการลดปัญหาเกี่ยวกับกลิ่นถั่ว

การลดสารยับยั้งเอนไซม์ (decreasing enzyme inhibitors)

พืชในตระกูลถั่วจะมีสารยับยั้งเอนไซม์ทริปซิน (trypsin) ในปริมาณสูงกว่าพืชชนิดอื่น โดยส่วนที่พบสารยับยั้งเอนไซม์ทริปซินมากที่สุดคือเมล็ด ซึ่งสารนี้จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทริปซินในทางเดินอาหารทำให้มีการย่อยและการดูดซึมโปรตีนได้น้อยลง ดังนั้นจึงต้องมีขั้นตอนในการลดปริมาณสารยับยั้งเอนไซม์ทริปซิน ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการลดสารยับยั้งเอนไซม์ทริปซิน เช่น การให้ความร้อน ความชื้น และระยะเวลาในการเตรียมตัวอย่าง โดยมีงานวิจัยของ Yuan *et al*. (2008) ศึกษาผลการยับยั้งเอนไซม์ทริปซินในถั่วเหลืองโดยการใช้ไอน้ำ การลวก และการให้ความร้อนแบบยูเอชที (UHT) พบว่าการใช้ไอน้ำอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ทำให้มีสารยับยั้งเอนไซม์ทริปซินคงเหลืออยู่ 13% ส่วนการลวกสามารถลดสารยับยั้งเอนไซม์ทริปซินได้ 25-50% และการให้ความร้อนแบบยูเอชทีทำให้มีสารยับยั้งเอนไซม์ทริปซินคงเหลืออยู่ 10%

อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ (shelf life)

ผลิตภัณฑ์นมจากพืชเป็นแหล่งของสารอาหารที่มีคุณประโยชน์ และยังเป็นแหล่งอาหารที่ทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถใช้ในการเจริญเติบโตได้ จึงต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเป็นกระบวนการที่ใช้เพื่อช่วยทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียรวมถึงเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อีกด้วย แต่การให้ความร้อนที่มากเกินไปอาจทำลายโครงสร้างของวิตามินและกรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์ได้ ดังนั้นจึงต้องเลือกระดับอุณหภูมิและเวลาให้เหมาะสม เช่น การให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส การฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลส์ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-20 นาที และการฆ่าเชื้อแบบยูเอชที อุณหภูมิ 135-150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 วินาที ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์จำเป็นต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เช่น ต้องแช่ตู้เย็น (4-8 °C) ในขณะการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลส์และการฆ่าเชื้อแบบยูเอชทีสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องได้ กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (thermal) นิยมนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองและนมถั่วต่าง ๆ แต่เป็นข้อจำกัดสำหรับพืชบางชนิดที่มีแป้งในปริมาณสูง เช่น ข้าวโอ๊ต ข้าว ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการเลือกใช้ทั้งกระบวนการฆ่าเชื้อที่ใช้ความร้อนและไม่ใช้ความร้อน (non-thermal) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพทั้งทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรสที่ดีขึ้น รวมถึงเพื่อช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ กระบวนการฆ่าเชื้อที่ไม่ใช้ความร้อน เช่น กระบวนการ high-pressure (HPP), ultra high pressure homogenization (UHPH) และ pulsed electric field (Cruz *et al*. 2007)

ตารางที่ 3 ข้อจำกัดและเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตภัณฑ์นมจากพืช

ผลิตภัณฑ์นมพืช	ข้อจำกัด	เทคโนโลยีที่ใช้แก้ปัญหา
soy milk	beany flavor due to action of lipoxygenase on unsaturated fatty acids presence of inhibitors	vacuum treatment at high temperature, hot grinding, blanching in boiling water, alkaline soaking, use of soy protein isolates, addition of flavouring compounds denaturation and inactivation by heat
peanut milk	beany flavor	defatting, roasting, alkali soaking, steaming
rice milk	poor emulsion stability due to high starch content	enzymatic hydrolysis of starch by alpha and beta amylase or glucosidase
oat milk	poor emulsion stability due to high starch content	enzymatic hydrolysis of starch by alpha and beta amylase

ที่มา : ดัดแปลงจาก Sethi *et al*. (2016)

บทสรุป

ผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากพืชเป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มตลาดอาหารเพื่อสุขภาพ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่แพ้นมวัวและผู้บริโภคที่รับประทานมังสวิรัติ ซึ่งนมพืชที่มีวางขายในปัจจุบัน เช่น นมถั่วเหลือง นมข้าว นมข้าวโอ๊ต นมงา นมอัลมอนด์ นมมะพร้าว นมควินัว และนมจากถั่วต่าง ๆ เป็นต้น ในอนาคตคาดว่าความต้องการผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้มีแนวโน้มที่สูงขึ้น และอาจมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมากขึ้นเพื่อพัฒนาทั้งทางด้านกระบวนการผลิตหรือการนำเทคโนโลยีการฆ่าเชื้อต่าง ๆ ทั้งแบบที่ใช้ความร้อนและไม่ใช้ความร้อน มาใช้ในการผลิตเพื่อพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์จากพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีสามารถทดแทนผลิตภัณฑ์จากนมวัวได้ รวมถึงพัฒนาลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นรส ความคงตัวและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดในอนาคตได้

เอกสารอ้างอิง

Amagliani L, O'Regan J, Kelly AL and O'Mahony JA. 2017. The composition, extraction, functionality and applications of rice proteins: A review. Trends in Food Science & Technology. 64 : 1-12.

Amorim M, Pereira JO, Silva LB, Ormenese RCSC, Pacheco MTB and Pintado M. 2018. Use of whey peptide fraction in coated cashew nut as functional ingredient and salt replacer. Food Science and Technology. 92 : 204-211.

Aydar EF, Tutuncu S and Ozcelik B. 2020. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. Journal of Functional Foods. 70 : 103975.

Bocker R and Silva EK. 2022. Innovative technologies for manufacturing plant-based non-dairy alternative milk and their impact on nutritional, sensory and safety aspects. Future Foods. 5 : 100098.

Cruz N, Capellas M, Hernández M, Trujillo AJ, Guamis B and Ferragut V. 2007. Ultra high pressure homogenization of soymilk: microbiological, physicochemical and microstructural characteristics. Food Research International. 40 : 725-732.

Fitrotin U, Utami T, Hastuti P and Santoso U. 2015. Antioxidant properties of fermented sesame milk using lactobacillus plantarum Dad 13. International Research Journal of Biological Sciences. 4(6) : 56-61.

Giri SK and Mangaraj S. 2012. Processing influences on composition and quality attributes of soymilk and its powder. Food Engineering Reviews. 4(3) : 149-164.

Hassan AA, Aly MMA and El-Hadidie ST. 2012. Production of cereal-based probiotic beverages. World Applied Sciences Journal. 19(10) : 1367-1380.

Maghsoudlou Y, Alami M, Mashkour M and Shahraki MH 2016. Optimization of ultra-sound-assisted stabilization and formulation of almond milk. Journal of Food Processing and. Preservation. 40(5) : 828-839.

Maria MF and Victoria AT. 2018. Influence of processing treatments on quality of vegetable milk from almond (*Terminalia catappa*) kernels. Acta Scientific Nutritional Health. 2(6) : 37-42.

Munekata PES, Domínguez R, Budaraju S, Roselló-Soto E, Barba FJ, Mallikarjunan K, Roohinejad S and Lorenzo JM. 2020. Effect of innovative food processing technologies on the physicochemical and nutritional properties and quality of non–dairy plant-based beverages. Foods. 9(3) : 288.

Sethi S, Tyagi SK and Anurag RK. 2016. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review. Journal of Food Science and Technology. 53(9) : 3408–3423.

Silva ARA, Silva MMN and Ribeiro BD. 2020. Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. Food Research. International. 131 : 108972.

Vilcacundo R and Hernández-Ledesma B. 2017. Nutritional and biological value of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). Current Opinion in Food Science. 14 : 1-6.

Yuan S, Chang SKC, Liu Z and Xu B. 2008. Elimination of trypsin inhibitor activity and beany flavor in soy milk by consecutive blanching and ultrahigh-temperature (UHT) processing. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 56(17) : 7957-7963.