รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ปีที่ 1(2550)

โครงการ "นวัตกรรมเพื่อยกระดับคุณภาพและความปลอดภัยทางอาหารสู่โครงสร้างทางเศรษฐกิจยุคใหม่"

Integration Project: Innovations for the Improvement for the Food Safety and Food Quality For New Word Economy

เสนอโดย
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ปีที่ 1(2550)

โครงการ "นวัตกรรมเพื่อยกระดับคุณภาพและความปลอดภัยทางอาหารสู่โครงสร้างทางเศรษฐกิจยุคใหม่"

Integration Project: Innovations for the Improvement for the Food Safety and Food Quality For New Word Economy

เสนอโดย

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ(ภาษาไทย) II

บทคัดย่อ(ภาษาอังกฤษ) III

กิตติกรรมประกาศ IV

บทที่ 1 บทนำ 1-18

บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย 19-34

บทที่ 3 ผลการวิจัย 35-52

บทที่ 4 สรุปและเสนอแนะ 53-60

ภาคผนวก

แผนงานวิจัยย่อยที่ 1 นวัตกรรมการวิจัย และพัฒนา วิธีวิเคราะห์และชุดทดสอบ

โครงการย่อยที่ 1.1 โมเลกุลดีเอ็นเอเพื่อการพัฒนาการวิเคราะห์คุณภาพและความปลอดภัยแนวใหม่ในวัตถุดิบและอาหารแปรรูป

โครงการย่อยที่ 1.2 การตรวจวิเคราะห์สารมาลาไคท์กรีนและเมตาบอไลต์ลิวโคมาลาไคท์กรีนตกค้างในสัตว์น้ำเพาะเลี้ยง ด้วยเทคนิค LC-MS/MS และเทคนิค HPLC-UV-Visible

โครงการย่อยที่ 1.3 การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในอาหาร

โครงการย่อยที่ 1.4 การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์เพื่อประเมินการปนเปื้อนจากบรรจุภัณฑ์อาหาร

โครงการย่อยที่ 1.5 การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์และการหาปริมาณแคพไซซินและไดไฮโดรแคพไซซินในผลิตภัณฑ์พริกและอาหารรสเผ็ด

โครงการย่อยที่ 1.6 การพัฒนาเทคนิคการตรวจวัด และอุปกรณ์ปฏิบัติการบนชิพสำหรับตรวจวัดสารตกค้างประเภทยาปฏิชีวนะและโลหะปนเปื้อนในอาหาร

แผนงานวิจัยย่อยที่ 2 นวัตกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยและมีคุณค่าทางโภชนาการต่อสุขภาพ

โครงการย่อยที่ 2.1 การผลิตอาหารเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันโรคข้อกระดูกเสื่อมจากเปลือกอาหารทะเล

โครงการย่อยที่ 2.2 ผลิตภัณฑ์ผักผลไม้ท้องถิ่นที่มีหน้าที่เฉพาะของสารพรีไบโอติกส์ (Prebiotics) และแอนติออกซิแดนต์ (Antioxidants)

โครงการย่อยที่ 2.3 การผลิตพอลิเมอร์จากจุลินทรีย์เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

โครงการย่อยที่ 2.4 การผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากจุลินทรีย์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

โครงการย่อยที่ 2.5 การคัดสายพันธุ์พริกและงาเพื่อการประยุกต์ด้านอุตสาหกรรมอาหารและอาหารเสริม

โครงการย่อยที่ 2.6 ผลไม้เพื่อสุขภาพที่เคลือบเกลือแร่และวิตามินสำหรับผู้สูงอายุ

โครงการย่อยที่ 2.7 สารสำคัญและการประกันคุณภาพอาหารเสริมจากกระชายดำ

แผนงานวิจัยย่อยที่ 3 นวัตกรรมการพัฒนาระบบควบคุมและตรวจสอบคุณภาพความปลอดภัยของอาหาร

โครงการย่อยที่ 3.1 การพัฒนาระบบข้อมูลรหัส 2 มิติ และการควบคุมเชิงบูรณาการในการกำกับดูแลคุณภาพและความปลอดภัยของอาหาร : โมเดลเริ่มต้นในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

โครงการย่อยที่ 3.2 ระบบทดสอบควบคุมและกำกับดูแลอาหารดัดแปรพันธุกรรมออนไลน์

แผนงานวิจัยย่อยที่ 4 การอบรมและเผยแพร่นวัตกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยของอาหาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ(ภาษาไทย)

อุตสาหกรรมเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศและมีการขยายตัวของการส่งออกอย่างต่อเนื่อง ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาประเทศไทยประสบปัญหาในการส่งออกสินค้าสืบเนื่องจากการแข่งขันในตลาดโลกเพิ่มทวีมากขึ้น ในตลาดโลกปัจจุบัน ผู้ผลิตเผชิญกับมาตรการการกีดกันทางด้านการค้าหลายรูปแบบ การช่วยเหลือของรัฐบาลในประเทศอื่นๆ ซึ่งส่งผลให้สินค้าราคาถูกลง เขตการค้าเสรี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกำหนดมาตรฐานอาหารของประเทศคู่ค้า การประกันความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้บริโภคทั้งในและประเทศคู่ค้า รวมทั้งยกระดับคุณภาพของอาหารเป็นกุญแจสำคัญในการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันเพื่อการส่งออกของประเทศไทย เทคโนโลยีที่ทันสมัยเป็นปัจจัยในการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันดังกล่าว ดังนั้นความพยายามในการเพิ่ม พัฒนา และถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ทันสมัยสู่สายการผลิตจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น และเพื่อส่งเสริมให้การเติบโตของภาคอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างยั่งยืนโดยมุ่งพัฒนาอาหารที่มีคุณภาพดีและสามารถแข่งขันได้ งานวิจัยเชิงบูรณการเรื่อง "นวัตกรรมเพื่อยกระดับคุณภาพและความปลอดภัยทางอาหารสู่โครงสร้างทางเศรษฐกิจยุคใหม่" จึงได้ถูกริเริ่มขึ้น โดยงานวิจัยบูรณาการนี้ประกอบด้วยแผนงานวิจัยใหญ่ 4 แผนงานด้วยกัน คือ

(I) แผนงานวิจัยย่อยที่ 1 นวัตกรรมการวิจัย และพัฒนาวิธีวิเคราะห์และชุดทดสอบ

(II) แผนงานวิจัยย่อยที่ 2 นวัตกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยและมีคุณค่าทางโภชนาการต่อสุขภาพ

(III) แผนงานวิจัยย่อยที่ 3 นวัตกรรมการพัฒนาระบบควบคุมและตรวจสอบคุณภาพความปลอดภัยของอาหาร

(IV) การอบรมและเผยแพร่นวัตกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยของอาหาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Abstract

The food industry, which has been one of the key drivers of Thailand's economy for many decades, is a dynamic and always growing sector. Recent changes in the structure of the global market suggest that Thailand must operate strategic changes in order to diversify its economic activities to withstand greater worldwide competition. In the new global market, Thai companies will have to face more subsidies, non-traffic barriers, and stricter international food standards and regulations enforced by the buyer. The guarantee of the better quality and safety of food products for domestic and international market will be a key point in ensuring the future of the Thai agri-business sector. As technology is a factor to increase competitiveness, effort must be made to upgrade, develop and transfer new technologies to production lines. To promote sustainable growth of Thailand's agribusiness sector by developing safe and better quality food products, a multidisciplinary food safety and innovation project entitled "Innovations for the Improvement for the Food Safety and Food Quality For New Word Economy" has been initiated and include the following four areas:

Project 1: Innovation of research and development of analytical methods and test kits.

Project 2: Innovation of safe, healthy and nutritious food products.

Project 3: Innovation of quality assurance and quality control systems for safety of food products,

Project 4: Knowledge and technology transfer.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

รายงายการวิจัยฉบับนี้ลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณาจารย์ นักวิจัย และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือทั้งในด้านวิชาการและดำเนินงานวิจัย และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในเรื่องของสถานที่ เครื่องมืออุปกรณ์การวิจัย และขอขอบคุณแหล่งทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2550

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

การเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากอาหารเป็นพิษ มีสาเหตุมาจากการปนเปื้อนของสารเคมี สารพิษที่เป็นอันตราย และการระบาดของเชื้อโรคต่างๆ การปนเปื้อนในอาหารนั้นเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนของห่วงโซ่การผลิตอาหาร ตั้งแต่การผลิตในระดับไร่นาจนถึงผู้บริโภค ซึ่งมีผลกระทบต่อความปลอดภัยของอาหารและสร้างความเสียหายให้กับอุตสาหกรรมอาหาร คิดเป็นมูลค่ามหาศาล ปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและในประเทศที่กำลังพัฒนา

ประเทศผู้นำเข้าสินค้าอาหารรายใหญ่ๆของโลกจึงได้มีการแก้ไขกฎระเบียบข้อกำหนดหรือมาตรการต่างๆและกำหนดให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้าสินค้าอาหารต้องปฏิบัติตามกฎ ระเบียบข้อบังคับดังกล่าวอย่างเคร่งครัด เพื่อคุ้มครองความปลอดภัยของประชาชนในประเทศ ประเทศไทยจึงต้องมีวิธีและมาตรการรวมทั้ง การตรวจสอบวิเคราะห์ที่ทันสมัยแม่นยำ เพื่อให้อาหารที่นำมาบริโภคนั้นปลอดภัยได้มาตรฐานและปกป้องคุ้มครองสุขอนามัยของประชากร รวมทั้งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการสามารถเจรจาต่อรองกับประเทศคู่ค้าและมีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบโต้มาตรการกีดกันทางการค้าของกับประเทศคู่ค้าต่างๆได้ทันท่วงที

ประเทศไทยมีความได้เปรียบทางด้านวัตถุดิบที่มีความหลากหลายและมากเพียงพอสำหรับความต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ การเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบหรือของเหลือใช้ภายในประเทศ เพื่อนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสุขภาพและมีคุณค่าทางโภชนาการ เพื่อให้ประชาชนได้บริโภคอาหารปลอดภัยมีสุขภาพอนามัยที่แข็งแรงลดค่าใช้จ่ายในการรักษาความเจ็บป่วย คือเป้าหมายที่นำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

การศึกษาระบบการแสดงฉลากและควบคุมอาหารในประเทศพบว่ายังขาดระบบที่เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างการควบคุมวัตถุดิบนำเข้าต้นทาง ความต้องการใช้และลักษณะจำเพาะของวัตถุดิบ การทดสอบการใช้วัตถุดิบของผู้ประกอบการการผลิต การควบคุม และการกำกับดูแล [illegible]ของการแสดงฉลากซึ่งก่อให้เกิดผลเสียต่อผู้บริโภค ในแง่ของการไม่ได้รับข้อมูล เพื่อการบริโภคอย่างเพียงพอและสิทธิในความรู้อันพึงได้ การสร้างระบบเพื่อเชื่อมโยงตรวจสอบควบคุมและกำกับดูแลให้เป็นหน่วยเดียวกัน จะทำให้หมวดสินค้าที่ใช้วัตถุดิบที่เกี่ยวข้องนั้นสามารถรองรับยุคการค้าเสรีซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของตลาดอย่างรวดเร็ว และสามารถรองรับตลาดที่ต้องการเอกสารรองรับ และรับประกันในรูปแบบของการตรวจสอบทวนทุกขั้นตอนได้ สำหรับประเทศไทยการนำระบบเชื่อโยงแบบออนไลน์ น่าจะช่วยเพิ่มความพร้อมในการตรวจสอบควบคุมและกำกับดูแล และยังช่วยกระตุ้นให้เกิดความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน สร้างศักยภาพยกระดับคุณภาพความปลอดภัยในผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเป็นผลดีโดยรวมต่ออุตสาหกรรมอาหาร

การบูรณาการองค์ความรู้และเทคโนโลยีต่างๆ ที่ได้จากการวิจัยและพัฒนาภายใต้โครงการ "นวัตกรรมเพื่อยกระดับคุณภาพและความปลอดภัยทางอาหารสู่โครงสร้างทางเศรษฐกิจยุคใหม่" ในหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็นวิธีการตรวจสอบวิเคราะห์ที่ทันสมัย สะดวกแม่นยำ การเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบ การวิจัย และพัฒนาอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ อาหารเสริมที่ได้มาตรฐานมีคุณภาพ รวมถึงการสร้างระบบ เชื่อมโยง

การผลิต การควบคุมดูแลรายละเอียดของการแสดงฉลาก ควรได้มีการถ่ายทอดสู่ผู้บริโภค ผู้ประกอบการให้ได้รับทราบ เพื่อขับเคลื่อนสู่เป้าหมายของความปลอดภัยของอาหาร(Food Safety) เป็นการส่งเสริมให้บุคลากรในอุตสาหกรรมอาหารและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีความรู้และคุณภาพสูงขึ้น เสริมสร้างมูลค่าเพิ่มทางด้านความรู้(Knowledge-based) และนำความรู้นั้นไปพัฒนาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารให้สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของรัฐบาลในนโยบายปรับโครงสร้างเศรษฐกิจให้สมดุลและแข่งขันได้ นโยบายพัฒนาคนและสังคมที่มีคุณภาพและนโยบายการพัฒนาที่ยั่งยืน

แผนงานวิจัยย่อยที่ 1 นวัตกรรมการวิจัย และพัฒนา วิธีวิเคราะห์และชุดทดสอบ

โครงการย่อยที่ 1.1 โมเลกุลดีเอ็นเอเพื่อการพัฒนาการวิเคราะห์คุณภาพและความปลอดภัย แนวใหม่ในวัตถุดิบและอาหารแปรรูป

ประเทศไทยส่งออกอาหารไม่น้อยกว่า 2 แสนล้านบาทต่อปี การประกันคุณภาพและความปลอดภัยของอาหารจึงเป็นหัวใจหลักในการสร้างความเชื่อมั่นในตัวสินค้าที่เชื่อมโยงไปสู่ความสามารถในการแข่งขันในอุตสาหกรรมอาหารของประเทศ การตรวจวิเคราะห์เพื่อยืนยันคุณภาพและความปลอดภัยด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์จึงเข้ามามีบทบาท ในอดีตการตรวจวิเคราะห์ใช้วิธีการทางกายภาพ เคมี และชีววิทยา แต่เนื่องจากอาหารส่วนใหญ่แปรรูปไปจากวัตถุดิบเดิมมากจนทำให้การวิเคราะห์มีความยากลำบากขึ้น ความก้าวหน้าทางชีววิทยาโมเลกุลช่วยให้สามารถใช้โมเลกุลธรรมชาติ เป็นดัชนีในการตรวจสอบ โดยพบว่าในบรรดาโมเลกุลชีวภาพเหล่านั้น ดีเอ็นเอเป็นโมเลกุลที่มีเสถียรภาพมากที่สุด ที่ผ่านมามีผู้นำดีเอ็นเอมาใช้ตรวจเอกลักษณ์บุคคล ความเป็นเครือญาติ และงานนิติเวชศาสตร์กับตัวอย่างที่ผ่านภาวะที่ไม่เหมาะสม ซึ่งการวิเคราะห์ได้ผลชัดเจนเป็นที่ยอมรับและช่วยลดข้อโต้แย้งได้ดี อย่างไรก็ดี เทคนิคในปัจจุบัน มีข้อจำกัดที่จำเป็นต้องใช้ บุคลากรที่มีความรู้ ทักษะ ต้องลงทุนด้านเครื่องมือและห้องปฏิบัติการ และที่สำคัญไม่สามารถใช้งานได้ในภาคสนาม จึงทำให้การประยุกต์มีขอบเขตจำกัด

โครงการนี้อาศัยข้อได้เปรียบในการตรวจด้วยโมเลกุลดีเอ็นเอ มาใช้ในการพัฒนาการตรวจบนพื้นฐานเทคนิคการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอรูปแบบใหม่(LAMP) และคุณสมบัติทางไฟฟ้าเคมีของดีเอ็นเอ ช่วยให้การตรวจสามารถดำเนินการได้ในภาคสนาม ตอบหลักการ point of care เน้นการตรวจการปนของ GMOs การปนชนิดพันธุ์ การรับรองความแท้ หรือการปนของเชื้อและดีเอ็นเอจากโคและกระบือเพื่อเป็นแม่แบบเริ่มต้นและผลในรูปชุดสำเร็จ ที่ใช้เทคนิคที่ไม่ต้องพึ่งพาห้องปฏิบัติการ ไม่ใช้น้ำยาราคาแพงทำให้ลดค่าใช้จ่ายและข้อจำกัดในการตรวจวิเคราะห์ที่มีในปัจจุบันลงอย่างสิ้นเชิง นอกจากนี้ยังเน้นการสร้างโมเลกุลมาตรฐานเพื่อทดแทนการใช้ Certified Referance Materials ที่มีราคาแพง

วัตถุประสงค์เพื่อ

- พัฒนาเทคโนโลยีในการตรวจรับรองคุณภาพอย่างง่ายแบบคล่องตัวในรูปแบบชุดสำเร็จ

- พัฒนาเทคโนโลยีการตรวจรับรองคุณภาพและความปลอดภัยโดยบูรณาการนวัตกรรมจากการเพิ่มปริมาณโมเลกุลดีเอ็นเอด้วยอุรหภูมิระนาบเดียวกัน

- พัฒนาการตรวจวิเคราะห์โดยหลักของเทคนิค electrochemical detection เพื่อการตรวจในรูปของอุปกรณ์ขนาดเล็ก(device) ที่มีความแม่นยำและง่ายต่อการนำไปใช้ในการตรวจสอบ

- สร้างโมเลกุลในรูปแบบดีเอ็นเอมาตรฐานและสิทธิบัตรเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์โมเลกุลเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อใช้รวมในการตรวจสอบทดแทนการใช้ Certified Reference Material ที่มีราคาแพง

โครงการย่อยที่ 1.2 การตรวจวิเคราะห์สารมาลาไคท์กรีนและเมตาบอไลต์ลิวโคมาลาไคท์กรีนตกค้างในสัตว์น้ำเพาะเลี้ยง ด้วยเทคนิค LC-MS/MS และเทคนิค HPLC-UV-Visible

ในเบื้องต้นมาลาไคต์กรีน (Malachite green, MG) ใช้เป็นสีย้อมในอุตสาหกรรมสิ่งทอ แต่ต่อมาได้ถูกนำมาใช้เป็นยาต้านปรสิต เชื้อรา และต้านจุลชีพในสัตว์น้ำเพาะเลี้ยงได้อย่างมีประสิทธิ ภาพ จึงมีการใช้อย่างแพร่หลายในการเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลี้ยงปลาและกุ้ง เมตะบอลิซึมของสัตว์น้ำจะเปลี่ยนมาลาไคต์กรีนไปเป็นลิวโคมาลาไคต์กรีน (Leucomalachite green, LMG) สะสมอยู่ในชั้นไขมันของเนื้อสัตว์น้ำ ต่อมาได้มีการพบว่ามาลาไคต์กรีนอาจทำให้เกิดโรคมะเร็งและการกลายพันธุ์ในสัตว์ต่างๆรวมถึงในระดับเซลล์ด้วย ดังนั้นในปีค.ศ.1978 ประเทศสหรัฐอเมริกาจึงควบคุมการใช้มาลาไคต์กรีนอย่างเข้มงวดและอนุญาตให้ใช้เฉพาะหน่วยงานเพาะเลี้ยงเพื่อแพร่พันธุ์เท่านั้น ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรปไม่อนุญาตให้ใช้เช่นกัน การห้ามใช้เพราะเป็นอันตรายต่อมนุษย์นี้จะต้องมีวิธีตรวจวิเคราะห์ที่เชื่อถือได้ที่จะตรวจยืนยันการตกค้างของสารปฏิชีวนะนี้

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีวิเคราะห์ MG และ LMG พร้อมกันในตัวอย่างสัตว์น้ำเพาะเลี้ยง ให้มีความถูกต้องแม่นยำสูง ด้วยการเตรียมตัวอย่างที่มีขั้นตอนง่ายและรวดเร็วขึ้น ใช้เตาอบไมโครเวฟในการสกัดและคลีนอัพ และวิเคราะห์ MG และ LMG ด้วยเทคนิค LC-MS/MS มีสารคริสตัลไวโอเล็ต (Crystal violet, CV) เป็น internal standard ที่ ionpairs ดังนี้ MG 329.3/208.2, 329.3/313.1, LMG 331.3/165.4, 331.3/239.3 และ CV(internal standard) 372.2/356.3

และเนื่องจากว่าเครื่อง LC-MS/MS เป็นเครื่องมือที่มีราคาสูงมากและต้องอาศัยทักษะขั้นสูงในการใช้ จึงไม่ค่อยมีใช้ในห้องปฏิบัติการการวิเคราะห์อาหารทั่วไป งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาวิธีวิเคราะห์ที่ใช้เครื่องมือที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารส่วนมาก คือการตรวจวิเคราะห์มาลาไคต์กรีน ลิวโคมาลาไคต์กรีน คริสตัลไวโอเล็ต ลิวโคคริสตัลไวโอเล็ต ตกค้างในสัตว์น้ำเพาะเลี้ยง เช่น ปลา กุ้ง พร้อมกันด้วยเทคนิค HPLC-DAD(multiwavelength) คอลัมน์ชนิด Zorbax stable bond C18, 150x4.6 mm, 5 µm พร้อม guard column ชนิดเดียวกัน mobile phase คือ ammonium acetate buffer (0.05 M, pH 4.5) และ acetonitrile และใช้ gradient elution ตรวจวัดสารทั้งสี่ชนิดพร้อมกันด้วยเครื่องตรวจวัดแบบ diode array detector (DAD) ที่หลายความยาวคลื่นได้แก่ 618 nm(0.00-7.00 min), 585 nm(7.01-12.00 min), 265 nm(12.01-20.00 min) วิเคราะห์

ปริมาณโดยอาศัย external calibration curve ของ total MG (ปริมาณ MG+LMG) และของ total CV (ปริมาณ CV+LCV)

โครงการย่อยที่ 1.3 การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในอาหาร

ปัจจุบันปัญหาภาวะการปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งน้ำเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการสะสมของโลหะหนักในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำนั้น แล้วส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภคสัตว์น้ำ อีกทั้งระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำที่ส่งออกหรือบริโภคภายในประเทศมีการกำหนดอย่างรัดกุมขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษา ติดตามและตรวจสอบปัญหาภาวะการปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งน้ำ รวมทั้งการสะสมของโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำนั้นด้วย ซึ่งวิธีที่ใช้ในศึกษา ติดตาและตรวจสอบปัญหาภาวะการปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งน้ำและสัตว์น้ำนั้น ควรเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย ความถูกต้อง และมีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ไม่สูงมากนัก เพื่อที่จะได้ทำการตรวจวัดปริมาณของโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหารได้อย่างต่อเนื่อง

ในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักจะมีข้อจำกัดในด้านความไวของเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณโลหะหนักซึ่งมีอยู่ในระดับต่ำ (trace analysis) หรือมีสารรบกวนการวิเคราะห์มาก เช่นในตัวอย่างสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มขั้นตอนลดสารที่รบกวนการวิเคราะห์ที่มีอยู่ในตัวอย่างก่อนที่จะนำไปตรวจวัดหาปริมาณด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม โดยปกติในขั้นตอนการสกัดโลหะใช้เวลาและขั้นตอนมากกว่าในการวัด ดังนั้นเพื่อลดขั้นตอนและระยะเวลาในกระบวนการวิเคราะห์ลง ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงทำการพัฒนาเทคนิคการสกัดโลหะหนักแบบพหุธาตุเพื่อให้สามารถสกัดโลหะหนักได้หลายชนิดในขั้นตอนเดียวโดยใช้เทคนิคเฟสของแข็ง ก่อนที่จะวัดหาปริมาณโลหะหนักในเนื้อปลาด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโทรเมตรี

วัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาเทคนิคที่ใช้ในการสกัดแคดเมียม นิกเกิล ทองแดง สังกะสี และตะกั่วด้วยเฟสของแข็ง โดยใช้คาร์บอนกัมมันต์ร่วมกับตัวคีเลต เพื่อพัฒนาเป็นวิธีการวิเคราะห์หาโลหะหนักที่สะสมในเนื้อปลา

โครงการย่อยที่ 1.4 การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์เพื่อประเมินการปนเปื้อนจากบรรจุภัณฑ์อาหาร

บรรจุภัณฑ์เป็นสิ่งจำเป็นในการปกป้องอาหารจากสิ่งแวดล้อม เช่น สัตว์รังควาน จุลชีพ แสง และออกซิเจน เป็นต้น บรรจุภัณฑ์มีบทบาทต่อมนุษย์มากขึ้นทั้งด้านการบริโภคและการอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน การใช้บรรจุภัณฑ์ที่ด้อยคุณภาพหรือไม่เหมาะสมกับชนิดของอาหารอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่ออาหารสัมผัสกับบรรจุภัณฑ์จะมีการปนเปื้อนเกิดขึ้นเสมอไม่มากก็น้อย การปนเปื้อนโดยทั่วไปซับซ้อนและไม่สามารถตรวจพบได้โดยง่าย สารเคมีหลายชนิดที่เป็นองค์ประกอบหรือที่ใช้ในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์มีอันตรายทั้งต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม กลไกการเคลื่อนย้าย (migration) ของสารเคมีเหล่านี้ขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ เวลาในการสัมผัส พื้นที่ของการสัมผัส ชนิดและ

องค์ประกอบของอาหาร ชนิดและองค์ประกอบของบรรจุภัณฑ์ กรณีของบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกการปนเปื้อนอาจเกิดขึ้นได้จาก มอนอเมอร์ (monomer) สารตัวช่วยปฏิกิริยา (auxiliary) การแตกสลายทางเคมี (degradation) ของสายพอลิเมอร์ ในสภาวะที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกเช่น อุณหภูมิ แรงเค้น แรงเครียด และสารเคมีอื่น ๆ ดังนั้นบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันเนื่องจากต้นทุนการผลิตต่ำและมีคุณสมบัติที่เหมาะสมหลายประการจึงอาจก่อปัญหาการปนเปื้อนในอาหารได้

การปนเปื้อนทางเคมีที่เกิดขึ้นมีผลกระทบ 2 ด้าน คือ ด้านความปลอดภัยของผู้บริโภคใน กรณีที่การปนเปื้อนอยู่ในระดับอันตราย ปริมาณและความถี่ของการบริโภค นอกจากนั้นการปนเปื้อนยังส่งผลต่อคุณภาพอาหาร เช่น ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของอาหาร เช่น การเปลี่ยนของกลิ่น รส และ สี ที่ทำให้คุณภาพของอาหารด้อยลง หรืออาจทำให้ผู้บริโภคไม่พึงพอใจในลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนไป ระดับการปนเปื้อนที่เกิดจากบรรจุภัณฑ์นี้ควรมีการควบคุมให้อยู่ในระดับต่ำที่สุดโดยผู้เกี่ยว ข้องทุกฝ่าย

พลาสติกเป็นโภคภัณฑ์ที่สำคัญ ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีหลายชนิด เช่น โพลิเอทิลีน (Polyethylene, PE) โพลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP) โพลิสไตรีน (Polystyrene, PS) โพลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride, PVC) โพลิเอทิลีนเทเฟทาเลต (Polyethylene Terpthalate, PET) เป็นต้น ในกระบวนการผลิตพลาสติกโดยทั่วไปมักจำเป็นที่จะต้องเติมสารเคมีอื่น ๆ ลงไปเพื่อช่วยปรับคุณสมบัติให้ได้ตามที่ต้องการและเพื่อให้สายโพลิเมอร์ทนทานต่อสภาวะของกระบวนการแปรรูป สารเติมแต่งที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในกระบวนการผลิตพลาสติกแทบทุกชนิดคือ พทาเลทเอสเทอร์ เช่น dimethyl phthalate (DMP) di-*n*-butyl phthalate (DBP) benzyl butyl phthalate (BBP) diethyl phthalate (DEP) di-(*2*-ethylhexyl) phthalate (DEHP) และ di-*n*-octyl-phthalate (DOP) พทาเลทเอสเทอร์เป็นสารที่มีหมู่ฟังชั่นที่มีขั้วด้านหนึ่งและไม่มีขั้วด้านหนึ่ง โดยหมู่มีขั้วจะจับกับสายโพลิเมอร์ส่วนหมู่ที่ไม่มีขั้วจะช่วยลดแรงดึงดูดระหว่างสายโพลิเมอร์ทำให้พลาสติกมีความอ่อนตัวมากขึ้น ปริมาณของพทาเลทเอสเทอร์ที่ใช้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของพลาสติกที่ต้องการ เนื่องจากพทาเลทเอสเทอร์มิได้เกิดพันธะเคมีกับสายโพลิเมอร์ มีขนาดเล็ก น้ำหนักโมเลกุลน้อยจึงมีความสามารถในการเคลื่อนที่ (mobility) สูงในเนื้อพลาสติกและเกิดการเคลื่อนย้าย (migration) เข้าสู่อาหารได้ งานวิจัยนี้เป็นการประเมินการปนเปื้อนของพทาเลทเอสเทอร์ในบรรจุภัณฑ์พลาสติกหลากชนิดที่มีขายทั่วไปในเขตกรุงเทพฯ

โครงการย่อยที่ 1.5 การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์และการหาปริมาณแคพไซซินและไดไฮโดรแคพไซซินในผลิตภัณฑ์พริกและอาหารรสเผ็ด

พริกมีกลุ่มสารที่สำคัญที่ทำให้มีรสเผ็ดร้อนและมีกลิ่นฉุน คือ แคปไซซินอยด์ โดยองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซิน เมื่อเร็วๆ นี้ สหภาพยุโรป (European Commission) ได้รายงานความคิดเห็นของคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ทางอาหารเกี่ยวกับแคปไซซินอยด์ โดยมีสาระที่สำคัญว่า

การบริโภคอาหารรสเผ็ดจัดมีความสัมพันธ์และความเสี่ยงของการเป็นโรคมะเร็งกระเพาะ และการจำแนกประเภทของอาหารตามปริมาณของแคปไซซินอยด์

อาหารไทยส่วนใหญ่มีพริกเป็นส่วนประกอบ รวมทั้งเป็นองค์ประกอบในเครื่องปรุงรส เช่น ซอสพริกและเครื่องแกงสำเร็จรูปต่างๆ และประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกรวมของซอสพริกและเครื่องแกงเป็นมูลค่าหลายพันล้านบาท ทำให้ต้องแข่งขันกับตัวเองในด้านคุณภาพและความปลอดภัย แม้ว่าในปัจจุบันยังไม่มีข้อกำหนดของการติดฉลากระบุปริมาณแคปไซซินอยด์ในอาหาร แต่มีแนวโน้มว่าองค์การอาหารและยาของอเมริกาและยุโรป จะมีข้อกำหนดดังกล่าวเพื่อความปลอดภัยและสุขอนามัยของประชาชน ดังนั้นการพัฒนาวิธีการแยกและตรวจวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินอยด์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินในผลิตภัณฑ์พริกและอาหารรสเผ็ดเป็นสิ่งที่จำเป็น แม้ว่าจะมีวิธีมาตรฐานของการวิเคราะห์สารดังกล่าวในพริกและส่วนสกัดของพริก แต่วิธีการแยกและวิเคราะห์รวมทั้งวิธีการเตรียมตัวอย่างที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่จำเป็น โดยเฉพาะอาหารประเภทซอสพริกและแกงของไทย

ปัจจุบันเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์มานซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี (HPLC) ใช้สำหรับวิเคราะห์แคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินในพริกและส่วนสกัดของพริก แต่จะมีวิธีการเตรียมตัวอย่างที่ยุ่งยาก ที่ต้องการขั้นตอน Solid Phase Extraction (SPE) เพื่อกำจัดเมทริกซ์ที่อาจติดค้างในคอลัมน์ หรือรบกวนการวิเคราะห์สารตัวอย่าง จึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาเทคนิคคะพิลลารีอิเล็กโทรฟอริซิส (CE) สำหรับวิเคราะห์แคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินแบบที่ไม่ต้องผ่านการเตรียมตัวอย่างที่ยุ่งยาก เปรียบเทียบกับแบบที่ต้องผ่านการเตรียมตัวอย่างด้วย SPE และเปรียบเทียบกับเทคนิค HPLC ซึ่ง CE มีประสิทธิภาพของการแยกสารที่ดี วิเคราะห์ได้รวดเร็ว ใช้สารเคมีในปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับ HPLC และ CE ไม่เสี่ยงต่อการที่สารติดค้างในคอลัมน์

วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิคคะพิลลารีอิเล็กโทรฟอริซิสสำหรับแยกและวิเคราะห์แคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินและเปรียบเทียบคะพิลลารีอิเล็กโทรฟอริซิสที่พัฒนาขึ้นและไฮเพอร์ฟอร์มานซ์ลิควิดโครมาโทกราฟีสำหรับปริมาณวิเคราะห์ของแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินในส่วนสกัดพริก

โครงการย่อยที่ 1.6 การพัฒนาเทคนิคการตรวจวัด และอุปกรณ์ปฏิบัติการบนชิพสำหรับตรวจวัดสารตกค้างประเภทยาปฏิชีวนะและโลหะปนเปื้อนในอาหาร

ในปัจจุบันพบปัญหาการตกค้างสารต้านจุลชีพ (antibacterial) ในผลิตภัณฑ์ที่มาจากสัตว์ เช่น เนื้อ นม ไข่มากขึ้น เนื่องจากมีการนำสารต้านจุลชีพมาใช้ เพื่อป้องกันการติดเชื้อและรักษาโรคในสัตว์ หรือนำมาเป็นส่วนผสมในอาหารเลี้ยงสัตว์เพื่อเร่งการเจริญเติบโต จากการใช้ยาต้านจุลชีพในระหว่างการเลี้ยงสัตว์ทำให้สัตว์มีโอกาสได้รับสารต้านจุลชีพเข้าสู่ร่างกายจำนวนมากจนเป็นผลทำให้เกิดการตกค้างของสารเหล่านี้และสารตกค้างเหล่านี้ก็สามารถส่งผ่านจากสัตว์มาสู่มนุษย์ได้ตามห่วงโซ่อาหาร สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการตกค้างของสารต้านจุลชีพนั้นมาจากผู้เลี้ยงสัตว์ไม่ได้คำนึงถึงชนิดของยา ปริมาณของยาที่ใช้ และระยะเวลาที่เหมาะสม อีกทั้งมีการใช้ยาต้านจุลชีพเกินความจำเป็น สาเหตุเหล่านี้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

ของผู้บริโภคเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เช่น ก่อให้เกิดอาการแพ้ยา (allergy) หรือเจ็บป่วย นอกจากนี้ยังมีผลทำให้แบคทีเรียเกิดการดื้อยา ทำให้การรักษาโรคยากยิ่งขึ้น และเมื่อมีการสะสมของสารต้านจุลชีพเป็นระยะเวลานานอาจมีแนวโน้มทำให้เกิดโรคมะเร็งได้ ประการต่อมาคือ ผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศเนื่องจากมีปริมาณสารต้านจุลชีพเกินมาตรฐานที่กำหนดทำให้ไม่สามารถส่งเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้

ซัลโฟนาไมด์ (sulfonamides) เป็นสารต้านจุลชีพที่ตกค้างในสัตว์และผลิตภัณฑ์ที่มาจากสัตว์ สารชนิดนี้นิยมใช้ในการรักษาโรคติดเชื้อทางเดินปัสสาวะโดยเฉพาะจากเชื้ออีโคไล รักษาอาการท้องร่วงในหมู วัวและม้า รักษาอาการติดเชื้อในกุ้งและไก่ นอกจากนี้ ซัลโฟนาไมด์ยังนำมาผลิตเป็นยารักษามนุษย์ โดยใช้รักษาอาการอักเสบ โรคริดสีดวงตา กามโรค รวมทั้งใช้ระงับเชื้อในทางเดินอาหาร แต่อย่างไรก็ตาม ซัลโฟนาไมด์เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งและเป็นอันตรายต่อไตของมนุษย์ ดังนั้นสหภาพยุโรป (European Union, EU) ได้กำหนดปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (maximum residue limits) ของซัลโฟนาไมด์ไว้ที่ 100 นาโนกรัม/กรัม ของอาหารที่ได้มาจากสัตว์ เช่น เนื้อ นม และไข่ จากอันตรายที่พบจากการใช้สารซัลโฟนาไมด์ทำให้ทั้งภาครัฐและเอกชนให้ความสนใจในการวิเคราะห์หาปริมาณซัลโฟนาไมด์ที่ตกค้างในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ โดยมีมาตรการในการควบคุมคุณภาพสินค้าทั้งภายในประเทศและต่างประเทศเพื่อคุ้มครองสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค ดังนั้นวิธีที่ใช้วิเคราะห์หาปริมาณซัลโฟนาไมด์ จึงต้องเป็นวิธีวิเคราะห์ที่รวดเร็ว ประหยัด เหมาะสมกับการตรวจวัดตัวอย่างจำนวนมากและสามารถวิเคราะห์สารปนเปื้อนในปริมาณต่ำได้ เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์สารซัลโฟนาไมด์ส่วนใหญ่ คือ เทคนิคไฮเพอร์ฟอร์มานซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี จากวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสารซัลโฟนาไมด์แบบเดิมที่ใช้แพคคอลัมน์สำหรับการแยกสารนั้นใช้ระยะเวลาในการตรวจวัดนาน

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เสนอวิธีการพัฒนาการตรวจวัดสารซัลโฟนาไมด์ทั้ง 7 ชนิด (sulfadiazine, sulfamethazine, sulfamethoxazole, sulfadimethoxine, sulfaquinoxaline, sulfaguanidine และ sulfamonomethoxine) ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว โดยใช้เทคนิคไฮเพอร์ฟอร์มานซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี ร่วมกับการตรวจวัดทางเคมีไฟฟ้าแบบแอมเพอโรเมตรี โดยใช้ขั้วไฟฟ้าเพชรที่โดปด้วยโบรอน คอลัมน์ที่เลือกใช้ คือ คอลัมน์มอนอลิต C_{18} (monolithic column C_{18}) ซึ่งคอลัมน์ชนิดนี้มีข้อดีหลายประการคือ ความดันต้านกลับ (back pressure) ของคอลัมน์ต่ำ แยกสารที่วิเคราะห์ได้เร็ว และมีประสิทธิภาพการแยกสารสูงเมื่อเทียบกับแพคคอลัมน์ (pack column) ที่นิยมใช้ทั่วไป

วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิคสำหรับการแยกและตรวจวัดสารซัลโฟนาไมด์ 7 ชนิด โดยใช้คอลัมน์มอนอลิตร่วมกับการตรวจวัดแบบแอมเพอโรเมตรีเพื่อได้วิธีการวิเคราะห์สารที่รวดเร็ว ถูกต้องและสามารถวิเคราะห์สารในปริมาณต่ำ และประยุกต์เทคนิคที่พัฒนาแล้วสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณสารซัลโฟนาไมด์ที่ตกค้างในอาหาร

<u>แผนงานวิจัยย่อยที่ 2 นวัตกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยและมีคุณค่าทางโภชนาการต่อสุขภาพ</u>

โครงการย่อยที่ 2.1 การผลิตอาหารเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันโรคข้อกระดูกเสื่อมจากเปลือกอาหารทะเล

ไคตินและไคโตซานเป็นสารที่มีมากในเปลือกกุ้ง กระดองปู และแกนหมึก ซึ่งเป็นของเหลือทิ้งที่ยังมีการนำมาใช้ประโยชน์ไม่มากเท่าที่ควร ถึงแม้ประเทศไทยได้มีการผลิตไคตินและไคโตซานจากของเหลือทิ้งเหล่านี้มาเป็นเวลาพอสมควร แต่การผลิตยังถือว่ามีปริมาณต่ำเมื่อเทียบกับปริมาณของเหลือทิ้ง นอกจากนี้ไคโตซานที่ผลิตได้มักจะส่งออกในรูปของวัตถุดิบราคาต่ำ การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากไคตินให้มีมูลค่าสูงขึ้นจึงเป็นสิ่งจำเป็น

ไคติน (chitin) เป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่ประกอบด้วยโครงสร้างทางเคมีคือ poly(β-(1-4)-2-acetamido-2-deoxy-*D*-glucose) หรือเอ็น-แอซีทิล-ดี-กลูโคซามีน (*N*-acetyl-*D*-glucosamine) เป็นหน่วยซ้ำหลักในสายพอลิเมอร์ ส่วนไคโตซาน (chitosan) ได้จากการทำปฏิกิริยาดีอะซิทิเลชันของไคตินในสารละลายด่างเข้มข้น ดังนั้นไคโตซานจึงประกอบด้วยโครงสร้างทางเคมีส่วนใหญ่เป็น poly(β-(1-4)-2-amino-2-deoxy-*D*-glucose) หรือดี-กลูโคซามีน (*D*-glucosamine) เป็นหน่วยซ้ำหลัก ไคตินและไคโตซานมีโครงสร้างทางเคมีคล้ายคลึงกับเซลลูโลส แตกต่างกันที่หมู่แทนที่บนคาร์บอนอะตอมตำแหน่งที่สองในวงแหวนไพราโนส (pyranose ring) ซึ่งเป็นหน่วยย่อยของเซลลูโลสโดยหมู่แทนที่ที่ตำแหน่งนี้ของเซลลูโลสจะเป็นหมู่ไฮดรอกซิลแต่ของไคตินเป็นหมู่อะซิทาไมด์ (NHAc) ส่วนไคโตซานเป็นหมู่อะมิโน (NH_2)

ไคติน-ไคโตซานที่ผลิตขึ้นภายในประเทศส่วนใหญ่จะส่งออกในรูปของวัตถุดิบราคาถูก (กิโลกรัมละ 400-1000 บาท) ดังนั้นการวิจัยเพื่อหาวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้น จึงเป็นการช่วยเปลี่ยนของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งให้กลายเป็นทรัพยากรที่มีค่าของประเทศ ซึ่งจัดได้ว่าเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีที่มั่นคงและยั่งยืน เอ็น-แอซีทิล-ดี-กลูโคซามีน ที่ขายในรูปสารเคมีบริสุทธิ์ในปัจจุบันมีราคากว่า 57,700 บาท/กิโลกรัม ส่วนไดเมอร์ของไคตินคือ เอ็น,เอ็น-ไดแอซีทิลไคโตไบโอส มีราคาสูงกว่า 900,000 บาท/กรัม และโอลิโกเมอร์ที่มีขนาด 3-7 หน่วยนั้นมีราคาสูงขึ้นไปอีกตามลำดับ[1] ซึ่งสารเหล่านี้ใช้เป็นส่วนผสมหลักในยารักษาอาการเจ็บปวดตามข้อกระดูกสำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคออสทีโออาร์ไทรทีส (osteoarthritis)[2] โครงการวิจัยนี้จึงอาจถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการแปรรูปวัตถุดิบคือไคติน และไคโตซานให้เป็นสารเคมีโมเลกุลขนาดเล็กลงที่มีประโยชน์ในทางเภสัชกรรมที่มีราคาสูงขึ้น

ในงานวิจัยเบื้องต้นของเราพบว่าเอนไซม์จาก Burkoderia cepacia สามารถใช้ผลิตเอ็น-แอซีทิล-ดี-กลูโคซามีน จาก ไคติน มากกว่า 90% ในเวลา 1 วัน โดยอัตราค่าใช้จ่ายในการผลิตในระดับห้องปฏิบัติการจะอยู่ที่ประมาณ 800-1500 บาท/กิโลกรัม และถ้าขยายขนาดการผลิตก็จะสามารถลดราคาการผลิตต่อกิโลกรัมลงอย่างมีนัยสำคัญได้อีก อย่างไรก็ตามจุดเด่นของการวิจัยนี้ไม่ได้อยู่ที่ต้นทุนการผลิตต่ำแต่เพียงอย่างเดียว แต่อยู่ที่ความปลอดภัยและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่มีมากกว่าวิธีการผลิตโดยใช้สารเคมีซึ่งมีกระบวนการทำผลิตภัณฑ์ให้บริสุทธิ์ที่ยุ่งยากซับซ้อน

วัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการย่อยไคตินด้วยเอนไซม์เพื่อเตรียม เอ็น-แอซีทิล-ดี-กลูโคซามีน และ เอ็น,เอ็น-ไดแอซีทิลไคโตไบโอส และ ศึกษาหาวิธีแยกผลิตภัณฑ์ดังกล่าวออกจากของผสมในปฏิกิริยาสารมาตรฐาน นอกจากนั้นเพื่อศึกษาการย่อยไคตินด้วยกรดไฮโดรคลอริคเพื่อเตรียมเกลือกลูโคซามีนไฮโดรคลอไรด์และ ศึกษาหาวิธีแยกผลิตภัณฑ์ดังกล่าวออกจากของผสมในปฏิกิริยาสารมาตรฐาน

โครงการย่อยที่ 2.2 ผลิตภัณฑ์ผักผลไม้ท้องถิ่นที่มีหน้าที่เฉพาะของสารพรีไบโอติกส์ (Prebiotics) และแอนติออกซิแดนต์ (Antioxidants)

โครงการวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายในการผลิตสารสกัดจากพืชโดยใช้เทคนิคทางเอนไซม์เพื่อย่อยสลายเนื้อเยื่อพืช เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดของเหลวต่างๆ รวมทั้งสารให้ สี กลิ่น รส และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆ ตามแต่ละชนิดของวัตถุดิบ โดยไม่ผ่านกระบวนการแยกจากหรือใยอาหารออก ทำให้สารสกัดที่ได้ยังคงรักษาองค์ประกอบเดิมแต่มีความเข้มข้นมากขึ้น สามารถนำไปใช้ผสมในอาหารที่มีหน้าที่เฉพาะ (Functional food) เพื่อทดแทนการใช้สารสังเคราะห์ สะดวกต่อการใช้งานและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์

วัตถุประสงค์เพื่อ การพัฒนาศักยภาพของผักและผลไม้ของไทยโดยศึกษาผักและผลไม้ที่มีคุณสมบัติเฉพาะด้าน สีกลิ่น รสและมีสารที่มีคุณสมบัติเชิงหน้าที่ในด้านพรีไบโอติกส์ และสารต้านอนุมูลอิสระ พร้อมทั้งศึกษาแนวทางการแปรรูปที่เหมาะสมในการผลิตสารสกัดจากผักและผลไม้ โดยศึกษาสภาวะการสกัดโดยอาศัยเทคนิคเอนไซม์ ตรวจติดตามฤทธิ์ของสารสี สาร พรีไบโอติกส์ และสารต้านอนุมูลอิสระในรูปของสารสกัด และผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะอยู่ในรูปสารสกัดที่มีสี กลิ่น รส เฉพาะที่มีสารที่มีคุณสมบัติเฉพาะเชิงหน้าที่ที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้เป็นสารแต่งสี กลิ่น และรสชาติ ให้กับอาหารที่ได้มาจากธรรมชาติทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ จึงมีประโยชน์ต่อสุขภาพ และนอกจากนี้การวิจัยจะช่วยลดการนำเข้าสารสกัดผักและผลไม้เข้มข้นจากต่างประเทศ และยังเป็นแนวทางในการสร้างกลยุทธ์ในการส่งออกของไทยอีกด้วย

โครงการย่อยที่ 2.3 การผลิตพอลิเมอร์จากจุลินทรีย์เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

จุลินทรีย์ใช้ในการผลิตสารต่าง ๆ แทนการสังเคราะห์โดยทางเคมี เนื่องจากสะดวก ใช้ค่าใช้จ่ายที่ถูกลง ทุ่นเวลา ไม่เกิดปัญหาทางด้านมนุษยธรรมและสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างของสารทางชีวภาพเหล่านี้ได้แก่ อินซูลิน กรดไฮยารูโลนิค สารปฏิชีวนะ เอนไซม์ต่างๆ และฮอร์โมน เป็นต้น

การผลิตสารโดยจุลินทรีย์ต้องใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ อาหารเลี้ยงเชื้อทางการค้ามีราคาสูงมากไม่เหมาะสมกับกรเลี้ยงเชื้อในระดับอุตสาหกรรมที่ต้องใช้ในปริมาณที่สูง อย่างไรก็ตามสารอาหารหลัก ๆ ที่ใช้สามารถได้มาจากผลิตผลเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย การกลั่นเหลือง เป็นต้น ประเทศไทยเป็นประเทศทางเกษตรกรรม มีวัตถุดิบทางการเกษตรมากมายหากจำหน่ายโดยไม่มีการแปรรูปจะได้ราคาต่ำ

แต่หากนำสิ่งเหล่านี้มาใช้เลี้ยงจุลินทรีย์ให้ผลิตสารที่มีราคาแพงก็จะเป็นการเพิ่มคุณค่าของวัสดุทางการเกษตรเหล่านี้และเป็นการลดต้นทุนการผลิตของสารนั้นด้วย

สารจำพวกพอลิเมอร์ทั้งที่มีสมบัติเป็น พอลิเพปไทด์ หรือพอลิแซ็กคาไรด์มีประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร ดังมีรายงานการผลิตสารพวกเดกซ์แทรนโดย *Leuconostoc mesenteroides* แซนแทนโดย *Xanthomonas campestris* (Stauffer and Leeder, 1978) เคอร์ดแลนโดย *Alcaligenes faecalis var. myxogenes* (Harada, 1977) สเคลอโรกลูแคนโดย *Sclerotium roffsii* ฯลฯ (Harada, 1977; Stauffer and Leeder, 1978) ซึ่งเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตได้โดยแบคทีเรียและรา สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารโดยให้ความหนืดเมื่อเติมลงในไอศกรีม น้ำสลัด และน้ำเกรวี่ ในขณะเดียวกันสารพอลิเพปไทด์ เช่น ลิแกมมากลูตามิคแอซิดซึ่งผลิตโดยแบคทีเรีย ก็ได้รับรายงานว่ามีความหนืดและใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ในการทำไบโอฟิล์มได้ การผลิตสารเหล่านี้ทำได้โดยง่ายโดยอาศัยวัตถุดิบในประเทศซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์หรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และยังอาจใช้จุลินทรีย์ที่แยกได้ภายในประเทศ

นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์อย่างเช่น ไนซิน เป็นสารที่ทราบกันว่าสามารถฆ่าจุลินทรีย์อื่นได้ ได้มีการนำผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อฆ่าเชื้อที่ไม่พึงประสงค์อันเป็นการถนอมอาหาร ตัวอย่างของสารดังกล่าวคือ ไนซิน ซึ่งเป็นสารปฏิชีวนะชนิดเพปไทด์ที่สร้างขึ้นโดยแบคทีเรีย *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ซึ่งได้รับการรับรองจากองค์การอนามัยโลก (WHO) ว่ามีความปลอดภัยและอนุญาตให้เติมไนซินในผลิตภัณฑ์เพื่อถนอมอาหารได้

วัตถุประสงค์เพื่อ งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายที่จะผลิตพอลิเมอร์และสารถนอมจำพวกไนซิน จากจุลินทรีย์ ที่มีความปลอดภัย เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ทำให้สามารถแข่งขันกับประเทศผู้ผลิตอื่นได้ โดยใช้วัตถุดิบในรูปผลิตผลการเกษตรที่สามารถนำมาใช้เลี้ยงจุลินทรีย์ให้ผลิตสารเหล่านี้ได้ จึงเท่ากับเป็นการเพิ่มมูลค่าจากสิ่งเหลือใช้มาเปลี่ยนให้เป็นสิ่งที่มีราคาสูงขึ้น และยังอาจได้สารชนิดใหม่ที่เป็นประโยชน์เพื่อใช้อย่างน้อยที่สุดภายในประเทศแทนการนำเข้าในประเทศทำให้ผลผลิตมีราคาถูกลงสามารถแข่งขันกับประเทศอื่นซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของการเป็นครัวโลก

โครงการย่อยที่ 2.4 การผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากจุลินทรีย์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

เนื่องจากความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน มีความต้องการสารอาหารที่เป็นสารจากธรรมชาติ ซึ่งสารธรรมชาติต่างๆเหล่านี้กำลังทวีความสำคัญในอุตสาหกรรมอาหารมากขึ้นกว่าสารสังเคราะห์ทางเคมี และความสนใจเกี่ยวกับสุขภาพ ราคาต้นทุนก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความต้องการสารที่มาจากธรรมชาติมากขึ้น สารลดแรงตึงผิวชีวภาพเป็นสารชีวโมเลกุลที่สามารถก่ออิมัลชั่นได้ดี สร้างได้จากแบคทีเรีย รา และยีสต์บางชนิด โดยเข้ามามีส่วนแบ่งในตลาดของสารที่สังเคราะห์ทางเคมี มีโครงสร้างหลากหลาย มีโครงสร้างเป็นแอมฟิฟาติก (Amphiphatic structure) ทำให้มีสมบัติที่แตกต่างกัน และยังคงมีสมบัติที่ดี คงทนได้อยู่ใน pH ช่วงกว้าง อุณหภูมิและเกลือความเข้มข้นต่างๆ เป็นผลให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อาหาร ยา เครื่องสำอาง และ ปิโตรเคมี นอกจากนี้สารลดแรงตึงผิวชีวภาพเป็นสารที่

ย่อยสลายได้ ในธรรมชาติ มีความเป็นพิษต่ำ และสามารถผลิตได้จากวัสดุทางการเกษตรภายในประเทศ จึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะนำการผลิตสารลดแรงตึงผิงชีวภาพจากจุลินทรีย์เพื่อมาใช้ในการพัฒนากระบวนการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี และมีความปลอดภัยสูง

อาหารบางชนิดที่เกิดจากการผสมของเฟสที่เป็นน้ำ (aqueous) และส่วนที่มีลักษณะน้ำมัน เช่น ครีม น้ำสลัด มายองเนส ผลิตภัณฑ์จากนม เนย ขนมหวาน และเบเกอรี่ต่างๆ โดยผลิตภัณฑ์นั้นต้องอยู่ในรูของอิมัลชัน อีกทั้งเมื่อเกิดแล้วลักษณะดังกล่าวต้องมีความเสถียรจึงจะอยู่ในรูปลักษณ์และลักษณะเมื่อรับประทานที่เป็นที่ยอมรับโดยผู้บริโภค ลักษณะอิมัลชันดังกล่าวเกิดจากการลดความตึงระหว่างผิวประจัน (intersurface tension) ระหว่างทั้งสองเฟสจนได้เป็นอิมัลชันขึ้น โดยกระบวนการทำให้เกิดอิมัลชันนั้นมีบทบาททำให้อาหารเหนียวข้นและดูมีเนื้อมากขึ้น

การที่จะให้เกิดอิมัลชันในอาหารนั้นต้องการสารก่ออิมัลชันที่เรียกว่าอัลสิไฟเออร์ซึ่งการทำงานนั้นขึ้นกับสมดุลย์ ความชอบน้ำ (hydrophilic)/ ความไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) สารที่สามารถใช้เป็นอิมัลสิไฟเออร์ในอาหารมีหลายชนิด เช่น เลซิธินและอนุพันธ์ของเลซิธิน เอสเทอร์ของกรดไขมันของซอร์บิแทน เป็นต้น ปัจจุบันสามารถผลิตสารก่ออิมัลชันได้จากจุลินทรีย์ที่เรียกกันว่าสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ ซึ่งการที่จุลินทรีย์ผลิตสารขึ้นเพื่อการสลายและนำสารอาหารเข้าเซลล์นั้น เป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจเป็นพิเศษเนื่องจากเป็นการผลิตที่ง่าย รวดเร็ว ใช้ต้นทุนต่ำ และไม่ก่อปัญหาทางสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่เป็นที่รู้จักกันได้แก่ ไกลโคลิพิดจาก *Arthrobacter* sp. โซโฟโรสลิพิดจาก *Torulopsis bombicola* แรมโนลิพิดจาก *Pseudomonas* spp. อีมัลแซน จาก *Acinetobacter calcoaceticus* และ ไลโพโปรตีน (เซอร์แฟคติน) โดย *Bacillus subtilis, Bacillus licheniformis* เป็นต้น สารเหล่านี้ได้ใช้ทดแทนสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ทางเคมีในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การใช้ ไกลโคลิพิด (glycolipid) แทนเอสเทอร์กรดไขมันของโมโนและโอลิโกแซคคาไรด์ เพื่อ เป็นอิมัลสิไฟเออร์ในอาหาร การใช้โซโฟลิพิดกับแป้งเพื่อให้คุณภาพดีและยืดอายุการเก็บ การใช้ผนังเซลล์ที่ได้รับการไฮโดรไลซ์ของยีสต์ (*Saccharomyces uvarum*) ในการผลิตมาการีน เป็นต้น

จากสถิติการนำเข้าสารลดแรงตึงผิว สารก่ออิมัลชั่นและสารอนุพันธุ์ของกรมศุลการกรประจำปี 2547 พบว่ามีการนำเข้าเป็นมูลค่ากว่า 105 ล้านบาทต่อปี และมีแนวโน้มสูงขึ้น เพื่อเป็นการทดแทนการนำเข้าอีกทั้งเพื่อเป็นการพึ่งตนเองได้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการค้นคว้าและผลิตสารชีวโมเลกุลที่สามารถลดแรงตึงผิวและก่ออิมัลชั่นได้ดี เพื่อทดแทนสารดังกล่าวมาใช้ ซึ่งเป็นผลให้ประเทศสามารถผลิตอาหารที่มีมาตรฐานสูงขึ้น สามารถแข่งขันกับสินค้าจากต่างประเทศและยังเป็นการส่งเสริมการตลาดภายใน และภายนอกประเทศอีกด้วย

วัตถุประสงค์เพื่อ คัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่มีคุณสมบัติเป็นที่ต้องการในอุตสาหกรรมอาหาร ศึกษาถึงสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อและภาวะที่เหมาะสมเพื่อการผลิตสาร ศึกษาคุณลักษณะสมบัติของสาร การกลายพันธุ์จุลินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพในการผลิตสูงขึ้น ตลอดจนทราบขบวนการในการผลิตสารในระดับขยายส่วน

โครงการย่อยที่ 2.5 การคัดสายพันธุ์พริกและงาเพื่อการประยุกต์ด้านอุตสาหกรรมอาหารและอาหารเสริม

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมและมีแนวนโยบายจะพัฒนาประเทศให้เป็นครัวของโลก งาและพริกจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากขึ้นทุกปี เนื่องจากความต้องการเมล็ดงาและพริกทั้งในและต่างประเทศมีสูงขึ้นเรื่อยๆ ในประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกพริกเฉลี่ย 383,000 ไร่ มีผลผลิตประมาณ 420,000 ตัน ผลผลิตส่วนใหญ่ใช้ในการบริโภคในประเทศ และยังคงมีความจำเป็นในการนำเข้าพริก (แห้ง) เพื่อใช้ในงานด้านอุตสาหกรรมอาหารและอาหารเสริม ประมาณปีละ 3,000-5,000 ตัน มูลค่าประมาณ 100 ล้านบาท และมีแนวโน้มของความต้องการเพิ่มมากขึ้นตามการเติบโตของอุตสาหกรรมอาหารในประเทศที่ต้องการพริกเป็นส่วนประกอบ เช่น อาหารกระป๋อง น้ำพริก เป็นต้น หรือนำไปใช้ผลิตเป็นอาหารเสริม เช่น ผลิตภัณฑ์ที่มี capsaisin หรือสารสกัดจากพริกเป็นองค์ประกอบมีรายงานว่าช่วยลดการสะสมของไขมัน โดยการเพิ่มระดับเอนไซม์ในตับ ช่วยเร่งกระบวนการเมทาโบลิซึมในร่างกาย และสามารถใช้ในการควบคุมน้ำหนัก เป็นต้น

ในส่วนของงามีรายงานว่าประเทศไทยผลิตงาได้ปีละ 35,000 ตัน บริโภคภายในประเทศร้อยละ 45 ส่งออกไปต่างประเทศต่างๆ เช่น ไต้หวัน ญี่ปุ่น สิงคโปร์ มาเลเซียและออสเตรเลีย ร้อยละ 55 ในขณะที่ตลาดโลกโดยเฉพาะอย่างยิ่งยุโรปและอเมริกายังมีความต้องการงาอีกมาก การใช้ประโยชน์ของงาในอุตสาหกรรมอาหารในประเทศ เช่น อุตสาหกรรมเครื่องดื่มหรืออาหารที่มีการผสมงาโดยตรง ในอาหารเสริมสิ่งสกัดจากงาได้รับการพิสูจน์ว่ามีสารต้านอนุมูลอิสระ อาการบกพร่องระบบสืบพันธุ์ ช่วยชะลอความแก่ ความดันโลหิตสูง อาการสมองเสื่อม แก้ปวดข้อ กระดูก กล้ามเนื้อ แก้การเกิดไมแกรน เป็นต้นอย่างไรก็ดี อุปสรรคสำคัญของการส่งออกน้ำมันงาหรือการควบคุมคุณภาพพริกเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและอาหารเสริม คือ ความแปรปรวนของสารสำคัญที่มีอยู่ในพืช ซึ่งผลกระทบส่วนใหญ่นี้มาจากสายพันธุ์ที่ต่างชนิดกัน นอกจากนั้นอาจเกี่ยวข้องกับวิธีขั้นตอนการเก็บเกี่ยว กระบวนการสกัด วิธีและขั้นตอนในการเก็บรักษา การควบคุมคุณภาพน้ำมันงาและพริก เป็นต้น

จากการศึกษาเอกสารอ้างอิง พบว่าในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาวิจัยอย่างเป็นระบบสำหรับการคัดเลือกสายพันธุ์พริกและงาที่ให้ปริมาณสารสำคัญมากที่สุด รวมถึงวิธีการสกัดเพื่อให้ได้ปริมาณสารสำคัญที่มากที่สุดและยังคงรักษาคุณภาพของของสารสกัดที่ได้ การประกันคุณภาพโดยการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในพริกและงา เป็นวิธีการหนึ่งในการส่งเสริมให้ประเทศมีแนวทางการพัฒนาประเทศด้านการเกษตรที่ยั่งยืน ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะสามารถนำไปแนะนำและส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกพริกและงาด้วยสายพันธุ์ที่ให้ปริมาณสารสำคัญเป็นไปตามความต้องการ และสามารถแนะนำอุตสาหกรรมเกี่ยวกับกระบวนการสกัดเพื่อให้รักษาคุณภาพที่ดีที่สุดจากพริกและงาไว้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสกัด แยกสารสำคัญจากพริกและงา เพื่อใช้เป็นสารมาตรฐาน
2. เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญในสิ่งสกัดของพริกและงาสายพันธุ์ต่างๆ
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารสำคัญกับสายพันธุ์พริกและงา

4. เพื่อเปรียบเทียบวิธีการสกัดและตรวจสอบคุณภาพของสิ่งสกัดที่ได้

5. เพื่อศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์ของสารสำคัญหรือสิ่งสกัดในอุตสาหกรรมอาหารและอาหารเสริม

โครงการย่อยที่ 2.6 ผลไม้เพื่อสุขภาพที่เคลือบเกลือแร่และวิตามินสำหรับผู้สูงอายุ

ในปัจจุบันเป็นยุคปฏิรูประบบสุขภาพซึ่งเน้นการป้องกันและสร้างเสริมสุขภาพ การรับ ประทานอาหารที่ ถูกต้อง ป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมและป้องกันมิให้ประชากรและผู้สูงอายุเกิดโรคเรื้อรัง สุจิตราและคณะ [4] ได้รายงานว่ารูปแบบการบริโภคอาหารเป็นอิทธิพลสำคัญ ที่ก่อให้เกิดโรคเรื้อรัง ต่างๆ ในประชากรและ ผู้สูงอายุ โดยประชากรและผู้สูงอายุส่วนใหญ่ ได้รับวิตามินและแร่ธาตุ เช่น แคลเซียม และวิตามินบีหนึ่งไม่เพียงพอ ซึ่ง เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิด โรคหัวใจล้มเหลว โรคความจำเสื่อม อย่างไรก็ตามแนวทางการดำเนินชีวิตในปัจจุบันมิเอื้อต่อการรับประทานอาหารที่เหมาะสม ปัจจุบันนี้ได้มีงานวิจัยพัฒนาการเพิ่มสารอาหารในอาหารชนิดต่างๆ เช่นการเพิ่มไอโอดีนในเกลือ

การเคลือบผิวเพื่อป้องกันการเน่าเสียของอาหารหรือผลไม้ได้มีการใช้กันมาระยะเวลาหนึ่งแล้ว โดยฟิล์มเหล่านี้มีคุณสมบัติในการต้านทานการสูญเสียน้ำ ปรับปรุงคุณภาพของผิว ช่วยรักษากลิ่นและรสของสารระเหยง่าย รวมถึงต้านทานการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย ฟิล์มที่ใช้เคลือบผิวสามารถเตรียมจากสารชนิดต่างๆ เช่น พอลิแซคคาไรด์ โปรตีน หรือไขมัน ตัวอย่างเช่นการเคลือบผิวด้วยไคโตซานสามารถปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มระยะเวลาในการเก็บสตอเบอร์รี่และราสเบอร์รี่ได้ดี[1] การเพิ่มวิตามิน เกลือแร่ ลงในแผ่นเคลือบผิวของผลไม้จึงได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากสามารถยืดอายุของผลิตภัณฑ์และเพิ่มคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์นั้นๆ การพัฒนาฟิล์มที่เตรียมจากไคโตซานที่มีการเติมแคลเซียม เหล็ก หรือ วิตามินอีในระดับความเข้มข้นสูง[3]

โครงการวิจัยนี้จึงมุ่งเสริมสร้างสุขภาพของประชากรและผู้สูงอายุโดยการพัฒนาผลไม้ที่เคลือบด้วย เกลือแร่และวิตามินเพื่อแก้ปัญหาการขาดสารอาหารประเภทวิตามินและเกลือแร่ ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ประชากรมีภาวะโภชนาการดีขึ้น

วัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนา biocompatible ฟิล์มบางที่มีสารอาหาร เช่น แคลเซียม สังกะสี โพแทสเซียม ที่มีความเสถียรภาพดี และสามารถปรับเปลี่ยนปริมาณของเกลือแร่และวิตามินในฟิล์มบางนี้ได้

โครงการย่อยที่ 2.7 สาระสำคัญและการประกันคุณภาพอาหารเสริมจากกระชายดำ

สมองเสื่อม (Dementia) เป็นภาวะที่สมองมีระดับความสามารถในการจัดการวางแผน ดำเนินกิจกรรมต่างๆ ลดลง ทำให้ผู้ป่วยมีปัญหาไม่สามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ คิดสิ่งต่างๆ ไม่ออก บุคลิกภาพเปลี่ยนแปลง วิตกกังวล รวมทั้งซึมเศร้า ภาวะสมองเสื่อมนั้นต่างจากความจำเสื่อม (Forgetfullness) โดยมักมีอาการอื่น นอกจากความจำเสื่อมร่วมด้วยโรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease, AD) เป็นสาเหตุของสมองเสื่อมที่พบได้บ่อยมักพบในผู้สูงอายุ ทำให้เป็นปัญหาแก่ประเทศไทยที่มีจำนวนผู้สูงอายุมากขึ้นทุกปี และ

ภาระในการเฝ้าดูแลรักษาโดยแพทย์ และญาติก็จะต้องมีมากขึ้นด้วย ด้วยเหตุนี้ทั้งประเทศไทยและทั่วโลกจึงให้ความสนใจศึกษาและวิจัยโรคอัลไซเมอร์เป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะในประเด็นป้องกันหรือรักษา ปัจจุบันยังไม่มียาที่รักษาให้หายขาดได้แต่มียาซึ่งอาจช่วยควบคุมอาการต่างๆ ให้น้อยลงได้ชั่วคราว แต่โรคก็จะดำเนินต่อไปเรื่อยๆ เมื่อถึงระยะที่เป็นมากๆ ยาก็จะไม่ได้ผล

สาเหตุของโรคอัลไซเมอร์มีสมมติฐานว่าสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุด้วยกัน แต่ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด โดยสาเหตุที่สำคัญสาเหตุหนึ่งก็คือ ผู้ป่วยอัลไซเมอร์จะมีปริมาณเซลล์สมองลดลงและสารสื่อประสาท Acetylcholine (ACh) ลดลงด้วย ปัจจุบันมียาที่ช่วยเพิ่มปริมาณของ Ach ในสมอง โดยออกฤทธิ์ต้าน Acetylcholinesterase (AChE) ที่ย่อยสลาย ACh คือ AChE inhibitors เช่น tacrine, rivastigmine และ galantamine ยาเหล่านี้จึงช่วยให้ผู้ป่วยอัลไซเมอร์มีอาการดีขึ้นได้ และชะลอการทรุดลงของโรคถ้าได้ใช้ในระยะเริ่มแรก แต่จะไม่ทำให้โรคหายขาด

จากการศึกษาเบื้องต้นของหน่วยวิจัยผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ในการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรสเบื้องต้นกับสิ่งสกัดสมุนไพร 50 ชนิด ด้วยวิธี TLC assay พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของสมุนไพรหลายชนิดแสดงฤทธิ์ที่น่าสนใจ รวมทั้งสิ่งสกัดจากเหง้ากระชายดำ *Kaempferia parviflora* Wall. Ex Baker จึงได้เลือกสิ่งสกัดสมุนไพรจากกระชายดำ ศึกษาหาสาระสำคัญที่แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส

นอกจากนี้ ในปัจจุบันพบว่า มีผลิตภัณฑ์ เช่น ไวน์กระชายดำ และอาหารเสริมที่ผลิตจากกระชายดำจำนวนมาก แต่ยังไม่มีการตรวจสอบ วิเคราะห์และควบคุมคุณภาพปริมาณสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว การใช้ความรู้ด้านเคมีผลิตภัณฑ์ธรรมชาติในการช่วยควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ของประเทศไทยสามารถจำหน่ายได้อย่างยั่งยืนและมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานสากล

วัตถุประสงค์ เพื่อสกัด แยกสาระสำคัญจากกระชายดำเพื่อใช้เป็นสารมาตรฐาน และศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรสของสารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากเหง้ากระชายดำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>แผนงานวิจัยย่อยที่ 3 นวัตกรรมการพัฒนาระบบควบคุมและตรวจสอบคุณภาพความปลอดภัยของอาหาร</u>

โครงการย่อยที่ 3.1 การพัฒนาระบบข้อมูลรหัส 2 มิติ และการควบคุมเชิงบูรณาการในการกำกับดูแลคุณภาพและความปลอดภัยของอาหาร : โมเดลเริ่มต้นในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

การประกันคุณภาพและความปลอดภัยของอาหารทั้งระบบ มีความสำคัญต่อประเทศอย่างยิ่ง ทั้งนี้เนื่องจากผู้บริโภคให้ความสำคัญกับความปลอดภัยและคุณภาพอาหารสูงขึ้นอย่างมาก หลายประเทศวางมาตรการในการให้แสดงข้อมูลกำกับสินค้ามากขึ้น(Lachance, 2004) ดังนั้นการสร้างระบบประกันบนหลักการ traceability ที่ยอมรับในตลาดสากลมาใช้ดำเนินการจึงเป็นทางออกที่สำคัญ(Lachance and Saba, 2002)

อย่างไรก็ดี การดำเนินการผ่านระบบGAP (Good Agricultural Practice) GMP (Good Manufactural Practice) ควบคุมตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทาง การดำเนินการจะทำให้มีข้อมูลเกี่ยวข้องเกิดขึ้นมากมาย นับจากข้อมูลวัตถุดิบต้นทางไปสู่รายละเอียดปลายทาง การบูรณาการเพื่อจัดการข้อมูลสู่ระบบข้อมูลสนับสนุน ที่ครอบคลุมทั้ง กรรมวิธี กระบวนการผลิตและผลลัพธ์ในรูปผลิตภัณฑ์ปลายทาง การเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านี้ในรูปแบบที่เรียกและโต้ตอบได้จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือช่วยเพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว (WHO, 2003)

บาร์โค้ดได้รับความนิยมและนำมาใช้ในการจัดการและบริหารบางส่วนของข้อมูลในระบบ แต่ก็มีข้อจำกัด ไม่เป็นที่ยอมรับ และจัดการได้เฉพาะ กับข้อมูลขนาดเล็กมาก และที่สำคัญผู้บริโภคไม่สามารถทำความเข้าใจ หรือได้ประโยชน์อะไรจากบาร์โค้ดแบบเดิม (Lachance and Saba, 2002 และ Lockley and Bardsley, 2000).

รหัส 2 มิติที่เรียกว่า QR codeได้รับความนิยม รหัสดังกล่าวสามารถจัดการข้อมูลได้มากถึง 4296 ตัวอักษร อ่านและประมวลข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ไม่ติดเงื่อนไขในรูปสิทธิบัตรในการใช้งานและระบบรหัสนี้ได้รับการรับรองมาตรฐาน AIM JEIDA และ ISO 18004 แล้วและที่สำคัญสามารถอ่านรหัสได้จากโทรศัพท์มือถือ ซึ่งจะเป็นการเปิดมิติของข้อมูลไปสู่ผู้บริโภคปลายทางให้เข้ามามีส่วนร่วมในการรับรู้ข้อมูลและสื่อสารกับระบบ เพื่อเป็นหลักประกันในคุณภาพและความปลอดภัยในอาหารได้ (www.qrcode.com)

รัฐบาลญี่ปุ่นได้นำระบบQR codeมาใช้ เพื่อประกันการบริโภคว่าเชื้อวัวบ้า (BSE) จะไม่ปนในผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคเลือกซื้อ นอกจากนี้ยังใช้กำกับวัตถุดิบทางการเกษตรเพื่อเป็นข้อมูลแสดงการใช้ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง และเคมีเกษตรอื่น ในระบบผลิตผักและผลไม้โดยติดไปกับตัวสินค้าในรูปรหัสและระบบกำลังขยายตัวครอบคลุมอุตสาหกรรมอาหารทั้งหมด

ประเทศไทยยังขาดระบบรองรับที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลตั้งแต่ต้นทางในรูปการตรวจวิเคราะห์วัตถุดิบในระหว่างการผลิตและปลายทางในรูปผลิตภัณฑ์ และขาดช่องทางในการใช้ข้อมูลเหล่านั้นเป็นสื่อในการให้หลักประกันด้านคุณภาพในตัวสินค้าที่ผู้บริโภคสามารถตรวจสอบได้ผ่านระบบสารสนเทศ

โครงการวิจัยนำร่องนี้มีขึ้นเพื่อศึกษาระบบรหัส 2 มิติ และนำระบบรหัส 2 มิติดังกล่าวมาพัฒนาเป็นระบบควบคุมดูแล และแสดงผลคุณภาพและความปลอดภัยของอาหารที่เชื่อมโยงไปสู่การใช้งานจริงโดยเริ่มต้นจากอาหารเสริมสุขภาพที่มีระเบียบควบคุมชัดเจน มีผู้เกี่ยวข้องในระบบไม่มากเกินไปนัก และกลุ่มผู้บริโภคในสินค้าอาหารกลุ่มนี้เป็นผู้มีการศึกษา เพื่อสร้างเป็นระบบทดลองและประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของการนำระบบมาใช้ ก่อนปรับและขยายผลไปสู่อาหารในกลุ่มอื่น และมีขอบเขตการดำเนินการครอบคลุม การสำรวจรูปแบบการดำเนินการ การกำหนดรายละเอียดของรายการข้อมูลที่จำเป็น การสร้างฐานข้อมูล รูปแบบในการพัฒนาระบบ จัดทำระบบคอมพิวเตอร์ให้สามารถรับระเบียนข้อมูล เอกสาร คำรับรอง ผลตรวจ และรายละเอียดพื้นฐานของอาหารเสริมสุขภาพ และการพัฒนาระบบรหัส 2 มิติกำกับฐานข้อมูลเพื่อให้การเดินข้อมูลจากฐานที่มีความซ้ำซ้อนสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เน้นข้อมูล

ฐานข้อมูลภายในสำหรับเจ้าพนักงานและฐานข้อมูลภายนอกเพื่อการประชาสัมพันธ์ข้อมูลความปลอดภัยของสินค้าเน้นการทำงานด้วยระบบ QR

โครงการวิจัยนำร่องนี้มีขึ้นเพื่อศึกษาระบบรหัส 2 มิติ และนำระบบรหัส 2 มิติดังกล่าวมาพัฒนาเป็นระบบควบคุมดูแล และแสดงผลคุณภาพและความปลอดภัยของอาหารที่เชื่อมโยงไปสู่การใช้งานจริงโดยเริ่มต้นจากอาหารเสริมสุขภาพที่มีระเบียบควบคุมชัดเจน มีผู้เกี่ยวข้องในระบบไม่มากเกินไปนัก และกลุ่มผู้บริโภคในสินค้าอาหารกลุ่มนี้เป็นผู้มีการศึกษา เพื่อสร้างเป็นระบบทดลองและประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของการนำระบบมาใช้ ก่อนปรับและขยายผลไปสู่อาหารในกลุ่มอื่น และมีขอบเขตการดำเนินการครอบคลุม การสำรวจรูปแบบการดำเนินการ การกำหนดรายละเอียดของรายการข้อมูลที่จำเป็น การสร้างฐานข้อมูล รูปแบบในการพัฒนาระบบ จัดทำระบบคอมพิวเตอร์ให้สามารถรับระเบียนข้อมูล เอกสาร คำรับรอง ผลตรวจ และรายละเอียดพื้นฐานของอาหารเสริมสุขภาพ และการพัฒนาระบบรหัส 2 มิติกำกับฐานข้อมูลเพื่อให้การเดินข้อมูลจากฐานที่มีความซ้ำซ้อนสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เน้นข้อมูลฐานข้อมูลภายในสำหรับเจ้าพนักงานและฐานข้อมูลภายนอกเพื่อการประชาสัมพันธ์ข้อมูลความปลอดภัยของสินค้าเน้นการทำงานด้วยระบบ QR

โครงการย่อยที่ 3.2 ระบบทดสอบควบคุมและกำกับดูแลอาหารดัดแปรพันธุกรรมออนไลน์

ระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการแสดงฉลากและควบคุมอาหารดัดแปรพันธุกรรมของประเทศในเครือสหภาพยุโรป Regulation 1829 และ 1830/2003(European Parliamant and the Council of European Union, 2003)มีสาระครอบคลุมการทดสอบระดับการปนด้วยวัตถุดิบดัดแปรพันธุกรรมไม่เกิน 0.9% และบังคับให้มีระบบข้อมูลที่สามารถสืบทวนกลับได้ (traceability) นอกจากจะทำให้อาหาร หรือวัตถุดิบอาหารที่เข้าสู่ประเทศในเครือสหภาพยุโรปทั้งหมดต้องผ่านการตรวจสอบอย่างเคร่งครัด แล้วยังทำให้หลายประเทศให้ความสำคัญในการตรวจสอบข้อมูลภาวะปะปนด้วยวัตถุดิบดัดแปรพันธุกรรมมากขึ้น (Lockley and Bardsley. 2000)

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตอาหารส่งออก มีระบบการผลิตที่ใช้วัตถุดิบธรรมชาติที่ แม้มีความได้เปรียบในความเป็นอินทรีย์เป็นทุนเดิม แต่ก็มีการนำเข้าวัตถุดิบจากบางประเทศโดยเฉพาะถั่วเหลือง ข้าวโพด ข้าวสาลี มันฝรั่ง ที่มีโอกาสในการปนเปื้อนของวัตถุดิบดัดแปรพันธุกรรม และแม้ว่ากระทรวงสาธารณสุข ได้ออกประกาศฉบับที่ 251 ขึ้นใช้ในการแสดงฉลากควบคุมและกำกับดูแลอาหารดัดแปรพันธุกรรม ในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากข้าวโพดและถั่วเหลือง แต่ก็ไม่ครอบคลุมการดำเนินการเรื่องภาวะ GMOs ด้วยระบบสอบทวน (traceability)(กระทรวงสาธารณสุข, 2545) ซึ่งต่างไปมากจากเกณฑ์ที่กำหนดของสหภาพยุโรป ทำให้ระบบการแสดงฉลากไม่สอดคล้องและสัมพันธ์กัน ประเทศยังขาดระบบที่เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างการควบคุมวัตถุดิบนำเข้าต้นทางความต้องการใช้และลักษณะจำเพาะของวัตถุดิบ การทดสอบภาวการณ์ใช้วัตถุดิบของผู้ประกอบการ ภาวการณ์ผลิต การควบคุม และการกำกับดูแล และการแสดงรายละเอียดของข้อมูล ที่จะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค เกิดผลเสียต่อผู้ประกอบการในแง่ระบบตรวจสอบเพื่อ

การรับรองการส่งออกที่จำเป็นต้องใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลกำกับสอดคล้องกับระบบสอบทวนมาประกอบเพื่อการส่งออกได้ และเกิดผลเสียต่อประเทศในแง่การเสียโอกาสทางการตลาดและศักยภาพในการแข่งขันในระยะยาว

จากวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์ของประเทศพบว่า การนำระบบตรวจสอบเข้ามาประยุกต์ใช้และทำให้เชื่อมโยงแบบออนไลน์ในการตรวจและรับรองจะช่วยเพิ่มความพร้อมในการทดสอบ ควบคุมและกำกับคุณภาพและความปลอดภัย การร่วมมือกันระหว่างหน่วยงาน ช่วยสร้างศักยภาพ ยกระดับคุณภาพ สร้างความพร้อมในการแข่งขันในอนาคต

โครงการวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบเชื่อมโยงข้อมูลด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศที่สามารถตรวจสอบข้อมูลวัตถุดิบ ภาวะการปน ผลการทดสอบ การผลิต ลักษณะเฉพาะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การแสดงฉลากและระบบรองรับ ที่อยู่บนพื้นฐานของหลักการสอบทวน ที่สามารถตรวจสอบข้อมูลจากฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นผ่านระบบปฏิบัติการเฉพาะด้าน และ accessข้อมูลได้ในรูปสารสนเทศผ่านระบบเครือข่าย โดยเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ผู้ประกอบการ ผู้บริโภค และลูกค้าทั้งในและต่างประเทศ ทั้งนี้เพื่อช่วยเป็นหลักประกันในการรับรองผลิตภัณฑ์ปลอด GMOs ในระบบ ยกระดับความเชื่อมั่นของตัวสินค้าของประเทศในท้ายที่สุด

การวิจัยครอบคลุมการศึกษาระบบการดำเนินงานและการใช้สารสนเทศเข้ามาเชื่อมโยงในต่างประเทศ ข้อเท็จจริงในการดำเนินการในประเทศ เพื่อเปรียบเทียบ และวางระบบที่เป็นนวัตกรรมของระบบข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูลที่จำเป็นสำหรับรองรับระบบ traceability ในการรับรองคุณภาพและความปลอดภัยในอาหารที่สุ่มเสี่ยงต่อวัตถุดิบดัดแปรพันธุกรรม เน้นรายละเอียดตั้งแต่วัตถุดิบต้นทางและประวัติวัตถุดิบ สู่ผลผลิตปลายทาง โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในรูประบบปฏิบัติการและละมุนภัณฑ์ที่แสดงผลแบบ interface ในลักษณะ web base (on line) โดยแบ่งส่วนข้อมูล และขั้นตอนตามความจำเป็นในการรับข้อมูลและตามบทบาทหน้าที่ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เชื่อมโยงข้อมูล ดึงและส่งถ่ายข้อมูลเพื่อนำไปสู่การประกันระบบ traceability ที่ใช้กับอาหารในกลุ่มที่ใช้วัตถุดิบที่มีรายงานว่าเป็น GMOs เพื่อให้สามารถตรวจสอบข้อมูลได้ตลอดเวลาจากทั้งในและต่างประเทศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>แผนงานวิจัยย่อยที่ 4 การอบรมและเผยแพร่นวัตกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยของอาหาร</u>

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการผลิตภาคการเกษตรเป็นหลัก อุตสาหกรรมเกษตรจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาความเข้มแข็งในเชิงเศรษฐกิจของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุตสาหกรรมอาหาร เพราะอาหารเป็นปัจจัยหลักในการดำรงชีพ ดังนั้นการยกระดับคุณภาพและความปลอดภัยของอาหารจะช่วยประกันสุขอนามัยของประชาชนโดยรวม นอกจากนี้ ประเทศไทยยังเป็นผู้ผลิตและส่งออกสินค้าอาหารเป็นอันดับต้นๆ ของโลก โดยทำรายได้ให้ประเทศไทยปีละกว่าสี่แสนล้านบาท ดังนั้น นอกเหนือจากการเพิ่มผลผลิต การควบคุมคุณภาพและความปลอดภัยของอาหารให้เป็นที่ยอมรับของประเทศคู่ค้า จึงเป็นสิ่งสำคัญในอันดับต้นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในภาวการณ์ปัจจุบันซึ่งมีการเปิดการค้าเสรีระหว่างประเทศ คุณภาพและ

ความปลอดภัยของอาหารยิ่งมีความสำคัญมากขึ้นอีก เพราะนอกจากตลาดการค้าต่างประเทศจะมีการแข่งขันสูงแล้ว ประเทศไทยยังต้องเผชิญกับการกีดกันทางการค้าในรูปของมาตรการควบคุมความปลอดภัยด้านอาหารของประเทศคู่ค้าที่สำคัญ และเผชิญกับการแย่งชิงตลาดกับสินค้านำเข้าที่มีราคาถูก เช่นสินค้าจากประเทศจีน การยกระดับผลิตภัณฑ์อาหารไทยให้มีความปลอดภัย จะเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของประเทศได้

การพัฒนาศักยภาพการแข่งขันในปัจจุบัน เน้นการเสริมสร้างมูลค่าเพิ่มทางด้านความรู้ (knowledge-based) จำเป็นต้องมีการดำเนินยุทธศาสตร์ด้านนวัตกรรมและการวิจัยและพัฒนา การพัฒนาบุคลากร จึงมีความสำคัญที่จะต้องมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับ และสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ได้วิจัยและพัฒนา สร้างองค์ความรู้เพื่อยกระดับคุณภาพและความปลอดภัยของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์อาหาร พัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์สารที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในอาหาร เพิ่มมูลค่าวัตถุดิบที่มีอยู่ในประเทศเพื่อใช้ในการผลิตและส่งออก และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เสริมสุขภาพ และปลอดภัยจากสารอันตราย จึงเห็นสมควรจัดประชุมและเผยแพร่นวัตกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยของอาหาร

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเผยแพร่ความรู้และนวัตกรรมด้านความปลอดภัยของอาหาร การผลิตและการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ปลอดภัยและมีคุณค่าต่อสุขภาพ และผลิตภัณฑ์เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร
2. เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการวิเคราะห์และตรวจสอบความปลอดภัยของอาหารในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม
3. เพื่อสนับสนุนและเพิ่มขีดความสามารถในการใช้นวัตกรรมในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่ที่ปลอดภัยและมีคุณค่าต่อสุขภาพ และผลิตภัณฑ์เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร
4. เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของประเทศด้านอุตสาหกรรมเกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร
5. เพื่อสร้างความแข็งแกร่งทางวิชาการให้แก่บุคลากรในภาครัฐและภาคอุตสาหกรรมอาหารเพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ๆ ที่มีคุณภาพและความปลอดภัยสูง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2 วิธีการดำเนินการวิจัย(ปีที่ 1)

2.1 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยบูรณาการภายใต้ "โครงการนวัตกรรมเพื่อยกระดับคุณภาพและความปลอดภัยทางอาหารสู่โครงสร้างทางเศรษฐกิจยุคใหม่" ประกอบด้วยแผนงานวิจัย 4 แผนงาน และแต่ละแผนงานวิจัยประกอบด้วยโครงการวิจัยย่อยดังต่อไปนี้

แผนงานวิจัยย่อยที่ 1 นวัตกรรมการวิจัย และพัฒนา วิธีวิเคราะห์และชุดทดสอบ

โครงการย่อยที่ 1.1 โมเลกุลดีเอ็นเอเพื่อการพัฒนาการวิเคราะห์คุณภาพและความปลอดภัย แนวใหม่ในวัตถุดิบและอาหารแปรรูป

โครงการมีแผนงานวิจัยที่จะต้องดำเนินการในปีงบประมาณ 2550 แบ่งเป็น 4 ส่วนได้แก่

1.) พัฒนาชุดสำเร็จในการตรวจสอบชนิดของข้าวและชนิดของรีคอมบิแนนต์ดีเอ็นเอการปนของเชื้อและดีเอ็นเอจากโคและกระบือในปีแรกดำเนินการ

- การพัฒนาวิธีการสกัดดีเอ็นเออย่างง่ายและมีประสิทธิภาพ
- การเลือกใช้ข้อมูลลำดับ นิวคลีโอไทด์และมาร์คเกอร์เพื่อการออกแบบคู่ไพรเมอร์
- การประกอบปฏิกิริยาในการวิเคราะห์โดยใช้โมเลกุลดีเอ็นเอเป็นหลักและปรับระบบให้มีความง่ายและสะดวกในการดำเนินการสำหรับการทดสอบปฏิกิริยาที่สังเคราะห์ขึ้นและทดสอบประสิทธิภาพของชุดทดสอบจะดำเนินการในปีงบประมาณถัดไป

2.) พัฒนาวิธีการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพและความปลอดภัยด้วยอุณหภูมิระนาบเดียว ศึกษาข้อมูลยีน ออกแบบและไพรเมอร์และทดสอบประสิทธิภาพของ ไพรเมอร์ในระบบปฏิกิริยาสำหรับการประกอบปฏิกิริยารวม การประเมินประสิทธิภาพของปฏิกริยาจะดำเนินการในปีงบประมาณถัดไป

3.) พัฒนาวิธีการวิเคราะห์บนพื้นฐานการนำไฟฟ้าภายในมวลโมเลกุลในลักษณะดีไวซ์

- ศึกษาและพัฒนารูปแบบการตรวจสอบทางเคมีไฟฟ้าโดยใช้การจับตัวระหว่าง binder กับ ดีเอ็นเอในระบบตรวจสอบ

4.) พัฒนาโมเลกุลดีเอ็นเอเพื่อการอ้างอิง

- เตรียมโมเลกุลดีเอ็นเอเพื่อการอ้างอิงตามที่มีรายงานในวิธีมาตรฐานในการตรวจสอบชนิดของเนื้อสัตว์ด้วยวิธีของ Meyer *et. al.*, 1995 การตรวจสอบรีคอมบิแนนต์ดีเอ็นเอ และการตรวจสอบ ตรวจสอบชนิดของข้าวตามข้อ 1.)โคลนชิ้นดีเอ็นเอเข้าสู่ พลาสมิดโดยหลักการ TA cloning คัดเลือกโคลนที่ได้ เพื่อสังเคราะห์เป็นดีเอ็นเอมาตรฐาน

โครงการย่อยที่ 1.2 การตรวจวิเคราะห์สารมาลาไคท์กรีนและเมตาบอไลต์ลิวโคมาลาไคท์กรีนตกค้างในสัตว์น้ำเพาะเลี้ยง ด้วยเทคนิค LC-MS/MS และเทคนิค HPLC-UV-Visible

วิเคราะห์โดยเทคนิค LC-MS/MS

1. <u>เครื่องมือและสภาวะที่เหมาะสม</u>

HPLC: Agilent 1100

Column: Higgins 3x150 mm, 5 μm

Mobile phase: A: 0.05 M Ammonium acetate pH 4.5 B: Acetonitrile

Gradient mode:

Time (min)	A (%)	B (%)
0	95	5
6	5	95
8	5	95
9	95	5
12	95	5

Injection volume: 25 μL

Flow rate: 800 μL/min, split 275:525

Column temperature: 40°C

Mass spectrometer: API 3000 (Triple quadrupoles mass spectrometer)

Scan type: MRM

Polarity: positive

Ion source: Turbo spray

Ion pairs: MG 329.3/208.2, 329.3/313.1

LMG 331.3/165.4, 331.3/239.3

CV (internal standard) 372.2/356.3

2. เตรียมตัวอย่างเนื้อปลาหรือกุ้ง

3. วิเคราะห์ปริมาณ

วิธีวิเคราะห์คือ standard addition method และ internal standard calibration curve โดยเตรียมชุดตัวอย่างต่างๆ

นำ signal ของชุดตัวอย่างมาสร้าง internal standard calibration curve และหาปริมาณ MG และ LMG ในตัวอย่างจากสมการของ curve

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิเคราะห์โดยเทคนิค **HPLC-DAD**

1. เครื่องมือและสภาวะที่เหมาะสม

HPLC: Agilent 1100

Column: Zorbax stable bond C18, 150x4.6 nm, 5 μm

Guard column: Zorbax stable bond C18, 4x4 nm, 5 μm

Column temperature: 30°C

Mobile phase: ammonium acetate buffer (0.05 M, pH 4.5) : acetonitrile

Gradient mode: 50:50 (0.00-7.00 min)

65:35 (7.01-12.50 min)

80:20 (12.11-20.00 min)

Flow rate: 2 mL/min

Detection: Diode array detector (DAD, multiwavelength

618 nm (0.00-7.00 min)

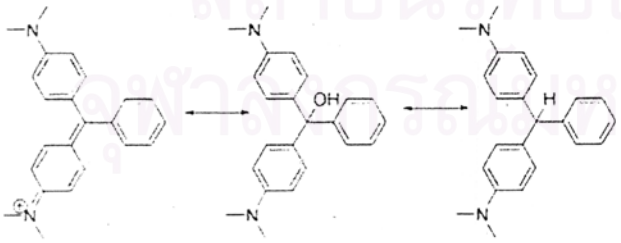
585 nm (7.01-12.00 min)

265 nm (12.01-20.00 min)

2. เตรียมตัวอย่างเนื้อปลาหรือกุ้ง

3. วิเคราะห์ปริมาณ

เมื่อตรวจสอบด้วยเทคนิค LC-MS พบว่า carbinol MG จะมีค่า retention time เท่ากับ LMG (co-elution) และเมื่อใช้เทคนิค HPLC-UV จะไม่สามารถตรวจวัดแยกจากกันได้ นอกจากนี้ยังพบว่าสารละลายมาตรฐาน MG เมื่ออยู่ในตัวทำละลายที่มี ammonium acetate จะปรากฏ carbinol form อยู่ด้วยเสมอ ปรากฏการณ์เช่นนี้มีผลให้ค่า % recovery ของ MG ต่ำเกินไปและของ LMG สูงเกินไปอยู่เสมอและเกิดในทำนองเดียวกันกับ CV และ LCV ด้วย



รูปที่ 1 โครงสร้างเมตะบอไลต์ของ MG

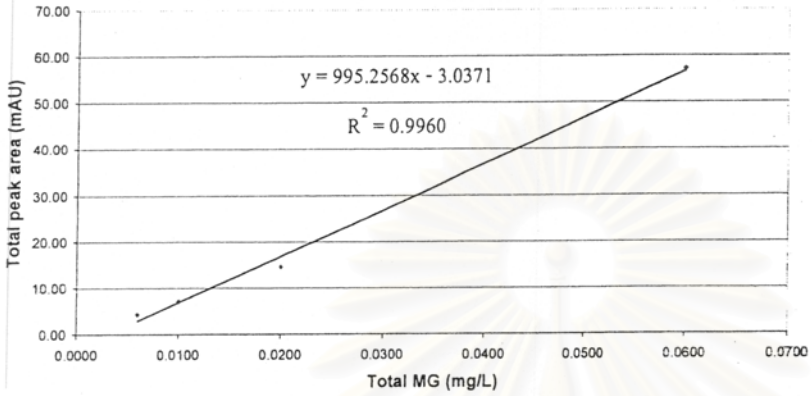
Chromatic MG มีสี

Carbinol Base ไม่มีสี

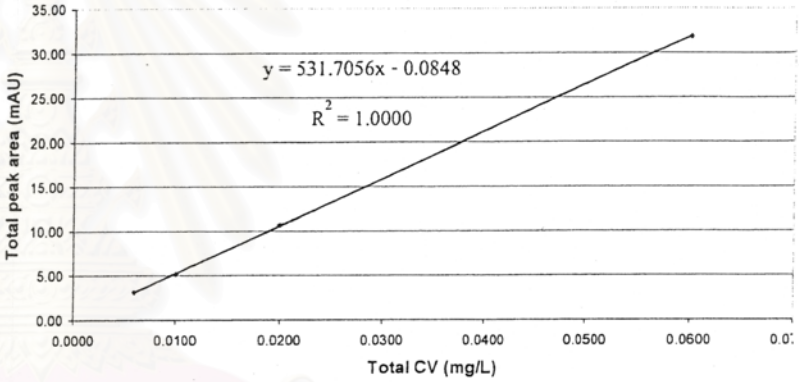
Leuco MG ไม่มีสี

ในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณตกค้างของสารทั้ง 4 จะรายงานผลเป็นปริมาณ total malachite green (total MG) ซึ่งคือปริมาณของ MG รวมกับเมตะบอไลต์ LMG และปริมาณ total crystal violet (total CV) ซึ่ง

เท่ากับปริมาณ CV รวมกับปริมาณเมตะบอไลต์ LCV ดังนั้นจึงได้ออกแบบการประมวลผลและหาปริมาณในรูปของ total MG และ total CV โดย calibration curve เป็นการพล็อตค่าพื้นที่พีกของ MG และ LMG รวมกัน และค่าพื้นที่พีกของ CV และ LCV รวมกัน กับค่าความเข้มข้นของ MG + LMG หรือ total MG และ CV + LCV หรือ total CV กราฟมาตรฐานทั้ง 2 แสดงดังรูปที่ 2 และ 3 ตามลำดับ



รูปที่ 2 กราฟมาตรฐานระหว่าง Total MG (mg/L) กับ Total peak area (mAU)



รูปที่ 3 แสดงกราฟมาตรฐานระหว่าง Total CV (mg/L) กับ Total peak area (mAU)

โครงการย่อยที่ 1.3 การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในอาหาร

1.) การศึกษาและค้นคว้าข้อมูล ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.) การวิจัยและประมวลผล

2.1) หาเทคนิคที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่าง

2.2) หาภาวะที่เหมาะสมในการเพิ่มความเข้มข้น

2.3) ศึกษาอิทธิพลที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการสกัด

2.4) นำกระบวนการไปใช้ในการเตรียมตัวอย่าง

2.5) เพิ่มความเข้มข้นของโลหะหนักในเนื้อปลา

2.6) การเขียนรายงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการย่อยที่ 1.4 การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์เพื่อประเมินการปนเปื้อนจากบรรจุภัณฑ์อาหาร

วิธีการดำเนินงานในปีที่นี้เน้นอยู่ที่การค้นข้อมูลพื้นฐานเรื่องสารเติมแต่งในพลาสติก การปนเปื้อนในอาหารจากสารเหล่านี้ กฎระเบียบและข้อบังคับขององค์กรและรัฐบาลต่าง ๆ เพื่อเลือกประเด็นงานวิจัยที่จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องการปนเปื้อนจากสารเติมแต่งพลาสติกแก่อุตสาหกรรมอาหารของไทย ในปีที่ 1 นี้คณะผู้วิจัยมีความเห็นเป็นเอกฉันท์ว่าปัญหาการปนเปื้อนจากพทาเลทเอสเทอร์เป็นปัญหาสำคัญที่จะต้องดำเนินการแก้ไขโดยด่วน ในการดำเนินการแก้ไขนั้นจำต้องมีการสำรวจการปนเปื้อนโดยละเอียด ต้องมีการสุ่มอาหารตัวอย่างมาวิเคราะห์ ดังนั้นในขั้นต้นนี้จึงได้มีการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์โดยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟฟีสำหรับพทาเลทเอสเทอร์ 6 ชนิดคือ DMP, DBP, BBP, DEP, DEHP, DOP ที่ใช้ทั่วไปในกระบวนการผลิตพลาสติกขึ้น วิธีวิเคราะห์ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ได้ทดลองใช้ในการสำรวจเบื้องต้นถึงการปนเปื้อนจากพทาเลทเอสเทอร์ในในน้ำสำหรับบริโภคที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

โครงการย่อยที่ 1.5 การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์และการหาปริมาณแคพไซซินและไดไฮโดรแคพไซซินในผลิตภัณฑ์พริกและอาหารรสเผ็ด

การพัฒนาวิธีการแยกและวิเคราะห์แคพไซซิน (CAP) และไดไฮโดรแคพไซซิน (DCAP) โดยใช้สารมาตรฐานและส่วนสกัดพริกเป็นสารทดสอบ (test analyte)

1.1 ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล

1.2 หาภาวะของ CE แบบ MEKC สำหรับแยกสารมาตรฐานและส่วนสกัดพริก

1.3 หาภาวะของ CE แบบ MEEKC สำหรับแยกสารมาตรฐานและส่วนสกัดพริก

1.4 การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการ (validation of method)

1.5 การเปรียบเทียบปริมาณวิเคราะห์จาก MEKC, MEEKC และ HPLC

1.6 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง

โครงการย่อยที่ 1.6 การพัฒนาเทคนิคการตรวจวัด และอุปกรณ์ปฏิบัติการบนชิพสำหรับตรวจวัดสารตกค้างประเภทยาปฏิชีวนะและโลหะปนเปื้อนในอาหาร

1.) ค้นคว้าข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.) ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวิเคราะห์ซัลโฟนาไมด์เบื้องต้นโดยใช้เทคนิคไซคลิกโวลแทมเมตรี

2.1) ศึกษาช่วงศักย์ไฟฟ้าใช้งานของปฏิกิริยาออกซิเดชันของ ซัลโฟนาไมด์โดยใช้ขั้วไฟฟ้าเพชรที่โดปด้วยโบรอนและขั้วกลาสซิคาร์บอนเป็นขั้วไฟฟ้าใช้งาน ช่วงศักย์ไฟฟ้า ที่ศึกษา 0.7 – 1.3 โวลต์ ในสารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ พีเอช 3

2.2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง scan rate กับสัญญาณการตรวจวัดด้วยเทคนิคไซคลิกโวลแทมเมตรี โดยใช้ขั้วไฟฟ้าเพชรที่โดปด้วยโบรอนช่วงศักย์ไฟฟ้าที่ศึกษา 0.7 – 1.3 โวลต์ ในสารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ พีเอช 3

2.3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกลุ่มซัลโฟนาไมด์กับสัญญาณการตรวจวัดด้วยเทคนิคไซคลิกโวลแทมเมตรี โดยใช้ขั้วไฟฟ้าเพชรที่โดปด้วยโบรอนช่วงศักย์ไฟฟ้า ที่ศึกษา 0.7 – 1.3 โวลต์ ในสารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ พีเอช 3

2.4) ศึกษาพีเอชของสารละลายที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวัดสัญญาณด้วยเทคนิคไซคลิกโวลแทมเมตรี โดยใช้ขั้วไฟฟ้าเพชรที่โดปด้วยโบรอน ช่วงพีเอชที่ทำการศึกษา 2.5 – 7.5

3.) ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวิเคราะห์ซัลโฟนาไมด์โดยใช้เทคนิคไฮเพอร์ฟอร์มานซ์ลิควิดโครมาโทกราฟีร่วมกับเทคนิคแอมเพอโรเมตรี

3.1) ศึกษาอัตราส่วนของ mobile phase ที่เหมาะสมต่อการแยกของสารกลุ่มซัลโฟนาไมด์ทั้ง 7 ชนิดโดยใช้อัตราส่วนของสารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ต่ออะซีโตนไนไตรด์ และ สารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ ต่ออะซีโตนไนไตรด์ ต่อเอทานอลในอัตราส่วนต่างๆ

3.2) วิเคราะห์ชนิดของสารในกลุ่มซัลโฟนาไมด์ทั้ง 7 ชนิดโดยนำค่า retention time ของสารแต่ละชนิดมาเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานซัลโฟนาไมด์และระบุชนิดของสารแต่ละชนิด

3.3) ศึกษาหาสภาวะของศักย์ใช้งานที่เหมาะสมโดยใช้เทคนิคแอมเพอโรเมตรีวิเคราะห์สารใน mobile phase ที่เลือกได้จากข้อ 3.1 และวัดที่ศักย์ไฟฟ้าต่างๆ จาก 1.0 -1.3 โวลต์

3.4) ศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของสารกับค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการตรวจวัด (Linearity)

3.5) ศึกษาหาค่าขีดความสามารถต่ำสุดในการวิเคราะห์ (Limit of Determination; LOD) และ ค่าขีดความสามารถต่ำสุดในการวิเคราะห์เชิงปริมาณได้ (Limit of Quantitative ; LOQ)

4.) วิเคราะห์หาปริมาณซัลโฟนาไมด์ ในเนื้อกุ้งด้วยวิธี Standard addition พร้อมทั้งหาร้อยละการคืนกลับ (% recovery) โดยใช้เทคนิคไฮเพอร์ฟอร์มานซ์ลิควิดโครมาโทกราฟีร่วมกับเทคนิคแอมเพอโรเมตรี

<u>แผนงานวิจัยย่อยที่ 2 นวัตกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยและมีคุณค่าทางโภชนาการต่อสุขภาพ</u>

โครงการย่อยที่ 2.1 การผลิตอาหารเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันโรคข้อกระดูกเสื่อมจากเปลือกอาหารทะเล

1) การย่อยด้วยเอนไซม์

1.1) ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1.2) จัดหาสารเคมีและวัตถุดิบที่จำเป็น

1.3) นำ *Aeromonas hydrophila* MOK-1 ที่คัดเลือกสายพันธุ์แล้วว่าสามารถผลิตเอนไซม์ย่อยไคตินได้ จาก ดร. รัฐ พิชญางกูร ภาควิชาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มาทำการเลี้ยงเพิ่มจำนวน

เพื่อ นำไปศึกษาต่อ และเก็บเป็น stock เชื้อ

1.4) ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและการผลิตเอนไซม์ของ *Aeromonas hydrophila* MOK-1 หาองค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อและอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการผลิตเอนไซม์ในปริมาณมาก เช่น

- การใช้แอลฟ่าและเบต้าไคตินที่ระดับ 0.5, 1, 1.5 และ 2% เป็นแหล่งคาร์บอน
- อุณหภูมิที่ 30 – 50 °C

1.5) หาสภาวะที่เหมาะสมกับการย่อยของเอนไซม์

- อุณหภูมิที่เหมาะสมแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ 30 – 45 °C และ 45 - 60°C
- พีเอชที่เหมาะสมโดยศึกษาในช่วง pH 3.5 - 8

1.6) ย่อยไคตินด้วยเอนไซม์ให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำตาลแอมิโนโมเลกุลเดี่ยวและไมเลกุลคู่ โดยใช้วิธีการหมักแบบครั้งเดียว, แบบกึ่งต่อเนื่อง และแบบต่อเนื่อง

1.7) ทำการแยกน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว และน้ำตาลโมเลกุลคู่ให้บริสุทธิ์

1.8) วิเคราะห์ สรุปผล และเขียนเขียนรายงาน และเตรียมบทความเพื่อลงตีพิมพ์ หรือ จดสิทธิบัตร

2) การย่อยด้วยกรด

2.1) ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.2) จัดหาสารเคมีและวัตถุดิบที่จำเป็น

2.3) ศึกษาการย่อยไคตินจากเปลือกกุ้งบดขนาด 200 mesh ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (12 M) ที่ระยะเวลาต่างๆกัน โดยใช้โซนิเคเตอร์ช่วย

2.4) ทำการแยกผลิตภัณฑ์เกลือกลูโคซามีนไฮโดรคลอไรด์ (GlcNHCl) พร้อมทั้งคำนวณหาเปอร์เซนต์ผลผลิต เปรียบเทียบกับการย่อยโดยไม่ใช้คลื่นโซนิเคเตอร์

2.5) หา activity ของการย่อยโดยใช้ โซนิเคเตอร์เป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อย

2.6) ศึกษาปัจจัยของอัตราส่วนระหว่างปริมาณไคตินกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นที่มีต่อเปอร์เซนต์ผลผลิตแบบใช้โซนิเคเตอร์

2.7) หาค่า pH และ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการย่อย

2.8) ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยด้วย HPLC

2.9) แยกผลิตภัณฑ์ให้บริสุทธิ์ด้วย การตกตะกอน หรือโครมาโทกราฟฟี

2.10) เขียนรายงาน และเตรียมบทความเพื่อลงตีพิมพ์ หรือ จดสิทธิบัตร

โครงการย่อยที่ 2.2 ผลิตภัณฑ์ผักผลไม้ท้องถิ่นที่มีหน้าที่เฉพาะของสารพรีไบโอติกส์ (Prebiotics) และแอนติออกซิแดนต์ (Antioxidants)

แผนการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย การสำรวจ คัดเลือก เตรียม และวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของวัตถุดิบ เพื่อกำหนดวิธีการเตรียมวัตถุดิบแต่ละชนิดให้เหมาะสม ต่อการทำปฏิกิริยาด้วยเอนไซม์และเผยแพร่ผลการวิจัย

แผนการดำเนินงานวิจัยในปี 2550

1.) สำรวจ คัดเลือก วัตถุดิบ

2.) การเตรียมวัตถุดิบ และวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของวัตถุดิบ

3.) เลือกและกำหนดกรรมวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ตามชนิดผลไม้

4.) เผยแพร่ผลงาน

ซึ่งในปี 2550 ผลการวิจัยได้คัดเลือกผักผลไม้ท้องถิ่นที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นแหล่งของสารอาหารที่มีหน้าที่เฉพาะ สามารถคัดเลือกพืชที่มีลักษณะเด่นและสมบัติเฉพาะที่สำคัญที่จะพัฒนาเป็นสารสกัดทางชีวภาพ ด้านสารพรีไบโอติก ได้แก่ กล้วยหอม พุทรา และกลุ่มที่ให้สารต้านออกซิเดชันและสารให้สี ได้แก่ ฝรั่งแดง แคนตาลูป มะม่วง ใบเตยหอม มะตูมและ แก้วมังกรแดง

โครงการย่อยที่ 2.3 การผลิตพอลิเมอร์จากจุลินทรีย์เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

1.) การคัดเลือกแบคทีเรียที่ผลิตพอลิแซ็กคาไรด์ ไบโอพอลิเมอร์ และไนซิน

1.1) เก็บตัวอย่างเพื่อคัดแยกแบคทีเรียสายพันธุ์ที่ผลิตพอลิแซ็กคาไรด์

1.2) การคัดเลือกแบคทีเรียที่สามารถผลิตพอลิเมอร์และไนซิน สำหรับพวกที่ผลิตพอลิเมอร์สังเกตจากลักษณะเมือกเยิ้มรอบโคโลนี นำมาเลี้ยงในอาหารเหลว จากนั้นแยกพอลิเมอร์ที่ผลิตโดยการตกตะกอนด้วยเอทานอล ล้างตะกอนให้สะอาด หาน้ำหนักแห้งและเปรียบเทียบกับน้ำหนักแห้งของเชื้ อ นาพอลิเมอร์ทำแห้งไปหาโครงสร้างโดยการย่อยด้วยกรดและหาส่วนประกอบโดย TLC เทียบกับสารมาตรฐาน ในกรณีของไนซินนั้นนำ แบคทีเรียที่ได้จากข้อ 1.1 มาทดสอบการสังเคราะห์ไนซิน โดยใช้แบคทีเรียทดสอบได้แก่ *Lactobacillus plantarum* TISTR 850, *Pediococcus pentosaceus* TISTR 374 และ *Propionibacterium freundenreichii* TISTR 446 หลังการบ่มเลือกโคโลนีที่เกิดวงใสจากขั้นแรกมาเลี้ยงในอาหารเหลว นำส่วนใสที่ได้มาทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้ง โดยการหยดส่วนใสของแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อกึ่งเหลวที่มีส่วนผสมของเชื้อทดสอบ ตรวจดูบริเวณใสรอบหลุมอันเป็นการชี้บ่งว่าเชื้อสามารถสร้างไนซินได้ แล้วการยืนยันการมียีนที่ประมวลรหัสการสร้างไนซินโดยการทำปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสโดยใช้ไพรเมอร์ NOKF และ NOKR เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยอะกาโรสเจลอีเล็กโทรโฟเรซิส ตรวจดูแถบดีเอ็นเอด้วยแสงอัลตราไวโอเลตความยาวคลื่น 312 นาโนเมตรหาลำดับนิวคลีโอไทด์และวิเคราะห์ลำดับเบสด้วยโปรแกรม BioEdit จากนั้นเปรียบเทียบผลที่ได้กับไนซินที่มีรายงานไว้ก่อน

หน้านี้ในฐานข้อมูล GenBank ทั้งระดับนิวคลีโอไทด์และกรดอะมิโนด้วยโปรแกรม BlastN และ BlastP ตามลำดับ

1.3) การวิเคราะห์ลำดับเบสและการจำแนกชนิดของไนซินจากผลิตภัณฑ์ PCR ของเชื้อที่ได้โดยส่งวิเคราะห์ที่หน่วยบริการชีวภาพของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) รวมทั้งวิเคราะห์ลำดับกรดอะมิโนตำแหน่งที่ 27 หลังผ่านกระบวนการตัดเพปไทด์สายนำ เพื่อจำแนกประเภทของไนซิน จำแนกสกุลของแบคทีเรียที่สามารถผลิตไนซินทางอนุกรมวิธานและการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16 เอสไรโบโซมัลอาร์เอ็นเอ ร่วมกับข้อมูลทางด้านสัณฐานวิทยา สรีรวิทยาและทางชีวเคมี อ้างอิงตาม Bergey's Manual of Systemic Bacteriology

1.4) ลักษณะสมบัติของพอลิแซ็กคาไรด์ไบโอพอลิเมอร์โดยวิเคราะห์หาชนิดของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยที่เป็นองค์ประกอบของพอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้ หลังการไฮโดรไลซ์ด้วยกรดและแยกด้วย TLC ร่วมกับน้ำตามาตรฐาน

1.5) การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียที่สามารถผลิตไบโอพอลิเมอร์ได้ในปริมาณสูง หาปริมาณ (น้ำหนักแห้ง) ของพอลิ เมอร์ที่ได้หลังตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์และทำแห้งจากเชื้อที่เลี้ยงในอาหารเหลวที่ใช้ปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ได้รับการปรับให้เท่ากัน

1.6) การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำตาลในไบโอพอลิเมอร์ นำพอลิเมอร์ที่ผ่านการสลายด้วยกรมาทำ TLC บนแผ่นซิลิกา (แผ่นซิลิกาเจล 60, บริษัท E.Merck, Darmstadt, Germany ขนาด 20 x 20 ซม. หนา 0.2 มม.)ใช้เฟสเคลื่อนที่ (ไอโซโพรพานอล:อะซิโตน:กรดแลกติก ในอัตราส่วน 1:20:1) หลังเคลื่อนที่ไปจนเกือบสุดแผ่น ผึ่งให้เฟสเคลื่อนที่แห้งตรวจผลโดยการสเปรย์ด้วย detection reagent (ไดฟีนิลามีนในอะซิโตน: แอนิลีนในอะซิโตน:กรดฟอสฟอริกในอัตราส่วน 10:10:2)แล้วนำไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 100°ซ เป็นเวลา 10 นาที สังเกตแถบที่เกิดขึ้นแล้ววัดเพื่อหาค่า R_f

โครงการย่อยที่ 2.4 การผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากจุลินทรีย์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

1.) การคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

1.1) เก็บตัวอย่างจากแหล่งต่าง ๆ

1.2) ทำการแยกเชื้อจากตัวอย่างที่เก็บมาจากแหล่งต่างๆ โดยเจือจางตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น และเกลี่ยให้ทั่วผิวหน้าบนอาหารแข็ง จากนั้นนำเชื้อบริสุทธิ์ที่แยกได้มาทดสอบประสิทธิภาพในการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

1.3) เตรียมหัวเชื้อโดยคัดเลือกเชื้อที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ทำการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์บนอาหาแข็ง จนมีอายุ 24 ชม. ถ่ายเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวกำหนดสูตร ปริมาตร 50 มล. ในขวดแก้วทรงกรวย ขนาด 250 มล. บนเครื่องเขย่าด้วยอัตราเร็ว 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 30 °ซ เป็นเวลา 7วัน ติดตาม

ประสิทธิภาพการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพโดยการวัดค่าแรงตึงผิว การกระจายน้ำมัน เปรียบเทียบกันแต่ละเชื้อ คัดเลือกเชื้อที่มีประสิทธิภาพสูงไว้ศึกษาต่อไป

1.4) จำแนกสกุลของจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ทางอนุกรมวิธาน โดยการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา การทดสอบสมบัติทางชีวเคมี และจำแนกโดยใช้เทคนิคทางอณูพันธุศาสตร์

2.) การศึกษาองค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมในการเลี้ยงจุลินทรีย์เพื่อผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

2.1) การหาชนิดของแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพศึกษาแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ โดยเพาะเลี้ยง จุลินทรีย์ในอาหาร ที่แปรผันแหล่งคาร์บอน ได้แก่ กลูโคส แป้งมันสำปะหลัง น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม และน้ำมันมะพร้าว โดยใช้ความเข้มของแหล่งคาร์บอนเท่ากัน ติดตามการเจริญของจุลินทรีย์โดยการหาน้ำหนักเซลล์แห้ง ค่า pH และนำน้ำเลี้ยงเชื้อมาทำการวัดค่าแรงตึงผิว และการกระจายน้ำมันโดยเปรียบเทียบชนิดของแหล่งคาร์บอน

2.2 การหาชนิดของแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพศึกษาแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ โดยเลี้ยงจุลินทรีย์ในอาหาร โดยใช้แหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมจากข้อ 2.1 แล้วแปรผันแหล่งไนโตรเจน ได้แก่ แอมโมเนียมไนเตรท (NH_4NO_3) แอมโมเนียมซัลเฟต ($(NH_4)_2SO_4$) โซเดียมไนเตรท ($NaNO_3$) เปปโตน และ ยีสต์เอกแซกต์ โดยใช้ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนเท่ากัน ติดตามการเจริญของจุลินทรีย์โดยการหาน้ำหนักเซลล์แห้ง ค่า pH และนำน้ำเลี้ยงเชื้อมาทำการวัดค่าแรงตึงผิวและการกระจายน้ำมันโดยเปรียบเทียบชนิดของแหล่งไนโตรเจน

2.3) การหาปริมาณคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพเลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกได้ในอาหารโดยใช้แหล่งคาร์บอนที่เหมาะสม แปรผันความเข้มข้นของแหล่งคาร์บอนเป็น 0 - 8% ติดตามการเจริญของจุลินทรีย์โดยการหาน้ำหนักเซลล์แห้ง ค่า pH และประสิทธิภาพการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพโดยวัดค่าแรงตึงผิวและค่าการกระจายน้ำมัน

2.4) การหาปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพเลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกได้ในอาหาร โดยใช้แหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสม แปรผันความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนเป็น 0-0.5% ติดตามการเจริญของจุลินทรีย์โดยการหาน้ำหนักเซลล์แห้ง ค่า pH และประสิทธิภาพการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ โดยวัดค่าแรงตึงผิวและค่าการกระจายน้ำมัน

3.) การศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการเลี้ยงจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้เพื่อผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

3.1) ระยะเวลาการเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพโดยใช้คาร์บอนและไนโตรเจนที่เหมาะสม เลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกได้บนอาหารเอียง เป็นเวลา 24 ชม. นำเชื้อถ่ายลงในอาหารปรับปรุงสูตร นำไปบ่มที่ 30 °ซ อัตราเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ติดตามการเจริญของ จุลินทรีย์โดยการหาน้ำหนักเซลล์แห้ง การกระจายน้ำมัน และค่าแรงตึงผิวทุก 24 ชม. เป็นเวลา 7 วัน

3.2) ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้นที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

หาผลของ pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์และการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ โดยการปรับค่า pH ของอาหารปรับปรุงสูตร เป็น 3.5 , 4.5 , 5.5 , 6.5 เพาะเลี้ยงที่ 30 °ซ เขย่าที่ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 7 วัน ติดตามประสิทธิภาพในการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพโดยน้ำเลี้ยงเชื้อมาทำการวัดค่าแรงตึงผิวและค่าการกระจายน้ำมัน พร้อมทั้งติดตามการเจริญโดยการหาน้ำหนัก เซลล์แห้ง และค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงไป

3.3) อุณหภูมิของการเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ หาผลของอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์และการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ โดยการเพาะเลี้ยงในอาหารปรับปรุงสูตร ปรับอุณหภูมิเพาะเลี้ยงเป็น 20 , 30 และ 40 °ซ เขย่าที่ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 7 วัน ติดตามประสิทธิภาพในการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพโดยน้ำเลี้ยงเชื้อมาทำการวัดค่าแรงตึงผิวและค่าการกระจายน้ำมัน พร้อมทั้งติดตามการเจริญโดยการหาน้ำหนักเซลล์แห้ง และค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงไป

4.) การผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ ผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้ ในระดับขวดเขย่าตามภาวะที่เหมาะสม

โครงการย่อยที่ 2.5 การคัดสายพันธุ์พริกและงาเพื่อการประยุกต์ด้านอุตสาหกรรมอาหารและอาหารเสริม

1. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับพริกและงาทั้งด้านการเกษตร เคมีและการประยุกต์ทางอาหาร
2. การสกัดและแยกสารสำคัญจากพริกและงา
3. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารสำคัญกับสายพันธุ์พริกและงา
4. การศึกษาการใช้ประโยชน์อย่างเต็มศักยภาพจากพริกและงา
5. ศึกษาแนวทางประยุกต์สารสำคัญและ/หรือสิ่งสกัดที่ได้จากพริกและงาในอุตสาหกรรมอาหาร
6. สรุปผลและเขียนรายงาน

โครงการย่อยที่ 2.6 ผลไม้เพื่อสุขภาพที่เคลือบเกลือแร่และวิตามินสำหรับผู้สูงอายุ

ในงานวิจัยนี้ศึกษาวิธีการเตรียมฟิล์มบางที่เติมเกลือแร่ หรือสารอาหาร และสามารถเคลือบบนผลไม้ได้โดยวิธีการจุ่ม (dipping process) ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาวิจัยเป็น 2 แนวทาง

1.) วิธีเตรียมอนุภาคขนาดไมโครและนาโนของแคลเซียม และน้ำมันโอเมกา-3 และการเตรียมเป็นฟิล์มที่เติมอนุภาคลงไป

2.) วิธีเตรียมฟิล์มบางที่เติมเกลือแร่และสารอาหารลงไปโดยตรง

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.) เตรียมอนุภาคขนาดไมโครหรือนาโนของ calcium carbonate, calcium aginate hydrocolloid, calcium alginate nanosphere และ โอเมกา-3 emulsion droplets โดยเตรียมเป็น emulsion

2.) วิธีเตรียมฟิล์มบางที่เติมเกลือแร่และสารอาหารลงไปโดยตรง

3.) ศึกษาวิธีการเติมแคลเซียม สังกะสี และน้ำมันโอเมกา-3 ลงในฟิล์มบาง

โครงการย่อยที่ 2.7 สาระสำคัญและการประกันคุณภาพอาหารเสริมจากกระชายดำ

- การสกัดและแยกสารสำคัญจากกระชายดำ

1.) สกัดกระชายดำด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม เช่น เฮกเซน ไดคลอโรมีเทนและเมทานอลเพื่อสกัดสาระสำคัญจากพืชตัวอย่าง

2.) แยกสารสำคัญจากพืชตัวอย่างด้วยเทคนิคทางโครมาโทกราฟี เช่น คอลัมน์โครมาโทกราฟี โครมาโททรอนหรือ HPLC

3.) ทำสารสำคัญให้บริสุทธิ์และตรวจสอบเอกลักษณ์ของสารสำคัญด้วยเทคนิคทาง สเปกโทรสโกปี เช่น IR, NMR, MS, UV-Vis, GC-MS และเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน

4.) การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสิ่งสกัดและสารที่แยกได้จากกระชายดำ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเทอเรส (โรคความจำเสื่อม) ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอฟากลูโคซิเดส (โรคเบาหวาน) ฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของจุลชีพ เป็นต้น

<u>แผนงานวิจัยย่อยที่ 3 นวัตกรรมการพัฒนาระบบควบคุมและตรวจสอบคุณภาพความปลอดภัยของอาหาร</u>

โครงการย่อยที่ 3.1 การพัฒนาระบบข้อมูลรหัส 2 มิติ และการควบคุมเชิงบูรณาการในการกำกับดูแลคุณภาพและความปลอดภัยของอาหาร : โมเดลเริ่มต้นในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

การวิจัยในโครงการมีขั้นตอนการดำเนินการเป็น 5 ขั้นได้แก่

1. การศึกษาตัวระบบ และรูปแบบการดำเนินการที่พัฒนาขึ้นในต่างประเทศ การเปรียบเทียบเพื่อใช้เป็นแบบในการดึงข้อดี หรือหลีกเลี่ยงข้อเสียต่างๆที่พบ โดยริ่มดำเนินการด้วยโมเดลผลิตภัณฑ์เสริมอาหารต้นแบบ วางแนวทางและออกแบบ รายการระเบียนข้อมูลที่มีความจำเป็น เช่น เอกสารกำกับ วัตถุดิบ ใบรับรอง ผลทดสอบทางห้องปฏิบัติการ ข้อมูลแหล่งกำเนิดสินค้า การขนส่ง องค์ประกอบปลีกย่อยและผู้รับผิดชอบในแต่ละขั้นตอนเป็นรายกลุ่มผลิตภัณฑ์ ปรับรูปแบบเพื่อนำระบบ QR code มาเชื่อมโยงวิเคราะห์ระบบการทำงาน วิเคราะห์การไหลเวียนของข้อมูลและผู้รับผิดชอบเพื่อกำหนดรูปแบบการทำงานของแต่ละหน้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างมิติในการวางแผนเชื่อมโยงและการดึงข้อมูลมาสร้างเป็นฐานข้อมูลย่อยให้อยู่ในรูปผัง โดยมีรหัส QR เป็นสื่อเชื่อมโยงที่ช่วยให้สามารถสื่อสารให้ผู้บริโภคได้รับรู้ผ่านเครือข่าย

2. เชื่อมโยงระบบและการทะเบียนข้อมูลผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างเป็นฐานข้อมูลจากหน่วยดำเนินงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กองงานด่าน กองควบคุมอาหาร ภาคเอกชน ห้องปฏิบัติการต่างๆ และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง และเชื่อมโยงการทำงานโดยโปรแกรม access หรือในระบบที่คล้ายคลึงกัน (ดำเนินการในปีงบประมาณถัดไป 2551)

3. ทดสอบโมเดลต้นแบบ โดยการตรวจการสอบผ่านระบบปกติ ระบบรหัส 2 มิติ โดยใช้ระบบสารสนเทศร่วมกันกับเครื่องอ่านรหัสทั้งในรูปหน่วยอ่านและในรูปโทรศัพท์เคลื่อนที่จากต้นทาง จากระบบอำนวยการ จากระดับปฏิบัติการ และจากผู้บริโภค และการจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการ สำหรับเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติในการทดสอบระบบ เพื่อให้ทราบจุดอ่อนจุดแข็งเพื่อให้เข้าใจการทำงานจริงเพื่อตอบสนองการปฏิบัติงานและเพื่อให้เกิดความเข้าใจและคุ้นเคยกับระบบใหม่ที่พัฒนาขึ้น (ดำเนินการในปีงบประมาณถัดไป 2551)

4. ถ่ายทอดสู่หน่วยปฏิบัติและผู้ประกอบการเน้นการปฏิบัติงานได้จริงและประชาสัมพันธ์สู่ผู้บริโภคผ่านสื่อประชาสัมพันธ์รูปแบบต่างๆ โดยใช้ QR code เป็นสื่อให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงข้อมูล (ดำเนินการในปีงบประมาณถัดไป 2552)

5. ประเมินประสิทธิภาพระบบจากแบบสอบถาม จากการประเมินการดำเนินการและการสัมมนาเชิงวิพากษ์ ของระบบการดำเนินการและประเมินแบบสอบถามจากผู้บริโภค(ดำเนินการในปีงบประมาณถัดไป 2552)

โครงการย่อยที่ 3.2 ระบบทดสอบควบคุมและกำกับดูแลอาหารดัดแปรพันธุกรรมออนไลน์

1. ศึกษาเปรียบเทียบระบบที่ดำเนินการอยู่ในต่างประเทศ ได้แก่ เยอรมันนี ประเทศญี่ปุ่น และวิเคราะห์ปัจจัยความพร้อมและลักษณะการดำเนินการของระบบของแต่ละประเทศ นำกรณีศึกษามาเป็นตัวอย่าง เพื่อปรับใช้ในวางระบบที่ใช้ครอบคลุมตั้งแต่การขออนุญาตนำเข้าวัตถุดิบ คุณลักษณะของวัตถุดิบ การนำเข้า การตรวจสอบภาวะ GMOsและรับรอง การไหลเวียนของวัตถุดิบ การดำเนินการผลิต การรองรับภาวะการปน หรือปลอด GMOs ผู้รับผิดชอบในแต่ละขั้น เชื่อมโยงจากทั้งในส่วนของเจ้าหน้าที่ เจ้าพนักงานตรวจ ห้องปฏิบัติการ ผู้ประกอบการและผู้บริโภคในระบบเปิด เปรียบเทียบกับระบบในประเทศ โดยเฉพาะสภาพความพร้อมและแนวทางการรองรับ โดยดำเนินการสืบค้นข้อมูล
ผ่านระบบเครื่อข่าย การสอบถามข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญชาวต่างประเทศโดยตรง การขอข้อมูล การสัมภาษณ์และการศึกษาจากเอกสารอ้างอิง

2. สร้างรูปแบบและระบบการทดสอบตัวอย่างวัตถุดิบอาหาร ทดลองดำเนินการและการตรวจวิเคราะห์เพื่อใช้ประกอบในการดำเนินการ monitoring รองรับระบบ traceabilityที่สร้างขึ้น

3. สร้างระบบ ทดสอบ และดำเนินการเชื่อมโยงให้กับหน่วยงานหลัก ได้แก่ กองควบคุมอาหาร กองงานด่านอาหาร และยา เครือข่ายห้องปฏิบัติการ ภาคเอกชน ประเมินผลและและเปิดเป็นโครงข่าย internet สู่การ access โดยผู้บริโภค (ข้อ3.นี้เป็นเป้าหมายของปีงบประมาณ 2551)

แผนงานวิจัยย่อยที่ 4 การอบรมและเผยแพร่นวัตกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยของอาหาร

จัดประชุมและเผยแพร่นวัตกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยของอาหารแก่บุคลากรในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อการส่งออกและจำหน่ายในประเทศ นักวิเคราะห์อาหารในห้องปฏิบัติการ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน

1. หาข้อมูลรายชื่อหน่วยงานและผู้ประกอบการอาหาร นักวิเคราะห์ นักวิชาการ
2. จัดทำเอกสารประชาสัมพันธ์ การจัดประชุม
3. เตรียมการเรื่องสถานที่
4. เตรียมการเรื่องจัดทำ Poster แสดง
5. จัดประชุมเผยแพร่โดยการบรรยายและแสดงด้วยโปสเตอร์
6. ประเมินผลโดยจัดให้ผู้เข้าร่วมประชุมตอบแบบสอบถาม

รูปแบบการประชุมเผยแพร่

- การบรรยายโดยวิทยากรพิเศษและหัวโครงการย่อย และเปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมสัมมนาได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในประเด็นต่างๆ

วิทยากร

- ผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัยของอาหาร การวิเคราะห์และตรวจสอบอาหาร และอุตสาหกรรมอาหาร
- นักวิจัยในโครงการบูรณาการนวัตกรรมเพื่อยกระดับคุณภาพและความปลอดภัยทางอาหารสู่โครงสร้างเศรษฐกิจยุค

สถานที่จัดประชุมเผยแพร่

- ห้องประชุมของภาควิชาเคมี(ห้อง 100 ปี ศาสตราจารย์ ดร.แถบ นีละนิธิ)

ระยะเวลาดำเนินโครงการ

- วันอังคารที่ 18 ธันวาคม 2550

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 สรุปกิจกรรมการดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานในปีที่ 1 (2550) ของแต่ละโครงการย่อยเป็นไปตามแผนงาน โดยได้ดำเนินการในหัวข้อที่ระบุไว้ในตารางที่ 1(รายละเอียดที่ดำเนินการไปแล้วสำหรับแต่ละโครงการวิจัยย่อย แสดงไว้ในเอกสารแนบจำนวน 16 โครงการฯ

ตารางที่ 1 สรุปกิจกรรมการดำเนินการวิจัยในปีที่ 1(2550)

โครงการ	กิจกรรม/ขั้นตอนในการดำเนินงานของ ปีที่ 1(2550)
1.1 โมเลกุลดีเอ็นเอเพื่อการพัฒนาการวิเคราะห์คุณภาพและความปลอดภัย แนวใหม่ในวัตถุดิบและอาหารแปรรูป	1. พัฒนาวิธีการตรวจสอบชนิดของข้าว และรีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอด้วยเทคนิค PCR ต่อตามแผน รวมถึงทดสอบประเมินผลวิธีที่พัฒนาขึ้น 2. พัฒนาระบบการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอให้ครอบคลุมการตรวจการปนของเนื้อ การปนของพันธุ์ข้าว และของรีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอไม่น้อยกว่าอย่างละระบบและทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแผนการปฏิบัติงานที่ได้วางไว้ในปีงบประมาณ 2551 3. พัฒนาโมเลกุลอ้างอิงให้สอดคล้องกับเทคนิคการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาที่ควบคุมอุณหภูมิระนาบเดียว (LAMP)
1.2 การตรวจวิเคราะห์สารมาลาไคต์กรีน และเมตะบอไลต์ลิวโคมาลาไคต์กรีนตกค้างในสัตว์น้ำเพาะเลี้ยง ด้วยเทคนิค LC-MS/MS และเทคนิค HPLC-UV-VISIBLE	1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์โดยใช้มาตรฐาน 2. ออกแบบสารตัวอย่างการสกัดและการคลีนอัพ
1.3 การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในเนื้อปลา	1. หาภาวะที่เหมาะสมในการเพิ่มความเข้มข้นของโลหะหนัก 2. ศึกษาอิทธิพลที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการสกัดโลหะหนัก
1.4 การพัฒนาการวิเคราะห์เพื่อประเมินการปนเปื้อนจากบรรจุภัณฑ์อาหาร	ประเมินและเลือกกลุ่มสารปนเปื้อนจากบรรจุภัณฑ์ PVC ที่มีอันตรายต่อผู้บริโภค(PVC, อาหาร ไมโครเวฟ) 1. เลือกประเภทอาหารที่บรรจุในผลิตภัณฑ์ PVC-2 ชนิด 2. พัฒนาวิธีการสกัดสารปนเปื้อนกลุ่มนี้จากเมทริกอาหาร- 2 วิธี 3. พัฒนาวิธีวิเคราะห์สารปนเปื้อน
1.5 การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์และการหาปริมาณแคพไซซินในผลิตภัณฑ์พริกและอาหารรสเผ็ด	1. หาภาวะของ CE แบบ MEEKC สำหรับแยกสารมาตรฐานและส่วนสกัดพริก 2. การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการ (validation of method)
1.6 การพัฒนาเทคนิคการตรวจวัด และอุปกรณ์ปฏิบัติการบนชิพสำหรับ ตรวจวัดสารตกค้างประเภทยาปฏิชีวนะและโลหะปนเปื้อนในอาหาร	1. ศึกษาสมบัติทางเคมีไฟฟ้าและสัญญาณตอบสนองของสารมาตรฐานในกลุ่มซัลฟา และโลหะหนักโดยใช้เทคนิคทางเคมีไฟฟ้า 2. ศึกษาภาวะที่เหมาะสม ของวิธี โวลแทมเมทรี และแอมเพอโรเมทรี สำหรับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและปริมาณ
2.1 การผลิตอาหารเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันโรคข้อกระดูกเสื่อมจากเปลือกอาหารทะเล	1. หาค่า pH และอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการย่อย 2. ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยด้วย HPLC 3. หาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างปริมาณไคตินต่อเอนไซม์ 4. หาความเข้มข้นที่เหมาะสมของไคติน 5. แยกผลิตภัณฑ์ให้บริสุทธิ์
2.2 ผลิตภัณฑ์ผักผลไม้ท้องถิ่นที่มีสารหน้าที่เฉพาะ	1. คัดเลือกผักผลไม้ท้องถิ่นที่มีศักยภาพ 2.หาสภาวะในการเตรียมวัตถุดิบที่เหมาะสมตามลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์

	3. หาสภาวการณ์สกัดโดยวิธีเอนไซม์และวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่ได้ 4. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ 5.เลือกและกำหนดกรรมวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ตามชนิดผลไม้ 6. วิเคราะห์ และติดตามสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากข้อ 5
2.3 การผลิตพอลิเมอร์จากจุลินทรีย์เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร	1. เก็บตัวอย่างและแยกจุลินทรีย์จากแหล่งต่างๆคัดเลือกจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตพอลิเมอร์และจำแนกสายพันธุ์จุลินทรีย์
2.4 การผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากจุลินทรีย์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร	1. ศึกษาองค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้เพื่อผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ
2.5 การคัดสายพันธ์พริกและงาเพื่อการประยุกต์ด้านอุตสาหกรรมอาหารและอาหารเสริม	1. การสกัดและแยกสาระสำคัญจากพริกและงา 2.การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาระสำคัญกับสายพันธุ์พริกและงา 3. การศึกษาการใช้ประโยชน์อย่างเต็มศักยภาพจากพริกและงา
2.6 ผลไม้เพื่อสุขภาพที่เคลือบเกลือแร่และวิตามินสำหรับผู้สูงอายุ	1. จัดซื้อสารเคมี 2. คัดเลือกชนิดเกลือแร่และวิตามินที่เหมาะสม 3. คัดเลือกวิธีการเตรียมฟิล์มหรืออนุภาคนาโนพอลิเมอร์ที่เหมาะสม 4. พัฒนาวิธีการเคลือบเกลือแร่และวิตามินลงในฟิล์ม
2.7 สาระสำคัญและการประกันคุณภาพอาหารเสริมจากกระชายดำ	1. แยกสาระสำคัญจากพืชตัวอย่างด้วยเทคนิคทางโครมาโทรกราฟี 2. ทำสาระสำคัญให้บริสุทธิ์และตรวจสอบเอกลักษณ์ของสาระสำคัญด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปี
3.1 การพัฒนาระบบข้อมูลรหัส 2 มิติ และการควบคุมเชิงบูรณาการในการกำกับดูแลคุณภาพและความปลอดภัยของอาหาร:โมเดลเริ่มต้นในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร	1. ออกแบบฐานข้อมูลและสร้างระบบ 2. เชื่อมโยงระบบและผลิตภัณฑ์
3.2 ระบบทดสอบควบคุมและกำกับดูแลอาหารดัดแปลพันธุกรรมออนไลน์	1.สร้างระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ - การศึกษาระบบในต่างประเทศ - วิเคราะห์ปัจจัยความพร้อมและลักษณะการดำเนินการ
4. การอบรมและเผยแพร่นวัตกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยของอาหาร	1. จัดทำเอกสารประชาสัมพันธ์ การจัดประชุม 2. เตรียมการเรื่องสถานที่ 3. เตรียมการเรื่องจัดทำ Poster แสดง 4. จัดประชุมเผยแพร่โดยการบรรยายและแสดงด้วยโปสเตอร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3 ผลการวิจัย

3.1 ผลการวิจัยย่อยแต่ละโครงการย่อย

I แผนงานวิจัยย่อยที่ 1 นวัตกรรมการวิจัย และพัฒนา วิธีวิเคราะห์และชุดทดสอบ

โครงการย่อยที่ 1.1 โมเลกุลดีเอ็นเอเพื่อการพัฒนาการวิเคราะห์คุณภาพและความปลอดภัย แนวใหม่ในวัตถุดิบและอาหารแปรรูป

โครงการนี้อาศัยข้อได้เปรียบในการตรวจด้วยโมเลกุลดีเอ็นเอ มาใช้ในการพัฒนาการตรวจบนพื้นฐานเทคนิคการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ เริ่มตั้งแต่การสกัดดีเอ็นเอที่ง่ายและเร็ว การเพิ่มดีเอ็นเอรูปแบบใหม่ (LAMP) และการตรวจด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าเคมีทำให้การตรวจสามารถดำเนินการได้ในภาคสนาม ไม่พึ่งพาห้องปฏิบัติการ ตอบหลักการ point of care เน้นการตรวจการปนของ GMOs การปนชนิดพันธุ์ การปนของเชื้อและดีเอ็นเอจากโคและกระบือเพื่อเป็นแม่แบบเริ่มต้นและผลในรูปชุดสำเร็จ นอกจากนี้ยังเน้นการสร้างโมเลกุลมาตรฐานเพื่อทดแทนการใช้ Certified Referance Materials ที่มีราคาแพง

ผลการดำเนินการได้พัฒนาวิธีการสกัดดีเอ็นเออย่างง่ายได้ 4 วิธี ได้แก่การสกัดดีเอ็นเอจากข้าวสาร 1 เมล็ด ในเวลา 60 นาที วิธีสกัดดีเอ็นเอจากวัตถุดิบดัดแปรพันธุกรรมในเวลา 60 นาที วิธีสกัดดีเอ็นเอจากจากแผลของโรค canker ในเวลา 15 นาที และวิธีสกัดดีเอ็นเอจากจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ ในเวลา 60 นาที โดย 2 ใน 4 วิธีที่พัฒนาขึ้นนี้พร้อมที่จะจัดทำในรูปชุดสำเร็จรูปได้

ในส่วนการพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์ต่อจากการสกัดดีเอ็นเอนั้นเริ่มจาก การตรวจการปะปนของพันธุ์ข้าว พบว่าการใช้ยีนหมายเลข 17 และยีนในวัตถุดิบสังเคราะห์แป้ง (starch synthesis) ให้ความแตกต่างที่สามารถพัฒนาต่อยอดเป็นระบบตรวจได้ ขณะที่วิธีการตรวจสอบพืช GMOs ได้ระบบเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของยีนระหว่าง 35S และ *Cry* I (ab) ในรีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอ ขนาดประมาณ 250 นิวคลิโอไทด์ บนพื้นฐานของระบบตรวจนี้ ไดพัฒนาวิธีตรวจต่อยอดเพื่อตรวจดีเอ็นเอเชิงปริมาณ จนได้รับการตีพิมพ์ใน Science Technology of Advanced Materials ปี 2007 (**Chaumpluk, P.**, Kargan, K., Takamura, Y. and Tamiya, E. 2007. Accumulation of amplified target DNAs using thiol/biotin labeling, S1 nuclease, and ferrocene–streptavidin–magnetic system and a direct detection of specific DNA signals with screen printed gold electrode. Science Technology of Advanced Materials 8:323-330.)ในส่วนวิธีการตรวจสอบการปนของมะละกอดัดแปรพันธุกรรมใช้ยีน coat protein การปนของเชื้อ Xanthomonas *axonopodis* pv citri ใช้ยีน *Xac*1 และการตรวจเพื่อหาการปนของดีเอ็นเอ bovine species ใช้ยีน *Pth* ทั้งหมดให้ความเฉพาะเจาะจงต่อยีนเป้าหมายซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ระบบทั้งหมดมาใช้งานได้

วิธีการตรวจสอบโดยใช้ยีน *Pth* อยู่ในระหว่างเตรียมเอกสารเพื่อยื่นขอสิทธิบัตร นอกจากนี้ยังได้นำระบบตรวจด้วย *Pth* มาพัฒนาต่อยอดโดยพัฒนาเทคนิคการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอรูปแบบใหม่ด้วยการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอระบบลูป Loop-mediated isothermal amplification: LAMP ทำให้สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ

เพื่อตรวจ bovine species ได้ภายใน 40 นาที โดยไม่ต้องพึ่งพาเครื่อง PCR ผลงานนี้ยังได้ต่อยอดร่วมกับการพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์บนหลักการไฟฟ้าเคมี โดยนำโมเลกุล Hoechst 33258 มาร่วมผสมกับปฏิกิริยา

โมเลกุล Hoechst 33258 จะกระตุ้นให้ดีเอ็นเอจับตัวส่งผลต่อการลดลงของ free electron ทำให้ค่ากระแสสูงสุดที่ขั้วแอโนดลดลง การแปรผันดังกล่าวสอดคล้องกับความเข้มข้นของดีเอ็น เอที่ได้เพิ่มปริมาณ ซึ่งสามารถนำมาใช้บ่งบอกผลลัพธ์ของปฏิกิริยาได้เป็นอย่างดีเอ็นเอ จากการทดลองได้ระบบสำหรับตรวจ bovine species ที่ง่าย รวดเร็วและไม่พึ่งห้องปฏิบัติการ

ระบบตรวจด้วย *Pth* ยีนโดยใช้ LAMP และการตรวจด้วยเคมีไฟฟ้าเป็นรูปแบบใหม่ที่ไม่เคยมีรายงานมาก่อนและผลงานนี้กำลังเตรียมต้นฉบับเพื่อลงตีพิมพ์ในต่างประเทศ

ท้ายสุดได้โคลนชิ้นส่วนของยีน *Cytochome* b จาก โค กระบือ สุกร ไก่และแกะ และยีนสังเคราะห์น้ำตาลในข้าวเพื่อใช้เป็นอ้างอิงประกอบการวินิจฉัย โมเลกุลดีเอ็นเอดังกล่าวได้ส่งต่อไปใช้งานในการตรวจวิเคราะห์การปนของโคกระบือและแกะจริง ณ. ห้องปฏิบัติการวิจัยและทดสอบอาหาร คณะวิทยาศาสตร์

การพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ด้วยการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอระบบลูปปีนส่วนหนึ่งที่ช่วยผลิตนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา(มหาบัณฑิต) ที่สนใจทำงานด้านการพัฒนาวิธีการตรวจความปลอดภัยทางอาหาร ได้แก่ นายวรุณ สุวรรณกิตติ ที่ทำวิจัยเรื่อง ยีนเซ็นเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีบนพื้นฐานของลำดับดีเอ็นเอเพื่อตรวจสอบอาหารที่มีสารก่อภูมิแพ้ที่มีแหล่งกำเนิดจากพืช

โครงการย่อยที่ 1.2 การตรวจวิเคราะห์สารมาลาไคท์กรีนและเมตาบอไลต์ลิวโคมาลาไคท์กรีนตกค้างในสัตว์น้ำเพาะเลี้ยง ด้วยเทคนิค LC-MS/MS และเทคนิค HPLC-UV-Visible

ผลการทดลอง

ตัวอย่าง: ปลาแซลมอน

compound	mass	Linear equation	r	Accuracy (%recovery)	Precision (%RSD)
MG	329.3/313.2	Y=0.02x + -0.00124	0.9991	81.8-115	12.46
	329.3/208.4	Y=0.0669x + -0.00215	0.9996	87.1-108	6.45
LMG	331.3/165.4	Y=0.00758x + 0.000421	0.9858	93.9-112	11.06
	331.3/239.4	Y=0.102x + -0.0169	0.9913	95.9-116	7.77

ตัวอย่าง: ปลาทับทิม

compound	mass	Linear equation	r	Accuracy (%recovery)
MG	329.3/313.2	Y=0.00966x + -0.000237	0.9579	78.6-103
	329.3/208.4	Y=0.036x + -0.00363	0.9892	68.8-106
LMG	331.3/165.4	Y=0.0207x + -0.00431	0.9917	66.8-122
	331.3/239.4	Y=0.25x + -0.0645	0.9829	83.8-110

ตัวอย่าง: กุ้ง

compound	mass	Linear equation	r	Accuracy (%recovery)
MG	329.3/313.2	Y=0.0178x + 0.00274	0.9792	83.6-107
	329.3/208.4	Y=0.0618x + 0.0169	0.9805	93.4-103
LMG	331.3/165.4	Y=0.00562x + -0.00287	0.9716	92.5-123
	331.3/239.4	Y=0.00552x + -0.00581	0.9977	93.0-120

ผลการทดลอง

จากสภาวะของการทดลองได้โครมาโทแกรมดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 โครมาโทแกรมการวิเคราะห์ด้วย HPLC ของสารมาตรฐานผสมของ MG, CV, LMG และ LCV ที่ความเข้มข้น 0.010 mg/L

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความใช้ได้ของวิธีทดสอบ

Linearity: $r^2 \geq 0.9900$ (ทั้ง total MG และ total CV)

Linear working concentration range: 0.6 µg/kg – 6 µg/kg (ทั้ง total MG และ total CV)

Limit of detection (LOD): 0.5053 µg/kg สำหรับ total MG

0.4087 µg/kg สำหรับ total CV

Limit of quantitation (LOQ): 1.684 µg/kg สำหรับ total MG

1.362 µg/kg สำหรับ total CV

% recovery (ที่ระดับ 2 µg/kg): 45.81 % ถึง 107.25 %สำหรับ total MG

21.01 % ถึง 89.69 % สำหรับ total CV

ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ (40 % - 110 %) ที่กำหนดไว้ใน AOAC

% RSD (ที่ระดับ 2 µg/kg) : 35.19 % สำหรับ total MG

59.42 % สำหรับ total CV

ค่า % RSD ที่ยอมรับได้ซึ่งกำหนดโดย AOAC ที่ระดับความเข้มข้น 1 µg/kg เท่ากับ 30 % RSD จะเห็นได้ว่าวิธีวิเคราะห์นี้ยังไม่มีความเที่ยงเป็นที่น่าพอใจ เพราะวิธีการเตรียมตัวอย่างและเพิ่มความเข้มข้นหลายขั้นตอน

โครงการย่อยที่ 1.3 การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในอาหาร

งานวิจัยนี้พัฒนาเทคนิคที่ใช้ในการสกัดโลหะเพื่อการวิเคราะห์โลหะในตัวอย่างเนื้อปลา โดยเสนอวิธีการสกัดโลหะแคดเมียม ทองแดง นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสีในสารละลายตัวอย่างด้วยเทคนิคการสกัดด้วยเฟสของแข็ง โดยใช้ถ่านกัมมันต์ร่วมกับแอมโมเนียมไพโรริดีนไดไทโอคาร์บาเมต และวิเคราะห์หาปริมาณโลหะด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโทรเมตรี โดยศึกษาวิธีการสกัดสองวิธีคือ การสกัดโลหะด้วยถ่านกัมมันต์ที่เคลือบด้วยแอมโมเนียมไพโรริดีนไดไทโอคาร์บาเมต และการสกัดสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะและแอมโมเนียมไพโรริดีนไดไทโอคาร์บาเมตด้วยถ่านกัมมันต์ ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโลหะโดยทดสอบกับสารละลายมาตรฐานก่อนจะนำไปใช้กับตัวอย่างเนื้อปลา เมื่อนำวิธีการสกัดโลหะทั้ง 2 วิธีมาใช้วิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อปลาพบว่า การสกัดโลหะโดยการทำให้โลหะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับแอมโมเนียมไพโรริดีนไดไทโอคาร์บาเมต ก่อนจะผ่านคอลัมน์บรรจุถ่านกัมมันต์ ให้ผลดีกว่า จึงได้พัฒนาวิธีการนี้ต่อไปโดยศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ เช่น อัตราการไหล ปริมาณของแอมโมเนียมไพโรริดีนไดไทโอคาร์บาเมต และค่าความเป็นกรด-เบส ต่อการสกัดโลหะ ตรวจสอบการนำไปใช้ได้ของวิธีด้วยการเติมโลหะแคดเมียม ทองแดง นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสี ชนิดละ 1 ไมโครกรัม ลงในเนื้อปลา 1 กรัม ก่อนจะทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะด้วยวิธีการที่นำเสนอ ผลการทดลองพบว่าในการวิเคราะห์โลหะแคดเมียม ทองแดง นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสี จะมีความเที่ยงในการวิเคราะห์ (%RSD) ในช่วง 0.6 – 15.3 % มีความแม่น

ในการวิเคราะห์ (% Recovery) อยู่ในช่วง 82 – 101 % และขีดจำกัดต่ำสุดในการวิเคราะห์อยู่ในช่วง 10.1 – 13.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม เนื้อปลา

งานวิจัยนี้ได้ผลิตบัณฑิตระดับปริญญามหาบัณฑิตของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 1 คน

โครงการย่อยที่ 1.4 การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์เพื่อประเมินการปนเปื้อนจากบรรจุภัณฑ์อาหาร

ผลการสำรวจเบื้องต้นพบว่าการปนเปื้อนของพทาเลทเอสเทอร์ 3 ชนิดคือ DMP, DBP, และ DEHP ปริมาณที่พบอยู่ในระดับต่ำ โดยพบว่ามีการใช้ DEHP มากกว่าพทาเลทเอสเทอร์ตัวอื่น ผลการวิเคราะห์พบ DEHP ในน้ำและน้ำแข็งทุกตัวอย่างที่สุ่มมาตรวจ เนื่องจากน้ำและน้ำแข็งเป็นเครื่องบริโภคประชาชนบริโภคเป็นประจำทุกวัน จึงเป็นที่น่าเป็นห่วงว่าอาจมีการสะสมของ DEHP ในร่างกายจนก่ออันตรายแก่สุขภาพได้ในระยะยาว สหภาพยุโรปได้ประกาศยกเลิกการใช้ DBP และ DEHP ในบรรจุภัณฑ์พลาสติกสำหรับอาหารโดยจะเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2551 เป็นต้นไป แต่ยังคงอนุญาตให้ใช้ BBP, DINP, DIDP ได้ในบรรจุภัณฑ์พลาสติก ยกเว้นประเภทที่มีการสัมผัสอาหารที่มีไขมันสูง

โครงการย่อยที่ 1.5 การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์และการหาปริมาณแคพไซซินและไดไฮโดรแคพไซซินในผลิตภัณฑ์พริกและอาหารรสเผ็ด

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาคะพิลลารีอิเล็กโทรฟอริซิสแบบไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนทิกโครมาโทกราฟี (MEKC) และไมโครอิมัลชันอิเล็กโทรไคเนทิกโครมาโทกราฟี (MEEKC) สำหรับแยกและหาปริมาณแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซิน สำหรับภาวะของ MEKC และ MEEKC ที่เลือกใช้ คือ คะพิลลารีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 μm ความยาว 40.2 cm (30 cm ถึงเครื่องตรวจวัด), อุณหภูมิของคอลัมน์ 25 °C, ทำการบรรจุสารด้วยการอัดความดัน 0.5 psi เป็นเวลา 5 วินาที, ศักย์ไฟฟ้าสำหรับการแยกสาร 25 kV, ตรวจวัดด้วยเครื่องตรวจวัด UV ที่ความยาวคลื่น 214 nm สำหรับบัฟเฟอร์ในเทคนิค MEKC ประกอบด้วย 10 mM $Na_2B_4O_7$ ที่ pH 9.2 โซเดียมโดเดกซิลซัลเฟต (SDS) เป็นสารลดแรงตึงผิว และตัวทำละลายอินทรีย์ ซึ่งใช้เป็นเมทานอลหรืออะซิโตไนไทรล์ ในขณะที่บัฟเฟอร์ในเทคนิค MEEKC ประกอบด้วย 0.56% v/v เอทิลอะซิเตต, 162 mM 1-บิวทานอล, 10 mM $Na_2B_4O_7$ ที่ pH 9.2 และ SDS เป็นสารลดแรงตึงผิว และอะซิโตไนไทรล์หรือเมทานอลทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายอินทรีย์

ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับแยกแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินในส่วนสกัดพริกด้วยเทคนิค MEKC ได้แก่ ชนิดและความเข้มข้นของตัวทำละลายอินทรีย์ (เมทานอลหรืออะซิโตไนไทรล์ ตั้งแต่ 0 ถึง 20 %v/v), ความเข้มข้นของ SDS (50 ถึง 80 mM), ศักย์ไฟฟ้า (15 ถึง 25 kV) และอุณหภูมิ (25 ถึง 35 °C) และสำหรับในเทคนิค MEEKC ได้ทำการศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นของตัวทำละลายอินทรีย์ที่

ใช้เป็นเมทานอลหรืออะซิโตไนไทรล์ตั้งแต่ 0 ถึง 15 %v/v และผลของความเข้มข้นของ SDS ในช่วง 60 ถึง 80 mM

พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของตัวทำละลายอินทรีย์ทำให้การแยกของสารดีขึ้น แต่รีเทนชันไทม์ของสารมากขึ้นด้วย การใช้อะซิโตรไนไทรล์จะให้การแยกสารที่ดีกว่า และใช้เวลาในการวิเคราะห์สารสั้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเมทานอล ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ 15 % v/v อะซิโตไนไทรล์ สำหรับบัฟเฟอร์ของ MEKC และ 10% v/v อะซิโตไนไทรล์สำหรับบัฟเฟอร์ของ MEEKC เนื่องจากพีกของแคปไซซินและไดไฮรแคปไซซินแยกออกจากกันและแยกจากเมทริกซ์ของส่วนสกัดพริกได้สมบูรณ์

การเพิ่มความเข้มข้นของ SDS จะให้การแยกสารที่ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่รีเทนชันไทม์จะมากขึ้น จึงเลือกใช้สารลดแรงตึงผิวที่ความเข้มข้น 60 mM SDS สำหรับบัฟเฟอร์ของ MEKC และ 80 mM SDS สำหรับบัฟเฟอร์ของ MEEKC ซึ่งจะได้การแยกสารที่สมบูรณ์ภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว

การเพิ่มอุณหภูมิของคอลัมน์และศักย์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับแยกสาร ทำให้เวลาในการวิเคราะห์สั้นลง แต่การแยกของสารลดลงด้วย เนื่องจากผลของ Joule heating ดังนั้นจึงเลือกใช้ศักย์ไฟฟ้าที่ 25 kV และอุณหภูมิของคอลัมน์ที่ 25 °C ซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง

ดังนั้นภาวะที่เหมาะสมสำหรับแยกแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินในส่วนสกัดพริกด้วย MEKC คือ 10 mM $Na_2B_4O_7$ ที่ pH 9.2, 60 mM โซเดียมโดเดกซิลซัลเฟต (SDS) เป็นสารลดแรงตึงผิว และ 15% v/v อะซิโตไนไทรล์เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ ในขณะที่ภาวะของ MEEKC คือ 0.56% v/v เอทิลอะซิเตต, 162 mM 1-บิวทานอล, 10 mM $Na_2B_4O_7$ ที่ pH 9.2, 80 mM SDS เป็นสารลดแรงตึงผิว และอะซิโตไนไทรล์เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ในปริมาณ 10 % v/v

เมื่อนำภาวะของ CE แบบ MEKC และ MEEKC ที่ได้มาเปรียบเทียบกัน โดยภาวะที่เหมาะสมของเทคนิค MEKC ใช้เวลาในการแยกสารภายในเวลาประมาณ 20 นาที ส่วนการแยกสารด้วยเทคนิค MEEKC ใช้เวลาในการแยกสารประมาณ 40 นาที ซึ่งใช้เวลาในการแยกสารที่นานกว่าเทคนิค MEKC มาก อีกทั้งขั้นตอนในการเตรียมสารของเทคนิค MEEKC ค่อนข้างยุ่งยากกว่า จึงนำเทคนิค MEKC มาใช้ในการศึกษาการแยกและวิเคราะห์ CAP และ DCAP

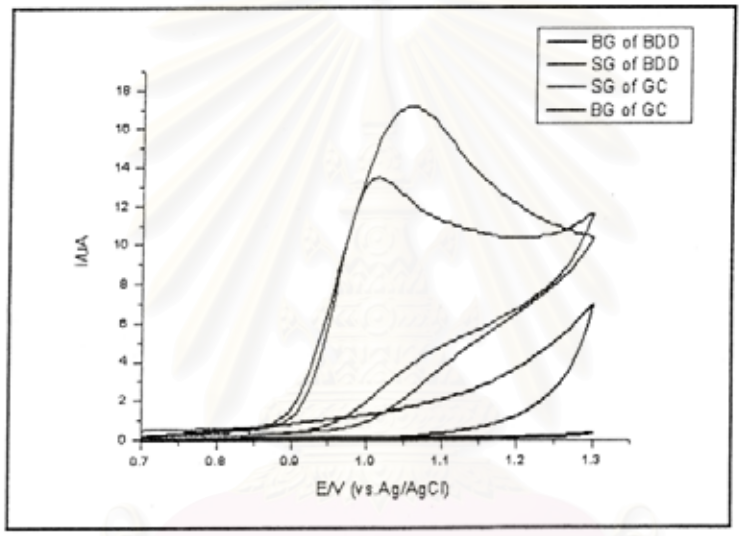
จากการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์แคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินในส่วนสกัดพริกด้วย MEKC พบว่า มีความแม่นและความเที่ยงสูง และมีขีดจำกัดการตรวจวัดของแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินเป็น 5.2 และ 2.8 ppm ตามลำดับ และขีดจำกัดของปริมาณวิเคราะห์ของแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินเป็น 16.3 และ 8.8 ppm ตามลำดับ หรือเทียบเป็นขีดจำกัดของปริมาณวิเคราะห์ของแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินในส่วนสกัดพริกเท่ากับ 2.2 และ 1.2 g/kg ตามลำดับ

จากนั้นประยุกต์เทคนิค MEKC สำหรับปริมาณวิเคราะห์ของแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินในส่วนสกัดพริก โดยใช้ bisphenol A เป็น internal standard พบว่าปริมาณรวมของแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินในตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้ มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณที่ระบุไว้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC ซึ่งเทคนิค HPLC ต้องมีขั้นตอนการเตรียมสารตัวอย่าง โดยการทำ solid phase extraction (SPE) เพื่อกำจัดสารที่มี

รีเทนชันนานที่อาจติดในคอลัมน์ได้ ขั้นตอน SPE ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่าย ในขณะที่เทคนิค MEKC ไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนในการเตรียมสารตัวอย่างที่ยุ่งยากนอกจากการละลายและการกรองเท่านั้น

โครงการย่อยที่ 1.6 การพัฒนาเทคนิคการตรวจวัด และอุปกรณ์ปฏิบัติการบนชิพสำหรับตรวจวัดสารตกค้างประเภทยาปฏิชีวนะและโลหะปนเปื้อนในอาหาร

1. ศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวิเคราะห์ซัลโฟนาไมด์เบื้องต้นโดยใช้เทคนิคไซคลิกโวลแทมเมตรีโดยใช้ขั้วไฟฟ้าเพชรที่โดปด้วยโบรอนและขั้วกลาสซิคาร์บอนเป็นขั้วไฟฟ้าใช้งาน ช่วงศักย์ไฟฟ้า ที่ศึกษา 0.7 – 1.3 โวลต์ ในสารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ พีเอช 3



รูปที่ 1 ไซคลิกโวลแทมโมแกรมของสาร Sulfaguanidine (SG) ที่ความเข้มข้น 1 mM โดยใช้ขั้วไฟฟ้าเพชรที่โดปด้วยโบรอนและขั้วไฟฟ้ากลาสซิคาร์บอนเป็นขั้วไฟฟ้าใช้งาน ในสารละลาย 0.05 M PBS (pH3)

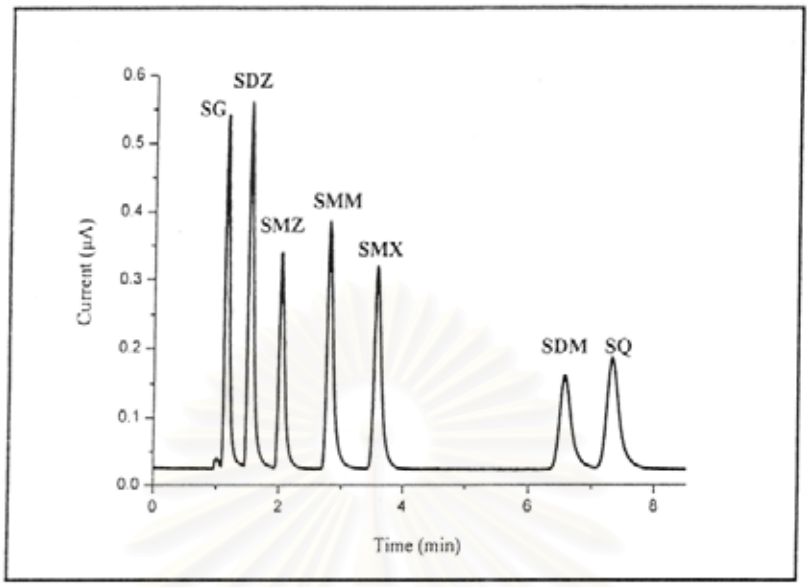
— 1mM ของ Sulfaguanidine (SG) ที่ขั้วไฟฟ้าฟิลม์บางโบรอนโดปไดมอนด์

— 1mM ของ Sulfaguanidine (SG) ที่ขั้วไฟฟ้ากลาสซิคาร์บอน

— Background ที่ขั้วไฟฟ้ากลาสซิคาร์บอน

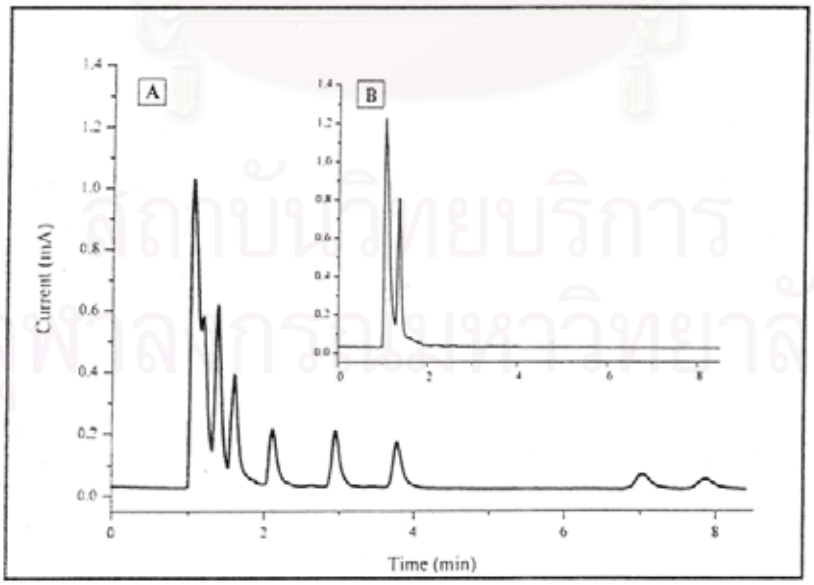
— Background ที่ขั้วไฟฟ้าเพชรที่โดปด้วยโบรอน

2. ศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวิเคราะห์ซัลโฟนาไมด์โดยใช้เทคนิคแอมเพอโรเมตรีวิเคราะห์ชนิดของสารในกลุ่มซัลโฟนาไมด์ทั้ง 7 ชนิดโดยนำค่า retention time ของสารแต่ละชนิดมาเปรียบเทียบกับสารมาตราฐานซัลโฟนาไมด์และระบุชนิดของสารแต่ละชนิด



รูปที่ 2HPLC-EC โครมาโตแกรมของสารซัลโฟนาไมด์ทั้ง 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10 ppm โดยตรวจวัดที่ 1.2 โวลต์ ด้วยขั้วไฟฟ้าฟิลม์บางโบรอนโดปไดมอนด์เป็นขั้วไฟฟ้าใช้งาน, Ag/AgCl เป็นขั้วไฟฟ้าอ้างอิง และ stainless steel เป็นขั้วไฟฟ้าช่วย ซึ่ง mobile phase ที่ใช้คือ 0.05 M PBS (pH3): ACN: Ethanol (80:15:5) ที่อัตราการไหล 1.5 mL/min

3. วิเคราะห์หาปริมาณซัลโฟนาไมด์ ในเนื้อกุ้งด้วยวิธี Standard addition ซึ่งใช้สภาวะที่เหมาะสมสำหรับ HPLC-EC



รูปที่ 3 HPLC-EC โครมาโตแกรมของตัวอย่างกุ้ง (A) กุ้งที่ spiked สารมาตราฐานซัลโฟนาไมด์ที่ความเข้มข้น 10 ppm (B) กุ้งที่ไม่ spiked สารมาตราฐานซัลโฟนาไมด์ โดยตรวจวัดที่ 1.2 โวลต์ ด้วยขั้วไฟฟ้าเพชรที่โดปด้วยโบรอน เป็นขั้วไฟฟ้าใช้งาน, Ag/AgCl เป็นขั้วไฟฟ้าอ้างอิง และ stainless steel เป็นขั้วไฟฟ้าช่วย ซึ่ง mobile phase ที่ใช้คือ 0.05 M PBS (pH3): ACN: Ethanol (80:15:5) ที่อัตราการไหล 1.5 mL/min

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

II แผนงานวิจัยย่อยที่ 2 นวัตกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยและมีคุณค่าทางโภชนาการต่อสุขภาพ

โครงการย่อยที่ 2.1 การผลิตอาหารเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันโรคข้อกระดูกเสื่อมจากเปลือกอาหารทะเล

1) การย่อยด้วยเอนไซม์

เอนไซม์จากรา *Aspergillus fumigatus* (4 U/1 g of chitin) สามารถย่อยไคติน (3% w/v) ที่ pH เป็น 3 อุณหภูมิ 40°C ได้ผลิตภัณฑ์เป็น GlcNAc ด้วยเปอร์เซนต์ผลผลิต 72% ภายในเวลา 2 วัน

การย่อยไคติน (3% w/v) ด้วยเอนไซม์จากโคลนแบคทีเรีย *Serratia sp.* (1 U/1 g of chitin) ที่ pH เท่ากับ 6 อุณหภูมิ 37°C ทำการบ่มเป็นเวลา 6 วันให้ผลิตภัณฑ์เป็น $(GlcNAc)_2$ และ GlcNAc ด้วยเปอร์เซนต์ผลิตภัณฑ์ 43% และ 2.6%

2) การย่อยด้วยกรด

การย่อยไคตินด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น โดยการใช้และไม่ใช้คลื่นอัลตราโซนิคเพื่อให้ได้เกลือกลูโคซามีน ไฮโดรคลอไรด์ (GlcNHCl) ซึ่งสภาวะที่ใช้ในการเตรียมเกลือ GlcNHCl คืออัตราส่วนไคตินต่อกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1:1 (w/w)

โครงการย่อยที่ 2.2 ผลิตภัณฑ์ผักผลไม้ท้องถิ่นที่มีหน้าที่เฉพาะของสารพรีไบโอติกส์ (Prebiotics) และแอนติออกซิแดนต์ (Antioxidants)

ในปี 2550 ผลการศึกษาและคัดเลือกผักผลไม้ท้องถิ่นที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นแหล่งของสารอาหารที่มีหน้าที่เฉพาะ สามารถคัดเลือกพืชที่มีลักษณะเด่นและสมบัติเฉพาะที่สำคัญที่จะพัฒนาเป็นสารสกัดทางชีวภาพได้ ซึ่งแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วัตถุดิบที่คัดเลือกเพื่อการผลิตสารสกัดทางชีวภาพและลักษณะเด่นและหน้าที่เฉพาะและเทคโนโลยีการผลิต

กลุ่ม	วัตถุดิบ	หน้าที่เฉพาะ	เทคโนโลยีการผลิต
สารพรีไบโอติกส์	กล้วยหอม	สารพรีไบโอติก วิตามิน และกลิ่นเฉพาะตัวของกล้วยหอม	(1) Pretreatment (2) Enzyme Treatment
	พุทรา	ใยอาหารละลายน้ำในกลุ่มของมิซิเลจ และสารพรีไบโอติกส์	(1) Pretreatment (2) Extraction (3) Enzyme Treatment (4) Freeze drying
สารต้านออกซิเดชันและสารให้สี	ฝรั่งแดง	สารให้สีแดงของไลโครปีน วิตามินซี ใยอาหารและสารต้านออกซิเดชัน	(1) Pretreatment (2) Enzyme Treatment

แคนตาลูป	สารให้สีเหลืองของคาร์โรทีนอยด์ กลิ่น และใยอาหาร	(1) Pretreatment (2) Enzyme Treatment
มะม่วง	สารให้สีเหลืองของเบต้าแคโรทีนด์ กลิ่นเฉพาะตัวของเทอร์พีน วิตามินเอและซี และคุณสมบัติการเป็นอิมัลชั่น	(1) Pretreatment (2) Enzyme Treatment
ใบเตยหอม	สารให้สีเขียวของคลอโรฟิลล์ สารให้กลิ่น 2 AP และสารต้านออกซิเดชัน	(1) Re-greening process (2) Enzyme Treatment (3) Concentrate (4) Encapsulation
มะตูม	สารให้สีเหลืองของคาร์โรทีนอยด์ สาร ฟีนอลิก กลิ่น และใยอาหาร	(1) Pretreatment (2) Enzyme Treatment
แก้วมังกรแดง	สารให้สีแดงของเบต้าไซยานิน (betacyanin) ใยอาหารและสารต้านออกซิเดชัน	(1) Pretreatment (2) Enzyme Treatment

โครงการย่อยที่ 2.3 การผลิตพอลิเมอร์จากจุลินทรีย์เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

1. การคัดเลือกแบคทีเรียที่ผลิตพอลิแซ็กคาไรด์ ไบโอพอลิเมอร์ และไนซิน

สามารถคัดเลือกเชื้อที่สามารถสร้างเมือกได้ทั้งหมด 152 ไอโซเลต โดยเป็นแบคทีเรียที่คัดแยกที่อุณหภูมิ 30°ซ และ 37°ซ จำนวน 68 ไอโซเลต และแบคทีเรียที่คัดแยกที่ 45°ซ จำนวน 84 ไอโซเลต ที่ให้ลักษณะหนืด เยิ้มรอบโคโลนี ในการคัดเลือกเชื้อที่สามารถสร้างพอลิเมอร์ชนิดพอลิเพปไทด์ จากตัวอย่างอาหารหมัก 106 ตัวอย่าง แยกเชื้อได้ทั้งหมด 30 ไอโซเลต โดยสามารถผลิตพอลิเพปไทด์ได้สูง 4 ไอโซเลต ในกลุ่มของเชื้อที่สามารถผลิตสารฉนอมพอลิเพปไทด์ (ไนซิน) ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย จากตัวอย่างทั้งหมด 33 ตัวอย่าง สามารถแยกแบคทีเรียได้ทั้งหมด 234 ไอโซเลต โดยแบคทีเรีย 4 ไอโซเลต ให้ผลการยับยั้งเชื้อทดสอบ 3 ชนิดได้ และไอโซเลต MF2 และ MF3 มีลำดับนิวคลีโอไทด์ซึ่งประมวลรหัสลำดับกรดอะมิโนเหมือนกับไนซินเอ

สำหรับผลผลิตจากงานวิจัยที่ทำ เนื่องจากงานนี้เป็นงานที่ยาว 3-4 ปีการดำเนินงานจะเป็นไปด้วยขั้นตอนผลงานที่จะตีพิมพ์ไม่สามารถทำได้ในปีแรกเพราะเป็นงานแยกเชื้อและงานพื้นฐานอื่นคาดว่าราวปีที่สองจะสามารถนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการระดับประเทศและอาจเริ่มตีพิมพ์ได้ในปลายปีที่สองปีนต้นไป สำหรับการผลิตนิสิตนั้นโครงการนี้มีนิสิตระดับปริญญาศรี (senior project) เข้าร่วม 3 คน ระดับปริญญาโททั้งสิ้น 6 คนและจะมีนิสิตปริญญาเอกในปีการศึกษาหน้า 1 คนและปริญญาโท 2 คน

โครงการย่อยที่ 2.4 การผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากจุลินทรีย์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

ในการคัดเลือกเชื้อยีสต์ที่มีความสามารถในการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากตัวอย่างแหล่งต่างๆ พบว่ายีสต์สายพันธุ์ PY1 ให้ค่าการกระจายตัวของน้ำมันสูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 56.77 cm^2 และค่าแรงตึงผิวต่ำ เมื่อนำยีสต์สายพันธุ์ PY1 ไปจำแนกสกุลโดยศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา และคุณสมบัติทางชีวเคมี สามารถจำแนกเชื้อยีสต์สายพันธุ์ PY1 ได้เป็น *Pichia anomala* การบ่งชี้ชนิดของยีสต์สายพันธุ์ PY1 ในระดับสปีชีส์โดยการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนที่ประมวลรหัสของตำแหน่ง internal transcribed spacer พบว่าเชื้อยีสต์สายพันธุ์ PY1 มีความคล้ายคลึง 98% กับ *Pichia anomala* MTCC 462 และผลการวิเคราะห์สารละลายดีเอ็นเอที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ D1-D2 พบว่าเชื้อยีสต์สายพันธุ์ PY1 มีความคล้ายคลึง 100% กับ *Pichia anomala* PSY117

ในการศึกษาองค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพของ *Pichia anomala* สายพันธุ์ PY1 พบว่าน้ำมันถั่วเหลืองที่ความเข้มข้น 0.4% (w/v) เป็นแหล่งคาร์บอน ที่เหมาะสมที่สุด $NaNO_3$ ที่เข้มข้น 0.4%(w/v) เป็นแหล่งไนโตรเจนที่ทำให้การผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพดีที่สุด การศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการเลี้ยงยีสต์ที่คัดแยกได้เพื่อผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ พบว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ นอกจากนี้ได้ศึกษาผลของค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้นของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสม พบว่าที่ค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้นที่เหมาะสม เท่ากับ 5.5 โดยให้ค่าการกระจายน้ำมันสูงสุด และมีค่าแรงตึงผิวต่ำสุด

จากยีสต์ *Pichia anomala* สายพันธุ์ PY1 สามารถผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในอาหารเหลวปรับปรุงสูตรที่ประกอบด้วย 0.02% KH_2PO_4, 0.02% $MgSO_4.7H_2O$, 0.1% สารสกัดยีสต์, 0.4% $NaNO_3$ และ 4% น้ำมันถั่วเหลือง ควบคุมค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้นของอาหารเลี้ยงเชื้อเท่ากับ 5.5 โดยมีภาวะการเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในระดับขวดเขย่าอัตราเร็ว 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 7 วัน ซึ่ง *Pichia anomala* สายพันธุ์ PY1 ให้ผลผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ 0.26 กรัมต่อลิตร โดยสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่ผลิตได้มีค่าแรงตึงผิวต่ำสุด 29 mN/m และค่าการกระจายน้ำมัน เท่ากับ 63.64 cm^2 การศึกษาการเจริญและการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพในอาหารกำหนดสูตร ของเชื้อยีสต์ *Pichia anomala* สายพันธุ์ PY1 พบว่าเชื้อยีสต์สามารถผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพควบคู่ไปกับการเจริญของเชื้อ

นอกจากนี้ยีสต์ยังสามารถผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพโดยใช้แหล่งคาร์บอนสองชนิดร่วมกัน คือ แหล่งคาร์บอนที่ละลายน้ำ (hydrophilic carbon source) และแหล่งคาร์บอนที่ไม่ละลายน้ำ (hydrophobic carbon source) แล้วทำให้ผลผลิตที่ได้เพิ่มขึ้น (Casas และคณะ, 1997; Hommel และคณะ, 1994) เช่น *Torulopsis apicola* สามารถผลิตไกลโคลิพิดจากกลูโคสได้ 4.9 กรัมต่อลิตร จากเฮกซาเดกเคนได้ 11.8 กรัมต่อลิตร ในขณะที่เมื่อใช้กลูโคสร่วมกับเฮกซาเดกเคนเป็นแหล่งคาร์บอนจะให้ผลผลิตดีที่สุดถึง 18.5 กรัมต่อลิตร (Stuwer และคณะ, 1987)แต่ยังไม่มีรายงานการผลิตใน *Pichia anomala* PY1 ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจาก *Pichia anomala* PY1 โดยใช้แหล่งคาร์บอน 2 ชนิดร่วมกันคือ น้ำมันถั่วเหลือง และกลูโคส ในอาหารกำหนดสูตรที่ได้ปรับปรุงแล้ว ซึ่งประกอบด้วย 0.02% KH_2PO_4, 0.02%

$MgSO_4.7H_2O$, 0.3% สารสกัดยีสต์ 0.4% $NaNO_3$ 10.67% น้ำมันถั่วเหลือง และ 5.33% กลูโคส (อัตราส่วน 2:1) ควบคุมค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้นเท่ากับ 5.0 โดยมีภาวะการเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในระดับขวดเขย่าอัตราเร็ว 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 7 วัน จะให้ผลผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ 0.95 กรัมต่อลิตร โดยสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่ผลิตได้มีค่าแรงตึงผิวต่ำสุด 33 mN/m และค่าการกระจายน้ำมัน เท่ากับ 75.39 cm^2

โครงการวิจัยนี้ผลิตมหาบัณฑิตได้ 1 คน มีนิสิตระดับปริญญาโท 3 คน และนิสิตระดับปริญญาตรี 1 คน ได้นำผลงานไปเสนอในการประชุมระดับนานาชาติ 2 ครั้ง

โครงการย่อยที่ 2.5 การคัดสายพันธุ์พริกและงาเพื่อการประยุกต์ด้านอุตสาหกรรมอาหารและอาหารเสริม

โครงการวิจัยนี้แบ่งการศึกษาเป็นสองส่วนคือ พริกและงา งานวิจัยในส่วนของพริก ได้เก็บตัวอย่างพริกจากแหล่งต่างๆ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicin และ dehydrocapsaicin ซึ่งเป็นสารสำคัญที่จะใช้เป็น marker ในพริก ได้พัฒนาวิธีการสกัดและวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญทั้งสองด้วยวิธี HPLC จากการศึกษาพบว่าสามารถวิเคราะห์สารทั้งสองได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ได้ทดลองวิเคราะห์พริกตัวอย่างจำนวนหนึ่งแล้ว เมื่อสามารถวิเคราะห์สารสำคัญจากพริกตัวอย่างทั้งหมด จะสามารถสรุปความสัมพันธ์ของสายพันธุ์และสารสำคัญทั้งสองได้ นอกจากนี้เริ่มศึกษาหาข้อมูลการใช้ประโยชน์จากพริกอย่างเต็มสักยภาพในแง่มุมอื่นๆ เช่น การศึกษาหาปริมาณแคโรทีนอยด์ในพริก ซึ่งคาดว่าจะสามารถประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ได้หลายประเภท เป็นต้น งานวิจัยในส่วนของงา ได้แยกสารสำคัญคือ sesamin และ sesamolin และพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปีเช่น ^1H และ ^{13}C-NMR ศึกษาวิธีสกัดที่มีประสิทธิภาพในการแยกสารสำคัญทั้งสองรวมทั้งไกลโคไซด์ นอกจากนั้นได้ศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สารสำคัญด้วยเทคนิค HPLC และได้ทดลองสกัดและวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญจากงาตัวอย่าง 3 ชนิด

โครงการย่อยที่ 2.6 ผลไม้เพื่อสุขภาพที่เคลือบเกลือแร่และวิตามินสำหรับผู้สูงอายุ

งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาวิธีการเตรียมฟิล์มที่ทานได้ และเติมสารอาหารชนิดต่างๆ ลงไป เพื่อเคลือบผลไม้ โดยสารอาหารที่เลือกศึกษาในปีที่ 1 ได้แก่ แคลเซียม สังกะสี และโอเมกา-3 ในรูปอิมัลชัน

การเตรียมอนุภาคแคลเซียมในรูป calcium carbonate, *hydrocolloid* ของ calcium alginate และ calcium alginate nanosphere โดยใช้วิธี emulsification technique พบว่าวิธีการเตรียม calcium alginate nanosphere เป็นวิธีที่ดีเนื่องจากอนุภาคแคลเซียมที่มีขนาดเล็กที่สุด ประมาณ 1 ไมครอนโดยเฉลี่ย อย่างไรก็ตามเทคนิคนี้มีความยากในการแยกอนุภาคที่เตรียมได้ออกจาก emulsion ปริมาณของอนุภาคแคลเซียมที่เตรียมโดยใช้เทคนิค *hydrocolloid* ของ calcium alginate มีปริมาณน้อย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาวิธีอื่นต่อไป

Emulsion ของโอเมกา-3

emulsion ของโอเมกา-3 สามารถเตรียมได้โดยใช้เคซีนเป็น emulsifier ใช้ระบบ oil in water emulsion ตัวแปรที่มีผลต่อขนาดของอนุภาคคือ จำนวนรอบของการ homogenize เมื่อจำนวนรอบสูงขึ้น ขนาดของ emulsion เล็กลง (% transmittance น้อย) และมีความเสถียรดีขึ้น โดยเปรียบเทียบจาก % creaming ซึ่งต่ำลง ในการทดลองนี้จะทำการ homogenize 10 รอบ รอบละ 2 นาที นอกจากนี้ความเข้มข้นของ emulsifier (โปรตีนเคซีน) มีผลต่อขนาดของอิมัลชัน ในจำนวนรอบของการ homogenize ที่เท่ากัน พบว่าเมื่อความเข้มข้นของเคซีนสูงขึ้นจาก 0.5% ถึง 2.5% ขนาดของหยดอิมัลชันที่เตรียมได้มีขนาดเล็กลงและมีความเสถียรมากขึ้น เมื่อทิ้งไว้เป็นเวลามากกว่า 1 วัน พบว่าความเสถียรของแต่ละสารละลายมีค่าต่ำลง และความเสถียรของ emulsion ที่เตรียมจากทุกความเข้มข้นของเคซีนมีค่าใกล้กัน จากการวัดขนาดของอนุภาคด้วยเครื่อง nanosizer พบว่าขนาดของ emulsion ที่เตรียมได้เฉลี่ยอยู่ที่ 280-330 นาโนเมตร และค่า zeta potential มีค่าเป็นลบเป็นข้อมูลยืนยันถึงโปรตีนเคซีนได้เคลือบรอบหยดน้ำมันอยู่ แต่พบว่ายังล้อมไว้ไม่ดี ซึ่งต้องมีการพัฒนาต่อไป นอกจากนี้จากการทดลองพบว่า secondary emulsion มีความเสถียรมากกว่า primary emulsion

biopolymer ที่เหมาะต่อการเคลือบผิวของผลิตภัณฑ์อาหารเช่นผลไม้ ต้องพิจารณาถึงปริมาณที่สามารถเคลือบบนพื้นผิว ลักษณะของฟิล์ม ความเรียบ ความเป็นมันวาว จากผลการทดลองคณะวิจัยพบว่า อัลจิเนต อัลจิเนตผสมกับเจลาติน ไคโตซาน เป็นพอลิเมอร์ที่จะนำไปใช้ในการศึกษาเตรียมฟิล์มและเติมสารอาหารต่างๆ ลงไป

คณะผู้วิจัยได้ทำการเตรียมฟิล์มที่ผสมสังกะสีลงในสารละลายพอลิเมอร์โดยตรง จากการทดลองฟิล์มที่เตรียมผสมกับอัลจิเนต 60 mM ให้ฟิล์มที่เรียบที่สุด อย่างไรก็ตามผู้วิจัยมิสามารถหาปริมาณโลหะที่มีอยู่ฟิล์มที่เตรียมได้ เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เสีย

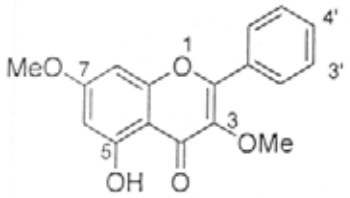
นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการเติมหยดน้ำมันโอเมกา-3 ลงในแผ่นฟิล์มโดยเปรียบเทียบระหว่างฟิล์มที่เตรียมจากไคโตซานเพียงชนิดเดียว และแผ่นฟิล์มที่เตรียมจาก composite พอลิเมอร์ ของไคโตซานและเจลาติน พบว่า composite พอลิเมอร์ ให้ฟิล์มที่เรียบ เป็นมันวาวกว่า และหยดน้ำมันมีการกระจายตัวดี ไม่มีการแตกของหยดน้ำมันที่เติมลงไป

โครงการย่อยที่ 2.7 สาระสำคัญและการประกันคุณภาพอาหารเสริมจากกระชายดำ

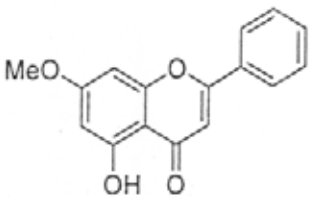
การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเหง้ากระชายดำ

<u>การแยกสารบริสุทธิ์ในสิ่งสกัดเฮกเซน</u>

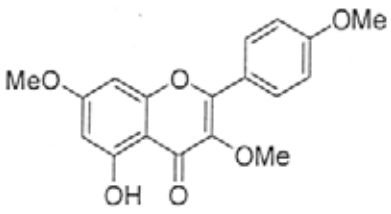
สามารถแยกสารบริสุทธิ์ได้ 3 ชนิด คือ สาร (1), (2) และ (3) นำไปพิสูจน์สูตรโครงสร้างด้วย ^{1}H และ ^{13}C-NMR spectroscopy และนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับรายงานอื่นๆ ทำให้ทราบว่าสารทั้ง 3 ชนิดนี้ คือ 5-hydroxy- 3,7-dimethoxyflavone (1), 5-hydroxy-7-methoxyflavone (2), 5-hydroxy-3,7,4′-trimethoxyflavone (3) ซึ่งมีสูตรโครงสร้างดังแสดง



(1)



(2)

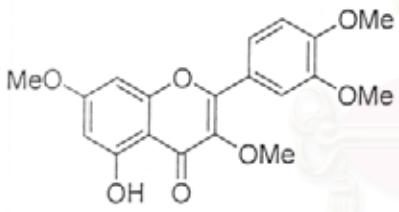


(3)

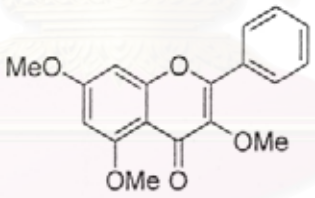
<u>การแยกสารบริสุทธิ์ในสิ่งสกัดไดคลอโรมีเทน</u>

แยกสารบริสุทธิ์ได้ 11 ชนิด คือ สาร (4)-(14) จากการพิสูจน์สูตรโครงสร้างด้วย ^{1}H และ ^{13}C-NMR spectroscopy พร้อมทั้งเปรียบเทียบข้อมูลกับรายงานอื่นๆ ทำให้ทราบสูตรโครงสร้าง 6 ชนิด คือ 5-hydroxy-3,7,3′,4′-tetramethoxyflavone (**4**), 3,5,7-trimethoxyflavone (**5**), 5,7,4′-trimethoxyflavone (**6**), 5,7-dimethoxyflavone (**7**), 3,5,7,4′-tetramethoxyflavone (**8**), 3,5,7,3′,4′-pentamethoxyflavone (**9**), 5-hydroxy-7,4′-dimethoxyflavone (**10**), 5-hydroxy-7,3′,4′-trimethoxyflavone (**12**), 5,4′-dihydroxy-7-methoxyflavone (**13**) และ *p*-methoxy cinnamic acid (**14**) ส่วนสาร (**11**) อยู่ในระหว่างการยืนยันสูตรโครงสร้าง

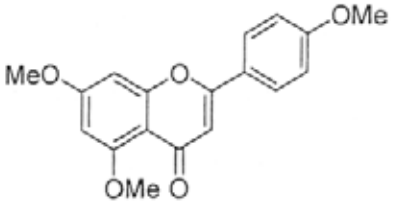
สูตรโครงสร้างของสาร (4) – (14) ยกเว้นสาร (11) ดังแสดง



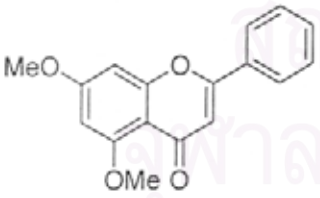
(4)



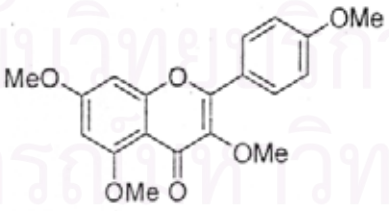
(5)



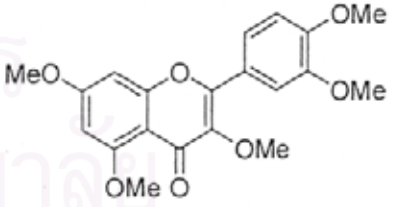
(6)



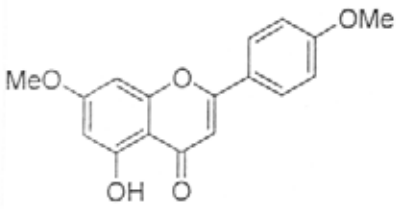
(7)



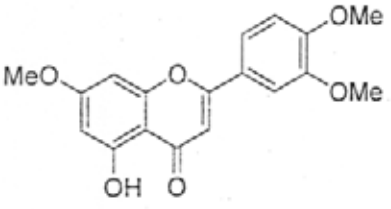
(8)



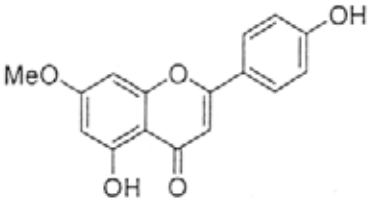
(9)



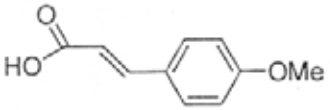
(10)



(12)



(13)



(14)

3.2 ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเทอเรสด้วยวิธี TLC assay

นำสาร (**1**)-(**10**) และ (**14**)มาทำการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเทอเรส พบว่า สาร (**6**) และ (7) แสดงฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเทอเรสเมื่อใช้ปริมาณสาร 10 ไมโครกรัม

<u>แผนงานวิจัยย่อยที่ 3 นวัตกรรมการพัฒนาระบบควบคุมและตรวจสอบคุณภาพความปลอดภัยของอาหาร</u>

โครงการย่อยที่ 3.1 การพัฒนาระบบข้อมูลรหัส 2 มิติ และการควบคุมเชิงบูรณาการในการกำกับดูแลคุณภาพและความปลอดภัยของอาหาร : โมเดลเริ่มต้นในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

การศึกษาในครั้งนี้ช่วยให้เข้าใจ บทบาทการทำงานของQR code และแนวทางการใช้ประโยชน์โดยดูจากต้นแบบระบบที่ใช้ในต่างประเทศ QR code เป็นรหัส 2 มิติที่สามารถเสริมกับระบบฐานข้อมูลทำให้ข้อมูลบนฐานข้อมูลสามารถนำมาแสดงโต้ตอบได้ในรูปแบบ interactive ซึ่งการทำงานในลักษณะนี้สอดคล้องกับความต้องการในการควบคุม กำกับดูแลความปลอดภัยทางอาหารบนพื้นฐานของการสอบทวนกลับ traceabilityได้ดี QR code เป็นรหัส อ่านได้ในทุกระนาบของ 360 องศา มีขนาดที่เล็ก แต่สามารถบรรจุข้อมูลได้ในกรณีอักษรภาษาอังกฤษมากถึง 4296 ตัว ขณะที่อ่านได้อย่างรวดเร็ว

การศึกษางานประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร พบว่าการพัฒนาระบบ QR code มาใช้ในการสร้างความเชื่อมั่นเกี่ยวกับการปนเปื้อนของเชื้อวัวบ้าBSEสมบูรณ์และเป็นระบบสุดเป็นแม่แบบได้ดี QR code และใช้สร้างความเชื่อมั่นเกี่ยวกับการปนเปื้อนของเชื้อวัวบ้าBSEได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบ QR ที่ใช้สร้างความเชื่อมั่นเกี่ยวกับการปนเปื้อนของเชื้อวัวบ้าBSE นี้เชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่างๆ โดยระบบ internet ในรูปฐานข้อมูลและใช้ QR code เป็นสื่อในการจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพและความปลอดภัยในแต่ละขั้นตอนให้เป็นระบบ โดยการจัดการทางเทคโนโลยีที่ใช้ Barcode IC tag wireless micro tag Quick Response (QR) Code Mobile phone และ barcode scanning ซึ่งเป็นสิ่งที่ใช้ในการผลิตสัตว์อยู่แล้ว

ตัวระบบจะประกอบไปด้วยการรวบรวม record ที่สำคัญ การจัดทำฐานข้อมูล และการกำหนดและเชื่อมโยงฐานข้อมูลนั้นและกำหนดเฉพาะข้อมูลที่ต้องการให้อยู่บนเครือข่าย ในส่วนทางเทคนิคในการเชื่อมโยงระบบ QR-code ภายหลังกำหนดตำแหน่ง address ของข้อมูลได้แล้ว สามารถใช้โปรแกรมอัตโนมัติซึ่งส่วนใหญ่เป็น free ware เช่น QR code Perl CGI& PHP script หรือ QR code generator (Kyowa) หรือโปรแกรมอื่น ๆ เช่นใน interactive ของ Quick mark (www.quickmark.com) แปลงสัญญาณจากตำแหน่ง addressที่อยู่ในรูปของ text file ไปเป็น QR code ไฟล์ดังกล่าวสามารถนำไปพิมพ์หรือย่อส่วนให้มีขนาดเล็กก่อนนำไปพิมพ์ลงบนภาชนะบรรจุหรือ วางไว้บนตำแหน่งสินค้า

การอ่านข้อมูล QR code โดยผู้บริโภค อาศัยโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้บริโภคจะต้องมี internet function เครื่องจะเริ่มอ่านรหัสต่อเมื่อลงโปรแกรม อ่าน เช่น Glass ฯลฯ โปรแกรมประเภทดังกล่าวมีหลายตัวที่เป็น free ware ที่สามารถ down load ได้อย่างอิสระ แค่เพียงแต่ลงโปรแกรม โทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้บริโภคจะสามารถอ่าน QR code และแปลกลับมาเป็น text file ซึ่งในที่นี้คือข้อมูล ตำแหน่ง address ของเครือข่ายที่

ต้องการให้ผู้บริโภคทราบ โทรศัพท์เคลื่อนที่จะนำพาไปยังหน้าของ web page ที่แสดงข้อมูลผลิตภัณฑ์สินค้าและความปลอดภัยทันที

ในกรณีผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่ดำเนินการอยู่นี้ ได้วางรูปแบบการเชื่อมโยง ที่คาดว่าจะสนองตอบต่อการดำเนินงานของทางสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ผู้บริโภค ภาคเอกชนและโครงการ เพื่อการสร้างระบบที่เป็นโมเดล พบว่ารายการข้อมูลที่ทางสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขได้จัดทำระบบและบันทึกในรูปฐานข้อมูล จะประกอบด้วย ข้อมูลประเภท ทะเบียน เลขสารระบบ เลขใบสำคัญ ประเภทอาหาร ชื่อผลิตภัณฑ์ทั้งภาษาไทยและอังกฤษ ชื่อตราทั้งภาษาไทยและอังกฤษ ภาชนะบรรจุ ประเภทใบอนุญาต เลขสถานที่/เลขที่ใบอนุญาต ผู้รับอนุญาต ผู้นำเข้าสถานที่ และผู้ผลิตในต่างประเทศ ข้อมูลดังกล่าวส่วนใหญ่เป็นข้อมูลพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาไม่มีรายการข้อมูลอื่นที่บันทึกในรูปข้อมูล digital file ข้อมูลส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์เสริมอาหารมีจำนวน record จำกัดและคงที่ ขาดข้อมูลพื้นฐานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและผลประโยชน์อื่นที่ผู้บริโภคควรได้รับรู้ เช่นส่วนประกอบหรือองค์ประกอบหลัก มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ใบรับรอง ผลทดสอบทางห้องปฏิบัติการ ข้อมูล แหล่งกำเนิดสินค้า การขนส่ง องค์ประกอบปลีกย่อยและผู้รับผิดชอบในแต่ละขั้นตอน เป็นต้น สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้รับไปหารือเพื่อดำเนินการเกี่ยวกับรายการ และการเพิ่มข้อมูล คาดว่าการดำเนินการจะใช้เวลาเล็กน้อยเพื่อทำความเข้าใจและประสานให้ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องเข้าใจและยินยอมให้ความร่วมมือ โดยจะเสร็จสิ้นในช่วง 5 เดือนแรกของปีงบประมาณถัดไป

การศึกษาข้อมูลที่ดำเนินการในต่างประเทศพบว่า ฐานข้อมูลควรสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Microsoft Access ซึ่งดีกว่าการใช้งานโปรแกรมอื่น ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการเชื่อมโยงกับระบบเครือข่าย และการศึกษาในครั้งนี้ได้รูปแบบสรุปเพื่อการดำเนินการและได้แบ่งงานแยกไปดำเนินการเพื่อ ปรับใช้ส่วนแสดงข้อมูล การถ่ายโอนข้อมูลภายใน สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาด้วยระบบฐานข้อมูลปกติ(MS Access) โดยกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งในหลายกรณีเป็นข้อมูลส่วนบุคคลเชื่อมโยงกับเอกชน อาศัยระบบที่ดำเนินการโดยโครงการเป็นแกน เน้นการจัดการและแบ่งข้อมูลเฉพาะส่วนคุณภาพและความปลอดภัยมา interface ร่วมกับหน้าที่จะแสดงด้วยระบบ QR-code โดยเชื่อมโยงประสานงานระหว่างเอกชนภาคธุรกิจที่เกี่ยวข้องและได้รับการอนุญาตซึ่งมีความสนใจเข้าร่วมโครงการจริง ผ่านทางการประสานงานของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข การกำหนดรูปแบบการดำเนินการของภาคธุรกิจในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลเพิ่มเพื่อให้ข้อมูลเป็นปัจจุบัน การพัฒนาส่วนแสดงข้อมูลเน้นการใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ต และกำหนดรูปแบบการแสดงผลโดยการใช้โทรศัพท์มือถือ รูปแบบนี้ส่วนหนึ่งอ้างอิงการดำเนินการโดยกระทรวงเกษตร ป่าไม้และประมง ประเทศญี่ปุ่น

สำหรับรายการข้อมูลเดิมได้จัดทำเป็นฐานข้อมูล MS Access ต้นแบบเพื่อรอรับข้อมูลส่วนเพิ่มเติมที่ขาดไป

เนื่องจากโครงการเป็นการบูรณาการที่ใช้รหัส 2 มิติมาร่วมกับฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้บริโภคได้รับข้อมูลเพิ่มเติมซึ่งเป็นการควบคุมกำกับดูแล สัมฤทธิ์ผลของโครงการจึงอยู่ในรูปของตัว

ฐานข้อมูลและระบบ interactive กับ QR-code เมื่อดำเนินการอย่างสมบูรณ์แล้ว และอรรถประโยชน์ที่ผู้ประกอบการจะได้รับเมื่อใช้บริการจากโครงการนี้ผ่านแบบประเมิน หลังเสร็จสิ้นจะได้นำเสนอความสำเร็จในรูปแบบผลงานตีพิมพ์ต่อไป

โครงการย่อยที่ 3.2 ระบบทดสอบควบคุมและกำกับดูแลอาหารดัดแปรพันธุกรรมออนไลน์

ผลการเปรียบเทียบระบบการควบคุม กำกับและดูแลอาหารดัดแปรพันธุกรรม ระหว่างญี่ปุ่น และเยอรมันพบว่าทั้งสองประเทศเน้นการดำเนินการในการรับรองสอบทวนและตรวจติดตาม โดยญี่ปุ่นให้ความสำคัญกับการตรวจสอบเอกสารและทดสอบวัตถุดิบ ณ. จุดนำเข้า(port) เยอรมันให้ความสำคัญกับการตรวจเอกสารการนำเข้าจากแหล่งวัตถุดิบที่เชื่อถือได้เท่านั้น แต่จะทดสอบ ณ. จุดผลิต ทั้งสองใช้ระบบ traceability ที่เชื่อมโยงหน่วยงานหลักและหน่วยงานท้องถิ่น ญี่ปุ่นเน้นการตรวจเป็นศูนย์หลักในแต่ละโซน ขณะที่เยอรมันเน้นการใช้ mobile unit การตรวจเป็นไปตามมาตรฐาน มีวิธีการที่เป็น Official Methods รองรับ

สำหรับประเทศไทย การปน GMOs ในข้าวโพดเกิดกับวัตถุดิบนำเข้า การตรวจสอบต้นทาง ณ. จุดนำเข้า(port) จึงมีความเหมาะสมมากกว่า แต่สำหรับถั่วเหลืองการปน GMOs ของวัตถุดิบในประเทศเริ่มมีมากขึ้น การตรวจสอบทั้งที่ต้นทาง ณ. จุดนำเข้า(port) และ ณ. จุดผลิต มีความสำคัญเท่ากัน

สำหรับวิธีการตรวจ ทั้งญี่ปุ่น และเยอรมัน มีการพัฒนาห้องปฏิบัติการรองรับที่ดีกว่า มีวิธีที่เป็น Official methods ซึ่งทั้งสองเป็นจุดที่ประเทศไทยยังขาดอยู่ ทางแก้คือการสร้างระบบที่เชื่อมโยงห้องปฏิบัติการ เจ้าพนักงานและผู้ประกอบการ จึงมีความจำเป็น ช่วยแก้ปัญหาเฉพาะหน้า โยงข้อมูลแต่ละจุดให้ประสานกัน ส่วนการแก้ปัญหาในระยะยาวจำเป็นต้องดำเนินการสร้างศักยภาพทางห้องปฏิบัติการให้มากขึ้น

การวางระบบการควบคุมกำกับดูแลเพื่อแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า ควรทำเฉพาะจุดที่จำเป็น นั่นคือ เน้นเฉพาะผู้ประกอบการที่ส่งออกผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองและข้าวโพด ในปริมาณมากหรือตลอดก่อน รูปแบบการดำเนินการที่เหมาะสมเริ่มจากการประสานงานให้กองงานอาหารและยาในฐานะ inspector เป็นผู้ควบคุมกิจกรรมทดสอบทางคุณภาพ ตั้งแต่ต้นทาง เป็นผู้ดูแลจัดการเรื่องเอกสารและระบบคุณภาพ ส่วนการดำเนินการในระหว่างกระบวนการใช้วิธีการตรวจสอบเอกสารร่วมกัน และดำเนินการตรวจสอบในรูปแบบ monitoring โดยคณะวิทยาศาสตร์ จุฬา เป็นแกน และได้ความร่วมมือจากกองงานด่านอาหารและยาในการกำกับดูแลและรับรองผล การวิเคราะห์จะดำเนินการไม่น้อยกว่า 300 ตัวอย่าง ดำเนินการตรวจสอบตลอดกระบวนการ

การดำเนินการวางระบบเป็นไปตามแผน การทดสอบตัวอย่างจริงตามรูปแบบที่ดำเนินการทำได้เพียงการใช้ตัวอย่างควบคุมเพื่อทดสอบระบบ ดังนั้นในแผนงานฉัดไปจะต้องเร่งดำเนินการทดสอบ และดำเนินการเชื่อมโยงให้กับหน่วยงานหลัก ได้แก่ กองควบคุมอาหาร กองงานด่านอาหาร และยา เครือข่ายห้องปฏิบัติการ ภาคเอกชน ประเมินผลและและเปิดเป็นโครงข่าย internet ให้สามารถ access ได้โดยผู้บริโภค

เนื่องจากโครงการเป็นการบูรณาการของฐานข้อมูลที่สอดล้อกับการผลิต ผล สัมฤทธิ์จึงอยู่ในรูปของตัวฐานข้อมูลภายหลังที่ได้ดำเนินการอย่างสมบูรณ์แล้ว และอรรถประโยชน์ที่ผู้ประกอบการจะได้รับเมื่อใช้บริการจากโครงการนี้ผ่านแบบประเมิน

<u>แผนงานวิจัยย่อยที่ 4 การอบรมและเผยแพร่นวัตกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยของอาหาร</u>

1) ผู้เข้าอบรมได้รับความรู้และนวัตกรรมด้านความปลอดภัยของอาหาร การผลิตและการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ปลอดภัยและมีคุณค่าต่อสุขภาพ และผลิตภัณฑ์เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร
2) ผู้เข้าอบรมจะได้นำความรู้และนวัตกรรมที่ได้จากการอบรมไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบความปลอดภัยของอาหาร การผลิตและการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ปลอดภัยและมีคุณค่าต่อสุขภาพ
3) บุคลากรในอุตสาหกรรมอาหารมีคุณภาพสูงขึ้น
4) ประเทศไทยจะมีศักยภาพในการแข่งขันในด้านอุตสาหกรรมเกษตรและอุตสาหกรรมอาหารเพิ่มมากขึ้น

3.2 อภิปรายและวิเคราะห์ผล

การศึกษาวิจัยในโครงการย่อยของแผนงานวิจัย 4 แผนงาน ประสบความสำเร็จตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ มีบางโครงการย่อยที่สามารถดำเนินการวิจัยจนประสบความสำเร็จได้ตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารระดับนานาชาติ ที่มี IMPAC FACTOR การอภิปรายและวิจารณ์ผลการทดลองของแต่ละกลุ่มย่อยอยู่ในรายละเอียดตามเอกสารแนบของโครงการย่อย 16 โครงการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4 สรุปและเสนอแนะ

ด้วยปริมาตรการส่งออกสินค้าอาหารประมาณ 2 แสนล้านตัน ต่อปี ซึ่งนำรายได้เข้าประเทศกว่า 4 แสนล้านบาทต่อปี ทำให้อุตสาหกรรมอาหารมีความสำคัญสูงสุดของประเทศ รัฐบาลจึงตั้งเป้าหมายและส่งเสริมให้ไทยเป็นครัวโลก ด้วยตลาดส่งออกที่กว้างขวางและการแข่งขันสูงขึ้น ทำให้กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐาน การประกันคุณภาพและความปลอดภัยของสินค้าอาหารขยายขอบเขตกว้างขวางขึ้นเช่นกัน โครงการวิจัยและพัฒนาเชิงบูรณาการ เรื่อง "โครงการนวัตกรรมเพื่อยกระดับคุณภาพและความปลอดภัยทางอาหารสู่โครงสร้างทางเศรษฐกิจยุคใหม่" ซึ่งรวมการวิจัยพัฒนา ด้านการตรวจสอบวิเคราะห์ทั้งวัตถุดิบและผลผลิตอาหาร การเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบ ให้เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เสริมสุขภาพ ปราศจากสารพิษ การควบคุมคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหารอย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยระบบการจัดเก็บและแสดงข้อมูลและการถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยและพัฒนาสู่ผู้บริโภคและผู้ประกอบการ จึงเป็นสิ่งจำเป็น เพราะเป็นโครงการที่ครอบคลุมหลายหน่วยงาน หลายมิติ เป็นองค์รวมซึ่งทำให้บรรลุเป้าหมายของการแก้ปัญหาและพัฒนาประเทศตามยุทธศาสตร์หลักของประเทศได้

4.1 แผนงานวิจัยย่อยที่ 1 นวัตกรรมการวิจัย และพัฒนา วิธีวิเคราะห์และชุดทดสอบ

โครงการย่อยที่ 1.1 โมเลกุลดีเอ็นเอเพื่อการพัฒนาการวิเคราะห์คุณภาพและความปลอดภัย แนวใหม่ในวัตถุดิบและอาหารแปรรูป

โครงการได้พัฒนาเทคนิคและรูปแบบการตรวจรูปแบบใหม่เพื่อพัฒนาให้สามารถตรวจการ การปนของพันธุ์ข้าว ตรวจการปนของ GMOs การปนของเชื้อและดีเอ็นเอจากโคและกระบือให้อยู่ในรูปชุดสำเร็จ โดยในปีแรกทุกรายการเป็นไปตามแผนยกเว้นการตรวจการปนดีเอ็นเอจากโคและกระบือที่ก้าวหน้าไปมาก จนสัมฤทธิ์ผลมีผลงานตีพิมพ์ในระดับนานาชาติ การนำผลดังกล่าวมาทำให้อยู่ในรูปชุดสำเร็จ โครงการได้สร้างชุดสำหรับสกัดดีเอ็นเอจากอาหารสัตว์และได้ประยุกต์ทำให้การตรวจทุกกระบวนการทำได้ในหลอดเดียวด้วย DNA stick/tester ในรูปแบบไม่พึ่งพาห้องปฏิบัติการ ส่วนโมเลกุลดีเอ็นเอที่ใช้อ้างอิงได้โคลนชิ้นส่วนของยีน *Cytochome* b ที่เป็นตัวแทนของทั้ง bovine porcine ovine และ poultry ที่สามารถใช้งานในการตรวจวิเคราะห์การปนของโคกระบือและแกะจริง ณ. ห้องปฏิบัติการวิจัยและทดสอบอาหาร คณะวิทยาศาสตร์

โครงการย่อยที่ 1.2 การตรวจวิเคราะห์สารมาลาไคท์กรีนและเมตาบอไลต์ลิวโคมาลาไคท์กรีนตกค้างในสัตว์น้ำเพาะเลี้ยง ด้วยเทคนิค LC-MS/MS และเทคนิค HPLC-UV-Visible

ปัจจุบันงานวิจัยทางด้านสารตกค้างในอาหารเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตด้านความปลอดภัยในอาหารเป็นไปในแนวทางที่เรียกว่า "chasing zero" ซึ่งต้องอาศัยเครื่องมือขั้นสูง ซึ่งการพิจารณาให้ทุนวิจัยควร

คำนึงถึงงบประมาณทางครุภัณฑ์ขั้นสูงเหล่านี้ด้วย จึงจะทำให้งานวิจัยเป็นงานเชิงรุกเพื่อแก้ ปัญหาในด้านการวิเคราะห์อาหารในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมอันดับหนึ่งของประเทศ ได้อย่างฉับไว

1. เนื่องจากการวิเคราะห์ปริมาณมาลาไคต์กรีนและเมตะบอไลต์ลิวโคมาลาไคต์กรีนที่มีการเสนอมาก่อนหน้านี้ในวารสารวิจัยต่างๆ ยังได้ผลการวิเคราะห์ที่มีความแม่นยำยังไม่เป็นที่น่าพอใจ ในงานวิจัยนี้ได้เสนอ "การตรวจวิเคราะห์สารมาลาไคต์กรีนและเมตะบอไลต์ลิวโคมาลาไคต์กรีนตกค้างในสัตว์น้ำเพาะเลี้ยงด้วยเทคนิค LC-MS/MS" ที่ให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความแม่นยำสูง วิธีเตรียมตัวอย่างที่ง่ายและรวดเร็วขึ้น และวิธีการหาปริมาณที่กำจัดการรบกวนของเมทริกซ์

2. งานวิจัยนี้ได้พัฒนาการตรวจวิเคราะห์สารมาลาไคต์กรีนและเมตะบอไลต์ลิวโคมาลาไคต์กรีนตกค้างในสัตว์น้ำเพาะเลี้ยง ด้วยเทคนิค HPLC-UV-VISIBLE ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารโดยทั่วไป โดยพัฒนาการเตรียมตัวอย่างให้สามารถวิเคราะห์ได้ในระดับ MRPL 2 μg/kg และวิธีการหาปริมาณที่เพิ่มความแม่นยำโดยการคำนึงถึงการรบกวนจากเมทริกซ์

3. การตีพิมพ์งานวิจัยในข้อ 1 และ 2 ในวารสารวิจัยเพื่อเผยแพร่ต่อไป

โครงการย่อยที่ 1.3 การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในอาหาร

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีการสกัดโลหะเพื่อการวิเคราะห์โลหะหนักในเนื้อปลา โดยวิธีการที่นำเสนอให้ผลการทดลองเป็นที่ยอมรับได้ แต่ยังมีความจำเป็นต้องพัฒนาประสิทธิภาพต่อไป โดยข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต คือ ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ด้วยสารตัวอย่างมาตรฐาน (Cerified reference materials) และศึกษาเพื่อปรับปรุงให้ขีดจำกัดของการตรวจวัดต่ำกว่าค่าที่ได้ในปัจจุบัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปวิเคราะห์ตัวอย่างจริงที่มีโลหะในระดับต่ำมาก

โครงการย่อยที่ 1.4 การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์เพื่อประเมินการปนเปื้อนจากบรรจุภัณฑ์อาหาร

วิธีการวิเคราะห์โดยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟฟีที่ได้พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพในการตรวจวัดพทาเลทเอสเทอร์ในเมทริกน้ำที่ดี ผลการวิเคราะห์ปริมาณพทาเลทเอสเทอร์ในเครื่องอุปโภคบริโภคที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดจำนวน 14 ชนิดพบ dimethyl phthalate, di-*n*-butyl phthalate และ di(2-ethylhexyl)phthalate ปริมาณต่ำกว่า 1 ppm เนื่องจากสหภาพยุโรปได้เปลี่ยนข้อกำหนดเกี่ยว กับการใช้พทาเลทเอสเทอร์ในบรรจุภัณฑ์พลาสติกสำหรับอาหาร จึงมีความจำเป็นในการดำเนินการสำรวจการปนเปื้อนในตลาดไทยเพื่อเป็นการปกป้องผู้บริโภค เทคนิควิเคราะห์นี้สามารถนำไปประยุกต์ ใช้ในการประเมินการปนเปื้อนของพทาเลทเอสเทอร์ในเมทริกหลากชนิดได้

โครงการย่อยที่ 1.5 การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์และการหาปริมาณแคพไซซินและไดไฮโดรแคพไซซินในผลิตภัณฑ์พริกและอาหารรสเผ็ด

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเทคนิคคะพิลลารีอิเล็กโทรฟอริซิสสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินในส่วนสกัดพริก และปริมาณที่วิเคราะห์ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่รายงานด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์มานซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี นอกจากนี้เทคนิค MEKC ที่พัฒนาขึ้นไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนการเตรียมสารตัวอย่างที่ยุ่งยากนอกจากการละลายและกรองเท่านั้น จากเทคนิคคะพิลลารีอิเล็กโทรฟอริซิสที่พัฒนาขึ้นน่าจะนำไปประยุกต์ใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมา ดังนั้นเทคนิค MEKC จึงน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการหาปริมาณแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินในส่วนสกัดพริกแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินในตัวอย่างอื่นๆ เช่น อาหารเสริมที่มีสารสกัดจากพริกเป็นส่วนประกอบ อาหารชนิดต่างๆ รวมทั้งเครื่องปรุงรส เครื่องแกง และอาหารรสเผ็ดต่างๆ ต่อไป และทำการเปรียบเทียบการวิเคราะห์สารแบบที่ผ่านและไม่ผ่าน SPE ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อที่จะได้วิธีการเตรียมตัวอย่างที่ไม่ยุ่งยากสำหรับตัวอย่างแต่ละชนิด

ประโยชน์ที่ได้รับและการเผยแพร่ผลงาน งานวิจัยนี้ได้นำเสนอในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติ Pure and Applied Chemistry Conference (PACCON 2008) ณ โรงแรมโซฟิเทล เซ็นทรัล พลาซ่า กรุงเทพ ระหว่างวันที่ 30 มกราคม ถึง 1 กุมภาพันธ์ 2008 ในรูปแบบโปสเตอร์และกำลังเตรียมผลงานวิจัยเพื่อตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติต่อไป

นอกจากนี้ผลงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ของนิสิตระดับปริญญาโท ซึ่งจะได้มหาบัณฑิต 1 คน หลังสิ้นสุดงานวิจัยปีที่ 2

โครงการย่อยที่ 1.6 การพัฒนาเทคนิคการตรวจวัด และอุปกรณ์ปฏิบัติการบนชิพสำหรับตรวจวัดสารตกค้างประเภทยาปฏิชีวนะและโลหะปนเปื้อนในอาหาร

จากข้อดีหลายประการของคอลัมน์มอนอลิตจึงได้นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ร่วมกับการตรวจวัดทางเคมีไฟฟ้าที่ให้ความไวในการตรวจวัดทำให้สามารถวิเคราะห์สารในกลุ่มซัลโฟนาไมด์ทั้ง 7 ชนิดได้อย่างรวดเร็วภายในเวลา 8 นาที โดยใช้ขั้วไฟฟ้าเพชรที่โดปด้วยโบรอน เป็นขั้วไฟฟ้าใช้งานค่าศักย์ไฟฟ้าที่ทำการตรวจวัดที่ 1.2 โวลต์ และได้ขีดความสามารถในการตรวจวัดต่ำกว่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (maximum residue limits) ของซัลโฟนาไมด์ที่กำหนดโดยสหภาพยุโรป จากสภาวะที่เหมาะสมสามารถนำมาประยุกต์สารปริมาณสารในกลุ่มซัลโฟนาไมด์ที่ตกค้างในกุ้งได้ซึ่งได้ร้อยละการคืนกลับอยู่ในช่วง 82.7 – 92.8 ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm

4.2 แผนงานวิจัยย่อยที่ 2 นวัตกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยและมีคุณค่าทางโภชนาการต่อสุขภาพ

โครงการย่อยที่ 2.1 การผลิตอาหารเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันโรคข้อกระดูกเสื่อมจากเปลือกอาหารทะเล

การย่อยไคตินจากแกนหมึกด้วยเอนไซม์จากรา *Aspergillus fumigatus* และโคลนแบคทีเรีย *Serratia sp.* สามารถผลิตเอ็น-แอซีทิล-ดี-กลูโคซามีน (GlcNAc) และเอ็น,เอ็น-ไดแอซีทิลไคโตไบโอส [$(GlcNAc)_2$] อย่างเฉพาะเจาะจงได้ เอนไซม์จากรา *Aspergillus fumigatus* (4 U/1 g of chitin) สามารถย่อยไคติน (3% w/v) ที่ pH เป็น 3 อุณหภูมิ 40°C ได้ผลิตภัณฑ์เป็น GlcNAc ด้วยเปอร์เซ็นต์ผลผลิต 72% ภายในเวลา 2 วัน การย่อยไคติน (3% w/v) ด้วยเอนไซม์จากโคลนแบคทีเรีย *Serratia sp.* (1 U/1 g of chitin) ที่ pH เท่ากับ 6 อุณหภูมิ 37°C ทำการบ่มเป็นเวลา 6 วันให้ผลิตภัณฑ์เป็น $(GlcNAc)_2$ และ GlcNAc ด้วยเปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์ 43% และ 2.6% ตามลำดับ การทำให้ GlcNAc และ $(GlcNAc)_2$ บริสุทธิ์สามารถทำได้โดยการตกตะกอนด้วยเอทานอล ตามด้วยการกำจัดสีด้วยผงถ่านกัมมันต์หรือใช้คอลัมน์ที่มีผงถ่านกัมมันต์ให้ GlcNAc บริสุทธิ์ด้วยเปอร์เซ็นต์ผลผลิต 64% และ $(GlcNAc)_2$ บริสุทธิ์ด้วยเปอร์เซ็นต์ผลผลิต 40% สำหรับการเสนอแนะในการวิจัยขั้นต่อไปการทำให้บริสุทธิ์คอลัมน์โครมาโตกราฟฟีที่บรรจุผงถ่านกัมมันต์นั้นมีหลายปัจจัยที่ต้องปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น และสามารถแยกทั้ง GlcNAc และ $(GlcNAc)_2$ ให้บริสุทธิ์ได้ดีขึ้นอีก

ในส่วนของการย่อยไคตินด้วยกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้นนั้น ได้เริ่มเตรียมสารละลายไคตินพร้อมด้วยการผสมกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้นในอัตราส่วนที่ 1:1 และพร้อมที่จะเริ่มทำการทดลองการย่อยด้วยคลื่นอัลตราโซนิเคเตอร์ต่อไป

ประโยชน์ในทางประยุกต์ของผลงานวิจัยนี้คือการพัฒนากรรมวิธีการในการย่อยไคตินที่มีประสิทธิภาพสูงให้ได้ โมโนเมอร์ (GlcNAc), ไดเมอร์ [$(GlcNAc)_2$] รวมทั้งเกลือโมโนเมอร์ (Glc) ของไคตินที่สามารถนำมาใช้บริโภคเป็นอาหารเสริมป้องกันโรคข้อกระดูกเสื่อมต่อไป

โครงการย่อยที่ 2.2 ผลิตภัณฑ์ผักผลไม้ท้องถิ่นที่มีหน้าที่เฉพาะของสารพรีไบโอติกส์ (Prebiotics) และแอนติออกซิแดนต์ (Antioxidants)

จากแผนการดำเนินการวิจัยที่แบ่งออกเป็น 3 ปี คือในปี 2550 ในการศึกษาและคัดเลือกผักผลไม้ท้องถิ่นที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นแหล่งของสารอาหารที่มีหน้าที่เฉพาะ สามารถคัดเลือกพืชที่มีลักษณะเด่นและคุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญที่จะพัฒนาเป็นสารสกัดทางชีวภาพด้านสารพรีไบโอติก ได้แก่ กล้วยหอม พุทรา และกลุ่มที่ให้สารต้านออกซิเดชันและสารให้สี ได้แก่ ฝรั่งแดง แคนตาลูป มะม่วง ใบเตยหอม มะตูม และ แก้วมังกรแดง ซึ่งวัตถุดิบแต่ละชนิดจะมีวิธีการเตรียมวัตถุดิบให้เหมาะสมต่อการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์

สำหรับในปี 2551 วางแผนศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาทางเอนไซม์ เพื่อสกัดลักษณะเฉพาะที่ต้องการสำหรับวัตถุดิบแต่ละประเภท ศึกษาลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์และติดตามลักษณะเฉพาะของแต่ละผลิตภัณฑ์ และในปี 2552 วางแผนศึกษาอายุการเก็บรักษา การ

ประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร (food ingredient) สร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ การเผยแพร่ผลงานวิจัย ทั้งในรูปโปสเตอร์และสื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ ซึ่งผลการวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาศักยภาพของผักและผลไม้ของไทย และทดแทนการนำเข้าสารแต่งสีและกลิ่นได้อีกประการหนึ่งด้วย

โครงการย่อยที่ 2.3 การผลิตพอลิเมอร์จากจุลินทรีย์เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

งานที่นำเสนอนี้ส่วนใหญ่ได้ดำเนินการตามเป้าหมายยกเว้นงานด้านอนุกรมวิธานที่เริ่มดำเนินการไปบ้างแล้วโดยบางส่วนยังไม่พร้อมดำเนินการเนื่องจากรอการเลือกสายพันธุ์ที่คัดเลือก มิฉนั้นจะเสียเวลาและเงินทุนมากหากทำกับทุก ๆ ตัวและไม่เป็นที่ปฏิบัติ ในปีแรกและปีที่ถัด ๆ ไปนั้นการวิจัยประสบกับปัญหาในเรื่องทุนที่ได้รับน้อยกว่าที่ขอไปมากจึงต้องปรับงานบางด้านทิ้งและทำให้การดำเนินการต้องปรับตามงบที่ได้รับเนื่องจากข้อเสนอโครงการทำไว้ล่วงหน้าหลายปี ดังนั้นหลังการปรับจึงมีข้อปลีกย่อยที่ต่างจากฉบับเริ่มต้น อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ควรจะทำได้ตามที่ปรับใหม่และทันเวลาในปีที่ 2 นี้

โครงการย่อยที่ 2.4 การผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากจุลินทรีย์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในปีแรกของการศึกษาตามที่เสนอไว้ในข้อเสนอการวิจัย คือ การเก็บตัวอย่าง แยกจุลินทรีย์ การคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพและการจำแนกสายพันธุ์จุลินทรีย์ การศึกษาหาแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเชื้อเพื่อการผลิตสาร ตลอดจนภาวะในการผลิตสารเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด ในปีแรกนี้ประสบผลสำเร็จตามที่ได้เสนอไว้ ส่วนการวิเคราะห์โครงสร้างของสาร และการศึกษาสมบัติต่างๆของสารจะทำวิจัยในขั้นต่อไป

โครงการย่อยที่ 2.5 การคัดสายพันธุ์พริกและงาเพื่อการประยุกต์ด้านอุตสาหกรรมอาหารและอาหารเสริม

ข้อได้เปรียบข้อหนึ่งที่ได้จากการทำโครงการดังกล่าวคือ การได้ร่วมงานกับกรมวิชาการเษตรเพื่อเก็บพันธุ์พืชทั้งพริกและงา ทำให้ทราบว่า โครงการในลักษณะดังกล่าวสามารถช่วยให้กรมวิชาการเกษตร รวมทั้งในอนาคตกรมส่งเสริมการเกษตร สามารถแนะนำพันธุ์ที่เหมาะสมต่อเกษตรกรเพื่อส่งเสริมการเพาะปลูก ในส่วนของปัญหาที่ประสบระหว่างทำโครงการ คือ ระยะเวลาในช่วงแรกในการหาภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ ต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในการปรับตัวแปรต่างๆ ให้เหมาะสม เพื่อจะได้ผลการวิเคราะห์ที่เหมาะสมและเวลาที่ใช้ไม่นานมากเกินไป นอกจากนั้นได้แก่เงินงบประมาณที่ได้รับค่อนข้างช้า ทำให้งานในบางส่วนเริ่มต้นได้ช้า

โครงการย่อยที่ 2.6 ผลไม้เพื่อสุขภาพที่เคลือบเกลือแร่และวิตามินสำหรับผู้สูงอายุ

ในปีที่ 1 ผู้วิจัยได้พัฒนาวิธีการเตรียมฟิล์มที่มีการเพิ่มสารอาหารได้แก่ สังกะสี น้ำมันโอเมกา-3 ลงไป โดยฟิล์มที่เตรียมได้ยังมิได้ทดสอบความเสถียรและวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหาร ในการเติมแคลเซียมจะเติมในรูปอนุภาค ซึ่งอนุภาคที่เตรียมได้มีขนาดใหญ่ เมื่อทำเป็นฟิล์มพบว่าฟิล์มมีสีขาว ทางคณะผู้วิจัยต้องทำการศึกษาพัฒนาต่อไป

โครงการย่อยที่ 2.7 สาระสำคัญและการประกันคุณภาพอาหารเสริมจากกระชายดำ

1) สามารถใช้สาร (6) และ (7) เป็นสารสำคัญในการตรวจสอบคุณภาพและปริมาณสารสำคัญในผลิตภัณฑ์และอาหารเสริมจากกระชายดำ เนื่องจากเป็นสารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเทอเรสที่สำคัญ และยังมีปริมาณมากพอสมควรในสิ่งสกัดจากเหง้ากระชายดำ

2) จากการเปรียบเทียบสูตรโครงสร้างของสารที่ออกฤทธิ์ คือ สาร (6) และ (7) กับสารบริสุทธิ์อื่นๆที่แยกได้จากเหง้ากระชายดำ คาดคะเนว่า โครงสร้างที่สำคัญของการออกฤทธิ์ คือ หมู่เมทอกซี 2 หมู่ ในตำแหน่งที่ 5 และ 7 ทั้งนี้ สารที่ออกฤทธิ์ไม่ควรมีหมู่แทนที่ใดๆ ในตำแหน่งที่ 3

3) ควรทำการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสิ่งสกัดและสารที่แยกได้จากกระชายดำ เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอฟากลูโคซิเดส (โรคเบาหวาน) ฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของจุลชีพ เป็นต้น

4) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์สารสำคัญด้วยเทคนิค HPLC (High Performance Liquid Chromatography) เพื่อใช้ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์และอาหารเสริมจากกระชายดำ

5) เมื่อทราบองค์ประกอบทางเคมีที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดีแล้ว สามารถนำความรู้ที่ได้นี้ไปประเมินคุณภาพของสิ่งสกัด, ผลิตภัณฑ์และอาหารเสริมจากกระชายดำ ได้แก่ ปริมาณสารสำคัญจากสิ่งสกัดกระชายดำ ผลิตภัณฑ์และอาหารเสริมจากกระชายดำ เช่น ไวน์กระชายดำ แคปซูล ชาผง สิ่งสกัดดิบจากแหล่งต่างๆ เป็นต้น

4.3 <u>แผนงานวิจัยย่อยที่ 3 นวัตกรรมการพัฒนาระบบควบคุมและตรวจสอบคุณภาพความปลอดภัยของอาหาร</u>

โครงการย่อยที่ 3.1 การพัฒนาระบบข้อมูลรหัส 2 มิติ และการควบคุมเชิงบูรณาการในการกำกับดูแลคุณภาพและความปลอดภัยของอาหาร : โมเดลเริ่มต้นในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

การศึกษาเปรียบเทียบ การทำงานและการใช้งานร่วมระหว่างระบบฐานข้อมูลและรหัส QR-code พบว่าส่วนสำคัญของระบบได้แก่การเตรียมฐานข้อมูลที่ต้องการควบคุม กำหนดชุดข้อมูลและการปลดปล่อย

ข้อมูลในส่วนที่จะรองรับการเรียกในรูปแบบ interactive และส่วนสำคัญรองหลังจากได้ฐานข้อมูลได้แก่การจัดระบบ QR-code ที่สัมพันธ์กัน ฐานข้อมูลจะต้องอยู่ในรูป MS Access การจัดวางระบบโดยใช้ระบบญี่ปุ่นเป็นแม่แบบได้ดำเนินการจัดทำฐานข้อมูลพร้อมกับเริ่มกระบวนการเรียกข้อมูลใหม่ ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลที่ทางสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขได้จัดทำส่วนใหญ่เป็นข้อมูลพื้นฐาน ไม่มีรายการข้อมูลความปลอดภัยในรูปข้อมูล digital file แม้ว่าข้อมูลผลิตภัณฑ์เสริมอาหารมีจำนวน record จำกัดและคงที่ก็ตาม การขาดข้อมูลพื้นฐานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและผลประโยชน์อื่นที่ผู้บริโภคควรได้รับรู้ เช่นส่วนประกอบหรือองค์ประกอบหลัก มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ใบรับรอง ผลทดสอบทางห้องปฏิบัติการ ข้อมูล แหล่งกำเนิดสินค้า การขนส่ง องค์ประกอบปลีกย่อยและผู้รับผิดชอบในแต่ละขั้นตอนเป็นต้น สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยารับไปพิจารณาดำเนินการ คาดว่าการดำเนินการเสร็จสิ้นในช่วง 5 เดือนแรกของปีงบประมาณถัดไป การปรับข้อมูลเพิ่มใหม่จะรวมถึงตราและหมายเลข อ.ย. โดยทางสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขคาดหวังว่าหากประสบความสำเร็จจะดำเนินการขยายผลต่อไป สำหรับปัญหาและอุปสรรคเกิดจากความล่าช้าของงบประมาณ การดำเนินโครงการที่ต้องอาศัยการประสานระหว่างหลายหน่วยงานทำมีความยากลำบาก เพราะมีค่าใช้จ่าย นอกจากนี้การดำเนินการจะเสียเวลาในการทำความเข้าใจกับผู้ประกอบการเนื่องจากในบางผลิตภัณฑ์ การเปิดเผยข้อมูลของผู้ประกอบการอาจมีผลต่อความสามารถและศักยภาพทางการค้าและความน่าเชื่อถือได้ และยังเชื่อมโยงกับปัญหาการปฏิบัติที่ต้องเท่าเทียมกันกับทั้งผู้ประกอบการรายเล็กและรายใหญ่ ซึ่งแก้ไขได้ด้วยการทำความเข้าใจร่วมกัน

โครงการย่อยที่ 3.2 ระบบทดสอบควบคุมและกำกับดูแลอาหารดัดแปรพันธุกรรมออนไลน์

การเปรียบเทียบระบบกำกับดูแลอาหารดัดแปรพันธุกรรมระหว่างญี่ปุ่น เยอรมันและไทยชี้ให้เห็นการดำเนินการของระบบที่ช่วยในการวางแผนการดำเนินการให้สอดคล้องกับเงื่อนไขของประเทศได้ระบบการควบคุมกำกับดูแลเฉพาะหน้าที่สร้างขึ้นเน้นเฉพาะผู้ประกอบการที่ส่งออกผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองและข้าวโพด ในปริมาณมากก่อน รูปแบบการดำเนินการเริ่มจากการประสานงานให้กองงานอาหารและยาในฐานะ inspector เป็นผู้ควบคุมกิจกรรมทดสอบทางคุณภาพ ตั้งแต่ต้นทาง เป็นผู้ดูแลจัดการเรื่องเอกสารและระบบคุณภาพ ส่วนการดำเนินการในระหว่างกระบวนการใช้วิธีการตรวจสอบเอกสารร่วมกัน การสุ่มและตรวจตัวอย่างดำเนินการตรวจสอบในรูปแบบmonitoring โดยคณะวิทยาศาสตร์ จุฬา เป็นแกนร่วมกับภาคเอกชน และได้ความร่วมมือจากกองงานด่านอาหารและยาในการกำกับดูแลและรับรองผล และระบบจะเริ่มดำเนินการได้หลังเข้าสู่แผนงานในปีที่2 ซึ่งการดำเนินการในขั้นถัดไปจะรวมถึง การวางรายละเอียดปลีกย่อยในระบบที่จะนำมาใช้กับภาคอุตสาหกรรมแต่ละหน่วยที่เข้าร่วมโครงการทดสอบ การวิเคราะห์ความพร้อม การดำเนินการ การวางระบบการประสานงานระหว่างหน่วยงาน และรายละเอียด ในส่วนปัญหาและอุปสรรค ส่วนสำคัญได้แก่ ปัญหาการรับงบประมาณจริงล่าช้า ปัญหาการปรับลดงบประมาณ ลง 80% ขณะที่โครงการเดิมปีแรกต้องใช้งบประมาณกว่า 4 แสนบาท ทำให้เหลือเพียง หนึ่งแสนบาท ผนวกกับ

ความล่าช้านี้ ทำให้การตัดสินใจและเดินหน้าในขั้นตอนการทำงาน และการผลักดันการทำงานมีความยากลำบากอย่างมาก

4.4 <u>แผนงานวิจัยย่อยที่ 4 การอบรมและเผยแพร่นวัตกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยของอาหาร</u>

โครงการอบรมและเผยแพร่นวัตกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยของอาหารแก่บุคคลากรของหน่วยงานรัฐ และหน่วยงานเอกชนในอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกและจำหน่ายในประเทศได้จัดขึ้นในวันที่ 18 ธันวาคม 2550 เวลา 8.00-17.30 น. ณ ห้องประชุม 100 ปี ศาสตราจารย์ ดร.แถบ นีละนิธิ ห้อง 1119 ชั้น 11 อาคารมหามกุฎ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด 101 คน มาจากหน่วยงานของรัฐ 47 คน และหน่วยงานเอกชน 54 คน ซึ่งเริ่มการประชุมด้วยหัวหน้าโครงการได้กล่าวรายงาน และคณบดีคณะวิทยาศาสตร์ กล่าวต้อนรับ มีการบรรยายพิเศษโดยกรรมการรองเลขาธิการสภาหอการค้าประเทศไทย เรื่อง "สถานะด้านความปลอดภัยอาหาร" ตามด้วยการบรรยายของผู้วิจัยในโครงการวิจัยเชิงบูรณาการ "โครงการนวัตกรรมเพื่อยกระดับคุณภาพและความปลอดภัยทางอาหารสู่โครงสร้างทางเศรษฐกิจยุคใหม่" ทั้งหมด 15 โครงการ และมีการนำเสนอโปสเตอร์ของโครงการทั้งหมดด้วย หลังจากสิ้นสุดการบรรยายทั้งหมด ได้มีการประเมินผลการจัดประชุมครั้งนี้ โดยให้ผู้เข้าร่วมประชุมกรอกใบประเมินผล ผลโดยเฉลี่ยมีความพึงพอใจในระดับดี แต่เนื่องจากเป็นผลงานวิจัยต่อเนื่อง 4 ปี ผลงานวิจัยที่เสนอจึงยังเป็นเพียงผลเบื้องต้น ต้องมีการศึกษาอีกต่อไป ทำให้ผลลัพธ์ยังไม่สมบูรณ์และชัดเจนเพียงพอ รวมทั้งเวลาที่นำเสนอสั้นไป เนื่องจากมีจำนวนโครงการมากทำให้ขาดรายละเอียดไปบ้าง ข้อเสนอแนะต่างๆ เหล่านี้จะได้นำไปพิจารณาปรับปรุงสำหรับการจัดประชุมเผยแพร่ถ่ายทอดเทคโนโลยีในปี 2551และปี ต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย