

บทนำรวม

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา (ภาพรวมทั้งแผนงาน)

อาหาร สิ่งแวดล้อม และพันธุกรรมเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเกิดโรคและการติดเชื้อโรคต่างๆ แหล่งพลังงานที่สำคัญของร่างกายจากโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน มาจากอาหาร ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายมีส่วนสำคัญต่อการต้านทานการเกิดโรค งานวิจัยจำนวนมากให้ความสนใจในการวิเคราะห์หาสารอาหารจำเพาะที่อาจมีอันตรกิริยากับระบบภูมิคุ้มกันนี้ เสริมสร้างความแข็งแรงให้กับระบบฯ อันจะมีผลต่อการเสริมสร้างสุขภาพโดยรวมในประชากรทั่วไป หรืออาจเป็นแนวทางในการเยียวยาเพื่อการป้องกันหรือรักษาความผิดปกติต่างๆ ที่เกิดขึ้นในร่างกายของมนุษย์ สารน้ำจากสัตว์ที่สำคัญและเป็นที่ยอมรับในการใช้เป็นแหล่งอาหาร และมีการประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารรูปแบบต่างๆ รวมถึงจากใช้ประโยชน์จากส่วนประกอบก็คือ นํ้านม (Hartmann and Meisel, 2007) นอกจากนํ้านมแล้วในสัตว์ยังมีเลือดเป็นสารน้ำที่สำคัญมาก และจัดเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของร่างกายสัตว์ โดยมีระบบไหลเวียนเลือดนำสารอาหารที่สำคัญไปเลี้ยงยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิวัฒนาการของสัตว์แต่ละชนิด เลือดสัตว์เป็นสารน้ำที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งที่ถูกใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมาเป็นเวลานาน ทั้งในลักษณะของส่วนประกอบของอาหารเพื่อสุขภาพ และเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับร่างกาย (Petczn'ska and Libelt, 1999) การบริโภคเลือดที่ผ่านขั้นตอนเพื่อเป็นอาหาร (edible blood) รวมถึงการนำองค์ประกอบที่สำคัญที่มีอยู่ในเลือดมาประยุกต์ใช้ หรือพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆ เช่น ชูรสกัด ผลิตภัณฑ์ยา และอาหารเสริม ฯลฯ

จระเข้พันธุ์ไทย (Siamese crocodile, *Crocodylus siamensis*) เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศที่ประชาชนนิยมเลี้ยงเพื่อการค้า เนื่องจากเลี้ยงง่าย โตเร็ว ค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงดูต่ำ ใช้เวลาในการดูแลน้อย และทำรายได้ดีให้แก่เกษตรกร จระเข้เป็นสัตว์ป่าคุ้มครอง ตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 ที่สามารถซื้อขายได้ตามอนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดสัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, CITES) ประเทศไทยมีฟาร์มที่ได้รับการรับรองจาก CITES มากกว่า 20 ฟาร์ม และฟาร์มเกษตรกรรายย่อยไม่ต่ำกว่า 2,000 ราย ซึ่งปัจจุบันจำนวนจระเข้ในประเทศทั้งหมดมีมากกว่าล้านตัว มีการค้าจระเข้มากขึ้นในรอบสิบปีที่ผ่านมา ส่งขายทั้งภายในและต่างประเทศไม่ต่ำกว่าปีละ 5000 ตัว ทำรายได้เข้าสู่ประเทศไม่ต่ำกว่าปีละ 1,000 ล้านบาทต่อปี ประเทศที่นิยมบริโภคจระเข้ได้แก่ จีน เกาหลี ฮองกง ไต้หวัน ผู้บริโภคนิยมใช้เนื้อ เลือด และผลิตภัณฑ์อื่นๆ ของจระเข้เป็นอาหาร อาหารเสริม และเครื่องยาสัตว์วัตถุ จระเข้จัดเป็นสัตว์สมุนไพรที่สำคัญ ซึ่งประชากรชาวเอเชียโดยเฉพาะในจีน ฮองกง และไต้หวัน มีความเชื่อ

ว่าการบริโภคเนื้อจระเข้ และเลือดจระเข้ จะช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน ป้องกันการเกิดโรคมุมิแพ้ และโรคหอบหืดน้อยได้

จระเข้เป็นสัตว์ดึกดำบรรพ์ที่สามารถปรับตัว และอยู่รอดมาจนถึงปัจจุบัน เป็นสัตว์ที่หายใจด้วยปอด แต่เมื่อหายใจแต่ละครั้งสามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้เป็นเวลานาน และจากพฤติกรรมการดำรงชีวิตของจระเข้พบว่า เมื่อจระเข้ได้รับบาดเจ็บจากการกัดกันหรือสาเหตุอื่นๆ ทำให้เกิดบาดแผลขนาดใหญ่และลึก สามารถอาศัยอยู่ในน้ำได้โดยที่ระบบภูมิคุ้มกันของจระเข้สามารถต่อต้านการบุกรุกของเชื้อแบคทีเรีย และจุลชีพอื่นๆ ที่อยู่ในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบาดแผลก็หายได้ในระยะเวลาอันสั้น ในทางตรงกันข้ามถ้าเป็นกรณีของคนเมื่อเกิดบาดแผลและยังแช่อยู่ในน้ำตลอดเวลา จะเกิดการติดเชื้อที่บาดแผลและเสียชีวิตจากเชื้อแบคทีเรียได้ในระยะเวลาอันสั้น จึงเห็นได้ว่าเลือดจระเข้ที่กระจายหล่อเลี้ยงทุกส่วนของร่างกายจระเข้นั้นน่าจะมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญทั้งในส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ รวมถึงแร่ธาตุต่างๆ ทำหน้าที่เป็นสารอาหาร สารภูมิคุ้มกัน สารออกฤทธิ์ต้านสภาวะต่างๆ จากที่ได้กล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่า จระเข้มีระบบภูมิคุ้มกันที่มีประสิทธิภาพมากในการต่อต้านการติดเชื้อแบคทีเรียต่างๆ ได้ดี คุณสมบัติในการต้านจุลชีพนี้จัดเป็นภูมิคุ้มกันที่ได้รับมาตั้งแต่กำเนิด ที่สามารถค้นพบได้ในสัตว์หลายชนิด เช่น แมลง กุ้ง ปลา กบ วัว หมู ลิง คน ฯลฯ โดยสารที่มีฤทธิ์ต้านจุลชีพ (anti-microbial constituents or factors) เหล่านี้พบได้ในเลือด ทั้งในส่วนของน้ำเลือด และเม็ดเลือดชนิดต่างๆ จากรายงานการศึกษาวิจัยต่างๆ พบว่าสารที่มีฤทธิ์ต้านจุลชีพที่พบในน้ำเลือดนั้น อาจเกิดขึ้นได้จากองค์ประกอบของคอมพลีเมนต์ในเลือด หรือจากสารโปรตีนขนาดเล็กสั้นๆ (เพปไทด์) ที่ถูกสร้างจากเซลล์เม็ดเลือดขาว และเซลล์ที่ช่วยในกระบวนการการแข็งตัวของเลือด (เกล็ดเลือด/ ทромโบไซต์) นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยต่างๆ ในน้ำเลือดที่ช่วยในการแข็งตัวของเลือด ยับยั้งการแพร่กระจายของเชื้อแบคทีเรีย และปิดแผลได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการเพาะเลี้ยงจระเข้ไม่มีการใช้ยาและวัคซีน ไม่มีการใช้สารกระตุ้นการเจริญเติบโต ไม่มีรายงานการติดเชื้อโรคที่สำคัญในจระเข้ เช่น โรคปากและเท้าเปื่อย โรคแอนแทรกซ์ โรคควัวบ้า โรคไขหวัดนก ฯลฯ ซึ่งต่างไปจากสัตว์อื่นๆ ในอุตสาหกรรมปศุสัตว์ เช่น ไก่ วัว กระบือ สุกร ซึ่งจะเห็นได้ว่าเลือดจระเข้เป็นแหล่งของวัตถุดิบที่มีค่าและมีความสำคัญต่อการนำมาใช้และประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์มากกว่าเลือดสัตว์อื่นๆ

ประเทศไทย เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและมีการเพาะเลี้ยงจระเข้พันธุ์ไทย อยู่เป็นจำนวนมาก กระจายอยู่ทั่วประเทศ อุตสาหกรรมจระเข้ในไทยมีฐานหลักอยู่ที่การผลิตหนังและเครื่องหนัง โดยมีเนื้อ กระดูก เครื่องใน และการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากจระเข้เหล่านี้เป็นผลิตภัณฑ์รองลงมา ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมจระเข้เหล่านี้มีการฆ่าและจระเข้ และมีเลือดเป็นผลิตภัณฑ์เหลือใช้จากกระบวนการผลิต ซึ่งถ้าปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำจะกลายเป็นของเสียเกิดสภาวะแวดล้อมเป็นพิษ จระเข้ถูกใช้ป็นสัตว์สมุนไพรและเครื่องยาสัตว์วัตถุในการรักษาทางการแพทย์แผนไทยมานาน ตั้งแต่

อดีตที่มีจระเข้พันธุ์ไทยและจระเข้แม่น้ำเค็มอาศัยอยู่ในธรรมชาติเป็นจำนวนมาก แพทย์แผนไทยรู้จักใช้เครื่องยาที่ได้จากจระเข้หลายอย่างที่สำคัญ ได้แก่ เขี้ยวจระเข้ น้ำมันจระเข้ ตีจระเข้ และหนังจระเข้ ข้อมูลการใช้ประโยชน์จากเลือดจระเข้ที่ได้เป็นเพียงคำบอกเล่าจากบรรพบุรุษและคนรู้จักที่น่าเชื่อถือตรงข้ามกับกับในประเทศจีน ชาวจีนรู้จักใช้ประโยชน์จากส่วนต่างๆ ของจระเข้มากกว่า 2,000 ปี โดยใช้ ตีเลือด กระดุก และหนัง เป็นยาสมุนไพร (ชยันต์ และ วิเชียร, 2546) เมื่อจระเข้ในธรรมชาติมีจำนวนลดลงและมีพัฒนาการของการเพาะเลี้ยงจระเข้ในประเทศไทยที่ตีมากขึ้น ทำให้เกิดการนำเข้าประโยชน์จากจระเข้ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเหล่านี้ ดังนั้นผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมจระเข้หลายรายมีการส่งออกเลือดจระเข้พันธุ์ไทยในลักษณะเลือดแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยความร้อนส่งออกไปยังประเทศจีน ไต้หวัน หรือฮ่องกง เพื่อใช้เป็นยาสมุนไพรหรือส่วนผสมของตำรายาจีน คนไทยซึ่งอยู่ในประเทศไทยที่มีการเพาะเลี้ยงจระเข้พันธุ์ไทยอยู่ภายในประเทศมีการใช้ประโยชน์จากเลือดที่ถูกทิ้งไปในกระบวนการอุตสาหกรรมจระเข้แต่ละวันน้อยมาก

ปัญหาของการใช้เลือดจระเข้เป็นยาสมุนไพร เครื่องยาสัตว์วัตถุ หรือผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เพื่อสุขภาพ ที่มีอยู่ในวงแคบ ไม่แพร่หลาย อาจเนื่องมาจาก

1) การขาดข้อมูลทางวิชาการจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนองค์ประกอบหรือสารที่สำคัญ รวมถึงฤทธิ์หรือสรรพคุณที่มีอยู่ในเลือดจระเข้ โดยเฉพาะเลือดจระเข้พันธุ์ไทยซึ่งมีถิ่นกำเนิดและสามารถเพาะเลี้ยงได้อย่างดีในประเทศไทยของเรา

2) กระบวนการผลิตที่ไม่สะอาดและรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม โดยแต่เดิมมีกระบวนการผลิตฯ ได้เลือดจระเข้จากการตัดส่วนคอจระเข้ให้เลือดไหลลงมาในภาชนะรองเลือด เก็บเลือดใส่ถาด แล้วใช้การตากแห้งตามธรรมชาติโดยใช้แสงอาทิตย์ ซึ่งต่อมาได้พัฒนามาใช้การอบด้วยความร้อนสูงในตู้อบ ให้อยู่ในรูปเลือดจระเข้แห้งที่เป็นแผ่น หรือผงหยาบ บริโภคด้วยการกินโดยตรงหรือผสมกับน้ำผึ้ง

3) การขาดการสนับสนุนและส่งเสริมงานวิจัย การผลิต และใช้ผลิตภัณฑ์จากเลือดจระเข้ของภาครัฐและเอกชน อย่างจริงจัง

4) การประชาสัมพันธ์และให้ข้อมูลที่ถูกต้องกับผู้บริโภคมีน้อย ไม่กว้างขวาง ทั้งนี้ปัญหาในข้อนี้จะแก้ไขได้ หากไม่มีปัญหาในข้อที่กล่าวแล้วข้างต้น

จากปัญหาการดื้อยาปฏิชีวนะที่เกิดขึ้นในคนและในสัตว์ ตลอดจนการเกิดโรคชนิดใหม่ๆ ที่มีสาเหตุมาจากไวรัส เช่น โรคเอดส์ (AIDS), โรคซาร์ (SAR), โรคไข้หวัดนก (Bird flu) ฯลฯ รวมถึงอัตราการเกิดโรคไม่ติดต่อ เช่น มะเร็ง เบาหวาน ความดันโลหิตสูง ฯลฯ ที่มีสูงขึ้น ทำให้นักวิทยาศาสตร์จำนวนมากทั่วโลกให้ความสนใจในการศึกษาวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับภูมิคุ้มกันที่ได้รับมาตั้งแต่กำเนิด ทั้งในด้านองค์ประกอบและกลไกการทำงานฯ จากเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นถึงลักษณะการดำรงชีวิต คุณสมบัติ และการทำงานที่ดีภายในร่างกายของจระเข้ คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในจระเข้

น้ำจืดพันธุ์ไทย มาอย่างต่อเนื่อง (วิน และคณะ, 2546; Siruntawinetai *et al.*, 2003; Siruntawinetai *et al.*, 2004a; Siruntawinetai *et al.*, 2004b; Chaychomsri *et al.*, 2004a; Chaeychomsri *et al.*, 2004b; Siruntawinetai *et al.*, 2004c; Siruntawinetai *et al.*, 2005) ในลักษณะโครงการวิจัยเดี่ยวต่างๆ เลือดจระเข้ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นเลือดจระเข้แห้ง ไม่พบปรสิตทั้งในเลือดและในลำไส้ของจระเข้ เมื่อทดสอบความเป็นพิษหรือมีการทดสอบความปลอดภัยหลังการบริโภคทั้งในแบบเฉียบพลัน กิ่งเรื้อรัง และระยะเรื้อรังในหนูทดลอง พบว่ามีความปลอดภัยสูง ค่าทางโลหิตวิทยาและค่าทางชีวเคมีของหนูทดลองที่บริโภคเลือดจระเข้ที่อยู่ในเกณฑ์ปกติ รวมทั้งยังไม่พบการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อในร่างกายสัตว์ทดลองที่กินเลือดจระเข้ด้วย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเบื้องต้นถึงสารต้านจุลชีพจากซีรัม และส่วนสกัดของเม็ดเลือดขาวจระเข้พันธุ์ไทย (สุวิทย์ และ สมปอง, 2550) ในขณะเดียวกันนักวิทยาศาสตร์จากประเทศอเมริกา และออสเตรเลีย ซึ่งมีจระเข้ป่าและจระเข้เพาะเลี้ยงชนิดจระเข้อเมริกันหรืออัลลิเกเตอร์ (*American Alligator, Alligator mississippiensis*) และจระเข้ออสเตรเลีย (*Crocodylus johnstoni*) ตามลำดับ อยู่มากภายในประเทศ ก็มีการรายงานวิจัยที่คล้ายคลึงกันในจระเข้ดังกล่าว เนื่องจากความพร้อมและศักยภาพทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีของประเทศทั้งสองมีมากกว่าในประเทศไทย ทำให้การศึกษาวิจัยพื้นฐานและประยุกต์เกี่ยวกับเลือดจระเข้ในการหาสารออกฤทธิ์ต้านเนื้องอก ไวรัส และเสริมภูมิคุ้มกันของนักวิจัยจากทั้งสองประเทศจึงมีออกมาอย่างมากมายในช่วงเจ็ดปีที่ผ่านมา (Roche' *et al.*, 2003 ; Merchant *et al.*, 2003, 2004, 2005a, 2005b, 2005c, 2006a, 2006b, 2006c, 2006d, 2006e, 2007)

ในการสืบค้นข้อมูลสิทธิบัตรพบว่า ได้มีการจดสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเลือดจระเข้ และส่วนประกอบ ในกลุ่มประเทศยุโรป ประเทศอเมริกา และประเทศออสเตรเลีย เพื่อใช้เป็นในการต้านเนื้องอก (WO03007874, 2003 ; US20040247589, 2004 ; AU2002354891, 2004) ในประเทศจีนเพื่อใช้เป็นอาหารเม็ดกระตุ้นภูมิคุ้มกันต้านมะเร็ง (CN1465351, 2004) การประยุกต์เลือดจระเข้ในกระบวนการเพื่อเตรียมยาและอาหารเสริมสุขภาพต่อต้านมะเร็ง ไวรัส และเสริมภูมิคุ้มกัน (CN1634147, 2005) ข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าต่างประเทศให้ความสนใจ การค้นพบคุณสมบัติที่ดีที่มีในเลือดจระเข้ และนำประโยชน์จากเลือดจระเข้ที่ได้ประดิษฐ์คิดค้นมาพัฒนาเป็นยาสมุนไพร และผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพเป็นการบำบัดรักษาโรคมะเร็ง โรคติดเชื้อไวรัส แล้วจดสิทธิบัตรเพื่อคุ้มครองความคิดและการค้นพบเหล่านี้ นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อเดือนมีนาคมของปีนี้ องค์กรความร่วมมือเพื่อการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมภายในประเทศ (Rural Industries Research and Development Corporation, 2007) ของรัฐบาลออสเตรเลีย ได้รายงานการศึกษาวิจัยผลิตภัณฑ์ใหม่จากสัตว์ 5 ชนิด ได้แก่ จระเข้ นกฮูก แพะ จิงโจ้ และกระต่าย ซึ่งในประเทศออสเตรเลียมีจระเข้ น้ำจืดและจระเข้ น้ำเค็มในธรรมชาติ และฟาร์มจระเข้จำนวนมาก มีเลือดเป็นผลิตภัณฑ์เหลือทิ้งที่มีปริมาณประมาณ 10-

20 ตัน/ปี โดยสมมุติจากเลือด 0.6-1.25 กิโลกรัมต่อจระเข้หนึ่งตัว ที่ได้จากการฆ่าและจระเข้ 16,000 ตัว/ปี มีการให้ความสำคัญกับโอกาสที่จะทำตลาด และใช้ประโยชน์ทางการค้าและธุรกิจในอนาคตของเลือดจระเข้และผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการขนส่งออกซิเจนของฮีโมโกลบินจระเข้ และผลิตภัณฑ์ยาที่ได้มาจากเลือดจระเข้ และได้รายงานข้อมูลของไทยในการส่งออกเลือดจระเข้แห่งในรูปแบบแคปซูลไปยังประเทศจีน

สำหรับปัญหาในข้อ 2) ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตที่ไม่สะอาดและรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสมนั้น ได้มีการศึกษาวิจัยและพัฒนากระบวนการเก็บและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ภายใต้การสนับสนุนโครงการวิจัย (IRPUS) จากสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) ฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย 5) (จินดาวรรณ และคณะ, 2548, 2549) โดยได้วิจัยกระบวนการเจาะเก็บเลือดจระเข้ปริมาณมากจากอุปกรณ์เจาะเก็บเลือดที่จำเพาะ ซึ่งต่อมาได้พัฒนาเป็นเข็มเจาะ (คำขอลิขิตบัตรเลขที่ 0601001179, 16 มิถุนายน 2549 ; คำขอลิขิตบัตรเลขที่ 0801000372, 25 มกราคม 2551) ทำให้ได้เลือดที่สะอาด อยู่ในระบบปิดปราศจากการปนเปื้อนของเชื้อโรค เก็บในขวดแก้วขนาดใหญ่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาก่อนแล้ว จากนั้นนำเลือดจระเข้ดังกล่าวมาผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ และใช้กระบวนการทำแห้งเลือดจระเข้ไทยโดยใช้การระเหิดแห้งภายใต้ความเย็น (freeze-dry, lyophilization) (อนุสิทธิบัตรเลขที่ 5074, 4 กันยายน 2552) เพื่อการรักษาคุณภาพที่ดีของสารอาหารต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนโปรตีนและเปปไทด์ของเลือดจระเข้ และเมื่อเลือดจระเข้แห้งแล้วนำมาทำให้เป็นผงบรรจุในรูปของแคปซูล เพื่อสะดวกในการบริโภคและใช้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (เลือดจระเข้แคปซูล) ซึ่งปัจจุบันได้รับเลขสารบบ 10-1-04752-1-0001 จากคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ของกระทรวงสาธารณสุข เพื่อการจำหน่ายแล้ว ในช่วงที่ผ่านมาได้มีการประชาสัมพันธ์ผ่านทาง สกว. ไปยังสื่อวิทยุ โทรทัศน์ และสื่อสิ่งพิมพ์ เกี่ยวกับแคปซูลเลือดจระเข้แห่ง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากงานวิจัย ทำให้ผู้บริโภคที่เป็นผู้ชมหรือผู้อ่านเกิดความสนใจ และติดต่อมาเพื่อทดลองใช้เป็นจำนวนมาก ทั้งนี้เป็นกลุ่มผู้บริโภคที่เคยมีประสบการณ์เดิม จากการบริโภคเลือดจระเข้แห่งมาก่อนแล้ว และกลุ่มผู้บริโภคใหม่ที่ต้องการทดลองใช้เพื่อการบำบัดรักษาโรคต่างๆ ที่สำคัญคือ โรคโลหิตจาง โรคหอบหืด โรคกระเพาะ โรคเอดส์ โรคเบาหวาน และโรคความดันโลหิตสูง ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ข้อมูลตอบรับที่ดีต่อผลิตภัณฑ์เลือดจระเข้แห่ง หมายความว่าไปได้ในการสัมฤทธิ์ผลต่ออาการผิดปกติ หรืออาการป่วยของผู้ป่วยที่ขอรับบริการวิชาการจากผลงานวิจัยที่ได้เป็นอย่างดี ทำให้เกิดโจทย์วิจัยใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติที่ดีที่น่าจะมีอยู่ของเลือดจระเข้พันธุ์ไทย

จากผลกระทบของปัญหาและสถานภาพของงานวิจัยเลือดจระเข้พันธุ์ไทย ความสนใจและการตื่นตัวในการใช้ประโยชน์จากเลือดสัตว์สมุนไพรร (จระเข้) ของต่างประเทศดังกล่าวข้างต้น เป็นการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนของวัตถุดิบธรรมชาติที่ได้จากทรัพยากรจระเข้ที่มีอยู่ในประเทศภายใต้ทฤษฎีเศรษฐกิจพอเพียง ถมลพิษทางน้ำของสิ่งแวดล้อมจากการทิ้งเลือดจระเข้ไปอย่างเปล่า

ประโยชน์ ในระหว่างกระบวนการของอุตสาหกรรมจะเข้ ตลอดจนสถานการณ์ของการเกิดโรคติดเชื้อ (เช่น โรคเอดส์) และโรคไม่ติดเชื้อต่างๆ (เช่น โรคโลหิตจาง โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ) ของประเทศไทยที่มีเพิ่มและรุนแรงมากขึ้น ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มสูงขึ้นมากของการนำเข้ายาและผลิตภัณฑ์อาหารเสริมจากต่างประเทศ และแนวโน้มที่ดีของการใช้สารจากธรรมชาติเพื่อการบำบัดรักษาโรครวมถึงการประยุกต์ใช้ประโยชน์ของการแพทย์แผนไทยในส่วนของที่เกี่ยวข้องกับสัตว์สมุนไพร และการพัฒนาตำรับยาในอนาคต จึงเกิดการเชื่อมโยงการทำงานวิจัยร่วมกันของหลายๆ สถาบันทางด้านการเกษตร วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ เพื่อให้เกิดศักยภาพในการได้มาซึ่งองค์ความรู้ต่างๆ ที่สำคัญของเลือดจระเข้ ซึ่งจะนำไปสู่การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัยที่ดี และให้ทันกับสถานการณ์ของโลก ใช้ประโยชน์ในการป้องกันโรคและการรักษาสุขภาพ โดยริเริ่มเป็นโครงการวิจัยแบบบูรณาการของเลือดจระเข้พันธุ์ไทยเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพ ตามแผนงานวิจัยฉบับนี้

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย (ภาพรวมทั้งแผนงาน)

วัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัยฯ ในปีที่ 2 เพื่อวิจัยศึกษาองค์ความรู้ต่างๆ ที่สำคัญของเลือดจระเข้พันธุ์ไทย (*Crocodylus siamensis*) ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี กระบวนการเกาะเก็บเลือดโดยไม่ทำลายชีวิต การศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง และฤทธิ์ต้านเชื้อ HIV จากเลือดจระเข้ ผลของเลือดจระเข้ต่อการงอกของเซลล์ประสาท และปกป้องการทำลายเซลล์จากอนุมูลอิสระ การพัฒนาไส้กรอกไขมันต่ำเสริมโยอาหารที่มีสารยับยั้งเอนไซม์แองจิโอเทนซินคอนเวอร์ตติงเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพจากเลือดจระเข้ไทย ซึ่งผลจากงานวิจัยต่างๆ ของโครงการย่อยในแผนงานวิจัยนี้จะป็นแนวทางสู่การใช้ประโยชน์เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรเลือดจระเข้พันธุ์ไทยที่สะอาดมีคุณภาพ เพื่อใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพ สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ภาคเอกชน และเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันกับต่างประเทศ ตลอดจนเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตจระเข้เพิ่มมูลค่าให้กับจระเข้ ส่งเสริมรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงจระเข้ และเป็นการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืนของทรัพยากรจระเข้ของไทย

3. รายละเอียดความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัยย่อย

ในแผนงานวิจัยฯ (ปีที่ 2) นี้ ประกอบด้วยโครงการวิจัยที่ศึกษาคุณสมบัติของเลือดจระเข้ในแง่มุมต่างๆ อันจะนำมาซึ่งองค์ความรู้ใหม่ที่สำคัญเกี่ยวกับเลือดจระเข้สายพันธุ์ไทยของเราเอง (แสดงดังในแผนภูมิรอบแนวคิด) ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมีของส่วนประกอบของเลือดจระเข้พันธุ์ไทยและการวิเคราะห์โปรตีนของเลือดครบและส่วนแยกต่างๆ ของเลือดจระเข้ (โครงการวิจัยที่ 1)

การพัฒนากระบวนการเจาะเก็บเลือดจระเข้โดยไม่ทำลายชีวิต (โครงการวิจัยที่ 2) การศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง และฤทธิ์ต้านเชื้อ HIV จากเลือดจระเข้ (โครงการวิจัยที่ 7) ผลของเลือดจระเข้ต่อการงอกของเซลล์ประสาท และป้องกันการทำลายเซลล์จากอนุมูลอิสระ (โครงการวิจัยที่ 8) การพัฒนาไส้กรอกไขมันต่ำเสริมโยอาอาหารที่มีสารยับยั้งเอนไซม์แองจิโอเทนซินคอนเวอร์ตติงเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพจากเลือดจระเข้ไทย (โครงการวิจัยที่ 9) และโครงการบริหาร ซึ่งเป็นโครงการประสานโครงการย่อยต่างๆ ในแผนงานวิจัยฯ (โครงการวิจัยที่ 10)

โครงการย่อยที่ 1. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเลือดจระเข้พันธุ์ไทย

(Study on Chemical Compositions of Siamese Crocodile Blood)

หน่วยงานที่รับผิดชอบ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หัวหน้าโครงการ รศ. ดร. จินดาวรรณ สิริันทวินิต

โครงการย่อยที่ 2. การพัฒนากระบวนการเจาะเก็บเลือดจระเข้โดยไม่ทำลายชีวิต

(Process Development for Crocodile Blood Collection with Crocodile Life

Maintaining

หน่วยงานที่รับผิดชอบ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หัวหน้าโครงการ รศ. ดร. วิน เชยชมศรี

โครงการย่อยที่ 7. การศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง และฤทธิ์ต้านเชื้อ HIV จากเลือด

จระเข้ (Study on Cytotoxicity against Human Cancer and Anti-HIV Activity of Crocodile Blood)

หน่วยงานที่รับผิดชอบ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

หัวหน้าโครงการ รศ. ดร. อรุณพร อธิรัตน์

โครงการย่อยที่ 8. ผลของเลือดจระเข้ต่อการงอกของเซลล์ประสาท และป้องกันการทำลาย

เซลล์จากอนุมูลอิสระ (Effect of Crocodile Blood on Neurite Outgrowth and Neuroprotection from Free Radical)

หน่วยงานที่รับผิดชอบ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

หัวหน้าโครงการ ผศ. พิมลวรรณ อัครกัญญา (ทัพยาพิจารณ์)

โครงการย่อยที่ 9. การพัฒนาไส้กรอกไขมันต่ำเสริมโยอาอาหารที่มีสารยับยั้งเอนไซม์แองจิ

โอเทนซินคอนเวอร์ตติงเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพจากเลือดจระเข้ไทย

(Development of Low-fat High-fiber Sausage Containing Angiotensin Converting Enzyme Inhibitor as a Functional Food Product from Siamese Crocodile Blood)

หน่วยงานที่รับผิดชอบ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
หัวหน้าโครงการ ดร. สิริندا กุสุมภ์

โครงการย่อยที่ 10. โครงการบริหาร

หน่วยงานที่รับผิดชอบ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
หัวหน้าโครงการ รศ. ดร. จินดาวรรณ สิริันทวีเนติ

สาระสังเขปของแต่ละโครงการวิจัยดังนี้

1) โครงการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเลือดจระเข้พันธุ์ไทย ที่สำคัญต่างๆ ที่มีอยู่ในเลือดจระเข้พันธุ์ไทย และส่วนแยกต่างๆ ของเลือดจระเข้ ทั้งในกลุ่มอินทรีย์สาร ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และกลุ่มอนินทรีย์สาร ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุต่างๆ รวมถึงการศึกษาวิเคราะห์ในรายละเอียดของอินทรีย์สารที่มีสัดส่วนมากที่สุดในร่างกายคือ โปรตีน โดยอาศัยเทคนิคทางโปรตีโอมิกส์ และชีวเคมีอื่นๆ เป็นเครื่องมือในการศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญ ทางวิชาการจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ สนับสนุนองค์ประกอบหรือสารที่สำคัญ รวมถึงฤทธิ์หรือสรรพคุณที่มีอยู่ในเลือดจระเข้พันธุ์ไทย สามารถนำข้อมูลจากการวิจัยและศึกษานี้ไปใช้อธิบายและเชื่อมโยงกับโครงการวิจัยอื่นๆ ในแผนงานวิจัยนี้ และเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพโดยใช้เลือดจระเข้หรือสารสกัดจากเลือดจระเข้เป็นส่วนประกอบ (การดำเนินงานวิจัย ปีงบประมาณ 2551 - 2553)

2) โครงการศึกษาการพัฒนากระบวนการเจาะเก็บเลือดจระเข้พันธุ์ไทย โดยไม่ทำลายชีวิต ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาในระยะยาวต่อเนื่อง ในแง่ของระยะเวลาและปริมาณเลือดที่เหมาะสมในการเจาะแต่ละครั้ง ที่ไม่กระทบต่อสุขภาพของจระเข้ผู้ให้เลือด ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน เป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาการขาดแคลนเลือดจระเข้ในอนาคตเมื่อมีความต้องการวัตถุดิบเพิ่มมากขึ้น ใช้ประกอบการวางแผนการผลิตให้เพียงพอกับความต้องการของตลาด และยังใช้จระเข้เป็นพ่อแม่พันธุ์ เป็นทางเลือกใหม่ให้กับกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ต้องการทำลายชีวิตจระเข้ และเป็นการใช้ประโยชน์จากจระเข้อย่างยั่งยืน(การดำเนินงานวิจัย ปีงบประมาณ 2551 - 2553)

7) โครงการศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง และฤทธิ์ต้านเชื้อ HIV จากเลือดจระเข้ โดยศึกษาฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง 4 ชนิด คือ เต้านม (MCF-7) ปอด (COR-L23) ตับ (HepG2) และปากมดลูก (Hela) โดยวิธี SRB ตลอดจนศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ฤทธิ์ต้านการอักเสบ โดยการศึกษาฤทธิ์ยับยั้ง Nitric Oxide วิธี Griess reagent ในห้องปฏิบัติการ

ซึ่งผลที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานของการนำไปใช้ศึกษาทางคลินิกในผู้ป่วยโรคมะเร็งและผู้ป่วยโรคเอดส์ต่อไป

8) โครงการศึกษาผลของเลือดจระเข้ต่อการงอกของเซลล์ประสาท และปกป้องการทำลายเซลล์จากอนุมูลอิสระ โดยการศึกษาจากแบบจำลองทางห้องปฏิบัติการในเซลล์เพาะเลี้ยง ซึ่งสามารถประเมินประสิทธิผลของการใช้ได้ในระดับเบื้องต้น เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานของการวิจัยเชิงลึก ในการนำผลิตภัณฑ์จากเลือดจระเข้มาใช้กับผู้ที่มีการส่งเสริมสุขภาพในแง่บำรุงประสาท ชะลอความชรา การเพิ่มความจำต่อไป

9) โครงการศึกษาการพัฒนาไส้กรอกไขมันต่ำเสริมใยอาหารที่มีสารยับยั้งเอนไซม์แองจิโอเทนซินคอนเวอร์ตติงเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพจากเลือดจระเข้ไทย เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพ จากสารสกัดจากเลือดจระเข้ไทย ซึ่งเป็นโครงการนำร่อง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เลือดจระเข้ เพื่อความเหมาะสมกับผู้บริโภคในกลุ่มต่างๆ โดยคำนึงถึงคุณภาพและคุณค่าที่จะได้จากเลือดจระเข้ร่วมด้วย

10) โครงการบริหาร เป็นโครงการประสานโครงการย่อยต่างๆ ในแผนงานวิจัย ดำเนินการเรื่องการจัดประชุมเพื่อประเมินผลและติดตามงาน การจัดทำรายงานความก้าวหน้า และเป็นศูนย์กลางของจัดการแจกเก็บเลือดจระเข้พันธุ์ไทย เตรียมตัวอย่างจระเข้ และส่วนแยกต่างๆ ของเลือดจระเข้ ซึ่งต้องใช้ร่วมกันหลายโครงการย่อย เพื่อลดงบประมาณ

การเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัยย่อย ในแผนงาน แสดงในภาพที่ 1. แผนภูมิแสดงกรอบแนวคิดของแผนงานวิจัยฯ

4. สรุปผลการวิจัย (ภาพรวมทั้งแผนงาน)

จระเข้พันธุ์ไทยเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย แต่เดิมทิ้งเลือดจระเข้ไปโดยเปล่าประโยชน์ ปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้ผลงานวิจัยเลือดจระเข้จนเกิดเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเลือดจระเข้แคปซูล เกิดการเพิ่มมูลค่าให้กับเลือดจระเข้ เพื่อสนับสนุนการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนของวัตถุดิบธรรมชาติจากจระเข้เพาะเลี้ยงภายใต้ทฤษฎีเศรษฐกิจพอเพียง การใช้สารจากธรรมชาติเพื่อการบำบัดรักษาโรค ป้องกันโรค และส่งเสริมสุขภาพของประชาชน ตลอดจนลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์ยาและอาหารเสริมสุขภาพจากต่างประเทศ รวมถึงการประยุกต์ใช้ประโยชน์ของการแพทย์แผนไทยที่เกี่ยวข้องกับสัตว์สมุนไพร และการพัฒนาตำรับยาในอนาคต จึงเกิดโครงการวิจัยแบบบูรณาการของเลือดจระเข้พันธุ์ไทยเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพตามแผนงานวิจัยนี้) ซึ่งผลจากงานวิจัยต่างๆ ของโครงการย่อยในแผนงานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางสู่การใช้ประโยชน์เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรเลือดจระเข้พันธุ์ไทยที่สะอาดมีคุณภาพ เพื่อใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพ สามารถถ่ายทอด

เทคโนโลยีให้แก่ภาคเอกชน และเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันกับต่างประเทศ ตลอดจนเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตจระเข้ เพิ่มมูลค่าให้กับจระเข้ ส่งเสริมรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงจระเข้ และเป็นการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืนของทรัพยากรจระเข้ของไทย การวิจัยนี้เป็นปีที่ 2 ของระยะเวลา 3 ปีของแผนงานวิจัย ได้ศึกษาคุณสมบัติของเลือดจระเข้ในแง่มุมต่างๆ ได้แก่ (โครงการวิจัยที่ 1) องค์ประกอบทางเคมีของส่วนประกอบของเลือดจระเข้พันธุ์ไทย ทำให้ได้ข้อมูลของโปรตีนหรือเปปไทด์บ่งชี้ที่สำคัญในเลือดจระเข้พันธุ์ไทย ในส่วนของซีรัม ซึ่งเป็นข้อมูลเอกลักษณ์ของเลือดจระเข้พันธุ์ไทยในด้านโปรตีนโอโมของซีรัมจระเข้พันธุ์ไทย ซึ่งจะมีประโยชน์ต่องานวิจัยต่อเนื่อง การศึกษาขั้นสูงและการประยุกต์ใช้เลือดจระเข้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพต่อไป (โครงการวิจัยที่ 2) การพัฒนากระบวนการเจาะเก็บเลือดจระเข้โดยไม่ทำลายชีวิต พบว่าจระเข้พันธุ์ไทย ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ย 22.71 ± 0.81 กิโลกรัม มีปริมาณเลือดเฉลี่ย 598.33 ± 23.17 มิลลิลิตร) การเจาะเลือดปริมาณ 150 มิลลิลิตร หรือประมาณ 25% ของเลือดทั้งหมดในร่างกาย ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ และจระเข้สามารถเสริมสร้างเม็ดเลือดได้ดีและเร็ว สามารถนำกรรมวิธีที่ได้จากงานวิจัยไปใช้ประโยชน์เป็นทรัพย์สินทางปัญญา พร้อมขยายผลและประชาสัมพันธ์เพื่อการใช้ประโยชน์ต่อไป ตามแผนดำเนินการที่จะทำต่อไปในปีที่ 3 ของโครงการวิจัย (โครงการวิจัยที่ 7) การศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง และฤทธิ์ต้านเชื้อ HIV จากเลือดจระเข้ โดยศึกษาฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง 4 ชนิด คือ เต้านม (MCF-7) ปอด (COR-L23) ตับ (HepG2) และปากมดลูก (Hela) พบว่าเลือดจระเข้ในส่วน Whole blood ซีรัม และพลาสมา ที่ละลายด้วยตัวทำละลายต่างๆ เช่น PBS, DMSO, 95% Ethanol, 10% HCl และ 10% NaHCO₃ ไม่มีฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งทั้งสี่ชนิด ซึ่งตัวอย่างเลือดจระเข้ที่ละลายด้วย 10% HCl มีฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งมากกว่าตัวอย่างที่เลือดจระเข้ละลายด้วยตัวทำละลายตัวอื่น ไม่พบฤทธิ์ต้าน HIV-1 protease และฤทธิ์ต้าน HIV-1 integrase และตัวอย่างเลือดจระเข้ไม่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ต้านการอักเสบ แต่เมื่อทดสอบการยับยั้งฤทธิ์ต้านการก่อภูมิแพ้ พบว่าเลือดจระเข้ส่วนของพลาสมาที่ละลายด้วย DMSO มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 12.91 µg/ml และส่วน Whole blood ซีรัม และพลาสมา ที่ละลายด้วย 10% HCl มีค่า IC₅₀ อยู่ใน 30 – 50 µg/ml จากการทดสอบฤทธิ์ต่างๆ พบว่าตัวอย่างเลือดจระเข้มีฤทธิ์ต้านการก่อภูมิแพ้ดีที่สุด และเมื่อตัวอย่างเลือดจระเข้ถูกละลายด้วยตัวทำละลายคือ 10% HCl ซึ่งเป็นกรด พบว่ามีฤทธิ์ต่อการทดสอบเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นในการสกัดเลือดจระเข้ควรอยู่ในภาวะกรด (โครงการวิจัยที่ 8) ผลของเลือดจระเข้ต่อการงอกของเซลล์ประสาท และปกป้องการทำลายเซลล์จากอนุมูลอิสระ ศึกษาผลของซีรัมจากเลือดจระเข้ต่อการงอกใยประสาทในเซลล์ประสาทเพาะเลี้ยง (PC12) และหาปริมาณโปรตีนที่เซลล์สร้างขึ้นในกระบวนการเปลี่ยนรูปร่างเซลล์และการงอกใยประสาท (MEK1) โดยใช้ซีรัมจากจระเข้ 10 ตัว (เพศผู้ 5 ตัว เพศเมีย 5 ตัว) ที่ถูกทำแห้งภายใต้ความเย็นจัดเจือจางด้วยความเข้มข้นต่างๆ กัน พบว่าซีรัมที่ความเข้มข้น 25.26 mg/ml มีผลให้เซลล์ PC 12 ตายร้อยละ 50 (IC₅₀) และ

เมื่อเจือจางซีรัมที่ความเข้มข้น 4 mg/ml มีผลให้เซลล์แบ่งตัวได้เพิ่มขึ้น และมีผลให้เซลล์งอกใยประสาทได้ร้อยละ 9.04 ± 3.42 ในจำนวนนับ 100 เซลล์ ซึ่งมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ให้อัตราการเติบโตของเซลล์ประสาท (NGF) 2 ng/ml (นัยสำคัญ $p < 0.5$) กลุ่มเซลล์ที่มีการงอกใยประสาทนี้และกลุ่มที่ให้ NGF 50 ng/ml มีการสร้างโปรตีน MEK-1 เพิ่มขึ้นจากกลุ่มควบคุมเป็นร้อยละ 204 ± 28.91 และ 253.26 ± 34.2 ต่างจากกลุ่มควบคุม (นัยสำคัญ $p < 0.5$) (โครงการวิจัยที่ 9) การพัฒนาไส้กรอกไขมันต่ำเสริมใยอาหารที่มีสารยับยั้งเอนไซม์แองจิโอเทนซินคอนเวอร์ตติงเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพจากเลือดจระเข้ไทย พบว่าสูตรที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุดคือ สูตรที่มีปริมาณกระชายสูงกว่า และมีขมิ้นผงและผิวมะกรูดที่ต่ำกว่าสูตรอื่นๆ เมื่อนำสูตรนี้มาแปรอัตราส่วนมันหมูแข็งและอินนูลินเป็น 5 ระดับคือ สูตรไขมันเต็ม (control) สูตรไขมันต่ำ 25% (25F) สูตรไขมันต่ำเสริมอินนูลิน 3% (3I) สูตรไขมันต่ำเสริมอินนูลิน 6% (6I) และสูตรไขมันต่ำเสริมอินนูลิน 9% (9I) คัดเลือกอัตราส่วนของอินนูลินที่เหมาะสมจากการวัดการเสียน้ำหนักหลังปรุงสุก ค่าความคงตัวของอิมัลชัน ค่าสี ค่าลักษณะเนื้อสัมผัส ด้านความแข็ง ความยืดหยุ่น และความสามารถในการยึดเกาะของตัวอย่าง และการประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ ความชุ่มน้ำ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่าไส้กรอกไขมันต่ำที่เสริมอินนูลิน 6% ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุด เมื่อแทนไขมันด้วยเลือดจระเข้ไฮโดรไลเซต พบว่าสูตรที่ลดไขมันลงเหลือ 15% ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุด โดยองค์ประกอบของสูตรนี้มีน้ำ ไขมัน โปรตีน เส้นใย คาร์โบไฮเดรต และเกลือ 65, 3.5, 16.5, 0.72 และ 7.5 % โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และเมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกสูตรที่ได้รับคัดเลือก โดยการบรรจุในพลาสติก LDPE ปิดผนึกแบบสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคตลอดการเก็บ และสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานกว่า 7 วัน (โครงการวิจัยที่ 10) โครงการบริหาร ซึ่งเป็นโครงการประสานโครงการย่อยต่างๆ ในแผนงานวิจัยฯ มีการประชุมหัวหน้าโครงการวิจัยย่อยรวมกัน หรือใช้วิธีติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โทรศัพท์ และไปรษณีย์ เพื่อการสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูล ทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ที่ดีของงานวิจัยในแผนงานฯ

5. ประโยชน์ที่ได้รับ

- 5.1 ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อสุขภาพและเป็นที่ยอมรับของสากลและสามารถขายไปยังต่างประเทศได้ ดังต่อไปนี้

ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

- แคปซูลเลือดจระเข้แห้งสำหรับผู้ที่ต้องการบำรุงร่างกาย 1 ผลิตภัณฑ์
- ทราบองค์ประกอบทางเคมีของเลือดจระเข้และส่วนแยกต่างๆ

- แนวทางการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมอาหารรูปแบบใหม่จากส่วนแยกต่างๆ ที่มีสารออกฤทธิ์

ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ (Functional food)

- ผลิตภัณฑ์ใส่กรดกลูตาไมนเสริมใยอาหาร
- ทราบฤทธิ์ของสารสำคัญในเลือดจระเข้และส่วนแยกต่างๆ ตลอดจนสารที่สกัดได้จากเลือดจระเข้ ในการป้องกันและช่วยรักษาโรค เช่น โรคติดเชื้อ โรคมะเร็ง โรคความดัน โรคเบาหวาน โรคโลหิตจาง
- ทราบผลของการใช้สารสกัดจากเลือดจระเข้ในสร้างความแข็งแรงของเซลล์ผิวหนังและการสมานแผล

5.2 ได้แนวทางในการพัฒนาเป็นตำรับยาและผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับผู้ป่วยโดยเฉพาะที่มีปัญหาเรื่องโลหิตจาง ความดัน เบาหวาน มะเร็ง โรคติดเชื้อ ที่มีงานวิจัยทางคลินิกรองรับจนใช้ในโรงพยาบาลได้

5.3 เป็นการสร้างงานแก่ภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงจระเข้

5.4 มีนักวิจัยที่มีความหลากหลายมาคิดงาน และทำงานบูรณาการ ซึ่งกันและกัน

5.5 ได้สิทธิบัตรจากการเตรียมผลิตภัณฑ์ และผลงานตีพิมพ์อย่างน้อย 5 ผลงาน

5.6 มีส่วนสนับสนุนการเรียนการสอนของนิสิต/นักศึกษา ระดับอุดมศึกษาและบัณฑิตศึกษาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

6. หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

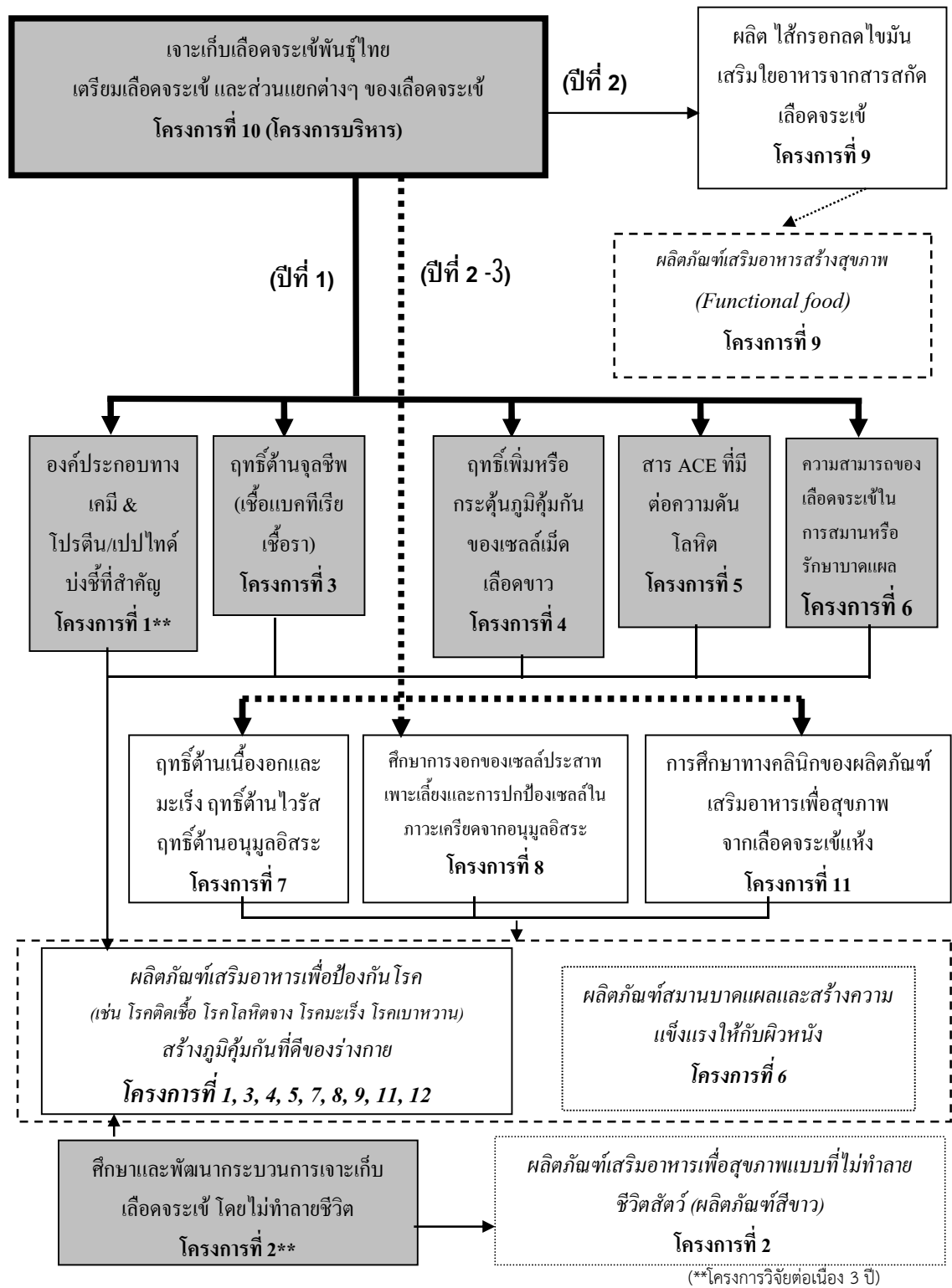
6.1 หน่วยงานรัฐ

กระทรวงสาธารณสุข สภาวิจัย สถาบันการศึกษา (องค์ความรู้และผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ)

6.2 หน่วยงานเอกชน

ฟาร์มจระเข้และบริษัทที่เกี่ยวข้องกับจระเข้ (องค์ความรู้ การพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อใช้เลือดเป็นวัตถุดิบที่สะอาดมีคุณภาพ)

บริษัทและโรงงานที่มีธุรกิจผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพ (มีผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพ หรือสมุนไพรที่มีมาตรฐานและมีข้อพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก)



ภาพที่ 1. แผนภูมิแสดงกรอบแนวคิดของแผนงานวิจัยฯ