บทที่ 5

อภิปรายและข้อเสนอแนะ

ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ หลายชนิด และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นซึ่งเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญในหลายประเทศ (Pi-sunyer, 1993) การลดน้ำหนักจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ (Xavier และคณะ, 1998)

การควบคุมอาหารเพื่อลดน้ำหนัก มีหลักการคือ การได้รับพลังงานจากอาหารให้น้อยกว่าพลังงานที่ใช้ในแต่ละวัน โดยเฉลี่ยควรได้รับพลังงานประมาณวันละ 1200 – 1500 กิโลแคลอรี (Stacey และ Goodrick, 2002) ปัจจุบันมีการผลิตอาหารพลังงานต่ำเพื่อการควบคุมน้ำหนักจำหน่ายในรูปแบบต่างๆ เช่น แคปซูล เม็ด หรือเป็นผงชงละลายน้ำ

การศึกษานี้ได้พัฒนาอาหารทางการแพทย์พลังงานต่ำจากถั่วเหลืองและข้าวโพดในลักษณะเครื่องดื่ม เนื่องจากธัญพืชทั้งสองชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการและปลูกได้ทั่วไปในประเทศไทย ถั่วเหลืองสามารถนำมาเตรียมเป็นนมถั่วเหลืองโดยใช้อัตราส่วนถั่ว: น้ำ เท่ากับ 1:8 การใช้อัตราส่วนที่ต่ำกว่านี้จะได้นมถั่วเหลืองที่ข้นเกินไป ไม่เหมาะสำหรับดื่ม อัตราส่วนถั่ว: น้ำที่ใช้ในการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาเกี่ยวกับการเตรียมผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองที่ผ่านมาที่เสนอว่าอัตราส่วนถั่ว: น้ำ ที่เหมาะสมที่สุดในการเตรียมนมถั่วเหลืองคือ 1:8 (Nelson และ Wei, 1993; เพียงจันทร์ ชัยวนนท์, 2542)

อัตราส่วนที่ใช้ในการเตรียมนมข้าวโพดมีความแตกต่างกันในหลายการศึกษา เนื่องจากปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ พันธุ์ข้าวโพด วิธีการเก็บรักษาวัตถุดิบ ระยะเวลาในการทำให้ข้าวโพดสุก เป็นต้น (เกียรติ มีสถาน, จิตมณี ภูลวรรณ และแสนรักษ์ แอบู, 2543) การศึกษานี้พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเตรียมนมข้าวโพดคือ ข้าวโพด: น้ำ เท่ากับ 1:4 ได้นมข้าวโพดที่มีสีเหลืองใส เมื่อตั้งทิ้งไว้จะตกตะกอน จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของนมข้าวโพดในอัตราส่วนต่างๆ คือ 1:3 1:4 และ 1:5 โดย ชนาธิป ลอยกุลนันท์ และคณะ (ชนาธิป ลอยกุลนันท์, นุขนาถ สุขมงคล และ ปรมาภรณ์ เกิดทรัพย์, 2541) พบว่ามีปริมาณโปรตีนและไขมันค่อนข้างต่ำ ดังนั้นเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนและไขมันจึงนำนมข้าวโพดที่เตรียมได้ข้างต้นมาเติมนมผงและน้ำมันถั่วเหลืองนำไปผ่านการโฮโมจีไนส์เพื่อช่วยให้ไขมันที่เติมลงไปกระจายตัวได้ดี ช่วยให้ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น (Robin และคณะ, 1992)

การเตรียมเซลลูโลสผงที่สกัดแยกจากเปลือกถั่วเหลือง ในขั้นแรกต้องลดขนาดเปลือกถั่วเหลืองให้เล็กลงโดยการบดทำให้พื้นที่ผิวเพิ่มขึ้น ช่วยให้สามารถสกัดสารที่ไม่ต้องการออกได้ดีและรวดเร็วขึ้น (Thompson, 1984) ขั้นต่อมาคือการสกัดด้วยด่างที่อุณหภูมิและความดันสูงเพื่อกำจัดเฮมิเซลลูโลส ลิกนิน สารประกอบฟีโนลิก (phenolic compounds) และสารอื่นๆ ที่ไม่ต้องการ (ฉันทนา ลิ้มมัทวาภิรัต, 2537; เพ็ญนภา เกียรติธีรชัย, 2543) โดยจะทำซ้ำ 2 ครั้ง เพื่อกำจัดสารที่ไม่ต้องการออกไปให้มากที่สุด จากนั้นนำมาฟอกสีด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ แล้วล้างออกด้วยเอธานอล เพื่อกำจัดไขมันที่อาจหลงเหลืออยู่ (จุฬาลักษณ์ วงศ์สรรเสริญ, ฐิตสิริ โฆวัฒนะกุล และบุญญาสิทธิ์ ดุลยศักดิ์, 2544)

สภาวะที่เหมาะสมในการแยกเมือกแมงลัก มีความสำคัญต่อร้อยละของผลผลิต (%yield) และลักษณะของผงเมือกแมงลัก ในการศึกษาครั้งนี้ผงเมือกแมงลักที่แยกได้มีสีน้ำตาลปนอยู่ด้วย ทั้งนี้อาจเกิดจากเวลาที่ใช้ในการปั่นแยกเมือกและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง การใช้เวลาในการปั่นแยกน้อยทำให้การบีบแยกเมือกด้วยผ้าขาวบางทำได้ยาก แต่เมื่อใช้เวลาในการปั่นแยกนานขึ้นจะทำให้ส่วนสีดำของเม็ดแมงลักถูกปั่นเป็นชิ้นเล็กๆ มากขึ้น เมื่อบีบแยกเมือกด้วยผ้าขาวบางจึงมีส่วนที่ลอดผ่านผ้ามาติดกับส่วนเมือกได้มากขึ้น ส่วนการอบที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดสีคล้ำเนื่องจากการสูญเสียน้ำของโพลีแซคคาไรด์ในเมือกแมงลัก และการหดตัวอย่างรุนแรง ส่งผลต่อคุณสมบัติในการดูดน้ำกลับ (rehydration) ของผงเมือกแมงลักเกิดขึ้นไม่ดีเท่าที่ควร (Fennema, 1985) นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่เม็ดแมงลักมีความสำคัญต่อร้อยละของผลผลิตและลักษณะของเมือกแมงลักที่ได้เช่นกัน การใช้น้ำอุณหภูมิสูงขึ้นในการแช่เม็ดแมงลักจะเพิ่มปริมาณผลผลิต เนื่องจากเม็ดแมงลักพองตัวได้เร็วขึ้น (สมชาย ประยูรรักษ์, 2535) แต่เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 90 องศาเซลเซียส ร้อยละของผลผลิตจะลดลง (Mazza และ Biliaderis, 1989) เมือกแมงลักที่แยกได้มีสีเข้มขึ้นอาจเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาระหว่างกรดอะมิโนที่เกิดจากการแตกตัวของโปรตีนในเม็ดแมงลักกับน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่เกิดจากการแตกตัวของโพลีแซคคาไรด์ที่อุณหภูมิสูง (maillard browning reaction) (Fennema, 1985) ดังนั้นการเตรียมเมือกแมงลักในการศึกษาต่อไปควรใช้น้ำอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียสในการแช่เม็ดแมงลัก และแช่นาน 1 ชั่วโมง อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และอาจทำการฟอกสีด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ก่อนการอบแห้งเพื่อให้เมือกแมงลักมีสีขาว เหมาะสำหรับเติมลงในผลิตภัณฑ์อาหารมากขึ้น (ศศิธร เรืองจักรเพ็ชร และ ปราณี อ่านเปรื่อง, 2545.ก)

เนื่องจากธัญพืชจะมีโปรตีนในปริมาณต่ำเมื่อนำมาผลิตเป็นเครื่องดื่มเลียนแบบนม จึงต้องเสริมโปรตีนจากแหล่งอาหารอื่นเพื่อให้คุณค่าทางโภชนาการดีขึ้น การศึกษานี้ใช้โปรตีนเคซีนที่สกัดแยกจากนมสดพาสเจอไรส์ปราศจากไขมัน (ไขมัน 0%) เพื่อหลีกเลี่ยงไขมันในน้ำนมที่อาจติดไปกับโปรตีนเคซีนที่สกัดได้ และทำการตกตะกอนของเคซีนโดยใช้กรดไฮโดรคลอริก ซึ่งเป็นที่นิยมมากที่สุดในการแยกเคซีน (Southward, 1994) ตะกอนเคซีน (curd) ที่แยกได้นำมาล้างด้วยน้ำเพื่อกำจัดแล็กโตสและสารที่ไม่ต้องการ ทำให้เคซีนที่ได้มีความบริสุทธิ์ขึ้น เพิ่มการละลายของตะกอนเคซีนโดยการปรับสภาวะให้เป็นด่างเล็กน้อยด้วยสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ปรับให้เป็นกลางอีกครั้งจะได้ตะกอนของโซเดียมเคซีนเนท ซึ่งละลายน้ำดี มีคุณสมบัติในการทำให้น้ำและไขมันรวมตัวกันได้ดี (emulsifiers) เพิ่มความคงตัวให้กับผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชั่น (Muir, 1992) นอกจากนี้โซเดียมเคซีนเนท ยังมีผลดีต่อรสชาติและความรู้สึกขณะรับประทาน (mouth feel) ทำให้ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์มากขึ้น (Southward และ Walker, 1982)

การพัฒนาสูตรอาหารทางการแพทย์พลังงานต่ำจากถั่วเหลืองและข้าวโพดในการศึกษานี้ อัตราส่วนนมถั่วเหลือง: นมข้าวโพด (SM:CM) ที่เหมาะสม คือ 1:1 สูตรที่มีสัดส่วนของนมถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น (SM:CM เท่ากับ 2:1 และ 3:1) เมื่อนำไปทำให้ปราศจากเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จะพบตะกอนเล็กๆ สีขาวกระจายอยู่ ซึ่งอาจเกิดจากการเปลี่ยนสภาพของโปรตีนที่อุณหภูมิสูง (Milewski, 2001) และผลจากการประเมินความพึงพอใจในสูตรอาหารโดยผู้ประเมิน 12 ราย ให้ผลสอดคล้องกับผลของลักษณะทางกายภาพคือ ผู้บริโภคมีความพึงพอใจลดลงอย่างมีนัยสำคัญในสูตรอาหารที่มีสัดส่วนของนมถั่วเหลืองมากขึ้น

เมื่อนำสูตรอาหารทางการแพทย์พลังงานต่ำจากถั่วเหลืองและข้าวโพดที่มีอัตราส่วน SM:CM เท่ากับ 1:1 มาพัฒนาต่อโดยการเติมผงเซลลูโลสจากเปลือกถั่วเหลืองในปริมาณต่างๆ กัน คือ ร้อยละ 0.8, 1.6, 2.4, 3.2 และ 4 พบว่าเมื่อเติมผงเซลลูโลสปริมาณมากขึ้น ความหนืดของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้นโดยมีค่าเท่ากับ 28.58 30.77 36.48 53.19 และ 59.35 cps ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากเซลลูโลสมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดี เมื่อนำมาเติมในผลิตภัณฑ์อาหารจะทำให้อาหารมีความหนืดเพิ่มขึ้น ช่วยทำให้อาหารมีความคงตัว (Stabilizer) เพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านเนื้อสัมผัส และเพิ่มปริมาตรของอาหาร (Blenford, 1992) จากการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมผงเซลลูโลสในปริมาณต่างๆ ข้างต้น พบว่าคะแนนความพึงพอใจต่อเนื้อสัมผัสมีค่าเป็น 4.5 3.75 3.08 1.75 และ 1.92 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าความพึงพอใจของผู้บริโภคลดลงเมื่อเติมเซลลูโลสในปริมาณมากขึ้น เนื่องจากเกิดความรู้สึก

สากคอ การศึกษานี้ปริมาณเซลลูโลสที่เหมาะสมสำหรับเติมในผลิตภัณฑ์คือร้อยละ 0.8 – 2.4 (2.4-7.2 กรัม)

การศึกษานี้ได้พัฒนาอาหารทางการแพทย์ต่อโดยนำสูตรอาหารทางการแพทย์ที่มีอัตราส่วนของนมถั่วเหลือง: นมข้าวโพด 1:1 เติมเซลลูโลสที่สกัดจากเปลือกถั่วเหลืองร้อยละ 1.6 (w/v) มาเติมผงเมือกแมงลักซึ่งเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ในปริมาณร้อยละ 0.08 (w/v) หลังการเติมผงเมือกแมงลักปริมาณดังกล่าวลงในผลิตภัณฑ์พบว่าความหนืดเพิ่มขึ้นเป็น 54.18 cps แตกต่างจากสูตรเริ่มต้นที่ไม่มีการเติมผงเมือกแมงลัก ซึ่งมีความหนืดเท่ากับ 30.77 cps อย่างมีนัยสำคัญ ที่เป็นเช่นนี้เพราะผงเมือกแมงลักมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำและเพิ่มความหนืด ขนาดของผงเมือกแมงลักเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยผงเมือกแมงลักแบบหยาบ (ขนาดอนุภาค 150 – 250 ไมครอน) มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีกว่าผงเมือกแมงลักแบบละเอียด (ขนาดอนุภาคเล็กกว่า 150 ไมครอน)(ศศิธร จักรเพชร และ ปราณี อ่านเปรื่อง, 2545.ข) ดังนั้นหากต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความหนืดลดลง อาจทำได้โดยการลดขนาดของผงเมือกแมงลักโดยการบดให้ละเอียดมากขึ้น

สูตรอาหารทางการแพทย์ที่พัฒนาขึ้นในการศึกษาครั้งนี้ได้เติมน้ำมันถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มปริมาณไขมันในสูตรอาหารและเติมเส้นใยอาหารจากเซลลูโลสที่สกัดแยกจากเปลือกถั่วเหลืองและผงเมือกแมงลัก ดังนั้นเพื่อเพิ่มความคงตัวของผลิตภัณฑ์จึงพิจารณาเติมสารก่ออิมัลชั่นและสารเพิ่มความคงตัว (emulsifier และ stabilizer) การศึกษานี้เลือกใช้ Riplex-DU® 10 เป็นemulsifier และ stabilizer ซึ่งมี mono-diglyceride fatty acid carageenan guar gum alginate เป็นส่วนประกอบสำคัญ มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะเติมในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเลียนแบบนม (Lampert, 1975; Graham, 1977; Annison, Bertocchi และ Khan, 1993; Coultate, 2002)

การปรับปรุงรสชาติ สีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์ พบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจสูงสุดเมื่อเติมน้ำตาลฟรักโตสปริมาณร้อยละ 4 และมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ที่มีการแต่งกลิ่นมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการแต่งกลิ่น แต่ความพึงพอใจในรสชาติมีความแตกต่างกันขึ้นกับปัจจัยส่วนบุคคลด้วย ในการศึกษานี้พบว่าผู้ประเมินส่วนใหญ่มีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ที่มีการแต่งกลิ่นวนิลามากที่สุด สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้ประเมินในการศึกษาครั้งนี้ให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ที่มีการแต่งกลิ่นมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการแต่งกลิ่น คือ การเติมน้ำตาลฟรักโตสในปริมาณสูงประกอบกับการผ่านความร้อนสูงทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) และโปรตีนในนม ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้าน สี กลิ่น รส เปลี่ยนแปลงไป (Schoch, 1991)

ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพในด้านรสชาติในการศึกษาครั้งต่อไปอาจใช้สารให้ความหวานในกลุ่ม polyols เช่น sorbital แทนน้ำตาลฟรักโตสบางส่วน เนื่องจากสารให้ความหวานในกลุ่มดังกล่าวจะไม่เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด หรืออาจพิจารณาใช้วิธีการพาสเจอไรส์ หรือ UHT (ultra-high temperature) ในการฆ่าเชื้อแทนการสเตอริไลส์โดยใช้ความร้อนสูงเป็นเวลานานเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าว (Rapaille และ Vanhemelrijck, 1992)

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ที่เตรียมได้ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า 1 หน่วยบริโภคมีปริมาณ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตโดยน้ำหนัก เท่ากับ 14.26 กรัม 7.13 กรัม และ 17.17 กรัม ตามลำดับ พลังงานรวมของผลิตภัณฑ์ต่อ 1 หน่วยบริโภค (300 มิลลิลิตร) 189.89 กิโลแคลอรี ซึ่งเป็นพลังงานที่เหมาะสมสำหรับอาหารที่จะใช้ทดแทนการรับประทานอาหารปกติในบางมื้อ (meal replacement) (Abby, 2003) โดยมีสัดส่วนการกระจายพลังงานจากโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต คิดเป็นร้อยละ 30.04 33.79 และ 36.17 ตามลำดับ จากสัดส่วนการกระจายพลังงานดังกล่าวพบว่ามีปริมาณไขมันสูงกว่าปริมาณไขมันที่กำหนดสำหรับอาหารควบคุมน้ำหนักเล็กน้อยแต่ปริมาณไขมันส่วนใหญ่ในผลิตภัณฑ์นี้เป็นไขมันจากพืชซึ่งเป็นไขมันชนิดไม่อิ่มตัว และมีกรดไขมันจำเป็นหลายชนิด อย่างไรก็ตามการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในการศึกษาต่อไปอาจลดปริมาณไขมันพืชที่เติม เพื่อให้ได้ปริมาณไขมันอยู่ในระดับที่เหมาะสม สารอาหารอื่นที่ได้ทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมคือ แคลเซียม พบว่าในหนึ่งหน่วยบริโภคมีปริมาณแคลเซียม 223 มิลลิกรัม ใกล้เคียงกับปริมาณ แคลเซียมในนมวัว (Coultate, 2002) และใกล้เคียงกับนมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมที่มีปริมาณแคลเซียม 100 มิลลิกรัม/ นมถั่วเหลือง 100 มิลลิลิตร (เพียงจันทร์ ชัยวนนท์, 2543) ปริมาณแคลเซียมที่ USFDA แนะนำให้เด็กอายุตั้งแต่ 4 ปีขึ้นไป และผู้ใหญ่ที่ได้รับพลังงานจากอาหารวันละ 2000 กิโลแคลอรี่ คือวันละ 1 กรัม (Rowlett, 2001) ดังนั้นในการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้นี้ 1 หน่วยบริโภคจะได้รับแคลเซียมร้อยละ 22.3 ของปริมาณแคลเซียมที่ USFDA แนะนำ และจากการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหาร พบว่าในหนึ่งหน่วยบริโภคมีเส้นใยอาหารประมาณ 5 กรัม คิดเป็นร้อยละ 20 ของปริมาณเส้นใยอาหารที่แนะนำให้รับประทานโดย USFDA คือควรได้รับเส้นใยอาหารประมาณวันละ 25 กรัม (Rowlett, 2001) ดังนั้นผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จึงสามารถจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีแคลเซียมสูงและเส้นใยอาหารสูงได้ (high-calcium and high-fiber diet) (Zamora, 2004) อย่างไรก็ตามการรับประทานอาหารทางการแพทย์นี้เพียงอย่างเดียวอาจต้องรับประทานปริมาณมากถึง 6 หน่วยบริโภค เพื่อให้ได้สารอาหารและพลังงานรวมเพียงพอในแต่ละวัน ซึ่งอาจทำให้ผู้บริโภคเกิดความรู้สึกเบื่ออาหาร ดังนั้นจึงแนะนำให้รับประทานอาหารทางการแพทย์นี้ทดแทนอาหารปกติใน

บางมื้อควบคู่กับการรับประทานอาหารปกติ และอาหารที่มีเส้นใยอาหารและแคลเซียมสูงจากอาหารอื่นๆ ร่วมด้วย

ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์จากถั่วเหลืองและข้าวโพด ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อโดยใช้เครื่องนึ่งอัดไอ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ ยีสต์ รา และโคลิฟอร์ม เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน แต่ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณมากกว่า 300 โคโลนี/ มิลลิลิตร ในผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน โดยพบแบคทีเรียแกรมบวก รูปแท่ง

อาหารที่ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อโดยการสเตอริไลส์ ควรจะเก็บไว้ได้ตลอดเวลาที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เน่าเสีย แต่การทำไร้เชื้อทางการค้า คือการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่อยู่ในอาหารซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (pathogenic bacteria) แต่เชื้อไม่ก่อให้เกิดโรคที่สามารถทำให้อาหารเน่าเสีย (non-pathogenic bacteria) ยังมีชีวิตรอดอยู่ได้ ในสภาวะดังกล่าว จุลินทรีย์เหล่านี้จะไม่สามารถเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ แต่จะเจริญเติบโตได้เมื่อพบกับสภาวะที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีผลต่ออุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทำให้ปราศจากเชื้อ เช่น ความเป็นกรดของอาหาร (Karel, 1975)

ผลิตภัณฑ์อาหารที่เตรียมได้ในการศึกษาครั้งนี้มี pH เฉลี่ย 7.35 ซึ่งจัดเป็นอาหารกลุ่มที่มีความเป็นกรดต่ำ เชื้อที่มักพบในอาหารดังกล่าวที่อุณหภูมิ 35–55 องศาเซลเซียสคือ *Bacillus stearothermophillus*, *Clostridium nigrificans* ซึ่งเป็นเชื้อที่เจริญได้ที่อุณหภูมิสูง (thermophilic) และเชื้ออีกกลุ่มที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเน่าเสียของอาหารได้แก่ *B.licheniformis, B.subtilis* (Karel, 1975) แบคทีเรียที่สร้างสปอร์ดังกล่าวทนความร้อนได้สูง ทำให้เกิดการเน่าเสียของอาหารได้เมื่อเก็บอาหารไว้ในสภาวะไม่เหมาะสมซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะกับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียดังกล่าวคือ 10 – 40 องศาเซลเซียส อาหารที่เน่าเสียจะมีรสเปรี้ยว มีกลิ่นเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย การเสียแบบนี้มักเกิดในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ เช่น อาหารที่มีวัตถุดิบประเภทถั่ว ข้าวโพด จากจุลินทรีย์ในสกุล Bacillus เรียกการเสียของอาหารแบบนี้ว่า Flat sour spoilage (Larousse และ Brown, 1997)

นอกจากนี้ สปอร์ของจุลินทรีย์บางชนิดสามารถทนความร้อนได้สูงและสามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้หลังผ่านกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อ เรียกจุลินทรีย์ประเภทนี้ว่า thermoduric bacteria เช่น *Lactobacillus, Streptococcus thermophilus*

สภาวะทางกายภาพของอาหาร เช่น ความหนืด ขนาดของภาชนะบรรจุ อุณหภูมิของการเก็บอาหารหลังผ่านกระบวนการให้ความร้อน รวมถึงปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้น (initial load) มีผลต่ออุณหภูมิและความร้อนที่ใช้ในการทำลายเชื้อ (James, 1992) ดังนั้นอาจต้องมีการคำนวณหาอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทำให้ปราศจากเชื้ออย่างเหมาะสม ในการศึกษาครั้งต่อไป

การพัฒนาอาหารทางการแพทย์ในการศึกษานี้ เลือกใช้วัตถุดิบที่หาซื้อได้ง่ายในประเทศ ต้นทุนคิดเฉพาะค่าวัตถุดิบประมาณ 25 บาทต่อหนึ่งหน่วยบริโภค ใช้กระบวนการผลิตที่สามารถปฏิบัติได้ในห้องปฏิบัติการ เป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป โดยอาจปรับปรุงกรรมวิธีในการสกัดแยกเส้นใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองและเมือกแมงลัก ให้มีความบริสุทธิ์มากขึ้น หรือใช้แหล่งเส้นใยอาหารอื่นๆ เช่น รำข้าว งา เพคตินจากเปลือกผลไม้ตระกูลส้ม ส่วนกากถั่วเหลืองที่เหลือจากการเตรียมนมถั่วเหลืองสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดแยกโปรตีนออกมาเพื่อนำไปเติมลงในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเพิ่มปริมาณโปรตีนได้ (น้ำทิพย์ เกตุสัมพันธ์, 2541; กิติมา ลีฬวนิชกุล, 2541) การทำให้ปราศจากเชื้อโดยใช้ความร้อนสูง อาจทำให้สูญเสียวิตามินและแร่ธาตุบางชนิดไป ซึ่งไม่ได้ทำการวิเคราะห์ในการศึกษาครั้งนี้ ดังนั้นหากมีการศึกษาต่อไปควรทำการวิเคราะห์ปริมาณของวิตามินและแร่ธาตุที่มีในสูตรอาหารเพื่อทำการเสริมวิตามินและแร่ธาตุให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย หรืออาจปรับเปลี่ยนวิธีการฆ่าเชื้อเป็นการพาสเจอไรส์ UHT หรือใช้เทคนิคการสเตอริไลส์โดยใช้ความดันสูงซึ่งใช้ความดันประมาณ 600 MPa การฆ่าเชื้อโดยวิธีนี้ผลิตภัณฑ์จะมีอุณหภูมิเริ่มต้นประมาณ 70-90 องศาเซลเซียส และถูกทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นถึง 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที (high pressure sterilization) เป็นการลดข้อเสียจากการใช้อุณหภูมิสูงในการทำให้ปราศจากเชื้อซึ่งมีผลกระทบต่อลักษณะทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ (Matser et.al., 2004)