

รายงานฉบับสมบูรณ์แผนงานวิจัย

1. ชื่อแผนงานวิจัย

(ภาษาไทย) การพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมอาหารจากน้ำมันรำข้าวเก่าไทย

(ภาษาอังกฤษ) Development of Dietary Supplement from Purple Rice Bran Oil

2. ชื่อโครงการวิจัยภายใต้แผนงานวิจัย

โครงการวิจัยย่อยที่ 1

(ภาษาไทย) การพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมอาหารชนิดแคปซูลจากน้ำมันรำข้าวเก่าที่มีปริมาณแกมมา-โอไรซานอล โทโคเฟอรอลและโทโคไตรอีนอลสูง

(ภาษาอังกฤษ) Development of Dietary Supplement Capsule from Purple Rice Bran Oil Containing High Amount of Gamma-oryzanol, Tocopherol and Tocotrienol

โครงการวิจัยย่อยที่ 2

(ภาษาไทย) ไอศกรีมข้าวเสริมน้ำมันรำข้าวเก่าที่มีแกมมา-โอไรซานอล โทโคเฟอรอลและโทโคไตรอีนอลสูง

(ภาษาอังกฤษ) Rice Ice Cream Fortified with Purple Rice Bran Oil Containing High Amount of Gamma-oryzanol, Tocopherol and Tocotrienol

3. คณะนักวิจัยและสังกัด

3.1 หัวหน้าแผนงานวิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร.บุษบัน ศิริธัญญาลักษณ์

สถานที่ติดต่อ ภาควิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ถนนสุเทพ ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง

จังหวัดเชียงใหม่

โทรศัพท์ 0-5394-4342-3

โทรสาร 0-5322-2741

E-mail busaban.s@cmu.ac.th

3.2 หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยที่ 1

รองศาสตราจารย์ ดร.บุษบัน ศิริธัญญาลักษณ์

หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน: 3-5101-01135-06-8

สถานที่ทำงาน: ภาควิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ถนนสุเทพ ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

โทรศัพท์: 0-53944342-3

โทรสาร: 0-5322-2741

E-mail: busaban.s@cmu.ac.th

3.3 หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยที่ 2

รองศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ เพียรมงคล

หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 5014 00691 00 1

สถานที่ทำงาน: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เลขที่ 155 หมู่ที่ 2 ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50100

โทรศัพท์: 0-5394-8289

โทรสาร: 0-5394-8244

E-mail: aphirak@cmu.ac.th

4. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ในภาวะการแข่งขันสูง อยู่ในภาวะเศรษฐกิจถดถอยและปัญหาทางด้านการเมือง ทำให้ประชากรในประเทศต้องเผชิญกับสภาวะความเครียดและความกดดัน รวมทั้งสภาพสังคมที่เปลี่ยนไปซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งในการก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพและโรคต่างๆ มากมาย นอกจากนี้ยังมีโอกาสได้รับรังสี มลพิษทางอากาศ ความเครียด สารเคมีมากขึ้น ทำให้ผู้บริโภคหันมาใส่ใจและให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้นโดยเฉพาะการเลือกรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เน้นการป้องกันเพื่อลดการเจ็บป่วยและลดการใช้สารเคมี หรืออาจมีการเสริมด้วยผลิตภัณฑ์เสริมอาหารต่างๆ ที่ได้จากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ

ข้าวถือเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย ประเทศไทยและประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นผู้ผลิตข้าวแหล่งใหญ่ที่ส่งออกไปจำหน่ายยังประเทศต่างๆ ทั่วโลก ทั้งยังพบว่าประเทศไทยนั้นมีความหลากหลายของสายพันธุ์ข้าวมากกว่าประเทศอื่นๆ อันเนื่องมาจากการปรับปรุงพันธุ์จากสายพันธุ์ดั้งเดิมทั้งทางธรรมชาติและมนุษย์ ทำได้สายพันธุ์ข้าวชนิดใหม่เพิ่มขึ้น ในอดีตคน

ไทยนิยมบริโภคข้าวขาว ในปัจจุบันเริ่มให้ความสนใจในการบริโภคข้าวกล้อง ข้าวแดงและข้าวเก่าเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีรายงานการวิจัยพบว่าข้าวเก่ามีสารพฤกษเคมีที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย ตัวอย่างเช่น สารกลุ่มแอนโทไซยานิน แกมมา-โอไรซานอล โทโคเฟอรอล โทโคไตรอีนอลและสารกลุ่มฟีนอลิก เป็นต้น มีรายงานการวิจัยพบว่าแอนโทไซยานินที่สกัดจากเบอร์รี่สามารถป้องกันความเสียหายต่อดีเอ็นเอและเพิ่มระดับสารต้านออกซิเดชัน ทั้งยังพบว่าการรับประทานเบอร์รี่เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารจะช่วยลดภาวะเครียดออกซิเดชันและอาจช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจและมะเร็งที่เกิดผ่านกลไกต้านการอักเสบ การต้านออกซิเดชันและการป้องกันการก่อมะเร็ง (Bagchi *et al.*, 2004) นอกจากนี้ในข้าวเก่าก็ยังพบสารกลุ่มโอไรซานอลซึ่งเป็นสารที่ละลายในตัวทำละลายไม่มีขั้วและยังมียุทธประโยชน์ต่อสุขภาพมากมายเช่นกัน เช่น ลดความเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด ลดความเสี่ยงการเกิดมะเร็ง ยับยั้งการเกิด Platelet Aggregation ลดโคเลสเตอรอลและต้านออกซิเดชัน เป็นต้น โดยเฉพาะแกมมา-โอไรซานอลซึ่งเป็นรูปแบบที่ออกฤทธิ์ได้ดีที่สุด มีการประเมินประสิทธิภาพของรำข้าวในการป้องกันมะเร็งลำไส้ในหนูทดลอง พบว่าหนูทดลองที่กินรำข้าวสามารถลดจำนวน Intestinal adenoma ได้ถึง 51% เมื่อเปรียบเทียบกับหนูทดลองในกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ นอกจากนี้ยังพบสารในกลุ่มอนุพันธ์ของวิตามินอี โดยเฉพาะสารกลุ่มโทโคเฟอรอลและโทโคไตรอีนอล (Tocopherol and Tocotrienol) สารในกลุ่มนี้มีรายงานฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและฤทธิ์ต้านการอักเสบ โดยมีรายงานวิจัยพบว่าโทโคไตรอีนอลเป็นสารที่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบผ่านกลไกการยับยั้งการกระตุ้น Transcription factor NF- κ B ทั้งยังสามารถป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจในหนูที่เป็นเบาหวานอีกด้วย จากรายงานทางวิชาการพบว่าภาวะเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) และการอักเสบ (Inflammation) มีความสัมพันธ์กับการก่อมะเร็ง ซึ่งภาวะเครียดออกซิเดชันเป็นภาวะที่มีการผลิตอนุมูลอิสระมากเกินไปที่ Antioxidant defenses system ของร่างกายจะขจัดออกไปได้ โดยเฉพาะ Reactive oxygen species (ROS) และ Reactive nitrogen species (RNS) อนุมูลอิสระดังกล่าวสามารถเข้าทำลายสารชีวโมเลกุลในร่างกาย เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โดยเฉพาะเข้าทำลายดีเอ็นเอซึ่งเป็นสารพันธุกรรมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ DNA bases เกิด DNA strand break และ DNA fragmentation ส่งผลให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ (Verschoyle *et al.*, 2007)

ไอศกรีมเป็นอาหารที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อน องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีม (Ice-cream mix) โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีน และไขมัน ส่งผลอย่างมากต่อสมบัติของไอศกรีมที่ได้ ทั้งในแง่ของสมบัติทางกายภาพ และประสาทสัมผัส ดังนั้นการเสริมสารโอไรซานอลลงในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม นอกจากจะเป็นการเพิ่มคุณประโยชน์ในด้านโภชนาการแล้วยังน่าจะมีส่วนช่วยในการปรับสมบัติทางกายภาพและประสาทสัมผัสของไอศกรีมอีกด้วย นอกจากนี้แล้วไม่พบรายงานการศึกษาการประยุกต์ใช้น้ำมันรำข้าวเก่าในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมข้าวซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากข้าวที่พัฒนาโดยกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์จากน้ำมันรำข้าวได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเป็นอย่างสูง อันเนื่องจากสรรพคุณต่างๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจากน้ำมันรำข้าวที่วางจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่สกัดน้ำมันรำข้าวจากรำข้าวขาว ทั้งยังใช้แกมมา-โอไรซานอลเป็นตัวชี้วัดคุณภาพของน้ำมันรำข้าว แต่ในความเป็นจริงแล้วสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพยังประกอบด้วยสารกลุ่มโทโคเฟอรอลและโทโคโทรอินอล จากการศึกษาวิจัยปริมาณแกมมา-โอไรซานอลในข้าวจากโครงการวิจัย “การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณและกลไกการป้องกันการก่อมะเร็งของสารสกัดแกมมา-โอไรซานอลที่สกัดจากข้าวไทย” ซึ่งได้รับสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2554 พบว่าข้าวกล้องสายพันธุ์พื้นเมืองจะมีปริมาณแกมมา-โอไรซานอลที่สูงกว่าข้าวขาว จึงทำให้คณะผู้วิจัยสนใจที่จะวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญกลุ่มแกมมา-โอไรซานอล โทโคเฟอรอลและโทโคโทรอินอลในน้ำมันรำข้าวกล้องสายพันธุ์พื้นเมืองโดยใช้เทคนิคการบดเย็นและการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวดจำนวน 7 ตัวอย่างซึ่งประกอบด้วยน้ำมันรำข้าวกล้องสีม่วง น้ำมันรำข้าวกล้องดอกระด้าง น้ำมันรำข้าวกล้องเชียงราย น้ำมันรำข้าวกล้องพะเยา น้ำมันรำข้าวกล้องปทุมธานี น้ำมันรำข้าวกล้องดอกระด้างและน้ำมันรำข้าวกล้องปาอีคอง เปรียบเทียบกับน้ำมันรำข้าวเหนียวสันป่าตองและน้ำมันรำข้าวขาวดอกมะลิ 105 จากนั้นจึงเลือกน้ำมันรำข้าวกล้องสายพันธุ์พื้นเมืองที่มีปริมาณสารกลุ่มแกมมา-โอไรซานอล โทโคเฟอรอลและโทโคโทรอินอลสูงที่สุดมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวกล้องแคปซูลชนิดเคสือบเอนเทอริกเพื่อนำส่งน้ำมันรำข้าวกล้องให้ไปปลดปล่อยสารสำคัญในลำไส้เล็ก พร้อมทั้งวิเคราะห์ความคงตัวและการปลดปล่อยสารสำคัญ (โครงการวิจัยย่อยที่ 1) นอกจากนี้ น้ำมันรำข้าวกล้องที่ได้จากโครงการวิจัยย่อยที่ 1 จะถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการพัฒนาเป็นไอศกรีมข้าวเพื่อเป็นทางเลือกใหม่ของผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพทางเลือกใหม่อีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ (โครงการวิจัยย่อยที่ 2)

5. วัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัย

5.1 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญกลุ่มโทโคเฟอรอล โทโคโทรอินอลและแกมมา-โอไรซานอลในน้ำมันรำข้าวกล้องสายพันธุ์พื้นเมือง

5.2 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แคปซูลน้ำมันรำข้าวกล้องชนิดเคสือบเอนเทอริกที่มีสารสำคัญกลุ่มโทโคเฟอรอล โทโคโทรอินอลและแกมมา-โอไรซานอลสูงสุดจากข้อ 5.1 ที่มีความคงตัวและการปลดปล่อยสารสำคัญในลำไส้เล็ก พร้อมทั้งจัดทำมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามข้อกำหนดของกองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.)

5.3 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมข้าวที่มีส่วนประกอบของน้ำมันรำข้าวกล้องที่มีสารสำคัญกลุ่มโทโคเฟอรอล โทโคโทรอินอลและแกมมา-โอไรซานอลสูงสุดจากข้อ 5.1

6. ทฤษฎีและการออกแบบความคิดของแผนงานวิจัย

ปัจจุบันประชากรส่วนใหญ่ต้องพบกับปัญหาสุขภาพ เนื่องจากรูปแบบการดำรงชีวิต และ พฤติกรรมการบริโภค ซึ่งปัญหาโรคเรื้อรังต่างๆ ทั้งโรคไขมันในเลือดสูง โรคเบาหวานและ โรคเมะเร็งระบบต่างๆ ตลอดจนมะเร็งลำไส้ใหญ่และไส้ตรงก็เป็นปัญหาที่สร้างความเสียหายเพิ่ม มากยิ่งขึ้นเช่นกัน ผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจึงได้มีบทบาทสำคัญต่อคนในยุคนี้ ทั้งนี้ประเทศไทย จัดเป็นประเทศที่มีทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลาย รวมทั้งธัญพืช โดยเฉพาะข้าว ซึ่งเป็นอาหาร หลักของคนไทยและยังเป็นพืชเศรษฐกิจอีกด้วย ซึ่งมีคุณค่าทางสารอาหารและสรรพคุณทางยาดี หลายประการ เช่น ลดโคเลสเตอรอล ปรับเปลี่ยนภูมิคุ้มกัน ลดระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันการ ก่อมะเร็ง บำรุงอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย ต่อต้านการอักเสบ เป็นต้น ซึ่งการนำผลผลิตพืชทาง การเกษตรหรือพืชเศรษฐกิจมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์เภสัชและ เทคโนโลยีทางอาหาร จึงน่าจะเป็นแนวทางที่สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้อย่างมี ศักยภาพและยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยป้องกันโรคเรื้อรัง รวมทั้งช่วยลดความรุนแรงของโรค เรื้อรังต่างๆ ได้อีกด้วย โดยเฉพาะมะเร็งลำไส้ใหญ่และไส้ตรง ซึ่งถือได้ว่าเป็นปัญหาอันเร่งด่วนที่ ต้องแก้ไขสำคัญคนไทยในยุคปัจจุบันที่มีรูปแบบการรับประทานอาหารได้เปลี่ยนแปลงไป ใน การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงได้เลือกศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากรำข้าวเก่าและองค์ประกอบ ต่างๆ อันเกี่ยวข้องกับข้าวเก่าสายพันธุ์พื้นเมืองที่พบในเขตภาคเหนือของประเทศไทย โดยทำการ วิเคราะห์โทโคเฟอรอลและโทโคโทรอินอลด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงโดยใช้ ตัวตรวจวัดชนิดฟลูออเรสเซนซ์ที่ได้ทำการดัดแปลงและทดสอบความเหมาะสมผลของวิธีวิเคราะห์ แล้ว รวมถึงถึงสารสำคัญกลุ่มแกมมา-โอไรซานอล สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สารประกอบ ฟลาโวนอยด์ทั้งหมดและสารประกอบแอนโทไซยานินทั้งหมดในน้ำมันที่สกัดได้จากรำข้าวเก่าสาย พันธุ์พื้นเมืองด้วยการบีบเย็นและเทคนิคคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวดซึ่งมีความปลอดภัยต่อ สุขภาพ จากนั้นจึงเลือกน้ำมันที่สกัดได้จากรำข้าวเก่าที่มีปริมาณสารสำคัญกลุ่มแกมมา-โอไรซา นอล โทโคเฟอรอลและโทโคโทรอินอลสูงมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารแคปซูลน้ำมันรำข้าว ก่าชนิดเคลือบเอนเทอริกและผลิตภัณฑ์ไอศกรีมข้าว ซึ่งผลที่อาจเกิดจากการศึกษาค้นคว้านี้ ทั้งที่เป็น รูปแบบผลิตภัณฑ์และองค์ความรู้ตลอดจนทรัพย์สินทางปัญญา จะนำไปสู่การช่วยลดการสูญเสีย ครอบงำทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและมนุษย์ ลดการสูญเสียทั้งชีวิตอันเกิดจากโรคเรื้อรังต่างๆ ทั้งโรคไขมันในเลือดสูง โรคเบาหวานและโรคเมะเร็ง ทั้งยังช่วยลดการสูญเสียทางเศรษฐกิจทั้งจาก ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาอาการของโรคและค่าใช้จ่ายจากการนำเข้าเภสัชภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ เสริมสุขภาพลักษณะเดียวกันนี้จากต่างประเทศ และยังช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับข้าวเก่าสายพันธุ์ พื้นเมืองและยังส่งเสริมอาชีพให้กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวของไทยได้อีกทางหนึ่งด้วย

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 ทราบสายพันธุ์ข้าวเก่าที่มีปริมาณสารสำคัญกลุ่มโทโคเฟอรอล โทโคไตรอีนอลและแกมมา-โอไรซานอลสูง

7.2 ได้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารแคปซูลน้ำมันรำข้าวเก่าชนิดเคลือบเอนเทอริกที่ทราบข้อมูลการปลดปล่อยสารสำคัญกลุ่มโทโคเฟอรอล โทโคไตรอีนอลและแกมมา-โอไรซานอลที่มีความปลอดภัยในการบริโภค เป็นไปตามข้อกำหนดของกองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

7.3 ได้ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมข้าวที่มีส่วนประกอบของน้ำมันที่สกัดจากรำข้าวเก่าด้วยเทคนิคที่ไม่ใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ซึ่งมีความปลอดภัยต่อสุขภาพ

7.4 ผลงานวิจัยที่ได้มีศักยภาพในการนำไปใช้จริงในทางสาธารณสุขในการดูแลสุขภาพและป้องกันโรค

7.5 การวิจัยนี้เกื้อหนุนให้มีการพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ที่มีความรู้และประสบการณ์การวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ วิทยาศาสตร์เคมีและเภสัช

7.6 เพิ่มมูลค่าของข้าวสายพันธุ์ในประเทศไทยโดยเฉพาะข้าวเก่าสายพันธุ์พื้นเมืองภาคเหนือ

8. สรุปผลดำเนินการ

ในเขตพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยนอกจากข้าวขาวยังมีข้าวสีดำ ข้าวสีม่วงและข้าวสีแดงซึ่งลักษณะสีภายนอกนั้นขึ้นอยู่กับการสะสมสีบนเยื่อหุ้มข้าว สำหรับข้าวสีม่วงนั้นเรียกว่า “ข้าวเก่า” ซึ่งมีการเพาะปลูกมากในเขตพื้นที่สูงหรือในเขตพื้นที่ภูเขา การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมอาหารแคปซูลน้ำมันรำข้าวเก่าชนิดเคลือบเอนเทอริกที่มีปริมาณแกมมา-โอไรซานอล โทโคเฟอรอลและโทโคไตรอีนอลสูง โดยคัดเลือกน้ำมันรำข้าวเก่าที่มีปริมาณโทโคเฟอรอลและโทโคไตรอีนอลสูงซึ่งวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงโดยใช้ตัวตรวจวัดชนิดฟลูออเรสเซนซ์ซึ่งได้ทำการดัดแปลงวิธีวิเคราะห์ขึ้น ปริมาณแกมมา-โอไรซานอล ชนิดและปริมาณกรดไขมัน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดและปริมาณสารประกอบแอนโทไซยานินทั้งหมดจากตัวอย่างน้ำมันรำข้าวบึง น้ำมันรำข้าวเก่าต่อ น้ำมันรำข้าวเก่าสีม่วง น้ำมันรำข้าวเก่าปาอีคอง น้ำมันรำข้าวเก่าดอยสะเก็ด น้ำมันรำข้าวเก่าเชียงรายและน้ำมันรำข้าวเก่าพะเยา เปรียบเทียบกับน้ำมันรำข้าวขาว (เหนียวสันป่าตองและข้าวขาวดอกมะลิ 105) จากการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญพบว่าน้ำมันรำข้าวเก่าที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดและปริมาณสารประกอบแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงกว่าน้ำมันรำข้าวขาว นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันรำข้าวเก่าที่มีปริมาณโทโคไตรอีนอล โทโคเฟอรอลและแกมมา-โอไรซานอลสูงกว่าน้ำมันรำข้าวขาวประมาณสองเท่า ซึ่งพบว่าน้ำมันรำข้าวเก่าสีม่วงมีปริมาณสารสำคัญดังกล่าวสูงสุด ดังนั้นจึง

คัดเลือกน้ำมันรำข้าวกำลังพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แคปซูลชนิดเคลือบเอนเทอริกเพื่อนำส่งสารสำคัญไปยังลำไส้เล็ก ซึ่งได้เตรียมน้ำมันรำข้าวกำลังพัฒนาให้เป็นผงแห้งโดยการใช้ silicified microcrystalline cellulose ในอัตราส่วนของน้ำมันรำข้าวต่อตัวดูดซับเท่ากับ 3:1 โดยน้ำหนัก ซึ่งสามารถดูดซับสารสกัดได้ผงแห้งที่สามารถนำไปเตรียมแกรนูลสำหรับการบรรจุลงในแคปซูลชนิดเคลือบเอนเทอริกต่อไป จากการทดสอบการปลดปล่อยสารสำคัญในสภาวะจำลองของกระเพาะอาหารเป็นเวลา 2 ชั่วโมงพบว่าการปลดปล่อยแกมมา-โทโคไตรอีนอล แกมมา-โทโคเฟอรอล แอลฟา-โทโคเฟอรอลและแกมมา-โอโรซานอลน้อยกว่าร้อยละ 10 โดยที่พบว่าการปลดปล่อยแกมมา-โทโคไตรอีนอล แกมมา-โทโคเฟอรอล แอลฟา-โทโคเฟอรอลและแกมมา-โอโรซานอลมากกว่าร้อยละ 90 หลังจากทดสอบในสภาวะจำลองของลำไส้เล็กภายในเวลา 1 ชั่วโมงและมีการปลดปล่อยสารสำคัญจนเกือบสมบูรณ์ (มากกว่าร้อยละ 95) ภายในเวลา 2 ชั่วโมงในสภาวะจำลองของลำไส้เล็ก นอกจากนี้ น้ำมันรำข้าวกำลังพัฒนายังนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมดัดแปลงข้าวกำลังเสริมน้ำมันรำข้าวกำลังพัฒนา จากการศึกษาค่าผลของอัตราส่วน (โดยน้ำหนัก) ระหว่างข้าวกำลัง น้ำ 3 ระดับ คือ 1:2, 1:4 และ 1:10 ต่อสมบัติของน้ำข้าวกำลัง พบว่าการลดสัดส่วนของน้ำในอัตราส่วน ทำให้ปริมาณโปรตีน ไขมัน ของแข็งทั้งหมด เถ้าและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าสูงขึ้น ในขณะที่สารประกอบแอนโทไซยานินทั้งหมดมีปริมาณลดลง ส่วนสมบัติการต้านออกซิเดชันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนผสมพื้นฐานไอศกรีมดัดแปลงข้าวกำลังที่เหมาะสมประกอบด้วย น้ำข้าวกำลัง (เตรียมโดยใช้อัตราส่วนระหว่างข้าวกำลังต่อน้ำ เท่ากับ 1:4 โดยน้ำหนัก) ร้อยละ 55 กะทิร้อยละ 30 และน้ำตาลร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) ชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัวที่เติมลงในส่วนผสมไอศกรีมพื้นฐานจะส่งผลต่อสมบัติของไอศกรีมดัดแปลงข้าวกำลังที่ได้ การเติมเจลาตินที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.3 (โดยน้ำหนัก) ทำให้ได้ไอศกรีมดัดแปลงข้าวกำลังที่มีคุณภาพโดยรวมเหมาะสมที่สุด การเติมน้ำมันรำข้าวกำลังเสริมในปริมาณร้อยละ 10 (โดยน้ำหนัก) ในส่วนผสมพื้นฐานที่มีการเติมเจลาตินร้อยละ 0.3 (โดยน้ำหนัก) ทำให้ได้ไอศกรีมดัดแปลงข้าวกำลังที่มีสมบัติโดยรวมดีที่สุด การศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมดัดแปลงข้าวกำลังเสริมน้ำมันรำข้าวกำลัง ที่อุณหภูมิ -10 และ -20 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่าคุณภาพโดยรวมของไอศกรีมดัดแปลงข้าวกำลังเสริมน้ำมันรำข้าวกำลังลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาในทั้งสองอุณหภูมิ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ช่วยรักษาคุณภาพของไอศกรีมดัดแปลงข้าวกำลังเสริมน้ำมันรำข้าวกำลังได้ดีกว่า อย่างไรก็ตามไอศกรีมดัดแปลงข้าวกำลังเสริมน้ำมันรำข้าวกำลังที่เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลานาน 90 วัน มีคุณภาพทางด้าน จุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ไอศกรีมในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222 พ.ศ. 2544 และจากการประเมินคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีมชุดควบคุมและไอศกรีมที่เติมน้ำมันรำข้าวกำลังร้อยละ 10 (โดยน้ำหนัก) ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาและอุณหภูมิการเก็บรักษาไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะ โดยคะแนนเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านสี

ลักษณะปรากฏ ความแน่นแข็ง ความเรียบเนียน รสหวาน กลิ่นรสไอศกรีมและคะแนนการยอมรับโดยรวมของไอศกรีมชุดควบคุมอยู่ในช่วง 6.08 – 6.83 ชอบน้อยที่สุด (และไอศกรีมข้าวก่ำที่เติมน้ำมันรำข้าวร้อยละ 10 (โดยน้ำหนัก) อยู่ในช่วง 6.25-7.25 ชอบน้อยที่สุดถึงชอบปานกลาง ผลงานวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นศักยภาพของผลิตภัณฑ์แคปซูลน้ำมันรำข้าวก่ำสีม่วงชนิดเคลือบเอนเทอริกและไอศกรีมดัดแปลงข้าวก่ำผสมน้ำมันรำข้าวก่ำสีม่วง ซึ่งมีปริมาณโทโคไตรอีนอล โทโคเฟอรอลและแกมมา-โอไรซานอลสูงในการนำมาประยุกต์ใช้เป็นโภชนเภสัชภัณฑ์