รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชุดโครงการวิจัย
การวิจัยและพัฒนาหมากจองเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้ชุมชน

โครงการวิจัยย่อยที่ 1
การศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติทางกายภาพของเจลหมากจอง และการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเจลหมากจอง
(Studies of components and physical properties of malva nut gel and food product development from malva nut gel)

คณะผู้วิจัย

1. นางสุดารัตน์ แก้วมณี — ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ จ. อุบลราชธานี
2. นายธวัชชัย พันธุ์นิกุล — วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุบลราชธานี
3. ผศ.ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ — ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
4. นางสาวสุจิตรา แสงโชติ — ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ จ. อุบลราชธานี

ผู้อำนวยการชุดโครงการ

ผศ.ดร.อรัญญา พิมพ์มงคล
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงบประมาณ
ประจำปีงบประมาณ 2548 – 2550

สารบัญ

เรื่อง	**หน้า**
บทคัดย่อ	3
บทที่ 1 บทนำ	4
บทที่ 2 วิธีการทดลอง	17
บทที่ 3 ผลการทดลอง สรุปและอภิปรายผลการทดลอง	36
เอกสารอ้างอิง	51
ภาคผนวก	53
ภาคผนวก ก การเตรียมน้ำผลไม้	54
ภาคผนวก ข การตรวจสอบทางจุลชีววิทยา	56
ภาคผนวก ค ประกาศกระทรวงสาธารณสุข	65
ภาคผนวก ง ขั้นตอนการควบคุมการผลิตน้ำหมากจองพร้อมดื่ม	72
ภาคผนวก จ ข้อปฏิบัติพนักงาน	74
ภาคผนวก ฉ ภาพการถ่ายทอดเทคโนโลยีและภาพผลิตภัณฑ์	75

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้ศึกษาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลในเจลหมากจองโดยวิธี IC พบปน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่เป็นองค์ประกอบหลักของเจลหมากจอง โดยมี arabinose galactose และ rhamnose เป็นองค์ประกอบหลัก ส่วน glucose mannose และ xylose มีเพียงเล็กน้อย และ %Recovery ของการสกัดอยู่ระหว่าง 95.19 – 128.32% จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามที่กลุ่มแม่บ้านที่ผลิตผลิตภัณฑ์น้ำหมากจองพร้อมดื่ม ที่อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า กลุ่มแม่บ้านนี้มีศักยภาพสูงในการรวมกลุ่มและการผลิต แต่ยังขาดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านการผลิตอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุให้น้ำหมากจองพร้อมดื่มที่ทางกลุ่มผลิตขึ้น มีคุณภาพไม่เป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ในการจัดการวัตถุดิบควรเก็บเมล็ดหมากจองที่แก่จัด มีคุณภาพดี เก็บไว้ในที่แห้งและเย็นเพื่อป้องกันเชื้อเรา และน้ำที่ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำหมากจองพร้อมดื่ม ต้องมีคุณภาพเทียบเท่ากับน้ำที่ใช้เพื่อบริโภคและส่งตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์คุณภาพตามระยะเวลาที่เหมาะสมด้วย ส่วนเรื่องกระบวนการผลิตยังมีปัญหาเรื่องการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในการผลิต ยังไม่มีความเหมาะสมทั้งอุณหภูมิและระยะเวลา จึงมีความจำเป็นต้องมีกระบวนการวิจัยและถ่ายทอด โดยฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการผลิตเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท สำหรับการออกแบบปรับปรุงผังโรงเรือนและเครื่องมือในการผลิตควรปรับปรุงผังโรงเรือน การวางตำแหน่งและติดตั้งเครื่องมือ รวมทั้งสาธารณูปโภคของสถานที่ผลิต ให้เหมาะสมตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) การศึกษาวิธีการและรูปแบบการเก็บรักษาเนื้อจากผลหมากจองแห้ง พบว่าการเก็บรักษา เจลหมากจองที่ดีที่สุดคือ การนึ่งรังถึง 100 °C นาน 20 นาที อบแห้งอุณหภูมิ 80 °C นาน 18 ชั่วโมง และการนึ่งความดันไอที่อุณหภูมิ 105°C นาน 15 นาที และอบแห้ง 60 °C นาน 18 ชั่วโมง จะมีอายุการเก็บรักษา 1 ปี ค่าการพองตัวจะลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเจล หมากจองอบแห้งเพิ่มขึ้น พัฒนาผลิตภัณฑ์และวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่จากผลหมากจอง มีดังนี้ 1) เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง 2) เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามพร้อมดื่ม และ 3) เยลลี่หมากจอง โดยมี เยลลี่หมากจอง เยลลี่หมากจองในน้ำลำไย และเยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุในเจลหมากจอง และผลผลิตที่ได้จากการแปรรูปหมากจอง พบเส้นใยในปริมาณมาก และยังพบไขมัน โปรตีน วิตามินบี 1 และบี 2 และแร่ธาตุหลายชนิด

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

หมากจอง (*Scaphium affine* (Mast.) Pierre) มีชื่ออื่นๆ เช่น สำรอง พุงทะลาย ท้ายเภา ท้ายเภาขาว เปรียง หรือโปรง เป็นพืชในวงศ์ Sterculiaceae กระจายตัวอยู่ในป่าของประเทศพม่า จีน มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ลาว และไทย หมากจองเป็นไม้ยืนต้น สูงประมาณ 45 เมตร ผลมีลักษณะแผ่เป็นแผ่นขนาดใหญ่ แตกขณะยังอ่อนอยู่ทำให้มีลักษณะเหมือนเรือ เมล็ดรูปรี สีน้ำตาล เปลือกของเมล็ดเป็นสารประกอบกลุ่มโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) ที่สามารถดูดซึมน้ำและเกิดการพองตัวให้ลักษณะคล้ายวุ้นหรือเจล จากการศึกษาในเบื้องต้นพบว่าเจลหมากจองมีความสามารถดูดซับน้ำได้ถึง 10 เท่าตัว ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่น่าสนใจมาก เจลนี้นำมาใช้ประกอบอาหาร ใช้ทำเครื่องดื่ม แก้ร้อนใน โดยใช้เยื่อหุ้มเมล็ดที่พองตัวลอกออกมาเป็นแผ่นมาต้มใส่น้ำตาลกรวด กินได้ทั้งร้อนและเย็น (นิรนาม, 2546) แก้กระหาย แก้ไอ ขับเสมหะ แก้เจ็บคอโดยใช้เนื้อของผล 10-20 ผล รวมกับชะเอมจีนต้มกับน้ำจิบน้ำบ่อยๆ (นิรนาม, 2546) ละนำมาใช้เป็นสมุนไพรแก้หอบหืด ป้องกันโรคลำไส้อักเสบ วุ้นสามารถนำมาพอกตาแก้อักเสบบวมแดงได้ โดยนำเมล็ดมาแช่น้ำให้ส่วนเปลือกหุ้มเมล็ดพองออก ลอกออกมาให้เป็นแผ่น ใช้ผ้าพันแผลชุบน้ำพอชื้นวางทับบนตา แล้ววางแผ่นเปลือกหุ้มเมล็ดลงบนผ้าพันแผล (นิรนาม, 2546) ในประเทศไทยพบต้นหมากจองมากในป่าบางจังหวัดของประเทศไทย ได้แก่ จันทบุรี ตราด และอุบลราชธานี เฉพาะในพื้นที่อุบลราชธานีจะพบมากที่อุทยานแห่งชาติภูจองนายอย จากการสำรวจที่ตลาดช่องเม็ก จังหวัดอุบลราชธานี พบว่าราคาขายปลีกของเมล็ดหมากจองสูงถึงกิโลกรัมละ 150-200 บาท ซึ่งทำให้ชาวบ้านที่อาศัยอยู่รอบๆ บริเวณอุทยานฯ นิยมเก็บหมากจองไปขายกันเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้มีการเก็บที่ผิดวิธี คือ จะโค่นต้นเพื่อเอาเมล็ด ทำให้ได้ทั้งเมล็ดอ่อนและแก่ปนกัน ซึ่งเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราได้ง่าย ส่งผลต่อราคา และการสูญเสียในเชิงเศรษฐศาสตร์

Vantomme et al. (2002) รายงานว่า ผลหมากจองแห้ง มีชื่อเรียกทางการค้าว่า Malva nuts ซึ่งชื่อ Malva nuts บางครั้งรวมถึงผลไม้ที่ได้จากพืชในกลุ่ม *Scaphium lychnophorum* และ *Sterculia lychnophora* มีตัวเลขการส่งออกจากประเทศลาว สู่ประเทศจีนซึ่งเป็นตลาดหลัก ในปี ค.ศ. 2001 ส่งออกในราคากิโลกรัมละ 1-2 เหรียญสหรัฐ และมีโควตาการสั่งซื้อในระหว่างปี ค.ศ. 2000-2001 สูงถึง 1,700 เมตริกตัน แต่หากนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารจะมีมูลค่าสูงกว่าราคาดังกล่าว 7-10 เท่าตัวในบางผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำผลไม้พร้อมดื่มผสมเนื้อหมากจองบรรจุกระป๋อง หรือพาสเจอร์รส์บรรจุขวดพลาสติก เป็นต้น

ปัจจุบันผลหมากจองแห้งได้รับความสนใจจากนักวิจัยและผู้ประกอบการในระดับชุมชนจำนวนหนึ่ง ในแง่ของการใช้เนื้อของผลเพื่อผลิตเป็นเครื่องดื่มประเภทต่างๆ โดยขั้นแรกต้องนำผลหมากจองแก่จัดมาแช่น้ำ เมื่อผลหมากจองถูกน้ำจะพองตัว กลายเป็นวุ้น โดยจะพองตัวเพิ่มเป็น 5-10 เท่า ส่วนที่พองตัวมีลักษณะสีน้ำตาลคล้ายกับสาหร่ายทะเล การทำน้ำหมากจอง สามารถทำได้โดยการแช่หมากจองในน้ำจนพองตัว แยกเอาเปลือกและเมล็ดออก แล้วนำมาบดและต้มกับน้ำตาล เติมน้ำแข็ง จะได้น้ำหมากจองรสหวานเย็น และมีคุณค่าทางสมุนไพร นอกจากนี้ยังสามารถนำวุ้นที่ได้จากการแช่ผลหมากจอง ไปทำขนมหวาน เช่น สลิ่ม หรือ วุ้นได้อีกด้วย (นิรนาม, 2546) ส่วนของเมล็ดยังอาจนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มของถั่ว หรือเมล็ดอาลมันด์ (almond) ได้ แต่ผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตออกสู่ตลาดในประเทศไทยในปัจจุบันยังคงจำกัดอยู่เพียงในกลุ่มของเครื่องดื่มผสมเนื้อหมากจอง

แต่ในส่วนที่ประเทศญี่ปุ่นและจีนนำเข้านั้นไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดว่านำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใด แต่เชื่อว่าใช้เพื่อการผลิตยาจากสมุนไพร ซึ่งนักวิจัยของไทยจำเป็นต้องเร่งพัฒนาการใช้ประโยชน์จากหมากจองก่อนที่จะถูกต่างชาตินำไปใช้แสวงประโยชน์ ประกอบกับจุดเด่นของหมากจองในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ที่ถือว่ามีศักยภาพในเชิงการตลาดก็คือ มีมากในพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูจองนายอย ซึ่งมีโอกาสผลักดันให้เป็นหนึ่งในสินค้าในกลุ่ม “หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์” ตามนโยบายของรัฐบาลได้

ปัจจุบันหมากจองได้รับความสนใจจากนักวิจัยอย่างสูง ในแง่ของการใช้วุ้นเพื่อผลิตเป็นเครื่องดื่มประเภทต่างๆ นักวิจัยพยายามปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ดีและสามารถเก็บรักษาได้นาน และจากการสำรวจการเก็บรักษาเมล็ดหมากจองและได้นำมาวิเคราะห์ในเบื้องต้น พบเชื้อราในปริมาณสูง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีการเก็บผลที่ยังอ่อน และเทคนิคในการเก็บรักษายังไม่ดีพอ ในส่วนการผลิตน้ำหมากจองพร้อมดื่ม ทางกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแก้งเรือง ตำบลแก้งเรือง อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี ได้ผลิตน้ำหมากจองพร้อมดื่มบรรจุขวดพลาสติกสีขาวขุ่น โดยได้รับงบประมาณสนับสนุนจากองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) เป็นจำนวนเงิน 800,000 บาท เพื่อสร้างโรงเรือน เครื่องมือ และอุปกรณ์การผลิต เป็นต้น แต่ปัจจุบันทางกลุ่มฯ ยังประสบปัญหาในเรื่องของคุณภาพและอายุการเก็บรักษายังไม่เป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 214 พ.ศ. 2543 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท และประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 230 พ.ศ. 2544 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) นอกจากนี้ทางกลุ่มฯ ยังต้องการที่จะพัฒนาการผลิตน้ำหมากจองพร้อมดื่มให้มีหลากหลายรสชาด เพิ่มเติมจากหมากจองในน้ำใบเตยเพียงอย่างเดียว และทางกลุ่มฯ ยังมีความประสงค์จะขยายการผลิตน้ำหมากจองในรูปแบบของน้ำหมากจองพร้อมดื่มบรรจุกระป๋องต่อไปในอนาคต ต้องการปรับปรุงและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีและสามารถเก็บรักษาได้นาน

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะทำการศึกษาเทคนิคการเก็บรักษาหมากจอง โดยเก็บในรูปเนื้อที่ได้จากวุ้นหมากจอง พัฒนากระบวนการผลิตเจลหมากจองในน้ำมะขามและในน้ำมะนาวกระป๋องที่เหมาะสมกับกลุ่มแม่บ้านและศึกษาอายุของผลิตภัณฑ์เจลหมากจองในน้ำมะขามและน้ำมะนาวกระป๋อง เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ อีกทั้งน้ำมะขามและน้ำมะนาวมีฤทธิ์เป็นกรด ซึ่งในอาหารกระป๋องการลดความเป็นกรดด่างให้ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมของการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ จะสามารถหยุดยั้งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นหลังการแปรรูปผลไม้ลงได้

พัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผลหมากจองเป็นเยลลี่หมากจอง เยลลี่หมากจองในน้ำลำไย และศึกษาอายุของผลิตภัณฑ์เยลลี่ ที่เหมาะสมกับกลุ่มแม่บ้าน โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทางกลุ่มจัดเตรียมไว้ รวมทั้งการตรวจและประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์หมากจองที่พัฒนาขึ้นตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในด้านคุณภาพและความปลอดภัย รวมทั้งการหาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการในแต่ละผลิตภัณฑ์ และถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์จากหมากจองให้มากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติทางกายภาพของเจลหมากจอง
2. เพื่อศึกษาวิทยาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อผลหมากจอง
3. เพื่อพัฒนารูปแบบการผลิต ผลิตภัณฑ์แปรรูป จากผลหมากจองเป็นการเพิ่มมูลค่า
4. เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและสารประกอบที่ควบคุมคุณสมบัติเชิงหน้าที่ (functional properties) ในผลหมากจอง

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เมื่อทราบองค์ประกอบและคุณสมบัติทางกายภาพของเจลหมากจองแล้ว สามารถนำเจลหมากจองไปประยุกต์ใช้ได้หลายด้าน เช่น พัฒนาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ หรือสารดูดซับได้
2. สามารถสร้างความเข้าใจต่อประชาชนในพื้นที่ที่เป็นแหล่งของหมากจอง ในการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม การรักษาทรัพยากรและเก็บเกี่ยวผลประโยชน์จากทรัพยากรอย่างยั่งยืน
3. ได้ข้อมูลโภชนาการและสารประกอบสำคัญในผลหมากจองเพื่อใช้เป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบ่งบอกคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์
4. ได้แนวทางและกรรมวิธีการเก็บรักษาและการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากหมากจองชนิดต่างๆ ที่เป็นที่ต้องการของตลาดและสามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่หมากจองได้
5. ส่งเสริมให้เกิดการใช้วัตถุดิบในประเทศอย่างคุ้มค่าและเกิดมูลค่าเพิ่ม

1.4 การตรวจเอกสาร (Literature review)

หมากจอง หรือสำรอง หรือพุงทลาย มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Scaphium affine (Mast.) Pierre* Beaum, *Scaphium scaphigerum* (G. Don) จัดอยู่ในวงศ์ Sterculiaceae (นิรนาม, 2546) หมากจองเป็นไม้ยืนต้นสูงประมาณ 45 เมตร ผลมีลักษณะแผ่เป็นแผ่นขนาดใหญ่ แตกขณะยังอ่อนทำให้มีลักษณะเหมือนเรือ เมล็ดรูปรีสีน้ำตาล เปลือกของเมล็ดเป็นสารประกอบกลุ่มโพลีแซคคาไรด์ที่สามารถดูดซึมน้ำและเกิดการพองตัวให้ลักษณะคล้ายวุ้นหรือเจล จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าเจลหมากจองมีความสามารถดูดซับน้ำได้คือ 10 เท่าตัว ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่น่าสนใจมาก พบต้นหมากจอง มากในป่าพื้นที่อุบลราชธานี อุทยานแห่งชาติภูจองนายอย จันทบุรี ตราด ลาว กัมพูชาซึ่งมีผลหมากจอง ปริมาณมากเป็นพันตันต่อปี คิดเป็นมูลค่าไม่น้อยกว่า 100 ล้านบาท ถือว่ามีศักยภาพในเชิงการตลาด ซึ่งมีโอกาสผลักดันให้เป็นหนึ่งในสินค้าในกลุ่ม “หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์” ตามนโยบายของรัฐบาลได้

1.4.1 สรรพคุณทางยา

1. ใช้เป็นยาแก้เจ็บคอ โดยใช้เนื้อของผล 10-20 ผล รวมกับชะเอมจีน ต้มกับน้ำ จิบบ่อยๆ แก้อาการเจ็บคอได้

2. แก้ตาอักเสบ โดยนำเมล็ดมาแช่น้ำให้ส่วนเปลือกหุ้มเมล็ดพองออก ลอกออกมาให้เป็นแผ่น ใช้ผ้าพันแผลชุบน้ำพอชื้นวางทับบนตา แล้ววางแผ่นเปลือกหุ้มเมล็ดลงบนผ้าพันแผล

3. แก้ร้อนในโดยใช้เยื่อหุ้มเมล็ด ที่พองตัวลอกออกมาเป็นแผ่น นำมาต้มใส่น้ำตาล กรวด กินได้ทั้งร้อนและเย็น (นิรนาม, 2546)

1.4.2 น้ำผลไม้ (Fruit juice / Fruit drink)

น้ำผลไม้ (fruit juice / fruit drink) ตามนิยามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระทรวงอุตสาหกรรม หมายถึง น้ำผลไม้ที่อยู่ในลักษณะพร้อมที่จะใช้บริโภคได้โดยตรงทำจากผลไม้ที่สด สะอาด สุก โดยกรรมวิธีเชิงกล น้ำผลไม้นี้อาจทำจากน้ำผลไม้ที่ทำให้เข้มข้นโดยผ่านกรรมวิธีระเหยน้ำออกจนเข้มข้น แล้วนำมาเจือจางภายหลังด้วยประสงค์จะรักษาคุณภาพและองค์ประกอบสำคัญไว้ น้ำผลไม้ที่อยู่ในภาชนะบรรจุต้องผ่านกรรมวิธีการเก็บถนอมอาหารอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วจึงนำมาทำการบรรจุ ซึ่งน้ำผลไม้จัดเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 214 พ.ศ. 2543 เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท และประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 230 พ.ศ. 2544 เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) ลักษณะน้ำผลไม้เป็นได้ทั้งใสและขุ่น (ปราณี, 2541)

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 214 พ.ศ. 2543 เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ได้ให้คำจำกัดความและค่าคุณภาพตามมาตรฐานของเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ดังนี้

คำสั่ง : ให้เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

1. เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ได้แก่
   - ก) น้ำที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วย
   - ข) เครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ พืช หรือผัก ไม่ว่าจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม
   - ค) เครื่องดื่มที่มีหรือทำจากส่วนที่ไม่ใช่ผลไม้ พืช หรือผัก ไม่ว่าจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม
   - ง) เครื่องดื่มตามข้อ ข) หรือ ค) ชนิดเข้มข้นซึ่งต้องเจือจางก่อนบริโภค
   - จ) เครื่องดื่มตามข้อ ข) หรือ ค) ชนิดแห้ง
2. เครื่องดื่มตามลักษณะดังกล่าว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้
   - ก) มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของเครื่องดื่มนั้น
   - ข) ไม่มีตะกอนเว้นแต่ตะกอนอันมีตามธรรมชาติของส่วนประกอบ
   - ค) น้ำที่ใช้ผลิตต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพ หรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่า ด้วยเรื่องน้ำบริโภคในภาชนะที่ปิดสนิท
   - ง) ตรวจพบบักเตรีชนิดโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่ม 100 มล. โดยวิธี MPN
   - จ) ตรวจไม่พบบักเตรีชนิด *Escherichia coli*
   - ฉ) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
   - ช) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ หรือสารพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
   - ซ) ไม่มียีสต์และรา
   - ฌ) ไม่มีสารปนเปื้อน ยกเว้นต่อไปนี้

สารหนู	ไม่เกิน 0.2 มก./เครื่องดื่ม 1 กก.
ตะกั่ว	ไม่เกิน 0.5 มก./เครื่องดื่ม 1 กก.
ทองแดง	ไม่เกิน 5 มก./เครื่องดื่ม 1 กก.
สังกะสี	ไม่เกิน 5 มก./เครื่องดื่ม 1 กก.
เหล็ก	ไม่เกิน 15 มก./เครื่องดื่ม 1 กก.
ดีบุก	ไม่เกิน 250 มก./เครื่องดื่ม 1 กก.
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	ไม่เกิน 10 มก./เครื่องดื่ม 1 กก.

   - ญ) ใช้วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาล นอกจากการใช้น้ำตาลได้โดยให้ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร Joint FAO/WHO, Codex ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติม
   - ฎ) มีแอลกอฮอล์อันเกิดขึ้นจากธรรมชาติของส่วนประกอบและแอลกอฮอล์ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิต รวมกันได้ไม่เกิน ร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก ถ้าจำเป็นต้องมีแอลกอฮอล์ในปริมาณที่สูงกว่าที่กำหนดไว้ ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (แอลกอฮอล์ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิตต้องไม่ใช่เมทิลแอลกอฮอล์)

3. เพิ่มเติมคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะ ดังต่อไปนี้

ก) เครื่องดื่มตามข้อ 1 ข) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประเภทหรือชนิดของผลไม้ พืช หรือผักนั้นๆ ที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข) เครื่องดื่มตามข้อ 1 ข) และ ค) มีวัตถุกันเสียได้ ดังต่อไปนี้

- ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มก. ต่อ เครื่องดื่ม 1 กก.
- กรดเบนโซอิค หรือกรดซอร์บิค หรือเกลือของกรดทั้งสองนี้ โดยคำนวณเป็นตัวกรด ไม่เกิน 200 มก. ต่อเครื่องดื่ม 1 กก.

4. ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

5. การแสดงฉลากของเครื่องดื่ม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลากเครื่องดื่มตามข้อ 1 ให้ใช้ชื่อ ดังนี้

ก) “น้ำ...%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อและปริมาณเป็นร้อยละของผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากน้ำผลไม้ตั้งแต่ร้อยละ 20 ของน้ำหนักขึ้นไป

ข) “น้ำรส...%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อและปริมาณเป็นร้อยละของผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากน้ำผลไม้ไม่ถึงร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

ค) เครื่องดื่มตามข้อ 2 ซึ่งมีกลิ่นหรือรสของผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์เป็นส่วนผสมให้ใช้ชื่อ“น้ำหวานกลิ่น....” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อกลิ่นของผลไม้ที่ได้จาการสังเคราะห์)

ง) เครื่องดื่มที่ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล ต้องแสดงข้อความว่า “ใช้....เป็นวัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อของวัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ใช้) ด้วยตัวอักษรขนาดไม่เล็กกว่า 2 มม. สีของตัวอักษรตัดกับสีพื้นของฉลาก แสดงข้อความที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศ (ถ้ามี)

หลักการผลิตน้ำผลไม้ คือ การแยกส่วนของของเหลวในผลไม้ พร้อมกับสารประกอบที่ให้กลิ่นของผลไม้ รวมทั้งสารอาหารที่ละลายได้ในของเหลวนั้น ถ้าต้องการผลิตน้ำผลไม้ที่มีทั้งปริมาณและคุณภาพดี ก็ต้องเลือกกรรมวิธีที่สามารถแยกส่วนของของเหลว หรือที่เรียกว่า น้ำผลไม้ ให้ได้ในปริมาณเท่ากับปริมาณของเหลวในผลไม้สด (แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถที่จะสกัดน้ำผลไม้ได้เท่ากับปริมาณของของเหลวในผลไม้สด) โดยคุณภาพน้ำผลไม้ที่ได้จะมีลักษณะใกล้เคียงผลไม้สด กล่าวคือ สารให้กลิ่น รส และสี อาจรวมถึงสารอาหาร เช่น วิตามิน เกลือแร่ที่ละลายในของเหลวที่สกัดได้ต้องยังคงอยู่เหมือนเดิมหรือใกล้เคียงวัตถุดิบ หรืออาจจะสูญสลายไปบ้างเล็กน้อย จึงจะถือได้ว่ากรรมวิธีสกัดน้ำผลไม้นั้น เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการผลิตน้ำผลไม้ชนิดนั้นๆ (ปราณี, 2541)

1.4.3 ชนิดของน้ำผลไม้ (เทวี, 2539)

1. น้ำผลไม้สด (fruit juice) คือ น้ำที่ได้จากการบีบหรือคั้นออกจากผลไม้ ซึ่งจะได้ปริมาณเพียงครึ่งเดียวของปริมาณผลไม้ทั้งหมด และมีใยหรือชิ้นเนื้อผลไม้แขวนลอยอยู่ด้วย สามารถนำไปดื่มได้โดยตรงทันทีหลังจากบีบ หรือคั้นเสร็จใหม่ๆ โดยไม่มีการเจือจางหรือปรุงแต่งกลิ่นรสใดๆ

2. น้ำผลไม้สดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เนื่องจากการคั้นน้ำผลไม้สดเพื่อจำหน่ายวันต่อวัน อาจเกิดปัญหายุ่งยากบางประการเป็นต้นว่า การเตรียมผลไม้สุกสดไว้คั้นไม่เพียงพอแก่ปริมาณจำหน่ายหรือเตรียมไว้มากเกินไป ทำให้เสื่อมเสียไม่เหมาะที่จะนำมาทำน้ำผลไม้สดในวันถัดไป ประกอบ

กับผู้บริโภคได้เห็นความสำคัญและคำนึงถึงสุขภาพอนามัยเพิ่มมากขึ้น โดยได้พยายามสรรหาเครื่องดื่มที่มีคุณค่าและให้ประโยชน์แก่ร่างกายมากกว่า เช่น น้ำผลไม้สด จึงจำเป็นต้องทำน้ำผลไม้สดปริมาณมาก เก็บรักษาไว้ให้คงสภาพสดเหมือนใหม่ ลักษณะการจำหน่ายจะมีการจำหน่ายในลักษณะที่เรียกว่า น้ำผลไม้ 100% ซึ่งมีขนาดบรรจุและใช้ภาชนะบรรจุแตกต่างกัน แล้วแต่สภาพการจำหน่าย ซึ่งจะต้องเก็บรักษาไว้ในที่เย็นอุณหภูมิไม่เกิน 4 °C ตลอดเวลาจนกว่าจะถึงเวลาเสิร์ฟเพื่อบริโภค

3. น้ำผลไม้เข้มข้น เป็นการเก็บรักษาและถนอมน้ำผลไม้ด้วยน้ำตาล เพื่อความสะดวกในการขนถ่ายและเก็บรักษาไว้ได้นาน และสามารนำมาปรุงแต่งสำหรับเสิร์ฟดื่มได้อย่างรวดเร็ว น้ำผลไม้เข้มข้นอาจทำในรูปลักษณะน้ำเชื่อมหรือทำเป็นผงละลายน้ำดื่ม แต่น้ำผลไม้เข้มข้นสำหรับนำมาเจือจางเป็นเครื่องดื่ม จะทำในรูปน้ำเชื่อมซึ่งมีความเข้มข้นของน้ำตาลสูง เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

4. น้ำผลไม้ปรุงแต่ง เนื่องจากการทำน้ำผลไม้สดจะต้องใช้ผลไม้ที่มีน้ำมากเท่านั้น แต่ผลไม้ที่มีน้ำน้อยรวมทั้งพืชผักสามารถนำมาทำเป็นน้ำผลไม้ดื่มได้ แต่ต้องใช้น้ำช่วยสกัดสารละลายหรือเจือจางความเข้มข้นของผลไม้ด้วย จึงจัดเป็นน้ำผลไม้ปรุงแต่ง ซึ่งหมายถึงน้ำผลไม้ที่ทำจากผลไม้ที่มีกลิ่นรสอย่างใดอย่างหนึ่งรุนแรงหรืออาจเรียกว่ารสจัด เช่น มะนาวมีรสเปรี้ยวจัด จึงจำเป็นต้องเจือจางรสจัดและปรุงผสมด้วยรสอื่น ให้เหมาะสมแก่การดื่มเพิ่มมากขึ้น อาจแบ่งเป็นน้ำผลไม้ปรุงแต่งประเภทต่างๆ ดังนี้

- เนคตา (nectar) ได้แก่ น้ำผลไม้ที่ทำจากผลไม้หลายชนิดผสมกันหรือทำจากผลไม้ชนิดเดียวก็ได้ แต่มีเนื้อผลไม้ผสมอยู่ด้วย โดยมีเนื้อผลไม้บดละเอียดประมาณร้อยละ 40 แล้วผสมน้ำตาลให้ความเข้มข้นประมาณ 1-20 องศาบริกซ์ ผลไม้ที่ใช้ทำเนคตา เช่น กล้วย ฝรั่ง มะม่วง มะละกอ สับปะรด พุทรา และผลไม้เมืองหนาว เช่น อะปริคอต พีช พลัม เป็นต้น

- สควอช (squash) เป็นน้ำผลไม้ปรุงแต่งอีกประเภทหนึ่ง มีลักษณะข้นแต่ไม่มากเหมือนเนคตา จะต้องประกอบด้วยน้ำผลไม้ที่ข้นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 25 มีปริมาณสารที่ละลายได้ในน้ำไม่ต่ำกว่าร้อยละ 40 และมีความเป็นกรดอยู่ระหว่างร้อยละ 1.2-1.5 ผลไม้ที่นิยมใช้ทำสควอช ได้แก่ มะนาว ละมุด สับปะรด มะม่วง ส้ม เป็นต้น

- พันช์ (punch) คือ น้ำผลไม้ปรุงแต่งที่ทำจากผลไม้หลายอย่างผสมกันให้มีกลิ่น สี และรสชาติแปลกใหม่แตกต่างกัน และอาจมีชิ้นผลไม้หั่นหรือตัดเป็นรูปร่างต่างๆ ลอยเพื่อความสวยงาม บางครั้งอาจเติมน้ำโซดาก่อนเสิร์ฟให้มีรสซ่า ถ้าต้องการเติมน้ำแข็งให้เย็นต้องปรุงรสให้เข้มข้นกว่าที่ต้องการ หรืออาจผสมสีในน้ำที่จะทำน้ำแข็งมาใส่เพื่อความสวยงามด้วยก็ได้ ภาชนะที่ใช้มักใช้ภาชนะที่อาจนำภาชนะแช่เย็นเพื่อให้พันช์เย็นโดยไม่ต้องเติมน้ำแข็งลงไปก็ได้

- ค็อกเทล (cocktail) คือ เครื่องดื่มอีกประเภทหนึ่งที่อาจทำจากผลไม้หรือพืชผักนำมาผสมน้ำหรือแช่น้ำให้สารกลิ่นรสละลายออกมาในของเหลว หรือหั่นพืชผักเป็นชิ้นส่วนละเอียดผสมอยู่ในของเหลวแล้วเติมเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ กลิ่นรส หรือเครื่องเทศตามต้องการเพื่อช่วยเจริญอาหาร

- น้ำผลไม้ปั่น หมายถึง น้ำผลไม้ที่ทำจากเนื้อผลไม้ปั่นจนละเอียดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า เติมน้ำเชื่อมและน้ำแข็งบดละเอียดผสมเข้าด้วยกัน เช่น น้ำแตงโมปั่น ทำได้จากนำแตงโมมาล้างปอกเปลือก แล้วหั่นเนื้อแตงโมเป็นชิ้นเล็กๆ และแคะเม็ดออกให้หมด ใส่ในเครื่องปั่นไฟฟ้า เติมน้ำเชื่อม และน้ำแข็งบดละเอียดไปด้วยกันจึงใส่แก้วเสิร์ฟทันที

- น้ำพืชผัก พืชผักบางชนิดสามารถนำมาบีบคั้นน้ำดื่มได้ทำนองเดียวกับน้ำผลไม้ พืชผักหลายชนิดยังมีคุณสมบัติทางยา จึงเรียกว่า น้ำสมุนไพร เนื่องจากพืชผักส่วนมากมีน้ำน้อย เช่น ใบ

บัวบก ทำเป็นเครื่องดื่มได้โดยนำมาล้างน้ำให้สะอาดตำให้เซลล์พืชแตก แล้วบีบคั้นน้ำออกมาได้บ้างเล็กน้อย นำน้ำและนำกากไปเคล้ากับน้ำบีบคั้นเหมือนน้ำกะทิหลายๆ ครั้ง จะได้น้ำพืชที่มีสารจากพืชละลายมามากที่สุด จนเกือบหมด กรองรวมกัน ถ้าเข้มข้นมากไปอาจเติมน้ำให้เจือจาง ปรุงรสตามชอบ หรือนำไปต้มให้เดือดเพื่อความสะอาดหรือทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน ทิ้งไว้ให้เย็นหรือเติมน้ำแข็งเป็นเครื่องดื่มเย็นได้

1.4.4 กระบวนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้ความร้อนด้วยวิธีการพาสเจอไรส์

การพาสเจอไรส์เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่ไม่รุนแรงที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 °C เพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารให้นานหลายวัน เช่น นม หรือนานหลายเดือน เช่น น้ำผลไม้บรรจุขวด วิธีการนี้สามารถถนอมอาหารได้โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความทนทานความร้อนต่ำ เช่น แบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ ยีสต์และรา และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัสและคุณค่าของอาหารน้อยที่สุด การพาสเจอไรส์เป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่แต่ไม่ใช่ทั้งหมดในอาหาร ดังนั้นอาหารที่ผ่านการพาสเจอไรส์แล้วต้องเข้าสู่กระบวนการต่อไปหรือต้องเก็บรักษาในสภาวะที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ เช่น การเก็บนมพาสเจอไรส์ หรือน้ำผลไม้พาสเจอไรส์ที่อุณหภูมิ 4-10 °C ความรุนแรงของการให้ความร้อนกับผลการยืดอายุผลิตภัณฑ์กำหนดได้โดยค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของอาหาร (ตารางที่ 1) โดยอาหารที่มีความเป็นกรดด่างต่ำจะใช้เวลาในการให้ความร้อนน้อยกว่าขณะที่มีประสิทธิภาพการทำลายจุลินทรีย์เท่ากัน วัตถุประสงค์หลักในการพาสเจอไรส์อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (pH > 4.5) คือ การทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ส่วนวัตถุประสงค์ในการพาสเจอไรส์อาหารที่มีความเป็นกรดสูง (pH < 4.5) คือ การทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียและการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (วิไล, 2541)

ตารางที่ 1.1 ค่าความเป็นกรดด่าง ของผลิตภัณฑ์ต่างๆ

ผลิตภัณฑ์	ค่าความเป็นกรดด่าง
ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศ	3.8-4.4
ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้	
- น้ำมะนาว	2.2-2.4
- น้ำส้ม	3.0-4.0
- น้ำกระเจี๊ยบ	2.2-2.4
- น้ำสับปะรด	3.4-3.7
- น้ำลำไย	4.0-4.4
- น้ำองุ่น	3.5-4.5
- น้ำแอปเปิ้ล	3.3-3.5

ที่มา : เพชร (2543)

การถนอมอาหารแบบอื่นที่ใช้ควบคู่กับการพาสเจอไรส์ ได้แก่ การใช้ความเย็น การใช้สารเคมีเพื่อให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น การใช้น้ำตาลในนมข้นหวาน การใช้กรดหรือการหมักเพื่อให้จุลินทรีย์เปลี่ยนองค์ประกอบในอาหาร เช่น เปลี่ยนแล็คโตสไปเป็นกรดแล็

คติค หรือการบรรจุหีบห่อ เช่น การรักษาสภาพไร้อากาศในขวดเบียร์ จะช่วยให้อายุการเก็บรักษาอาหารนานขึ้น (วิไล, 2541)

ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการพาสเจอไรส์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้ คือ ความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์ที่ต้องการทำลาย และความไวต่อความร้อนของน้ำผลไม้แต่ละชนิดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การพาสเจอไรส์เป็นกระบวนการที่ใช้ความร้อนไม่มากพอที่จะฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ให้หมดไปได้ แต่เป็นการใช้ความร้อนในระดับปานกลางเพื่อทำลายจุลินทรีย์สำคัญๆ ที่ไม่เหมาะสมต่อสุขภาพของผู้บริโภค (เพชร, 2543)

1.4.4.1 วิธีการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยการให้ความร้อน

วิธีการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยการใช้ความร้อน สามารถทำได้ 2 ลักษณะคือ

1. **การให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ก่อนบรรจุในภาชนะปิดสนิท** สำหรับผลไม้ที่มีค่า pH ไม่สูงเกิน 3.5 สามารถฆ่าเชื้อด้วยระบบพาสเจอไรส์อุณหภูมิสูงเวลาสั้น (high temperature short time; HTST) ที่อุณหภูมิ 70-72 °C เป็นเวลา 15 วินาที หรือระบบพาสเจอไรส์ด้วยอุณหภูมิต่ำเวลานาน (low temperature long time; LTLT) ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 30 นาที ซึ่งถือว่าเป็นการเพียงพอ จากนั้นนำมาบรรจุในภาชนะบรรจุสะอาด ในขณะที่น้ำผลไม้ยังร้อน (อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 60 °C) เพื่อยับยั้งหรือหยุดการเจริญของจุลินทรีย์ที่หลงเหลือจากกระบวนการให้ความร้อน

2. **การให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์หลังการบรรจุในภาชนะปิดสนิท** การให้ความร้อนฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธีนี้นิยมใช้กับน้ำผลไม้ที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ ซึ่งทนความร้อนเกินจุดเดือดได้ จะใช้วิธีฆ่าเชื้อนี้ภายหลังการบรรจุอาหารในกระป๋องแล้ว ขั้นตอนก็คือ การบรรจุน้ำผลไม้ที่เตรียมไว้แล้ว (pH ไม่เกิน 3.5) ในกระป๋องโดยเว้นช่องว่างเหนือกระป๋องตามสัดส่วนของกระป๋องเพื่อรองรับการขยายตัวของอากาศจากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการไล่อากาศ แล้วปิดฝากระป๋องตามด้วยการให้ความร้อนฆ่าเชื้อ อุณหภูมิโดยปกติประมาณ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้หมด สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรดสูง และทำให้เย็นโดยเร็ว (ปราณี, 2541)

1.4.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการพาสเจอไรส์

1. การพาสเจอไรส์อาหารเหลวก่อนการบรรจุ

การพาสเจอไรส์อาหารเหลวบางชนิดในปริมาณไม่มากนักอาจใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระบบมีใบมีดปาดผิวหรือใช้หม้อเปิดในการต้มก็ได้ อย่างไรก็ตาม การพาสเจอไรส์ของเหลวที่มีความหนืดสูงก่อนการบรรจุในปริมาณมาก เช่น นม ผลิตภัณฑ์นม น้ำผลไม้ ไข่เหลว เบียร์ และไวน์ นิยมใช้เครื่องที่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง เช่น การใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น สำหรับน้ำผลไม้ ไวน์ และผลิตภัณฑ์บางชนิดจำเป็นต้องมีขั้นตอนการกำจัดอากาศออกเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการเก็บรักษา อาหารเหลวนี้จะถูกฉีดพ่นเข้าไปในภาชนะสุญญากาศ และมีการกำจัดอากาศออกไปด้วยปั๊มสุญญากาศก่อนการพาสเจอไรส์

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (plate heat exchanger) ประกอบด้วยแผ่นเหล็กสแตนเลสบางๆ หลายแผ่นวางประกบและยึดกันโดยกรอบโลหะ การประกบเรียงกันเช่นนี้จะทำให้เกิดช่องวนกันระหว่างแผ่นอาหารเหลวและตัวกลางถ่ายเทความร้อน เช่น น้ำร้อนหรือไอน้ำ ซึ่งจะถูกปั๊มผ่านช่องเหล่านี้สลับกัน โดยทั่วไปจะไหลในลักษณะสวนทางกัน (counter-current flow) แผ่นโลหะทั้งหมดถูกปิดแน่นด้วยยางสังเคราะห์เพื่อป้องกันการผสมกันระหว่างผลิตภัณฑ์และตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน

และการทำให้เย็น แผ่นโลหะมีลักษณะเป็นลูกฟูกเพื่อทำให้ของเหลวไหลแบบเทอร์บุเลนซ์ร่วมกับการปั๊มด้วยความเร็วสูง จึงช่วยลดความหนาของฉนวนฟิล์มทำให้สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมีค่าสูงขึ้น (3,000-11,500 วัตต์/เมตร^2 เคลวิน) (วิไล, 2541)

2. การพาสเจอไรส์อาหารที่ผ่านการบรรจุแล้ว

การพาสเจอไรส์อาหารเหลวบางชนิด เช่น เบียร์และน้ำผลไม้ เป็นการพาสเจอไรส์หลังการบรรจุอาหารลงภาชนะแล้ว สำหรับอาหารที่บรรจุขวดแก้วต้องบรรจุน้ำด้วยเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกระทันหัน (thermal shock) ซึ่งจะทำให้เกิดรอยร้าวของบรรจุภัณฑ์ ความแตกต่างสูงสุดระหว่างอุณหภูมิของบรรจุภัณฑ์และน้ำที่ภาชนะแก้วจะทนได้คือ 20 °C สำหรับการให้ความร้อน สำหรับการทำให้เย็น การพาสเจอไรส์อาหารในบรรจุภัณฑ์ประเภทโลหะหรือพลาสติกจะใช้ส่วนผสมของไอน้ำและอากาศ หรือน้ำร้อนเพราะมีความเสี่ยงต่อการแตกร้าวต่ำ อาหารจะถูกทำให้เย็นลงไปถึง 40 °C เพื่อระเหยน้ำบนผิวบรรจุภัณฑ์ และป้องกันการเกิดสนิมภายนอกหรือที่ฝา และเพื่อเร่งให้ฉลากติดได้เร็ว กระบวนการพาสเจอไรส์อาหารหลังการบรรจุมีทั้งแบบกะและแบบต่อเนื่อง เครื่องมือที่ง่ายที่สุดประกอบด้วยอ่างน้ำร้อนที่จะให้ความร้อนแก่อาหารที่บรรจุภาชนะแล้ว และวางในเครื่องให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นจะมีการปล่อยน้ำเย็นเข้าไปเพื่อทำให้อาหารเย็นลง สำหรับในระบบแบบต่อเนื่องจะมีสายพานเพื่อลำเลียงอาหารที่บรรจุแล้ว เข้าไปในหน่วยให้ความร้อนและหน่วยให้ความเย็น (วิไล, 2541)

1.4.4.3 ผลกระทบต่อการพาสเจอไรส์ต่ออาหาร

การพาสเจอไรส์เป็นกระบวนการที่ไม่ค่อยรุนแรงถึงแม้จะทำร่วมกับกระบวนการอื่นๆ เช่น การฉายรังสีและการแช่เย็น การพาสเจอไรส์จึงทำให้อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านโภชนาการและประสาทสัมผัสน้อยมาก อย่างไรก็ตามวิธีนี้จะสามารถยืดอายุของผลิตภัณฑ์ออกไปได้หลายวันหรือหลายสัปดาห์เท่านั้น ในขณะที่การสเตอริไลส์ซึ่งเป็นการให้ความร้อนที่ค่อนข้างจะรุนแรงจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาอาหารได้หลายเดือนหรือนาน 2 ปี (วิไล, 2541)

1. ผลกระทบต่อสี กลิ่น และรส

โพลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase; PPO) เป็นเอนไซม์ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้สีของน้ำผลไม้เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยออกซิเจนเป็นตัวเร่งการเกิดสีน้ำตาล โดยทั่วไปจึงต้องมีการกำจัดอากาศในน้ำผลไม้ก่อนจะเข้าสู่กระบวนการพาสเจอไรส์ การพาสเจอไรส์ยังมีผลต่อสีในพืชและผลิตภัณฑ์จากสัตว์ชนิดอื่นๆ ด้วย การสูญเสียกลิ่นเล็กน้อยในระหว่างการพาสเจอไรส์น้ำผลไม้ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลงและอาจกลบกลิ่นที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้ความร้อนกับอาหารได้ สามารถเก็บเกี่ยวสารหอมระเหยเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำผลไม้ให้ดีขึ้นแต่ยังไม่เป็นวิธีที่นิยมใช้ การสูญเสียสารหอมระเหยของนมดิบช่วยลดกลิ่นหญ้า และทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสนุ่มนวลขึ้น (วิไล, 2541)

2. ผลกระทบต่อการสูญเสียวิตามิน

การกำจัดอากาศออกก่อนจะช่วยลดการสูญเสียวิตามินซีและแคโรทีนในน้ำผลไม้ได้ สำหรับการเปลี่ยนแปลงของนมพาสเจอร์ไรส์ได้แก่ การสูญเสียโปรตีนเซรุ่มประมาณร้อยละ 5 และวิตามินเกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (วิไล, 2541)

1.4.4.4 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นหลังการแปรรูปผลไม้

1. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผักและผลไม้ เนื่องจากกระบวนการแปรรูป ได้แก่

- ***น้ำ*** ผลไม้ส่วนใหญ่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ ตั้งแต่ร้อยละ 75-93 ส่วนที่เหลือได้แก่ แป้ง น้ำตาล และส่วนของกากที่ร่างกายย่อยไม่ได้ ส่วนของน้ำจะอยู่ในเซลล์ของผักผลไม้ เมื่อมีการอบแห้งน้ำในเซลล์ก็จะระเหยไป หรือการแช่แข็งน้ำในเซลล์ก็จะกลายเป็นน้ำแข็งทิ่มแทงเซลล์ทำให้เซลล์แตก เมื่อนำมาละลายผักผลไม้จะเสียรูปทรง ทำให้เกิดการเสื่อมเสียตามมา

- ***แป้งและน้ำตาล*** ผลไม้จะประกอบด้วยแป้งและน้ำตาล ตั้งแต่ร้อยละ 10-15 เมื่อผลไม้สุกแป้งจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส ถ้าผลไม้มีแป้งมาก เมื่อผ่านกระบวนการแปรรูป เช่น ความร้อนก็จะทำให้แป้งสุก ทำให้เกิดเป็นแป้งเปียกหรือเป็นกาว มีลักษณะหนืดนุ่ม ดังนั้นถ้าต้องการทอดให้กรอบ ก็ต้องล้างน้ำให้แป้งหลุดออกไป หรือถ้าผลไม้นั้นมีปริมาณน้ำตาลสูง การแปรรูปก็จะต้องคำนึงถึงอุณหภูมิที่ใช้ต้องไม่สูงนัก เพราะจะทำให้น้ำตาลไหม้ได้ง่าย ผลิตภัณฑ์ก็เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลได้ง่าย น้ำในผลไม้ก็จะระเหยได้ยากขึ้นเพราะไปรวมตัวกับน้ำตาล จำเป็นต้องระเหยน้ำภายใต้อุณหภูมิต่ำ เป็นต้น

- เอนไซม์ เมื่อผ่าหรือตัดผักผลไม้ เนื้อผลไม้จะสัมผัสกับอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนสีเป็นน้ำตาล เนื่องจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ชนิดต่างๆ ได้แก่ polyphenolase, phenolase, polyphenoloxidase, tyrosinase และ catecholase เอนไซม์เหล่านี้ส่งผลให้ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในผักและผลไม้ (เพชร, 2543)

2. การยับยั้งปฏิกิริยา สามารถกระทำได้โดย

- ***การใช้ความร้อน*** แต่จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณลักษณะกลิ่น รส และเนื้อสัมผัสในผลไม้ได้

- การแช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำ สามารถชะลอปฏิกิริยาลงได้บ้าง แต่ก็ยังคงเกิดสีน้ำตาลได้

- การลดความเป็นกรดด่าง (pH) ให้ต่ำกว่าระดับความเหมาะสมของการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์จะสามารถหยุดยั้งปฏิกิริยาลงได้ เช่น การหยุดยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส จะต้องลดระดับความเป็นกรดด่างให้ต่ำกว่า 6.2

- กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) หรือวิตามินซี สามารถหยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์ได้โดยการทำหน้าที่เป็น antioxidant และสามารถลดการเกิดสารมีลานิน (melanin) ลงได้

- สารละลายเกลือ ช่วยหยุดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ชั่วขณะ เนื่องจากสารประกอบคลอไรด์อิออนในน้ำเกลือ และป้องกันผิวหน้าของผลไม้ไม่ให้สัมผัสกับอากาศ

- การใช้ซัลไฟต์ สามารถหยุดปฏิกิริยาได้เช่นกัน โดยการเข้ารวมตัวกับ O-quinones ทำให้ปฏิกิริยาไม่สามารถดำเนินต่อไปได้ ซัลไฟต์ที่ใช้จะอยู่ในรูปของโซเดียมไบซัลไฟต์ หรือโปแตสเซียมไบซัลไฟต์

- การลวกหรือการใช้ความร้อน เพื่อทำลายเอนไซม์จะเป็นวิธีที่นิยมใช้ และให้ผลดีต่อเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส จะทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 43 °C ดังนั้น การลวกด้วยไอน้ำเดือด จะสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในผลไม้ได้ (เพชร, 2543)

1.4.5 หลักเกณฑ์และวิธีที่ดีในการผลิต (Good Manufacturing Practice; GMP)

การกำหนดให้หลักเกณฑ์และวิธีที่ดีในการผลิต เป็นมาตรการบังคับใช้เป็นกฎหมาย โดยกระทรวงสาธารณสุขได้นำหลักเกณฑ์และวิธีที่ดีในการผลิต มาประยุกต์กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุขเรื่องวิธีการผลิตและการเก็บรักษา เพื่อบังคับให้ผู้ประกอบการต้องปฏิบัติตาม โดยมีวัตถุประสงค์ 3 ประการคือ

1. เพื่อยกระดับมาตรฐานการผลิตและมาตรฐานความปลอดภัยของอาหาร

2. เพื่อพัฒนามาตรฐานการผลิตอาหารในประเทศให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล

3. เพื่อสร้างความมั่นใจและคุ้มครองผู้บริโภคในอันที่จะได้รับอาหารที่มีคุณภาพและมีความปลอดภัยยิ่งขึ้น

การนำหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต มาเป็นมาตรการบังคับใช้ในประเทศไทยพิจารณาสภาพข้อเท็จจริงที่จำกัดของไทยภายใต้หลักการที่สำคัญคือ หลักเกณฑ์และวิธีที่ดีในการผลิตนี้ต้องเป็นแบบที่สามารถปฏิบัติได้จริงและยังคงเป็นไปตามหลักการสากล หลักเกณฑ์และวิธีที่ดีในการผลิตที่เป็นเกณฑ์บังคับใช้สำหรับสถานประกอบการ สรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

ข้อกำหนดที่ 1 สถานที่ตั้งและอาคารการผลิต เป็นข้อกำหนดที่ควบคุมดูแลสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนในการผลิตทั้งภายในและภายนอกอาคาร รวมถึงการวางผังโครงสร้างภายในอาคารให้ถูกสุขลักษณะ

ข้อกำหนดที่ 2 เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิต เป็นข้อกำหนดที่กล่าวถึงการจัดเก็บภาชนะบรรจุหรืออุปกรณ์การผลิตที่สะอาด ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภครวมทั้งมีความเหมาะสมกับการใช้งานและง่ายต่อการดูแลรักษา

ข้อกำหนดที่ 3 การควบคุมกระบวนการผลิต เป็นข้อกำหนดที่กล่าวถึงการควบคุมความปลอดภัยของอาหารทั้งในด้านวัตถุดิบ ขั้นตอนระหว่างการผลิต การเก็บรักษา การขนส่ง ภาชนะวัสดุที่ใช้ น้ำ น้ำแข็ง ไอน้ำ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานกำหนด

ข้อกำหนดที่ 4 การสุขาภิบาล เป็นข้อกำหนดที่กล่าวถึงการควบคุมและป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อน โดยมุ่งเน้นให้ดำเนินการจัดเตรียมและออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ภายในสถานประกอบการให้เป็นไปตามสุขลักษณะที่ดี เช่น อ่างล้างมือ รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำความสะอาด เช่น สบู่ ผ้าเช็ดมือ ให้เพียงพอและถูกสุขลักษณะ รวมถึงการป้องกันและกำจัดแมลง ระบบกำจัดขยะและการระบายน้ำให้เหมาะสม

ข้อกำหนดที่ 5 การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด เป็นข้อกำหนดที่กล่าวถึงการจัดการดูแลรักษาอาคาร เครื่องมือ ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่สะอาด ถูกสุขลักษณะ รวมทั้งการบำรุงรักษาปัจจัยการผลิตต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพอยู่เสมอ

ข้อกำหนดที่ 6 บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน เป็นข้อกำหนดที่กล่าวถึงการป้องกันการปนเปื้อนจากพนักงานที่สัมผัสกับอาหารระหว่างกระบวนการผลิตโดยครอบคลุมถึงสุขภาพ การแต่งกาย ตลอดจนพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมซึ่งอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนกับอาหารรวมถึงการจัดการฝึกอบรมพนักงานทุกระดับที่มีความรู้ ความสามารถและความเข้าใจเกี่ยวกับสุขลักษณะที่ดีในการผลิตอาหาร

ประเภทอาหารที่ถูกกำหนดให้ใช้หลักเกณฑ์และวิธีที่ดีในการผลิต เป็นมาตรฐานการผลิต ได้แก่ อาหารที่จัดอยู่ในกลุ่มเสี่ยง 3 กลุ่ม และอาหารทั่วไป 1 กลุ่ม โดยในอาหารกลุ่มที่ 1 คือ อาหารควบคุมเฉพาะมีอาหารรายการที่ 8 เป็นอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

1.4.6 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและชีวเคมีของเจลหมากจอง

การิเคราะห์อาหาร (food analysis) เป็นสิ่งจำเป็นต้องมีการพัฒนาและประยุกต์ใช้กับสารตัวอย่างต่างๆ อยู่ตลอดเวลา ซึ่งขั้นตอนและผลของการวิเคราะห์จะสามารถใช้เป็นข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานของอาหารเช่น การระบุองค์ประกอบของอาหาร (ingredients) คุณภาพ (quality) หรือประเภทของอาหาร (grade) กระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ซึ่งมีมากมายในปัจจุบัน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ดังนั้นผู้ประกอบการมีความจำเป็นที่จะต้องตรวจสอบผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้มาตรฐานก่อนส่งออกสู่ท้องตลาดภายในประเทศ ได้แก่ การตรวจวิเคราะห์คุณภาพ

ของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์รวมทั้งการคุณค่าทางโภชนาการ เช่น การหาค่าพลังงานของผลิตภัณฑ์อาหาร การวิเคราะห์ปริมาณของสารอาหารต่างๆ รวมไปถึงการวิเคราะห์หาเส้นใยของอาหาร ซึ่งข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ได้ถูกกำหนดให้ระบุไว้บนฉลากอาหาร (nutritional labels) เพื่อใช้เป็นข้อมูลของผู้บริโภค เช่น การระบุจำนวนพลังงานที่ได้รับ (calorific value) จากอาหารนั้น หรือปริมาณของไขมันทั้งหมด (total fat) ผู้บริโภคสามารถตรวจสอบได้ว่าองค์ประกอบที่ระบุไว้นั้นมีมากหรือน้อยกว่ามาตรฐานกำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์สำหลับผู้บริโภคที่จะสามารถวางแผนเรื่องโภชนาการและการควบคุมอาหารรวมทั้งสามารถป้องกันอันตรายที่อาจเกิดเนื่องจากผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ รวมไปถึงเป็นข้อมูลให้ผู้บริโภคได้รับทราบว่าราคาที่กำหนดนั้นเมาะสมกับชนิดของอาหารหรือไม่

ในปัจจุบันเทคนิคการวิเคราะห์อาหารมีมากมาย หลักการของการเลือกเทคนิควิเคราะห์คือการเลือกใช้เทคนิคที่มีความเหมาะสมกับชนิดของอาหารนั้นๆ และขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่จะเลือกวัดหรือวิเคราะห์ ซึ่งเทคนิคในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่เลือกใช้คือเทคนิคที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นเทคนิคมาตรฐาน (official method) เช่น Association of the Official Analytical Chemist (AOAC) และ American Oil Chemistry Society (AOCS) ในการวิเคราะห์สารอาหารในมากจองและผลิตภัณฑ์จากมากจองนี้จะเลือกใช้เทคนิคมาตรฐานของ AOAC หรือเทคนิคที่เทียบเท่าคือ

1. การวิเคราะห์ไขมัน โดยเทคนิค continuous solvent extraction
2. การวิเคราะห์โปรตีน โดย Kjeldahl method
3. การตรวจวิเคราะห์คาร์โบไฮเดรต โดย gas chromatography(GC)
4. การวิเคราะห์หาเส้นใยอาหาร โดย Enzymatic-Gravimetric method
5. การวิเคราะห์วิตามิน โดย fluorometric method
6. การวิเคราะห์หาแร่ธาตุ ใช้การวิเคราะห์โดยเครื่องมือ คือ atomic absorption spectrophotometer (AAS)

AAS เป็นเครื่องมือที่นิยมกันมากในปัจจุบัน สำหรับวิเคราะห์ธาตุแทบทุกชนิดของตัวอย่าง ไม่ว่าจะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ เพราะสามรถวิเคราะห์ได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ อีกทั้งเป็นเทคนิคที่มีความเที่ยง ความแม่นยำ และความไวสูง (แม้น อมรสิทธ์ และ อมร เพชรสม, 2534; และ Diaz et al., 2003)

สถิระ หิรัญ (2545) ได้ศึกษาวิธีการสกัดและการใช้ประโยชน์ของเส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากแครอท และวิเคราะห์โดยวิธี AOAC พร้อมทั้งศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเส้นใยอาหารที่ได้จากการสกัดในแต่ละวิธี เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้

แม้ว่าในปัจจุบันนี้จะมีการพัฒนาเทคนิคต่างๆ เพื่อการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน Kjeldahl method ก็ยังเป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมมากในการวิเคราะห์หาปริมาณของโปรตีนในตัวอย่าง Mattila และคณะ (2002) ได้ศึกษาหาองค์ประกอบพื้นฐานที่มีในเห็ดที่เพาะในประเทศ Finland เช่น ความชื้น ปริมาณคาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร ไขมันในรูปของสารสกัดหยาบ (crude) ไนโตรเจน และโปรตีน โดยใช้ Kjeldahl method ในการหาปริมาณรวมของไนโตรเจน

Soxhlet method เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันได้ (Nollet, 1996) Garcia-Ayuso และคณะ (1999) ได้สกัดไขมันจากชีส โดย soxhlet extractor ควบคู่กับ microwave เพื่อลดเวลาสกัด

ในโครงการวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร วิตามิน และปริมาณแร่ธาตุโดยวิธีมาตรฐาน AOAC และจากความนิยมที่นำวุ้นหมากจองมาประกอบ

อาหารคาว หวาน และเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพต่างๆ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลและองค์ประกอบทางเคมีของหมากจอง ซึ่งในปัจจุบันข้อมูลในเชิงการโภชนาการชนิดและปริมาณน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มเป็นที่ต้องการ เนื่องจากผู้บริโภคให้ความสำคัญเกี่ยวกับการรักษาสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะผู้ที่เป็นโรคซึ่งเกิดจากการรับประทานอาหารรสหวานจัด เช่น โรคอ้วน เบาหวาน และข้อมูลสำหรับผู้ที่ต้องการลดความอ้วน ส่วนผู้ประกอบอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มก็มีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลเหล่านี้เพื่อควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานภายในประเทศและต่างประเทศ การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลในหมากจองจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีวิธีการตรวจวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพและให้ความถูกต้องสูง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ศึกษา การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลด้วยเทคนิค Ion Chromatography, IC ซึ่งไม่ต้องทำอนุพันธ์ เป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว มีความแม่นยำ (accuracy) และความเที่ยง (precision) มาก เหมาะที่ใช้ในงานประจำ

ในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวนอกจากจะใช้ IC แล้ว HPLC (High Performance Liquid Chromatography) ยังเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้มาก เช่น Herbreteau และคณะ (1992) ศึกษาการหาปริมาณน้ำตาล mono, di, trisaccharide ในตัวอย่างกลูโคสไซรัป ยาสูบ น้ำบีท ด้วยเทคนิค HPLC ซึ่งเปรียบเทียบชนิดของเฟสเคลื่อนที่และคอลัมน์ที่ต่างกัน คือวิธีที่ 1 เฟสเคลื่อนที่ประกอบด้วย dichloromethane/methanol ใช้กับคอลัมน์ LiChrospher Diol, Zorbox NH_2, RSil NO_2, Zorbox TMS และ ODS bonded silicas ขนาดยาว 150 และ 250 mm เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4, 4.6 และ 7 mm วิธีนี้ผลการแยกน้ำตาลและ Polyols ดี วิธีที่ 2 เฟสเคลื่อนที่ประกอบด้วย acetonitrile/water ใช้กับคอลัมน์ Carbohydrate NH_2 และ LiChrosper Diol ขนาดยาว 300 และ 250 mm เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3.9 และ 4 mm ตามลำดับ ระบบนี้สามารถแยกน้ำตาลและ Polyols ได้ดีไม่แตกต่างกัน ทำการตรวจวัดด้วย Evaporative Light Scattering detector (ELSD)

Gillian และคณะ (1995) ศึกษาการหาปริมาณน้ำตาล fructose, glucose, lactose, maltose และ sucrose ในตัวอย่างน้ำดื่มและยา วิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC การเตรียมตัวอย่างเตรียมโดยวิธี on-line dialysis ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ dialysis membrane 2 ชนิด คือ novel polypropylene membrane และ cellulose acetate membranes คอลัมน์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ Spherisorb ODS2 เฟสเคลื่อนที่ประกอบด้วย ater/methamol ตรวจวัดด้วย differential refractometer ผลการทดสอบความเที่ยงของการวิเคราะห์ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (% RSD) ต่ำกว่า 5% ความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์ให้ค่าร้อยละการกลับคืนสูงกว่า 90%

Langemeier และ Rogers (1995) ศึกษาหาปริมาณน้ำตาล fructose, glucose, sucrose, maltose และ lactose ในตัวอย่างแป้งสาลีและผลิตภัณฑ์ขนมปัง การเตรียมตัวอย่างโดยวิธี freeze-dried และทำการสกัดด้วย 60% ethanol ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC คอลัมน์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ aminopropyl อุณหภูมิของคอลัมน์ 30 ºC เฟสเคลื่อนที่ประกอบด้วย acetonitrile : water (75:25) ตรวจวัดด้วย Refractive Index ทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ให้ร้อยละการกลับคืน 99%

บทที่ 2
วิธีการทดลอง

2.1 สารเคมี วัตถุดิบ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 สารเคมี

1. สารมาตรฐาน arabinose, galactose, rhamnose, glucose, xylose, mannose, fructose
2. acetonitrile (HPLC grade)
3. DI water
4. ethanol (CH_3CH_2OH)
5. methanol (CH_3OH)
6. sodium hydroxide (NaOH)
7. 2,6-pyridinedicarboxylic acid (PDC)
8. cetyltrimethylammonium bromide (CTAB)
9. trifluoroacetic acid (TFA)
10. petroleum ether
11. HCl
12. $AgNO_3$
13. $HClO_4$
14. Conc. H_2SO_4
15. salicylic Salicylic
16. sodium thiosulfate
17. methyl red indicator
18. HgO
19. $K_2 SO_4$
20. Ca standard solution
21. Cu standard solution
22. Fe standard solution
23. HNO_3
24. acetone
25. 0.08 M phosphate buffer pH 6.0
26. termamyl (heat – stable α-amylase)
27. protease
28. amyloglucosidase
29. celite

2.1.2 วัตถุดิบ

1. มะขามเปียก
2. ลำไยอบแห้ง
3. หมากจอง
4. น้ำตาลทราย
5. กรดมะนาว
6. เกลือป่น
7. ใบเตย
8. หญ้าหวาน
9. เยลลี่บุกผง

2.1.3 เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. ตะแกรงลวดสแตนเลส
2. หม้อ-ทัพพี
3. ผ้าขาวบาง
4. เทอร์โมมิเตอร์
5. pH meter
6. เครื่องชั่ง
7. หม้อนึ่งความดันไอ (autoclave)
8. กระป๋อง
9. ถ้วยเยลลี่พร้อมฝา
10. เครื่องอัดฝากระป๋อง
11. เครื่องซีลฝาเยลลี่
12. เครื่องซีลปากถุง
13. เครื่องอบแห้ง
14. เตาแก๊ส
15. ลังถึง
16. Ion chromatography
17. Ultrasonic bath
18. ชุดกรอง mobile phase
19. Centrifuge
20. Rotary vacuum evaporator
21. Analytical balance
22. 0.45 µm nylon filter membrane
23. Sep-Pak C18 cartridge
24. Water bath
25. เครื่องแก้ว

26. ชุดวิเคราะห์ไขมัน Soxhlet: With joint, 500 mL erlenmeyer, 35 x 118 mm thimble and regulated heating mantle defatted antibumping
27. ถ้วย crucible พร้อมฝาปิด
28. Crucible tongs
29. ตู้อบสุญญากาศ Isotemp vacuum oven model 282 A, Fisher Scientific
30. เครื่องวิเคราะห์ไนโตรเจน ชนิด 20 เตาหลุม
31. 800 mL Kjeldahl flask
32. Boiling chips
33. เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)
34. Porcelain crucible
35. Hot plate
36. Steam bath
37. Vacuum pump
38. Thermometer
39. Fritted crucibles

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1. การตรวจหาปริมาณน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวของเจลหมากจองโดยวิธี IC

เตรียมสารละลายมาตรฐานสต็อกของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) ชนิดต่างๆ ได้แก่ arabinose, rhamnose, xylose, fructose, glucose, mannose และ galactose เข้มข้น 100 mg/ml ด้วย DI water และปรับเป็นความเข้มข้น 10 mg/ml สำหรับการฉีดใน IC (working solution)

2.2.1.1 การสกัดตัวอย่าง

ทำการย่อยสกัดตัวอย่างโดยใช้ตัวอย่าง 10 mg ด้วย 1 M 50 ml และย่อยที่ 100 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น และเจือจางสารที่ย่อยสารที่ย่อยได้ด้วยน้ำ กรองด้วยไฟเบอร์ขนาด 0.45 μM ก่อนฉีดเข้าเครื่อง

2.2.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยววิเคราะห์โดยเครื่อง Dionex HPAEC ICS 3000 (Dionex Canada Ltd., Oakville, Ont., Canada) ดีเทคเตอร์แบบ Pusled Amperometric Detector (PAD) คอลัมน์ชนิด PA 20 ที่อุณหภูมิ 30 °C ปริมาตรที่ใช้ในการฉีด 25 μL

2.2.2 การสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

เก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากกลุ่มแม่บ้านและชาวบ้านพื้นที่บ้านแก้งเรือง อ.นาจะหลวย จ.อุบลราชธานี โดยการสำรวจด้วยแบบสำรวจ ในด้านสถานภาพปัจจุบัน การเก็บเกี่ยวและรักษาผลหมากจอง เครื่องมืออุปกรณ์ กระบวนการผลิต ตลอดจนรับฟังปัญหาเกี่ยวกับการผลิตของกลุ่มแม่บ้าน เพื่อนำมาวิเคราะห์และหาแนวทางในการแก้ปัญหา

1. วางแผนการเก็บข้อมูลและการสำรวจ
2. ออกแบบและจัดทำแบบสำรวจ
3. ออกเก็บข้อมูลในพื้นที่เป้าหมาย

4. รวบรวมและประมวลผลข้อมูล
5. วิเคราะห์และสรุป

2.2.3 การศึกษาวิธีการและรูปแบบการเก็บรักษาเนื้อจากผลหมากจองแห้ง

2.2.3.1 ศึกษาการเก็บเนื้อหมากจองแห้งแยกเมล็ดในถุงพลาสติกซีลสุญญากาศ (Modified Atmosphere Packaging)

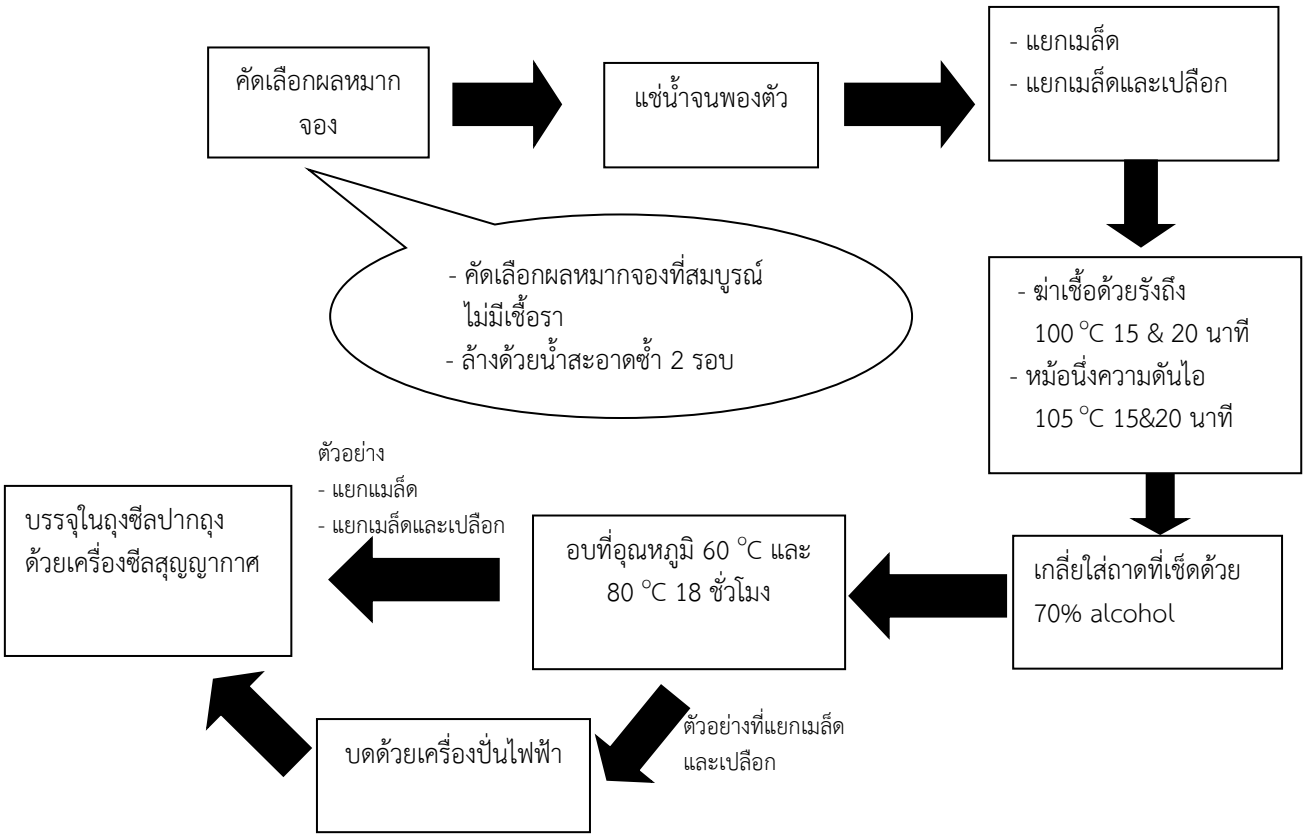
1. นำผลหมากจองแห้งใหม่ที่เก็บเกี่ยวได้ตามธรรมชาติมาทำความสะอาด
2. แช่ในน้ำสะอาดให้พองตัว
3. แยกเมล็ดออก
4. นึ่งฆ่าเชื้อด้วยรังถึงที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 20 นาที และด้วยหม้อนึ่งความดันไอที่อุณหภูมิ 105 °C นาน 15 นาที
5. นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 18 ชั่วโมง ใน tray dryer ที่เช็ดด้วย 70% alcohol และหาค่า Water Activity (a_w) และ ปริมาณความชื้น
6. ศึกษาอายุการเก็บรักษา และค่าการพองตัว

2.2.3.2 ศึกษาการเก็บเนื้อหมากจองแห้งแยกเปลือกและเมล็ดในถุงพลาสติกซีลสุญญากาศ

1. นำผลหมากจองแห้งใหม่ที่เก็บเกี่ยวได้ตามธรรมชาติมาทำความสะอาด
2. แช่ในน้ำสะอาดให้พองตัว
3. แยกเมล็ดและเปลือกออก
4. นึ่งฆ่าเชื้อด้วยลังถึงที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 20 นาที และด้วยหม้อนึ่งความดันไอ อุณหภูมิ 105 °C นาน 15 นาที
5. นำไปอบให้แห้งที่ อุณหภูมิ 60 °C และ 80 °C นาน 18 ชั่วโมง ใน tray dryer ที่เช็ดด้วย 70% alcohol หาค่า Water Activity (a_w) และ ปริมาณความชื้น
6. ศึกษาอายุการเก็บรักษา และค่าการพองตัว

2.2.3.3 ศึกษาการเก็บเนื้อหมากจองแห้งชนิดผงในถุงพลาสติกซีลสุญญากาศ

1. นำผลหมากจองแห้งใหม่ที่เก็บเกี่ยวได้ตามธรรมชาติมาทำความสะอาด
2. แช่ในน้ำสะอาดให้พองตัว
3. แยกเมล็ดและเปลือกออก
4. นึ่งฆ่าเชื้อด้วยรังถึงที่อุณหภูมิที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 20 นาที และด้วยหม้อนึ่งความดันไอที่อุณหภูมิ 105 °C นาน 15 นาที
5. นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 °C และ 80 °C นาน 18 ชั่วโมง ใน tray dryer ที่เช็ดด้วย 70% alcohol หาค่า Water Activity (a_w) และ ปริมาณความชื้น
6. นำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า
7. บรรจุในถุงพลาสติกซีลสุญญากาศ
8. ศึกษาอายุการเก็บรักษา ปริมาณความชื้น และค่าการพองตัว



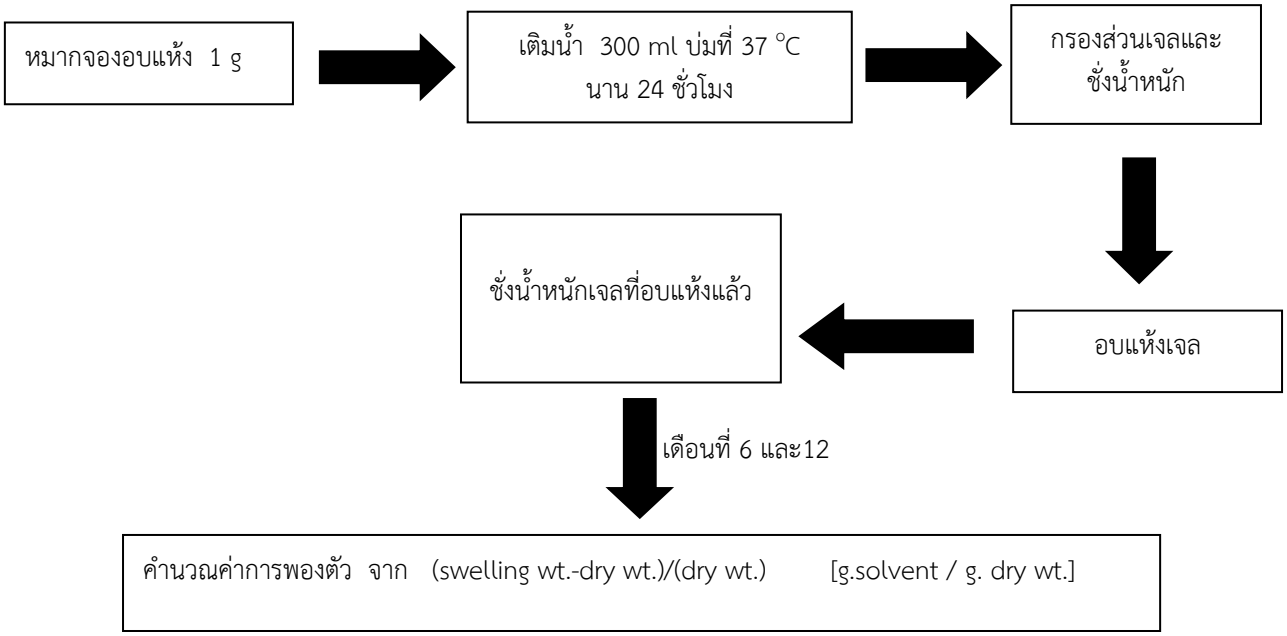
ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการศึกษาการทำเจลหมากจองอบแห้ง

2.2.3.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาหมากจองแห้ง

ศึกษาอายุการเก็บรักษาหมากจองแห้ง โดยตรวจยีสต์และรา ทุกๆ 3 เดือน ซึ่งวิเคราะห์ตาม DMSc.SOP (standard operating procedure) กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เนื่องจากเนื้อหมากจองมีโอกาสการปนเปื้อนยีสต์และรามาก และในประกาศเรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทระบุต้อง ไม่พบยีสต์และรา ดังนั้นจึงต้องทำการควบคุมคุณภาพของยีสต์และรา

2.2.3.5 การศึกษาการพองตัวของเจลหมากจองอบแห้ง

มีขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 2.2 โดยทำการทดลอง 6 ซ้ำ



ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนการศึกษาการพองตัวของเจลหมากจองแห้ง

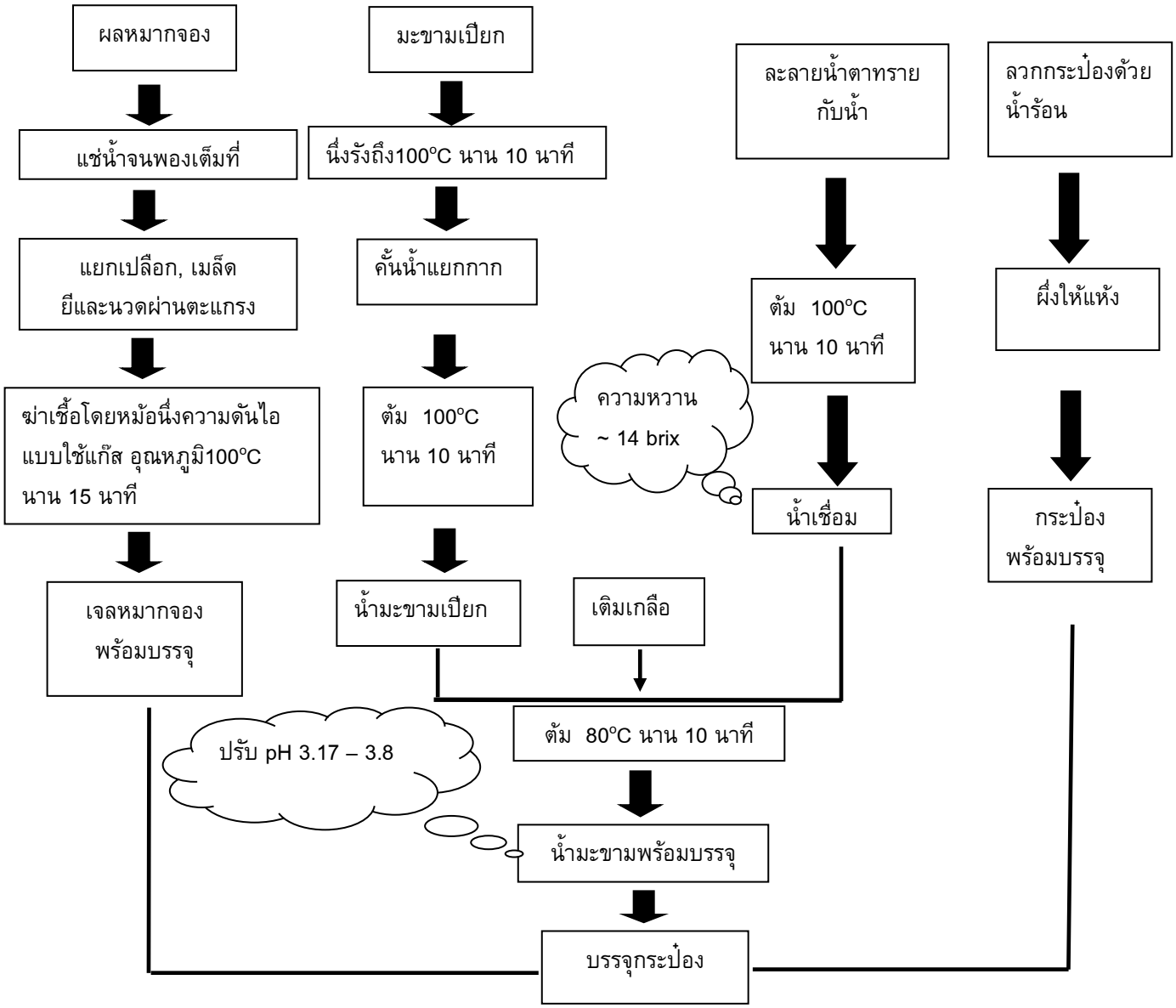
2.2.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์และวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่จากผลหมากจอง

2.2.4.1 <u>เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง</u>

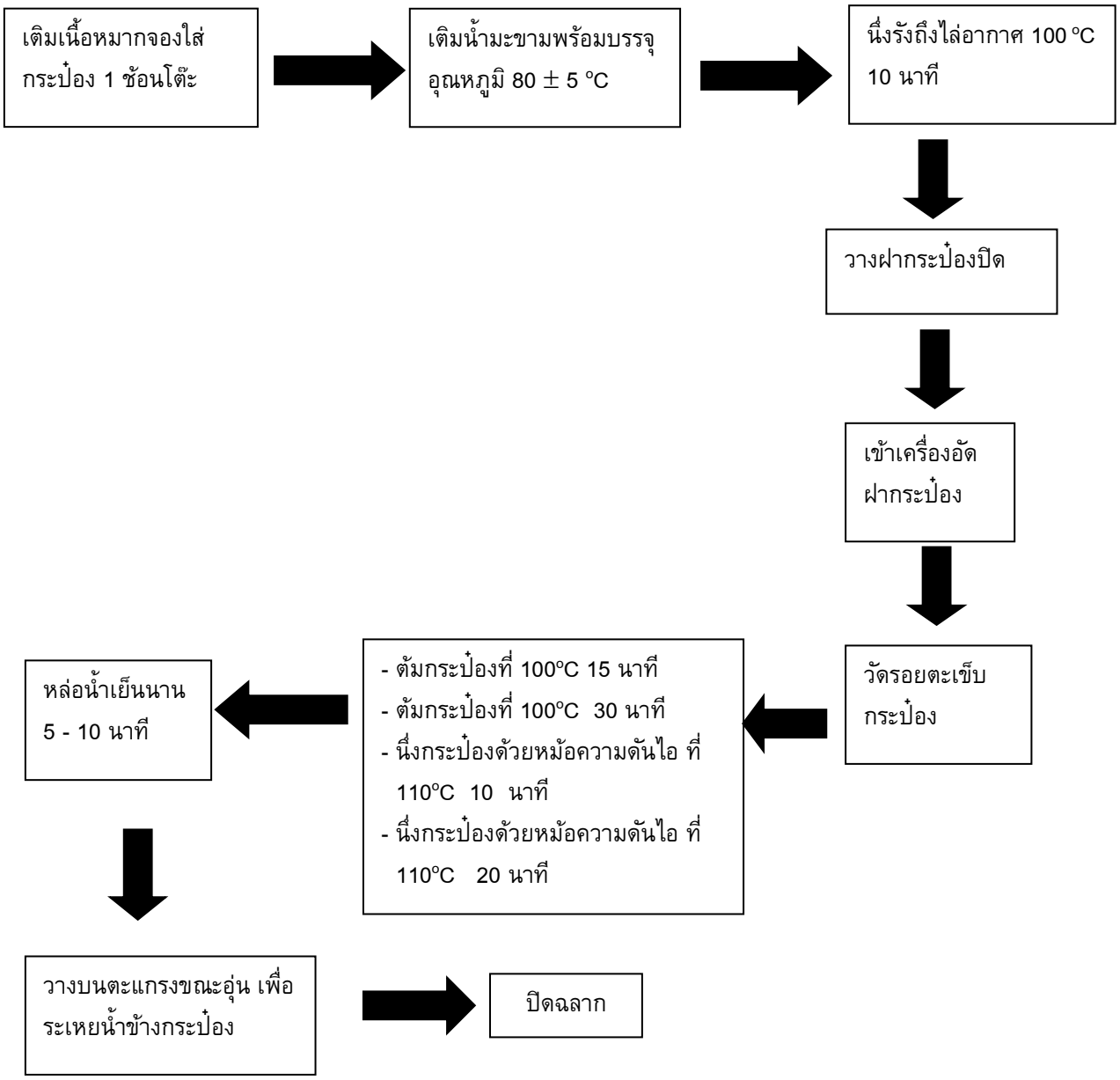
การพัฒนาเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง มีขั้นตอนดังนี้ (ภาพที่ 2.3 และ 2.4)

1. นำเจลหมากจองมาทำการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไออุณหภูมิ 100 °C นาน 15 นาที
2. เตรียมน้ำเชื่อมโดยใช้น้ำสะอาดต้มกับน้ำตาลทรายที่เตรียมไว้แล้วเติมน้ำมะขามเปียก ปรับ pH 3.17 – 3.8 และความหวานประมาณ 14 องศาบริกซ์ นำมาต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 10 นาที
3. ลวกกระป๋องด้วยน้ำร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ
4. บรรจุเจลหมากจองที่ฆ่าเชื้อแล้วในข้อ 1 ลงในกระป๋องประมาณ 1 ช้อนโต๊ะ แล้วบรรจุน้ำมะขามพร้อมบรรจุ อุณหภูมิขณะบรรจุ 80 $\pm$ 5 °C นำไปนึ่งในลังถึงเพื่อไล่อากาศที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 10 นาที หลังจากนั้นจึงวางฝากระป๋องปิด
5. นำเข้าเครื่องปิดฝากระป๋อง แล้ววัดรอยตะเข็บ
6. นำไปฆ่าเชื้อกระป๋องที่ 100°C นาน 15, 30 นาที และนึ่งกระป๋องด้วยหม้อความดันไอที่ 110 °C 10, 20 นาทีแล้วนำไปหล่อน้ำเย็นนาน 5-10 นาที เพื่อศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิต
7. นำกระป๋องวางบนตะแกรงขณะอุ่น เพื่อระเหยน้ำข้างกระป๋องแห้ง จึงทำการปิดฉลาก

8. ประเมินคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาทุกเดือนตั้งแต่เริ่มจนครบ 12 เดือน หรือจนกว่ากระป๋องบวม โดยศึกษาทำการ ดังนี้
   ก. ตรวจสอบการบวมของกระป๋อง โดยนำกระป๋องไปบ่มที่ 2 อุณหภูมิคือ อุณหภูมิ 35 °C และที่อุณหภูมิห้อง นาน 14 วัน สังเกตการบวมของกระป๋อง
   ข. ตรวจสอบรอยรั่วของกระป๋อง โดยหลังจากที่บ่มกระป๋องครบ 14 วันแล้ว นำกระป๋องมาแช่น้ำ สังเกตว่ามีฟองอากาศผุดออกจากกระป๋องหรือไม่
   ค. ตรวจคุณภาพทางจุลชีววิทยา
9. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ



ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการศึกษาการผลิตเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง



ภาพที่ 2.4 ขั้นตอนการศึกษาการบรรจุกระป๋องและการฆ่าเชื้อ

2.2.4.2 <u>เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะนาวกระป๋อง</u>

การพัฒนาเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะนาวกระป๋อง มีขั้นตอนดังนี้

1. นำเจลหมากจองมาทำการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไออุณหภูมิ 100 °C 15 นาที
2. ทำน้ำเชื่อมโดยใช้น้ำสะอาดน้ำตาลทรายที่เตรียมไว้แล้วเติมน้ำมะนาว ปรับความหวานประมาณ 14 องศาบริกซ์ นำมาต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 80 °C 10นาที
3. ลวกกระป๋องด้วยน้ำร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ
4. บรรจุเจลหมากจองที่ฆ่าเชื้อแล้วลงในกระป๋องประมาณ 1 ช้อนโต๊ะ แล้วบรรจุน้ำมะนาวพร้อมบรรจุอุณหภูมิขณะบรรจุ 80 ± 5 °C นำไปนึ่งรังถึงเพื่อไล่อากาศที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 10 นาที หลังจากนั้นจึงวางฝากระป๋องปิด

5. นำเข้าเครื่องปิดฝากระป๋อง แล้ววัดรอยตะเข็บ
6. นำไปต้มฆ่าเชื้อกระป๋องที่ 100°C นาน15, 30 นาที และ นึ่งกระป๋องด้วยหม้อความดันไอ ที่110°C 10, 20 นาทีแล้วนำไปหล่อน้ำเย็นนาน 5-10 นาที เพื่อศึกษาณหภูมิและเวลาที่ เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิต
7. นำกระป๋องวางบนตะแกรงขณะอุ่น เพื่อระเหยน้ำข้างกระป๋องแห้ง จึงทำการปิดฉลาก
8. ประเมินคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาทุกเดือนตั้งแต่เริ่มจนครบ 12 เดือน หรือจนกว่ากระป๋องบวม และศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

2.2.4.3 <u>เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามพร้อมดื่ม</u>

ในข้อเสนอโครงการวิจัยคณะผู้วิจัยได้เสนอการพัฒนารังนกเทียมพร้อมดื่มจากหมากจอง แต่ภายหลังพบว่ามีข้อจำกัดในการกำหนดฉลากของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ห้ามใช้ฉลากคำว่า “รังนกเทียม” ซึ่งอาจทำให้เข้าใจผิดในสาระสำคัญ ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 68 (พ.ศ. 2525) เรื่องฉลาก ข้อ 14 ตามข้อจำกัดข้างต้นดังนั้นจึงไม่ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์รังนกเทียมพร้อมดื่มจากหมากจอง และไม่ทำการศึกษาการฟอกสี จึงได้ทำการศึกษาพัฒนาเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามพร้อมดื่มและการพัฒนาเยลลี่หมากจองแทน (ขั้นตอนตามภาพที่ 2.5 และ 2.6)

การพัฒนาเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามพร้อมดื่ม มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. นำหมากจองมาแช่น้ำให้พองตัวเป็นเจลแล้วนำมาต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 80 และ 100 °C 10 นาที
2. เตรียมน้ำเชื่อมโดยใช้น้ำสะอาดน้ำตาลทรายที่เตรียมไว้แล้วเติมน้ำมะขามเปียก ปรับ pH 3.5- 4 และความหวานประมาณ 14 องศาบริกซ์ นำมาต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 80 °C 10 นาที
3. ทำการบรรจุวุ้นหมากจองที่ฆ่าเชื้อแล้วจากข้อ 1 ลงในแก้วพลาสติก จำนวน 40 กรัม และเติมน้ำเชื่อมจากข้อ 2 ลงในแก้วพลาสติก บรรจุในขณะที่ร้อนโดยให้อุณหภูมิประมาณ 80±2 °C ทำการปิดฝาด้วยเครื่องปิดฝาแก้วพลาสติกกึ่งอัตโนมัติ ทำให้เย็นโดยการแช่ในถังน้ำแข็งผสมน้ำสะอาด โดยไม่ให้บริเวณฝาแก้วจมอยู่ใต้ระดับน้ำ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้แช่เข้าไปในแก้วเครื่องดื่ม เมื่อเย็นแล้วเช็ดทำความสะอาดแก้วแล้วเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 10 °C เพื่อนำไปประเมินคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา ในวันที่ 0 2 4 6 8 10 12 และ 14

2.2.4.4 <u>เยลลี่หมากจอง เยลลี่หมากจองในน้ำลำไยและเยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม</u>

ก. การพัฒนาเยลลี่หมากจองทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นำเจลหมากจองมาทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 80 และ 100 °C นาน 10 นาที
2. แบ่งน้ำตาลทรายมา ¼ ส่วน ผสมกับผงเยลลี่ให้กระจายตัว (ป้องกันการจับตัวเป็นก้อนระหว่างต้ม)
3. ต้มน้ำให้อุ่นอุณหภูมิ 50 °C แล้วเติมส่วนผสมจากข้อ 2 ลงคนอย่างรวดเร็ว (ระวังอย่าให้เป็นเม็ด) พักไว้ 5 นาที

4. เติมน้ำตาลทรายที่เหลือนำมาต้มผสมกับส่วนผสมจากข้อ 3 ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 10 นาที ทิ้งไว้ให้ได้อุณหภูมิ 80±2 °C แล้วเติมกรดมะนาว และเจลหมากจอที่ฆ่าเชื้อแล้วจากข้อ 1 คนให้เข้ากัน
5. ทำการบรรจุส่วนผสมที่ได้จากข้อ 4 ลงในแก้วพลาสติก ในขณะที่ทำการบรรจุทำในขณะที่ร้อนโดยให้อุณหภูมิประมาณ 80±2 °C ทำการปิดฝาด้วยเครื่องปิดฝาแก้วพลาสติกกึ่งอัตโนมัติ ทำให้เย็นโดยการแช่ในถังน้ำแข็งผสมน้ำสะอาด โดยไม่ให้บริเวณฝาแก้วจมอยู่ใต้ระดับน้ำ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้แช่เข้าไปในแก้วเครื่องดื่ม เมื่อเย็นแล้วเช็ดทำความสะอาดแก้วแล้วเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 10 °C เพื่อนำไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บ

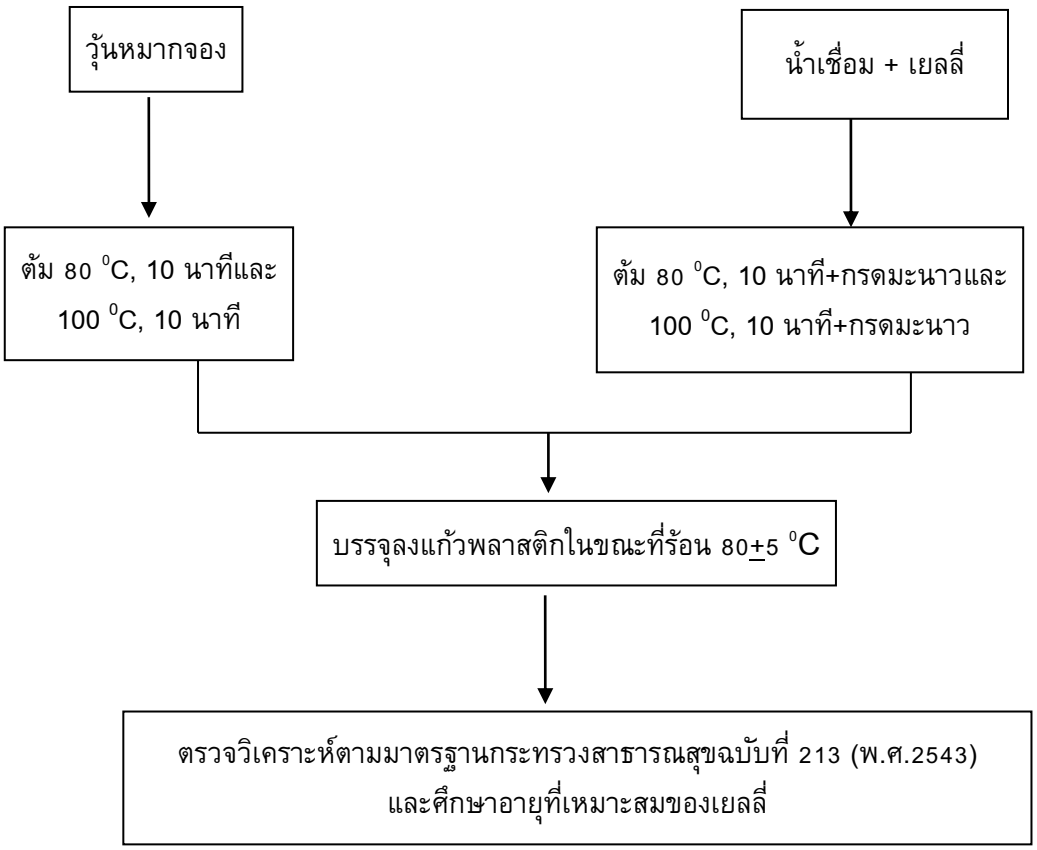
ข. การพัฒนาเยลลี่หมากจองในน้ำลำไยทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นำเจลหมากจองมาทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 80 และ 100 °C นาน 10 นาที
2. แบ่งน้ำตาลทรายมา ¼ ส่วน ผสมกับผงเยลลี่ให้กระจายตัว (ป้องกันการจับตัวเป็นก้อนระหว่างต้ม)
3. เตรียมน้ำลำไย ต้มให้อุณหภูมิไม่เกิน 50 °C เติมผงเยลลี่ในข้อ 2 ลงในน้ำ คนอย่างรวดเร็วระวังอย่าให้เป็นเม็ด พัก 5 นาที
4. เติมน้ำตาลที่เหลือและหมากจอง ต้มส่วนผสมที่อุณหภูมิ 75-80 °C นาน 3-5 นาที
5. ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 50-60 °C คนให้เข้ากัน
6. บรรจุส่วนผสมที่ได้จากข้อ 5 ลงในแก้วพลาสติก ในขณะที่บรรจุต้องทำในขณะที่ร้อน โดยให้อุณหภูมิประมาณ 80±2 °C ทำการปิดฝาด้วยเครื่องปิดฝาแก้วพลาสตกึ่งอัตโนมัติ ทำให้เย็นโดยการแช่ในถังน้ำแข็งผสมน้ำสะอาด โดยไม่ให้บริเวณฝาแก้วจมอยู่ใต้ระดับน้ำ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้แช่เข้าไปในแก้วเครื่องดื่ม เมื่อเย็นแล้วเช็ดทำความสะอาดแก้วแล้วเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 10 °C เพื่อนำไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บ

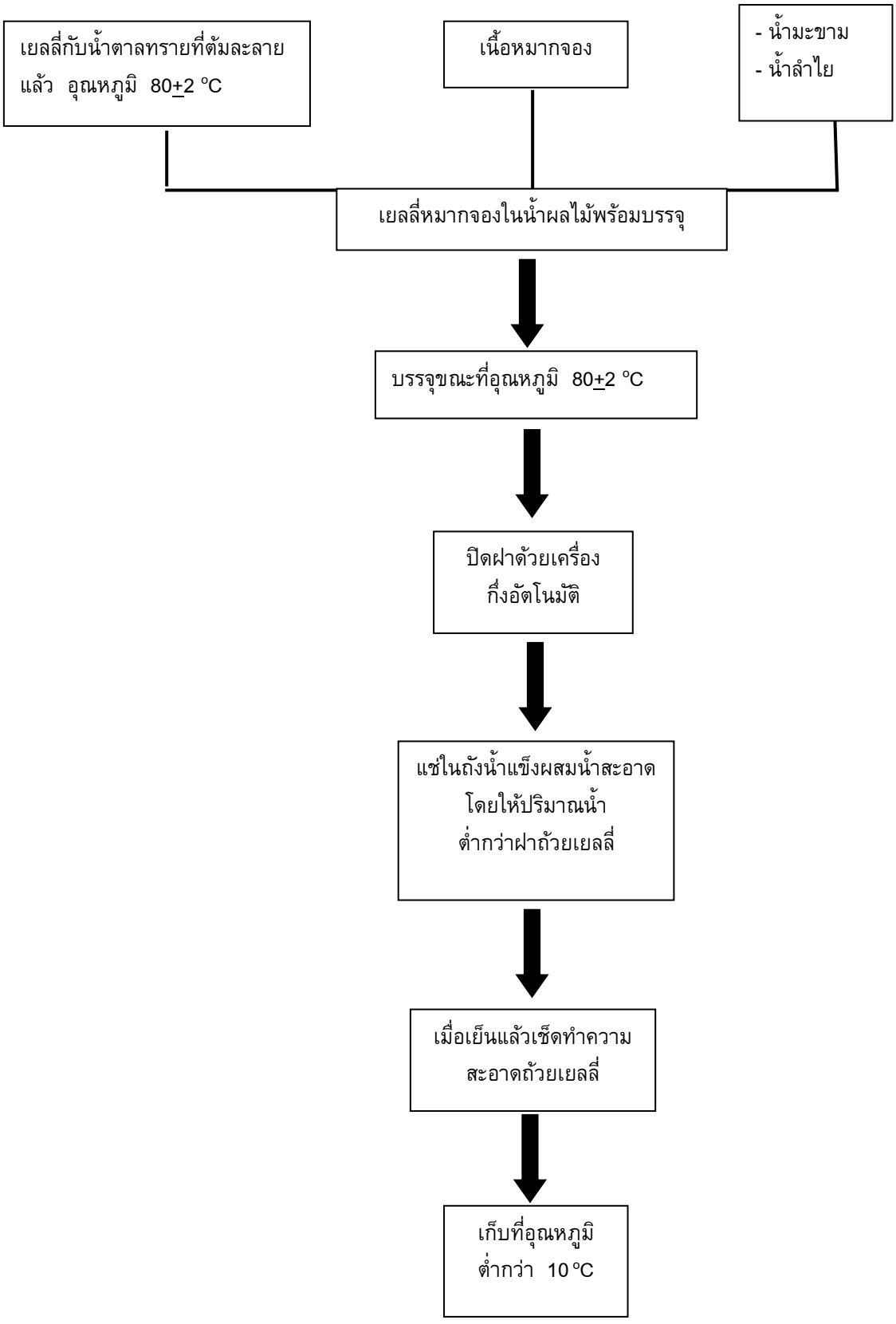
ค. การพัฒนาเยลลี่หมากจองในน้ำมะขามทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นำเจลหมากจองมาทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 80 และ 100 °C นาน 10 นาที
2. แบ่งน้ำตาลทรายมา ¼ ส่วน ผสมกับผงเยลลี่ให้กระจายตัว (ป้องกันการจับตัวเป็นก้อนระหว่างต้ม)
3. เตรียมน้ำมะขาม ต้มให้อุณหภูมิไม่เกิน 50 °C เติมผงเยลลี่ในข้อ 2 ลงในน้ำคนอย่างรวดเร็วระวังอย่าให้เป็นเม็ด พัก 5 นาที
4. เติมน้ำตาลที่เหลือและหมากจอง ต้มส่วนผสมที่อุณหภูมิ 75-80 °C นาน 3-5 นาที
5. ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 50-60 °C คนให้เข้ากัน
6. ทำการบรรจุส่วนผสมที่ได้จากข้อ 5 ลงในแก้วพลาสติก ในขณะที่ทำการบรรจุทำในขณะที่ร้อนโดยให้อุณหภูมิประมาณ 80±2 °C ทำการปิดฝาด้วยเครื่องปิดฝาแก้วพลาสติกกึ่งอัตโนมัติ ทำให้เย็นโดยการแช่ในถังน้ำแข็งผสมน้ำสะอาด โดยไม่ให้บริเวณฝาแก้วจมอยู่ใต้ระดับน้ำ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้แช่เข้าไปในแก้วเครื่องดื่ม เมื่อเย็นแล้วเช็ดทำความสะอาดแก้วแล้วเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 10 °C เพื่อนำไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บ

นำผลิตภัณฑ์เยลลี่หมากจองทุกรสที่เก็บในตู้เย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 10 ^{o}C เป็นเวลา 14 วัน มาศึกษาคุณภาพและศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บ โดยสุ่มตัวอย่างมาทำการตรวจวิเคราะห์ประเมินคุณภาพในวันที่ 0 2 4 6 8 10 12 และ 14



ภาพที่ 2.5 ขั้นตอนการศึกษากระบวนการผลิตเยลลี่หมากจอง



ภาพที่ 2.6 ขั้นตอนการศึกษาการบรรจุเยลลี่หมากจองในน้ำมะขามและน้ำลำไย

2.2.4.5 <u>การประเมินคุณภาพและศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปหมากจอง</u>

2.2.4.5.1 ประเมินคุณภาพตามรฐาน กำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ฉบับที่ 214 (พ.ศ. 2543) ดังนี้

1. ยีสต์และรา
2. MPN coliforms
3. *Eschaerichai coli* (*E. coli*)
4. เชื้อโรคอาหารเป็นพิษ
   Staphylococcus aureus (*S. aureus*)
   Salmonellae
   Clostridium perfringens (C. perfringens)

ซึ่งวิเคราะห์ ตาม DMSc.SOP DMSc.SOP (standard operating procedure) กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

2.2.4.5.2 ประเมินคุณภาพตามรฐาน กำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2543) ดังนี้

1. pH
2. MPN coliforms
3. เชื้อโรคอาหารเป็นพิษ
   S. aureus
   Salmonellae
   C. perfringens

โดยทำการตรวจวิเคราะห์ในรายการที่ 1 ถึงที่ 3 ในตัวอย่างที่มีอายุ 0 วัน เพื่อประเมินคุณภาพตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ฉบับที่ 213 (พ.ศ. 2543) ส่วนตัวอย่างอายุที่ 2 4 6 8 10 12 และ 14 วัน จะทำการตรวจวิเคราะห์เฉพาะในรายการที่ 2 เพื่อศึกษาการมีอายุที่เหมาะสมของตัวอย่าง

2.2.5 <u>การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการในเจลหมากจอง และเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง</u>

การศึกษาครั้งนี้ได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณของวิตามิน และแร่ธาตุในเจลหมากจอง และเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง โดยมีรายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

<u>การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณของวิตามินและแร่ธาตุในเจล หมากจอง และเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง</u>

1. ***การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (Moisture Content)โดยวิธีของ AOAC (1990) 925.40 Moisture in Nuts and Nut Products***

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนัก crucible ที่แห้ง บันทึกน้ำหนัก
2. ชั่งน้ำหนักเจลหมากจองที่อบแห้งประมาณ 2 g ลงใน crucible บันทึกน้ำหนัก
3. นำ crucible ที่มีเจลหมากจองไปอบที่อุณหภูมิ 95 – 100 °C ภายใต้ความดัน $\leq$ 100 mmHg นานประมาณ 5 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน desiccator จึงชั่งน้ำหนัก
4. คำนวณหาปริมาณความชื้นในเจลหมากจอง

สูตรคำนวณหาความชื้น

ปริมาณความชื้น (% โดยน้ำหนัก) = $\frac{B}{A} \times 100$

เมื่อ A = น้ำหนักตัวอย่าง (g)
B = น้ำหนักความชื้น (g)

2. ***การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันโดยเทคนิค Continuous Solvent Extraction*** โดยวิธีของ AOAC (1990) 963.15 Fat in Cacao Products Soxhlet Extraction Method

วิธีการทดลอง

การย่อยตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างที่แห้งประมาณ 2 g ลงใน 600 mL บีกเกอร์ บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. ค่อย ๆ เติมน้ำกลั่นต้มเดือด 45 mL ลงในตัวอย่างโดยคนตัวอย่างตลอดเวลาเติม 8 N HCl 55 mL และ SiC ships คนให้เข้ากันแล้วปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา
3. นำบีกเกอร์ตัวอย่างไปต้มด้วยไฟอ่อน ๆ จนเดือดนาน 15 นาที
4. ล้างกระจกนาฬิกาด้วยน้ำกลั่น 100 mL ก่อนกรองตัวอย่างที่ย่อยด้วยกระดาษกรอง (Whattman NO. 41) โดยล้างบีกเกอร์ ด้วยน้ำ 3 ครั้ง จน filtrate สุดท้ายไม่มี Cl (ทดสอบโดยเติม 0.1 N $AgNO_3$)
5. นำกระดาษกรองพร้อมตัวอย่างใส่ลงใน thimble ที่วางอยู่ในบีกเกอร์เล็ก ไปทำให้แห้งที่ 100 °C โดยใช้เวลาประมาณ 6 - 18 ชั่วโมง จนแห้ง

การสกัดไขมัน

1. ใส่ defatted antibumping ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 mL นำไปทำให้แห้ง ที่ 100 °C 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน desiccator ชั่งและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. ใส่ thimble ที่บรรจุตัวอย่างลงในเครื่อง soxhlet
3. ล้างบีกเกอร์ที่ใช้ย่อยตัวอย่าง บีกเกอร์ที่ใช้อบตัวอย่างให้แห้ง และกระจกนาฬิกาด้วย ether ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 mL ให้มีปริมาตรของ ether ประมาณครึ่งขวด (250 mL) สกัดตัวอย่างนาน 4 ชั่วโมง

4. เมื่อสกัดเสร็จแล้วนำไประเหย ether บนไอน้ำ นำไปอบให้แห้ง ที่ 100 – 101 °C จนน้ำหนักคงที่ (1.5 – 2 ชั่วโมง) ทิ้งให้เย็นใน desiccator ชั่งและบันทึกน้ำหนักที่ได้

สูตรการหาปริมาณไขมัน

% Fat = (g fat / g sample) x 100

3. ***การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในรูปของ Total Crude Protein (AOAC 978.04) โดยวิธีของ AOAC (1990) 978.04 Nitrogen (Total) (Crude Protein) in Plants Kjeldahl Methods***

วิธีการทดลอง

ขั้นตอนการย่อยตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างที่แห้งลงบนกระดาษกรองประมาณ 1.5 g ห่อตัวอย่างให้มิดชิดแล้วใส่ลงในขวดย่อย บันทึกน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง
2. เติม Conc. H_2SO_4 40 mL และกรด Salicylic 2 g เขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที โดยเขย่าบ้างเป็นครั้งคราว
3. เติม sodium thiosulfate 5 g หรือ Zinc dust 2 g เขย่าให้เข้ากันจึงตั้งทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นใส่เม็ดแก้ว ป้องกันการเดือดอย่างรุนแรง แล้วนำไปให้ความร้อนด้วยไฟอ่อนๆ จนกระทั่งสารไม่มีฟอง ปิดไฟ
4. เติม HgO 0.7 g และ K_2SO_4 15 g ให้ความร้อนต่อโดยค่อยๆเพิ่มความร้อนถึง 350 °C จนได้สารละลายใส (ประมาณ 7 ชั่วโมง)

ขั้นตอนการกลั่น

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน 0.1 N HCl ใส่ลงในขวดก้นกลมขนาด 500 mL (เป็นตัว receiver) เติม Methyl red indicator 2 – 3 หยด แล้วนำไปต่อกับเครื่องกลั่นโดยให้ ปลายแหลมของ condenser จุ่มลงในสารละลาย
2. เมื่อสารละลายที่ย่อยเย็นแล้วให้เติมน้ำกลั่นประมาณ 100 mL ตามด้วยสารละลาย $Na_2S_2O_7$ประมาณ 25 mL และสารละลาย NaOH 45 % wt จนสารละลายเป็นเบส (ประมาณ 100 mL) คนให้เข้ากัน แล้วรีบนำไปต่อเข้ากับเครื่องกลั่น
3. ให้ความร้อนจนมั่นใจว่า NH_3 ถูกกลั่นออกมาจนหมด (distillate มีปริมาตรมากกว่า 150 mL)
4. เมื่อกลั่นเสร็จแล้วให้ล้างปลายแหลมของ condenser ด้วยน้ำกลั่น ถอด receiver ออก
5. นำสารที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน 0.1 N NaOH จนถึงจุดยุติ อินดิเคเตอร์เปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีส้มอมเหลือง บันทึกปริมาตร
6. ทำ blank ควบคู่ไปด้วย แล้วคำนวณหา % N และปริมาณโปรตีน

สูตรการหาปริมาณโปรตีน

% N = [(mL std acid x normality acid) – (mL std NaOH x normality NaOH)] x 1.4007 / g sample

4. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าโดยวิธีของ AOAC (1990) 950.49 Ash of Nut and Nut Products

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนัก crucible ที่แห้ง บันทึกน้ำหนัก
2. ชั่งน้ำหนักเจลหมากจองประมาณ 5 g ลงในถ้วยกระเบื้อง บันทึกน้ำหนัก
3. นำถ้วยกระเบื้องพร้อมเจลหมากจองไปอบที่ 100 °C (เพื่อกำจัดความชื้น) จนน้ำหนักคงที่ บันทึกน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง
4. นำถ้วยกระเบื้องพร้อมเจลหมากจองไปเผาที่ 525 °C นาน 5 ชั่วโมง จะได้เถ้าสีขาว บันทึกน้ำหนักและคำนวณหาปริมาณเถ้า

สูตรการคำนวณ

ปริมาณเถ้า (% โดยน้ำหนัก) = $\frac{A}{S} \times 100$

เมื่อ A = น้ำหนักเถ้า (g)

S = น้ำหนักตัวอย่าง (g)

5. การวิเคราะห์วิตามินบี1 และบี2 โดย Fluorometric Method (AOAC 942.23 และ 970.65)

<u>หมายเหตุ</u> จ้างเหมาทำการวิเคราะห์เนื่องจากขาดสารเคมีบางตัว

6. การวิเคราะห์แร่ธาตุ โดย Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) (AOAC 966.16 และ 975.03) (1990) 966.16 Sodium in Fruits and Fruit Products Flame Spectrophotometric Method และ 975.03 Metals in Plants Atomic Absorption Spectrophotometric Method

วิธีการทดลอง

การเตรียมตัวอย่าง

Dry Ashing

1. ชั่งตัวอย่างที่แห้งประมาณ 1 g ลงใน crucible บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. นำ crucible ที่มีตัวอย่างไปเผาที่ 500 °C นาน 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็น
3. เติมน้ำ 10 หยดเพื่อให้เถ้าเปียก ตามด้วยกรด HNO_3 (1+1) 3 - 4 mL แล้วนำไประเหยกรดที่ 100 – 120 °C บนเตาไฟฟ้า
4. นำ crucible ไปเผาอีกครั้งที่ 500 °C นาน 1 ชั่วโมง
5. เมื่อ crucible เย็นแล้วให้ละลายเถ้าโดยเติมกรด HCl (1+1) 10 mL แล้วถ่ายสารละลายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mL ปรับปริมาตรด้วย DI water

Wet Ashing

1. กลั้วขวดรูปชมพู่ขนาด 125 mL ด้วย Conc. HNO_3
2. ชั่งตัวอย่างเปียก ประมาณ 1 g ลงในขวดรูปชมพู่
3. เติม conc. HNO_3 10 mL และ 60 % $HClO_4$ 3 mL เขย่าให้เข้ากัน
4. ค่อยๆ ให้ความร้อนบนเตาไฟฟ้าจนสารละลายใส
5. ให้ความร้อนต่อจน HNO_3 ระเหยออกไป และเกิดควันสีขาวของ $HClO_4$
6. หยุดให้ความร้อน ทิ้งไว้ให้เย็น
7. กรองตัวอย่างที่ได้ผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ลงใน ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mL
8. เติม HCl (1+1) 10 mL ปรับปริมาตรด้วย DI water
9. นำตัวอย่างที่ย่อยได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุด้วย เทคนิค Flame AAS

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1. สารละลายมาตรฐาน Pb ความเข้มข้น 1 2 3 และ 4 ppm โดยใช้ micropipette ดูด 1000 ppm Pb stock solution ปริมาตร 50 100 150 และ 200 μL ใส่ลงใน ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mL ปรับปริมาตรด้วย DI water
2. สารละลายมาตรฐาน Ca ความเข้มข้น 1 2 3 และ 4 ppm โดยใช้ micropipette ดูด 1000 ppm Ca stock solution ปริมาตร 50 100 150 และ 200 μL ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mL ปรับปริมาตรด้วย DI water
3. สารละลายมาตรฐาน Fe ความเข้มข้น 1 2 3 และ 4 ppm โดยใช้ micropipette ดูด1000 ppm Fe stock solution ปริมาตร 50 100 150 และ 200 μL ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mL ปรับปริมาตรด้วย DI water
4. สารละลายมาตรฐาน Cu ความเข้มข้น 0.1 0.2 0.3 และ 0.4 ppm โดยใช้ micropipette ดูด 1000 ppm Cu stock solution ปริมาตร 5 10 15 และ 20 μL ใส่ลงใน ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mL ปรับปริมาตรด้วย DI water

การวิเคราะห์ธาตุต่างๆ ในตัวอย่าง

นำตัวอย่างที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์หา Pb Ca Fe และ Cu โดยใช้เทคนิค Flame AAS คำนวณหาปริมาณที่ได้

7. การวิเคราะห์หาเส้นใยอาหาร โดย Enzymatic-Gravimetric Method (AOAC 985.29)

Total Dietary Fiber in Foods Enzymatic – Gravimetric Method

วิธีการทดลอง

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง

1. ผสมตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้แห้ง โดยอบไว้ค้างคืนในตู้อบสุญญากาศ ที่ 70 °C (หรือ 105 °C ในตู้อบ) แล้วทิ้งให้เย็น desiccator
2. บดตัวอย่างที่แห้งให้มีขนาดผ่านตะแกรงขนาด 0.3 – 0.5 mesh เก็บตัวอย่างไว้ในขวดที่มีฝาปิดใน desiccator จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์

ขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์

1. ล้าง Fritted crucible ให้สะอาด นำไปเผาที่ 525 °C นาน 1 ชั่วโมง
2. เติม celite ประมาณ 5 g นำไปทำให้แห้ง ที่ 130 °C จนน้ำหนักคงที่ ($\geq$ 1 ชั่วโมง) เก็บ crucible ไว้ใน desiccator จนกว่าจะนำมาใช้

ขั้นตอนการวิเคราะห์

ก. การย่อยด้วยเอนไซม์ heat stable α-amylase

1. ชั่งตัวอย่างมา 1 g ($\pm$ 0.1 มิลลิกรัม) ลงในบีกเกอร์ 400 mL (น้ำหนักตัวอย่างแต่ละครั้งไม่ควรต่างกันเกิน 20 มิลลิกรัม)
2. เติม phosphate buffer pH 6.0 จำนวน 50 mL วัดค่า pH ให้ได้ 6.0 $\pm$ 0.2
3. เติมสารละลาย 0.1 mL Termamyl ปิดบีกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอล์ย วางใน water bath ที่น้ำกำลังเดือด นาน 15 นาที เขย่าบีกเกอร์เบาๆ 5 นาที ต่อครั้ง หากอุณหภูมิภายในบีกเกอร์ยังไม่ถึง 95 – 100 °C ให้เพิ่มเวลาการ incubation จนอุณหภูมิภายในบีกเกอร์เป็น 95 – 100 °C คงอุณหภูมินั้นไว้นาน 15 นาที จากนั้นทิ้งสารละลายให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

ข. การย่อยด้วยเอนไซม์ protease

ปรับค่า pH ให้เป็น 7.5 $\pm$ 0.2 โดยเติม 10 mL 0.275 N NaOH เติม 5 มิลลิกรัม proteaseหรือปิเปต 0.1 mL สารละลาย protease enzyme (50 mg protease ละลายใน 1 mL phosphate buffer) ลงในบีกเกอร์ตัวอย่าง ปิดบีกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอล์ย ก่อนนำบีกเกอร์ตัวอย่างไป incubation ที่ 60 °C นาน 30 นาที โดยคนสารละลายตลอดเวลา จากนั้นทิ้งสารละลายให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

ค. การย่อยด้วยเอนไซม์ amyloglucosidase

เติม 10 mL ของ 0.325 M HCl แล้ววัดค่า pH พร้อมกับค่อยๆหยดสารละลายกรดจนสารมีค่า pH เป็น 4.6 – 4.6 และเติม 0.3 mL amyloglucosidase ปิดบีกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอล์ย และนำไป incubation ที่ 60 °C นาน 30 นาที โดยคนสารละลายตลอดเวลา

ง. การตกตะกอนและการกรองตัวอย่าง

1. เติม 95 % ethanol ที่ทำให้ร้อนที่ 60 °C 280 mL (วัดปริมาตรก่อนให้ความร้อน) แล้วทิ้งสารละลายตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้อง 60 นาที เพื่อให้ตัวอย่างตกตะกอน
2. ชั่งน้ำหนัก crucible ที่บรรจุ celite ไว้แล้ว จากนั้นทำให้ crucible เปียกและกระจาย celite ให้ทั่ว crucible โดยใช้การฉีดพ่นด้วย 78% ethanol จากขวดฉีดน้ำกลั่น
3. ต่อ crucible เข้ากับ suction เปิด suction ไว้แล้วถ่ายตัวอย่างจากบีกเกอร์ลงใน crucible
4. ล้างส่วนที่เหลือด้วย 78% ethanol 3 ส่วน ส่วนละ 20 mL 95% ethanol 2 ส่วน ส่วนละ 10 mL และ acetone 2 ส่วน ส่วนละ 10 mL (บางตัวอย่างอาจรวมตัวเป็นกัมหรือเกิดแผ่นฟิล์ม ให้ใช้ช้อนเขี่ยให้แผ่นฟิล์มแตก เพื่อให้การกรองง่ายขึ้น

เวลาในการกรองและการล้างจะอยู่ระหว่าง 0.1 – 6 ชั่วโมง หรือ ครึ่งชั่วโมงต่อตัวอย่าง)

5. นำ crucible พร้อมส่วนที่เหลือไปทำให้แห้ง ทิ้งไว้ค้างคืนที่ 70 °C ในตู้อบสุญญากาศ (หรือที่ 105 °C ในตู้อบ) แล้วทิ้งให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปลบออกจากน้ำหนักของ crucible และ celite จะได้น้ำหนักส่วนที่เหลือ

จ. **การวิเคราะห์หาโปรตีนและเถ้า**

นำตัวอย่างส่วนที่เหลือชุดที่ 1 ไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

ส่วนตัวอย่างส่วนที่เหลือชุดที่ 2 ไปวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า โดยนำไปเผาที่ 525 °C นาน 5 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนักเถ้าที่ได้ โดยลบออกจากน้ำหนัก crucible และ celite

สูตรการคำนวณหาปริมาณ %TDF

$$\%TDF = [(wt\ residue - P - A - B) / wt\ sample] \times 100$$

เมื่อ wt residue คือ น้ำหนักส่วนที่เหลือของตัวอย่าง

P คือ น้ำหนักโปรตีน

A คือ น้ำหนักเถ้า

B คือ Blank

wt sample คือ น้ำหนักตัวอย่าง

บทที่ 3
ผลการทดลอง สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

ผลการทดลอง

3.1 วิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลในหมากจองโดยวิธี IC

จากการทดลองหาปริมาณน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวโดยวิธี IC ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ปริมาณน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวในผลหมากจองวิเคราะห์โดย IC

Monosaccharide Compositions	ปริมาณ (mg/g)	% Recovery ของการสกัด
Rhamnose	108.40	103.18
Arabinose	157.44	128.32
Galactose	109.60	99.58
Glucose	8.54	90.83
Mannose+Xylose	7.85	95.19
Fructose	ไม่พบ	95.27

จากตารางที่ 3.1 พบว่าน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่เป็นองค์ประกอบหลักของเจลหมากจองที่คือ arabinose galactose และ rhamnose ส่วน glucose mannose และ xylose จะมีในเจลหมากจองเพียงเล็กน้อย (*หมายเหตุ* สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์ไม่สามารถแยก peak ของ mannose และ xylose ออกจากกันได้ จึงรายงานเป็นปริมาณรวมของน้ำตาลทั้งสองชนิด) อัตราส่วนของ arabinose : galactose : rhamnose เท่ากับ 1.5:1.0:1.0 ซึ่งคล้ายกับที่ทำการศึกษาโดย จิตราและคณะ (จิตรา 2007) % Recovery ของการสกัดอยู่ระหว่าง 95.19 – 128.32%

3.2. การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเจลหมากจอง

3.2.1. การสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

1. ข้อมูลทั่วไป

กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแก้งเรือง อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี มีจำนวนสมาชิกทั้งหมด 27 คน โดยมีนางหวาย ฝางคำ เป็นหัวหน้ากลุ่มฯ สถานที่ดำเนินการตั้งอยู่ ณ ที่ทำการกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแก้งเรือง ตำบลแก้งเรือง อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี เป็นกลุ่มแม่บ้านที่รวมตัวกันขึ้นเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ออกจำหน่ายในลักษณะผลิตภัณฑ์จากชุมชน และได้รับการคัดเลือกเข้าร่วมโครงการส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์สุขภาพในชุมชนจังหวัดอุบลราชธานี ในปี พ.ศ. 2543 ผลิตภัณฑ์จากกลุ่มฯ คือ น้ำหมากจองพร้อมดื่ม ซึ่งได้เลขทะเบียนตำรับอาหาร 3 ผลิตภัณฑ์ด้วยกัน คือ หมากจองในน้ำใบเตย หมากจองในน้ำเก๊กฮวยและหมากจองในน้ำกระเจี๊ยบคุณภาพเป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 214 (พ.ศ. 2543) และฉบับที่ 230 (พ.ศ. 2544) เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามของคณะผู้วิจัย ในโครงการศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติทางกายภาพของเจลหมากจองและการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเจลหมากจอง ภายใต้โครงการชุดการวิจัยและพัฒนาหมากจองเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้ชุมชน พบว่า กลุ่มฯดังกล่าวมีศักยภาพสูงในการรวมกลุ่ม

การร่วมแรงร่วมใจ และมีความกระตือรือร้นในการทำงาน ต้องการที่จะพัฒนาศักยภาพในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ทันสมัยในเครื่องดื่มกระป๋อง แต่ยังขาดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านการผลิตอาหาร ทั้งด้านอาคารและสถานที่ผลิต เครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิต กระบวนการผลิตและการควบคุมกระบวนการผลิต การสุขาภิบาลและการทำความสะอาด รวมทั้งสุขลักษณะของผู้ปฏิบัติงานด้วย ซึ่งปัจจัยดังกล่าวเป็นสาเหตุให้น้ำหมากจองพร้อมดื่มที่ทางกลุ่มฯผลิตขึ้น มีคุณภาพไม่เป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทดังกล่าว ดังนั้นคณะผู้วิจัย จึงได้วางแผนดำเนินการวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวภายใต้ขอบเขตและศักยภาพของกลุ่มฯ ที่จะสามารถดำเนินการได้ และสอดคล้องกับข้อกำหนดของหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practice; GMP)

<u>การจัดการวัตถุดิบ</u>

การจัดการวัตถุดิบโดยภาพรวมของกลุ่มฯ นั้น วัตถุดิบส่วนใหญ่ได้มาจากการเก็บเกี่ยวโดยธรรมชาติ โดยปล่อยให้เมล็ดหมากจองร่วงหล่นจากต้นเอง ซึ่งจะได้เมล็ดที่สมบูรณ์และมีคุณภาพดี แต่อีกส่วนหนึ่งได้จากการโค่นต้นหมากจองเพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำให้ได้เมล็ดอ่อน คุณภาพและการพองตัวของวุ้นหมากจองไม่ดี ดังนั้นต้องสร้างจิตสำนึกไม่ให้โค่นต้นเพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต เพราะต้องใช้เวลาอย่างน้อย 7 ปี กว่าที่ต้นใหม่จะให้ผลผลิตได้ ปัจจุบันมีข้อมูลโดยประมาณของผลผลิตหมากจองจากอำเภอนาจะหลวยประมาณ 1 ตัน/ปี โดยมีราคาประมาณ 70-100 บาท/กิโลกรัม ส่วนวัตถุดิบอื่นๆ จัดซื้อมาจากแหล่งขายภายในจังหวัดอุบลราชธานี เนื่องจากมีความสะดวกรวดเร็วและมีราคาไม่แพงมากนัก วัตถุดิบบางชนิดก็นำมาจากชุมชนใกล้เคียง เช่น ใบเตย และน้ำประปาจากชุมชน แต่วัตถุดิบบางอย่าง เช่น ขวดบรรจุและน้ำตาลทราย มีราคาขายปลีกแพง จึงจำเป็นต้องสั่งซื้อจากบริษัทโดยตรงในปริมาณมาก ซึ่งจะทำให้ทางกลุ่มฯ มีปัญหาในการจัดการเก็บรักษาวัตถุดิบซึ่งต้องใช้พื้นที่มากและมีการรบกวนจากสัตว์กัดแทะและแมลง

จากการสังเกตและสัมภาษณ์สมาชิกกลุ่มฯ ที่ดำเนินการผลิตน้ำหมากจองพร้อมดื่ม พบว่า มีการจัดการวัตถุดิบที่ไม่เหมาะสม เช่น การเก็บรักษาเมล็ดหมากจองแห้งยังคงมีเชื้อราซึ่งอาจปนเปื้อนมาจากแหล่งที่เก็บเกี่ยวหรืออาจปนเปื้อนและเจริญในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งจะนำไปสู่การปนเปื้อนของเชื้อราในผลิตภัณฑ์น้ำหมากจองพร้อมดื่มที่ผลิตขึ้น นอกจากนั้นการจัดการวัตถุดิบอื่นๆ เช่น น้ำตาลทราย มีมดขึ้นและขวดบรรจุมีฝุ่นผงเกาะ ซึ่งอาจเกิดการปนเปื้อนระหว่างวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สุดท้าย ดังนั้น จึงควรมีการจัดการรูปแบบพื้นที่ของการผลิตให้เหมาะสมเพื่อแยกส่วนของการจัดเก็บวัตถุดิบในการผลิตและผลิตภัณฑ์สุดท้าย ให้เป็นสัดส่วนและมีความเหมาะสมมากที่สุด ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต

นอกจากนั้นวัตถุดิบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ น้ำที่ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำหมากจองพร้อมดื่ม ในปัจจุบันทางกลุ่มฯ ได้ใช้น้ำบาดาลแล้วนำมาผ่านเครื่องกรองน้ำ โดยจุดที่เจาะบ่อบาดาลห่างจากห้องสุขาเป็นแบบส้วมซึมประมาณ 3 เมตร ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารเข้าไปในแหล่งน้ำบาดาลได้ นอกจากนี้ทางกลุ่มฯ ควรมีมาตรการในการดูแลและทำความสะอาดเครื่องกรองน้ำให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอ เพื่อให้น้ำที่ผ่านเครื่องกรองมีคุณภาพเทียบเท่ากับน้ำที่ใช้เพื่อการบริโภคและอาจมีการส่งตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์คุณภาพตามระยะเวลาที่เหมาะสมด้วย

<u>ด้านอาคารสถานที่ เครื่องมือและการผลิต</u>

ในการสำรวจอาคารสถานที่สำหรับการผลิต เครื่องมือและการผลิตได้ออกแบบแบบสอบถามดังแสดงตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แบบสอบถามในการสำรวจอาคารสถานที่ เครื่องมือและการผลิต

ข้อความ	มาก	น้อย	ปรับปรุง	หมายเหตุ
1. สถานที่ตั้งและสิ่งแวดล้อมใกล้เคียง (ภาพสถานที่ใกล้เคียง) (1) ไม่มีการสะสมสิ่งของที่ไม่ใช้และสิ่งปฏิกูล	/			
(2) ไม่มีฝุ่น,ควันและกลิ่นที่ผิดปกติ	/			
(3)ไม่มีวัตถุอันตราย	/			
(4) ไม่มีคอกปศุสัตว์หรือสถานเลี้ยงสัตว์	/			
(5) ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก	/			การผลิตน้อยยังไม่เกิดปัญหา
(6) มีทางระบายน้ำนอกอาคารเพื่อระบายน้ำทิ้ง			/	ยังไม่มี
(7) ไม่อยู่ใกล้แหล่งขยะและสิ่งปฏิกูล อันอาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์ แมลงและเชื้อโรค	/			
2. อาคารผลิต (1) มีการออกแบบและก่อสร้างใช้วัสดุที่มั่นคงง่ายต่อการทำความสะอาดและบำรุงรักษา(แผนผังและภาพประกอบ)	/			
(2) มีแสงสว่างเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงาน	/			
(3) มีการระบายอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงาน	/			
(4) ใช้สำหรับผลิตอาหารเท่านั้น	/			
(5) บริเวณผลิตแยกจากที่พักอาศัย	/			
(6) มีพื้นที่เพียงพอในการผลิต	/			
(7) มีบริเวณหรือห้องต่างๆ เป็นไปตามสายงานผลิต เป็นสัดส่วนที่เหมาะสม		/		ต้องแบ่งบริเวณจัดสัดส่วนให้เหมาะสม
(8) ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วอยู่ในบริเวณผลิต	/			
(9) สามารถป้องกันสัตว์และแมลงไม่ให้เข้าสู่ในบริเวณอาคารผลิต			/	
(10) ห้องหรือบริเวณล้างทำความสะอาด(พื้นลาดเอียง, ไม่มีน้ำขัง, มีทางระบายน้ำ		/		ยังไม่มีท่อระบายน้ำ
(11) ห้องเก็บผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาสภาพผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลาก่อนส่งออกจำหน่าย (สะอาด, มีชั้นหรือยกพื้น, แดดไม่สามารถส่องถึง, ควบคุมอุณหภูมิได้ตลอดตามต้องการ)	/			มีตู้แช่

ข้อความ	มาก	น้อย	ปรับปรุง	หมายเหตุ
3. เครื่องมือและอุปกรณ์การผลิต (1) เครื่องมือและอุปกรณ์เพียงพอในการผลิต	/			
(2) เครื่องมือและอุปกรณ์อยู่ในสภาพดี ทำจากวัสดุผิวเรียบไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร	/			
(3) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้เหมาะสมกับงานที่ใช้ในการผลิต	/			
(4) โต๊ะที่วางวัตถุดิบ มีการยกสูงจากพื้นอย่างน้อย 60 ซม. ทำความสะอาดง่าย แข็งแรง และสามารถรองรับน้ำหนัก วัตถุดิบได้	/			ยังไม่มีการจัดวางที่เหมาะสม
(5) มีวิธีการทำความสะอาด, การบำรุงรักษาและวิธีแยกเครื่องมือที่ใช้แล้วออกจากเครื่องมือที่ยังไม่ได้ชัดเจน			/	ยังไม่มีคู่มือ,แผน
(6) มีพื้นที่ในการจัดเก็บสารเคมีที่ใช้ในการผลิตและมีฉลากบ่งชี้ชัดเจนสามารถอ่านได้ง่าย		/		- พื้นที่มีเพียงพอ - ยังไม่มีการจัดการ
4. การควบคุมกระบวนการผลิต				
(1) ต้องมีการคัดเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพก่อนนำเข้าขบวนการผลิต	/			
(2) ภาชนะบรรจุและภาชนะที่ใช้ในการขนส่งตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตอยู่ในสภาพที่เหมาะสมและไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน	/			
(3) การผลิต การเก็บรักษา การขนย้าย ต้องป้องกันการปนเปื้อนและ ป้องกันการเสื่อมสลายผลิตภัณฑ์	/			
5. การสุขาภิบาล (1) มีการทำความสะอาดผนัง เพดาน พื้นอาคารผลิต , โต๊ะผลิตสม่ำเสมอ	/			
(2) มีภาชนะใสขยะมูลฝอย พร้อมฝาปิด มีการกำจัดที่เหมาะสม ไม่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์และแมลงนำโรค	/			
(3) น้ำที่ใช้ในการผลิตเป็นน้ำที่สะอาด หรือมีการปรับคุณภาพน้ำตามความจำเป็นเพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อนสู่อาหาร	/			
(4) ห้องสุขา และอ่างล้างมือหน้าห้องสุขา (สะอาดเพียงพอ , อุปกรณ์ล้างมือครบถ้วน, ใช้งานได้, ไม่เปิดสู่บริเวณผลิต)	/			
(5) มีอ่างล้างมือบริเวณที่ผลิต (มีสบู่น้ำยาฆ่าเชื้อ, เพียงพอ,ใช้งานได้, อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม)	/			
(6) มีมาตรการในการป้องกัน และกำจัดไม่ให้สัตว์และแมลงเข้ามาในบริเวณการผลิต			/	หน้าต่างเปิดโล่ง

ข้อความ	มาก	น้อย	ปรับปรุง	หมายเหตุ
6. บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน				จากการสัมภาษณ์ เนื่องจากไม่ได้ทำการผลิต
(1) ไม่เป็นโรคติดต่อที่น่ารังเกียจ หรือบาดแผลที่ผิวหนังและผ่านการตรวจสุขภาพเป็นประจำทุกปี	/			
(2) แต่งกายสะอาด สวมเสื้อคลุม และผ้ากันเปื้อนที่สะอาด	/			
(3) ไม่สวมเครื่องประดับ	/			
(4) มือและเล็บสะอาด	/			
(5) ล้างมือก่อนเข้าปฏิบัติงานทุกครั้ง	/			
(6) สวมหมวก/ตาข่ายหรือผ้าคลุม	/			
(7) สวมผ้าปิดปาก	/			
(8) มีรองเท้าที่ใช้สำหรับบริเวณปฏิบัติงานแยกกับรองเท้าที่ใช้ภายนอก	/			
(9) ไม่บริโภคอาหาร และสูบบุหรี่ หรือกระทำการใดๆ ที่น่ารังเกียจอื่นๆ	/			
(10) มีการฝึกอบรมคนงานด้านสุขลักษณะที่เหมาะสม		/		
7. การบำรุงรักษาและทำความสะอาด (1) ตัวอาคาร เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการผลิตสะอาด มีการตรวจสอบ และบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพเสมอ	/			
(2) สารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาด ต้องแยกเป็นสัดส่วน ปลอดภัย และมีฉลากติดที่ภาชนะบรรจุ	/			

2. ผลการสำรวจ

โดยภาพรวมกลุ่มแม่บ้าน มีศักยภาพและความพร้อมที่จะรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ในด้านต่าง ๆ คือ

1. บุคลากร ประธานกลุ่มมีความเข้มแข็ง และมีความรู้เรื่องคหกรรม มีความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพ ซึ่งสามารถถ่ายทอดความรู้แก่สมาชิกในกลุ่มได้

2. สถานที่ เป็นอาคารสร้างขึ้นสำหรับผลิตโดยเฉพาะ โครงสร้างแข็งแรง สิ่งแวดล้อมโดยทั่วไปทั้งในและนอกอาคารสะอาด ปรับปรุงอีกเพียงเล็กน้อย เพื่อให้ ผ่านเกณฑ์การประเมินของ GMP

3. เครื่องมืออุปกรณ์ เหมาะสมกับการผลิตและมีความพร้อม เช่นมีตู้แช่ เครื่องกรองน้ำ เครื่องปิดฝากระป๋อง กระป๋องพร้อมฝา ขาดแต่เครื่องนึ่งทำลายเชื้อและการจัดวางแบ่งสัดส่วนให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถให้ความรู้ และคำแนะนำได้

4. กระบวนการผลิต จากการสัมภาษณ์ มีความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพ ขาดเพียงการจัดทำคู่มือ แผนการจัดการเรื่องการทำความสะอาด การบำรุงรักษา การบันทึก รายการวัตถุดิบ ต่าง ๆ เพื่อควบคุมคุณภาพ ซึ่งสามารถให้ความรู้ และคำแนะนำได้

5. ประสานงานขอความร่วมมือกับสำนักงานเกษตรอำเภอนาจะหลวยโดย นายชัยฤทธิ์ เรืองฤทธิ์ หัวหน้าสำนักงานเพื่อประสานกับกลุ่มแม่บ้านและได้ทำการชี้แจงโครงการวิจัยที่จะทำร่วมกับกลุ่มแม่บ้าน ซึ่ง

สำนักงานเกษตรอำเภอนาจะหลวยและกลุ่มแม่บ้านมีความยินดีและพร้อมที่จะร่วมมือเพราะโครงการวิจัยจะสามารถแก้ปัญหาและเติมส่วนที่กลุ่มแม่บ้านขาดและต้องการของกลุ่มแม่บ้านได้เป็นอย่างดี

3.3 การศึกษาวิธีการและรูปแบบการเก็บรักษาเนื้อจากผลหมากจองแห้ง

3.3.1 กระบวนการผลิตหมากจองผงอบแห้ง

กระบวนการผลิตหมากจองอบแห้งจะเริ่มต้นจากการคัดผลหมากจองแห้งแล้วนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง จากนั้นนำไปแช่น้ำรอจนวุ้นพองตัวเต็มที่ จากนั้นทำตามขั้นตอนในบทที่ 2 ข้อ 2.2.3 จะได้เนื้อหมากจองแห้งแยกเมล็ด เนื้อหมากจองแห้งแยกเปลือกและเมล็ด และ เนื้อหมากจองแห้งชนิดผง เมื่อนำไปวัดค่า water activity (a_w) และปริมาณความชื้น ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 3.3

3.3.2 การศึกษาอายุการเก็บรักษาหมากจองอบแห้ง

ได้ศึกษาโดยตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาคือ ยีสต์และรา ทุก 3 เดือน และค่าการพองตัว ในเดือนที่ 6 และเดือนที่ 12 ผลการทดลองดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.3 ค่า water activity (a_w)และปริมาณความชื้นของเจลหมากจองอบแห้ง

วิธีการแยกเจล	วิธีการฆ่าเชื้อ	เวลาในการฆ่าเชื้อ	อุณหภูมิในการอบแห้ง (นาที)	ค่า a_w	ความชื้น(%)
แยกเมล็ด	รังถึง (100 °C)	20	60	-	-
			80	-	-
	Autoclave (105 °C)	15	60	0.510	10.64
			80	0.509	10.63
แยกเปลือกและเมล็ด	รังถึง (100 °C)	20	60	-	-
			80	0.505	10.89
	Autoclave (105 °C)	15	60	0.496	10.22
			80	0.494	9.67
แยกเปลือกและเมล็ดและบด	รังถึง (100 °C)	20	60	-	-
			80	0.497	9.65
	Autoclave (105 °C)	15	60	0.451	9.61
			80	0.408	8.62

ตารางที่ 3.4 ผลการวิเคราะห์ยีสต์และรา และค่าการพองตัวในเจลหมากจองอบแห้ง

วิธีการแยกเจล	วิธีการฆ่าเชื้อ	เวลาในการฆ่าเชื้อ	อุณหภูมิในการอบแห้ง (นาที)	เวลาวิเคราะห์เชื้อยีสต์/รา (เดือนที่)							ค่าการพองตัว (เดือนที่)	
				0	3	6	9	10	11	12	6	12
แยกเมล็ด	รังถึง (100 °C)	20	60	ไม่พบ	ไม่พบ	พบ	-	-	-	-	-	-
			80	ไม่พบ	ไม่พบ	พบ	-	-	-	-	-	-
	Autoclave (105 °C)	15	60	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	115.77	107.22
			80	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	97.31	90.72
แยกเปลือกและเมล็ด	รังถึง (100 °C)	20	60	ไม่พบ	ไม่พบ	พบ	-	-	-	-	-	-
			80	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	116.80	95.60
	Autoclave (105 °C)	15	60	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	117.60	108.85
			80	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	103.78	100.21
แยกเปลือกและเมล็ดและบด	รังถึง (100 °C)	20	60	ไม่พบ	ไม่พบ	พบ	-	-	-	-	-	-
			80	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	118.20	98.47
	Autoclave (105 °C)	15	60	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	147.20	125.98
			80	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	135.60	114.80

3. 4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์และวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่จากผลหมากจอง

3.4.1 เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง

กระบวนการผลิตเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง

จากการศึกษากระบวนการผลิตเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋องที่เหมาะสม โดยประกอบด้วยขั้นตอนการเตรียมวุ้นหมากจอง การเตรียมน้ำมะขาม การบรรจุกระป๋องและการฆ่าเชื้อ แล้วนำมาประเมินคุณภาพและศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ การบวมของกระป๋อง (ตารางที่ 3.5) การตรวจสอบรอยรั่วของกระป๋อง (ตารางที่ 3.6) การวิเคราะห์ตามมาตรฐานของเครื่องดื่มกระป๋องตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข (ตารางที่ 3.7) สามารถสรุปกระบวนการผลิตที่เหมาะสมได้ ดังนี้

กระบวนการผลิตเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋องจะเริ่มต้นจากการคัดผลหมากจองแห้งแล้วนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง จากนั้นนำไปแช่น้ำรอจนวุ้นพองตัวเต็มที่ จากนั้นทำการแยกเปลือกและเมล็ดออก แล้วนำมายีและนวดผ่านตะแกรง หลังจากนั้นนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอด้วยอุณหภูมิ 100 °C นาน 15 นาที จากนั้นทำการเตรียมน้ำมะขามดังภาคผนวก ก แล้วเติมน้ำเชื่อมวัดความหวานให้ได้ประมาณ 14 องศาบริกซ์ วัดค่า pH ให้อยู่ในช่วง 3.5 - 4 ต้มที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 10 นาที จากนั้นจึงนำไป

บรรจุกระป๋อง (ภาพที่ 3.4) โดยกระป๋องต้องผ่านการลวกฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อน ขั้นแรกของการบรรจุกระป๋องคือเติมเนื้อเจลหมากจองประมาณ 1 ช้อนโต๊ะแล้วบรรจุน้ำมะขามซึ่งอุณหภูมิขณะบรรจุประมาณ 80±5 °C นำไปนึ่งไล่อากาศออกด้วยลังถึงที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 10 นาที จากนั้นวางฝากระป๋องปิด แล้วนำไปเข้าเครื่องอัดฝากระป๋อง วัดรอยตะเข็บกระป๋อง แล้วนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อความดันไอที่ อุณหภูมิ 110 °C นาน 10 นาที หลังจากนั้นนำลดอุณหภูมิทันทีด้วยการแช่ในน้ำเย็น ประมาณ 5-10 นาที นำขึ้นตั้งบนตะแกรงเพื่อระเหยน้ำข้างกระป๋องให้แห้ง จึงทำการปิดฉลาก มีอายุการเก็บรักษา 1 ปี

ตารางที่ 3.5 ผลการบวมของกระป๋องของเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง

วิธีการฆ่าเชื้อ	เวลา (นาที)	pH	การบวมของกระป๋องในเวลา 14 วัน													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ต้ม 100 °C	15	3.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30	3.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autoclave 110 °C	10	3.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	3.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 3.6 การตรวจสอบรอยรั่วของกระป๋องเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง

วิธีการฆ่าเชื้อ	เวลา (นาที)	pH	รอยรั่วกระป๋อง	
			35 (^{0}C)	RT (^{0}C)
ต้ม 100 °C	15	3.18	ไม่พบ	ไม่พบ
		3.18	ไม่พบ	ไม่พบ
	30	3.23	ไม่พบ	ไม่พบ
		3.17	ไม่พบ	ไม่พบ
	30	3.5	ไม่พบ	ไม่พบ
		3.5	ไม่พบ	ไม่พบ
Autoclave 110 °C	10	3.21	ไม่พบ	ไม่พบ
		3.17	ไม่พบ	ไม่พบ
		3.5	ไม่พบ	ไม่พบ
		3.8	ไม่พบ	ไม่พบ
	20	3.18	ไม่พบ	ไม่พบ
		3.22	ไม่พบ	ไม่พบ

ตารางที่ 3.7 ผลการตรวจวิเคราะห์ตามมาตรฐานของเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง

ผลิตภัณฑ์	วิธีการฆ่าเชื้อ	เวลา (นาที)	อายุการเก็บของเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามและในน้ำมะนาวกระป๋อง (เดือนที่)						
			0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10	11-12
เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง	**ต้ม** 100 °C	15	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ไม่ได้มาตรฐาน	ไม่ได้มาตรฐาน
		30	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน
		30	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน
	Autoclave 110 °C	10	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน
		20	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน	ได้มาตรฐาน
เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะนาวกระป๋อง	**ต้ม** 100 °C	15	ได้มาตรฐาน	**บวม**	-	-	-	-	-
		30	ได้มาตรฐาน	**บวม**	-	-	-	-	-
	Autoclave 110 °C	10	ได้มาตรฐาน	**บวม**	-	-	-	-	-
		20	ได้มาตรฐาน	**บวม**	-	-	-	-	-

หมายเหตุ **มาตรฐานกำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข**

-ยีสต์และรา /มิลลิลิตร	ไม่พบ	-เชื้อโรคอาหารเป็นพิษ	
-MPN coliform / 100 มิลลิลิตร	น้อยกว่า 2.2	*Clostridium* /10 มิลลิลิตร	ไม่พบ
-*E. coli* / 100 มิลลิลิตร	ไม่พบ	*Salmonella* /50 มิลลิลิตร	ไม่พบ
		S. aereus /50 มิลลิลิตร	ไม่พบ

จากตาราง 3.7 สภาวะการฆ่าเชื้อที่ทำให้สามารถเก็บผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋องมีอายุการเก็บ 12 เดือน ได้แก่ 1) ต้มที่ 100 °C 30 นาที 2) การนึ่งความดันไอ 110 °C 10 นาที และ 3) นึ่งความดันไอ 110 °C 20 นาที ส่วนเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋องที่สภาวะต้ม 100 °C 15 นาที มีอายุเก็บรักษา 9 เดือน

3.4.2 เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะนาวกระป๋อง

จากตารางที่ 3.7 เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะนาวกระป๋องมีอายุการเก็บรักษาเพียง 1 เดือน เนื่องจาก pH ของน้ำมะนาวมีค่าต่ำกว่า 3.5 ให้เกิดการกัดกร่อนกระป๋องจากกรดมะนาว จนเกิดการบวมและมีรอยรั่วขึ้น ดังนั้นเครื่องหมากจองในน้ำมะนาวกระป๋องจึงไม่เหมาะสมต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในรูปกระป๋อง

3.4.3 เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามพร้อมดื่ม

ผลการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามพร้อมดื่ม และการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาในวันผลิต (ตารางที่ 3.8) และ ทุก 2 วัน จนถึงวันที่ 14 (ตารางที่ 3.9) พบว่าเครื่องดื่มหมากจองในมะขามพร้อมดื่มอุณหภูมิการ ที่กระบวนการผลิตได้การต้มเจลหมากจองเพื่อฆ่าเชื้อที่ 80 และ 100 °C นาน 10 นาที ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาได้มาตรฐาน ตามอายุผลิตภัณฑ์ 14 วัน

ตารางที่ 3.8 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของเครื่องดื่มหมากจองในมะขามพร้อมดื่ม ที่ต้มเจลหมากจองที่อุณหภูมิ 80 และ 100 °C ในวันผลิต ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิ (°C) การต้มเจลหมากจอง	ยีสต์และรา/ml	MPN coliforms /100 ml	*E.coli* /100 ml	*S.aureus* /50 ml	*C.perfringens* /10 ml	*Salmonellae* /50 ml
เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขาม	80	ไม่พบ	น้อยกว่า 1.1	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	100	ไม่พบ	น้อยกว่า 1.1	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

ตาราง 3.9 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามพร้อมดื่ม ที่ต้มเจลหมากจองที่อุณหภูมิ 80 และ 100 °C ตามอายุผลิตภัณฑ์ 14 วัน

ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิ (°C) การต้มเจลหมากจอง	การตรวจวิเคราะห์ ยีสต์และรา ตามอายุผลิตภัณฑ์ (วัน)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขาม	80	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	100	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

3.4.4 เยลลี่หมากจอง เยลลี่หมากจองในน้ำลำไย และเยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม

จากการประเมินคุณภาพและศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาตัวอย่างผลิตภัณฑ์เยลลี่หมากจอง เยลลี่หมากจองในน้ำลำไย และเยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม ที่ได้ต้มฆ่าเชื้อที่อุณภูมิ 80 และ 100 °C เป็นเวลา 10 นาที และเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 10 °C เป็นเวลา 14 วัน สุ่มตัวอย่างมาทำการตรวจวิเคราะห์ประเมินคุณภาพในวันที่ 0 2 4 6 8 10 12 และ 14 เพื่อตรวจสอบตามมาตรฐานกำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ฉบับที่ 213 (พ.ศ. 2543) ดังนี้

1. pH
2. MPN coliforms
3. เชื้อโรคอาหารเป็นพิษ
   - *S. aureus*
   - *Salmonellae*
   - *C. perfringens*

ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 3.10 – 3.11 พบว่าเยลลี่หมากจอง เยลลี่หมากจองในน้ำลำไย และเยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม ที่ต้มเจลหมากจองที่ 80 และ 100 °C ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาได้มาตรฐานและผลการตรวจวิเคราะห์หา MPN Coliforms ตามอายุผลิตภัณฑ์ 14 วัน ได้มาตรฐาน (MPN Coliforms น้อยกว่า 3)

ตารางที่ 3.10 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์เยลลี่หมากจอง เยลลี่หมากจองในน้ำลำไย และเยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม ที่ต้มเจล หมากจองที่อุณหภูมิ 80 และ 100 °C โดยตรวจวิเคราะห์ ตามอายุผลิตภัณฑ์ 14 วัน

ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิ (°C) การต้มเจลหมากจอง	การตรวจวิเคราะห์ MPN coliforms bacteria ตามอายุผลิตภัณฑ์(วัน)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
เยลลี่หมากจอง	80	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	100	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
เยลลีหมากจองในน้ำลำไย	80	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	100	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
เยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม	80	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	100	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3

ตารางที่ 3.11 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของเยลลี่หมากจอง เยลลี่หมากจองในน้ำลำไย และเยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม ที่ต้มเจลหมากจองที่อุณหภูมิ 80 และ 100 °C ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ในวันที่ผลิต

ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิ (°C) การต้มเจลหมากจอง	MPN coliforms /1 กรัม	*S.aureus* /1 กรัม	*C.perfringens* /1 กรัม	*Salmonellae* /25 กรัม	pH
เยลลี่หมากจอง	80	น้อยกว่า 3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	3.44
	100	น้อยกว่า 3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	3.43
เยลลีหมากจองในน้ำลำไย	80	น้อยกว่า 3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	3.44
	100	น้อยกว่า 3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	3.43
เยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม	80	น้อยกว่า 3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	3.44
	100	น้อยกว่า 3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	3.43

จากการศึกษากระบวนการผลิตเยลลี่หมากจองทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ ได้วิธีการผลิตที่เหมาะสมดังต่อไปนี้ คัดผลหมากจองแห้งแล้วนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง จากนั้นนำไปแช่น้ำรอจนวุ้นพองตัวเต็มที่ จากนั้นทำการแยกเปลือกและเมล็ดออก แล้วนำมายีและนวดผ่านตะแกรง หลังจากนั้นนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอด้วยอุณหภูมิ 80 °C นาน 10 นาที ผสมเข้ากับเยลลี่ในน้ำลำไยและน้ำมะขาม ที่เตรียมไว้ ตามภาคผนวก ก คนให้เข้ากัน บรรจุส่วนผสมที่ได้ ลงในแก้วพลาสติก ในขณะที่ร้อนโดยให้อุณหภูมิประมาณ 80±2 °C แล้วปิดฝาด้วยเครื่องปิดฝาแก้วพลาสติกกึ่งอัตโนมัติ ทำให้เย็นโดยการแช่ในถังน้ำแข็งผสมน้ำสะอาด โดยไม่ให้บริเวณฝาแก้วจมอยู่ใต้ระดับน้ำ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้แช่เข้าไปในแก้วเครื่องดื่ม เมื่อเย็นแล้วเช็ดทำความสะอาดแก้วแล้วเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 10 °C เพื่อนำไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บ

3.5 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุในเจลหมากจอง และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปหมากจอง

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหาร วิตามินและแร่ธาตุในเนื้อเจลหมากจอง และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปหมากจองประเภทเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋องโดยวิธีมาตรฐาน ได้ผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 ปริมาณสารอาหาร วิตามินและแร่ธาตุในเนื้อเจลหมากจอง และเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง

ชนิด	ในเจลหมากจอง (%wt)	เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง
ความชื้น	4.53 ± 0.05	-
ไขมัน	0.23 ± 0.03	0.0021
โปรตีน	3.21 ± 0.04	0.1259 ± 0.0064
เถ้า	6.42 ± 0.10	-
วิตามินบี 1 และบี 2	0.04, 0.06	0.01, 0.02
Ca	284.06 ± 2.99	135.45 ± 4.61
Cu	16.23 ± 0.73	7.18 ± 0.28
Fe	74.17 ± 0.24	22.5 ± 8.78
Pb	-	ไม่พบ
เส้นใย	90.20 ± 2.01	-

3.6 การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มแม่บ้านและการตรวจคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์จากเจลหมากจอง ให้แก่กลุ่มแม่บ้านบ้านแก้งเรือง อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี รวมทั้ง แม่บ้าน ครู และนักเรียน จากหมู่บ้านใกล้เคียง ในวันที่ 21 – 23 สิงหาคม 2550 (ภาคผนวก จ) ดังนี้

1. เจลหมากจองอบแห้ง
2. เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง
3. เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามพร้อมดื่ม
4. เยลลี่หมากจอง เยลลี่หมากจองในน้ำลำไย และเยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

1. วิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลในหมากจองโดยวิธี IC

ในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่เป็นองค์ประกอบหลักของเจลหมากจองพบว่า arabinose, galactose และ rhamnose เป็นองค์ประกอบหลัก ส่วน glucose, mannose และ xylose จะมีในเจลหมากจองเพียงเล็กน้อย โดยคำนวณเป็นอัตราส่วนของ arabinose : galactose : rhamnose เท่ากับ 1.5:1.0:1.0 คล้ายกับที่ทำการศึกษาโดย จิตราและคณะ (2007) และ Somboonpanyakul และคณะ (2007) ซึ่งได้รายงานปริมาณของกรด uronic ไว้ทั้งสองคน (9.65 และ 6.4% ตามลำดับ) นอกจากนี้แล้ว Somboonpanyakul และคณะ ได้ทำการศึกษาโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรตของหมากจองโดยวิธี Methylation hydrolysis พบว่ามีส่วนที่เป็น L-Ara*f*, 1,3-linked L-Ara*f*, 1,4-linked D-Gal*p*, 1,4-linked D-GalA*p* และมีกิ่งก้านเล็กน้อยที่เป็น 1,2,4-linked D-Gal*p* และ 1,2,3,4-linked Rham*p*

%Recovery ของการสกัดอยู่ระหว่าง 95.19 – 128.32 %

2. การสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

1. <u>ข้อมูลทั่วไป</u>

กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแก้งเรือง อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี เป็นกลุ่มแม่บ้านที่ผลิตผลิตภัณฑ์น้ำหมากจองพร้อมดื่ม ซึ่งเป็นน้ำใบเตยปรุงรสด้วยน้ำตาลและเติมวุ้นหมากจอง จากข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์สุขภาพชุมชน พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำหมากจองพร้อมดื่มของกลุ่มแม่บ้าน มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์โคลิฟอร์ม อีโคไล ยีสต์และรา ซึ่งคุณภาพไม่เป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 214 (พ.ศ.2543) และฉบับที่ 230 (พ.ศ.2544) เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามของคณะผู้วิจัย สรุปว่า กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแก้งเรืองมีศักยภาพสูงในการรวมกลุ่มและการผลิต แต่ยังขาดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านการผลิตอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุให้น้ำหมากจองพร้อมดื่มที่ทางกลุ่มผลิตขึ้น มีคุณภาพไม่เป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

2. <u>การจัดการวัตถุดิบ</u>

การเก็บเกี่ยววัตถุดิบหมากจองควรปล่อยให้เมล็ดหมากจองร่วงหล่นจากต้นเอง ซึ่งจะได้เมล็ดที่สมบูรณ์และมีคุณภาพดี ต้องสร้างจิตสำนึกไม่ให้โค่นต้นเพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต มีการจัดเก็บไว้ในที่แห้งและเย็นเพื่อป้องกันเชื้อราเจริญ ส่วนวัตถุดิบอื่นๆ ควรจัดซื้อจัดหามาจากแหล่งขายสินค้าในชุมชนหรือจังหวัดอุบลราชธานี เพื่อลดต้นทุนการผลิตและความสะดวกรวดเร็ว แต่วัตถุดิบบางอย่าง เช่น ขวดบรรจุและน้ำตาลทราย ซึ่งมีราคาขายปลีกแพง จึงจำเป็นต้องสั่งซื้อจากบริษัทผู้ผลิตในปริมาณมาก ดังนั้นต้องมีมาตรการในการเก็บรักษาวัตถุดิบเพื่อป้องกันการรบกวนจากสัตว์แทะและแมลง โดยให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต นอกจากนั้นน้ำที่ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำหมากจองพร้อมดื่ม ต้องมีคุณภาพเทียบเท่ากับน้ำที่ใช้เพื่อบริโภคและส่งตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์คุณภาพตามระยะเวลาที่เหมาะสมด้วย

3. <u>กระบวนการผลิต</u>

กระบวนการผลิตน้ำหมากจองพร้อมดื่มของกลุ่มแม่บ้าน ยังไม่เป็นไปตามหลักวิชาการผลิตที่ดี รวมทั้งขั้นตอนการทำความสะอาด การเตรียมวัตถุดิบ และการควบคุมกระบวนการผลิต โดยเฉพาะการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ ยังไม่มีความเหมาะสมทั้งอุณหภูมิและระยะเวลา จึงมีความจำเป็นต้องมีกระบวนการวิจัยและถ่ายทอด โดยฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการผลิตเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท

4. <u>การออกแบบปรับปรุงผังโรงเรือนและเครื่องมือในการผลิต</u>

ควรปรับปรุงผังโรงเรือน การวางตำแหน่งและติดตั้งเครื่องมือ รวมทั้งสาธารณูปโภคของสถานที่ผลิตให้เหมาะสมตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) โดยอนุโลม นอกจากนั้นควรมีทางระบายน้ำและบ่อซึมสำหรับรับน้ำจากทางระบายน้ำ มาตรการห้ามและป้องกันไม่ให้สัตว์เลี้ยงเข้าไปในอาคารผลิต ควรติดตั้งมุ้งลวดหรือตาข่ายกันแมลงเข้าไปในอาคารผลิต และควรจัดทำมาตรการและวิธีปฏิบัติต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อป้องกันการปนเปื้อนตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต

3. การศึกษาวิธีการและรูปแบบการเก็บรักษาเนื้อจากผลหมากจองแห้ง

1. ศึกษาการเก็บเนื้อหมากจองแห้งแยกเมล็ดในภาชนะบรรจุดัดแปลงบรรยากาศ

2. ศึกษาการเก็บเนื้อหมากจองแห้งแยกเปลือกและเมล็ดในภาชนะบรรจุดัดแปลงบรรยากาศ

3. ศึกษาการเก็บเนื้อหมากจองแห้งแยกเปลือกและเมล็ดชนิดผงโดยผ่านการกรองและบดในภาชนะบรรจุดัดแปลงบรรยากาศ

พบว่า การเก็บรักษา เจลหมากจองที่ดีที่สุดคือ การนึ่งรังถึง 100 °C นาน 20 นาที อบแห้งอุณหภูมิ 80 °C นาน 18 ชั่วโมง และการนึ่งความดันไอที่อุณหภูมิ 105°C นาน 15 นาที และอบแห้ง 60 °C นาน 18 ชั่วโมง จะมีอายุการเก็บรักษา 1 ปี ค่าการพองตัวจะลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเจล หมากจองอบแห้งเพิ่มขึ้น

4. พัฒนาผลิตภัณฑ์และวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่จากผลหมากจอง

1. เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง

พบว่า เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋องได้มาตรฐานและยังคงมีอายุ 12 สภาวะคือ 1) ต้ม 100 °C 30 นาที 2) นึ่งความดันไอ 110 °C 10 นาที และ 3) นึ่งความดันไอ 110 °C 20 นาที

2. เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามพร้อมดื่ม

พบว่า เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามพร้อมดื่ม อุณหภูมิการต้มที่ 80 ° C นาน 10 นาที ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาได้มาตรฐานและผลการตรวจวิเคราะห์หา MPN Coliforms ตามอายุผลิตภัณฑ์ 14 วัน ได้มาตรฐาน (MPN Coliforms น้อยกว่า 3)

3. เยลลี่หมากจอง

ก) การพัฒนาเยลลี่หมากจอง

ข) การพัฒนาเยลลี่หมากจองในน้ำลำไย

ค) การพัฒนาเยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม

เยลลี่หมากจอง เยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม และเยลลี่หมากจองในน้ำลำไยอุณหภูมิการต้มที่ 80 ° C นาน 10 นาที ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาได้มาตรฐานและผลการตรวจวิเคราะห์หา MPN Coliforms ตามอายุผลิตภัณฑ์ 14 วัน ได้มาตรฐาน (MPN Coliforms น้อยกว่า 3)

จากการศึกษาวิธีการและรูปแบบการเก็บรักษาเนื้อจากผลหมากจองแห้งและ พัฒนาผลิตภัณฑ์และวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่จากผลหมากจอง สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ได้โดย 1) การนึ่งรังถึง 20

นาที 2) ต้มฆ่าเชื้อ 100 °C 30 นาที 3) นึ่งความดันไอที่อุณหภูมิ 105 °C (5 ปอนด์/ตารางนิ้ว) และ 4) นึ่งความดันไอที่อุณหภูมิ 110 °C (10 ปอนด์/ตารางนิ้ว) สภาวะเหล่านี้เพียงพอต่อการฆ่าเชื้อในอุตสาหกรรมอาหาร และช่วยลดพลังงานและต้นทุนการผลิต ทั้งนี้ยังเหมาะสำหรับกลุ่มแม่บ้านด้วย

5. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุในเจลหมากจอง และผลผลิตที่ได้จากการแปรรูปหมากจอง

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหาร วิตามินและแร่ธาตุในเนื้อเจลหมากจอง และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปหมากจองประเภทโดยวิธีมาตรฐาน ได้ผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.12

เมื่อศึกษาการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุในเจลหมากจอง และเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง สามารถสรุปได้ดังตาราง

ชนิด	**เจลหมากจอง (%wt)**	**เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง**
ความชื้น	4.53	-
ไขมัน	0.23	0.0021
โปรตีน	3.21	0.1259
เถ้า	6.42	-
วิตามินบี 1 และบี 2	0.04, 0.06	0.01, 0.02
Ca	284.06	135.45
Cu	16.23	7.18
Fe	74.17	22.5
Pb	-	ไม่พบ
เส้นใย	90.20	-

เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย. 1003. รังนก. http:/www.anamai.moph.go.th/nutria/1675/Html/menu13/ml 306. html.

เกรียงไกร สร้อยนาค และ คณะ.2546. รายงานวิจัย การศึกษาผลิตน้ำมากจองพร้อมดื่ม.โครงการส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์สุขภาพในชุมชน จังหวัดอุบลราชธานี.

ทวี โพธิผละ. 2539. เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีอาหารและเครื่องดื่ม. สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 552 น.

นิรนาม.2546.จากเว็บไซต์ http:/www.pharm.cula.ac.th/surapong/carbohydrate/sld251.html.

นิรนาม.2546.จากเว็บไซต์ http:/www.tungsong.com/mody-ifetsgcity/samunpai/Drink/somrong/somrong.html

ปราณี อ่านเปรื่อง.2541. ทฤษฎีการผลิตน้ำผลไม้บรรจุขวดพร้อมดื่ม และความรู้เกี่ยวกับการขอขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร และใบอนุญาตตั้งโรงงานอาหาร. อาหาร. 28(3) ก.ค.-ก.ย. 157-166.

เพชร กตัญญูกุล. 2543. หลักการแปรรูปผักผลไม้. กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร.โรงพิมพ์ ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. 96 น.

แม้น อมรสิทธิ์ และ อมรเพชรสม. 2534. Principle and Techniques of Instrumental Analysis. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สถิระ หิรัญ. 2545. การสกัดและการใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากแครอท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Anonymous.1992. Standard Method for the Examination of wastewater. 18th ed. American public Health Association, Washington, D.C. p.2-1 to 2-75,p.3-103, p.4-1 to 4-135.

Christain G.D. 1980. Analytical chemistry 3 rd ed. Jhon wiley & son. Inc., New York.p.590-591.

Diaz, C., J.E. Conde, D. Estevez, S.J.P. Olivero and J.P.P, Trujillo. 2003. Agric. Food Chem. 51:4303-4307.

Elliot. R.P., D.S. Clark, K.H. Lewis, H. Lundbeck, J.c. Olson and B. Simonsen. 1998. Microorganisms in Foods.; Their Significance and Methods of enumeration. 2 nd ed. University of Toronto press. Toronto. P. 126-136, 163-169, 225-227, 267-270.

Garcia-Ayos, L.E., J. Velasco , M.C. Dobarganes and Luque de Castro. 1999. J. Agric. Food. Chem. 47(6):2308-2315.

Greenberg, A.E., L.S Clescerl and A.D. Eaton. 1998. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 20 th ed. American. Public. Health. Association, Washington, D.C. p.9-11 to p. 9-95.

Mattila , P., P. Salo-Väänänne, K. Könkö, H. Aro and T. Jalava. 2002. J. Agric. Food. Chem.50(22) : 4619-4622.

Nollet, L.M.L., 1996. Handbook of Food Analysis. Vol. l. Marcel Dekker, Inc. New York. P 345.

Official Methods of Analysis of the Association the Official Analytical Chemist, 1990, volume 1-2.

Ohashi, M., Murakami, H., Kudoh, Y. and Sakai, S. 1978. Manual for the Laboratory diagnosis of bacterial food poisoning and the assessment of the sanitation quality of food. SEAMIC, Publication No. 12, Tokyo.123p.

Vantomme, p., A. Markkula and R.N. Lesliue.2002. Non-wood Forest Products in 15 Countries of Tropical Asia :An Overview. Forestry Department Headquarters FAO, Rome

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การเตรียมน้ำผลไม้

น้ำมะขาม

ส่วนผสม

มะขามเปียก

น้ำสะอาด

วิธีทำ

1. นึ่งมะขามเปียกที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 10 นาที
2. นำมาคั้นน้ำแยกกาก แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางเอาแต่น้ำ

น้ำมะนาว

ส่วนผสม

น้ำมะนาว	90	g
น้ำตาลทราย	154	g
น้ำสะอาด	1	L

วิธีทำ

1. นำผลมะนาวมาล้างด้วยน้ำสะอาด และล้างในน้ำผสมด่างทับทิม โดยน้ำด่างทับทิมจะมีสีม่วงเล็กน้อย หรือใส่ด่างทับทิม 4-8 เกล็ดต่อน้ำ 1 L แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดซ้ำอีก 1 ครั้ง ผ่ามะนาวเป็น 2 ซีก แล้วคั้นเอาน้ำมะนาวออกมา โดยระวังน้ำมันจากเปลือกมะนาวปนลงไป ซึ่งจะทำให้เกิดรสขม
2. นำน้ำสะอาด 1 g ใส่หม้อต้มให้เดือดแล้วยกลง ใส่น้ำมะนาว 90 g น้ำตาลทราย 154 g และเกลือ 1 g ลงไป คนผสมให้น้ำตาลทรายและเกลือละลาย
3. กรองด้วยผ้าขาวบางแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำสะอาดเป็น 1 L อาจกรองโดยใช้ผ้าขาวบางอีกครั้งถ้ามีเศษฝุ่นผง
4. นำไปพาสเจอร์ไรซ์โดยใช้หม้อต้ม 2 ชั้นที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 10 นาที
5. ยกลงเตรียมสำหรับการบรรจุ

น้ำลำไย

ส่วนผสม

เนื้อลำไย	30	g
น้ำสะอาด	1	L

วิธีทำ

1. ล้างลำไยแห้งให้สะอาดนำไปแช่ในน้ำตาลที่ตวงไว้ตามส่วน
2. ต้มจนหอมประมาณ 20-30 นาที จนกว่าเนื้อลำไยจะบานพองตัวกรองเอาแต่น้ำ

เยลลี่หมากจอง

ส่วนผสม

เนื้อหมากจองนึ่งแล้ว	310	g
ผงเยลลี่	40	g
น้ำสะอาด	2,000	g
น้ำตาลทราย	600	g
กรดซิตริก	2.5	g

วิธีทำ

1. เตรียมผงเยลลี่โดยแบ่งน้ำตาลมา ¼ ส่วน (75 g) กับผงเยลลี่คนให้เข้ากันก่อนเพื่อให้ผงเยลลี่กระจายตัว (ป้องกันการจับตัวเป็นก้อนระหว่างต้ม)
2. ต้มน้ำให้อุณหภูมิไม่เกิน 50 ° C เติมผงเยลลี่ในข้อ 1 ลงในน้ำคนอย่างรวดเร็วระวังอย่าให้เป็นเม็ด พัก 5 นาที
3. เติมน้ำตาลที่เหลือและหมากจอง ต้มส่วนผสมที่อุณหภูมิ 75-80 ° C นาน 3-5 นาที
4. ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 50-60 ° C เติมกรดมะนาวและคนให้เข้ากัน
5. แล้วบรรจุขณะร้อนในถ้วยแล้วนำไปซีลปิดฝา ทำให้เย็นโดยทันที

เยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม

ส่วนผสม

เนื้อหมากจองนึ่งแล้ว	310	g
ผงเยลลี่	40	g
น้ำสะอาด	1.5	L
น้ำตาลทราย	600	g
น้ำมะขาม	500	g

วิธีทำ

1. เตรียมผงเยลลี่โดยแบ่งน้ำตาลมา ¼ ส่วน (75 g) กับผงเยลลี่คนให้เข้ากันก่อนเพื่อให้ผงเยลลี่กระจายตัว (ป้องกันการจับตัวเป็นก้อนระหว่างต้ม)
2. เตรียมน้ำมะขาม ต้มให้อุณหภูมิไม่เกิน 50 ° C เติมผงเยลลี่ในข้อ 1 ลงในน้ำคนอย่างรวดเร็วระวังอย่าให้เป็นเม็ด พัก 5 นาที
3. เติมน้ำตาลที่เหลือและหมากจอง ต้มส่วนผสมที่อุณหภูมิ 75-80 ° C นาน 3-5 นาที
4. ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 50-60 ° C
5. แล้วบรรจุขณะร้อนในถ้วยแล้วนำไปซีลปิดฝา ทำให้เย็นโดยทันที

เยลลี่หมากจองในน้ำลำไย

ส่วนผสม

เนื้อหมากจองนึ่งแล้ว	310	g
ผงเยลลี่	40	g
น้ำลำไย	2	L
น้ำตาลทราย	600	g

วิธีทำ ทำเช่นเดียวกับเยลลี่หมากจองแต่ไม่ใส่กรดมะนาวเพราะรสชาติไม่เข้ากัน

ภาคผนวก ข
การตรวจสอบทางจุลชีววิทยา

<u>การตรวจวิเคราะห์หา *E. coli* ในเครื่องดื่ม</u>

1. เขย่าขวดตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วเพื่อให้ตัวอย่างเข้ากัน ปิเปตตัวอย่างลงในหลอดอาหาร Lauryl sulphate tryptose broth (LST) ความเข้มข้น 2 เท่า จำนวน10 หลอดๆ ละ10 มล. นำไปอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 °C, 24 $\pm$ 2 ถึง 48 $\pm$ 3 ชั่วโมง สังเกตการเกิดกรดในหลอด LST broth และการเกิดก๊าซ ในหลอด durham tube อ่านผลเป็นหลอดที่ให้บวก

2. เขย่าหลอด LST broth ที่ให้ผลบวกโดยใช้ vortex mixer แล้วถ่ายเชื้อลงในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ EC broth หลอดละประมาณ 1 loop full นำไปบ่มเพาะเชื้อที่ 44.5 ± 0.2 °C ใน water bath, 24 $\pm$ 2 ชั่วโมง หลอดที่มีก๊าซในหลอด durham tube อ่านผลเป็นหลอดที่ให้ผลบวก ถ้าไม่เกิดก๊าซให้บ่มต่ออีกให้ครบ 48 $\pm$ 2 ชั่วโมง แล้วสังเกตผล

3. เขย่าหลอด EC broth ที่ให้ผลบวกโดยใช้ vortex mixer จากนั้นใช้ loop จุ่มลงไปในหลอด EC broth ที่ให้ผลบวก นำมาขีดแยกเชื้อ (streak) บน EMB agar พร้อมกับทำ positive control โดยเชื้อมาตรฐาน บ่มเพาะเชื้อที่ 35 °C, 18-24 ชั่วโมง สังเกตลักษณะโคโลนีเฉพาะ (Typical colony) จะเป็นสีดำหรือน้ำเงินเข้ม มีหรือไม่มีประกายสีเขียวเหลือบคล้ายรอยตัดของแท่งโลหะ (green black with metallic sheen)

4. นำโคโลนีที่สงสัยไปทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมีดังนี้

<u>ทดสอบการใช้ citrate</u>: pick colony ที่สงสัยจาก EMB agar มา streak ลงบน Simmons' citrate agar (slant) บ่มเพาะเชื้อที่ 35 °C, 48 $\pm$ 3 ชั่วโมง

<u>การอ่านผล</u> : ให้ผลลบเนื่องจาก *Escherichia coli* ไม่สามารถใช้ citrate ได้ สีของ Bromthymolblue ซึ่งเป็น indicator ใน Simmons' citrate agar (slant) จะไม่เปลี่ยนสีจึงมีสีเขียวเหมือนเดิม

<u>ทดสอบการใช้น้ำตาล</u> : pick colony ที่สงสัยจาก EMB agar มา stab และ streak ลงบนTSI agar (slant) บ่มเพาะเชื้อที่ 35 °C, 24 ชั่วโมง

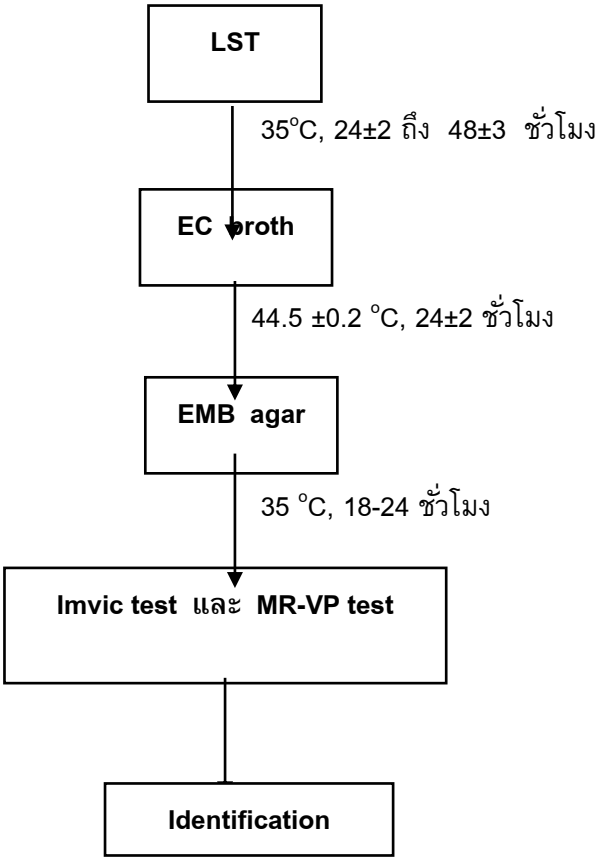
<u>การอ่านผล</u>: *Escherichia coli* สามารถใช้น้ำตาลได้ทั้ง 3 ตัว (แลคโตส, ซูโครส และเด็กซ์โตส) ทำให้เกิดสภาวะกรดทั้งใน slant และ butt สีของ phenol red ซึ่งเป็น indicator จะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลืองทั้ง slant และ butt ได้ผลเป็น butt-acid, slant-acid, with or without gas

<u>การทดสอบ indole</u>: pick colony ที่สงสัยจาก EMB agar ลงใน 5 มล. 1% tryptone broth บ่มเพาะเชื้อที่ 35 °C, 24 ชั่วโมง ทดสอบการเกิด indole โดยหยดด้วย Kovac's reagent ประมาณ 0.2-0.3 mL

<u>การอ่านผล</u>: หลอดที่ให้ผลบวกจะเกิดสีแดงอมม่วงลอยอยู่ที่ส่วนบนของ 1% tryptone broth

<u>การทดสอบ MR-VP</u> : pick colony ที่สงสัยจาก EMB agar ลงใน MR-VP broth บ่มเพาะเชื้อที่ 35 °C, 48$\pm$2 ชั่วโมง ทดสอบ VP โดย หลังจากบ่มแล้วแบ่ง 1 มล. MR-VP broth ลงใน tube 13x100 มม. เติม α-naphthal solution 0.6 mL และ 40% KOH 0.2 มล. แล้วเขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ถ้าผลบวกได้เป็นสีชมพู (Eosin pink color) หลังจากทดสอบ VP แล้วบ่ม MR-VP broth ที่ pick colony แล้วบ่มต่ออีกที่ 35°C, 48$\pm$2 ชั่วโมง แล้วทดสอบ MR โดยหยด methyl red solution 5 หยด สังเกตดูการเปลี่ยนสี ถ้าเป็นสีแดง (Red color) ให้ผลเป็นบวก ถ้าเป็นสีเหลือง ผลเป็นลบ

ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *Escherichia coli* ในเครื่องดื่ม



MPN (Most Probable Number) สำหรับแบคทีเรียกลุ่ม Coliforms ต่อตัวอย่าง 100 mL
ใช้ตัวอย่าง 10 mL 10 หลอด

Number of positive tubes 10 ml.	MPN / 100 ml.
0	< 1.1
1	1.1
2	2.2
3	3.6
4	5.1
5	6.9
6	9.2
7	12.0
8	16.1
9	23.0
10	>23.0

<u>การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ Salmonellae ในเครื่องดื่ม</u>

1. เขย่าขวดตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วเพื่อให้ตัวอย่างเข้ากัน ให้เทตัวอย่างเครื่องดื่ม 50 mL ใส่ลงในขวด duran ที่บรรจุอาหาร Trypticase soy broth ความเข้มข้น 2 เท่า (double strength) 50 mL นำไปบ่มเพาะเชื้อที่ 35 °C 24 ชั่วโมง

2. Selective enrichment

2.1 ถ่ายเชื้อจาก Trypticase soy broth ในข้อ 10.4.1 จำนวน 1 mL ลงใน 10 มิลลิลิตรของ Tetrathionate broth ซึ่งเติมสารละลายไอโอดีนร้อยละ 2 ผสมให้เข้ากันโดยใช้ vortex mixer นำไปบ่มเพาะเชื้อที่ 35 °C 24 ชั่วโมง

3. Selective growth

3.1 Transfer 1 loopful จาก Tetrathionate broth ในข้อ 2.1 มา streak ลงบน HE agar และ XLD agar พร้อมกับทำ positive control โดยใช้เชื้อมาตรฐาน นำไปบ่มเพาะเชื้อที่ 35 °C 24 ชั่วโมง สังเกตดูลักษณะโคโลนีเฉพาะ (typtical colony) ของ salmonellae โดย HE agar โคโลนีมีลักษณะสีเขียวใส มีหรือไม่มีจุดดำกลางโคโลนี แต่ salmonellae บาง species (พบน้อยมาก) จะมีโคโลนีสีเหลืองมีหรือไม่มีจุดดำกลางโคโลนี สำหรับ XLD agar โคโลนีจะเป็นสีชมพู แดงมีหรือไม่มีจุดดำกลางโคโลนี แต่ salmonellae บาง species (พบน้อยมาก) โคโลนีสีเหลืองมีหรือไม่มีจุดดำกลางโคโลนี

4. Presumptive Identification

4.1 Screening Biochemical reaction test

4.1.1 pick โคโลนีที่สงสัยจาก XLD หรือ HE ในข้อ 10.6.1 ไปทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมีโดย streak และ stab ลงใน Triple Sugar Iron (TSI) agar ส่วนใน

MIL medium ให้ stab ลงไปเพื่อทดสอบการเคลื่อนที่บ่มเพาะเชื้อที่ 35 °C 24 ชั่วโมง

4.1.2 Salmonellae ส่วนใหญ่ จะให้ผลบวกบน TSI agar เป็น butt-acid , slant-alkaline อาจมีหรือไม่มี H_2S, gas ส่วนใน MIL medium จะให้ผล

Lysine decarboxylase = + (สีม่วงเหมือนเดิม)

Indole = - (สีเหลืองที่ด้านบนของ Medium)

Motility = + (เคลื่อนที่)

*(*Salmonellae* บาง species อาจได้ผลทางชีวเคมีที่แตกต่างกันไปจากนี้บ้าง รายละเอียดเพิ่มเติมศึกษาได้จากเอกสารอ้างอิงในข้อ 3.0)

5. Serological test

5.1 ใช้ปากกา permanent ขีด แผ่นสไลด์เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกให้หยด Sodium chloride 0.85% aqueous solution ลงไป 1 หยด ส่วนที่สองหยด Salmonellae polyvalent A-l antisera ใช้ loop เขี่ยเชื้อที่สงสัยผสมกับทั้งสองส่วน สังเกตดูการตกตะกอน ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

5.2 ถ้าไม่เกิดการตกตะกอนใน Salmonellae polyvalent A-l antisera ให้ทดสอบด้วย Salmonellaepolyvalent A-67 antisera

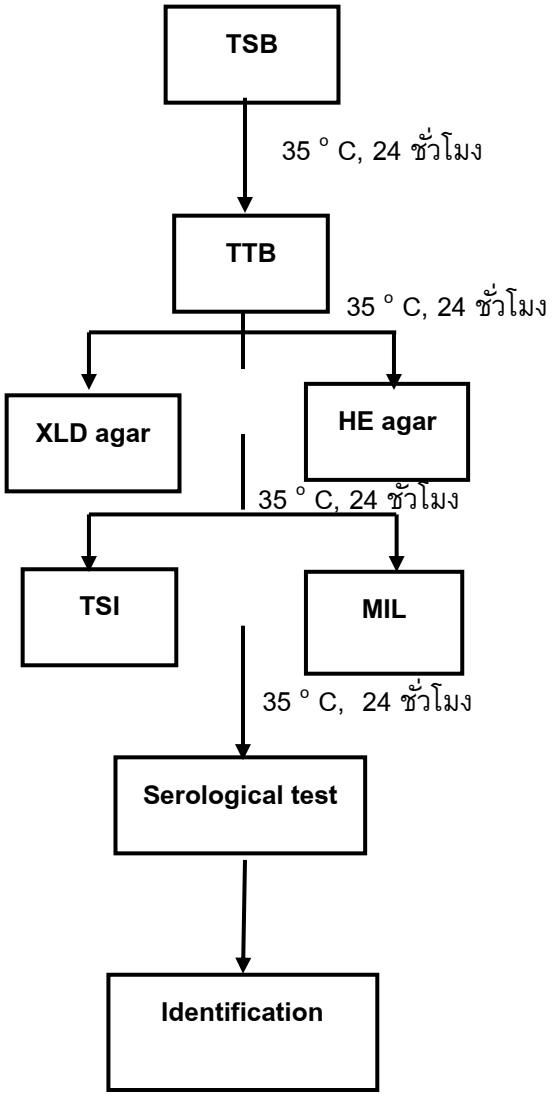
5.3 โคโลนีที่ทดสอบกับ Salmonellae polyvalent A-l หรือ A-67 antisera แลเกิดการตกตะกอนจะนำมาทดสอบกับ Salmonellae individual o antisera groups (A, B, C, D และ E) โดยทดสอบทีละกลุ่ม กลุ่มที่ให้ผลบวกจะเกิดการตกตะกอน

5.3.1 ถ้าทดสอบแล้วไม่เกิดการตกตะกอนกับ Salmonellae polyvalent A-l หรือ A-67 antisera ต้องนำไปทดสอบกับVi antiserum ถ้าให้ผลบวกแสดงว่าเป็น Salmonellae typhi (groupD) หรือ Salmonellae paratyphi C (group C) ซึ่งจะต้องทดสอบกับVi –group C หรือ D อีกครั้ง

6. Confirmation Identification

6.1 นำไปตรวจพิสูจน์ยืนยัน อีกครั้งด้วยการทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมีเพิ่มเติม (Additional Biochemical reaction test) กลุ่มงานพยาธิวิทยาคลินิก ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์อุบลราชธานี ก่อนที่จะรายงานว่า พบ/ไม่พบ Salmonellae ในตัวอย่างนั้น

ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *Salmonellae* ในเครื่องดื่ม



การตรวจวิเคราะห์เชื้อ *C. perfringens* ในเครื่องดื่ม

1. Enrichment

เขย่าขวดตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วเพื่อให้ตัวอย่างเข้ากัน ให้ปิเปตตัวอย่างเครื่องดื่ม10 mL ใส่ลงในหลอดฝาเกลียวที่บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อ Cooked meat medium (ในกรณีที่ Cooked meat medium ไม่ได้เตรียมเสร็จใหม่ๆ ต้องต้มไล่อากาศนาน 15 นาที) นำไปอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 °C, 24 ชั่วโมง

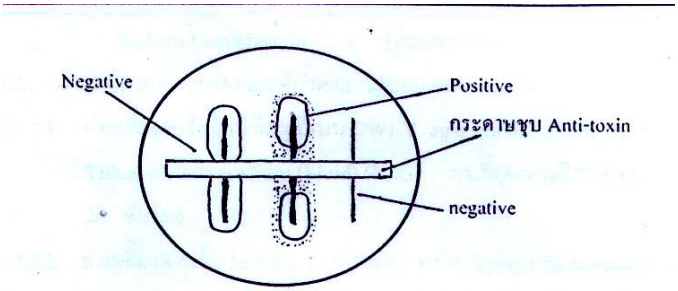
2. Selective growth

ถ่ายเชื้อ 1 loopful จากหลอดแก้วในข้อ 1.1 มาทำการขีดแยกเชื้อ (streak) ลงบน CWEY agar plate นำไปบ่มเพาะเชื้อในสภาพไร้อากาศที่ 35 °C 24 ชั่วโมง สังเกตดูลักษณะโคโลนีเฉพาะ (typical colony) ของ *C. perfringens* เป็นโคโลนีสีเหลืองขุ่น ล้อมรอบด้วย zone ขุ่นทึบสีครีม (opaque zone) ซึ่งเกิดจากการที่เชื้อใช้น้ำตาล lactose และปฏิกิริยาของเอนไซม์ lecithinase ที่เชื้อสร้างขึ้น

3. Identification pick colony ที่สงสัยไปทดสอบยืนยันผลได้ 2 วิธี คือ

1. Nagler's reaction (lecithinase inhibition test)

เขี่ยโคโลนีที่สงสัยขีดเป็นเส้นตรงจากขอบด้านหนึ่งของ CWEY agar plate ไปยังขอบอีกด้านหนึ่ง จากนั้นนำกระดาษซึ่งชุบ antitoxin ของ *C. perfringens* ไปวางทับขวางรอยขีด โดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อ นำไปบ่มเพาะเชื้อในสภาพไร้อากาศที่ 35 °C 24 ชั่วโมง เชื้อ *C. perfringens* จะให้ผลบวกดังรูป



2. ทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมี (Biochemical test)

2.1 การทดสอบกับ Lactose test และ Motility-nitrate test ขั้นตอนดังนี้

2.1.1 เขี่ยเชื้อจากโคโลนีที่สงสัยบน CWEY agar แล้ว stab ลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ ทั้ง Lactose gelatin medium และ Motility-nitrate medium โดยอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งสองนี้ต้องเตรียมใหม่หรือต้มไล่อากาศก่อนนำมาใช้

2.1.2 นำหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อทั้ง 2 ชนิด ที่เขี่ยเชื้อแล้วไปบ่มเพาะเชื้อที่ 35 °C 24 - 48 ชั่วโมง

2.1.3 สังเกตผลหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ Motility-nitrate medium คือ มีการเจริญของเชื้อเฉพาะเส้นที่ stab ลงไป เนื่องจาก *C. perfringens* จะไม่เคลื่อนที่ (non motile) และให้ผลบวกสำหรับ nitrate เมื่อเติมสารละลาย A 0.5 มิลลิลิตร และสารละลาย B 0.2 mL โดยมีสีม่วงแดงเกิดขึ้นภายใน 5 นาที ในกรณีที่เติมสารละลายทั้ง 2 ชนิด แล้วไม่มีสีเกิดขึ้นให้เติม Zinc dust จำนวนเล็กน้อยลงไปในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าว แล้วทิ้งไว้ 2-3 นาที ถ้ายังไม่มีสีม่วงแดงเกิดขึ้น แสดงว่าเชื้อ *C. perfringens* สามารถเปลี่ยน nitrate เป็น NH_3 หรือ N_2 โดยสมบูรณ์แล้ว (=ให้ผลบวก) ถ้าเป็นม่วงแดง แสดงว่า nitrate ไม่ได้ถูกรีดิวซ์ (=ให้ผลลบ)

2.1.3.1 การทดสอบ Lactose test และ Motility-nitrate test ของเชื้อ *C. perfringens* จะให้ผล

Motility	-	(ไม่เคลื่อนที่)
Nitrate reduction	+	(ไนเตรตถูกรีดิวซ์)
Lactose Fermentation	+	(ย่อยสลายน้ำตาลแลคโตส)
Gelatin Lequefaction	+	(ย่อยสลายเจลาติน)

สรุปว่า พบ เชื้อ *C. perfringens* **<u>หากไม่ให้ผลไม่ครบตรงตามลักษณะปฏิกิริยาข้างต้น ให้ทำการทดสอบ การเฟอร์เมนต์น้ำตาล raffinoseและ salicin ต่อไป ตามข้อ 2.1.3.2</u>**

2.1.3.2 การทดสอบการเฟอร์เมนต์น้ำตาล raffinoseและ salicin ทำการทดสอบเพิ่มเมื่อผลการทดสอบ *Lactose test และ Motility-nitrate test* ไม่ตรงตามลักษณะของเชื้อ *C. perfringens*ขั้นตอนดังนี้

1) ถ่ายเชื้อจากโคโลนีที่สงสัยบน CWEY agar typical colony ลงใน Thioglycollate medium (Fluid) (FTG) บ่มที่อุณหภูมิ 35 °C 24 ชั่วโมง

2) ถ่ายเชื้อ (จากข้อ 1) 0.1 มล. ลงใน Spray's fermentation

3) medium containing 1% raffinose บ่มที่อุณหภูมิ 35°C 96 ชั่วโมง และ Spray's fermentation medium containing 1% Salicin บ่มที่อุณหภูมิ 35 °C 24 ชั่วโมง

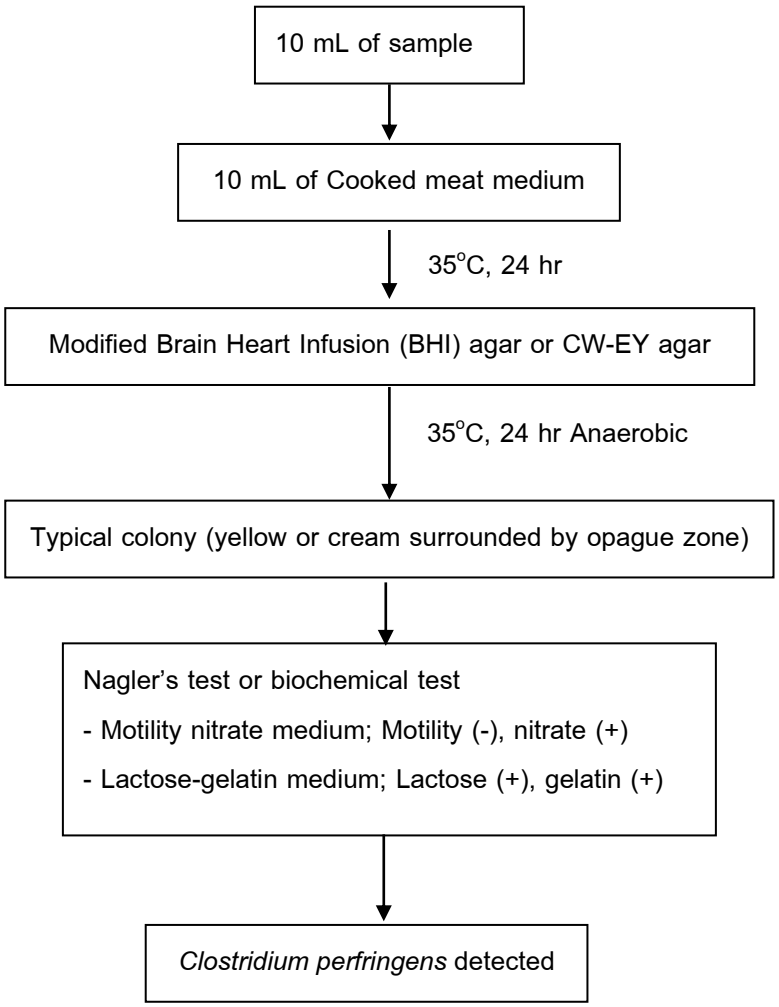
3) เมื่อครบเวลา นำมาทดสอบการเกิดกรด ซึ่งทดสอบได้ 2 วิธี คือ 1. ทดสอบกับ Bromthymol blue indicater, 0.04% ปิเปตเชื้อจากอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละหลอด (ในข้อ 2) 1 mL ใส่ในหลอดทดลอง หรือ หยดลงในจานเพาะเชื้อ จากนั้นหยด 0.04% Bromthymol blue 1 ถึง 2 หยด ลงไป การอ่านผล สังเกตสี ผลบวก คือ จะเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองหรือสีเขียวใส (a slight green) ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี แสดงว่าให้ผลลบ

2. ทดสอบกับ Bromthymol blue test paper ใช้ ลูปที่เป็น platinum ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 mL ถ่ายเชื้อ จากอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละหลอด (ในข้อ 10.6.2.2.3) แตะลงบนกระดาษ Bromthymol blue test paper การอ่านผล ผลบวก คือ ไม่เปลี่ยนสี หรือ เปลี่ยนสีเป็นสีเขียวใส (a slight green)

สรุปว่าพบ *C. perfringens* เมื่อ

raffinose	+	(เฟอร์เมนต์น้ำตาล raffinose เกิดกรด)
salicin	-	(ไม่เฟอร์เมนต์น้ำตาล salicin ไม่เกิดกรด)

Detection of *Clostridium perfringens* in beverage



การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในเครื่องดื่ม

วิธีดำเนินการ (Procedures)

1. Enrichment

1.1 เขย่าขวดตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วเพื่อให้ตัวอย่างเข้ากันเทตัวอย่างเครื่องดื่ม 50 mL ใส่ลงใส่ลงในขวด duran ที่บรรจุอาหาร TSB + 10% NaCl + 1 % sodium pyruvate ความเข้มข้น 2 เท่า (double strength) 50 mL

1.2 นำไปบ่มเพาะเชื้อที่ 35 °C 48 ชั่วโมง

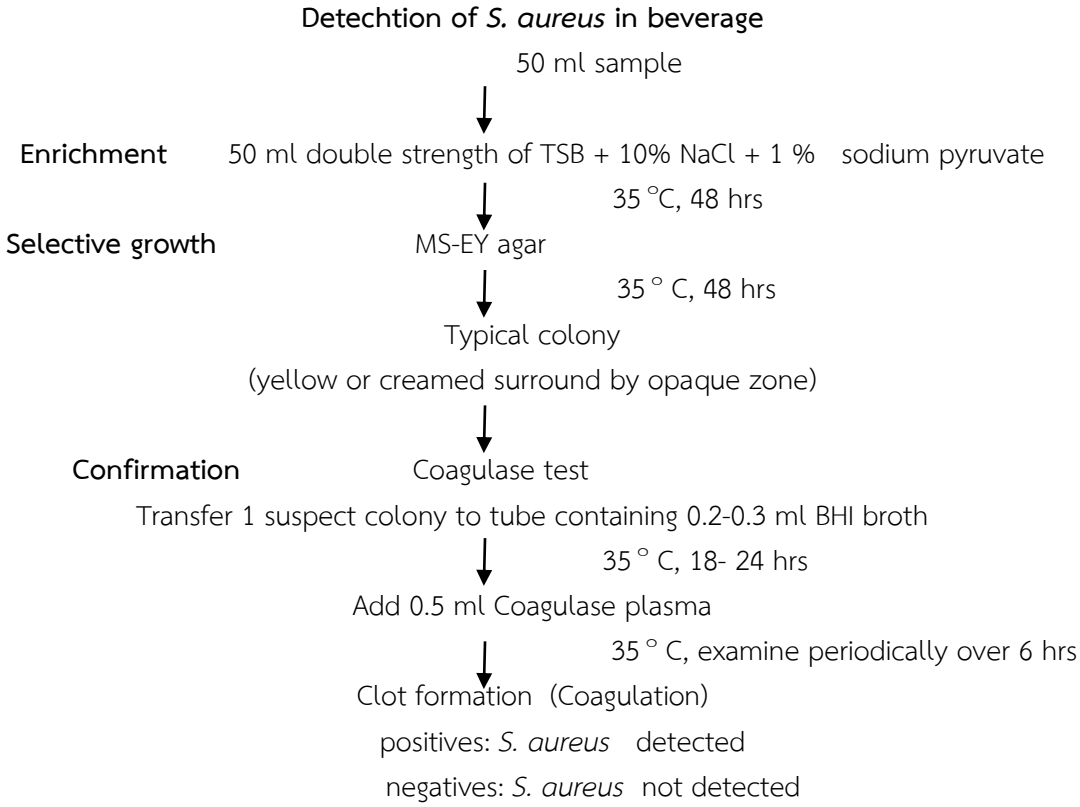
2. Selective growth

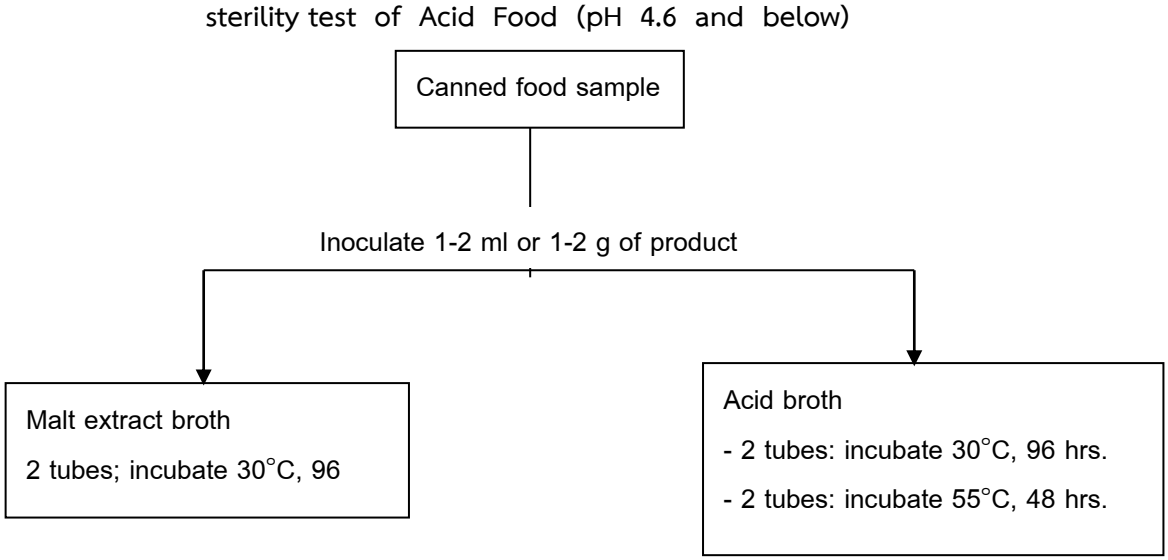
2.1 Transfer 1 loopful streak ลงบน MSEY agar plate พร้อมกับทำ positive control โดยใช้เชื้อมาตรฐาน *S. aureus* นำไปบ่มเพาะเชื้อ ที่ 35 °C 48 ชั่วโมง สังเกตดูลักษณะโคโลนีเฉพาะ (typtical colony) ของ *S. aureus* เป็นโคโลนีสีเหลืองใส ล้อมรอบด้วย zone ขุ่นทึบสีครีม (opaque zone)

3. Identification

3.1 pick colony ที่สงสัยไปทดสอบยืนยันด้วย coagulase test โดยเขี่ยโคโลนีที่สงสัยลงใน BHI agar บ่มเพาะเชื้อที่ 35 °C 18 - 24 ชั่วโมง

3.2 ปิเปต 0.5 mL Coagulase plasma + EDTA ลงในข้อ 10.2.6.1 บ่มเพาะเชื้อที่ 35 °C สังเกตการจับกันเป็นก้อน (clot) ของ plasma ใน ชั่วโมงที่ 6 ถ้าไม่เกิดการ clot ให้ดูผลอีกครั้งใน ชั่วโมงที่ 24 ถ้าเกิดการ clot ให้รายงาน ผล coagulase test positive และให้รายงานผลว่า พบ *S. aureus*





ภาคผนวก ค

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ 213) พ.ศ.2543

เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง แยม เยลลี่ และ มาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(3)(4)(5)(6)(7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและ เสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่ง ราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 89 (พ.ศ.2528) เรื่อง แยม เยลลี่ และ

มาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ.2528

ข้อ 2 ให้แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ 3 ในประกาศนี้

“แยม” หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากส่วนประกอบผลไม้ซึ่งอาจเป็นผลไม้ทั้งผล

ผลไม้เป็นชิ้น เนื้อผลไม้ หรือผลไม้ปั่น ผสมกับน้ำตาลหรือจะผสมน้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้เข้มข้นด้วยก็ได้ และทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ

“เยลลี่” หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ล้วนที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจาก

ผลไม้ หรือทำจากน้ำผลไม้ล้วนที่ผ่านกรรมวิธี หรือทำให้เข้มข้น หรือแช่แข็ง ซึ่งผ่านการกรองและผสมกับน้ำตาลทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ ทั้งนี้ให้รวมถึงเยลลี่ที่อยู่ในลักษณะแห้งด้วย

“มาร์มาเลด” หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากผลไม้ตระกูลส้มซึ่งอาจเป็นผลไม้ทั้งผล ผลไม้เป็นชิ้น เนื้อผลไม้ หรือผลไม้ปั่นผสมกับเปลือกหรือเนื้อผลไม้ชิ้นบาง ๆ และน้ำตาล หรือจะผสม น้ำผลไม้ตระกูลส้มด้วยก็ได้ และทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ

เพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติตามประกาศนี้ คำว่า “ผลไม้” ให้หมายความรวมถึงผักที่เหมาะสมในการใช้ทำแยมและเยลลี่ซึ่งสด ไม่เน่าเสีย ไม่เป็นโรค หรือมีรา ล้างกำจัดผงฝุ่นละออง สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและสิ่งอื่นที่ติดปนมาด้วยแล้ว

ข้อ 4 แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกลิ่นรสตามลักษณะเฉพาะของแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด แล้วแต่กรณี

(2) มีสารที่ละลายได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของน้ำหนัก

(3) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 2.8 ถึง 3.5

(4) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(5) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(6) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่อแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด 1 กรัม แล้วแต่กรณี โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

(7) ไม่มีวัตถุที่ให้ความหวานชนิดอื่นนอกจากน้ำตาล

(8) ตรวจพบสารปนเปื้อนดังต่อไปนี้ได้ไม่เกิน

(8.1) ตะกั่ว 1 มิลลิกรัม ต่อแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด 1 กิโลกรัม

(8.2) ดีบุก 250 มิลลิกรัม ต่อแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด 1 กิโลกรัม (คำนวณเป็น Sn)

ข้อ 5 แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 4 แล้ว ให้มีคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้ด้วย คือ

(1) แยมที่ทำจากผลไม้ชนิดเดียว ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของน้ำหนัก เว้นแต่ผลไม้ดังต่อไปนี้ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้ตามที่กำหนด ดังนี้

(1.1) ฝรั่ง ให้มีไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 ของน้ำหนัก

(1.2) เนื้อมะม่วงหิมพานต์ ให้มีไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

(1.3) กระเจี๊ยบ ขิง มะม่วง ให้มีไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของน้ำหนัก

(2) แยมที่ทำจากผลไม้ 2 ชนิด ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้หลักไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 แต่ไม่เกินร้อยละ 75 ของผลไม้ที่เป็นส่วนประกอบทั้งหมด

(3) แยมที่ทำจากผลไม้ 3 ชนิด ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้หลักไม่น้อยกว่าร้อยละ 33.33 แต่ไม่เกินร้อยละ 75 ของผลไม้ที่เป็นส่วนประกอบทั้งหมด

(4) แยมที่ทำจากผลไม้ตั้งแต่ 4 ชนิด ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้หลักไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 แต่ไม่เกินร้อยละ 75 ของผลไม้ที่เป็นส่วนประกอบทั้งหมด

(5) เยลลี่ ให้มีน้ำผลไม้หรือน้ำที่สกัดได้จากผลไม้ที่ใช้ทำไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของ**น้ำหนัก**

(6) มาร์มาเลด ให้มีปริมาณผลไม้ที่ใช้ทำโดยรวมทั้งเนื้อ น้ำ หรือส่วนน้ำที่สกัดได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก โดยไม่รวมเปลือก

ข้อ 6 การใช้วัตถุเจือปนอาหาร สีผสมอาหาร หรือวัตถุแต่งกลิ่นรสอาหารในแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายประกาศนี้

ข้อ 7 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าแยม เยลลี และมาร์มาเลด เพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 8 การใช้ภาชนะบรรจุแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องภาชนะบรรจุ

ข้อ 9 การแสดงฉลากของแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลาก

ข้อ 10 ให้ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 89 (พ.ศ.2528) เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ.2528 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับยังคงใช้ต่อไปได้อีกสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 11 ให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้าแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ยื่นคำขอรับเลขสารบบอาหารภายในหนึ่งปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ เมื่อยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้ได้รับการผ่อนผันการปฏิบัติตามข้อ 7 ภายในสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และให้คงใช้ฉลากเดิมที่เหลืออยู่ต่อไปจนกว่าจะหมดแต่ต้องไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 12 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543

กร ทัพพะรังสี

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนพิเศษ 6 ง. ลงวันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2544)

บัญชีหมายเลข 1
แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ.2543
เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อันดับ	วัตถุประสงค์	ชื่อวัตถุเจือปนอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ให้ใช้ได้ (มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)	หมายเหตุ
1.	สารปรับความเป็นกรด-ด่าง(Acidity Regulator)	1.1 กรดซิตริก (Citric acid) กรดมาลิก (Malic acid) หรือกรดแลกติก (Lactic acid)	-	ให้ใช้ได้ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อรักษาระดับความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ระหว่าง 2.8 ถึง 3.5
		1.2 กรด แอล-ตาร์ตาริก (L-Tartaric acid) หรือกรดฟูมาริก (Fumaric acid)	3,000	
		1.3 เกลือโซเดียม เกลือโพแทสเซียม และเกลือแคลเซียมของกรดซิตริก กรดมาลิก กรดแลกติก กรดแอล-ตาร์ตาริก หรือกรดฟูมาริก	3,000	กรดและเกลือของกรดแอล-ตาร์ตาริก และกรดฟูมาริกให้คำนวณเป็นกรด โดยใช้ได้ในปริมาณไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัม ต่อแยม เยลลี่และมาร์มาเลด 1 กิโลกรัม
		1.4 โซเดียมคาร์บอเนตและโพแทสเซียมคาร์บอเนต	-	ให้ใช้ได้ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อรักษาระดับความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ระหว่าง 2.8-3.5
		1.5 โซเดียมไบคาร์บอเนตและโพแทสเซียมไบคาร์บอเนต	-	ให้ใช้ได้ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อรักษาระดับความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ระหว่าง 2.8 ถึง 3.5
2.	วัตถุป้องกันการเกิดฟอง(Anti-foaming Agents)	2.1 โมโนและไดกลีเซอไรด์ของกรดไขมันของน้ำมันที่ใช้บริโภค (Mono-and diglycerides of fatty acids of edible oils)	-	ให้ใช้ได้ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการเกิดฟอง
		2.2 ไดเมทิลโพลีซิลอกเซน (Dimethyl polysiloxane)	10	
3.	วัตถุทำให้ข้น (Thickening Agents)	เพกติน (Pectin)	-	ให้ใช้ได้ในปริมาณที่หมาะสม
4.	วัตถุกันเสีย (Pre-	4.1 โซเดียมเบนโซเอต (Sodium Benzoate), กรดซอร์บิก และ	1,000	จะใช้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือใช้รวมกัน แต่เมื่อ

	servatives)	เกลือโพแทสเซียมของกรดซอร์บิก (Sorbic acid and potassium salt), เอสเทอร์ของกรดพาราไฮดรอกซีเบนโซอิก (Esters of para-hydroxy benzoic acid		รวมกันแล้วต้องไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อแยมหรือเยลลี่ 1 กิโลกรัม
		4.2 กรดซอร์บิกและโพแทสเซียมซอร์เบต	500	จะใช้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือใช้รวมกัน แต่เมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อมาร์มาเลด 1 กิโลกรัม
		4.3 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulphur dioxide	100	ให้มีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ติดมากับวัตถุดิบได้ในปริมาณไม่เกิน 100 มิลลิกรัม ต่อแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด 1 กิโลกรัม
5.	วัตถุทำให้คงรูป (Firming Agents) ให้ใช้กับผลไม้ที่นำมาผลิตแยมเท่านั้น	แคลเซียมไบซัลไฟต์ (Calcium bisulphite) แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate), แคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride), แคลเซียมแลกเตต (Calcium lac-tate), แคลเซียมกลูโคเนต (Calcium gluconate)	200	จะใช้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือใช้รวมกัน แต่เมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ต่อแยม 1 กิโลกรัม โดยคำนวณเป็นแคลเซียม
อันดับ	วัตถุประสงค์	ชื่อวัตถุเจือปนอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ให้ใช้ได้ (มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)	หมายเหตุ
6.	วัตถุกันหืน (Antiox-idants)	กรดแอล-แอสคอร์บิก (L-ascorbic acid)	500, 750	ให้ใช้ได้ในปริมาณไม่เกิน 500 มิลลิกรัม ต่อแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด 1 กิโลกรัม หรือใช้ในปริมาณไม่เกิน 750 มิลลิกรัม ต่อแยมที่ทำจากผลแบล็คเคอแรนต์ (blackcurrant jam) 1 กิโลกรัม

บัญชีหมายเลข 2
แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ.2543
เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อันดับ	วัตถุประสงค์	ชื่อวัตถุเจือปนอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ให้ใช้ได้ (มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)	หมายเหตุ
1.	สี (Colours) : 1.1 การใช้สีผสมอาหารในแยมและเยลลี่	1.1.1 เออริโธรซิน (Erythrosine) 1.1.2 อะมาแรนท์ (Amaranth) 1.1.3 ฟาสต์ กรีน เอ็ฟซีเอ็ฟ (Fast Green FCF) 1.1.4 ปองโซ 4 อาร์ (Ponceau 4 R) 1.1.5 ตาร์ตราซีน (Tartrazine) 1.1.6 ซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ (Sunset Yellow FCF) 1.1.7 บริลเลียนท์บลู เอ็ฟซีเอ็ฟ (Brilliant Blue FCF) 1.1.8 อินดิโกคาร์มีน หรืออินดิโกติน (Indigo Carmine or Indigotine) 1.1.9 คาราเมล (Caramel Colours) 1.1.10 คลอโรฟิลล์ (Chlorophylls)	200	จะใช้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือใช้รวมกันได้ แต่เมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อแยม เยลลี่ 1 กิโลกรัม
		1.1.11 เบตา-อะโป-8'-คาโรทีนาล (Beta-apo-ɡ'-carotenal) 1.1.12 เอทิลเอสเตอร์ของเบตา-อะโป-8'-คาโรทีโนอิค แอซิด (Ethyl ester of beta-apo-8'- carotenoic acid)1.1.13 แคนธาแซนธีน (Canthaxanthine)		
	1.2 การใช้สีผสมอาหารในมาร์มาเลด	1.2.1 คาราเมล (ที่ไม่ได้ผลิตโดยกรรมวิธีแอมโมเนียซัลไฟต์) 1.2.2 คาราเมล (ที่ผลิตโดยกรรมวิธีแอมโมเนียซัลไฟต์) 1.2.3 ซันเซ็ตเย็ลโลว์เอ็ฟซีเอ็ฟ (Sunset Yellow FCF) 1.2.4 ตาร์ตราซีน (Tartrazine), ฟาสต์ กรีน เอ็ฟซีเอ็ฟ (Fast Green FCF)	- 1,500 200 100	ให้ใช้ได้ในปริมาณที่เหมาะสมใช้ในมาร์มาเลดที่ทำจากมะนาวเท่านั้น โดยจะใช้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือใช้รวมกันได้แต่เมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อมาร์มาเลด 1 กิโลกรัม

บัญชีหมายเลข 3
แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ.2543
เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อันดับ	วัตถุประสงค์	ชื่อวัตถุเจือปนอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ให้ใช้ได้ (มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)	หมายเหตุ
1.	วัตถุแต่งกลิ่นรสอาหาร (Flavour)	1.1 กลิ่นของผลไม้จากธรรมชาติตามชื่อผลไม้ที่แจ้งในผลิตภัณฑ์	-	ใช้กับ แยม เยลลี่ ได้ในปริมาณที่เหมาะสม
		1.2 กลิ่นมิ้นต์ธรรมชาติ	-	ใช้กับ แยม เยลลี่ ได้ในปริมาณที่เหมาะสม
		1.3 กลิ่นซินนามอนธรรมชาติ	-	ใช้กับ แยม เยลลี่ ได้ในปริมาณที่เหมาะสม
		1.4 วานิลลาและวานิลลิน	-	ใช้กับแยมผลเกาลัด (Chestnut preserves) เท่านั้น โดยใช้ในปริมาณที่เหมาะสม
		1.5 กลิ่นผลไม้ตระกูลส้มจากธรรมชาติ	-	ให้ใช้ได้ในปริมาณที่เหมาะสม

ภาคผนวก ง
ขั้นตอนการควบคุมการผลิตน้ำหมากจองพร้อมดื่ม

1. ขั้นตอนการจัดเก็บวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต
    1.1 การรับและการเก็บหมากจอง
    - หมากจองที่ยอมรับได้ คือ ขนาดของเมล็ดหมากจองมีขนาดของเมล็ดที่สมบูรณ์ ผิวมีสีน้ำตาลเข้ม ไม่มีเชื้อราสีขาวอยู่ที่เปลือกด้านนอก
    - เมื่อซื้อมาแล้วจะเก็บใส่ภาชนะปิดสนิทและสะอาด เช่น กล่องพลาสติก
    - เก็บได้ที่อุณหภูมิห้อง
    - สามารถนำมาใช้ในการผลิตได้ทันที
2. การรับวัตถุดิบในการเตรียมน้ำผลไม้
    - กระเจี๊ยบที่ยอมรับได้ คือ มีสีแดงเข้ม ผิวหน้าไม่มีสิ่งปนเปื้อน เช่น เศษดิน ฝุ่น เป็นต้น
    - มะตูมที่ยอมรับได้ คือ ไม่มีสิ่งปนเปื้อน เช่น เศษดิน ฝุ่น เป็นต้น
    - เก๊กฮวยที่ยอมรับได้ คือ ไม่มีสิ่งปนเปื้อน เช่น เศษดิน ฝุ่น กิ่งไม้ เป็นต้น
    - มะนาวที่ยอมรับได้ คือ มีสีเขียวออกเหลือง ลูกมะนาวมีขนาดเท่าๆกัน ไม่ช้ำ หรือ เน่า
    - ใบเตยที่ยอมรับได้ คือ สะอาดไม่มีสิ่งปนเปื้อน เช่น หญ้า ดิน เป็นต้น ไม่เหี่ยว เฉา
    - การทำความสะอาดวัตถุดิบต่างๆ
    - เก็บที่อุณหภูมิห้อง
3. การทำความสะอาดวัตถุดิบ
    - นำวัตถุดิบ (ผลมะนาว และใบเตย) แช่ในสารละลายด่างทับทิมที่เตรียมไว้
    - ล้างด้วยน้ำสะอาด โดยใช้มือถูเพื่อให้การทำความสะอาดมีประสิทธิภาพ
    - ล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 1-2 ครั้งจนแน่ใจว่าสะอาด (ไม่มีสีม่วงของสารละลายด่างทับทิม)
    - ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ ก่อนนำไปใช้
4. การเก็บน้ำตาลทราย และเกลือ
    - เลือกซื้อน้ำตาลและเกลือ ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจากองค์การอาหาร และ ยา (อย.)
    - เก็บรักษาไว้ในบรรยากาศที่แห้ง มีการระบายอากาศที่เหมาะสม มีการหมุนเวียนอากาศดี ไม่ควรวางถุงน้ำตาล และเกลือบนพื้น
    - น้ำตาลทราย และเกลือ เมื่อเหลือใช้ให้มัดปากถุงให้แน่นเพื่อป้องกันความชื้น
    - วางถุงน้ำตาลทราย และเกลือ ห่างจากฝาผนังห้องอย่างน้อย 18 นิ้ว เพื่อให้ทำความสะอาดได้โดยรอบ
5. การรับและเก็บน้ำประปา/น้ำที่ใช้ในการผลิต
    - น้ำที่ใช้ในการล้างวัตถุดิบผสมอาหาร ต้มอาหาร น้ำที่ใช้หล่ออาหารให้เย็น รวมถึงน้ำล้างอุปกรณ์ในการผลิตและน้ำบริโภค ควรมีคุณภาพเทียบเท่ากับน้ำบริโภค ไม่มีสิ่งปลอมปน เช่น ดิน หญ้า โดยสังเกตด้วยสายตา
    - น้ำที่ผ่านการกรองควรเก็บไว้ในภาชนะที่สะอาด มีฝาปิดสนิท
6. การรับและเก็บภาชนะบรรจุ
    - ภาชนะบรรจุต้องสะอาด ไม่ฉีกขาดหรือมีรอยรั่ว
    - ควรจัดเก็บขวดบรรจุพร้อมฝาในภาชนะบรรจุเดิมที่รับซื้อมาจากโรงงาน

- หากมีการนำขวดออกมาใช้แล้วใช้ไม่หมด ต้องจัดเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท ขวดที่เหลือควรคว่ำลง เพื่อป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกตกหล่นลงไปในขวดพลาสติก

7. วัตถุดิบต่างๆ ที่คัดเลือกซื้อมาจะต้องแน่ใจว่ามีความสะอาดและตรวจสอบความสะอาดก่อนนำมาผลิตทุกครั้ง

8. เมื่อผลิตน้ำหมากจองเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในกรณีที่แช่ผลิตภัณฑ์ไว้ในถังน้ำแข็งต้องระวังอย่าให้น้ำแข็งมีความสูงเกินปากขวดเพราะอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนได้หรือหากใช้การแช่น้ำหรือราดน้ำลงบนปากขวดจะต้องระมัดระวังไม่ให้น้ำที่ใช้หล่อเย็นซึมเข้าปากขวดได้

9. หลังจากเสร็จสิ้นการผลิต จะต้องนำอุปกรณ์และภาชนะทุกชิ้นมาทำความสะอาดอย่างดีและทำ

10. ให้แห้งก่อนการเก็บทุกครั้ง และต้องเก็บไว้ในที่สะอาด มีการระบายอากาศที่ดี อุปกรณ์ชิ้นเล็กให้นำไปเก็บในที่ฝาปิดมิดชิดโดยเฉพาะอุปกรณ์ที่ต้องสัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง อุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่ ให้คว่ำไว้ในที่มีการระบายอากาศ หากเป็นไปได้ควรใช้ผ้าสะอาดคลุมเพื่อป้องกันฝุ่นละอองและควรทำความสะอาด โต๊ะ เตาแก๊ส พื้นบริเวณอาคารผลิตให้สะอาดในทันที

ขั้นตอนการเตรียมแอลกอฮอล์ 70%

1. สวมผ้าปิดปากและจมูกก่อนทำการเตรียม
2. นำแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 737 มล. เทลงในบีกเกอร์พลาสติกปริมาตร 2000มล.
3. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 263 มล. ใส่ลงในข้อ 2 ผสมให้เข้ากัน
4. นำแอลกอฮอล์ที่เตรียมได้บรรจุลงในกระบอกฉีดอย่างระมัดระวัง
5. เขียนป้ายบอกว่าเป็นแอลกอฮอล์ 70% สำหรับฆ่าเชื้อโรค และระบุวันที่เตรียม
6. กรณีที่แอลกอฮอล์เหลือให้ปิดฝาให้สนิทระบุชื่อและวันที่เตรียม จากนั้นเก็บไว้ในที่แห้งมีการระบายอากาศและให้พ้นมือเด็ก

ขั้นตอนการเตรียมสารละลายด่างทับทิม

1. นำด่างทับทิมมา 4-8 เกล็ด ผสมกับน้ำสะอาด 1 กิโลกรัม
2. คนให้ด่างทับทิมละลายจนหมด
3. แช่วัตถุดิบต่างๆ ในสารละลายด่างทับทิมนาน 10 นาที
4. ล้างด้วยน้ำสะอาด 1-2 ครั้ง

ภาคผนวก จ
ข้อปฏิบัติสำหรับพนักงาน

1. พนักงานทุกคนแต่งกายให้ถูกสุขลักษณะโดยสวมผ้าคลุมผม ผ้าปิดปาก ถุงมือ รองเท้าหุ้มส้น และผ้ากันเปื้อน
2. พนักงานทุกคนต้องล้างมือก่อนและหลังปฏิบัติงานและฉีดแอลกอฮอล์ 70% เพื่อฆ่าเชื้อโรค
3. พนักงานทุกคนไม่พูดคุยกันขณะปฏิบัติงาน
4. พนักงานทุกคนควรช่วยกันดูแลบริเวณรอบข้างอาคารผลิต ให้สะอาดไม่รกรุงรัง ซึ่งจะเป็นแหล่งเพาะแมลงและสัตว์นำโรคต่างๆ ได้
5. หมั่นตรวจสอบมุ้งลวดตาข่ายให้อยู่ในสภาพที่ดี ไม่ขาด ไม่ชำรุด

ขยะที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตจะต้องมีการแยกประเภทขยะ เป็นขยะเปียก เช่น เปลือกและเมล็ด น้ำเชื่อม และขยะแห้ง เช่น ถุงพลาสติกต่างๆ โดยบรรจุขยะไว้ในถุงพลาสติก จากนั้นปิดถุงให้มิดชิดก่อนนำไปทิ้ง นอกจากนั้นถังขยะควรตั้งห่างจากบริเวณอาคารผลิต เพราะอาจทำให้มีแมลงต่างๆ เข้าไปในอาคารผลิตได้ซึ่งอาจทำให้ปนเปื้อนลงในผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ฉ
ภาพการถ่ายทอดเทคโนโลยี และภาพผลิตภัณฑ์

ลงทะเบียน

พิธีเปิด

แนะนะวิทยากร

ถ่ายภาพผู้เข้ารบการอบรมร่วมกับวิทยากร

ภาพในวันถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์หมากจอง
12 – 13 สิงหาคม 2550
ณ บ้านแก้งเรือง อ. นาจะหลวย จ. อุบลราชธานี

เจลหมากจองแยกเปลือกและเมล็ดอบแห้ง

เจลหมากจองแยกเปลือกและเมล็ดอบแห้ง บรรจุถุงซีลสูญญากาศ

เจลหมากจองแยกเปลือกและเมล็ดอบแห้ง บดด้วยเครื่องปั่น บรรจุถุงซีลสุญญากาศ

รูปการถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำเครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง

A : เจลหมากจอง จากการแช่เมล็ดในน้ำ
B : น้ำมะขาม
C : ต้มฆ่าเชื้อกระป๋องด้วยรังถึง
D : เติมส่วนผสมต่างๆ ลงในกระป๋อง
E : ปิดฝากระป๋อง
F : ต้มไล่อากาศ
G : ต้มหรือนึ่งความดันไอเพื่อฆ่าเชื้อ
H : เช็ดทำความสะอาดกระป๋องหลังฆ่าเชื้อ
I : ผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื้อแล้ว
J : ฉลากที่ใช้ติดข้างกระป๋อง
H : เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋องที่ติดฉลากแล้ว

เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามพร้อมดื่ม

เยลลี่หมากจอง เยลลีหมากจองในน้ำลำไย และเยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม