บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม และ ผลิตภัณฑ์เลียนแบบผลิตภัณฑ์นม (Imitation milk and imitation milk products)

ในปี ค.ศ. 1974 หน่วยงาน FAO/WHO Committee of Government Experts on the code of Principles concerning Milk and Milk Product ได้ให้คำจำกัดความของ ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม และผลิตภัณฑ์เลียนแบบผลิตภัณฑ์นม (Imitation milk and imitation milk products) โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. นมแปลงไขมัน และผลิตภัณฑ์นมแปลงไขมัน (filled milk and filled products)

คือ ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม และ ผลิตภัณฑ์เลียนแบบผลิตภัณฑ์นม ที่ไขมันนมบางส่วน หรือ ทั้งหมด ถูกแทนที่ด้วยไขมันจากพืช

2. ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม และผลิตภัณฑ์เลียนแบบผลิตภัณฑ์นม (non-dairy imitation milk and non-dairy imitation milk products)

คือ ผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกับนม หรือ ผลิตภัณฑ์นม แต่ไม่มีองค์ประกอบที่มาจากนม หรือ ผลิตภัณฑ์ของนม ยกเว้น เคซีนเนต

ข้อชี้แจงเพิ่มเติม ของ Protein Advisory Group (PAG)

เนื่องด้วยมีความคาดหมายถึงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม และผลิตภัณฑ์นม ทาง PAG จึงได้ให้คำชี้แจงเพิ่มเติมว่า การใช้คำว่า "เลียนแบบ (imitation)" ไม่ได้แสดงว่าผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องมีคุณค่าทางโภชนาการเท่าเทียมกับ ผลิตภัณฑ์ที่เลียนแบบ (Winkelmann, 1974)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

องค์ประกอบของเครื่องดื่มเลียนแบบนม (Composition of non-dairy imitation milk)

1. แหล่งของโปรตีน (source of protein)

แหล่งของโปรตีนที่มีการใช้กันในเครื่องดื่มเลียนแบบนม มีทั้งแหล่งที่มาจาก สัตว์ และ พืช (Winkelmann, 1974) โดยแต่ละตัวจะมีรายละเอียดดังนี้

1.1 จากสัตว์ ที่มีการใช้กันจะมีทั้งชนิดที่มาจากนมวัว และ จากปลา หรือ สัตว์น้ำอื่นๆ ดังนี้

1.1.1 เคซีน (casein)

เคซีน เป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของโปรตีนนม คือ มีปริมาณถึง 80% ของโปรตีนในน้ำนมทั้งหมด เคซีนมีลักษณะเป็นผงสีขาว ที่ใช้ กันในผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม และผลิตภัณฑ์เลียนแบบผลิตภัณฑ์นม มี 3 ชนิด ดังนี้

Edible casein คือ ผลิตภัณฑ์ซึ่งได้จาก การนำนมขาดมันเนย มาตกตะกอนโดยใช้ กรดแลคติค หรือ กรดเกลือ (mineral acid) แล้วนำส่วนที่ตกตะกอนมากดทับ และทำให้แห้ง (FAO/WHO, 1973)

Edible caseinate คือ ผลิตภัณฑ์ซึ่งได้จากการนำ dry edible casein หรือตะกอนของ fresh edible casein มาทำให้เป็นกลางด้วย food grade alkali (FAO/WHO, 1973)

Co-precipitates คือ ผลิตภัณฑ์ซึ่งได้จากการนำน้ำนมมาให้ความร้อนและตกตะกอนโปรตีน โดยใช้ กรด หรือ แคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งตะกอนโปรตีนที่ได้นี้จะประกอบด้วย เคซีน และ โปรตีนจากหางนม (whey proteins) (FAO/WHO, 1973)

เคซีน ชนิดที่มีการใช้งานกันมาก คือ โซเดียมเคซีนเนต (Southward และ Walker, 1982)

1.1.2 โปรตีนจากปลา (fish protein) จะใช้ในรูปของโปรตีนจากปลาเข้มข้น [fish protein concentrate (FPC)] ซึ่งทาง PAG (1971) ได้ให้ความหมายเอาไว้ว่า เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นอาหารของมนุษย์ ทำจากปลาล้วนๆ หรือ จากสัตว์น้ำชนิดอื่นบางส่วน แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

ชนิด A เป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องไม่มีกลิ่น และไม่มีรส มีสีอ่อน มีปริมาณไขมันต่ำ โดย FPC ที่จัดอยู่ในชนิด A เช่น ประเภทที่ผลิตโดยวิธีการสกัดด้วย isopropanol หรือ ethylene dichloride isopropanol ชนิด A นี้จะมีเพียงรูปแบบเดียว คือ แบบผง

ชนิด B เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสแรง มีไขมันสูง และ มีอยู่หลายรูปแบบ เช่น แบบผง แบบเหลว และ แบบ pastes

การผลิต FPC ในช่วงแรกจะใช้วิธี การสกัดด้วยสารอินทรีย์ คือ isopropanol หรือ dichloride isopropanol แต่วิธีการนี้จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ขาดคุณสมบัติบางอย่างที่ต้องการในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น การละลาย (solubility) การรวมตัวกับน้ำ (water binding) คุณสมบัติการอุ้มตัว (holding characteristics) และ ความสามารถในการตีปั่นให้ขึ้นฟู (whippability) (Minke และ Mattil, 1973) ต่อมาจึงมีการพัฒนาวิธีการอื่น เพื่อให้ได้ FPC ที่มีคุณภาพดีขึ้น เช่น ในประเทศชิลี และ ฝรั่งเศส ใช้วิธีการไฮโดรไลส์ด้วยเอนไซม์ (enzymatic hydrolysis) (FAO, 1973) ในสหรัฐอเมริกา และสวีเดน ใช้วิธี isoelectric precipitation techniques (Minke และ Mattil, 1973)

FPCมีราคาค่อนข้างสูง เนื่องมาจากราคาของ FPC ขึ้นกับราคาวัตถุดิบ คือ ปลา และ ต้นทุนในการผลิตซึ่งมีราคาสูง ทำให้ไม่ค่อยนิยมใช้ FPC ในผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม และผลิตภัณฑ์เลียนแบบผลิตภัณฑ์นม (FAO, 1973)

1.2 <u>แหล่งจากพืช</u> ที่มีการใช้กันแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1.2.1 <u>เมล็ดพืชน้ำมัน</u> (oilseed) มีหลายชนิดที่มีปริมาณโปรตีนสูงใกล้เคียงกับโปรตีนจากสัตว์ เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วพู งา เมล็ดดอกทานตะวัน (Winkelmann, 1974) โดยการนำเมล็ดพืชมาใช้ได้ในหลายๆรูปแบบ เช่น ใช้ทั้งเมล็ด สกัดโปรตีนออกมาในรูปของ โปรตีนเข้มข้น (protein concentrates) และ protein isolate เมล็ดพืชน้ำมันนิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม และ ผลิตภัณฑ์เลียนแบบผลิตภัณฑ์นมกันมาก เนื่องจากมีราคาไม่แพง และ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง (Winkelmann, 1974) เช่น ถั่วเหลือง มีโปรตีน 34% (Inglett, 1970) ถั่วพูมีโปรตีน 36.6% (สมชาย ประภาวัต, 2523)

1.2.2 <u>เมล็ดธัญพืช</u> (cereal grain) ในการผลิตผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม และผลิตภัณฑ์เลียนแบบผลิตภัณฑ์นม แต่เดิมนั้นจะเน้นให้ความสนใจที่จะใช้แหล่งจากเมล็ดพืชน้ำมัน คือ ถั่วเหลือง และ ถั่วลิสง กันมาก แต่ในช่วงหลังแหล่งจากธัญพืชก็ได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากมีราคาถูกกว่า มีปลูกอยู่ทั่วไปในที่ต่างๆทั่วโลก และผู้บริโภคมีความคุ้นเคยกับธัญพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวเจ้า ข้าวสาลี และ ข้าวบาร์เลย์ โดยการนำไปใช้สามารถทำได้เช่นเดียวกับเมล็ดพืชน้ำมัน แต่เมล็ดธัญพืชมีข้อเสีย คือ มีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าเมล็ดพืชน้ำมัน การนำมาใช้จึงมีน้อยกว่า (Singh และ Bains, 1988)

1.2.3 <u>ใบพืช</u> (leaf) ใช้ในรูปของโปรตีนสกัดจากใบพืช หรือที่เรียกว่า โปรตีนจากใบพืช [leaf protein concentrate (LPC)] LPC เป็นวัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม และ ผลิตภัณฑ์เลียนแบบผลิตภัณฑ์นมได้ แต่ไม่ค่อยนิยมใช้ เนื่องจากมีข้อเสียหลายอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับ ชนิดที่ได้จากเมล็ดพืชน้ำมัน และ เมล็ดธัญพืช ที่สำคัญ คือ

ในเรื่องของ สี กลิ่นรส และมีความไม่คงตัวในการผลิต นอกจากนี้ต้นทุนในการผลิต LPC ยังค่อนข้างสูงอีกด้วย (Halliday, 1970)

1.3 Single cell protein (SCP) ตัวที่มีการศึกษากัน คือ ยีสต์ เนื่องจาก ยีสต์มีโปรตีนที่มีค่า Biological value ใกล้เคียงกับน้ำนมขาดมันเนย แต่มีปริมาณ methionine และ cystine ต่ำ แต่เนื่องจากยีสต์มีส่วนประกอบที่เป็น nucleic acid ซึ่งมีผลไปเพิ่ม uric acid ใน น้ำเลือด อยู่สูง และทาง PAG กำหนดให้มนุษย์ไม่ควรได้รับ nucleic acid เกิน 2 กรัมต่อวัน จึงไม่ค่อยนิยมนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม และ ผลิตภัณฑ์เลียนแบบผลิตภัณฑ์นม (Tonahashi, 1973)

2. ไขมัน (fat)

โดยมากจะใช้น้ำมันพืชมาทดแทนไขมันนม น้ำมันพืชที่ใช้ เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันปาล์ม และ น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน เป็นต้น ในช่วงต้นของการพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม และ ผลิตภัณฑ์เลียนแบบผลิตภัณฑ์นม น้ำมันพืชที่นิยมใช้กันมาก คือ น้ำมันมะพร้าว เนื่องจากมีกลิ่นอ่อน และ มีจุดหลอมเหลวคงที่ (Rusch, 1971) แต่ในช่วงหลายปีหลังมานี้ความนิยมเริ่มลดลง เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวมีความอิ่มตัวสูงกว่าไขมันนม และไม่มีกรดไลโนเลอิค ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ในช่วงระยะหลังมานี้การผลิตจึงหันมาใช้น้ำมันพืชชนิดอื่นแทน เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกาเริ่มหันมาสนใจใช้น้ำมันถั่วเหลือง และ น้ำมันคาโนลา (canola oil) เนื่องจากมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว และ มีกรดไลโนเลอิคสูง (" Imitation and substitute dairy products", 1983)

3. ส่วนผสมอื่นๆ (other ingredients)

มีสารปรุงแต่งอีกหลายชนิดที่มักใช้กันในการผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนม เช่น

- corn syrup solids การใช้ corn syrup solids ก็เพื่อใช้เพิ่มปริมาณเนื้อสัมผัส (texture) ของผลิตภัณฑ์ให้มีมากขึ้น นิยมใช้ชนิด low dextrose-equivalent corn syrup solids เนื่องจาก มีกลิ่นรสอ่อน (Chandrasekhara และคณะ, 1971)

- สารให้ความหวาน (sweeteners) โดยมากจะใช้น้ำตาลซูโครส (sucrose) เนื่องจากน้ำตาลจะช่วยให้ความหวาน และ ให้เนื้อ (body) แก่ผลิตภัณฑ์ (Rusch, 1971)

- สารให้ความคงตัว (stabilizers) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มักเกิดการแยกชั้นระหว่างส่วนที่เป็นของเหลว และของแข็ง การใช้สารให้ความคงตัวจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการแยกชั้น ทำให้มีลักษณะปรากฏดีขึ้น (Rusch, 1971) โดยเมื่อละลายสารให้ความคงตัวลงในของเหลว สารพวกนี้จะเกาะกับโมเลกุลของน้ำไว้ ซึ่งเรียกว่า ไฮเดรชัน (hydration) และด้วยการเกาะกับส่วนนี้จะทำให้น้ำไม่มีการลอยตัวเป็นอิสระ และไม่แยกตัวออกจากส่วนผสม (Glicksman, 1969) และเนื่องจากเครื่องดื่มเลียนแบบนม มักจะมีปริมาณโปรตีนต่ำ ทำให้ผลิตภัณฑ์มี mouth feel ไม่ดี และ

มีปริมาณ body ต่ำ การใช้สารให้ความคงตัวจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติดีขึ้นโดยเพิ่มปริมาณ mouth feel และbody ให้กับผลิตภัณฑ์ โดยไม่ทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไป ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Rusch, 1971) สารให้ความคงตัวที่ใช้กันในผลิตภัณฑ์นี้ คือ carrageenan ปริมาณการใช้ขึ้นกับคุณภาพของโปรตีน และปริมาณโปรตีนในวัตถุดิบที่ใช้ การใช้ carrageenan ต้องระวังไม่ให้มากเกินไป เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดเจลขึ้น หรือเกิดการจับตัวเป็นก้อน (Winkelmann, 1974)

- Emulsifiers น้ำมันพืชที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตมามักจะมีปริมาณ emulsifiers ตามธรรมชาติในปริมาณต่ำ และเนื่องจากเครื่องดื่มเลียนแบบนม มีส่วนผสมทั้งที่เป็น น้ำ ไขมัน โปรตีน และ น้ำตาล ซึ่งตามปกติจะผสมเป็นเนื้อเดียวกันไม่ได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะไม่คงตัว เกิดการแยกชั้นระหว่างชั้นของสารที่ละลายในน้ำ และ ชั้นของสารที่ละลายในไขมันขึ้น แต่ emulsifiers จะช่วยลดแรงตึงผิว (surface tension) ทำให้สารต่างๆ ผสมกันได้ดี emulsifier ที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์นี้ คือ monoglycerides เนื่องจากมีราคาถูก มีความคงตัวดี และ ทำหน้าที่ได้ดี (Rusch, 1971)

- Phosphate or citrate salts ใช้เพื่อช่วยให้การละลายในลักษณะคอลลอยด์ของโปรตีนดีขึ้น เกลือนี้ไม่จำเป็นต้องใช้เสมอไป นอกจากในกรณีที่โปรตีนในผลิตภัณฑ์ถูกทำลายไปมาก หรือ ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะต้องนำไปผ่านสภาวะที่รุนแรง เช่น ความร้อนสูง ความเย็นจัด หรือ ความเป็นกรดสูง โดยมากจะใช้เพียง 0.1-0.2% (Rusch, 1971)

- กลิ่น และ สี สังเคราะห์ (artificial flavors or colors) ใช้เพื่อปรับปรุงกลิ่นรส และสี ของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น เนื่องจากกลิ่นรสบางตัวในวัตถุดิบไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคจึงต้องใช้สารเหล่านี้มาช่วย เช่น ช็อคโกแลต สตรอเบอรี่ ส่วนสีจะช่วยให้ ผลิตภัณฑ์ดูน่ารับประทานขึ้น (Rusch, 1971)

- วิตามิน และ เกลือแร่ (vitamins and minerals) ใช้เติมเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางอาหารสูงขึ้นใกล้เคียงกับน้ำนมจริงๆ วิตามิน และ เกลือแร่ ที่นิยมเติม เช่น วิตามินเอ วิตามินบี แคลเซียม แมกเนเซียม เป็นต้น (Chandrasekhara และคณะ, 1971)

กรรมวิธีการผลิต (manufacture)

1. อุปกรณ์การผลิต (equipment)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตนมโดยทั่วไปสามารถใช้ในการผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมได้ จะต่างกันคือในการผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนม ต้องมีการใช้เครื่องไม่ หรือ เครื่องบดวัตถุดิบ ซึ่งอุปกรณ์ในการไม่ หรือบดนี้จะแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบ (Winkelmann, 1974)

2. กระบวนการผลิต (processing)

ขั้นตอนการผลิตหลัก มี 3 ขั้นตอน (Rusch, 1971) คือ

2.1 การผสม (mixing)

ในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเลียนแบบนม ส่วนผสมแห้งของผลิตภัณฑ์ควรนำมาผสมกันก่อน เพื่อช่วยในการกระจายตัวของวัตถุดิบ เนื่องจากถ้าใช้เพียงตัวเดี่ยวๆจะทำให้การกระจายตัวเกิดขึ้นได้ยาก เช่น การผสมระหว่าง สารให้ความคงตัว และ corn syrup solids ในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะช่วยให้ การกระจายตัวในส่วนที่เป็นของเหลวดีขึ้น ถ้าในการผลิตใช้วิธีการให้ความร้อนโดยการพาสเจอไรส์ ไม่จำเป็นต้องผสมส่วนผสมแห้งก่อนใส่ลงในส่วนที่เป็นของเหลว เพราะสามารถนำมาผสมให้เข้ากันได้ในช่วงให้ความร้อน แต่ถ้าให้ความร้อนโดยวิธี High temperature-short time ต้องผสมก่อน และส่วนผสมที่เป็น ไขมัน และ emulsifiers ต้องนำมาละลายก่อนเติมลงใน ส่วนผสมที่ผ่านการให้ความร้อนขั้นต้นมาก่อนแล้ว โดยจะเติมในช่วงที่ ส่วนผสมมีอุณหภูมิอย่างต่ำ 52 ^{0}C

2.2 การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (homogenization)

โดยปกติความดันที่ใช้ในการโฮโมจิไนส์ ในช่วงแรกควรอยู่ในช่วง 2,500-3,000 psi และ ในช่วงหลังควรใช้ที่ 500 psi ซึ่งระดับความดันที่ใช้นี้จะสูงกว่าที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์นม เล็กน้อย การนำผลิตภัณฑ์มาผ่านการโฮโมจิไนส์ ก็เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน

2.3 การทำให้เย็น (cooling)

ภายหลังจากการโฮโมจิไนส์ ควรนำผลิตภัณฑ์มาทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 5 ^{0}C ทันที วิธีการนี้จะทำให้ไขมันเกิดลักษณะข้นแข็งก่อนไม่จับตัวเป็นกลุ่มก้อน ซึ่งเป็นผลทำให้อิมัลชันไม่คงตัว

Non-dairy imitation liquid milk or non-dairy imitation fluid milk

เครื่องดื่มเลียนแบบนมในรูปของเหลวนี้ จะมีการผลิตในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเป็นส่วนมาก เช่น นมถั่วเหลือง และ นมถั่วลิสง แต่ในประเทศทางแถบยุโรป และ สหรัฐอเมริกา ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มักจะมีส่วนแบ่งทางการตลาดต่ำ เนื่องจากผู้บริโภคไม่ชอบใจในด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ แม้ว่าผลิตภัณฑ์จะมีราคาถูกกว่านมก็ตาม (International Dairy Federation , 1990)

ผลิตภัณฑ์นี้โดยทั่วไปจะมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าในน้ำนมวัว ส่วนประกอบโดยทั่วไปของเครื่องดื่มเลียนแบบนมในรูปของเหลวนี้ จะประกอบด้วยวัตถุดิบหลักซึ่งเป็นส่วนที่มีโปรตีน น้ำตาล สารให้ความคงตัว และ buffer นำมาผสมกัน เติมน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม จึงนำส่วนผสมอื่นที่เหลือมาเติม คนให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว นำมาผ่าน การพาสเจอไรส์ โฮโมจิไนส์ ทำให้เย็น บรรจุ และ ขนส่งไปยังแหล่งที่ต้องการ โดยใช้กรรมวิธีที่คล้ายคลึงกับที่ใช้ในการผลิตน้ำนม การฆ่าเชื้อในบางกรณีอาจใช้วิธี สเตอริไลส์ก็ได้ ข้อสำคัญ คือ จะไม่ใช้วัตถุดิบที่มาจากนมยกเว้นเคซีนเนต (Winkelmann, 1974) โดยทั่วไปเครื่องดื่มเลียนแบบนมจะมีปริมาณโปรตีนประมาณ 1-5% และ ไขมันประมาณ 3-4% ในช่วงระยะหลังมานี้การผลิตมักมีการเติม วิตามิน และ เกลือแร่ บางตัวลงไปในเครื่องดื่มด้วย (Southward และ Walker, 1982) จากข้อแนะนำของ United Nation Protein Advisory Group (PAG, 1972) กำหนดว่าผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมที่ดีควรมีปริมาณโปรตีน และ ไขมัน ไม่ต่ำกว่า 2.5% (w/w) ส่วนคาร์โบไฮเดรทไม่ต่ำกว่า 5.0% (w/w)

เครื่องดื่มเลียนแบบนม มีการใช้วัตถุดิบในการผลิตหลายชนิด แต่ชนิดที่นิยมใช้กัน คือ วัตถุดิบจากพืช ซึ่งอาจใช้ในรูปของการใช้เมล็ดพืชมาผลิตเป็น เครื่องดื่มเลียนแบบนมโดยตรง หรือ อาจใช้ในรูปของโปรตีนสกัดจากเมล็ดพืช และ ใบพืช ก็ได้ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น อาจเรียกเครื่องดื่มเลียนแบบนมที่ทำจากพืชว่า นมพืช (vegetable milk) (Ballarin, 1969)

มีเมล็ดพืชหลายชนิดที่สามารถใช้ผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมได้ โดยทั่วไปจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ เมล็ดพืชน้ำมัน และ เมล็ดธัญพืช แต่เครื่องดื่มเลียนแบบนมที่นิยมแพร่หลายในประเทศไทยขณะนี้ มีเพียงชนิดเดียว คือ นมถั่วเหลือง ส่วนเครื่องดื่มเลียนแบบนมที่ผลิตจากเมล็ดพืชชนิดอื่นๆ ที่จะกล่าวถึงนี้ยังไม่แพร่หลายในประเทศไทย เนื่องมาจาก เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากเมล็ดพืชเหล่านั้น มีปัญหาบางอย่างในการผลิต หรือ มีปัญหาในเรื่องวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต ซึ่งไม่สะดวก (สมชาย ประภาวัต, 2523) เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากเมล็ดพืชบางชนิดที่มีการศึกษา และผลิตกันมีดังนี้

<u>เครื่องดื่มเลียนแบบเลียนนมจากเมล็ดพืชน้ำมัน</u> (oilseed)

เมล็ดพืชน้ำมันมีหลายชนิดที่มีปริมาณ โปรตีน และ ไขมันสูง อีกทั้งในบางชนิดยังมี วิตามิน และ เกลือแร่ บางอย่างในปริมาณที่สูงอีกด้วย ทำให้มีการนำเอาเมล็ดพืชน้ำมันหลายชนิด มาใช้ศึกษา เพื่อใช้ในการผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนม เช่น ถั่วเหลือง (soy) ถั่วลิสง (peanut) งา(sesame) เป็นต้น

- <u>เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากเมล็ดถั่วเหลือง</u> รู้จักกันโดยทั่วไปในชื่อว่า นมถั่วเหลือง (soy milk or soya drink) นมถั่วเหลืองมีถิ่นกำเนิดมาจากประเทศจีนก่อนคริสตกาล แม้ว่าถั่วเหลืองจะเป็นแหล่งอาหารสำคัญที่แพร่หลายในกลุ่มชนทางภาคตะวันออก แต่นมถั่วเหลืองก็เป็นที่นิยมรับประทานกันแต่เพียงบางส่วนของโลก เพราะว่ามีกลิ่นรสไม่เป็นที่ยอมรับ โดยเฉพาะประชาชนในแถบประเทศยุโรป สหรัฐอเมริกา และ ออสเตรเลีย ปัจจุบันนมถั่วเหลือง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับ และ มีการบริโภคกันมากในประเทศจีน ไต้หวัน ฮ่องกง สิงคโปร์ และ ประเทศทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมถึงประเทศไทยด้วย โดยจะเห็นได้จากระหว่าง 3 ปีที่ผ่านมานี้ได้มีโรงงานผลิตนมถั่วเหลืองจำนวนมากตั้งขึ้นใน ประเทศสิงคโปร์ ฟิลิปปินส์ และ ไทย (เทียรทอง ชัยดีรี และ ชินตภา เฉยพ่วง, 2537)

- <u>เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากเมล็ดถั่วลิสง</u> เรียกกันโดยทั่วไปว่า นมถั่วลิสง (peanut milk) หรือ เครื่องดื่มถั่วลิสง (peanut beverage) นมถั่วลิสงเป็นที่นิยมรับประทานกันในบางประเทศเท่านั้น เช่น ฟิลิปปินส์ และ อินเดีย (ผลิตในรูปนมถั่วลิสงผสมกับน้ำนมวัว หรือน้ำนมควาย และออกจำหน่ายโดยใช้ชื่อว่า "Miltone") ส่วนในประเทศอื่นๆนมถั่วลิสงยังไม่แพร่หลาย เนื่องจากถั่วลิสงมักมีสารพิษ ซึ่งเกิดจากรา *Aspergillus flavus* เรียกสารพิษนี้ว่า อะฟลาท็อกซิน (aflatoxin) ซึ่งมีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค คือ จะไปทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับตับ (Inglett, 1972)

- <u>เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากเมล็ดถั่วพู</u> ในประเทศไทย ได้มีการทดลองนำเอาเมล็ดถั่วพูแก่มาทำเป็นเครื่องดื่มเลียนแบบนม และ ใช้ชื่อว่า นมถั่วพู (winged bean milk) โดยที่รสชาติของนมที่ได้นี้มีรสชาติอร่อย และ สามารถปรุงแต่งรสให้มีความหวานมันตามความต้องการได้ โดยเฉพาะถ้าผสมกลิ่นช็อคโกแลต ลงไปด้วยจะชวนให้รับประทานมากขึ้น แต่ปัญหาการผลิตนมถั่วพู คือ ยังทำเป็นอุตสาหกรรมไม่ได้เหมือนอย่างนมถั่วเหลือง มีแต่การทำเพื่อการทดลองเท่านั้น เพราะว่าไม่มีเมล็ดถั่วพูแก่จำหน่ายในท้องตลาด ในประเทศไทยมีเพียงแต่จำหน่ายเป็นเมล็ดพันธุ์ถั่วพู (สมชาย ประภาวัต, 2523)

- <u>เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากเมล็ดงา</u> งาเป็นเมล็ดพืชน้ำมันอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถนำมาใช้ทำเครื่องดื่มเลียนแบบนมได้ เรียกว่า นมงา (sesame milk) เมล็ดงาประกอบไปด้วย โปรตีน 25-28% มี methionine สูง ค่า digestibility ของโปรตีนจากงาเท่ากับ 92% จัดว่า

โปรตีนจากงามีคุณภาพดี นมจากงาจึงมีประโยชน์มาก (สมชาย ประภาวัต, 2523) งาที่จะใช้เป็นอาหารมนุษย์ได้นั้น จะต้องมีการแยกเอาเปลือกออกเสียก่อน เพราะว่าที่เปลือกของงามี oxalate สูง และมีกากมาก หลังจากเอาเปลือกงาออกแล้ว และนำงาไปสกัดน้ำมันออก โดยวิธี hydraulic press และ ตามด้วย solvent extraction จะได้ sesame meal ซึ่งมีโปรตีนสูง และ กากน้อย เหมาะสำหรับทำเป็นอาหารของมนุษย์ (สมชาย ประภาวัต และคณะ, 2521)

<u>เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากเมล็ดธัญพืช</u> (cereal grain)

ธัญพืชมีความสำคัญต่อมนุษย์โลก เนื่องจากมีหลายพันธุ์ ปลูกง่าย ขึ้นได้ดี เมล็ดเก็บรักษาได้นาน มนุษย์จึงใช้ธัญพืชชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นอาหารหลักตามสภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศ ที่ธัญพืชชนิดนั้นเจริญเติบโตได้ดี ประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากเมล็ดธัญพืชในด้านคุณค่าทางอาหารนั้น ที่สำคัญ คือ เป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่มีราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์ และน้ำนม ถึงแม้ว่าโปรตีนที่ได้รับจะมีคุณภาพด้อยกว่า เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็น เช่น lysine, threonine, methionine และ tryptophan ต่ำกว่า นอกจากนี้ยังให้คุณค่าอาหารด้านพลังงานโดยเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต ซึ่งส่วนใหญ่มาจากสตาร์ชในเนื้อของเมล็ดธัญพืช และไขมันซึ่งมีอยู่ทั่วไปในเมล็ด ประมาณ 95% ของเกลือแร่จะอยู่ในรูปของของโปแทสเซียม แมกเนเซียม และ แคลเซียม ฟอสเฟต และ ซัลเฟต นอกนั้นเป็นพวกเป็นฟอสฟอรัสในรูป กรดไฟติก ส่วนวิตามินนั้นส่วนใหญ่เป็นกลุ่มวิตามินบี มีวิตามินเอ ดี และซี น้อยมาก กล่าวโดยสรุปแล้ว เมล็ดธัญพืชจะให้คุณค่าทางอาหารที่จำเป็นรวมทั้งหมด 7 ชนิด คือ แคลอรี โปรตีน ฟอสฟอรัส เหล็ก ไทอะมิน ไรโบฟลาวิน และไนอาซิน นอกจากนั้นยังมีสารอาหารอื่นๆ อีกหลายชนิดในปริมาณพอควร จึงนับได้ว่าเมล็ดธัญพืชมีความสำคัญในด้านคุณค่าอาหารต่อมนุษย์มาก (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532)

จากที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นจะเห็นได้ว่าเมล็ดธัญพืชมีประโยชน์ ต่อ มนุษย์มาก ดังนั้น การนำเมล็ดธัญพืชมาผลิตเป็นเครื่องดื่มเลียนแบบนม จึงจัดได้ว่าเป็นการนำเอาเมล็ดธัญพืชมาใช้ประโยชน์ในทางใหม่ที่น่าจะได้รับการส่งเสริมให้มีการผลิตต่อไป เนื่องจากเมล็ดธัญพืชมีราคาค่อนข้างถูก และมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายในทุกๆประเทศ เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากเมล็ดธัญพืชบางชนิดที่มีการผลิต และทดลองแล้วมีดังนี้

- <u>เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากข้าวโพด</u> ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการดี และมีราคาไม่แพง ดังนั้นจึงมีผู้นำข้าวโพดมาผลิตเป็นเครื่องดื่มเลียนแบบนม โดยใช้ชื่อว่า นมข้าวโพด (corn milk) แต่คุณค่าทางโภชนาการของนมข้าวโพดยังไม่ดีนักเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำนมวัว จึงทดลองทำในรูปของเครื่องดื่มผสม โดยนำไปผสมกับ นมวัว หรือ นมถั่วเหลือง เพื่อให้มีคุณค่าทางโภชนาการดีขึ้น (สมชาย ประภาวัต, 2523; วรนุช ครุฑโภไคย, 2526)

- <u>เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากข้าวเจ้า</u> มีการผลิตกันมานานแล้วในหลายประเทศ เช่น จีน ฮ่องกง และไต้หวัน โดยใช้ชื่อผลิตภัณฑ์ว่า "Rice milk" (Lin, Shao และ Chiang, 1988) และทางประเทศแถบอเมริกาใต้ เช่น เวเนซูเอล่า ซึ่งมีผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มนี้เป็นเครื่องดื่มพื้นบ้าน มีการผลิตมาตั้งแต่สมัยโบราณ และนิยมบริโภคกันมาก โดยเรียกชื่อผลิตภัณฑ์ว่า "Chicha de Arroz (Rice Chicha)" (Guerra, และคณะ, 1981) ในสหรัฐอเมริกาก็มีการผลิตผลิตภัณฑ์นี้ออกจำหน่ายเช่นกัน โดยมีชื่อผลิตภัณฑ์ว่า "Non-dairy rice drink" ส่วนในประเทศไทยผลิตภัณฑ์นี้ยังไม่ได้มีการศึกษากันมากนัก แต่ควรจะมีการศึกษา และส่งเสริมให้มีการผลิตในประเทศไทย เนื่องจากข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย และมีการปลูกกันมาก

นอกจากนี้แล้วยังมีธัญพืชชนิดอื่น ที่มีการทดลองวิจัย เพื่อนำมาผลิตเป็นเครื่องดื่มเลียนแบบนม คือ ข้าวบาร์เลย์ ข้าวสาลี และ ข้าวทริติเคลี ซึ่งการทำส่วนมากจะใช้ในรูปโปรตีนสกัด และใช้ผสมกับน้ำนมวัว (Singh และ Bains, 1988) ธัญพืช 3 ชนิดนี้ มีการปลูกกันน้อยในประเทศไทย อีกทั้งยังมีราคาค่อนข้างสูง

<u>ข้าวเจ้า</u>

1. <u>ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพันธุ์ข้าว</u>

ข้าวเจ้าอยู่ใน genus <u>Oryza</u> มี 23 species เป็นข้าวป่า (wild rice) 21 species ส่วนอีก 2 species ใช้เพาะปลูกได้แก่ <u>Oryza sativa</u> ใช้ปลูกกันทั่วไป และ <u>Oryza glaberrima</u> ใช้ปลูกเฉพาะในอัฟริกา <u>Oryza sativa</u> มี 3 sub-species (Juliano, 1985) คือ

- อินดิกา (indica) มีเมล็ดเรียวยาว ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ตอบสนองต่อปุ๋ยน้อย แต่ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ง่าย ปลูกมากในประเทศที่อยู่ในเขตร้อน เช่น อินเดีย ปากีสถาน จีนตอนกลางและตอนล่าง อินโดนีเซีย เวียดนาม พม่า และไทย

- จาโปนิกา (japonica) มีเมล็ดป้อมสั้น ให้ผลผลิตสูง ตอบสนองต่อปุ๋ยดีมาก ปลูกในเขตอบอุ่น เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี สหรัฐอเมริกา ประเทศจีนตอนเหนือและกลาง

- จาวานิกา (javanica) มีลักษณะอยู่ระหว่าง อินดิกา กับ จาโปนิกา ไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ปลูกเฉพาะในอินโดนีเซีย

2. <u>การจำแนกข้าวตามปริมาณอะมิโลส</u>

เมื่อพิจารณาการจำแนกตามคุณสมบัติทางเคมีภายในเมล็ด พบว่าข้าวเจ้ามีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ชนิด คือ อะมิโลส และอะมิโลเพคติน ซึ่งปริมาณ อะมิโลส และอะมิโลเพคติน

ที่มีในเมล็ดข้าวมีผลต่อคุณภาพการหุงต้มของข้าว แบ่งข้าวออกเป็นกลุ่มตามปริมาณ อะมิโลส (อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น, 2530) ได้ดังนี้

2.1 ข้าวอะมิโลสต่ำ คือ ข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสน้อยกว่า 19% เช่น

- **ข้าวขาวดอกมะลิ 105** เป็นข้าวที่ปลูกมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ มีปริมาณอะมิโลสประมาณ 12-16% มีความยาวเมล็ด 7.4 มิลลิเมตร มีกลิ่นหอม รสชาติดี นิยมบริโภคมากที่สุด มีพื้นที่เพาะปลูกมากถึง 15% ของพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งหมด

- **ข้าว กข 15** เป็นพันธุ์ที่ได้จากการนำเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ไปอาบรังสีแกมมา ปลูกมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีปริมาณอะมิโลสประมาณ 14-17% มีความยาวเมล็ด 7.5 มิลลิเมตร มีกลิ่นหอม ให้ผลผลิตสูงกว่า และมีอายุก่อนเก็บเกี่ยวสั้นกว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีพื้นที่เพาะปลูก 10% ของพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งหมด

2.2 ข้าวอะมิโลสปานกลาง คือ ข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสระหว่าง 20-25% เช่น

- **ข้าวนางมลเอส 4** เป็นข้าวที่ปลูกมากในภาคกลาง มีปริมาณอะมิโลสประมาณ 19-27% มีความยาวเมล็ด 7.8 มิลลิเมตร มีกลิ่นหอม

- **ข้าวขาวปากหม้อ** เป็นข้าวที่ปลูกมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีปริมาณ อะมิโลสประมาณ 24-25% มีความยาวเมล็ด 7.7 มิลลิเมตร

2.3 ข้าวอะมิโลสปานกลางค่อนข้างสูง คือ ข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสระหว่าง 25-29% เช่น

- **ข้าวเก้ารวง 88** เป็นข้าวที่ปลูกมากในภาคกลาง มีปริมาณอะมิโลสประมาณ 25-29% มีความยาวเมล็ด 7.5 มิลลิเมตร

- **ข้าว กข 27** เป็นพันธุ์ที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวตาอู่ กับ ข้าวขาวตาแห้ง 17 ปลูกมากในภาคกลาง มีปริมาณ อะมิโลสประมาณ 25-29% มีความยาวเมล็ด 7.5 มิลลิเมตร

2.4 ข้าวอะมิโลสสูง คือ ข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสระหว่าง 29-34% เช่น

- **ข้าว กข 1** เป็นพันธุ์ที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวเหลืองทองนาปรัง กับ ข้าว ไออาร์ 8 ปลูกในเขตที่ควบคุมน้ำได้ทุกภาค มีปริมาณอะมิโลสประมาณ 28-31% มีความยาวเมล็ด 7.1 มิลลิเมตร ข้าวสุกแข็งมาก

- **ข้าว กข 25** เป็นข้าวลูกผสมเกิดจากการผสมซ้อนของลูกผสมระหว่างข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับ ข้าวไออาร์ 2061 กับลูกผสมผสมระหว่างข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับ ข้าวไออาร์ 26 ปลูกในเขตที่ควบคุมน้ำได้ทุกภาค มีปริมาณ อะมิโลสประมาณ 30-33% มีความยาวเมล็ด 7.4 มิลลิเมตร

3. การกำหนดมาตรฐานข้าวสำหรับโรงสี และตลาดข้าว

การกำหนดมาตรฐานข้าวมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการค้าข้าว ประการแรกคือ การซื้อขายข้าวที่มีมาตรฐานแน่นอนจะสะดวกในการสั่งซื้อ การส่งมอบข้าว และการตกลงราคาข้าว ประการที่สองคือ สะดวกในการขนส่ง เพราะข้าวที่มีมาตรฐานเดียวกันส่งร่วมกันได้ ทำให้เสียค่าสิ้นเปลืองและค่าใช้จ่ายน้อย ประการที่สามคือ สะดวกทั้งผู้ซื้อ และผู้ขาย ในการแจ้งราคาข้าว เพราะการที่แจ้งราคาข้าวรวมกันไปย่อมยากที่จะพิจารณาราคาข้าว นอกจากนี้ยังสะดวกในการเปรียบเทียบราคาข้าวที่มีอยู่ในท้องตลาด หรือระยะเวลาที่ต่างกัน และประการสุดท้าย ทำให้สะดวกในการเป็นหลักประกันเงินกู้ คำจำกัดความที่ใช้กำหนดมาตรฐานข้าว (อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น, 2530) คือ

3.1 พื้นข้าว คือ ข้าวสารแต่ละชนิดที่นำมาผสมกันเข้าตามส่วนเพื่อให้ได้ข้าวสารแต่ละชนิดซึ่งกำหนดไว้ในมาตรฐาน

3.2 ข้าวสาร คือ ข้าวเต็มเมล็ด หรือ ไม่เต็มเมล็ด ที่ได้ผ่านการสีซึ่งได้แยกเอาแกลบ หรือรำออกทั้งหมด หรือบางส่วนออกแล้ว ข้าวสารมี 2 ชนิด คือ ข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

3.3 ขนาดของเมล็ดข้าวสาร แบ่งออกได้ 3 ขนาด ได้แก่

ก. ข้าวสารเต็มเมล็ด (head rice) คือ เมล็ดข้าวสารที่มีความยาวตั้งแต่ 8 ส่วนขึ้นไป ตามมาตรฐานของข้าวที่กำหนดไว้

ข. ต้นข้าว (big-broken) คือ ข้าวสารที่มีความยาวตั้งแต่ 5 ส่วนขึ้นไป ตามมาตรฐานของข้าวที่กำหนดไว้ แต่ไม่ถึงความยาวของข้าวเต็มเมล็ด

ค. ปลายข้าว (broken) คือ เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 2 ส่วนขึ้นไป ตามมาตรฐานของข้าวที่กำหนดไว้ แต่ไม่ถึงความยาวขั้นต่ำของข้าวขนาดมาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับข้าวชนิดนั้น มีขนาดอย่างต่ำไม่ผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 6 (ขนาดรู 0.055 นิ้ว)

4. องค์ประกอบของข้าวเจ้า

4.1 คาร์โบไฮเดรต แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

4.1.1 สตาร์ช

ในเมล็ดข้าวเจ้าจะมีสตาร์ชเป็นองค์ประกอบอยู่ถึง 90% ซึ่งส่วนองค์ประกอบหลักของสตาร์ชแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ อะมิโลส และ อะมิโลเพคติน ปริมาณ อะมิโลสในข้าวจะมีอยู่ในช่วงประมาณ 7-33% ส่วนที่เหลือจะเป็นอะมิโลเพคติน อัตราส่วนของอะมิโลสต่ออะมิโลเพคตินมีผลต่อสมบัติด้านต่างๆ ของสตาร์ช โดยมีผลต่อการพองตัวของเม็ดแป้ง ความใส และความหนืดของ paste แป้งที่มีอะมิโลสสูงจะดูดน้ำ และมีการพองตัวของเม็ดแป้งช้าลง จึงต้องใช้อุณหภูมิสูงกว่าปกติเพื่อให้เกิดการพองตัวของเม็ดแป้งอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้อัตราส่วนของ

อะมิโลสต่ออะมิโลเพคตินยังมีผลต่อเนื้อสัมผัส โดยข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำเมื่อสุกจะมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มและเหนียว และจะร่วนขึ้นเรื่อยๆเมื่ออะมิโลสเพิ่มขึ้น (Cagampang, Perez และ Juliano 1973)

4.1.2 น้ำตาลอิสระ

น้ำตาลอิสระที่พบมากในส่วนเนื้อเมล็ดของข้าวคือ ซูโครส ในข้าวสารจะมีน้ำตาลประมาณ 0.52% (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532)

4.2 โปรตีน

โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีในข้าวเจ้ามากเป็นที่ 2 รองจากคาร์โบไฮเดรต โดยมีอยู่ 7-10% แต่คุณภาพของโปรตีนในข้าวเจ้าไม่สมบูรณ์ เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นบางตัว เช่น lysine threonine และ isoleucine ต่ำ แต่คุณภาพของโปรตีนในข้าวเจ้านี้ก็ยังดีกว่าโปรตีนในข้าวสาลี ทั้งยังมีค่า Biological value สูงกว่าธัญพืชชนิดอื่นๆอีกด้วย (Somchai Prabhavat, 1989)

4.3 ไขมัน

ข้าวเจ้าจะมีไขมันอยู่ประมาณ 0.5% กรดไขมันที่มีอยู่ในข้าวเจ้ามากที่สุด คือ กรดพัลมิติก (palmitic acid) และ กรดไลโนเลนิก (linolenic acid) (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532)

4.4 เกลือแร่ และวิตามิน

ข้าวเป็นแหล่ง ฟอสฟอรัส และเหล็ก ที่ดี มีปริมาณอยู่ในช่วง 110-230 mg/100g และ 2.8-3.6 mg/100g ตามลำดับ แต่มีแคลเซียม ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับน้ำนม มีปริมาณอยู่ในช่วง 10-13 mg/100g ข้าวยังเป็นแหล่งที่ดีของวิตามินบางชนิด เช่น วิตามินบี1 วิตามินบี2 และไนอาซิน โดยมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.1-0.4, 0.03-0.16 และ 1.0-3.5 มิลลิกรัม/100กรัม ตามลำดับ (Somchai Prabhavat, 1989)

5. โครงสร้างของเม็ดแป้ง

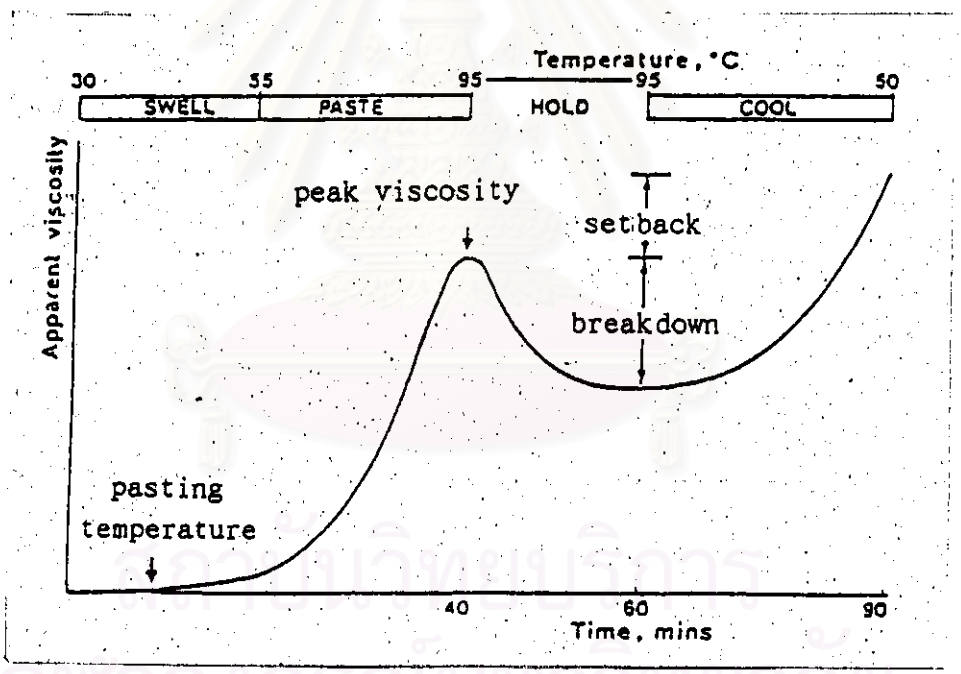
จากการศึกษาโดยใช้ light microscope สรุปได้ว่าโมเลกุลของอะมิโลส และอะมิโลเพคติน ภายในเม็ดแป้งมีการจัดตัวกันเป็นกลุ่มแต่ละกลุ่มมีการจัดเรียงตัวเป็น 2 ลักษณะ คือ จัดเป็นลักษณะคล้ายผลึก เรียกว่า crystalline region เป็นส่วนที่มีการจัดเรียงตัวอย่างมีระเบียบ ประกอบด้วยอะมิโลสเป็นส่วนใหญ่ ส่วนนี้มีการพองตัวจำกัด ไม่ค่อยมีปฏิกิริยากับสารอื่นมากนัก และเป็นส่วนที่หักเหแสงเอ็กซ์เรย์ อีกส่วนหนึ่งมีการจัดเรียงตัวแบบไม่เป็นระเบียบ ดูดน้ำได้ดีกว่าบริเวณผลึก ไวต่อปฏิกิริยาเคมี เรียกว่า amorphous region (Hoseney, 1994)

6. การเกิด gelatinization ของแป้ง

เม็ดแป้งที่ยังมีความสมบูรณ์จะละลายน้ำที่อุณหภูมิปกติได้น้อย จะสามารถดูดน้ำและพองตัวได้เล็กน้อย แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โมเลกุลของแป้งจะมีการสั่นอย่างรุนแรง บางส่วน

ของ intermolecular bond จะถูกทำลาย เกิด hydrogen bond กับโมเลกุลของน้ำที่อยู่รอบๆ ตัวมันเอง (Sterling, 1978) การที่น้ำสามารถซึมเข้าไปในเม็ดแป้งทำให้ส่วนต่างๆภายในเม็ดแป้งห่างกันเพิ่มขึ้น ทำให้ส่วนของ crystalline region ลดลง และเมื่อให้ความร้อนต่อไป ส่วนของ crystalline region และ birefringence จะหายไป อุณหภูมิที่ birefringence เริ่มหายไปจะเรียกว่า gelatinization temperature (Fennema, 1996)

ในการศึกษาการพองตัว การเกิดเจล และการคืนตัวของแป้งชนิดต่างๆอาจทำได้โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ ด้วยเครื่อง Brabender Visco-Amylograph ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้ง ซึ่งวัดด้วยเครื่อง Brabender Visco-Amylograph

ที่มา : (Hoseney, 1994)

จากรูปที่ 1 ในช่วงแรกของการให้ความร้อนกราฟจะยังไม่ปรากฏความหนืดเนื่องจากเม็ดแป้งยังคงพองตัวได้น้อย เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงจุดหนึ่งที่เรียกว่า pasting temperature เส้นกราฟจะเริ่มขยับตัวสูงขึ้น เนื่องจากเม็ดแป้งเกิดการพองตัวทำให้น้ำแป้งมีความข้นหนืดเพิ่มมากขึ้นจนเครื่องสามารถบันทึกไว้ได้ เมื่อให้ความร้อนต่อไปความหนืดของน้ำแป้งจะเพิ่มขึ้น เส้นกราฟจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งถึงจุดสูงสุด (peak viscosity) ซึ่งช่วงนี้แรงยึดเหนี่ยวภายในเม็ดแป้งจะน้อยที่สุด และถ้ายังได้รับความร้อนและการกวนต่อไปอีกโครงสร้างภายในจะฉีกออก น้ำที่อยู่ภายในเม็ดแป้งจะออกมารวมอยู่กับอะมิโลส และอะมิโลเพคติน ทำให้ความหนืดลดลง เส้นกราฟจะแสดงความหนืดลดลงจนสิ้นสุดการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 °C ส่วนช่วงการทำให้เย็นจากอุณหภูมิ 95 °C ถึง 50 °C เส้นกราฟจะสูงขึ้นอีกครั้งเนื่องจากมีการคืนตัวของแป้งสุกโดยโมเลกุลอิสระที่ละลายออกมาในน้ำแป้งขณะที่เม็ดแป้งแตก โดยเฉพาะอะมิโลสจะจับตัวกันด้วย hydrogen bond ทำให้น้ำแป้งมีความข้นหนืดเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้ง (Leach, 1965)

ค่าที่ได้จากกราฟการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้ง ได้แก่

1. pasting temperature หมายถึง อุณหภูมิที่น้ำแป้งเกิด gelatinization คือ อุณหภูมิที่น้ำแป้งเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงความหนืด แป้งที่มีค่านี้สูงแสดงว่าต้องใช้เวลาในการทำให้แป้งสุกนานกว่าแป้งที่มีค่านี้ต่ำ

2. peak viscosity หมายถึง ค่าความหนืดสูงสุดที่ปรากฏในกราฟ เป็นจุดที่เม็ดแป้งดูดน้ำและพองตัวมากที่สุด ค่านี้จะบอกถึงความสามารถในการพองตัวของเม็ดแป้ง

3. break down หมายถึง ค่าเสถียรภาพความหนืดของเม็ดแป้งขณะพองตัว มีค่าเท่ากับ ผลต่างระหว่าง peak viscosity กับ ความหนืดที่อุณหภูมิ 95 °C 20 นาที ค่านี้แสดงถึงความคงทนต่อการกวนของเม็ดแป้งในระหว่างได้รับความร้อน ถ้าผลต่างมีค่ามาก แสดงว่าเม็ดแป้งไม่มีความคงทนต่อการกวนจึงมีเสถียรภาพความหนืดต่ำเม็ดแป้งแตกตัวได้ง่ายขณะให้ความร้อน ถ้าผลต่างมีค่าน้อย แสดงว่าเม็ดแป้งมีความคงทนต่อการกวนได้ดีจึงมีเสถียรภาพความหนืดสูง

4. set back หมายถึง ค่าความหนืดของการคืนตัว มีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างความหนืดที่อุณหภูมิ 50 °C กับ peak viscosity ค่านี้แสดงถึงการคืนตัวของน้ำแป้ง ถ้าผลต่างมีค่ามากแสดงว่าน้ำแป้งนั้นเกิดการคืนตัวสูง ถ้าผลต่างมีค่าน้อย แสดงว่าน้ำแป้งนั้นเกิดการคืนตัวต่ำ

การเกิด gelatinization ของแป้ง นอกจากจะขึ้นกับอุณหภูมิยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่มีอยู่ด้วย เช่น น้ำตาล เกลือ กรด และ ไขมัน เป็นต้น

<u>ผลของน้ำตาล</u> น้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูง (ประมาณ 50%) จะไปลดการพองตัวของเม็ดแป้งในระหว่างการเกิด gelatinization โดยน้ำตาลจะแย่งน้ำจากแป้ง เนื่องจากน้ำตาลมีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่มากจึงดูดซับน้ำได้ ดังนั้นปริมาณน้ำที่ทำให้เม็ดแป้งพองตัวถูกจำกัดทำให้แป้งสุก

ยากขึ้น สังเกตจาก gelatinization temperature range จะกว้างขึ้น ผลต่อการพองตัวของเม็ดแป้งจะน้อยมากในสารละลายที่มีน้ำตาลเข้มข้น 5 และ 20% โดยน้ำหนักของน้ำ (Osman, 1967) น้ำตาลประเภท disaccharide จะมีผลต่อการพองตัว และการเกิด gelatinization ของแป้งมากกว่าน้ำตาลประเภท monosaccharide (Fennema, 1996)

<u>ผลของเกลือ</u> เกลือจะให้ผลเช่นเดียวกับน้ำตาลโดยไปลดการพองตัวของเม็ดแป้งในระหว่างการเกิด gelatinization แต่เกลือจะมีผลมากกว่าน้ำตาล โดยพบว่าเกลือ 0-6% โดยน้ำหนักของน้ำ สามารถลด % gelatinization ของแป้งได้ (Osman, 1967)

<u>ผลของไขมัน</u> ไขมันประเภทไขมันไม่อิ่มตัว เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันเมล็ดฝ้าย ในปริมาณ 9-12 % โดยน้ำหนัก ไม่มีผลกระทบต่อ peak viscosity แต่มีผลทำให้อุณหภูมิที่ทำให้เกิด peak viscosity ลดลง เพราะไขมันไม่อิ่มตัวจะไปเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับอะมิโลส เช่นการเกิด gelatinization ของแป้งข้าวโพดจะมี peak viscosity อยู่ที่ 92 °C แต่ถ้าเติมไขมันไม่อิ่มตัวลงไป 9-12 % โดยน้ำหนัก จะมี peak viscosity อยู่ที่ 82 °C (Osman, 1967)

<u>ผลของกรด</u> อาหารโดยทั่วไปซึ่งมี pH 4-7 จะมีผลกระทบต่อ gelatinization น้อย ในระหว่างการให้ความร้อนแป้งที่มี pH ต่ำกว่า 4 กรดจะมีผลโดยจะทำให้เกิด hydrolysis ของเม็ดแป้งโดยจะตัดพันธะ glucosidic ของแป้ง ทำให้เกิดเป็นโมเลกุลสั้นๆ มากขึ้น พบว่า peak viscosity จะลดลง (Osman, 1967)

<u>การผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากข้าวเจ้า</u>

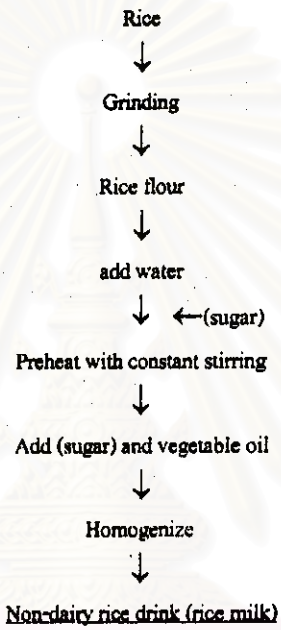
การผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากข้าวเจ้า มีวิธีการทำขั้นตอนปลีกย่อยแตกต่างกันออกไป แต่สามารถสรุปขั้นตอนหลักๆได้ดังนี้

ขั้นแรก คือ เตรียมแป้งจากข้าวเจ้าทำได้ 2 วิธี ดังนี้

-ไม่แห้ง (dry milling) ทำได้ โดยนำข้าวเจ้ามาให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้ข้าวเกิดการพองตัว (puffing) และไม่ได้ง่าย นำมาโม่ (grinding) ด้วยเครื่อง pin mill หรือ เครื่องโม่ไฟฟ้า ให้ได้ขนาดของเม็ดแป้งตามต้องการ วิธีไม่แห้งนี้มีข้อเสีย คือ การให้ความร้อนเพื่อให้ข้าวพองตัวจะต้องใช้อุณหภูมิสูง ทำให้ข้าวอาจเกิดเป็นสีน้ำตาลได้ (Lin และ คณะ, 1988)

-ไม่เปียก (wet milling) ทำได้โดย แช่ข้าว (soaking) โดยใช้อัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้เมล็ดข้าวนิ่ม โม่ได้ง่ายขึ้น จากนั้นนำมาโม่จนได้เป็นแป้งละเอียด

ขั้นที่ 2 นำแป้งที่ได้จากการไม่ข้างต้นมาผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม และคนให้เป็นเนื้อเดียวกัน ให้ความร้อนเบื้องต้น คนอย่างสม่ำเสมอ เติมน้ำตาลทรายที่ละลายแล้วในอัตราส่วนที่เหมาะสม (อาจเติมน้ำตาลทรายก่อนนำไปให้ความร้อน) เติมน้ำมันพืช ผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เครื่อง high speed mixer หรือ เครื่อง homogenizer จะได้เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากข้าวเจ้า (Lin และคณะ, 1988; Somchai Prabhavat, 1989) ขั้นตอนการทำ แสดงดังแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 Flow chart for the production of non-dairy rice drink (rice milk)

เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากข้าวเจ้าที่ศึกษากันโดยทั่วไปจะมี pH อยู่ในช่วงประมาณ 6.2-7.2 ความหนืดประมาณ 15-20 cps. และ ค่า Total Soluble Solidประมาณ 9-12 °Brix (Guerra และคณะ, 1981; Lin และคณะ, 1988) และNon-dairy rice drink ที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศสหรัฐอเมริกาโดยบริษัท Don Jose Foods มี pH ประมาณ 7.1 ความหนืดประมาณ 16.5 cps. และค่า Total Soluble Solidประมาณ 11 °Brix

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การใช้โซเดียมเคซีนเนต (Sodium Caseinate) ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า

เนื่องจากข้าวเจ้ามีโปรตีนต่ำ และคุณภาพของโปรตีนในข้าวเจ้าไม่สมบูรณ์ เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นบางตัว คือ lysine threonine และ isoleucine ต่ำ (Cagampang, Perez และ Juliano 1973) จึงต้องมีการเสริมโปรตีนจากแหล่งอื่นเพื่อให้มีคุณค่าทางโภชนาการดีขึ้น และสารที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ non-dairy imitation milk คือ โซเดียมเคซีนเนต ซึ่งเป็นโปรตีนจากนม มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วน มีความสามารถในการละลายดี และทนต่อความร้อนสูงในสภาวะต่างๆได้ ที่ pH > 6 นอกจากนี้ โซเดียมเคซีนเนต ยังมีผลต่อ flavor และ mouth feel ของผลิตภัณฑ์ทำให้ผู้บริโภคยอมรับในผลิตภัณฑ์มากขึ้น(Southward และ Walker, 1982) จากการทดลองของ Muller (1971) พบว่า เครื่องดื่มเลียนแบบนมที่ใช้ โซเดียมเคซีนเนตในสูตรจะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากกว่า ที่ไม่ใช้ และจากการทดลองของ Parson และคณะ (1985) พบว่าการใช้โซเดียมเคซีนเนต ในผลิตภัณฑ์ imitation icecream ก็ให้ผลไปในทางเดียวกัน การใช้โซเดียมเคซีนเนตในผลิตภัณฑ์ประเภท non-dairy imitation milk ทั่วไปจะใช้ในสูตรประมาณ 1.0-3.5% (Lampert, 1970)

โซเดียมเคซีนเนต นอกจากจะมีคุณสมบัติในการให้คุณค่าทางโภชนาการสูงแล้ว ยังมีคุณสมบัติในการ stabilize emulsion ได้อีกด้วย เนื่องจาก โซเดียมเคซีนเนต มีคุณสมบัติเป็น amphiphillic structure (Fennema, 1996) ซึ่งมีผู้ทำการวิจัยไว้ เช่น

Takaev และคณะ (1987) ศึกษาความคงตัวของ oil / water emulsions ที่ใช้ soluble casein เป็น emulsifier พบว่า soluble casein มี emulsifying properties สูง และมีผลทำให้ อิมัลชันที่ได้มีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงอีกด้วย

Sogo, Taneya และ Kako (1988) ศึกษาความคงตัวของ 30% anhydrous milk fat ใน water emulsions ซึ่งประกอบด้วย 0.9% emulsifiersผสม ซึ่งประกอบด้วย sorbitan monolaurate,-palmitate, -stearate or -oleate, and/or an unidentified monoglyceride เปรียบเทียบระหว่างที่เติมโซเดียมเคซีนเนต 2.7% และไม่เติม พบว่าชนิดที่เติม โซเดียมเคซีนเนต 2.7% มีผลทำให้ อัตราการเกิด globule coalescence และ clustering ของ เม็ดไขมัน (fat globules) ลดลง ซึ่งทำให้ อิมัลชันมีความคงตัวดีขึ้น

Euston และคณะ (1996) ศึกษาความคงตัวของ oil / water emulsions (20 wt. % soybean oil, deionized water, pH 7) โดยใช้โซเดียมเคซีนเนต ร่วมกับ glycerol monostearate พบว่ามีผลทำให้ ค่า average droplet diameter ของ อีมัลชั่นมีขนาดเล็กลงภายหลังการโฮโมจิไนส์ ซึ่งทำให้มีความคงตัวดีขึ้น

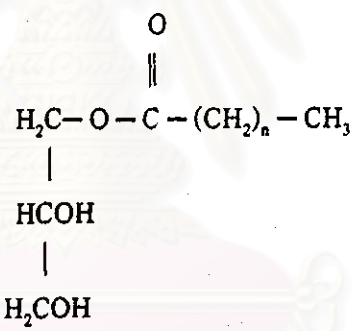
การใช้ Emulsifier และ Stabilizer ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า

ในการผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้ามีการใช้น้ำมันถั่วเหลืองในส่วนผสมเพื่อทดแทนส่วนที่เป็นไขมันในนม การใช้สารประเภท emulsifier และ stabilizer จะช่วยให้ไขมันมีความคงตัวได้ดีขึ้น ให้คุณสมบัติ creamy mouth feel ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดี เกิดการแยกชั้น หรือตกตะกอนได้ช้าลง และช่วยให้ความข้นหนืดแก่ผลิตภัณฑ์เพื่อป้องกันการเกิด watery mouth feel (Graham, 1977) ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเลียนแบบนม ชนิดของ emulsifier และ stabilizer ที่นิยมใช้ คือ mono-diglyceride และ hydrocolloids ประเภท carrageenan และ alginate (Lampert, 1970)

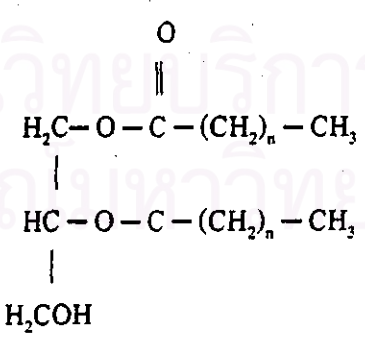
7.1 Mono-diglyceride

สูตรโครงสร้าง

1- monoglyceride



1,2 - diglyceride



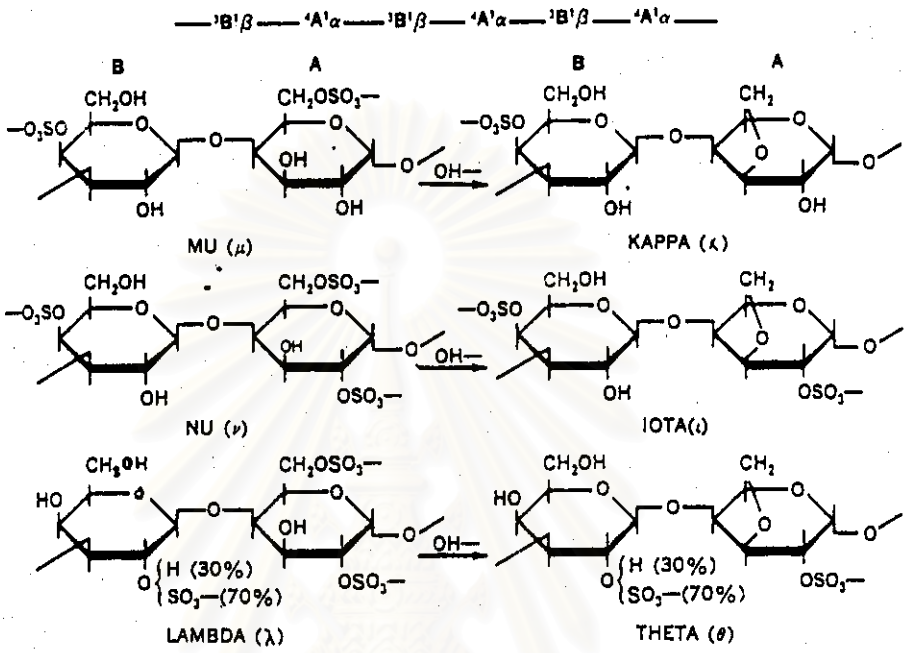
ผลของการใช้ mono-diglyceride ในผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า

โดยทั่วไปการเลือกใช้สาร emulsifier ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์จะต้องพิจารณาถึงค่า HLB (Hydrophile Lipophile Balance) ของ emulsifier ตัวนั้นด้วย แต่สำหรับ mono-diglyceride ซึ่งมีค่า HLB ประมาณ 3 นั้น เมื่อพิจารณาตามทฤษฎีแล้วจะเห็นได้ว่า ไม่เหมาะที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมซึ่งจัดเป็นอิมัลชันประเภท oil in water emulsion แต่จะเห็นได้ว่ามีการใช้กันอย่างกว้างขวางเนื่องจากความสำคัญของการใช้ mono-diglyceride ในผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ไม่ได้ขึ้นกับ emulsifying properties ของมัน แต่จะขึ้นกับความสามารถในการทำให้เกิด fat-protein complex ของมันเนื่องจากในผลิตภัณฑ์นี้จะมีการเติม โซเดียมเคซีนเนต ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น emulsifier อยู่แล้ว การใช้ mono-diglyceride จะไปช่วยให้ โซเดียมเคซีนเนต มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยในช่วงของ การโฮโมจิไนส์ ซึ่งทำให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็กลงทำให้ total surface area ของเม็ดไขมันเพิ่มมากขึ้น โซเดียมเคซีนเนต และ mono-diglyceride จะถูกดูดซับในส่วนที่เป็น oil/water interface โดยโซเดียมเคซีนเนต และ mono-diglyceride จะไปจับกันเป็นสารประกอบเชิงซ้อน (complex) ทำให้ฟิล์มรอบๆเม็ดไขมันมีความแข็งแรง ลดอัตราการเกิด globule coalescence ซึ่งมีผลให้ลดการแยกตัวของไขมันออกจากผลิตภัณฑ์ และลด creamier consistency (Kako, 1984) ในประเทศไทยอนุญาตให้ใช้ mono-diglycerideในปริมาณไม่เกิน 2% ของน้ำหนักไขมัน (ศิวาพร ศิวเวชช, 2535)

7.2 Carrageenan

carrageenan (Irish moss) เป็น sulphated polysaccharides ที่สกัดได้จากได้จาก Chondrus crispus , Gigantina spp. , Eucheuma spp. แบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ ได้แก่ kappa, iota และ lambda carrageenan ทั้ง 3 ชนิดมีองค์ประกอบเป็นน้ำตาลกาแลคโตสที่ถูกเอสเทอริไฟด์ด้วยกรดซัลฟุริคที่ ระดับแตกต่างกัน ด้วยพันธะ 1→3 และ 1→4 ดังแสดงในรูปที่ 1 kappa และ iota ไม่ละลายในน้ำเย็น (ยกเว้นที่เป็น sodium form) จะละลายได้อย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 70 °C ส่วน lamda ละลายได้ในน้ำเย็น (Sharma, 1981) carrageenan เป็น strongly charged anionic polyelectrolyte จึงทำให้มีคุณสมบัติที่สามารถทำปฏิกิริยากับอนุภาคของโมเลกุลอื่นที่มีขนาดใดก็ได้โดยการเกิด ionic bond , hydrogen bond หรือ van der waals forces ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่อยู่ตัว (Glickman, 1969) ปริมาณ carrageenan ที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารตามข้อกำหนดของ FAO/WHO (Codex) นั้น เท่ากับ 0-75 มิลลิกรัม ของ carrageenan ต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัวต่อวัน (Acceptable Daily Intake expressed as body weight) (Codex Alimentarius Commission, 1975)

สูตรโครงสร้าง



รูปที่ 2 Repeating units of carrageenans

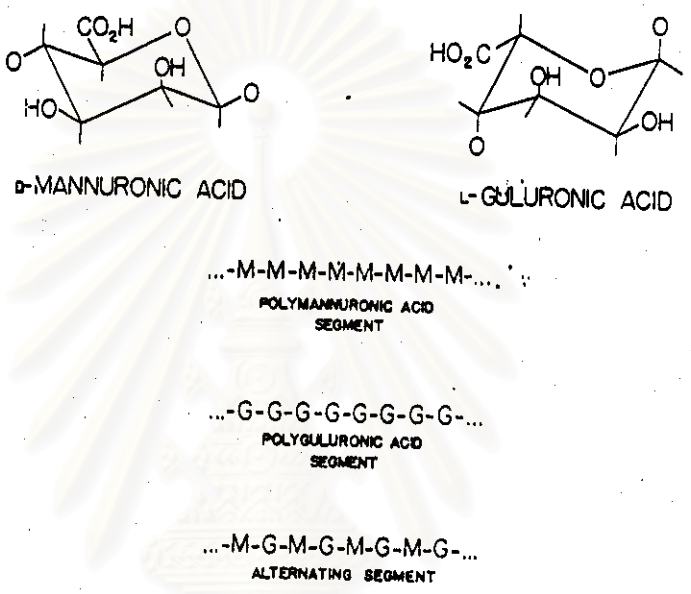
ที่มา : Graham (1977)

7.3 Alginate

alginate เป็นสารที่สกัดได้จาก brown seaweeds (Phaeophyceae) ได้แก่ Macrocystis pyrifera , Laminaria hyperborea, Laminaria digitata และ Ascophylium nodosum alginate ผลิตได้จากการสกัดด้วยด่าง เช่น sodium carbonate ได้ออกมาในรูปของ alginic acid นำมาทำให้เป็นกลางด้วยด่างจะได้เกลือของ alginate ในหลายรูปแบบ เช่น K^{-}, Na^{-}, NH_4^{-}, Ca^{-2} และยังผลิตได้ในรูปของ propylene glycol alginate ซึ่งได้จากปฏิกิริยาของ alginic acid กับ propylene oxide ภายใต้ความดัน alginate เป็น linear copolymer ประกอบด้วย polymer segments 3 ชนิดของ D-mannuronic acid และ L-guluronic acid สูตรโครงสร้างแสดงในรูปที่ 2 สัดส่วนของทั้ง 3 segments และโครงสร้างของโพลิเมอร์ จะเป็นตัวบ่งชี้คุณสมบัติของ alginate (Glickman, 1969)

ประเทศไทยอนุญาตให้ใช้ alginate ในปริมาณไม่เกิน 0.75% ของน้ำหนักอาหาร (ศิวาพร ศิวเวชช, 2535)

<u>สูตรโครงสร้าง</u>



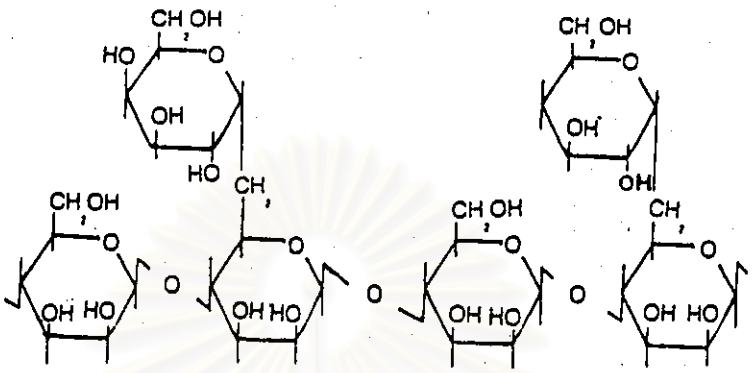
รูปที่ 3 Structure of mannuronic acid , guluronic acid and polymer segments

ที่มา : Graham (1977)

7.4 <u>Guar gum</u>

guar gum ได้จาก endosperm ของเมล็ดต้น <u>Cyamopsis teragonolobus</u> โครงสร้างโมเลกุลของ guar gum เป็นโพลิเมอร์สายยาวของน้ำตาลแมนโนสที่ต่อกันด้วยพันธะ β-(1→4) และมีแขนงของน้ำตาลกาแลคโตส 1 โมเลกุล ทุกๆ 2 โมเลกุลของแมนโนส ด้วยพันธะ (1→6) ทำให้อัตราส่วนของแมนโนสต่อกาแลคโตสเป็น 2 : 1 สูตรโครงสร้างแสดงในรูปที่3 guar gum มีคุณสมบัติเป็น non-gelling แต่กระจายตัว และอุ้มน้ำได้ดีในน้ำเย็น จึงใช้ทำหน้าที่หลักเป็นสารเพิ่มความหนืด เพิ่มความคงตัว และอุ้มน้ำ (Glickman. 1969)

สูตรโครงสร้าง



รูปที่ 4 Structure of guar gum

ที่มา :Glickman (1969)

ผลของการใช้ Hydrocolloids ในผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า

สาร hydrocolloids จะจับกับโมเลกุลของน้ำ (immobilisation and chemical binding of water molecule) มีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น ซึ่งการที่ความหนืดเพิ่มขึ้น จะช่วยทำให้ mouth feel เพิ่มขึ้น และลดการแยกตัวของไขมันเนื่องจากความแตกต่างระหว่าง ค่า specific gravity ของน้ำมัน และน้ำ และเพิ่มความคงตัวให้แก่ผลิตภัณฑ์ เนื่องจากสามารถเกิด thixotropic system ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สาร hydrocolloids สามารถสร้างเจลอย่างอ่อนเกิดเป็น network structure ถ้าsuspensionไม่ถูกรบกวน และมีผลทำให้ suspension มีความคงตัวดี (permanently stable) และเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneous) (Graham, 1977)

7การใช้กลิ่น และสีสังเคราะห์ (Artificial flavor and Certified color) ในการปรุงแต่งกลิ่นรส และสีของผลิตภัณฑ์

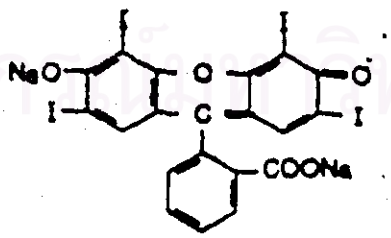
กลิ่นสังเคราะห์เป็นกลิ่นที่สังเคราะห์มาจากกระบวนการทางเคมี เกิดขึ้นเนื่องจากความต้องการเพื่อนำมาใช้ในอุตสาหกรรม และเนื่องจากกลิ่นธรรมชาติผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ และมีราคาแพง กลิ่นสังเคราะห์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม คือ Artificial flavor ซึ่งเป็นกลิ่นที่สังเคราะห์ขึ้นมาโดยที่สารนั้นไม่เกี่ยวข้องกับกลิ่นตามธรรมชาติของพืชนั้นๆ กลิ่น

พวกนี้มีความแรงของกลิ่นสูงมาก กลิ่นสังเคราะห์มีข้อได้เปรียบกว่ากลิ่นรสธรรมชาติ คือ คงทนต่อความร้อนมากกว่า ราคาถูกกว่า และมีความแรงของกลิ่นมากกว่า (Heath และ Reineccins, 1986)

สีสังเคราะห์เป็นสีที่สังเคราะห์ขึ้นมาจากกระบวนการทางเคมี ซึ่งจัดว่าเป็นสารประกอบทางเคมีที่สามารถให้สีต่างๆ และสารประกอบเหล่านั้นไม่มีส่วนสัมพันธ์กับโครงสร้างของสารประกอบของสีที่ได้จากธรรมชาติเลย ในปี 1938 ได้มีการกำหนดให้เรียกชื่อสีสังเคราะห์เป็นระบบเดียวกันเป็น 3 แบบซึ่งขึ้นอยู่กับความบริสุทธิ์ของสี และกระบวนการผลิต (Walford, 1984) คือ

- FD & C หมายถึง สีที่ใช้ได้ในอาหาร ยา และเครื่องสำอาง
- D & C หมายถึง สีที่ใช้ได้ในยา และเครื่องสำอาง
- Ext. D & C หมายถึง สีที่ใช้ได้ในยา และเครื่องสำอาง แต่เป็นการใช้เฉพาะภายนอก

สีที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ สี FD & C Red No. 3 ซึ่งเป็นสี Erythrosine จัดอยู่ในสีสังเคราะห์ประเภท Dyes ซึ่งเป็นสีสังเคราะห์ที่ผลิตในรูปของเกลือโซเดียม ละลายน้ำได้ดี แต่ละลายในแอลกอฮอล์ได้เล็กน้อย สูตรโครงสร้าง สี FD & C Red No. 3 แสดงดังรูปที่ 4 สีสังเคราะห์นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ขนมหวาน และผลิตภัณฑ์นม เนื่องจากมีความคงตัวดีและราคาไม่แพง (Walford, 1984) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 21 (พ.ศ. 2522) ประเทศไทยอนุญาตให้ใช้ สี Erythrosine ในปริมาณไม่เกิน 70 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่ใช้บริโภค 1 กิโลกรัม



รูปที่ 5 Structure of FD & C Red No. 3 Erythrosine

ที่มา : Walford (1984)