บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผล

อภิปราย

1. การสกัดน้ำมันมะพร้าวและกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าว

จากการสกัดน้ำมันมะพร้าวโดยความร้อนและวิธีทางชีวภาพ พบว่าการสกัดโดยความร้อนได้ปริมาณน้ำมันมากกว่าการสกัดโดยวิธีทางชีวภาพ โดยที่ปริมาณผลผลิตที่ได้ประมาณ 17.00±1.32 % และ15.66±0.62 % ของกะทิ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ นันทวัน จันทร์วลัยพร, เศรษฐิพร ม่วงสุนทร, ดวงดาว ฉันทศาสตร์, รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล และมัลลิกา ชมนาวัง (2548) ที่ได้ทำการทดลองสกัดน้ำมันมะพร้าวโดยใช้วิธีทางชีวภาพ คือการเติมเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus spp.* ลงในกะทิ จากนั้นทำการศึกษาถึงปริมาณ สภาวะ และระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัด โดยเปรียบเทียบปริมาณและคุณภาพน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากวิธีทางชีวภาพกับวิธีการหมักน้ำกะทิโดยการตั้งทิ้งไว้ตามธรรมชาติและวิธีการเคี่ยวน้ำกะทิซึ่ง เป็นวิธีที่ทำกันโดยทั่วไป พบว่าน้ำมันมะพร้าวที่สกัดจากกะทิด้วยวิธีทางชีวภาพที่ระยะเวลา 3 วัน ได้ปริมาณน้ำมันมากกว่าการหมักที่ระยะเวลา 5 วัน แต่น้อยกว่าวิธีการเคี่ยวน้ำกะทิในเวลา 2 ชั่วโมง แต่แตกต่างกับผลการทดลองของ Che Man, Abdul Karim, and Teng (1997) ซึ่งทดลองสกัดน้ำมันมะพร้าวโดยแบคทีเรีย *L. plantarum* 1041 IAM ซึ่งใช้เนื้อมะพร้าวบดผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 w/v นวดผสมนาน 5 นาที แล้วคั้นกะทิออกมา ควบคุมอุณหภูมิกะทิที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วเติม *L. plantarum* ปริมาณ 5 % ควบคุมอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง จะให้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวออกมามากที่สุด คือ 95.06 % ของน้ำมันที่มีในกะทิทั้งหมด ซึ่งปริมาณไขมันในกะทิจากเนื้อมะพร้าวขูดคั้นโดยใช้น้ำในอัตราส่วน 1:1 มีปริมาณไขมันประมาณ 30.8 % ของกะทิ (ณัฐวุฒิ อัสวานุวัตร, วรินทร ศรีประโมทย์, ผุสนี ทัดพินิจ และวราภัสร์ พากเพียรกิจวัฒนา, 2552) ในขณะที่การทดลองการสกัดด้วยวิธีทางชีวภาพ คิดเป็นปริมาณเพียงประมาณ 50.83 % ของน้ำมันที่มีในกะทิทั้งหมด และจากรายงาน ลลิตา อัตนโถ (2549) เปรียบเทียบปริมาณผลผลิต (% Yield) และคุณภาพของน้ำมันมะพร้าว โดยการแยกน้ำมันจากกะทิด้วยกระบวนการแบบเปียก (Wet Process) คือ การแยกน้ำมันด้วยเอนไซม์ตามธรรมชาติในกะทิ โดยการคั้นกะทิจากเนื้อมะพร้าวสดโดยไม่เติมน้ำ นำกะทิมาเจือจางด้วยน้ำในอัตราส่วน 1:1 และ 2:1 ของน้ำหนักกะทิและตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง พบว่ามีน้ำมันแยกชั้นออกมาคิดเป็น 20.7 และ 25.8 % ของน้ำหนักกะทิ และได้น้ำมันที่มีลักษณะใสและมีกลิ่นหืน ซึ่งผลผลิตที่ได้มากกว่าการทดลอง เมื่อทำการพิจารณา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากกลไกการสกัดโดยความร้อนและวิธีทางชีวภาพ การสกัดด้วยความร้อนเป็นการให้ความร้อนกับกะทิอย่างต่อเนื่อง จนทำให้โปรตีนในกะทิเสื่อมสภาพธรรมชาติ ซึ่งโปรตีนจะรวมตัวกันและจับกับอนุภาคน้ำ มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาวอยู่ด้านล่างของภาชนะ โดยโปรตีนจะเริ่มรวมตัวกันเมื่ออุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ขึ้นไป โปรตีนที่พบในกะทิได้แก่ อัลบูมิน โกลบูลิน โปรลามีน และกลูเตลิน จะรวมตัวกันโดยความร้อนอย่างง่ายดาย ส่วนใหญ่ที่พบคือ โกลบูลิน และอัลบูมิน ซึ่งมีมากกว่า 80 % ของโปรตีนในเนื้อมะพร้าวทั้งหมด และ 90 % ของโปรตีนในกะทิ (ปฏิญญา จิยิพงศ์, 2552; พธิญา แก้วสวี, 2552; ทศพรพรรณ รัตนภักดี, 2546) เมื่อโปรตีนเสื่อมสภาพธรรมชาติ จะลดประสิทธิภาพในการทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ และเมื่อให้ความร้อนระยะเวลานานน้ำมันจะมีสีเข้มขึ้น เนื่องจากน้ำตาลซูโครสและสตาร์ชที่อยู่ในกะทิเกิดปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชัน (Caramelization) จึงส่งผลต่อสีของน้ำมัน (สุวิมล อริยประกาย, ธนโชติ ลิมปโชติ และพาสวดี ประทีปะเสน, 2554) ส่วนการสกัดโดยวิธีทางชีวภาพเป็นการให้ *L. plantarum* ใช้น้ำตาลในการทำให้เกิดกรดแลคติกโดยที่เชื้อมีการเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วในสภาวะที่ไม่มีอากาศ และผลิตกรดแลคติกเพื่อทำลายอิมัลชั่นของน้ำกะทิ ทำให้น้ำกะทิเกิดการแยกชั้น การเติมเชื้อมากขึ้นก็จะยิ่งเร่งการเกิดปฏิกิริยาทำให้กระบวนการแยกชั้นของน้ำมันเกิดขึ้นได้เร็วและมีปริมาณมากตามปริมาณของเชื้อที่เพิ่มขึ้น โดยเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสในน้ำกะทิให้กลายเป็นกรดแลคติกมากขึ้นด้วย ซึ่งกรดแลคติกจะทำลายเยื่อเมมเบรนที่หุ้มเมล็ดไขมันให้แตกออกทำให้น้ำมันรวมตัวกันเป็นเม็ดขนาดใหญ่และถูกสกัดออกมาได้มากขึ้น ดังนั้น เมื่อมีปริมาณกรดแลคติกมากขึ้นปริมาณของน้ำมันที่สกัดได้จึงมากขึ้นด้วย (Che Man, Abdul Karim, & Teng, 1997) จากกลไกดังกล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการสกัดโดยความร้อนมีปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องเพียงความร้อนและระยะเวลาในการการสกัดเท่านั้น ในขณะที่การสกัดโดยวิธีทางชีวภาพต้องอาศัยปัจจัยเช่น อุณหภูมิน้ำในการคั้นกะทิ ปริมาณน้ำ ระยะเวลาในการหมัก (Che Man, Abdul Karim, & Teng, 1997; Handayani, Sulistyo, & Rahayu, 2009) pH ปริมาณออกซิเจน สภาวะอากาศ ปริมาณโปรตีน โครงสร้างอิมัลชัน (Kumalaningsih & Padaga, 2012) และรวมถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเจริญของ *L. plantarum* เป็นต้น ปัจจัยต่าง ๆ จึงอาจส่งผลต่อปริมาณน้ำมันที่ได้ อย่างไรก็ตาม ในการสกัดด้วยความร้อนยังมีน้ำมันหลงเหลืออยู่ในส่วนกากของโปรตีนอยู่จำนวนหนึ่ง และในการสกัดทางชีวภาพยังเหลือน้ำมันอยู่ในน้ำและครีมเนื่องกระบวนการแยกน้ำมันและการทำลายอิมัลชันที่เกิดไม่สมบูรณ์บางส่วน ซึ่งครีมที่เหลือจากการสกัดโดยทางชีวภาพสามารถนำมาสกัดโดยความร้อนต่อได้ และนอกจากการสกัดทางชีวภาพจะใช้ *L. plantarum* ในการสกัดทางชีวภาพยังสามารถใช้จุลินทรีย์อื่นในการสกัดได้ เช่น งานวิจัยของ Handatani, Sulistyo, and Rahayu (2009) ได้ทำการศึกษาสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยวิธีทางชีวภาพ โดยนำเชื้อจุลินทรีย์หลายสายพันธุ์มาทำการศึกษาผลของการสกัด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

น้ำมันมะพร้าวจากกะทิโดยการใช้เอนไซม์จากจุลินทรีย์ ซึ่งเอนไซม์จะทำการย่อยโปรตีนในสารละลายอิมัลชันเพื่อให้อิมัลชันแตกตัว ซึ่งเชื้อที่นำมาทำการศึกษาได้แก่ *L. bulgaricus, Aspergillus oryzae, Candida rugosa* และ *Saccharomyces cerevisiae* โดยการเตรียมกล้าเชื้อในกะทิ จากนั้นนำไปบ่มที่ 25, 30, 35, 40 และ 45 องศาเซลเซียสและทำการปรับ pH เริ่มต้นให้อยู่ที่ 3, 4, 5 และ 6 ทำการบ่มที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน จากนั้นทำการเขย่าเป็นเวลา 5 วัน ทำการเติมกล้าเชื้อที่เตรียมได้ลงในกะทิ เพื่อศึกษาว่าการแยกชั้นของกะทิมีปัจจัยมาจากเชื้อที่เติมลงไปหรือไม่ ซึ่งจากการทดลองดังกล่าวพบว่า อุณหภูมิ และ pH ในการเพาะกล้าเชื้อเพื่อสร้างเอนไซม์ไม่มีผลต่อปริมาณร้อยละของผลผลิต สายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์มีผลต่อร้อยละของผลผลิตโดยการหมักโดยใช้ *L. bulgaricus* ให้ปริมาณผลผลิตประมาณร้อยละ 27 ในขณะที่การสกัดโดยใช้ส่วนผสมของเอนไซม์ร้อยละ 1 ได้แก่ cellulase, polygalacturonase และ α-amylase สกัดน้ำมันออกมาได้ร้อยละ 21 ถึง 28 ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กับการใช้จุลินทรีย์ที่สร้างเอนไซม์เพื่อย่อยโปรตีน และจากการวิจัยของ Kumalaningsih and Padaga (2012) พบว่าแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกยังมีการปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ เมื่อสร้างสภาวะที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตก็สามารถสร้างเอนไซม์เพื่อย่อยโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตได้ดีเทียบเท่ากับการใช้เชื้อบริสุทธิ์ในการหมัก

เมื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันมะพร้าว พบว่าความร้อนมีผลให้ความหนืด กรดไขมันอิสระ PV และ IN สูงกว่าการสกัดด้วยวิธีทางชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ซึ่งบ่งบอกว่าน้ำมันมะพร้าวจากการสกัดร้อนมีแนวโน้มว่าระยะเวลาเก็บรักษาต่ำกว่าเกิดการหืนได้ง่ายกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Seneviratne and Dissanayake (2005) ซึ่งได้ศึกษาผลของวิธีการสกัดน้ำมันมะพร้าวที่มีต่อคุณภาพ โดยใช้วิธีการสกัดโดยความร้อนและการสกัดเย็นด้วยการบีบอัดกากมะพร้าวตากแดด พบว่าการสกัดโดยความร้อนมีกรดไขมันอิสระและ PV มากกว่าการสกัดเย็น 89 %, 95 % ตามลำดับ แต่การสกัดโดยความร้อนมีค่า Saponification และ IN สูงกว่าการสกัดเย็นแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าการสกัดเย็นมีปริมาณสารประกอบ Phenolic มากกว่าการสกัดโดยความร้อนถึง 84 % ซึ่งผลการสกัดด้วยความร้อนจะเกิดการสลายตัวของไตรกลีเซอไรด์ในภาวะที่มีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้เกิดกรดไขมันอิสระมากขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับ Saponification ที่ลดลง เนื่องจากการสลายโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์ และส่งผลความหนืดเพิ่มขึ้น เนื่องจากการรวมตัวกันของกลีเซอรอลทำให้เกิดโมเลกุลใหญ่ขึ้น เป็นสารโพลิเมอร์ และเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระ ในด้านองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ Asian and Pacific Coconut Community Standard โดยที่ปริมาณกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวของน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนมีปริมาณที่มากกว่ากรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวของน้ำมันมะพร้าว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ชีวภาพเล็กน้อย คือ 7.33 และ 6.13 g/100g ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Senvirantne, Hapuarachchi, and Ekanayake (2009) ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยใช้ความร้อนอุณหภูมิประมาณ 100 ถึง 120 องศาเซลเซียสและสกัดโดยแช่เย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จากนั้นนำส่วนที่เป็นของแข็งมาปั่นเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่า องค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในการสกัดโดยใช้ความร้อนมากกว่าการสกัดโดยใช้ความเย็น แต่อย่างไรก็ตามผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เช่นเดียวกับการวิจัยของ Siddalingaswamy, Rayaorth, and Khanum (2011) ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันของน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนที่ 100 ถึง 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที และสกัดโดยแช่เย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จากนั้นนำส่วนที่เป็นของแข็งมาปั่นเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณของ Linoleic ในน้ำมันมะพร้าวสกัดร้อนมีปริมาณมากกว่าน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความเย็น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

การเตรียมกรดไขมันโดยใช้ปฏิกิริยา Saponification จากน้ำมันมะพร้าว ซึ่งส่วนใหญ่องค์ประกอบไขมันอยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันมะพร้าวสามารถเกิดปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นกลีเซอรอลและเกลือของกรดไขมันหรือสบู่ โดยสบู่จะเกิดปฏิกิริยากับ HCl ได้ผลิตภัณฑ์คือ กรดไขมัน และเกลือ ซึ่งจากปฏิกิริยาที่ได้กล่าวมา ผลิตภัณฑ์ที่ได้นอกจากจะเป็นกรดไขมันแล้ว ยังมี NaCl และกลีเซอรอล ซึ่งสามารถละลายได้ในน้ำ ดังนั้นการล้างกรดไขมันด้วยน้ำนอกจากจะเป็นการกำจัด NaCl และกลีเซอรอลแล้ว ยังเป็นการกำจัดกรด HCl ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาอีกด้วย โดยการล้างจะทำการล้างจนกว่าน้ำจากการล้างจะมีค่า pH ใกล้เคียงกับน้ำก่อนการล้าง จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน เมื่อทำการเปรียบเทียบองค์ประกอบของกรดไขมันระหว่างกรดไขมันที่ได้จากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนและน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยวิธีทางชีวภาพ พบว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัว Capric Acid และ Lauric Acid ในกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนมีค่าสูงกว่ากรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยวิธีทางชีวภาพเพียงเล็กน้อย และเมื่อทำการเปรียบเทียบองค์ประกอบของกรดไขมันอิสระที่ผ่านการสกัด พบว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวในกรดไขมันที่สกัดจากน้ำมันมะพร้าวทั้งสองชนิด มีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกับองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าว ซึ่งสอดคลองกับรายงานการวิจัยของ Salimon, Abdullah, and Salih (2011) ที่ได้ทำการทดลองการเตรียมกรดไขมันจากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำโดยใช้ Ethanolic KOH ในการทำปฏิกิริยา Saponification ที่ 60 ถึง 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ถึง 2 ชั่วโมง จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกรดไขมันในแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) นอกจากนี้ ปิยะวรรณ กฤชเศรษฐสกุล (2548) ได้ทำการสังเคราะห์กรดไขมันปาล์มดิบด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าไตรกลีเซอไรด์ทั้งหมดใน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

น้ำมันปาล์มดิบถูกเปลี่ยนเป็นกรดไขมัน โดยให้เกิดปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ณ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ภายในช่วงเวลา 60 นาที และเกิดปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอลิก ณ อุณหภูมิห้อง ตามลำดับ กรดไขมันสามารถผลิตได้ ร้อยละ 73 ของน้ำมันปาล์มดิบ เช่นเดียวกับ อารยา ชีพสาทิศ (2551) ทำการศึกษาการสังเคราะห์กรดไขมันจากไขมันสัตว์ด้วยการเปลี่ยนไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันหมูเป็นสบู่ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ตามด้วยการทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอกลิกที่อุณหภูมิห้อง โดยมีตัวแปรคือ อุณหภูมิที่ใช้ในปฏิกิริยาการเกิดสบู่และปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์เริ่มต้นในการทำปฏิกิริยา พบว่าการลดอัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำมันต่อโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันที่สังเคราะห์ได้เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิให้สูงขึ้นส่งผลให้ปฏิกิริยาการเกิดได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามการเตรียมกรดไขมันด้วยวิธีการใช้ปฏิกิริยา Saponification เป็นทางเลือกหนึ่งในการเตรียมกรดไขมันอิสระ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและต้นทุนการผลิตต่ำ แตกต่างจากการใช้เอนไซม์ในการสกัดซึ่งต้องควบคุมปัจจัยหลายอย่างเช่น ความเข้มข้นของน้ำมันมะพร้าว ปริมาณการเติมเอนไซม์ ปริมาณความชื้น เวลา และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา (Lee, Meisam, Chew, & Ramli, 2012) โดยกรดไขมันอิสระที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น Palmitic Acid ใช้ในการเลี้ยงเชื้อราเพื่อสกัดเป็นยาปฏิชีวนะ Stearic Acid ใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง สบู่เด็ก ผสมกับ Linoleic Acid เป็นยาฉีดสำหรับลดไขมันในเส้นเลือด และยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ทั้งในด้านพลังงาน (ไบโอดีเซล) หรือใช้เป็นสารสำหรับผลิตอนุพันธ์ของกรดไขมันประเภทต่าง ๆ เช่น Fatty Alcohol ใช้ประโยชน์ในการผลิต Sodium Alkyl Sulphates และ Surfactant ที่ใช้ผลิตผงซักฟอก, Fatty Acid Amides มีคุณสมบัติช่วยกันน้ำ และ Fatty Amines ใช้เป็นสารควบคุมเชื้อรา และแบคทีเรีย (ปิยะวรรณ กฤชเศรษฐสกุล, 2548)

2. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันมะพร้าวและกรดไขมันเตรียมจากน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค

น้ำมันมะพร้าวประกอบไปด้วยกรดไขมันหลายชนิด ซึ่งมีรายงานว่ากรดไขมันสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้ การทดลองในครั้งนี้จึงได้นำน้ำมันมะพร้าวและกรดไขมันเตรียมจากน้ำมันมะพร้าวมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทางอาหารจำนวน 6 ชนิด จากการทดสอบด้วยวิธี Disc Diffusion พบว่า น้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนและโดยวิธีทางชีวภาพ (ความเข้มข้น 50%v/v ปริมาตร 20 ไมโครลิตร/ดิสก์) ไม่สามารถยับยั้งแบคทีเรียทดสอบทั้ง 6 ชนิดได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chiaw, Hip, and Choon (2010) ที่ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้ง *S. aureus, S. epidermidis, B. cereus, B. subtilis, E. coli, S.* Typhi, *P. aeruginosa* และ *S. marcescens* โดยใช้น้ำมันมะพร้าว ด้วยวิธี Disc Diffusion และ Agar Well Diffusion พบว่าน้ำมันมะพร้าวที่ระดับความเข้มข้น 100 %, 90 % และ 80 % ปริมาตร 10

ไมโครลิตร ไม่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ที่นำมาทดสอบได้ ซึ่งผู้วิจัยได้อธิบายว่าสาเหตุที่น้ำมันมะพร้าวที่นำมาทดสอบไม่สามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ อาจเนื่องจากไขมันในน้ำมันมะพร้าวอยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียน้อยกว่าไขมันที่อยู่ในรูปของโมโนกลีเซอไรด์และกรดไขมันอิสระ อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Verma, Bhadwai, Rathi, and Raja (2012) พบว่าน้ำมันมะพร้าวที่ระดับความเข้มข้น 100 % ปริมาตร 20 ไมโครลิตร/ดิสก์ มีประสิทธิภาพยับยั้ง *E. coli* และ *S.* Typhi ได้ ซึ่งผลการศึกษางานวิจัยนี้และงานวิจัยที่ผ่านมาขัดแย้งกันอาจเนื่องจากความเข้มข้นของน้ำมันมะพร้าวที่ใช้ในการทดสอบ โดยความเข้มข้นของน้ำมันมะพร้าวที่สามารถยับยั้งเชื้อได้คือ 100 % ปริมาตร 20 ไมโครลิตร/ดิสก์

จากการผลการทดลองนี้พบว่ากรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนและวิธีทางชีวภาพมีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *S. aureus, B. subtilis, B. cereus* และ *V. parahaemolyticus* ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากกรดไขมันทั้งสองชนิด เป็นกรดไขมันอิสระที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์บางชนิดได้ ซึ่งมีรายงานก่อนหน้านี้ว่ากรดไขมันเช่น Caprylic มีประสิทธิภาพยับยั้ง *L. monocytogenes. S. aureus* และ *E. coli* (Nair, Vasudevan, Hoagland, & Venkitanarayanan, 2004; Nair, joy, Vasudevan, Hinckley, & Hoaagland, 2005) Capric Acid มีประสิทธิภาพยับยั้ง *Haemophilus influenza, L. monocytogenes, Candida albican* (Isaacs, 1995; Mbandi, Brywing, & Shelef, 2004) Lauric acid มีประสิทธิภาพยับยั้ง *L. monocytogenes, C. botulinum, S. aureus, Chlamydia trachomatis* (Dawson, Carl, Acton, & Han, 2001; Kathleen & Eric, 2004; Kitahara, Koyama, Matsuda, Aoyama, Hirakata, Kamihira, Kohno, Nakashima, & Sasaki, 2004; Bergsson, Arnfinnsson, Karlsson, Steingrímsson, & Thormar, 2001) Myristic Acid มีประสิทธิภาพยับยั้ง *Staphylococcus aureus* (Kitahara et al., 2004) เป็นต้น Thormar and Hilmarsson (2007) รายงานการศึกษากรดไขมันที่มีคาร์บอนอะตอมตั้งแต่ 6 ถึง 18 อะตอม พบว่า Lauric Acid มีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้สูงที่สุด แต่จะให้ประสิทธิภาพได้ดียิ่งขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับ Palmitoleic Acid และ Linoleic Acid ซึ่งกรดไขมันที่ใช้ในการยับยั้งจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ในธรรมชาติจะเป็นกรดไขมันอิสระ เช่น กรดไขมันอิสระที่มีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์บนผิวหนังของมนุษย์ (Wille & Kydonieus, 2003) ซึ่งพบประมาณ 15 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร เช่น Lauric Acid, Myristic Acid, Palmitic Acid, Acidsapienic acid และ Cis-8-Octadecenoic acid เป็นต้น (Takigawa, Nakagawa, Kuzukawa, Mori, & Imokawa, 2005) นอกจากนี้ผลการทดลองยังพบว่า กรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนและโดยวิธีทางชีวภาพ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ที่เป็นเช่นนั้นอาจเนื่องมาจากกรดไขมันที่สกัดได้จากน้ำมันมะพร้าวทั้งสองชนิด โดยส่วนมากเป็นกรดไขมันชนิดเดียวกัน แต่มีปริมาณของกรดไขมันแต่ละชนิดแตกต่างกันเล็กน้อยคือ กรดไขมันจาก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

น้ำมันมะพร้าวสกัดโดยวิธีทางชีวภาพมี Caprylic Acid, Capric Acid, Lauric Acid, Myristic Acid และ Stearic Acid ในปริมาณที่สูงกว่ากรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนเล็กน้อย และยังพบว่ากรดไขมันทั้งสองชนิดโดยส่วนมากแล้วมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรีย แกรมลบ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากโครงสร้างของผนังเซลล์แบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบแตกต่างกัน โดยผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกประกอบด้วย ชั้นของ Peptidoglycan เรียงตัวกันเป็นชั้นหนา ส่วนผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบพบการเรียงตัวของ Peptidoglycan เป็นชั้นบาง ๆ แต่มีผนังเซลล์ด้านนอก (Outer Membrane) อีกชั้น ซึ่งประกอบไปด้วย Lipopolysaccharides, Lipoprotein และ Phospholipid ในส่วนของ Lipopolysaccharides จะทำหน้าที่เป็นผนังเซลล์ที่มีลักษณะเป็น Hydrophilic Surface ทำให้อนุพันธ์ของไขมันผ่านเซลล์เมมเบรนได้น้อยลง (Chaiw, Hip, & Choon, 2010) อย่างไรก็ตาม กลไกของกรดไขมันในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ปัจจุบันยังไม่ทราบแน่ชัด แต่ Desbois and Smith (2010) ได้กล่าวว่ากรดไขมันน่าจะมีผลต่อเซลล์เมมเบรน ของแบคทีเรีย และกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นที่เซลล์เมมเบรน เช่น การขนส่งอิเล็กตรอน การสร้าง ATP การสูญเสียการเป็นเยื่อเลือกผ่านของเซลล์เมมเบรน เป็นต้น ส่งผลให้เซลล์แบคทีเรียเสียสมดุลย์และตายได้

3. การทดสอบประสิทธิภาพของกรดไขมันที่เตรียมจากน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในเนื้อปลาทูชุบทอดกึ่งสุก

เมื่อทำการเติมกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยวิธีใช้ความร้อนและโดยวิธีทางชีวภาพลงบนเนื้อปลาทูชุบแป้งทอดกึ่งสุกที่เติมแบคทีเรียทดสอบ จากการทดลองพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชุดควบคุมเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณแบคทีเรียทดสอบทุกชนิดลดลง เนื่องจากการแช่แข็งมีผลในการทำลายเซลล์แบคทีเรียโดยการทำให้โปรตีนและเอนไซม์ตกตะกอนและเสียสภาพธรรมชาติ จากการที่น้ำในอาหารถูกเปลี่ยนสถานะให้กลายเป็นน้ำแข็ง ทำให้ความเข้มข้นของสารละลายภายในอาหารสูงขึ้น และค่า Water Activity (a_w) ลดลง น้ำจึงถูกดึงออกจากเซลล์ทำให้เซลล์แห้ง และในขณะเดียวกันผลึกน้ำแข็งที่ถูกสร้างขึ้นภายในเซลล์จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของชั้นไขมัน การส่งผ่านสารของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เกิดรูขึ้นที่เยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์ ส่งผลให้องค์ประกอบภายในเซลล์รั่วออกไปสู่ภายนอก ทำให้สาย Deoxyribonucleic Acid (DNA) เกิดการฉีกขาด ทำให้แบคทีเรียเกิดการบาดเจ็บและตายได้ (Jay, 2000) การแช่แข็งนั้นไม่ได้มีผลในการทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่พบว่ามีจุลินทรีย์บางส่วนรอดชีวิตแต่อยู่ในสภาพเซลล์บาดเจ็บ (Injured Cell) การบาดเจ็บอาจเกิดจากการสูญเสียองค์ประกอบภายในเซลล์ การสูญเสียความสามารถในการเลือกสารผ่านเข้าออกเซลล์ สูญเสียความสามารถในการเพิ่มจำนวน ไม่สามารถเจริญได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Selective นอกจากนี้เซลล์ยังไม่ทนต่อสารประกอบหลายชนิด เช่น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สีย้อม เกลือ และสาร Selective ต่าง ๆ จึงต้องการระยะเวลาในการฟื้นตัว และต้องการสารอาหารเพิ่มขึ้นเพื่อช่วยให้เซลล์สามารถปรับตัวกลับมาอยู่ในสภาวะปกติ (Mackey, 2000) นอกจากนี้ แบคทีเรียทดสอบบางชนิดไม่สามารถทนต่ออุณหภูมิต่ำได้ เช่น *V. parahaemolyticus* ซึ่งสามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 10 ถึง 44 องศาเซลเซียส และเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส แต่แบคทีเรียชนิดนี้ไม่ทนต่ออุณหภูมิต่ำในระดับแช่เย็น โดยพบว่าเซลล์ของแบคทีเรียชนิดนี้จะตายที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 ถึง 7 องศาเซลเซียส แต่มีรายงานว่าพบ *V. parahaemolyticus* สามารถรอดชีวิตอยู่ได้ในระดับอุณหภูมิแช่แข็ง(-18 องศาเซลเซียส) โดยตรวจพบ *V. parahaemolyticus* รอดชีวิตในอาหารทะเลแช่แข็งซึ่งเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน (Roberts, Baird-Parker, & Tompkin, 1996; Jay, 2000) Vanderzant and Nickelson (1972) รายงานว่าการเก็บรักษากุ้งทั้งตัวที่อุณหภูมิ –18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน สามารถลดจำนวนเซลล์ *V. parahaemolyticus* ซึ่งมีปริมาณเซลล์เริ่มต้นในกุ้ง 5 log cfu/ตัว ลงเหลือ 3 log cfu/ตัว โดยพบว่าในช่วงสองวันแรกของการเก็บรักษาปริมาณ *V. parahaemolyticus* จะลดลงอย่างรวดเร็ว และ Bradshaw et al. (1974) พบว่าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส *V.parahaemolyticus* ในเนื้อหอยนางรมบด ลดจำนวนลง 1 ถึง 2 log cfu/ml จากจำนวนเริ่มต้น 4 log cfu/ml ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน

เมื่อทำการพิจารณาผลของไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยวิธีใช้ความร้อนและโดยวิธีทางชีวภาพลงบนเนื้อปลาทูชุบแป้งทอดกึ่งสุกที่เติมแบคทีเรียทดสอบ พบว่าสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus, B. subtilis, B. cereus* และ *V. parahaemolyticus* ที่ใส่ลงไปในอาหารได้ เช่นเดียวกับการทดลองในอาหารเลี้ยงเชื้อ (ข้อ 2) โดยสามารถลดปริมาณแบคทีเรียทดสอบลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่ากรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนสามารถลดปริมาณเชื้อบางชนิดได้มากกว่ากรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยวิธีทางชีวภาพ อาจเนื่องจากกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนมีปริมาณของ Capric Acid, Lauric Acid และกรดไขมันไม่อิ่มตัว มากกว่ากรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยวิธีทางชีวภาพเล็กน้อย ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างและรูปร่างของกรดไขมัน ความยาวของสายคาร์บอน และตำแหน่งของพันธะคู่ที่มีอยู่ในโครงสร้าง จากรายงานการวิจัยหลายฉบับพบว่า กรดไขมันที่อิ่มตัวสามารถออกฤทธิ์ได้ดีที่สุดคือ มีคาร์บอนอะตอม 10 ถึง 12 อะตอม และมีแนวโน้มดีกว่ากรดไขมันที่มีคาร์บอนอะตอมมากกว่านี้หรือน้อยกว่านี้ (Galbraith, Miller, Paton, & Thompson, 1971; Kabara, Swieczkowski, Conley, & Truant, 1972; Bergsson, Arnfinnsson, Steingrímsson, & Thormar, 2001) อย่างไรก็ตามยังมีรายงานการวิจัยว่า กรดไขมันที่มีคาร์บอนอะตอม 14, 16 หรือ 18 อะตอม มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียบางชนิดได้ดีกว่ากรดไขมันที่มีคาร์บอนอะตอม 10 ถึง 12 อะตอม (Willett & Morse,

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1966; Galbraith & Miller, 1973; Miller, Brown, & Morse, 1977; Desbois & Smith, 2010) ซึ่งผลการวิจัยที่ผ่านมามีความแตกต่างกันเนื่องจาก วิธีทดลอง หลักเกณฑ์ในการวัดประสิทธิภาพการยับยั้ง ปริมาณเชื้อ และ สภาวะในการบ่ม เป็นต้น แต่มีหลักในการเปรียบเทียบง่าย ๆ คือใช้ค่า MIC และ MBC (Minimum Bactericidal Concentration) ซึ่งได้จากวิธีมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปเช่น วิธีของ Clinical and Laboratory Standards Institute (2000) นอกจากนี้ยังพบรายงานว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวที่มีโครงสร้างโค้งแบบ Cis มีแนวโน้มในการยับยั้งแบคทีเรียได้ดีกว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีโครงสร้างแบบ Trans และกรดไขมันอิ่มตัว (Desbois & Smith, 2010)

4. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อหาความแตกต่างด้วยวิธี QDA โดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน การทดสอบคุณลักษณะด้านกลิ่นรสของอาหาร ผู้ทำการทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของกลิ่นกรดไขมันที่เติมลงไปในผลิตภัณฑ์ปลาชุบแป้งทอดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และ เมื่อทำการประเมินความชอบของผู้บริโภคด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ทำการทดสอบคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส สี และกลิ่นของอาหาร และความชอบโดยรวมของอาหาร ผู้ทำการทดสอบได้ระบุกลิ่นของผลิตภัณฑ์ว่ามีลักษณะ คล้ายกลิ่นของกะลามะพร้าว กลิ่นหืนของน้ำมัน และกลิ่นสบู่ ทางด้านรสชาติผู้ทำการทดสอบระบุว่าได้รสขมเล็กน้อยในปาก ซึ่งจากการวิเคราะห์ TBA Number พบว่าอยู่ในระดับต่ำมาก ซึ่งโดยปกติแล้วผู้บริโภคสามารถรับรู้กลิ่นหืนได้ เมื่อ TBA Number เท่ากับ 2.50 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม (ผาณิต รุจิรพิสิฐ, 2553) แต่จากการวัด TBA Number ในผลิตภัณฑ์พบในปริมาณที่ต่ำกว่า 1.0 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ดังนั้นกลิ่นที่เกิดขึ้นจึงไม่ได้เกิดจากการหืนจากการออกซิเดชั่นของน้ำมัน แต่เกิดจากกลิ่นรสเฉพาะตัวของกรดไขมันที่อยู่ในรูปของกรดไขมันอิสระ ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นกับอาหารที่ประกอบด้วย Capric Acid, Lauric Acid และ Myristic Acid ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์คล้ายสบู่ที่เรียกว่า “Soapy Flavor” โดยปกติกรดไขมันที่มีสายสั้นจะมีความเข้มข้นของกลิ่นต่ำสุดที่รับกลิ่นได้ ต่ำกว่ากรดไขมันที่มีสายยาว เช่น Capric Acid และ Lauric Acid มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่รับกลิ่นได้ 200 และ 700 ppm ตามลำดับ (Rossell, 1994) กรดไขมันอิสระจะส่งผลต่อกลิ่นรสของอาหาร ซึ่งจากรายงานของ Chlé-Rush, Burgess, and Mattes (2007) ซึ่งได้ทำการศึกษาความไวต่อการรับรู้กลิ่นของกรดไขมันอิสระ พบว่าผู้ทำการทดสอบสามารถรับรู้ได้ถึงกลิ่นของ Linoleic Acid ความเข้มข้น 0.15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Oleic Acid 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่เติมลงไปในตัวอย่างสารละลายได้ และพบว่าผู้ทำการทดสอบบางคนสามารถรับรู้ถึงรสชาติของกรดไขมันที่เติมลงไป แม้จะมีการเติมรสชาติอื่นลงไปด้วยก็ตาม ซึ่งหมายความว่ากรดไขมันอิสระมีกลิ่นเฉพาะตัวและก่อให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ขึ้นในผลิตภัณฑ์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ได้ เมื่อทำการเติมกรดไขมันลงไปในผลิตภัณฑ์ จึงก่อให้เกิดกลิ่นที่แตกต่างไปจากกลิ่นอาหารโดยปกติ และสามารถรับรู้ได้แม้จะทำการเติมลงไปเพียงเล็กน้อย เช่นเดียวกับการวิจัยของ Bolton and Halpern (2010) ซึ่งได้ทำการทดสอบการรับรู้กลิ่นของ Linoleic Acid, Oleic Acid และ Stearic Acid มาทำการทดสอบกลิ่นที่ระเหยออกมาที่อุณหภูมิห้องโดยใช้ Mineral Oil เป็นตัวทำละลายโดยเตรียมสารละลาย Linoleic Acid 66 %, Oleic Acid 40 % ยกเว้น Stearic Acid อยู่ในรูปของของแข็งโดยเติมเกลือ จากนั้นนำมาทดสอบโดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน พบว่า ผู้ทดสอบสามารถรับรู้ความแตกต่างของกลิ่นกรดไขมันทั้ง 3 ชนิดได้ ซึ่งสามารถยืนยันได้ว่ามนุษย์สามารถรับรู้ถึงกลิ่นของกรดไขมันได้ และจากการวิจัยของ Mattes (2009) ได้รายงานเกี่ยวกับการรับรู้ทางด้านประสาทสัมผัสในปากของมนุษย์ ทำการทดสอบโดยใช้ Linoleic Acid, Stearic Acid, Lauric Acid และ Caproic Acid กับผู้ทดสอบ 32 คน พบว่า กลิ่นรสของกรดไขมันจะขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลของกรดไขมัน โดยจะรับรู้กรดไขมันที่มีคาร์บอนอะตอมต่ำได้ดีกว่ากรดไขมันที่มีคาร์บอนอะตอมสูง อาจเนื่องจากกรดไขมันสายสั้นระเหยให้กลิ่นรสได้ง่ายกว่ากรดไขมันสายกลางและสายยาว ซึ่งค่าเฉลี่ยความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดที่ผู้ทดสอบสามารถรับรู้ได้ของกรดไขมันที่นำมาทำการทดสอบต่ำกว่า 0.1 %w/v และจากรายงานของ Santos, Ma, Caplan, and Barbano (2003) ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสนมที่ผ่านการ Lipolysis 2 % จากเอนไซม์ไลเปส โดยทำการโฮโมจิไนซ์ที่อุณหภูมิห้อง 100 นาที เพื่อให้เกิดการสลายไตรกลีเซอไรด์ให้ได้กรดไขมันอิสระ พบว่าหนึ่งในสามของผู้ทดสอบชิมสามารถรับรู้ถึงกรดไขมันอิสระปริมาณ 250 meq of FFA/kg Milk และนอกจากกรดไขมันอิสระจะส่งผลให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์แล้วทำให้ผลิตภัณฑ์นมมีรสขมเล็กน้อย (Hanuš, Vegricht, Frelich, Macek, Bjelka, Louda, & Janů, 2008)

จากรายงานข้างต้นสามารถสรุปได้ว่ากลิ่นที่เกิดขึ้นใน ผลิตภัณฑ์ปลาชุบแป้งทอดจึง เกิดจากองค์ประกอบของกรดไขมันที่สกัดจากน้ำมันมะพร้าวที่มีกลิ่นเฉพ าะตัว เช่น Caprylic Acid กลิ่นคล้ายกับกลิ่นหืน Capric Acid กลิ่นคล้ายไขและคล้ายกลิ่นสาปแพะ Lauric Acid มีกลิ่นฉุนแรงคล้าย Baby Oil หรือสบู่ Myristic Acid กลิ่นคล้ายกับไขมันสัตว์ และ Stearic Acid กลิ่นคล้ายกับกลิ่นหืนของน้ำมัน (Budavari et al., 1996) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์

5. การเอนแคปซูเลชันกรดไขมัน

การแปรรูปกรดไขมันด้วยการเอนแคปซูเลชัน เป็นกระบวนการที่ห่อหุ้มอนุภาคของกรดไขมันไว้ด้วยสารเคลือบซึ่งเป็นโพลิเมอร์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเป็นอนุภาคเล็กๆ โดยการแปรรูปเพื่อป้องกันการทำปฏิกิริยากับสิ่งแวดล้อมด้านนอกเช่น การเกิดออกซิเดชันของกรดไขมัน โดยความคงตัวของกรดไขมันจะขึ้นอยู่กับสารเคลือบ และความสามารถในการกักเก็บสาร ซึ่งสารเคลือบต้องมีสมบัติคือ ต้องเป็นสารที่สามารถเกิดอิมัลชันได้ ละลายน้ำได้ดี ความหนืดต่ำเมื่อความ

เข้มข้นสูง และสามารถนำมาทำให้แห้งได้ เมื่อนำมาทำแห้งมีประสิทธิภาพในการกักเก็บสารได้ดี สามารถป้องกันสารกักเก็บ จากสภาพแวดล้อม เพื่อลดการเกิดปฏิกิริยากับสิ่งแวดล้อม เช่นการเกิดออกซิเดชัน และปลดปล่อยสารกักเก็บได้ดีเมื่อนำไปใช้ (Calvo, Hernández, Lozano, & González-Gómez, 2010; Hogan, McNamee, O'Riordan, & O'Sullivan, 2001) ซึ่งประสิทธิภาพของผงอนุภาคแห้งที่ได้มักขึ้นกับการละลายเข้ากันได้ดีและเป็นเนื้อเดียวกันของสารผสม (อภิสรา ศรีสายหยุด และอภินันท์ สุทธิธารธวัช, 2554) จากสมบัติดังที่กล่าวมายังไม่พบสารตัวใดที่ให้สมบัติครบทุกประการ ดังนั้นในการศึกษาจึงใช้สารผสมระหว่างโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต เนื่องจากโปรตีนสามารถมีการจับกับน้ำมันและน้ำ มีสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ สามารถกักเก็บสารที่เป็นไขมันได้ดี และคาร์โบไฮเดรตสามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันได้ ละลายน้ำได้ดี ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองเอนแคปซูเลชันกรดไขมันด้วย Lactose 1 ส่วนและ Sodium Caseinate 1 ส่วน ต่อกรดไขมัน 1 ส่วน (จะได้ปริมาณสารเคลือบต่อปริมาณกรดไขมันเท่ากับ 2:1) จากนั้นเติมน้ำ 82.36 % ผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เป็นอิมัลชัน จากนั้นทำแห้งด้วยเครื่อง Spray Dryer โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าการกักเก็บสารยับยั้งจุลินทรีย์ (MEE) เท่ากับ 97.97 % โดยปริมาณกรดไขมัน 19.79 % ของปริมาณผลิตภัณฑ์ และคิดเป็น 59 % ของกรดไขมันตั้งต้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยที่ผ่านมาของ Calvo, Hernández, Lozano, and González-Gómez (2010) ได้ศึกษา encapsulation ของน้ำมันมะกอก โดยใช้สารเคลือบชนิดต่าง ๆ พบว่าการใช้ Sodium Caseinate ร่วมกับ Lactose ต่อปริมาณน้ำมันมะกอก 2:1 เมื่อนำสารละลายอิมัลชัน จากสารผสมดังที่กล่าวมา มาทำแห้งด้วย Spray Dryer พบว่าสามารถกักเก็บน้ำมันมะกอกไว้ใน Microcapsule ได้ดีที่สุดคือ 52.98+3.24 % และงานวิจัยของ Fuchs, Turchiuli, Bohin, Cuvelier, Ordonnaud, Peyrat-Maillard, and Dumoulin (2006) ได้ศึกษาการใช้ Sodium Caseinate เมื่อใช้ร่วมกับ Moltodextrin, Gum และสารอิมัลซิไฟเออร์ สามารถการกักเก็บน้ำมันได้ถึง 40-70 % ของปริมาณไขมันทั้งหมด เมื่อพิจารณาเรื่องขนาดของอนุภาค พบว่าขนาดของอนุภาคที่พบประมาณ 10 ถึง 50 ไมโครเมตร สอดคล้องกับรายงานของ Teixeira, Andrade, Farina, and Rocha-Leão (2004) ซึ่งได้ทำเอนแคปซูเลชันกรดไขมันสายสั้น โดยใช้สารละลาย Gum Arabic 5 % และ Moltodextrin 5 % ผสมลงไปในหางนมที่ผ่านการหมักให้เกิดกรดไขมันสายสั้น ทำการโฮโมจิไนซ์ จากนั้นทำแห้งด้วยเครื่อง Buchi 190 Mini Spray Dryer พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีขนาดอนุภาคตั้งแต่ 0.5 ถึง 50 ไมโครเมตร (Microencapsulation) และขนาดของอนุภาคที่ใหญ่เกิดจากสารผสมที่นำมาทำสารเคลือบ ในกรณีนี้ใช้สารเคลือบที่มีลักษณะข้นหนืด ทำให้เกิดเป็นชั้นหนาเมื่อนำมาทำแห้ง ซึ่งเหมาะนำมาใช้ในการเก็บกักกลิ่นหรือสารที่ระเหยได้ง่าย ซึ่งนอกจากขนาดของเม็ดไขมันแล้วสารเคลือบยังส่งผลต่อขนาดของอนุภาคอีกด้วย โดยทั่วไปแล้วการทำแห้งด้วย Spray Dryer จะเกิดโครงสร้างที่เรียกว่า Matrix Encapsulation หรือ Multi-Core (เบญจา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ชุตินทราศรี, 2550) ซึ่งโปรตีนจะทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์และทำให้เกิดฟิล์มเมื่อเข้าสู่กระบวนการทำแห้งเนื่องจากโปรตีนเป็นโมเลกุลที่มีทั้งส่วนที่มีขั้วหรือส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) และส่วนที่ไม่มีขั้วหรือส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) จึงแสดงสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ โดยโปรตีนจะจับตัวล้อมรอบบริเวณเม็ดไขมันไว้ โดยหันข้างด้านที่ไม่มีขั้วเข้าหาส่วนไขมัน และหันด้านที่มีขั้วเข้าหาส่วนน้ำ เป็นการขัดขวางและป้องกันไม่ให้เม็ดไขมันเข้ามารวมตัวกัน เนื่องจากเกิดแรงผลักกันระหว่างประจุบนโมเลกุลโปรตีน (Repulsive Interaction) ทำให้เม็ดไขมันสามารถกระจายตัวอยู่ได้ และขนาดของเม็ดไขมันในสารละลายอิมัลชันจะเป็นตัวกำหนดขนาดของผลิตภัณฑ์ที่ได้ (Zayas, 1997; Fisher, & Paker, 1988; ทศพรพรรณ รัตนภักดี, 2546) ในขณะที่คาร์โบไฮเดรต (Moltodextrin หรือ Corn Syrup Solids) จะทำหน้าที่เป็นสารที่ทำให้เกิดเมทริกซ์ (Sheu & Rosenberg, 1998) โดยจะห่อหุ้มส่วนที่เป็นฟิล์มโปรตีนไว้อีกที ซึ่งอาจจะห่อหุ้มไว้ครั้งละหลายอันใน 1 อนุภาค ทำให้อนุภาคแข็งแรงและปกป้องไขมันจากสิ่งแวดล้อม เช่น ออกซิเจน แสงแดด เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Keogh, O'Kenndey, Kelly, Auty, Kelly, Fureby, and Haahr (2001) เมื่อใช้ Sodium Caseinate 38 % ร่วมกับ Lactose 50 % ในการเอนแคปซูเลชันน้ำมันปลา 12% ป้องกันการเกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ลดการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ และยืดอายุของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าการใช้สารผสม Caseinate-Sucrose, Caseinate-Maltodextrin และ Gelatin-Gum Acacia-Maltodextrin และเมื่อใช้กับ Tocopherol จะทำให้ประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยคาร์โบไฮเดรตจะละลายอยู่ในเฟสของน้ำ ซึ่งจำเป็นต้องมีความหนืดต่ำแต่ให้ปริมาณของแข็งสูง เมื่อสารละลายอิมัลชันเข้าสู่กระบวนการทำแห้งด้วย Spray Dryer สารละลายจะถูกพ่นเป็นละออง ซึ่งละอองอนุภาคหน้าที่คล้ายกับเป็นเยื่อเลือกผ่านที่ยอมให้โมเลกุลของน้ำแพร่ผ่านแต่ไม่ยอมให้น้ำมันผ่านออกไป กล่าวคือสารเคลือบที่อยู่ในเฟสน้ำในอิมัลชัน เมื่อปริมาณน้ำลดลงจะทำให้อุณหภูมิของสภาวะที่คล้ายแก้วเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดโครงสร้าง และเมื่อปริมาณน้ำที่ผิวของละอองอนุภาคลดลงในระหว่างอบแห้ง ปริมาณของไขมันก็มีแนวโน้มลดลงตามด้วย พบว่าน้ำแพร่ผ่านชั้นฟิล์มได้อย่างต่อเนื่อง แต่ไขมันสามารถแพร่ผ่านในอัตราที่น้อยมาก ดังนั้นบริเวณผิวของอนุภาคที่ถูกทำให้แห้งจะมีลักษณะเป็น เยื่อหุ้มบาง ๆ ที่ยอมให้น้ำผ่านแต่กักเก็บโมเลกุลของไขมันไว้ และพบอีกว่าการกักเก็บไขมัน ระหว่างการอบแห้งแบบพ่นฝอยเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของแข็งในสารละลายตั้งต้น อุณหภูมิการทำแห้ง อัตราการไหลของอากาศร้อนและลดปริมาณความชื้นของอากาศ ซึ่งเงื่อนไขทั้งหมดจะทำให้ผิวแห้งที่เกิดขึ้นบนผิวของละอองอนุภาคมีประสิทธิภาพดีขึ้น (อภินันท์ สุทธิธารธวัช, 2552) หรือโครงสร้างที่เกิดขึ้นในระหว่างทำแห้งอาจจะสามารถป้องกันไขมันจากความร้อนที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ซึ่งใช้เวลาอย่างมากเพียง 2 ถึง 3 วินาที ซึ่งอุณหภูมิในการทำแห้งดังกล่าวอาจสูงกว่าจุดเดือดไขมัน ทำให้เกิดการ

ระเหยลดลง (Jafari, Assadpoor, He, & Bhandari, 2008) อย่างไรก็ตามยังพบว่าการทำแห้งด้วย Spray Dryer พบว่ามีการสูญเสียระหว่างกระบวนการซึ่งถือว่าเป็นปกติของการทำแห้งวิธีนี้ ดังนั้น อัตราการกักเก็บสารจะมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อกระบวนการทำให้เกิดการสูญเสีย ซึ่ง King (1995) และ Jafari, Assadpoor, He, and Bhandari (2008) ได้สรุปกลไกและขั้นตอนในกระบวนการที่ทำให้เกิดการสูญเสียขึ้น คือ 1) ช่วงระหว่างการพ่นฝอย เนื่องจากจะมีแรงเฉือนจากภายนอกมากระทำกับอิมัลชัน ซึ่งจะทำให้อนุภาคของอิมัลชันนั้นถูกทำลายลงไป นอกจากนี้ภายในตัวละอองเกิดภาวะปั่นป่วนอย่างรุนแรงเกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้สารกักเก็บสูญเสียไปกับน้ำในระหว่างการอบแห้งเป็นปริมาณมาก ทั้งนี้เนื่องจากยังเป็นช่วงที่ผิวภายนอกของละอองอิมัลชันยังไม่กลายเป็นเยื่อหุ้มที่สามารถยับยั้งการแพร่ผ่านของสารกักเก็บตามทฤษฎีการแพร่แบบเลือกผ่านได้ หรืออาจเกิดจากการเตรียมสารอิมัลชันที่ขนาดของสารหรือไขมันมีขนาดของหยดไขมันใหญ่เกินไป ซึ่งทำให้พื้นผิวของอนุภาคขนาดทำแห้งมากเกินไป ซึ่งทำให้การทำแห้งเกิดได้ไม่สมบูรณ์และมีโอกาสอาจเกิดการแตกหรือเกิดรอยรั่วขึ้น 2) ช่วงของการเป็นรูปร่างของผงอนุภาค ก่อนที่อุณหภูมิของละอองจะถึงจุด เดือดของน้ำ ช่วงการสูญเสียช่วงที่สองเกิดขึ้นระหว่างการเกิดผิวแห้งรอบนอกของละอองกลายเยื่อหุ้มที่ทำหน้าที่ ยับยั้งการแพร่ผ่านของสารกักเก็บดังทฤษฎีการแพร่แบบเลือกผ่านข้างต้น แต่อย่างไรก็ตามในระหว่างการเกิดเยื่อเลือกผ่านนั้น สารกักเก็บก็มีการสูญเสียเกิดขึ้นตามเวลาการอบแห้งจนกระทั่งเยื่อเลือกผ่านมีรูปร่างที่สมบูรณ์ ซึ่งอัตราของการสูญเสียก็จะมีปริมาณลดลงตามลำดับ 3) ช่วงของการเปลี่ยนรูปร่างของอนุภาคที่เริ่มแห้ง ช่วงสุดท้ายของการสูญเสียสารกักเก็บระหว่างการอบแห้งแบบพ่นฝอยนั้น เกิดขึ้นระหว่างการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของละอองอนุภาคที่แห้ง อุณหภูมิภายในของละอองอนุภาคมีอุณหภูมิสูงขึ้นและมีค่าสูงขึ้น มากกว่าอุณหภูมิของจุดเดือดของน้ำ ทำให้น้ำที่อยู่ภายในเกิดการกลายเป็นไอ แต่ไม่สามารถผ่านออกจากละอองอนุภาคได้ เนื่องจากผิวของอนุภาคที่เริ่มแห้งทำให้ค่าการถ่ายเทมวลของน้ำลดลง ไอของไอน้ำนี้จะรวมตัวกันกลายเป็นฟองอากาศภายในอนุภาคและมีแรงดันทำให้อนุภาคมีการขยายตัวทำให้ อนุภาคมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ซึ่งแรงดันนี้จะทำให้อนุภาคมีการพองตัวและแตกในที่สุด อาจทำให้อนุภาคมีการบิดเบี้ยวขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากในระหว่างการอบแห้งนั้นผิวของอนุภาคเกิดการแห้งขึ้นไม่พร้อมกันทั่วทั้งอนุภาค ทำให้บริเวณที่มีการแห้งเกิดขึ้นช้าถูกแรงดันของไอน้ำดันทำให้รูปร่างของอนุภาคมีลักษณะพองตัวและเกิดการแตกของอนุภาคออก ซึ่งจะทำให้ปริมาณของสารที่อยู่ข้างในสูญเสียตามไปด้วย โดยลักษณะของการขยายตัวและแตกออกของอนุภาคนี้ไม่ได้เกิดขึ้นเพียงรอบเดียว แต่สามารถเกิดขึ้นซ้ำไปซ้ำมาจนกระทั่งผิวของอนุภาคแห้งและไม่สามารถขยายตัวออกไปได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากการทดสอบประสิทธิภาพของกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนที่ผ่านเอนแคปซูเลชันในการยับยั้งจุลินทรีย์โดยการวิเคราะห์ Minimum Inhibitory Concentration (MIC) พบว่ากรดไขมันยังสามารถคงประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบได้คือ *S. aureus*, *B. subtilis*, *B. cereus* และ *V. parahaemolyticus* โดยค่า MIC ไม่มีการเปลี่ยนแปลงคือ 0.039 %, 0.039 %, 0.019 % และ 0.039 % ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Leimann, Goncalves , Machado, and Bolzan (2009) พบว่าน้ำมันตะไคร้ที่ผ่านกระบวนการเอนแคปซูเลชันสามารถกักเก็บองค์ประกอบต่าง ๆ ในน้ำมันตะไคร้ให้คงอยู่ไม่สลายตัวไปอย่างรวดเร็ว และมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ *S. aureus* และ *E. coli* ได้เท่าเทียมกับน้ำมันตะไคร้ที่ไม่ผ่านกระบวนการเอนแคปซูเลชัน นอกจากนี้ นิพร เดชสุข, พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์, มณฑิรานพรัตน์, จิรศักดิ์ พัดทอง, และทิวานันท์ ปัญญามูลวงษา (2554) ได้ทำการศึกษาผลของการนำเทคนิคการเก็บกัก (Microencapsulation) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยจากดอกมะลิต่อการมีชีวิตรอดของ *S. aureus* ที่ใส่ลงไปในลูกชุบ ผลการทดลองพบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจะทำให้จำนวน *S. aureus* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และการใช้น้ำมันหอมระเหยที่ระดับความเข้มข้น 20-32 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร จะลดจำนวน *S. aureus* ลงได้ 33.52-100 % ดังนั้นจึงใช้ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 32 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร มาผลิตไมโครแคปซูลโดยแปรค่าอัตราส่วนระหว่างน้ำมันหอมระเหยและแป้งดัดแปรที่ 10:90, 20:80 และ 30:70 จากผลการทดลองพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อคุณภาพของลูกชุบที่มีการสร้างการปนเปื้อน *S. aureus* จำนวน 6.51 log cfu/g อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ ลูกชุบที่เติมไมโครแคปซูลทุกอัตราส่วนจะมีจำนวน *S. aureus* ลดลงในช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส และในช่วง 2 วันแรกของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส ดังนั้นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสามารถนำมาผ่านกระบวนการ
เอนแคปซูเลชัน เพื่อคงประสิทธิภาพของสาร และสามารถใช้ในอาหาร ยา และเครื่องสำอางต่อไป

สรุปผลการทดลอง

1. การสกัดน้ำมันมะพร้าวโดยใช้ความร้อนและวิธีทางชีวภาพ มีปริมาณของผลผลิต (% yield) ประมาณ 17.00±1.32 % และ15.66±0.716 % ตามลำดับ องค์ประกอบโดยส่วนมากเป็นกรดไขมันชนิดเดียวกันและมีปริมาณใกล้เคียงกัน และพบว่าเป็นกรดไขมันอิ่มตัวมีคาร์บอนอะตอมตั้งแต่ 6 ถึง 18 อะตอม มากกว่า 74 % และพบกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่พบเป็น

Oleic Acid และ Linoleic Acid และจากการสกัดกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยใช้ความร้อนและวิธีทางชีวภาพพบว่าปริมาณของผลผลิต (% Yield) ประมาณ 81.37±1.01 % และ 80.68±0.41% ตามลำดับ โดยกรดไขมันทั้งสองชนิดมีองค์ประกอบของกรดไขมันอิสระเป็นกรดไขมันชนิดเดียวกันและปริมาณกรดไขมันใกล้เคียงกัน ซึ่งกรดไขมันอิสระที่สกัดได้เป็นชนิดเดียวกันกับองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าว

2. การทดสอบประสิทธิภาพของกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนและกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยวิธีทางชีวภาพ ในการยับยั้งแบคทีเรียจำนวน 6 ชนิด ด้วยวิธี disc diffusion พบว่ากรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนและกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยวิธีทางชีวภาพ 50 %v/v ปริมาตร 20 ไมโครลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของ *S. aureus*, *B. subtilis*, *B. cereus* และ *V. parahaemolyticus* โดยมีขนาด Inhibition Zone อยู่ระหว่าง 7 ถึง 10 มิลลิเมตร เมื่อนำกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนและกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยวิธีทางชีวภาพ ทำการวิเคราะห์ MIC พบว่าประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อทดสอบ *B. cereus*, *S. aureus* และ *V. parahaemolyticus* ไม่แตกต่างกัน ยกเว้น *B. subtilis* ซึ่งกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยวิธีทางชีวภาพมีประสิทธิภาพในการยับยั้งดีกว่ากรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนคือ 0.019 %v/v และ 0.039 %v/v ตามลำดับ

3. การทดสอบประสิทธิภาพของกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในเนื้อปลาชุบแป้งทอดกึ่งสุกได้ ปริมาณเชื้อทดสอบทุกชนิดในผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนและกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยวิธีทางชีวภาพ น้อยกว่าเชื้อในชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวสกัดโดยความร้อนที่ความเข้มข้น 0.78 %v/w สามารถลดจำนวนของเชื้อทดสอบได้มากที่สุด

4. การทดสอบด้านประสาทสัมผัส ผู้ทำการทดสอบสามารถรับรู้ถึงกลิ่นรสของกรดไขมันสกัดโดยความร้อน ผู้ทดสอบได้ระบุกลิ่นมีลักษณะ คล้ายกลิ่นของกะลามะพร้าว กลิ่นคล้ายกลิ่นหืนของน้ำมัน และกลิ่นคล้ายกับสบู่ ทางด้านรสชาติผู้ทำการทดสอบระบุว่าได้รสขมเล็กน้อยในปาก ซึ่งกลิ่นที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดจากหืนของกรดไขมันเนื่องจากพบว่าค่า TBA น้อยเกินกว่าปริมาณที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้ (ประมาณ 2.5 มิลลิกรัม มาโลอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม) เมื่อพิจารณาด้านคะแนนความชอบ ผู้บริโภคให้คะแนนในระดับเฉย ๆ

5. การแปรรูปกรดไขมันด้วยการเอนแคปซูเลชัน โดยใช้ Lactose 1 ส่วน และ Sodium Caseinate 1 ส่วนต่อกรดไขมัน 1 ส่วน เติมน้ำ 82.36 % สามารถกักเก็บสารยับยั้งจุลินทรีย์ (MEE) เท่ากับ 97.97 % โดยปริมาณกรดไขมันทั้งหมดคิดเป็น 19.79 % ของปริมาณผลิตภัณฑ์กรดไขมัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เอนแคปซูเลชันและคิดเป็น 59 % ของกรดไขมันตั้งต้น ผลิตภัณฑ์กรดไขมันเอนแคปซูเลชันยังคงประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ โดยให้ค่า MIC เท่ากันกับกรดไขมันที่ยังไม่ผ่านกระบวนการเอนแคปซูเลชัน

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองจะเห็นได้ว่ากรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคบางชนิดได้ แต่ก่อให้เกิดกลิ่นที่แตกต่างจากกลิ่นอาหารปกติในอาหารตัวอย่าง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาและพัฒนาการใช้กรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวเพื่อใช้ยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในกลุ่มอาหารที่มีกลิ่นแรงและมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของแบคทีเรียสูง เช่น ไตปลา ปลาร้า น้ำบูดู น้ำปู่ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University