รายงานการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย **น้ำพริกต้มยำกุ้ง**

Tom Yam Kung Paste

ผู้วิจัย

มล. อุบล ดีสวัสดิ์

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
งบประมาณผลประโยชน์ ปี พ.ศ. 2550
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

รายงานการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย **น้ำพริกต้มยำกุ้ง**

Tom Yam Kung Paste

ผู้วิจัย

มล. อุบล ดีสวัสดิ์

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณผลประโยชน์ ปี พ.ศ. 2550

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำผลิตภัณฑ์น้ำพริกต้มยำกุ้งโดยทำการคัดเลือกตำรับน้ำพริกเผามาตรฐานที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ต้มยำกุ้ง ทดลองทำน้ำพริกเผา 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 (ดัดแปลงจากจันทร, 2532) สูตรที่ 2 (ดัดแปลงจากพรทิพย์ , 2535) และ สูตรที่ 3 (ดัดแปลงจากทวีศักดิ์, 2540) จากนั้นทำการทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัส พบว่า น้ำพริกเผาสูตรที่ 1 ได้รับการยอมรับจากผู้ชิมมากที่สุด จึงนำน้ำพริกเผาสูตรมาตรฐานสูตรที่ 1 มาใส่ในต้มยำกุ้งโดยใช้สูตรต้มยำกุ้ง 3 สูตรคือ สูตรที่ 1 (เสาวภรณ์ , 2537) สูตรที่ 2 (มล. อุบล, 2548) และสูตรที่ 3 (พงษ์ศักดิ์, 2547) จากนั้นทำการทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัส พบว่า ต้มยำกุ้งสูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับมากที่สุด และมีส่วนประกอบดังนี้ น้ำพริกเผา 60 % ข่า 2 % ตะไคร้ 2 % มะกรูด 2 % กุ้งแห้ง 8% กรดซิตริก 2 % น้ำปลา 24 % จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ต้มยำกุ้งไปทดสอบการยอมรับโดยใช้กลุ่มผู้บริโภคจำนวน 200 คน พบว่ากลุ่มผู้บริโภคเป็นเพศชาย 42.5% เพศหญิง 57.5% มีอายุอยู่ในช่วง 15 - 30 ปี 83% ช่วง 31 - 45 ปี 12% และ ช่วง46 - 60 ปี 5% ด้านราคาผู้บริโภคตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำพริกต้มยำกุ้ง 48.5% ไม่ซื้อ 7% และ ไม่แน่ใจ 44.5% ด้านความชอบ มีความชอบอยู่ในระดับชอบมาก 16.5% ชอบ 61% เฉย 21.5 % และ ไม่ชอบ1% ด้านการการยอมรับให้การยอมรับ97% ไม่ยอมรับ 3% ด้านบรรจุภัณฑ์ยอมรับ แบบที่ 1 72 % บรรจุภัณฑ์ยอมรับแบบที่ 2 28 % จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าอาหารทางโภชนาการพบว่ามี ความชื้น 43.30% กรด 0.03% เถ้า 9.6 % ไขมัน 26.60% โปรตีน 4.1 % เส้นใย 0.038 % พลังงาน 255.80 กิโลแคลอรี่ มีค่าสีตามระบบ L*a*b* ดังนี้ ค่าL* 25.83 a* 8.31 และ b*25.69 และจากการศึกษาอายุการเก็บรักษาพบว่าในระยะเวลา 2 เดือนตรวจพบจุลินทรีย์ไม่เกิน 1×10^4 CFU/g

ABSTRACT

This research aimed to study Tom-yam-kung in order to choose standard formula of Tom- yam-kung paste products by testing from three formulas : the first formula (modified from Chanthorn, 1989), the second formula (modified from Pornthip,1992) and the third formula (modified from Thaweesak,1997). Next, sensory evaluation was proceeded and the results showed that the tasters accepted the first formula. Then the standard formula was tested in Tom-yam kung which had three formulas such as the first formula (Soawaporn, 1994), the second formula (M.L. Ubol, 2005) and the third formula (Pongsak, 2004), tested the sensory evaluation, the tasters accepted the second formula the most which had the ingredients as follow : dried paste 60%, galingales 2%, lemongrasses 2%, citrus leaves 2%, dried prawn 8%, citric acid 2% and fish sauce 24%. Then studied the acceptance Tom-yum-kung paste pproduct by using 200 tasters which were male 42.5% and female 57.5%, age; 15-30 years 83.0%, 31-45% years 12.0% and 46-60 years 5.0%. For price aspect; tasters decides to buy product 48.5%, not to buy 7% and not sure 44.5%, the preference liked most 16.5%, liked 61.0%, medium 21.5% and dislike 1.0% the acceptance; accepted 97.0% and unaccepted 3.0%, the packaging; accepted the first packaging which was closed bottle 72.0% and accepted the second packaging which was vacuumed plastic bag 28.0%. Analyzing chemical elements of products, it show that a tom-yam-kung paste product had amount humidity 43.30%, acidity 0.03%, ash 9.60%, protein 4.10%, fat 26.60%, fiber 0.04%, carbohydrate 16.36% and energy 255.80 kilocalories. The color following L*a*b* was L* value 25.83, a* value 8.31 and b* value 25.69. For shelf-life of Tom-yam-kung paste product, it showed that all products had 2 months shelf-life with microorganism not over 1×10^4 CFU/g.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ งบผลประโยชน์ปี 2550 ขอขอบคุณ ชวิน สมสกุล ปัทมา หมอเมือง และ ทินประภา วิจักขณา นักศึกษาสาขาอาหารและโภชนาการ - พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ให้ความช่วยเหลือจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัย

สารบัญ

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ต้มยำกุ้งเป็นอาหารที่มีรสชาติจัดจ้านประกอบไปด้วยรสเปรี้ยว เค็ม เผ็ด เป็นที่นิยมในหมู่ผู้บริโภคทั้งชาวไทยมาช้านานและปัจจุบันชาวต่างประเทศก็หันมาสนใจนิยมรับประทานต้มยำกุ้งกันมากขึ้น นอกจากรสชาติที่มีความเด่นเป็นเอกลักษณ์แล้วยังมีกลิ่นหอมของสมุนไพรหลายชนิด เช่น ข่า ตะไคร้ ใบมะกรูด ซึ่งสมุนไพรเหล่านี้ล้วนอุดมไปด้วยสารอาหาร วิตามิน และแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์สำคัญต่อร่างกาย

ปัจจุบันการบริโภคอาหารของคนไทยจะเป็นไปอย่างเร่งรีบ เนื่องจากการประกอบอาชีพและสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลง ผู้บริโภคจึงคำนึงถึงความสะดวกสบายรวดเร็วทันต่อเวลา ความสะอาดและเพื่อสุขภาพเป็นสิ่งสำคัญจากภาวะดังกล่าวจึงได้คิดค้นกรรมวิธีการผลิตน้ำพริกต้มยำกุ้งพร้อมปรุงเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งให้แก่ผู้บริโภค โดยมีการพัฒนาให้อยู่ในรูปของน้ำพริกบรรจุขวดและบรรจุซอง

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตน้ำพริกต้มยำกุ้ง

1.2.2 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อน้ำพริกต้มยำกุ้ง

1.2.3 เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำพริกต้มยำกุ้ง

1.2.4 เพื่อศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์ของน้ำพริกต้มยำกุ้ง

1.2.5 เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำพริกต้มยำกุ้ง

1.2.6 เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตของน้ำพริกต้มยำกุ้ง

1.3 ขอบเขตการศึกษา

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกต้มยำกุ้ง โดยทำการคัดเลือกสูตรน้ำพริกเผา 3 สูตร แล้วทำการคัดเลือกสูตรที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุดเพื่อนำมาใส่ในต้มยำกุ้ง จากนั้นทำการคัดเลือกสูตรต้มยำกุ้ง 3 สูตรที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุดมาพัฒนากรรมวิธีการผลิตโดยนำเครื่องต้มยำ ได้แก่ ข่า ตะไคร้ ใบมะกรูด ไปอบแห้งในอุณหภูมิที่เหมาะสมแล้วนำมาผสมกับน้ำพริกเผาและปรุงรสด้วยน้ำปลาและใช้กรดซิตริกแทนมะนาว จากนั้นศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำพริกต้มยำกุ้ง ในด้านความชอบรวม ราคา ลักษณะบรรจุภัณฑ์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์ผู้ทดสอบจำนวน 200 คน ตลอดจนศึกษาอายุการเก็บรักษา องค์ประกอบทางเคมี รวมถึงราคาต้นทุน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ผลิตภัณฑ์น้ำพริกต้มยำกุ้งที่เป็นที่ยอมรับของกลุ่มผู้บริโภค

1.4.2 เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน

1.4.3 เป็นข้อมูลพื้นฐานในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำพริกต้มยำกุ้งในระดับอุตสาหกรรม เพื่อเป็นสินค้าส่งออกสู่ตลาดโลก

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำพริก

น้ำพริกเผา หมายถึง ผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคที่ทำจากเครื่องเทศได้แก่ พริกแห้ง หอม กระเทียม เนื้อสัตว์ เช่น กุ้งแห้ง ปลาแห้ง ปลาร้าที่เผาคั่วหรือทอด บดผสมปรุงแต่งรส เช่น น้ำปลา น้ำตาล กะปิ เกลือ บริโภค มะขามเปียกและนำไปผัด น้ำพริกเผาเป็นน้ำพริกที่เก็บได้นาน ตำให้ละเอียดพอควรแล้วเก็บไว้กินได้นานแต่ก่อนมีเรียกอยู่ 2 อย่าง คือ น้ำพริกเผาและน้ำพริกผัด ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการเตรียมว่าจะเผาเครื่องน้ำพริกหรือจะผัดเครื่องน้ำพริกก่อนนำมาตำถ้าเป็นน้ำพริกเผาก็เป็นเครื่องน้ำพริกก่อนแล้วนำมาตำให้ละเอียด สมัยนี้การรับประทานน้ำพริกเผาน้ำพริกผัดสำเร็จรูปจะเป็นแบบตำและปรุงมาเสร็จในขวดขาย ซึ่งสะดวกดีและใช้ได้ดีเป็นอย่างยิ่ง

ส่วนประกอบของน้ำพริกเผา

น้ำพริกเป็นส่วนประกอบของอาหารไทยที่นำมาปรุงร่วมกับอาหารประเภทต่างๆ เช่น ผัด ต้มยำ หรือนำไปบริโภค โดยตรงกับเครื่องจิ้ม ดังนั้นน้ำพริกจึงมีความสำคัญต่อคนไทย ด้วยเหตุนี้ทำให้ส่วนประกอบของการปรุงน้ำพริกทั้งหมดจึงมีความสำคัญที่มีส่วนชูรสให้น้ำพริกต่างๆมีรสชาติแตกต่างกันไป ดังเช่นน้ำพริกเผาซึ่งมีส่วนประกอบาสำคัญและคุณสมบัติส่วนประกอบแต่ละตัวดังที่จะกล่าวต่อไปนี้ (ทวีศักดิ์ เกษปทุม. มปป)

อดิพล ดิลกพิมล (2546) ได้ศึกษาราและอะฟลาทอกซินในน้ำพริกแกงและเครื่องเทศที่เป็นองค์ประกอบแกงเป็นอาหารที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั้งในหมู่ชาวไทยและชาวต่างชาติ เครื่องปรุงหลักในการประกอบอาหารประเภทนี้ ได้แก่ น้ำพริกแกง ซึ่งทำให้แกงแต่ละชนิดมีกลิ่นรสและสีสันที่แตกต่างกัน ดังนั้นน้ำพริกแกงและเครื่องเทศที่เป็นองค์ประกอบจึงมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษารา และอะฟลาทอกซินในน้ำพริกแกงและเครื่องเทศที่เป็นองค์ประกอบ ตรวจวิเคราะห์ปริมาณเบนโซเอทและซอทเบตในน้ำพริกแกง รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำพริกแกง ในระหว่างการเก็บเพื่อปรับปรุงด้านคุณภาพและความปลอดภัย โดยศึกษาน้ำพริกแกง 4 ชนิด ได้แก่ น้ำพริกแกงเผ็ด น้ำพริกแกงเขียวหวาน น้ำพริกแกงส้ม และน้ำพริกแกงมัสมั่น ชนิดละ 30 ตัวอย่าง และเครื่องเทศหลัก ได้แก่ พริกขี้หนู พริกชี้ฟ้า หอม กระเทียม ข่า ตะไคร้ ผิวมะกรูด รากผักชี กระชาย ในรูปของสด และพริกชี้ฟ้าแห้ง ชนิดละ 30 ตัวอย่างใน 3 ฤดู ซึ่งจำหน่ายในตลาดขายส่งในกรุงเทพมหานครและปริมาณพล ผลการทดลองพบว่ากระเทียมเป็นเครื่องเทศที่พบปริมาณรามากที่สุด 4.92 ± 0.93 log CFU/g ส่วนข่าพบราปริมาณต่ำที่สุด 0.08 ± 0.02 log CFU/g ราที่พบมากในเครื่องเทศ ได้แก่ *Aspergillus niger Penicilium P. corylophilum Cladiosporium spp. A. aculeatus* และ

*A.flavus*ตามลำดับ สำหรับปริมาณราในน้ำพริกแกง พบว่าแกงส้มพบราปริมาณเฉลี่ยสูงที่สุด 2.40 ± 1.07 log CFU/g รองลงมาได้แก่แกงเผ็ด 1.44 ± 1.12 log CFU/g แกงมัสมั่น 0.78 ± 0.79 log CFU/g และแกงเขียวหวาน 0.68 ± 1.09 log CFU/g ตามลำดับ ซึ่งราที่พบมากที่สุดได้แก่ *A. niger Monascus spp.* และ *Paecilomyces spp.* ตามลำดับทั้งนี้พบว่า ฤดูกาลไม่มีผลต่อปริมาณราในเครื่องเทศและในน้ำพริกแห้งแต่ละชนิด ($p > 0.05$) ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมารเบนโซเอทและซอร์เบทพบการใช้เบนโซเอทสูงกว่า 1000 ppm ถึงร้อยละ 40 ของตัวอย่างทั้งหมด ในขณะที่ร้อยละ 20 พบการใช้เบนโซเอท ทั้งนี้ไม่พบการใช้ซอท์เบทในทุกตัวอย่าง การตรวจสอบปริมาณอะฟลาทอกซินที่ปนในเครื่องเทศที่เป็นองค์ประกอบพบว่า พริกชี้ฟ้าแห้ง พริกขี้หนู พริกชี้ฟ้าเขียว ตะไคร้ และกระชาย พบอะฟลาทอกซินปนเปื้อนต่ำกว่า 20 ppb ในขณะที่หอมแดง กระเทียม รากผักชี ไม่พบอะฟลาทอกซินปนเปื้อน นอกจากนี้พบว่าน้ำพริกแกงทุกตัวอย่างที่ทำการทดสอบพบอะฟลาทอกซินปนเปื้อนต่ำกว่า 20 ppb สำหรับอายุการเก็บที่อุณหภูมิห้อง เมื่อใช้การประเมินที่ประสาทสัมผัสเป็นเกณฑ์พบว่าน้ำพริกแกงส้มมีอายุการเก็บ 2 วัน แกงเขียวหวานมีอายุการเก็บ 3 วัน น้ำพริกแกงเผ็ดมีอายุการเก็บ 5 วัน และน้ำพริกแกงมัสมั่นอายุการเก็บนานถึง 13 วัน ทั้งนี้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงปริมาณในระหว่างการเก็บและพบว่าการใช้เบนโซเอทและซอร์เบทที่มีความเข้มข้น 500 ppm ไม่ช่วยยืดอายุการเก็บน้ำพริกแกงสูตรที่ใช้ทดสอบ($p > 0.05$)

ชัยรัตน์ วิลาสมงคลชัย (2546) ศึกษาการใช้ไคโตซาน พีเอชและวอเตอร์แอคทิวิตี้เป็นเฮอร์เดิลในการยืดอายุการเก็บน้ำพริกแกง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บเพื่อน้ำพริกแกงสดได้แก่ น้ำพริกแกงเผ็ด และน้ำพริกแกงส้ม ด้วยเทคโนโลยีเฮอร์เดิล ได้แก่ การเติมไตรโคซาน การปรับ pH และ a_w ในขั้นแรก วิเคราะห์จุลินทรีย์ที่พบในน้ำพริกแกงเริ่มมีกลิ่นเปลี่ยนแปลงที่ผู้ทดสอบไม่ยอมรับพบว่าเมื่อเก็บน้ำพริกแกงที่ 30°c ในสภาวะที่มีอากาศและในสภาวะที่สุญญากาศ น้ำพริกแกงส้มเริ่มมีคุณลักษณะต่ำกว่าเกณฑ์ในวันที่ 5 และ 10 ตามลำกับ ส่วนน้ำพริกแกงเผ็ดเริ่มต่ำกว่าเกณฑ์ในวันที่ 3 และวันที่ 7 ตามลำดับ โดยแบคทีเรียหลักที่พบในน้ำพริกแกงทั้งสองสภาวะของทั้งสองชนิดคือ *Barcillus circulans* แต่ในน้ำพริกแกงเผ็ดมี *B. licheniformis* เพิ่มอีกชนิด ขั้นต่อมาวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านแบคที่เรียก่อโรคของน้ำพริกแกง โดยการเติมเชื้อได้แก่ *Clostidium perfringens Escherichia coli Staphylococcus aureus* และ*Samonella sp.* ลงในน้ำพริกแกงที่ผ่านการฉายรังสีแกมม่าที่ระดับ15กิโลเกรย์ เพื่อทำปลอดเชื้อพบว่าในสภาวะที่มีอากาศในน้ำพริกแกงส้มและน้ำพริกแกงเผ็ดมีฤทธิ์ลด *E.coli* ที่ 6.5×10^7 CFU/g ให้เหลือ 4.55×10^5 และ 4.7×10^5 CFU/g ตามลำดับใน 7 วัน *Samonella sp.* ที่ 3.6×10^7 CFU/g จนตรวจไม่พบภายใน 2 วัน และ *S. aureus* ที่ 7.84×10^6 CFU/g จนตรวจไม่พบภายใน 3 และ 4 วัน ตรมลำดับ ในขั้นสุดท้าย เป็นการใช้เฮอร์เดิลในการปรับสภาพของน้ำพริกแกงทั้ง 2 ชนิด โดยเติมน้ำพริกแกงส้มมีค่า a_w 0.96 pH 5.0 แปรค่า a_w ด้วยเกลือแกงเป็น 0.96 0.91 และ 0.86

แปรค่า ด้วยกรดแลคติคเป็น 5.0 4. 5 และ 4.0 และเติมไตรโคซาน เป็น 0 0.5 และ 0.1 % รวมเป็น 27 สูตร ส่วนน้ำพริกแกงเผ็ดจากเดิมมีค่า a_w 0.98 pH 5.2 แปรค่า ค่า a_w เป็น 0.98 0.93 และ 0.88 เป็น 5.2 4.7 และ 4.2 และเติมไตรโคซาน เป็น 0 0.5 และ 0.1% รวมเป็น 27 สูตร บรรจุในถุง PET/Al/Ny/CPPปิดผนึกแบบสุญญากาศเก็บไว้ที่ 30 °c ตรวจวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา ด้านสีและกลิ่น ทางประสาทสัมผัส ทุกสัปดาห์เป็นเวลา 3 เดือน และทดสาอบทางประสาทสัมผัสวันที่ 0 45 90 พบว่าปัจจัยที่แสดงผลต่อจุลอินทรีย์ทั้งหมด และคะแนนประเมินด้านกลิ่นทางประสาท สัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ของน้ำพริกแกงทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ pH ไคโตซาน และผลร่วมที่เสียระหว่างการเก็บ คือ สูตรที่ไม่เติมไตรโคซาน ไม่ปรับ pH สูตรที่เติมไตรโคซาน 0.05 ไม่ปรับ pH แ ละสูตรที่ไม่เติมไตรโคซาน ปรับ pH เป็น 4.7ในน้ำพริกแกงเผ็ด pH 4.5 ในน้ำพริกแกงส้มรวมเป็น 9 สูตรโดยสูตรอื่นนอกจากนี้ สามารถยับยั้งหรือลดปริมาณแบคทีเรียได้ จึงไม่พบการเสียตลอดการทดลอง ทั้งนี้สูตรที่ยับยั้งได้ดีที่สุดของการทดลองนี้คือ สูตรที่เติมไตรโคซาน 0.1 % pH 4.2 ในน้ำพริกแกงเผ็ด และเติมสูตรที่เติมไคโตซาน 0.1 % pH 4.0 ในน้ำพริกแกงส้ม สำหรับคะแนนประเมินด้านกลิ่นรสทางประสาทสัมผัสในน้ำพริกแกงทั้ง 2 ชนิด การแปรค่า a_w เป็นปัจจัยชนิดเดียวที่มีผลให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยสูตรที่ไม่ปรับ a_w มีคะแนนด้านกลิ่นรสสูงที่สุดในการทดลอง นอกจากนี้ค่า pH ของน้ำแกง ทั้ง 2 ชนิด จะมรการลดลงอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในสูตรที่มีการเสียระหว่างการเก็บ ส่วนสูตรที่เหลือค่า pH ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ตลอดการทดลอง สำหรับค่า a_w ค่าสีจากการวัดด้วยเครื่องมือ และจากการประเมินทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ตลอดการทดลอง

รวิวรรณ พรหมเจริญ (2545) การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างสารพิษของ *Bacillus-cereus*ในน้ำพริก การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมทั้งในสภาวะจำลอง และในสภาพที่จริงของการสร้างสารพิษประเภทที่ทำให้ท้องเสีย (diaarhel enterotoxin, DE) ด้วยวิธี VisualImmunossay (VIA) จากน้ำพริกจำนวน 62 ตัวอย่าง พบว่าน้ำพริกสำเร็จรูปที่นำทดมาทดสอบทุกชนิดมีจำนวนแบคทีเรียตั้งแต่ 3.0×10^3 ถึง3.0×10^7 โคโลนี / กรัม พบ *Bacillus cereus* เมื่อเจริญใน Brain heart-infusion ที่เติม 0.1% glucose พบว่าเชื้อที่ทดสอบมีการสร้างสารพิษตั้งแต่ระยะ log phase และเริ่มมีปริมาณสารพิษเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะกลางถึงปลาย log phase และลดลงในระยะstationaryphase เมื่อศึกษาการเจริญของ *Bacillus cereus* ในสภาวะจำลอง โดยทำการเลียนแบบสภาวะในน้ำพริก คือปรับอาหาร Nutrient agar ให้มีค่า pH และปริมาณของ NaCl เท่าในน้ำพริก คือให้ค่า อยู่ที่ 4.8 (เป็นค่า pH สูงสุดในกลุ่มน้ำพริกที่ตรวจสอบ) ปริมาณของ NaCl อยู่ที่ร้อยละ 8.14 (ปริมาณNaCl ต่ำสุดในกลุ่มน้ำพริกที่ตรวจสอบ) พบว่าที่ pH 4.8 *Bacillus cereus* มีจำนวนลดลงจาเดิม 2 log แต่ไม่สรมารถยับยั้งการเจริญของ *Bacillus cereus* ได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนใน Nutrient agar ที่มีการปรับปริมาณเกลือร้อยละ 8.14 พบว่า *Bacillus cereus*

ไม่สามารถเจริญได้ เมื่อตรวจสอบการยับยั้งการเจริญของ *Bacillus cereus* จากสารสกัดน้ำพริกโดยตรง พบว่าน้ำพริกแต่ละชนิดไม่มีผลการยับยั้ง *Bacillus cereus* และเมื่อศึกษาการเจริญของ *Bacillus cereus* ในน้ำพริกที่ทดสอบพบว่า *Bacillus cereus* เจริญได้ในระดับที่ต่ำกว่า 10^5 โคโลนี/กรัม และตรวจไม่พบสารพิษและมีแนวโน้มที่ลดลง ส่วนการศึกษาการประเมินความเสี่ยงด้วยโมเดลคณิตศาสตร์ (Pathogen- Modeling Program :PMP version 6.0 growth model) ของ *Bacillus cereus* ในสภาวะจริงที่ได้จากการตรวจสอบ พบว่าค่าปัจจัยภายในของน้ำพริก (ค่า pH ปริมาณเกลือและค่า Water activity) ไม่สามารถลงในโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ PMP version 6.0 ได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากข้อจำกัดของปัจจัยที่กำหนดในโปรแกรมจึงไม่สามารถใช้โปรแกรม PMP ในการทำนายการเจริญของน้ำพริกสำเร็จรูปของไทยที่ทดสอบได้

โกเมศ พรทิพย์เสถียร และรสพร เจียมจริยธรรม (2547) กระบวนการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มน้ำพริกหนุ่มเป็นอาหารที่มีอายุการเก็บต่ำ (3-5 วัน) งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการขยายอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มที่ผลิตในระดับค้าปลีก ด้วยการใช้หลักการปฏิบัติที่ดี GMPร่วมกับการใช้ความร้อนระดับพาสเจอไรส์ (62±1°C 15 min.) จากการสำรวจตัวอย่างน้ำพริกหนุ่ม ที่ผลิตจำหน่ายในตลาดบางปะกอก และตลาดอิสลาม เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานครในช่วงเดือน กรกฎาคมถึง ธันวาคม 2547 พบว่าน้ำพริกหนุ่มมีค่าน้ำอิสระ (Aw) และ pH อยู่ในช่วง 0.90-0.93 และ 4.7-5.1 ตามลำดับมีอายุการเก็บเพียง 3วันที่ 30±1°C และ 5 วันที่ 4±1°C การทดลองผลิตในห้องปฏิบัติการด้วยสูตรเดียวกัน โดยใช้หลัก GMP สามารถขยายอายุการเก็บได้เป็น 5 วันและ 7 วัน ตามลำดับ เมื่อนำน้ำพริกหนุ่มที่ผลิตไปพาสเจอไรซ์ที่ 62±1°C นาน 15 นาที เก็บในขวดพลาสติก PS, ขวดแก้ว, ถุงพลาสติกปิดสนิท สามารถขยายอายุการเก็บได้เป็น 9 วัน และ 17 วันที่อุณหภูมิห้อง (30±1°C) และอุณหภูมิตู้เย็น (4±1°C) ตามลำดับ แต่ผู้บริโภคยอมรับน้ำพริกหนุ่มที่เก็บไว้ในตู้เย็นนาน 14 วันเท่านั้น ผลการสำรวจความคิดเห็นชาวกรุงเทพ 100 คน พบว่าปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเลือกซื้อน้ำพริกหนุ่ม คือ รสชาติและความสะอาด ดังนั้น การประยุกต์ใช้ระบบ หรือแนวทาง GMP ร่วมกับการใช้ความร้อน (62±1°C 15 min) ทำให้ขยายอายุการเก็บได้ดีโดยรสชาติยังเป็นที่ยอมรับได้

จิราพร ลาภชุติพร และศรายุทธ การีมี (2547) ศึกษาการทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกน้ำเงี้ยวโดยวิธีเร่ง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกน้ำเงี้ยวโดยวิธีเร่งด้วยอุณหภูมิ 45±1°C และ 55±1°C, ศึกษาหาดัชนีชี้วัดคุณภาพที่สิ้นสุดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์น้ำพริกน้ำเงี้ยว โดยตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำพริกน้ำเงี้ยวในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ที่เก็บในสภาวะที่แตกต่างกัน การศึกษาแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนคือ การศึกษาองค์ประกอบของน้ำพริกน้ำเงี้ยว, การศึกษาดัชนีชี้วัดคุณภาพที่สิ้นสุดอายุการเก็บของน้ำพริกน้ำเงี้ยว, ศึกษาการทำนายอายุการเก็บรักษาของน้ำพริกน้ำเงี้ยวโดยวิธีเร่งและศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ในสภาวะการเก็บต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ จุลินทรีย์และประสาทสัมผัสของน้ำพริกน้ำเงี้ยว, จากนั้นศึกษา

อิทธิพลของแสงและก๊าซออกซิเจนที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพทางด้านสีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกน้ำเงี้ยว และขั้นตอนสุดท้ายเป็นการศึกษาอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติกลามิเนตชนิด Nylon/LLDPE

พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำพริกน้ำเงี้ยวมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 12.90, ไขมันร้อยละ 21.17, ความชื้น ร้อยละ 31.16, pH 5.029 และ Aw 0.699 โดยพบจุลินทรีย์ในปริมาณที่ต่ำกว่ามาตรฐาน การศึกษาดัชนีชี้วัดคุณภาพที่สิ้นสุดอายุการเก็บ โดยบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวในถุงพลาสติกลามิเนตชนิด Nylon/LLDPE และกระปุกพลาสติกชนิด PP เก็บที่อุณหภูมิ 55±1°C จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ จุลินทรีย์และประสาทสัมผัสที่ระยะเวลาต่างๆ จากผลการทดลองพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับน้ำพริกน้ำเงี้ยวจนถึงสัปดาห์ที่ 4 โดยคุณสมบัติทางกายภาพทางด้านสีเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพที่สิ้นสุดอายุการเก็บรักษาของน้ำพริกน้ำเงี้ยว ในการศึกษาการทำนายอายุการเก็บรักษาของน้ำพริกน้ำเงี้ยวโดยวิธีเร่งและศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ในสภาวะการเก็บต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ จุลินทรีย์และประสาทสัมผัสข องน้ำพริกน้ำเงี้ยวที่บรรจุในถุงพลาสติก ลามิเนตชนิด Nylon/LLDPE และกระปุกพลาสติกชนิด PP ที่อุณหภูมิ 45±1°C และ 55±1°C พบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ได้นาน 8 และ 4 สัปดาห์ตามลำดับ ทำให้สามารถทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30±1°C ได้นานเป็นระยะเวลา 154 วัน (ประมาณ 5 เดือน) และที่อุณหภูมิ 4±1°C ได้นานเป็นระยะเวลา 897 วัน (ประมาณ 2 ปี 5 เดือน) และจากการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ที่เก็บในสภาวะต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสพบว่า คุณสมบัติทางกายภาพทางด้านสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในการศึกษาอิทธิพลของแสงและก๊าซออกซิเจนที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพทางด้านสีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกน้ำเงี้ยวพบว่า บรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกันและก๊าซออกซิเจนมีผลทำให้สีของน้ำพริกน้ำเงี้ยวเกิดการเปลี่ยนแปลงที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) โดยก๊าซออกซิเจนมีอิทธิพลที่ทำให้สีของน้ำพริกน้ำเงี้ยวเกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่าปัจจัยของแสง ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการศึกษาอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนของบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติกลามิเนตชนิด Nylon/LLDPE พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นจะมีอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนที่สูงขึ้น โดยก๊าซออกซิเจนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีน้ำพริกน้ำเงี้ยว

2.2 กระเทียม

กระเทียมเป็นพืชหัวมีอายุอยู่ได้หลายปี หัวประกอบด้วยกลีบ (cloves) หลายกลีบ แต่ละกลีบมีเยื่อบางขาวอมชมพูหุ้มอยู่ กระเทียมมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Allium sativum* Linn. วงศ์ Alliaceae ชื่ออังกฤษเรียกว่า common garlic หรือ Allium มีถิ่นกำเนิดของทวีปยุโรปและตอนกลางของเอเชีย เนื่องจากเป็นพืชที่มีประโยชน์ จึงได้นำมาปลูกกันในหลายภูมิภาค ส่วนที่นำมาใช้คือ หัวสด หรือ หัวแห้ง ใบสด น้ำมันกระเทียม ได้จากกานำกระเทียมสดบุบพอช้ำมากลั่นด้วยไอน้ำ ส่วนผลกระเทียมเตรียมได้จากกระเทียมแห้งที่เอาน้ำออกกระเทียมสดมีน้ำมันอยู่ประมาณร้อยละ 0.1 -0.36 สารอินทรีย์กำมะถันหลายชนิด คือ allinin (S- allyl- l cysteine sulfoxide) และ S-methyl-l -cysteine sulfoxide น้ำย่อยหลายชนิดคือ allinase , peroxidase , และ myroxinase โปรตีนแร่ธาตุ วิตามินหลายชนิด กระเทียมใช้เป็นยาพื้นบ้านเพื่อบำบัดอาการไอไข้หวัด หลอดลมอักเสมหะเรื้อรัง ปวดฟัน ความดันโลหิตสูง นอกเหนือจากสรรพคุณดังกล่าวมาแล้วยังใช้กระเทียมแก้โรคท้องเสีย เกี่ยวกับปอด ปัสสาวะเป็นเลือด ขับเหงื่อ ไอกรน ในตะวันตกผงกระเทียมและน้ำมันกระเทียมมีขายในร้านอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับคนที่มีความดันโลหิตสูง ในแง่ของการเป็นอาหาร กระเทียมสดและแห้งใช้แต่งกลิ่นแพร่หลายในหมู่ตะวันออก น้ำมันกระเทียมใช้แต่งกลิ่นอาหารหลายชนิดสารที่พบในกระเทียมที่สำคัญคืออัลลิซินสามารถรวมตัวกับวิตามินบีหนึ่งและโปรตีนจึงช่วยในการดูซึมอาหารและลำไส้และยังช่วยในการลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดอีกด้วยการที่อัลลิซินสามารถยับยั้งการเจริญของพืชได้ดีนั้นเนื่องจากไปยับยั้งกระบวนการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ โดยเอนไซม์เหล่านี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจหรือการเจริญของเซลล์ เป็นผลให้จุลินทรีย์ถูกทำลาย (ณัช จันทรสร และ ศรากร เอี่ยมจ้อย.2547)

2.3 พริกแห้ง

พริกแห้ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผลพืชตระกูลพริก (Capsicum sp.) เช่น พริกขี้หนูสวน (*Capsicum minimum Roxb)* พริกขี้หนู *(Capsicum frutiscens Linn.)* และพริกอ่อนหรือพริกชี้ฟ้า *(Capsicum annuune Linn.)* ที่สุกหรือแก่จัดนำมาทำให้แห้ง อาจมีก้านผลติดอยู่หรือไม่ก็ได้

พริกเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Capsicum มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาแถบร้อนและหมู่เกาะอินเดียตะวันตก พริกปลูกกันทั่วไปในภูมิภาคที่มีอากาศอบอุ่นและเขตร้อน เช่น อินเดีย แอฟริกา และอเมริกา เขตร้อน ญี่ปุ่น ญวน ไทย พม่า พริกประกอบด้วยสารที่มีรสเผ็ดร้อนตั้งแต่ 0.1-1 SU. (scovilk heat unit) สารที่ให้รสเผ็ดร้อนคือ capsaicin, dihydrocapsaicin, nordihydrocap saicin, homocapsaicin, และhomodihydrocap saicin สารสองชนิดหลังเป็นสารที่มีปริมาณน้อย สารที่มีรสเผ็ดร้อนเหล่านี้อยู่บริเวณไส้ (dissapiment) ของผลใช่อยู่ที่เม็ด สารประกอบเหล่านี้เรียกรวมๆ

ว่า capsai cinoids นอกจากนี้ยังพบสารอื่นๆอีกเช่น capsanthin, capwarubin, carotene, leteolin ไขมัน โปรตีน วิตามินเอและซี มีน้ำมันหอมระเหย (volatile oil) ซึ่งพบปริมาณน้อย

พริกเมื่อถูกผิวหนังทำให้รู้สึกร้อน ปวดแสบ ปวดร้อนมาก น้ำคั้นพริกมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียในหลอดทดลอง เช่น พวก *E. coli. Samonella spp.* เป็นต้น ในด้านเภสัชกรรมได้กล่าวถึงสาร capsaicin ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในทางเภสัชกรรมโดยถูกนำไปใช้ในตำรับยาแผนโบราณและยาแผนปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตาม capsaicin ที่ใช้กันอยู่ก็ยังสั่งซื้อจากต่างประเทศและมีราคาแพง ในยาพื้นบ้านใช้เป็นยาขับลม บำรุงธาตุแก้อาการเป็นตะคริว เพราะพริกจะไปช่วยกระตุ้นแก้อาการรู้สึกร้อน ปัจจุบันวงการเภสัชกรรมได้มีการสกัด capsaicin จากพริกนำไปเป็นส่วนผสมของยาชนิดต่างๆ เช่น ยาธาตุ ยาเจริญอาหาร ยาขับลมและยาแก้ปวดท้อง เพื่อกระตุ้นให้มีการหลั่งของเอนไซม์ ตลอดจนการบีบตัวและการคลายตัวของกระเพาะอาหาร ผสมในขี้ผึ้งทาถูนวด แก้อาการปวดเมื่อยทำให้บริเวณที่ทามีเลือดมาเลี้ยงมากขึ้น นอกจากสารcapsaicinแล้วผลสุกของพริกยังอุดมไปด้วยเม็ดสีซึ่งมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์โดยเฉพาะสัตว์ปีก เนื่องจากมีสมบัติเพิ่มสีของหนังไก่ให้เป็นสีเหลืองและไข่แดงของสัตว์ปีกในด้านอาหารโดยเฉพาะอาหารของชาวตะวันออกใช้ทั้งพริกสดและพริกแห้งเป็นเครื่องเทศใช้แต่งรสเป็นเครื่องดื่มและเหล้าผสมเป็นเครื่องแกง บางโอกาสนอกากพริกจะช่วยชูรสอาหารแล้วยังช่วยตกแต่งอาหารให้ดูน่ารับประทานและแต่งสีอาหารด้วยหลายประเภท เช่น อาหารประเภทผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ซุป ซอส (ณัช จันทรสร และ ศรากร เอี่ยมจ้อย.2547)

2.4 หัวหอม

หัวหอมเป็นพืชในตระกูล alliaceae เป็นพืชล้มลุกมีหัว หัวหอมแต่ละต้นประกอบด้วยหัวเล็กที่เรียกว่ากลีบ แต่ละกลีบมีรูปร่างแบบรูปไข่ผิวด้านหลังแต่ละกลีบจะโค้งกลีบหัวหอมเกิดจากเกล็ดซ้อนกันเป็นชั้นๆทำหน้าที่สะสมอาหาร ส่วนนี้จึงมีน้ำตาลและสารที่ทำให้เกิดกลิ่นฉุนอยู่มาก หัวหอมที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้มี 2 ชนิด คือหัวหอมใหญ่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Alliumcepa Linns.* และหัวหอมแดง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า A*llium ascalonicum Linn.* หัวหอมเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปเอเชียตะวันตก แต่ได้มีการนำไปปลูกในหลายภูมิภาค หัวหอมประกอบด้วยสารอินทรีย์ของกำมะถันหลายชนิดคือ trans - S – propynyl cystein sulfoxide, S – methyl cystein sulfoxide, S – propyl cystein sulfoxide และ cycloalliin สามารถเปลี่ยนเป็นสารประกอบกำมะถันได้โดยน้ำย่อยอัลมิเนส น้ำย่อยชนิดนี้ถูกปล่อยออกมาเมื่อทำให้หัวหอมช้ำ สารประกอบกำมะถันที่สลายตัวเป็นสาร sulfidesและสารอื่นๆต่อไป สารเหล่านี้เป็นสารนทำให้หัวหอมมีกลิ่น โดยเฉพาะ methylpropyl disulfide (CH_3-CH_2 -CH_2- S-S- CH_3),methylpropyl trisulfide หัวหอมมีน้ำมัน (onion oil) ซึ่งเป็นน้ำมันหอมระเหยในปริมาณน้อยน้ำมันมีสารประกอบกำมะถันเป็นสารหลักแต่

ไม่ได้เป็นสารที่มีกลิ่น สารที่ทำให้มีกลิ่น สารที่ทำให้เกิดกลิ่นในหัวหอมที่สำคัญมีอยู่ 3 ชนิด คือ methylpropyl disulfide, dimethyl disulfide, 3,4 dimethylophene, methylcis propen disulfide และสารอื่นๆอีก หัวหอมมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาคล้ายกับกระเทียมในทางอาหารใช้หัวหอมแต่งกลิ่นในอาหาร ได้หลายชนิดรวมทั้งเครื่องดื่มที่มีแอลกฮอล์และไม่มีแอลกฮอล์ อาหารแช่แข็ง ขนมผิงเยลลี่ เนื้อและผลิตภัณฑ์จากเนื้อ เป็นเครื่องเทศที่มีรสเผ็ดร้อนแต่งกลิ่นอาหารที่ปรุงเสร็จแล้ว แต่งกลิ่นน้ำซอส ไขมัน น้ำมันและซุป นอกจากนี้รายงานประสิทธิภาพต่อหัวหอมที่มีต่อจุลินทรีย์ว่าหัวหอมยับยั้งหรือทำลายแบคทีเรียได้ดี จึงนำไปใช้ประโยชน์ทางวงการแพทย์หลายประการ ซึ่งสารที่เป็นตัวสำคัญในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ คือ อัลซิลินที่พบในส่วนของน้ำมันหอมระเหยในสภาพปกติหัวหอมไม่มีสารนี้แต่จะมีอัลลิซินเมื่อเซลล์ของหัวหอมถูกทำให้แตกโดยอัลลินินเปลี่ยนเป็นอัลลิซินโดยการทำงานของเอนไซม์อัลลิเนส อัลลิซินเป็นสารไม่คงตัวจะเปลี่ยนเป็น dialline disulfide และซัลไฟด์อื่นๆ ซึ่งสารเหล่านี้ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดี (ณัช จันทรสร และ ศรากร เอี่ยมจ้อย.2547)

2.5 กุ้งแห้ง

กุ้งแห้ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำกุ้งสดมาต้มให้สุก (ควรต้มในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 3 - 4 ให้สุกพอดีที่จะไม่ทำให้เนื้อกุ้งบดเปลือกหรือบดแห้งเกินไป)แล้วนำมาทำให้แห้งโดยใช้แสงแดดหรือเครื่องให้ความร้อน โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จะปอกเปลือกหรือไม่ก็ได้และการปลอกเปลือก สามารถทำได้ก่อนหรือหลังการทำแห้งสำหรับคุณค่าทางโภชนาการของกุ้งแห้ง (ณัช จันทรสร และ ศรากร เอี่ยมจ้อย.2547) แสดงอยู่ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณค่าอาหารไทยที่กินได้ 100 กรัม ของกุ้งแห้ง กุ้งน้ำจืด กุ้งน้ำเค็ม

สารอาหาร	ปริมาณ
ความชื้น (กรัม)	29.30
แคลอรี่ (ยูนิต)	285.00
ไขมัน (กรัม)	3.00
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	0.70
ไฟเบอร์ (กรัม)	-
โปรตีน (กรัม)	59.80
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	591.00
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	716.00
เหล็ก (มิลลิกรัม)	79.00
วิตามิน	-
เอ (I.U.)	Tr
บี 1 (มิลลิกรัม)	0.08
บี 2 (มิลลิกรัม)	0.27
ไนอะซิน (มิลลิกรัม)	5.70
ซี (มิลลิกรัม)	0.00

ที่มา : กองโภชนาการ (2530)

2.6 เครื่องปรุงรสน้ำพริก

เครื่องปรุงรสน้ำพริก มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งสำหรับน้ำพริก โดยเฉพาะที่เป็นพวกเครื่องจิ้ม เครื่องจิ้มของไทยมักจะมี 3 รส รสเปรี้ยว หวาน เค็ม นอกเหนือจากรสเผ็ด เครื่องปรุงรสดังที่กล่าวมาแล้วเหล่านี้ได้แก่ น้ำปลา น้ำตาล น้ำมะขามเปียก เกลือ น้ำมะนาว มะม่วงสับ ซึ่งการที่จะนำเครื่องปรุงชนิดใดชนิดหนึ่งมาใช้นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำพริกนั้นๆสำหรับในส่วนของน้ำพริกเผาเครื่องปรุงรสที่ใช้โดยทั่วไปดังต่อไปนี้

2.6.1 มะขามเปียก

มะขามเปียก เป็นมะขามเปรี้ยวจัด แกะเปลือกออกเหลือแต่เนื้อในใช้ปรุงเป็นน้ำพริกมะขามเปียก น้ำพริกปลาย่าง ตาแดง น้ำพริกเผา นอกจากจะใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำพริกแล้วเรายังใช้น้ำเพื่อปรุงรสอาหารประเภทต้มยำ ส้มตำ รวมทั้งน้ำพริกหลนต่างๆในกาใช้มะขามเปียกต้องใช้มะขามเปียกที่สดใหม่ สีน้ำตาลจะออกไปทางสีแดง ไม่ควรใช้มะขามที่มีสีดำจะทำให้น้ำพริกมีสีผิดเพี้ยนไปไม่น่ารับประทาน มะขามเปียกที่ดีต้องมีรสเปรี้ยวอมหวานนิดๆจะทำให้รสน้ำพริกกลมกล่อม (ณัช จันทรสร และ ศรากร เอี่ยมจ้อย.2547)

2.6.2 น้ำตาล

น้ำตาลเป็นเครื่องปรุงรสอีกชนิดหนึ่งที่ให้รสหวานมาก ซึ่งจะใช้น้ำตาลที่ทำมาจากน้ำตาลมะพร้าว ชาวบ้านเรียกน้ำตาลมะพร้าวเพราะทำมาจากน้ำหวานของจั่นมะพร้าวเคี่ยวไฟจนได้เนื้อน้ำตาล นำไปใส่ปี๊บจึงเรียกน้ำตาลปี๊บ จะให้รสหวานนุ่มกว่าน้ำตาลทราย ส่วนน้ำตาลปึกซึ่งจะมีมกลิ่นหอมกว่าน้ำตาลปี๊บทั้ง 2 อย่างใช้ทดแทนกันได้ ส่วนน้ำตาลทรายทำจากรสหวานของน้ำตาลอ้อยผ่านขบวนการอุตสาหกรรมสะดวกต่อการเก็บในภาชนะต่างๆและนำมาใช้งานให้รสหวานแหลมกว่าน้ำตาลปี๊บสามารถใช้แทนกันได้ (ณัช จันทรสร และ ศรากร เอี่ยมจ้อย.2547)

2.6.3 น้ำปลา

ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 18 (พ.ศ. 2532) น้ำปลา หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวและมีรสเค็มใช้ปรุงแต่งอาหาร ในขณะที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2526) ได้บทนิยามของน้ำปลาไว้ดังต่อไปนี้ น้ำปลา หมายถึง ของเหลวที่ได้จากการหมักปลาหรือส่วนของปลากับเกลือหรือกากปลาที่เหลือจากการหมักกับเกลือตามกรรมวิธีการทำน้ำปลา

น้ำปลาเป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักดองที่ใช้เครื่องปรุงรสซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้คือ ปลาตัวเล็กและเกลือ ปลาที่ใช้อาจเป็นปลาน้ำจืดหรือปลาทะเลก็ได้ ปลาน้ำเค็มที่ใช้สำหรับเป็นวัตถุดิบในการทำน้ำปลาส่วนมากเป็นปลาขนาดเล็กและเป็นที่นิยมใช้ทำน้ำปลาทาที่มีคุณภาพสูง ได้แก่ ปลาไส้ตัน รองลงมา คือ ปลากะตัก และปลามะลิ (ณัช จันทรสร และ ศรากร เอี่ยมจ้อย.2547)

2.6.4 น้ำมันถั่วเหลือง

น้ำมันถั่วเหลืองได้มาจากเมล็ดถั่วเหลืองที่มีน้ำมันประมาณร้อยละ 20 ต่อน้ำหนักแห้งน้ำมันถั่วเหลืองที่มีคุณภาพดีจะมีสีเหลือง สีของน้ำมันถั่วเหลืองจะขึ้นอยู่กับการทำงาน alkali - refining ซึ่งจะช่วยลดความเข้มของสีให้อ่อนลง น้ำมันถั่วเหลืองที่ได้จากเมล็ดที่ยังไม่แก่หรือมีสีเขียว อาบมีคลอโรฟิลล์ปนอยู่ทำให้น้ำมันมีสีเขียวซึ่งผิดปกติ นอกจากนั้นน้ำมันที่ได้จากเมล็ดที่คุณภาพไม่ดีเสียหายหรือเมล็ดแตก อาจทำให้ได้น้ำมันที่มีสีน้ำตาล ซึ่งไม่สามารถทำให้สีเปลี่ยนเป็นปกติโดยวิธีการรีไฟน์และการฟอกสี กรดไขมันที่สำคัญในน้ำมันถั่วเหลือง คือ กรดลิโนเลอิค มีอยู่ประมาณร้อยละ 43 - 56 กรดลิโนเลนิก ประมาณร้อยละ 5-11 และกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (ณัช จันทสร และ ศรากร เอี่ยมจ้อย.2546)

2.7 มะกรูด

ชื่ออังกฤษ	Leech lime , Kaffir lime
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Citrus hystrix DC*
ตระกูล	Rutaceae
ลักษณะ	มะกรูดเป็นไม้ยืนต้นขนาดย่อม ตามกิ่งก้านมีหนามแหลมใบเขียวหนา ภายในใบมีต่อมน้ำมันอยู่ทั่วไป ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของพืชตระกูลนี้ ดอกมีสีขาว เกสรมีสีเหลือง มีกลิ่นหอมเล็กน้อย ผลมะกรูดมีผิวขรุขระทั้งผล ที่ขั้วมีจุก
ส่วนที่ใช้	ใบ ผล
ประโยชน์ทางด้านอาหาร	ผิวผลมะกรูดใช้เป็นเครื่องปรุงในน้ำพริกแกงต่างๆ ผลมะกรูดผ่าซีกใส่ในน้ำพริกขนมจีน แกงคั่ว ใบมะกรูดใส่ในต้มยำ แกงเผ็ด และหลนต่างๆ ใบมะกรูดหั่นฝอยโรยหน้าในห่อหมกและปลาฉู่ฉี่

นอกนั้นเกลือแร่ วิตามินต่างๆ ก็มีมากน้อยลดหลั่นกันตามปกติ แต่ว่าแคลเซียมนั้นในใบมะกรูดมีมากมายจริงๆท่านที่สูงอายุควรบำรุงกระดูกเอาไว้เพื่อป้องกันโรคกระดูกพรุน กระดูกผุและเพิ่มความแข็งแกร่งให้แก่กระดูกจะดีมาก (มหัศจรรย์ผัก . 2540)

ใบมะกรูดน้ำหนัก 100 กรัม จะมีคุณค่าทางสารอาหารดังนี้

พลังงาน (Energy)	138.00	แคลอรี
ความชื้น (Moisture)	57.10	กรัม
โปรตีน (Protein)	6.80	กรัม
ไขมัน (Fat)	3.10	กรัม
คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)	20.80	กรัม
กาก (Crude Fibre)	8.20	กรัม
เส้นใยอาหาร (Dietary Fibre)	-	กรัม
เถ้า (Ash)	4.00	กรัม
แคลเซียม (Calcium)	1,670.00	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	20.00	มิลลิกรัม
เหล็ก (Iron)	3.80	มิลลิกรัม
บีต้า – แคโรทีน (B – Carotene)	-	กรัม
วิตามินเอ (Vitamin – A)	3,028.00	หน่วย
ไทอะมิน (Thiamin)	0.20	มิลลิกรัม
ไรโบฟลาวิน (Riboflavin)	0.35	มิลลิกรัม
ไนอะซิน (Niacin)	1.00	มิลลิกรัม
วิตามินซี (Vitamin – C)	20.00	มิลลิกรัม

(เครื่องหมาย – หมายถึงยังไม่ได้วิเคราะห์) (ยุวดี จอมพิทักษ์. 2545)

2.8 ตะไคร้

ชื่ออังกฤษ	Lamon grass
ชื่อวิทยาศาสตร์	Cymbopogan citratrus stapf.
ตระกูล	Gramineae
ลักษณะ	ตะไคร้เป็นพืชล้มลุก เนื้ออ่อน ขึ้นรวมอยู่กันเป็นกอคล้ายหญ้าคาใบยาวแหลม มีน้ำมันหอมระเหย เมื่อนำไปกลั่นด้วยไอน้ำจะได้น้ำมันหอมระเหยที่เรียกว่า น้ำมันหอมตะไคร้ ซึ่งประกอบด้วยซิตรอล ถึงร้อยละ 80 ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำหอมหลายชนิดและเครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลม
ส่วนที่ใช้	ต้น และก้านใบ
ประโยชน์ทางด้านอาหาร	ใช้เป็นเครื่องปรุงในน้ำพริกต่างๆเช่น แกงเผ็ด แกงคั่วหลนกะปิ ต้มยำ และพล่าต่างๆ (มหัศจรรย์ผัก . 2540)

2.9 ข่า

ชื่ออังกฤษ	Galangal
ชื่อวิทยาศาสตร์	Alpinia galangal swqrtz
ตระกูล	Zingiberaceae
ลักษณะ	เป็นพืชล้มลุกใบเลี้ยงเดี่ยว หัวอยู่ใต้ดินที่เรียกว่าแง่ง แง่งข่ามีลักษณะเป็นปล้องสั้นๆ ลำต้นเป็นก้านแข็ง ใบแข็งหนา ดอกเป็นช่อใหญ่ข่ามี 2 ชนิด คือข่าใหญ่และข่าเล็ก ข่าใหญ่เป็นแง่งสีขานและใหญ่กว่า ข่าเล็กมีแง่งขาดเล็กมีสีเหลืองน้ำตาล มีกลิ่นหอมของน้ำมันหอมระเหยซึ่งประกอบด้วย ซิเนออล ยูเรนอล และรสร้อนเผ็ดเกิดจาก แคมฟอริก (kaemferid) กาลังจิน (galangin) และอัลปีนิน (alpinbin)
ส่วนที่ใช้	ต้น และก้านใบ
ประโยชน์ทางด้านอาหาร	ใช้เป็นเครื่องปรุงในน้ำพริกต่างๆเช่น แกงเผ็ด แกงคั่วหลน กะปิ ต้มยำ และพล่าต่างๆ (มหัศจรรย์ผัก . 2540)

ข่าเหง้าอ่อนน้ำหนัก 100 กรัม จะมีคุณค่าทางสารอาหารดังนี้

พลังงาน (Energy)	20.00	แคลอรี
เส้นใยอาหาร (Dietary Fiber)	-	กรัม
แคลเซียม (Calcium)	5.00	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	27.00	มิลลิกรัม
บีต้า – แคโรทีน (B – Carotene)	18.00	ไมโครกรัม

(อุไร จิรมงคลการ. 2547)

2.10 กรดซิตริค (Citric acid)

กรดซิตริค เป็นสารอินทรีย์ที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเป็นสารที่นิยมใช้กับผักและผลไม้แปรรูปนอกจากนี้เป็นสารที่มีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับกรดชนิดอื่นๆซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกันแต่มีราคาแพงเช่น กรดมาลิค เป็นต้น กรดซิตริคสามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลอกซิเดสได้เนื่องจากกรดซิตริกมีคุณสมบัติเป็นReducing agent และยังเป็นสารคีเลท (Chelating agent) หรือเป็นสาร ซีเควสแทรนท์ (Sequestrant) ซึ่งมีบทบาทในการทำปฏิกิริยากับโลหะและไอออนของโลหะและอัลคาไลน์เอิรท์ (Alkaline earth - metal) ที่มีในผลิตผลเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ซึ่งโลหะหรือไอออนเหล่านี้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ต่างๆที่ทำให้ผลิตผลเสื่อมคุณภาพ รวมทั้งการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลอกซิเดส นอกจากนี้กรดซิตริกยังทำหน้าที่เหมือน Acidurant ด้วยการลดพีเอช ซึ่งพีเอชในช่วงต่ำกว่าหรือเท่ากับ 3.0 ทำให้เอนไซม์โพลีฟีนอลอกซิเดสไม่สามารถทำงานได้สูตรโครงสร้างทางเคมีของกรดซิตริก

ได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับการคุมการเกิดสีน้ำตาลโดยใช้กรดซิติดในผลิตผลทางการเกษตรหลายชนิด เช่น การควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในชิ้นแอปเปิ้ลและพืชโดยใช้กรดซิติดความเข้มข้น0.05 - 0.30 โมลาร์ จุ่มนาน 2 - 5 นาที มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ร้อยละ 100 และพบว่าชิ้นแอปเปิ้ลที่จุ่มในกรดซิตริกความเข้มข้น0.001 - 0.005 โมลาร์ เป็นเวลา 5 นาที สามารถควบคุมเอนไซม์โพลีฟีนอลอกซิเดสได้เพียงเล็กน้อย Kim และ Klieber ปี ค.ศ. 1997 พบว่าการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลใน Chinese casbbage โดยการใช้กรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 0.05 - 0.15 โมลาร์ สามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลได้น้อย ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพของกรดซิตริกในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของกรดซิตริกที่สูงขึ้น

กรดซิตริกเป็นกรดอินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่นิยมให้ในอุตสาหกรรมอาหาร พบในผลไม้ตามธรรมชาติ ได้แก่ ผลไม้ตระกูลส้ม กรดซิตริกมีน้ำหนักโมเลกุล 192.12 มีค่า pK_a 3 ค่า คือ pK_{a1}, pK_{a2} , pK_{a3} เท่ากับ 3.14,4.77 และ 6.39 ตามลำดับ (Lide, 1991) ในปี ค.ศ.1994 Abdul และคณะพบว่าเมื่อใช้กรดซิตริกลดค่าความเป็นกรด-ด่าง ในเนื้อบดย่างจาก 5.9 เป็น 5.4 สามารถลดการเจริญ และลดการสร้าง verotoxin 1 ของ *E.coli* 157 : H7 ได้ โดยปริมาณสารพิษลดลงจาก 21 เป็น 16 mg/ml ภายใน เวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 21 °C กลไกของการปรับสภาพเซลล์ด้วยกรด

ในระหว่างกระบวนการผลิตและการเก็บรักษาอาหาร จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารจะต้องผ่านสภาวะเครียด (stresses) ต่างๆ มากมายจึงทำให้จุลินทรีย์บางชนิดตายไป แต่บางชนิดสามารถปรับตัวทนต่อสภาพเครียดนั้น ๆ ได้ เซลล์ปรับตัว (adaped cell) สามารถรอดชีวิต เพิ่มจำนวนในอาหารที่เก็บในสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรีย และเมื่อเพิ่มจำนวนจะก่อให้เกิดโรคได้เมื่อบริโภคอาหารนั้น หรือทำให้อาหารเน่าเสียได้

สภาวะเครียดในที่นี้จะเน้นเฉพาะการเผชิญของแบคทีเรียโดยเฉพาะ *E.coli* O157:H7 ต่อสภาวะการเพิ่มของปริมาณกรด (acid stress) ซึ่งอาจเกิดจากการเติมกรดในกระบวนการผลิต หรือปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการหมักอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ การเติมกรดโดยตรงหรือการหมักเป็นการยืดอายุการเก็บอาหาร โดยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ เป็นวิธีดั้งเดิมที่นิยมใช้ในกระบวนการผลิตอาหาร แต่ปริมาณของกรดที่เพิ่มหรือเติมลงไปในอาหารนั้น บางครั้งยังมีปริมาณไม่มากพอที่จะทำให้จุลินทรีย์ตายทันที กรดอาจกระตุ้นและทำให้จุลินทรีย์นั้นเกิดการปรับตัว (adaptation) สร้างสภาวะ Acid ToleranceResponse (ATR) ภาวะกรดปริมาณต่ำดังกล่าวจะกระตุ้นทำให้แบคทีเรียสามารถสร้างกลไกต้านทานภาวะเครียดบางอย่างในเซลล์ และทนต่อความเข้มข้นของกรดที่เพิ่มขึ้นและอย่างยิ่งทนต่อสภาพเครียดอื่น ๆ ได้แก่ ความร้อน สารฆ่าเชื้อหรือรังสี และ

หากจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตนั้นเป็นชนิดที่สามารถก่อให้เกิดโรคเนื่องจากอาหารเป็นพาหะก็จะเป็นการเพิ่มโอกาสเสี่ยงที่จะทำให้เกิดโรคเนื่องจากการบริโภคอาหาร

นอกเหนือจากความสามารถในการปรับสภาพเซลล์ของแบคทีเรียดังกล่าวแล้ว พบว่า เซลล์มีกลไกในการควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างภายในเซลล์ตามธรรมชาติ เรียกว่า pH homeostasis เป็นกระบวนการที่สำคัญในการควบคุมค่าตามเป็นกรด-ด่างภายในเซลล์ หากมีการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างนอกเซลล์ (pH_o)จุลินทรีย์จะใช้กลไกของ pH homeostasis ควบคุมระดับค่าความเป็นกรด-ด่างภายในเซลล์ (pHi) โดยปกติแล้วจุลินทรีย์จะถูกรักษาสภาพภายในเซลล์ให้เป็นกลางมากที่สุดโดย primary cellular proton pumps จะทำหน้าที่ควบคุม pHi โดยการควบคุมระบบ K/proton และ ระบบ Na /proton antiport เพื่อรักษาสภาพ pHi ให้ใกล้เคียงกับค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.5 ซึ่งเป็นค่าความเป็นกรด-ด่างปกติของเซลล์ (สุกิจ นวพร.2548)

2.11 อายุการเก็บของอาหาร (Shelf – life) ของอาหาร

อายุการเก็บรักษา หมายถึง ช่วงเวลาตั้งแต่ผลิตภัณฑ์นั้นถูกผลิตขึ้นมาจนถึงเวลาที่ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งอาจหมายความเฉพาะได้แตกต่างกันบ้าง เช่น

- ผลิตภัณฑ์อาหารหนึ่งยังอยู่ในช่วงเวลาของอายุการเก็บ ต่อเมื่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในการนำไปใช้ และตราบเท่าที่ภาชนะบรรจุยังคงปิดผนึกไม่มีการรั่วและสามารถป้องกันอาหารที่บรรจุอยู่
- อายุการเก็บเป็นช่วงเวลาระหว่างการบรรจุผลิตภัณฑ์และการใช้โดยคุณภาพยังเป็นที่ยอมรับของผู้ใช้
- เป็นช่วงเวลาระหว่างการผลิตและการซื้อปลีกของผลิตภัณฑ์อาหารใดๆโดยระหว่างช่วงเวลาดังกล่าว ผลิตภัณฑ์ยังมีคุณภาพทางด้านคุณค่าทางอาหาร รสชาติ เนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏเป็นที่พอใจของผู้บริโภค
- เป็นเวลาที่ผลิตภัณฑ์สามารถอยู่บนชั้นของผู้ค้าปลีกและผู้บริโภคได้ ก่อนที่อาหารจะมีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ

การหาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารได้รับวิวัฒนาการเป็นเวลาพอสมควร ในปัจจุบันความเป็นห่วงต่อความปลอดภัยของอาหาร สภาวะการแข่งขัน ข้อกฎหมายที่บังคับและลงโทษต่างมีบทบาทสร้างความกดดันให้ผู้ประกอบการแปรรูปอาหรให้ความสนใจในด้านนี้มากยิ่งขึ้น ผู้ประกอบการมีความมุ่งมั่นผลิตอาหารให้ปลอดภัย คุณภาพคงที่ มีคุณค่าทางโภชนาการ จึงต้องหาวิธีประเมินผลิตภัณฑ์อาหารให้ถูกต้องและสามารถผลิตอาหารให้เก็บไว้ได้ในเวลาที่ต้องการ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตที่ดี (Good Manufacturing Practice หรือ GMP) นิยาม : อายุของผลิตภัณฑ์อาหารคือ ช่วงระยะเวลาที่สินค้าบรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์และสามารถรักษาคุณภาพให้อยู่ในสภาพที่ยอมรับได้ภายใต้สภาวะการเก็บหนึ่งๆ จากคำนิยามพบว่าองค์ประกอบ

ของอายุผลิตภัณฑ์อาหารแปรผัน 3 ปัจจัยหลัก คือ ตัวสินค้า บรรจุภัณฑ์ และสิ่งแวดล้อมหลังจากที่ได้รับการแปรรูปและกระบวนการผลิตแล้ว (วิเชียร วรพุทธพร.2534)

2.11.1 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บผลิตภัณฑ์อาหาร

สินค้าจะเสื่อมคุณภาพด้วยปฏิกิริยาต่างๆสินค้าบางอย่างเมื่อได้รับความชื้นก็จะไม่เป็นที่ยอมรับ สินค้าบางอย่างเมื่อทิ้งไว้นานจะเกิดกลิ่นเหม็นหืน คุณภาพที่ยอมรับไม่ได้ของสินค้าย่อมต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขโดยการควบคุมคุณภาพและใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม เมื่อสามารถหาสาเหตุการเสื่อมคุณภาพของอาหารแล้ว จะต้องกำหนดว่ามาตรฐานหรือระดับคุณภาพขนาดไหนจะไม่เป็นที่ยอมรับการกำหนดระดับคุณภาพที่ยอมรับไม่ได้นี้จำเป็นต้องให้ชิมและสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายที่เรียกว่า Sensory Panel กลุ่มเป้าหมายที่จะทดสอบการยอมรับของคุณภาพสินค้าจะต้องใกล้เคียงกลุ่มบริโภคที่จะซื้อจริงเมื่อวางจำหน่ายสินค้า อาหารที่จะนำมาประเมินอายุต้องบรรยายส่วนประกอบของอาหารและกระบวนการผลิตอย่างละเอียดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบใดๆองค์ประกอบหนึ่งย่อมมีผลต่ออายุของอาหารและรสชาติในการทดสอบเพื่อประเมินจะต้องเขียนองค์ประกอบต่างๆกำกับไว้บนตัวอย่างให้ชัดเจน สภาวะขนส่ง เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และเวลา

ในองค์ประกอบนี้การรู้ถึงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์อาหารเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด เช่น การไวต่อการทำปฏิกิริยาความชื้นและออกซิเจนด้วยเหตุนี้จึงต้องทดสอบความไวต่อการทำปฏิกิริยาของผลิตภัณฑ์อาหารก่อนที่จะเลือกวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมอายุขัยของผลิตภัณฑ์อาหารใดๆของระบบบรรจุภัณฑ์และสภาวะการกระจายสินค้าหนึ่งๆนั้นจะแปรตามคุณภาพของอาหารในขณะเริ่มผลิตกับขณะบริโภคยิ่งมีความแตกต่างมากอายุขัยของอาหารนั้นจะยิ่งยาว และถ้าคุณภาพของอาหารมีการเปลี่ยนแปลงน้อย ย่อมเปิดโอกาสให้ใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันการซึมผ่านน้อย การประเมินอายุของอาหารเป็นหลักการคำนวณทางคณิตศาสตร์จากปฏิกิริยาที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับอัตราการซึมผ่านของวัสดุบรรจุภัณฑ์ ยกตัวอย่างเช่น ความกรอบของขนมปังจะทดสอบด้วยการซึมผ่านของไอน้ำ เมื่อขนมปังนิ่มจนทานไม่ได้จะวัดค่าปริมาณความชื้นในขนมปังที่นิ่มจนยอมรับไม่ได้ เมื่อมีการประเมินอายุของขนมปังในบรรจุภัณฑ์อื่นๆจะใช้เกณฑ์ของปริมาณความชื้นเป็นเกณฑ์ตัดสิน เช่นเดียวกับการเหม็นหืนของอาหารที่มีไขมันสูงจะใช้เกณฑ์การดูดซึมหรือปฏิกิริยากับออกซิเจนเป็นเกณฑ์ตัดสินและประเมินอายุของอาหารจากปริมาณการซึมผ่านออกซิเจนเข้าสู่ภายในบรรจุภัณฑ์ตัวระบบบรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้ในการรักษาคุณภาพของอาหารประกอบด้วย บรรจุภัณฑ์ชั้นใน บรรจุภัณฑ์ชั้นนอก และบรรจุภัณฑ์ขนส่ง การทำงานของเครื่องจักรบรรจุและสมรรถนะของเครื่องจักรเครื่องจักรที่มีสมรรถนะดีและใช้งานอย่างถูกต้องมีผลต่อการรักษาคุณภาพของอาหารเนื่องจากเอื้ออำนวยให้บรรจุภัณฑ์ทำงานได้อย่างเต็มที่ตามที่ได้ออกแบบมาด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้การ

ประเมินอายุขัยของอาหารพร้อมบรรจุภัณฑ์จึงควรกระทำอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องบรรจุที่ทำงานจริงๆไม่สมควรใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการทดสอบอายุขัยเสมอไป

การวัดอัตราการซึมผ่านของวัสดุบรรจุภัณฑ์เป็นเพียงองค์ประกอบหนึ่งในการประเมินอายุของอาหาร การวัดอัตราการซึมผ่านที่แน่นอนถูกต้อง มิได้เป็นสิ่งที่รับประกันได้ว่าการประเมินอายุขัยต้องแม่นยำเสมอไป เนื่องจากมีปัจจัยต่างๆเกี่ยวข้องมากมาย การวัดอัตราการซึมผ่านเป็นเพียงการทดสอบประเภทบ่งบอกที่กดระทำภายในห้องปฏิบัติการภายใต้สภาวะการควบคุมโดยไม่คำนึงถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมๆซึ่งมีผลให้การซึมผ่านรวดเร็วกว่าที่ทดสอบในห้องปฏิบัติการ (วิเชียร วรพุทธพร.2534)

2.12 บรรจุภัณฑ์แก้ว

2.12.1 คุณสมบัติของภาชนะบรรจุแก้ว

2.12.1.1 คุณสมบัติทางกล ภาชนะบรรจุแก้ว เป็นภาชนะคงรูป มีความต้านทานต่อแรงกด และแรงดันภายในสูง แต่ความต้านทานต่อแรงกระทบของภาชนะบรรจุแก้วต่ำมาก ดังนั้นภาชนะบรรจุแก้วจึงเป็นภาชนะที่แตกง่าย

2.12.1.2 คุณสมบัติด้านความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างเฉียบพลันความ สามารถในการทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างเฉียบพลัน ของภาชนะบรรจุแก้วขึ้นอยู่กับประเภท และความหนาของเนื้อแก้ว ภาชนะบรรจุแก้วที่มีความบาง จะมีช่วงของความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างเฉียบพลัน กว้างกว่าภาชนะบรรจุแก้วที่มีความหนามาก

2.12.1.3 คุณสมบัติด้านการมองทะลุ ภาชนะบรรจุแก้วเป็นภาชนะบรรจุที่มีความโปร่งใสมาก เหมาะกับการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ต้องการแสดงให้ผู้บริโภคเห็นขณะเดียวกัน ถ้าต้องการใช้ภาชนะบรรจุแก้วกับผลิตภัณฑ์ที่มีความไวต่อแสง เช่น ไวน์ น้ำผลไม้ ก็สามารถเติมสีของแก้ว

2.12.1.4 คุณสมบัติทางเคมี ภาชนะบรรจุแก้วจัดเป็นภาชนะที่มีความเป็นกลางต่อปฏิกิริยาเคมีมากที่สุด จึงไม่ทำปฏิกิริยาใดๆกับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ภายใน ทำให้ผู้บริโภคได้รับความปลอดภัยสูงสุด

2.12.1.5 คุณสมบัติป้องกันการซึมผ่าน ของก๊าซไอน้ำ กลิ่น ภาชนะบรรจุแก้วเป็นภาชนะบรรจุที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซไอน้ำและกลิ่นได้ดีมาก จึงสามารถเก็บความสดใหม่ของสินค้าที่บรรจุอยู่ภายในได้นาน แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นกับความสนิทของฝาที่ปิดภาชนะบรรจุแก้ว

2.12.1.6 คุณสมบัติเฉพาะด้านการใช้งาน

- สามารถล้างทำความสะอาด
- เมื่อเปิดฝานำผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ภายในมาใช้ ถ้าใช้ไม่หมดสามารถปิดฝากลับ
- สามารถนำกลับไปแปรสภาพ เพื่อนำกลับมาหลอมและขึ้นรูปเป็นภาชนะบรรจุแก้วชนิดใหม่ (ดวงฤทัย ธำรงโชติ. มปป.)

2.13 บรรจุภัณฑ์พลาสติก

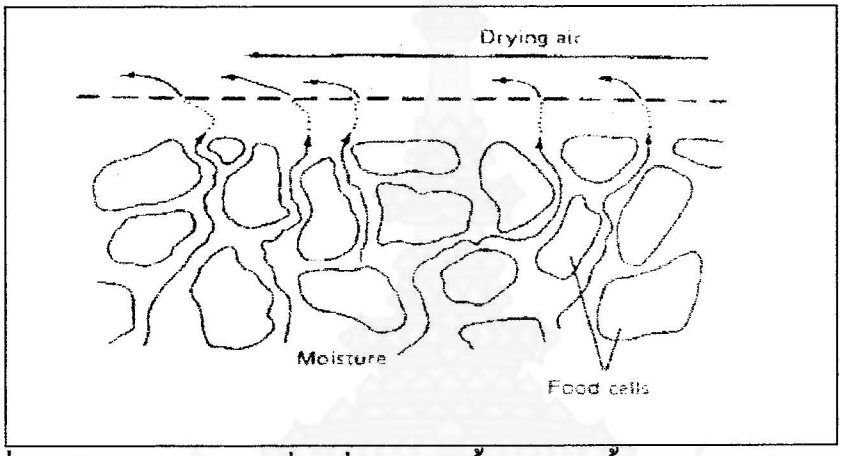
2.13.1 คุณสมบัติของภาชนะบรรจุพลาสติก

ความปลอดภัย การแพร่กระจาย (Migration) เนื้อพลาสติก (Material) ความมันวาว ความใส ความขุ่นมัว ความหนา การต้านไขมันและน้ำมัน การต้านแรงดึงและการยืดตัวความแข็งแรงของตะเข็บ การต้านแรงฉีกขาด อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ อัตราการซึมผ่านของก๊าซ การรั่วซึม ความทนทานต่ออุณหภูมิ สารเคมี ความทนทานต่อการขัด พลาสติก มีบทบาทมากขึ้น เพราะสามารถทดแทนบรรจุภัณฑ์โลหะและแก้วได้บางส่วน PE ยังเป็นพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุด PP จะมีการใช้เพิ่มขึ้นเพราะทนแทนกระดาษแก้วได้ PVC จะมีการใช้ลดลงเพราะเผาแล้วก่อปัญหามลภาวะ (ให้ก๊าซคลอรีน) PET จะได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผลิตภัณฑ์อาหาร การพัฒนาพลาสติกหลายใช้โดยวิธีรีดร่วม (Coextrusion) จะมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว รูปแบบของการบรรจุภัณฑ์ที่สามารถฆ่าเชื้อได้ด้วยความร้อน การบรรจุแบบสุญญากาศที่มีระบบควบคุมปรับสภาวะอากาศ ตลอดจนระบบปลอดเชื้อเพื่อยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ จะไม่รับความนิยมอย่างแพร่หลาย บรรจุภัณฑ์ที่เข้าตู้อบไมโครเวฟได้มีแนวโน้มการใช้มากขึ้น
(ดวงฤทัย ธำรงโชติ. มปป.)

2.14 การแปรรูปอาหารโดยใช้เครื่องอบแห้ง

การอบแห้งเป็นการลดความชื้นของอาหารจนถึงระดับที่สามารถหยุดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ คือ Aw (water activity) ลดลงต่ำกว่า 0.70 โดยความร้อนจะถูกถ่ายเทโดยวิธีการนำความร้อน (conductive heat transfer) การพาความร้อน (convective heat transfer) และการแผ่รังสีความร้อน (radiative heat transfer) ความร้อนทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะเป็นไอแล้วเคลื่อนย้ายออกจากอาหาร ซึ่งการเคลื่อนย้ายของน้ำจากภายในชิ้นอาหารออกได้มี 2 วิธี คือ การเคลื่อนที่ผ่านช่องแคบ (capillary force) ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ในอาหารที่มีเซลล์โปร่ง มีช่องว่างระหว่างเซลล์ต่อเนื่องกันเป็นทางแคบ ๆ เกิดแรงดันของน้ำขึ้นมาตามท่อ การเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้สะดวกรวดเร็ว แต่จะหยุดเมื่อน้ำในทางแคบ ๆ นั้นขาดตอนลง อีกวิธีหนึ่ง คือ การเคลื่อนที่ด้วยการแพร่ (diffusion) ผ่านเซลล์ เป็นการเคลื่อนที่ในอาหารที่มีเนื้อแน่น ไม่มีช่องว่างระกว่างเซลล์

หรือช่องแคบๆ น้ำจะต้องแพร่ผ่านเซลล์จึงเคลื่อนที่ได้ช้าลง เมื่อน้ำเคลื่อนที่มาที่ผิวอาหารระเหยกลายเป็นไอออก ไปกับกระแสลมหรือถูกดูดออกไปด้วยระบบสุญญากาศ



ภาพที่ 2.1 ไดอะแกรมการเคลื่อนที่ของความชื้นออกจากชิ้นอาหารระหว่างการอบแห้ง

ที่มา : Fellow (1990) (อ้างโดย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.2546)

2.14.1 ปัจจัยในการอบแห้ง

2.14.1.1 ธรรมชาติของอาหาร อาหารที่มีเนื้อโปร่ง การเคลื่อนของน้ำภายในอาหารจะเกิดได้เร็วกว่าอาหารที่มีเนื้อแน่น ส่วนอาหารที่มี น้ำตาลสูงมีลักษณะเหนียว เหนอะหนะจะกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำ จึงแห้งช้า และอาหารที่ผ่านการนวด ลวก คลึง ซึ่งทำให้เซลล์ภายในแตกจะช่วยทำให้แห้งได้เร็วขึ้น

2.14.1.2 ขนาดและรูปร่างของอาหาร ขนาดและรูปร่างของอาหารจะเป็นตัวกำหนดพื้นที่ผิวซึ่งจะสัมผัสกับลมร้อน ที่มีความสำคัญในการถ่ายเทน้ำออกจากอาหาร เช่น อาหารที่มีรูปร่างเหมือนกัน อาหารชิ้นเล็กจะมีพันที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าอาหารชิ้นใหญ่จึงแห้งได้เร็วกว่าเพราะมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศร้อนมาก แต่ในกรณีที่มีการทับถมกันมากของอาหารชิ้นเล็กจะมีการระเหยน้ำได้เฉพาะที่ผิวสัมผัสกับอากาศร้อนเท่านั้น ดังนั้นการทำแห้งจึงเป็นไปอย่างช้า ๆ ทั้งที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสต่อหน่วยน้ำหนักมาก Yahya และคณะ (200) ได้ศึกษาการทำแห้งผักและผลไม้เมื่อใช้วิธีอบแห้งแบบเดียวกันคือแบบตากแดด (natural drying) และแบบใช้เครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar drying ในหัวหอม (Onion) แบบแผ่นบาง (slice) จำทำแห้งได้เร็วกว่าหัวหอมแบบเป็นหัว (lobe)

2.14.1.3 ตำแหน่งของอาหารในเตา น้ำในอาหารที่วางในตำแหน่งที่สามารถรับลมร้อนได้ดี หรือสัมผัสกับลมร้อนได้ดี น้ำจะเกิดการระเหยออกจากอาหารอย่างรวดเร็ว

2.14.1.4 ปริมาณอาหารต่อถาด ปริมาณอาหารต่อถาดมากเกินไปจะทำให้อาหรที่อยู่ส่วนล่างไม่ได้สัมผัสอากาศร้อน หรือได้รับความร้อนจากถาดแต่ไอน้ำของอาหารที่เกิดขึ้นไม่สามารถแพร่กระจายออกมาข้างนอกอาหารได้ จึงทำให้แห้งช้า

2.14.1.5 ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน เครื่องทำแห้งที่ออกแบบระบบปิด อากาศแห้งที่รับไอน้ำจากอาหารแล้วถ่ายเทไอน้ำออกสู่ภายนอกได้ไม่สะดวก ทำให้มีไอน้ำสะสมอยู่มาก ความสามารถในการรับไอน้ำจึงลดลง การทำแห้งจึงทำได้ช้า

2.14.1.6 อุณหภูมิของอากาศร้อน หากอากาศมีความร้อนคงที่ การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำ จึงมีผลต่อการทำแห้ง ทำให้การแพร่กระจายของน้ำในอาหารดีขึ้นและการเป็นไอน้ำได้ง่ายขึ้น การทำแห้งจึงทำได้เร็วขึ้น

2.14.1.7 ความเร็วของลมร้อน ลมร้อนทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกจากอาหาร เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นทำให้การเคลื่อนย้ายไอน้ำได้ดีขึ้น นอกจากนี้นความเร็วลมทำให้เกิดกระแสหมุนเวียนของ อากาศภายในเตา อากาศจึงสัมผัสกับอาหารได้ดีขึ้น

2.14.2 คุณสมบัติอาหารภายหลังการอบแห้ง

ในระหว่างการอบแห้งอาหารจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านกายภาพและเคมี ซึ่งเมื่อนำมาคืนรูปจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะด้อยกว่าผลิตผลสดอย่างชัดเจน สำหรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ได้แก่

2.14.2.1 การหดตัว การเสียน้ำทำให้เซลล์อาหารหดตัวจากผิวด้านนอก ส่วนที่แข็งจะคงสภาพได้ แต่ส่วนที่อ่อนกว่าจะเว้าลงไปอาหารที่มีน้ำหนักมากเมื่อถูกความร้อนจะหดตัวบิดเบี้ยวมากในการทำแห้งอย่างช้าๆ

2.14.2.2 การเปลี่ยนสี อาหารที่ผ่านการทำแห้งส่วนใหญ่จะมีสีเข้ม เนื่องจากความร้อนที่ใช้หรือปฏิกิริยาทางเคมีทำให้เกิดสีน้ำตาล รวมทั้งอุณหภูมิของช่วงเวลาการทำแห้งที่ใช้อุณหภูมิสูงและเวลานาน

2.14.2.3 การจับตัวเป็นก้อนแข็ง (case hardening) การจับตัวเป็นก้อนแข็งเป็นลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่ผิวหน้าแห้งแต่อาหารภายในยังไม่แห้ง ซึ่งเกิดจากการให้ความร้อนในช่วงแรกสูงเกินไป ทำให้น้ำระเหยจากส่วนผิวเร็ว จนน้ำด้านในของอาหารเคลื่อนที่มายังผิวหน้าอาหารไม่ทันหรืออาจมีสารละลายน้ำตาล โปรตีน เคลื่อนที่มายังบริเวณผิวของอาหารแล้วแข็งตัวปิดกั้นไม่ให้น้ำจากภายในอาหรระเหยออกมาได้ จึงควรหลีกเลี่ยงการใช้อุณหภูมิสูง และอากาศที่มีความชื้นสูงในการทำแห้ง

2.14.2.4 สูญเสียความสามารถในการสคืนสภาพ(rehydration) การคืนสภาพของอาหารแห้งทำได้โดยการเติมน้ำ แต่คุณสมบัติของอาหาร ไม่กลับสภาพเหมือนกับอาหารสดเพราะ

ความร้อนจะไปทำลายความยืดหยุ่นของเซลล์แป้งและโปรตีน ทำให้สูญเสียความสามารถในการดูดน้ำกลับ ยกเว้น อาหารที่ทำแห้งโดยการแช่เยือกแข็ง

2.14.2.5 การสูญเสียคุณค่าทางสารอาหาร และ สารระเหยการทำแห้งทำให้เกิดการเสื่อม สภาพของวิตามินอี และ เบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นสีที่อยู่ในผักและผลไม้ในกรณีที่ใช้เวลาในการทำแห้งนาน คุณค่าทางอาหารยิ่งเสียไปมาก ปริมาณวิตามินซี โดยเฉพาะกรดแอสคอร์บิกและกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิก ซึ่งมีมากในผักและผลไม้มีการสูญเสียมากที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น แต่วิธีการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยลดการสูญเสียวิตามินซีได้ และปริมาณวิตามินจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้น

สำหรับเครื่องอบแห้งที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายแบบ เช่น แบบถาด (Tray dryer) แบบลูกกลิ้ง (Drum dryer) และแบบพ่นฝอย (Spray dryer) เป็นต้น แต่แบบที่นิยมใช้ในการอบแห้งผักมากที่สุดคือ แบบที่ใช้ตู้อบลมร้อนแบบถาดหรือตากแดด (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.2546)

สุนียพร พรหมดวง (2546) จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิและความเร็วของอากาศที่สูงขึ้นทำให้อัตราการอบแห้งตะไคร้ด้วยปั๊มความร้อนและอัตราการควบแน่นของเครื่องทำระเหย (MER) เพิ่มขึ้นในช่วงเริ่มต้นของการอบแห้งซึ่งตะไคร้มีความชื้นสูง และอัตราการอบแห้งและ MER จะเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิเพียงอย่างเดียวในช่วงหลังของการอบแห้งที่ตะไคร้มีความชื้นลดลง อุณหภูมิและความเร็วของอากาศอบแห้งไม่มีผลต่อค่า COPhp และค่า COPhp,used มากนัก ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (SEC) เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่ใช้อบแห้งมากกว่าความเร็วของอากาศอบแห้ง อัตราการระเหยน้ำจำเพาะ(SMER) ของการอบแห้งด้วยอุณหภูมิสูง 60°C มีค่าสูงกว่าที่อุณหภูมิอบแห้ง 50°C อุณหภูมิในการอบแห้งมีผลต่อการสูญเสียปริมาณสารหอมระเหยของตะไคร้หลังการอบแห้งมากกว่าความเร็วของอากาศอบแห้ง โดยการอบแห้งตะไคร้ที่อุณหภูมิ 50°C มีการสูญเสียปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C อย่างเห็นได้ชัด สีของตะไคร้แห้งในการทดลองทุกกรณีมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากและมีสีคล้ายกับตะไคร้สด จากการเปรียบเทียบผลการทดลองการอบแห้งตะไคร้ด้วยปั๊มความร้อนกับอากาศร้อนและปั๊มความร้อนในระดับอุตสาหกรรมพบว่า อัตราการอบแห้งตะไคร้ด้วยอากาศร้อนมีค่าใกล้เคียงกับปั๊มความร้อน ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ลดลงของการอบแห้งโดยใช้อากาศร้อนมีค่าสูงกว่าการอบแห้งด้วยปั๊มความร้อนเล็กน้อย โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C มีค่าการสูญเสียสูงกว่าการอบแห้งที่ 60°C เช่นเดียวกัน สีของตะไคร้แห้งที่อบด้วยอากาศร้อนมีค่าไม่แตกต่างจากการอบแห้งด้วยปั๊มความร้อน อัตราการอบแห้งของเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนในอุตสาหกรรมมีค่าสูงกว่าปั๊มความร้อนที่ใช้ในการทดลอง และมีค่า COPhp,used สูงกว่า การสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ(SEC) และอัตราการระเหยน้ำจำเพาะของการอบแห้งด้วยปั๊มความร้อนในอุตสาหกรรมมีค่าต่ำ และสูงกว่าปั๊มความร้อนที่ใช้ในการทดลองตามลำดับ โดยมีค่าการสูญเสีย

น้ำมันหอมระเหยประมาณร้อยละ 44.7 ในขณะที่สีของตะไคร้แห้งที่ได้จากเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนในระดับอุตสาหกรรมมีค่าใกล้เคียงกับปั๊มความร้อนที่ใช้ในการทดลอง

เสริมพงษ์ อดิเรกรัฐ (2548) การอบแห้งอาหารโดยใช้ลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้น งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งอาหารโดยใช้ลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้นเปรียบเทียบกับการอบแห้งโดยใช้ลมร้อนอย่างเดียว โดยเลือกใช้มะพร้าวขูดและใบมะกรูดเป็นวัสดุทดลอง ซึ่งสารดูดความชื้นที่ใช้ได้แก่ซิลิกาเจลและแกลบ โดยมีเงื่อนไขการทดลองคือ ใช้มะพร้าวขูดเป็นวัสดุทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้น 1250-1500 g ความชื้นเริ่มต้นประมาณ 140%d.b. อุณหภูมิอากาศที่ใช้อบแห้ง 50°C และ 60°C ความเร็วอากาศเหนือถาด 0.23-0.7 m/s เปอร์เซ็นต์การนำอากาศเวียนกลับมาใช้ใหม่ 37.5%,60%,80% และ 100% โดยจะอบแห้งมะพร้าวจนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 10%d.b. จากนั้นจะทำการอบแห้งใบมะกรูดโดยมีน้ำหนักเริ่มต้น 270 g ความชื้นเริ่มต้นประมาณ 138%d.b. อุณหภูมิอากาศที่ใช้อบแห้ง 50°C และ 60°C ความเร็วอากาศเหนือถาด 0.5 และ 0.7 m/s เปอร์เซ็นต์การนำอากาศเวียนกลับมาใช้ใหม่ 60%,80%,90% และ 100% โดยจะอบแห้งใบมะกรูดจนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 10%d.b. จากผลการทดลองอบแห้งมะพร้าวขูดพบว่าความชื้นของมะพร้าวที่อบโดยใช้ลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้นลดลงได้เร็วกว่าการอบแห้งโดยใช้ลมร้อนเพียงอย่างเดียวในขณะที่อัตราการอบแห้งมีค่าสูงกว่าโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง152-208 g H2O/h และพลังงานจำเพาะของพัดลมในส่วนของการอบแห้งและการไล่ความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.14-31.32 MJ/kgH2O และพลังงานจำเพาะของพัดลมในส่วนของการอบแห้งและการไล่ความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.29-8.59 MJ/kgH2O ส่วนการอบแห้งโดยใช้ลมร้อนอย่างเดียวจะให้อัตราการอบแห้งเฉลี่ยอยู่ในช่วง 105-162 gH2O/h และพลังงานจำเพาะในส่วนของการอบแห้งเฉลี่ยอยู่ในช่วง 13.28-17.56 MJ/kgH2O และพลังงานจำเพาะของพัดลมในส่วนของการอบแห้งเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.14-7.94 MJ/kgH2O ผลจากการเพิ่มอุณหภูมิอากาศอบแห้ง พบว่าจะส่งผลต่อการลดลงของความชื้นและอัตราการอบแห้ง โดยที่อุณหภูมิอบแห้งเฉลี่ย 60°C อัตราการอบแห้งจะดีกว่าที่อุณหภูมิอบแห้งเฉลี่ย 50°C ประมาณ 24% และผลของความเร็วอากาศเหนือถาด พบว่าจะส่งผลต่อการลดลงของความชื้นและอัตราการอบแห้งโดยความเร็วอากาศเหนือถาด 0.7 m/s ประมาณร้อยละ 8-13 ความชื้นสัมพัทธ์อากาศเข้าห้องอบแห้งพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าห้องอบแห้งมีผลต่ออัตราการอบแห้ง โดยถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าห้องอบมีค่าต่ำก็จะส่งผลให้อัตราการอบแห้งสูงและใช้เวลาในการอบแห้งสั้นลง

จากผลการวัดสีของมะพร้าวขูดหลังการอบแห้งทั้งสองระบบเปรียบเทียบกับสีเริ่มต้นของมะพร้าวพบว่าค่าความสว่าง (L) ของมะพร้าวเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 5-7 และค่าความเหลือง (b) เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 30-68 โดยผลของอุณหภูมิอากาศอบแห้ง 50°C และ 60°C ของการอบแห้งทั้งสองระบบ จากผลวัดสีพบว่ามะพร้าวหลังการอบแห้งยังคงคุณภาพดีอยู่

จากการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าห้องอบแห้งต่อคุณภาพของมะพร้าว พบว่าถึงแม้จะอบแห้งด้วยลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้นหรืออบแห้งด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียวที่อุณหภูมิอบ แห้ง 50 °C ถ้าหากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าห้องอบมีค่าสูงเกินร้อยละ 30 สีของมะพร้าวหลังการอบแห้งจะมีสีคล้ำขึ้น ดังนั้นถ้าจะให้คุณภาพของมะพร้าวหลังการอบแห้งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีควรที่จะควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าห้องอบไม่ควรสูงเกินร้อยละ 30 และผลของชนิดสารดูดความชื้นพบว่า ความชื้นของมะพร้าวที่อบโดยใช้ลมร้อนร่วมกับซิลิกาเจลจะลดลงได้เร็วกว่าการอบแห้งโดยใช้แกลบเป็นสารดูดความชื้นโดยให้อัตราการอบแห้งที่สูงกว่าประมาณร้อยละ 16ในขณะที่พลังงานจำเพาะในส่วนของการอบแห้งและการไล่ความชื้นของการอบแห้งด้วยลมร้อนร่วมกับซิลิกาเจลจะมีค่าสูงกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อนร่วมกับแกลบประมาณร้อยละ 20

จากการศึกษาการอบแห้งใบมะกรูดพบว่าความชื้นของใบมะกรูดที่อบโดยใช้ลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้นจะลดลงได้เร็วกว่าการอบแห้งโดยใช้ลมร้อนเพียงอย่างเดียว และผลการเพิ่มอุณหภูมิส่งผลต่อการลดลงของความชื้นและอัตราการอบแห้ง โดยที่อุณหภูมิอบแห้งเฉลี่ย 60°C การลดลงของความชื้นจะดีกว่าที่อุณหภูมิอบแห้งเฉลี่ย 50°C ประมาณร้อยละ 17 และผลของความเร็วอากาศเหนือถาดส่งผลต่อการลดลงของความชื้น โดยที่ความเร็วอากาศเหนือถาด 0.7 m/s การลดลงของความชื้นจะดีกว่าที่ความเร็วอากาศเหนือถาด 0.5 m/s ประมาณร้อยละ 27 จากผลการวัดสีของใบมะกรูดเปรียบเทียบกับค่าเริ่มต้นซึ่งในที่นี้จะพิจารณาค่าสีเขียว (a) พบว่าการอบโดยใช้ลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้นที่อุณหภูมิ 50°C จะทำให้ค่าความเขียวของใบมะกรูดลดลงประมาณร้อยละ 7 และที่อุณหภูมิ 60°C ค่าความเขียวลดลงประมาณร้อยละ 78-81 ส่วนการอบแห้งโดยใช้ลมร้อนอย่างเดียวพบว่าที่อุณหภูมิ 50°C ค่าความเขียวลดลงประมาณร้อยละ 21 และที่อุณหภูมิ 60°C ค่าความเขียวลดลงประมาณร้อยละ 66-91

วรวิทย์ กรัยวณิชย์กุล (2547) การอบแห้งเนื้อไก่ด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งร่วมกับปั๊มความร้อน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคการอบแห้งเนื้อไก่แบบ 2 ขั้นตอน คือ การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งตามด้วยปั๊มความร้อน (SSD/HPD) และการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งตามด้วยอากาศร้อน (SSD/AD) โดยเปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเพียงอย่างเดียว โดยมีเงื่อนไขในการทดลองคือ อบแห้งเนื้อไก่ที่มีความชื้นเริ่มต้น 75%w.b. จนกระทั่งความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 10%w.b. อุณหภูมิไอน้ำร้อนยวดยิ่งเท่ากับ 120, 140, และ 160°C อุณหภูมิของอากาศร้อนหรือปั๊มความร้อนเท่ากับ 55°C ความชื้นเนื้อไก่หลังผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเท่ากับ 30% และ 40% มาตรฐานเปียก ผลการทดลองพบว่า อัตราการอบแห้งเนื้อไก่ด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง การอบแห้งเนื้อไก่ด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งร่วมกับปั๊มความร้อนจะใช้เวลาในการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งเนื้อไก่ด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งร่วมกับอากาศร้อน เนื้อไก่ที่อบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งตามด้วยปั๊มความร้อนมีการหดตัวน้อย คุณภาพสีและการคืนตัวดีกว่าเนื้อไก่ที่อบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งตามด้วยอากาศร้อนและไอน้ำร้อนยวดยิ่งเพียง

ขั้นตอนเดียว ความชื้นของเนื้อไก่หลังการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งไม่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อไก่ด้านการหดตัว คุณภาพสีและการคืนตัว

เกศินี มีทรัพย์ (2548) การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มยำแห้งที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบไมโครเวฟสุญญากาศและเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องยำแห้งซึ่ง ได้แก่ พริกขี้หนู (*Capsicum-minimum* Roxb.) ข่า (*Alpinia galangal* (Linn.) Swartz.) ตะไคร้ [*Cambopogon citrates* (DC.) *Stapf*] ใบมะกรูด [*Citrus hystrix* (DC.)] ต้นหอม (*Aliumcepa var aggregatum*) ผักชี [*Coriandrum-sativum* (Linn.)] และผักชีฝรั่ง [*Eryngium foetidum* (Linn.)] โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การสำรวจการผลิตเครื่องต้มยำแห้งของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรเตาปูน อ.แก่งคอย จ.สระบุรี การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มยำแห้งโดยเครื่องอบแห้งแบบไมโครเวฟสุญญากาศ การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มยำแห้งโดยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน และการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเครื่องต้มยำแห้งที่ได้จากกระบวนการผลิตข้างต้น

ผลการสำรวจเครื่องต้มยำแห้งกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรเตาปูน อ.แก่งคอย จ.สระบุรี พบว่าพริกขี้หนู ข่า ตะไคร้ ใบมะกรูด ต้นหอม และผักชี มีปริมาณ dihydrocapsaicin eugenol geraniol limonene- geraniol alpha-pinene และ myrcene เท่ากับ 134.82 509.06 469.05 2886.80 1181.68 และ 2062.75 μg/g ตามลำดับ สำหรับการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มยำแห้งโดยเครื่องอบแห้งแบบไมโครเวฟสุญญากาศ โดยใช้สารหอมระเหยลักษณะเด่นเป็นเกณฑ์ในการเลือกสภาวะที่ดีที่สุด ผลการทดลองพบว่าคุณสมบัติที่ดีที่สุดพริกขี้หนู คือ ลวกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.5 (น้ำหนักโดยปริมาตร) อุณหภูมิ 95±5 °C เป็นเวลา 1 นาที และทำให้เย็นในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์เข้มข้นร้อยละ 0.1 (น้ำหนักโดยปริมาตร) เป็นเวลา 20 นาที อบเป็นเวลา 10.5 นาที ที่ความดัน 210 ทอรร์ โดยมีปริมาณ dinydrocapsaicin 228.09 μg/g สำหรับข่ามีคุณสมบัติที่ดีที่สุดเมื่อลวกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.5 (น้ำหนักโดยปริมาตร) อุณหภูมิ 95±5 °C เป็นเวลา 1 นาที และทำให้เย็นในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์เข้มข้นร้อยละ 0.2 (น้ำหนักโดยปริมาตร) อบเป็นเวลา 13 นาที ความดัน 160 ทอรร์ โดยมีปริมาณ eugenol 2491.05 μg/g สำหรับสภาวะการลวกตะไคร้และใบมะกรูดคือลวกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 1.5 (น้ำหนักโดยปริมาตร) อุณหภูมิ 95±5 °C เป็นเวลา 1 นาที และทำให้เย็นในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์เข้มข้นร้อยละ 0.3 (น้ำหนักโดยปริมาตร) สำหรับตะไคร้ใช้ความดัน 160 ทอรร์เป็นเวลา 11 นาที โดยมีปริมาณ geraniol 2119.97 μg/g ส่วนใบมะกรูดใช้ความดัน 210 ทอรร์เป็นเวลา 12 นาที โดยมีปริมาณ limonene 9156.61 μg/g สำหรับการอบแห้งต้นหอมและผักชีใช้สภาวะเดียวกันคือลวกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.5 (น้ำหนักโดยปริมาตร) อุณหภูมิ 95±5 °C เป็นเวลา 1 นาที และทำให้เย็นในสารละลาย

โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์เข้มข้นร้อยละ 0.1 (น้ำหนักโดยปริมาตร) ความดัน 160 ทอรร์ โดยที่ต้นหอมใช้เวลาอบแห้ง 12.5 นาที โดยมีปริมาณ geraniol 2795.64 μg/g ในขณะที่ผักชีใช้เวลาอบแห้ง 10.5 นาที โดยมีปริมาณ alpha-pinene 6397.35 μg/g และสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งผักชีฝรั่งคือลวกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 2.0 (น้ำหนักโดยปริมาตร) อุณหภูมิ 95±5 °C เป็นเวลา 1 นาที และทำให้เย็นในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์เข้มข้นร้อยละ 0.1 (น้ำหนักโดยปริมาตร) อบแห้งที่ความดัน 210 ทอรร์เป็นเวลา 13.5 นาที โดยมีปริมาณ myrcene 3702.44 μg/g

สำหรับขั้นตอนต่อมาเป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มยำแห้งโดยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน ผลการทดลองพบว่าพริกขี้หนูและข่ามีคุณสมบัติดีที่สุดคือลวกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.5 (น้ำหนักโดยปริมาตร) อุณหภูมิ 95±5 °C เป็นเวลา 1 นาที และสำหรับพริกขี้หนูและข่านำมาทำให้เย็นในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.1 และร้อยละ 0.4 (น้ำหนักโดยปริมาตร) ตามลำดับ อบแห้งที่อุณหภูมิ 40°C พริกขี้หนูและข่าใช้เวลาอบแห้ง 33 ชั่วโมงเท่ากัน พริกขี้หนูมีปริมาณ dihydrocapsaicin 233.67 μg/g ในขณะที่ข่ามีปริมาณ eugenol 1941.37 μg/g สำหรับการอบแห้งตะไคร้ ใบมะกรูด และต้นหอมมีสภาวะเดียวกันคือลวกในสารสารละลายโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 2.0 (น้ำหนักโดยปริมาตร) อุณหภูมิ 95±5 °C เป็นเวลา 1 นาที และทำให้เย็นในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์เข้มข้นร้อยละ 0.1 (น้ำหนักโดยปริมาตร) อบแห้งที่อุณหภูมิ 40°C ตะไคร้ใช้เวลาอบแห้ง 34 ชั่วโมง โดยมีปริมาณ geraniol 1408.47 μg/g สำหรับใบมะกรูดใช้เวลาอบแห้ง 34 ชั่วโมง โดยมีปริมาณ limonene 7509.97 μg/g และต้นหอมใช้เวลาอบแห้ง 25.5 ชั่วโมงโดยมีปริมาณ geraniol 2448.88 μg/g สำหรับผักชีและผักชีฝรั่งลวกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.1 และร้อยละ 0.4 (น้ำหนักโดยปริมาตร) ตามลำดับ อุณหภูมิ 95±5 °C เป็นเวลา 1 นาที และทำให้เย็นในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์เข้มข้นร้อยละ 0.1 (น้ำหนักโดยปริมาตร) อบแห้งที่อุณหภูมิ 40°C โดยผักชีใช้เวลาอบแห้ง 32.5 ชั่วโมง โดยมีปริมาณ alpha-pinene 5089.74 μg/g สำหรับผักชีฝรั่งใช้เวลา 33.5 ชั่วโมง โดยมีปริมาณ myrcene 3672.49 μg/g

สำหรับในการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องต้มยำอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งโดยเครื่องอบแห้งแบบไมโครเวฟสุญญากาศ เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน และเครื่องอบแห้งของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรเตาปูน อ. แก่งคอย จ. สระบุรี กับเครื่องต้มยำสด โดยใช้สารหอมระเหย สี รวมทั้งระยะเวลาในการอบแห้ง พบว่าเครื่องต้มยำแห้งที่ได้จากเครื่องอบแห้งแบบไมโครเวฟสุญญากาศมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเครื่องต้มยำสดมากที่สุด และดีกว่าเครื่องต้มยำแห้งที่ได้จากเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน และ เครื่องต้มยำแห้งของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรเตาปูน อ. แก่งคอย จ. สระบุรี และใช้เวลาในการอบแห้งสั้นที่สุด

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 วัตถุดิบ

1. กุ้งแห้ง	ตลาดบางรัก	กรุงเทพมหานคร
2. กระเทียม	ตลาดบางรัก	กรุงเทพมหานคร
3. น้ำมะขามเปียก	ตลาดบางรัก	กรุงเทพมหานคร
4. พริกชี้ฟ้าแห้ง	ตลาดบางรัก	กรุงเทพมหานคร
5. หอมแดงซอย	ตลาดบางรัก	กรุงเทพมหานคร
6. น้ำตาลมะพร้าว	ตลาดบางรัก	กรุงเทพมหานคร
7. น้ำมันพืช	ตรามรกต	มรกต
8. น้ำปลา	ตราทิพรส	ไพโรจน์
9. เกลือป่น	ตราถ้วยทองคู่	-
10. น้ำ	-	-
11. กะปิ	ตราไก่คู่	เอื้อชุ่นหลี
12. ตะไคร้	ตลาดบางรัก	กรุงเทพมหานคร
13. ใบมะกรูด	ตลาดบางรัก	กรุงเทพมหานคร
14. พริกขี้หนู	ตลาดบางรัก	กรุงเทพมหานคร
15. มะนาว	ตลาดบางรัก	กรุงเทพมหานคร
16. ข่า	ตลาดบางรัก	กรุงเทพมหานคร

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์งานครัว

1. อ่างผสมสแตนเลส	ตั้งจิบเส็ง
2. กระทะ	ตั้งจิบเส็ง
3. เครื่องบดอาหาร	ตั้งจิบเส็ง
4. ครก	ตั้งจิบเส็ง
5. มีด	ตั้งจิบเส็ง
6. ถ้วยชาม	ตั้งจิบเส็ง
7. เครื่องชั่ง	ตั้งจิบเส็ง
8. ถ้วยตวง ช้อนตวง	ตั้งจิบเส็ง
9. หม้อ	ตั้งจิบเส็ง
10. ทัพพี	ตั้งจิบเส็ง

3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

1. อุปกรณ์ในการทดสอบ เช่น ถ้วยชิม แก้วน้ำ ถาด กระดาษทิชชูฯลฯ
2. แบบสอบถาม

3.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางเคมี

1. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง	SARTORIUS GMBH GOTTINGEN type B1209	เยอรมันนี
2. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)	WTB binder 7200 tuttlingen	เยอรมันนี
2. เตาเผาเถ้า (Muffle furnace)	Carbolite Furnaces CSF 12/7	อังกฤษ
4. เครื่องแก้วต่าง ๆ	Pyrex	เยอรมันนี

3.3 สารเคมี

1. โซเดียมซัลเฟต (sodium sulphate ; Na_2So_4)	Ajax	ออสเตรเลีย
2. คอปเปอร์ซัลเฟต (copper sulphate; $CuSo_4.5H_2O$)	Ajax	ออสเตรเลีย
3. เซเลเนียมไดออกไซด์ (selenium dioxide ; SeO_2H_2O)	Ajax	ออสเตรเลีย
4. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc. Sulfuric ; H_2SO_4)	J.T.Baker	สหรัฐอเมริกา
5. กรดบอริก (boric acid ; H_3BO_3)	Merck	เยอรมันนี
6. เมธิลเรด (methyl red ; $C_{15}H_{15}N_3O_2$)	Panrcac	สหภาพยุโรป
7. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide ; NaOH)	Merck	เยอรมันนี
8. กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid ; HCl)	Mallinckrod	สหรัฐอเมริกา

9. ปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) Mallinckrodt สหรัฐอเมริกา

10. เอธิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95(ethyl alcohol 95 % ; C_2H_5OH) องค์การสุราไทย กรมสรรพสามิตร

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

อาคาร 7 ชั้น 1 ห้อง 710 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ วิทยาเขตพระนครใต้

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 การพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตน้ำพริกต้มยำกุ้ง แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนคือ

3.5.1.1 ศึกษาสูตรและกรรมวิธีการทำน้ำพริกเผาให้ได้มาตรฐาน

ทำการค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับน้ำพริกเผาและกรรมวิธีการผลิต จากตำรับอาหารโดยทำการทดลองใช้สูตรน้ำพริกเผา 3 สูตร ดังนี้

- น้ำพริกเผาสูตรที่ 1 (ดัดแปลงจากจันทร ทศานนท์,2532)
- น้ำพริกเผาสูตรที่ 2 (ดัดแปลงจากจากพรทิพย์ เจริญธรรมวัฒน์,2535)
- น้ำพริกเผาสูตรที่ 3 (ดัดแปลงจากทวีศักดิ์ เกษปทุม,2541)

แล้วทำการคัดเลือกสูตรที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด โดยทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมต้องการของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ให้คะแนนแบบ 9 – Point Hedonic scale โดยที่ 1 คะแนน เท่ากับระดับความชอบน้อยที่สุด และ 9 คะแนน เท่ากับระดับความชอบมากที่สุด วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized- Complete Block Design) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ตาราง ANOVA ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT (Duncan' New Multiple Range Test)

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบของน้ำพริกเผา 3 สูตร

ส่วนผสม	สูตรที่ 1 (กรัม)	สูตรที่ 2 (กรัม)	สูตรที่ 3 (กรัม)
กุ้งแห้ง	30	39.7	237.6
กระเทียม	100	158.9	38.0
น้ำมะขามเปียก	50	39.7	57
พริกชี้ฟ้าแห้ง	23	23.8	47.5
หอมแดงซอย	120	59.6	57.0
น้ำตาลมะพร้าว	145	178.8	41.3
น้ำมันพืช	120	95.4	104.5
น้ำปลา	15	95.4	31.4
เกลือป่น	2	-	-
กะปิ(เผาให้หอม)	250	189.7	237.6
น้ำ	35	-	38.1
รวม	890	890	890

ที่มา : สูตรที่ 1 (ดัดแปลงจากจันทร ทศานนท์,2532)

สูตรที่ 2 (ดัดแปลงจากจากพรทิพย์ เจริญธรรมวัฒน์,2535)

สูตรที่ 3 (ดัดแปลงจากทวีศักดิ์ เกษปทุม,2541)

วิธีทำ

1. นำกุ้งแห้งไปคั่วพอหอม คั่วหอมแดง และกระเทียมจนสุกพอ
2. ซอยพริกแห้งหยาบๆนำไปทอดพอเหลือง
3. นำกุ้งแห้งคั่ว หอมคั่ว กระเทียมคั่วพริกทอดและกะปิเผาหอม ตำหรือบดให้เข้ากัน
4. ผัดน้ำพริกที่บดเข้าด้วยกันกับน้ำมันแล้วปรุงรสด้วยน้ำมะขามเปียก น้ำตาลปี๊บ เกลือผัดจนค่อนข้างแห้ง

ขั้นตอนการผลิตน้ำพริกเผา

เตรียมส่วนผสม

↓

นำกุ้งแห้งไปคั่วพอหอม คั่วหอมแดง และกระเทียมจนสุกพอ

↓

ซอยพริกแห้งหยาบๆนำไปทอดพอเหลือง

↓

นำกุ้งแห้งคั่ว หอมคั่ว กระเทียมคั่วพริกทอดและกะปิเผาหอม ตำหรือบดให้เข้ากัน

↓

ผัดน้ำพริกที่บดเข้าด้วยกันกับน้ำมันแล้วปรุงรสด้วยน้ำมะขามเปียก น้ำตาลปี๊บ เกลือผัดจนค่อนข้างแห้ง

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำพริกเผา

3.5.1.2 ศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตต้มยำกุ้งให้ได้มาตรฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กรรมวิธี

นำสูตรน้ำพริกเผาที่ได้รับการยอมรับจากข้อ 3.5.1.1 มาปรุงใส่ในต้มยำกุ้งให้ได้มาตรฐาน ทำการคัดเลือกสูตรต้มยำกุ้งที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด โดยทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมต้องการของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ให้คะแนนแบบ 9 - Point Hedonic scale โดยที่ 1 คะแนน เท่ากับระดับความชอบน้อยที่สุด และ 9 คะแนน เท่ากับระดับความชอบมากที่สุด วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized-Complete Block Design) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ตาราง ANOVA ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT (Duncan' New Multiple Range Test)

ตารางที่ 3.2 แสดงสูตรต้มยำกุ้ง 3 สูตร

ส่วนผสม	สูตรที่ 1(กรัม)	สูตรที่ 2 (กรัม)	สูตรที่ 3 (กรัม)
กุ้งแชบ๊วย	500	250	250
ตะไคร้	40	32	94
ใบมะกรูด	5	2.4	1.5
พริกขี้หนู	3	-	4
น้ำปลา	20	42.5	26
มะนาว	30	25	24
ข่า	9.5	12	10
น้ำพริกเผา	30	30	30

วิธีทำ

1. ล้างกุ้ง แกะเปลือก ไว้หัวไว้หาง ผ่าหลังชักเส้นดำออก
2. ตั้งน้ำให้เดือด ใส่ตะไคร้ ใบมะกรูด กุ้ง ข่า
3. ปรุงรสด้วยน้ำปลา น้ำมะนาว พริกขี้หนู น้ำพริกเผา

ขั้นตอนการผลิตต้มยำกุ้ง

เตรียมส่วนผสม

↓

ตั้งน้ำให้เดือด

↓

ใส่ตะไคร้ ใบมะกรูด กุ้ง ข่า

↓

ปรุงรสด้วยน้ำปลา น้ำมะนาว พริกขี้หนู น้ำพริกเผา

ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการผลิตต้มยำกุ้ง

3.5.2 พัฒนากรรมวิธีการผลิตน้ำพริกต้มยำกุ้ง

นำสูตรต้มยำกุ้งที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 3.5.1.2 มาทำการพัฒนาโดยนำเครื่องต้มยำ ได้แก่ ตะไคร้ ใบมะกรูด ข่า มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสและศึกษาปริมาณเครื่องต้มยำในอัตราส่วนที่เหมาะสมจากนั้นใส่กรดซิตริกแทนมะนาวในปริมาณที่เหมาะสม

วิธีทำ

1. ตะไคร้ ใบมะกรูด ข่า ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง
2. นำมาตำหรือบดละเอียดให้เข้ากัน
3. นำน้ำพริกเผา ตะไคร้ ใบมะกรูด ข่าปั่นให้เข้ากัน
4. เติมกรดซิตริก
5. ใส่กุ้งแห้ง

ขั้นตอนการผลิตน้ำพริกต้มยำกุ้ง

เตรียมส่วนผสม

ตะไคร้ ใบมะกรูด ข่า อบแห้งที่อุณหภูมิ 45 °Cนาน 12 ชั่วโมง

↓

ตำหรือบดละเอียดให้เข้ากัน

↓

ผสมน้ำพริกเผา ตะไคร้ใบมะกรูด ข่าปั่นให้เข้ากัน

↓

เติมกรดซิตริก

↓

ใส่กุ้งแห้ง

ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการผลิตน้ำพริกต้มยำกุ้ง

3.5.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำพริกต้มยำกุ้ง

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำพริกต้มยำกุ้ง โดยใช้สูตรน้ำพริกต้มยำกุ้งที่ได้รับการพัฒนาจากข้อ 3.5.2 โดยใช้แบบสัมภาษณ์แก่ผู้บริโภคจำนวน 200 คน ลักษณะคุณภาพที่ศึกษาได้แก่ความต้องการของผู้บริโภคตลอดจนรูปแบบผลิตภัณฑ์ กลิ่นรส ลักษณะปรากฏ ภาชนะบรรจุ รสชาติรวมทั้งราคาและการยอมรับ

3.5.4 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกต้มยำกุ้ง

โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยใช้วิธีของA.O.A.C. (1995) ได้แก่ ความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน เส้นใย รวมทั้งพลังงาน ตามตารางคุณค่าทางโภชนาการ กรมอนามัย (2546) และปริมาณกรด

3.5.5 การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ของน้ำพริกต้มยำกุ้ง

3.5.5.1 เตรียมทำความสะอาดบรรจุภัณฑ์ที่ใช้สำหรับบรรจุน้ำพริกต้มยำกุ้ง ได้แก่ ขวดแก้ว ถุงพลาสติก PP

3.5.5.2 ฆ่าเชื้อบรรจุภัณฑ์ได้แก่ขวดแก้ว โดยการลวกน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที ผึ่งให้แห้งและนำเข้าตู้อบส่วนถุงพลาสติก PPใช้น้ำร้อนลวกทำความสะอาด

3.5.5.3 นำน้ำพริกต้มยำกุ้งที่ผลิตได้ชั่งน้ำหนักให้ได้ประมาณ 200 กรัมมาพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 62 $\pm$1องศาเซลเซียสโดยกวนในภาชนะเป็นเวลา 15 นาที ใช้เทอร์โมมิเตอร์เป็นตัววัดอุณหภูมิ

บรรจุน้ำพริกต้มยำในขณะร้อน ได้แก่ ขวดแก้ว ถุงพลาสติก PP ทำให้เย็นโดยเร็วโดยแช่ในน้ำแข็งเป็นเวลา 5 นาที นำน้ำพริกต้มยำกุ้งเก็บรักษาไว้ ณ อุณหภูมิห้อง (26 - 30องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิตู้เย็น (4 - 10 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2 เดือนโดยทำการตรวจรสชาติ กลิ่นและวัดค่าสีของน้ำพริกต้มยำกุ้ง รวมทั้งตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ตัวอย่างน้ำพริกต้มยำกุ้งจนถึงวันที่จำนวนจุลินทรีย์มากกว่า 10^4CFU/g (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน,มผช.293/2547)

3.5.5.4 สรุปอายุการเก็บรักษาของน้ำพริกต้มยำกุ้ง

3.5.6 ศึกษาต้นทุนการผลิตของน้ำพริกต้มยำกุ้ง

3.5.6.1 หาค่าต้นทุนการผลิต + ค่าเบ็ดเตล็ด จะได้ต้นทุนการผลิตทั้งหมด

3.5.6.2 นำ $\frac{\text{ต้นทุนการผลิตทั้งหมด}}{\text{ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ทั้งหมด}}$ = ราคาวัตถุดิบต่อหน่วย

3.5.6.3 ราคาวัตถุดิบต่อหน่วยคิดเป็นกำไร 20% จะได้ราคาขายของผลิตภัณฑ์ 1 ขวด/บาท

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาสูตรและกรรมวิธีการทำน้ำพริกเผาให้ได้มาตรฐาน

ทำการค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับน้ำพริกเผาและกรรมวิธีการผลิต จากตำรับอาหารโดยทำการทดลองใช้สูตรน้ำพริกเผา 3 สูตร ดังนี้ น้ำพริกเผาสูตรที่ 1 (ดัดแปลงจากจันทร ทศานนท์,2532) น้ำพริกเผาสูตรที่ 2 (ดัดแปลงจากจากพรทิพย์ เจริญธรรมวัฒน์, 2535) น้ำพริกเผาสูตรที่ 3 (ดัดแปลงจากทวีศักดิ์ เกษปทุม,2541)

ทำการคัดเลือกสูตรที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด โดยทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ได้ผลคะแนนเฉลี่ยดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยด้านประสาทสัมผัสของน้ำพริกเผาสูตรมาตรฐาน

สูตรที่	คะแนนเฉลี่ยด้านประสาทสัมผัส**				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ
1	7.42 ±1.14[a]	6.90 ±1.23[a]	6.98±1.50[a]	7.32 ±1.42[a]	7.50 ±1.28[a]
2	6.56±1.40[b]	6.78±1.34[a]	6.02 ±1.84[b]	5.2 ±2.10[b]	6.16 ±1.54[b]
3	6.16±1.44[c]	5.86±1.69[b]	5.38 ±1.63[c]	5.8 ±1.48[b]	5.94 ±1.60[b]

หมายเหตุ: ** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้สูตรที่ได้การยอมรับมากที่สุดคือสูตรที่ 1 เนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกใช้สูตรที่ 1 เป็นสูตรมาตรฐานในการทำน้ำพริกเผา

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกเผาทั้ง 3 สูตร พบว่าน้ำพริกเผาทั้ง 3 สูตร มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ชิมทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ดังนี้

ด้านสี พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาที่ได้ทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P < 0.01$) สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 1 อยู่ในระดับชอบปานกลาง(7.42 คะแนน)

ด้านกลิ่น พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาที่ได้ทั้ง 3 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 1 อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6.90 คะแนน) ไม่มีความแตกต่างกับสูตรที่ 2 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) กับสูตรที่ 3

ด้านรสชาติ พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาที่ได้ทั้ง 3 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P < 0.01$) สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 1 อยู่ในระดับชอบ เล็กน้อย (6.98 คะแนน)

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาที่ได้ทั้ง 3 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 1 อยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.32 คะแนน) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P < 0.01$) กับสูตรที่ 2 และ 3 ซึ่งสูตรที่ 2 และ 3นั้นไม่มีความแตกต่างกัน

ด้านความชอบรวม พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาที่ได้ทั้ง 3 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 1 อยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.50 คะแนน) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P < 0.01$) กับสูตรที่ 2 และ 3 ซึ่งสูตรที่ 2 และ 3นั้นไม่มีความแตกต่างกัน

สรุปว่าสูตรมาตรฐานในการผลิตน้ำพริกเผา คือ สูตรที1 ซึ่งผู้ชิมยอมรับมากที่สุดมาใช้เป็นสูตรมาตรฐานในการศึกษาข้อต่อไป

4.2 การศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตต้มยำกุ้งให้ได้มาตรฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กรรมวิธี

นำสูตรน้ำพริกเผาที่ได้รับการยอมรับจากข้อ 4.1 มาปรุงใส่ในต้มยำกุ้งให้ได้มาตรฐาน ทำการคัดเลือกสูตรต้มยำกุ้งที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด โดยทำการทดลองใช้สูตรงต้มยำกุ้งทั้ง 3 สูตรคือ สูตรที่ 1(เสาวภรณ์ วังวรรณธนะ,2537) สูตรที่ 2 (ม.ล. อุบล ดีสวัสดิ์ ,2548) สูตรที่3 (พงษ์ศักดิ์ ทรงพระนาม,2547)

โดยทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยด้านประสาทสัมผัสของต้มยำกุ้งสูตรมาตรฐาน

สูตรที่	คะแนนเฉลี่ยด้านประสาทสัมผัส**				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ
1	7.98 ±1.18 [a]	6.88 ±1.31 [a]	6.74±1.25 [a]	6.60±0.99 [a]	6.94±1.15 [a]
2	7.44±0.97 [b]	7.34±1.06 [a]	7.42 ±1.17 [b]	7.14 ±1.09 [b]	7.72±0.94 [b]
3	6.26±1.54 [c]	6.24±1.69 [b]	5.64 ±1.82 [c]	5.86 ±1.67 [c]	6.14 ±1.67 [c]

หมายเหตุ ** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้สูตรที่ได้การยอมรับมากที่สุดคือสูตรที่ 2 เนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกใช้สูตรที่ 2 เป็นสูตรมาตรฐานในการทำน้ำพริกต้มยำกุ้ง

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของต้มยำกุ้งทั้ง 3 สูตร พบว่าต้มยำกุ้งทั้ง 3 สูตร มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ชิมทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ดังนี้

ด้านสี พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสีของผลิตภัณฑ์ต้มยำกุ้งที่ได้ทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P < 0.01$) สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 1 อยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.98 คะแนน)

ด้านกลิ่น พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ต้มยำกุ้งที่ได้ทั้ง 3 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 2 อยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.34 คะแนน)ไม่มีความแตกต่างกับสูตรที่ 2 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง($P < 0.01$) กับสูตรที่ 3

ด้านรสชาติ พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ต้มยำกุ้งที่ได้ทั้ง 3 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P < 0.01$) สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 2 อยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.42 คะแนน)

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ต้มยำกุ้งที่ได้ทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P < 0.01$) สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 2 อยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.14 คะแนน)

ด้านความชอบรวม พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ต้มยำกุ้งที่ได้ทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P < 0.01$) สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 2 อยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.72 คะแนน

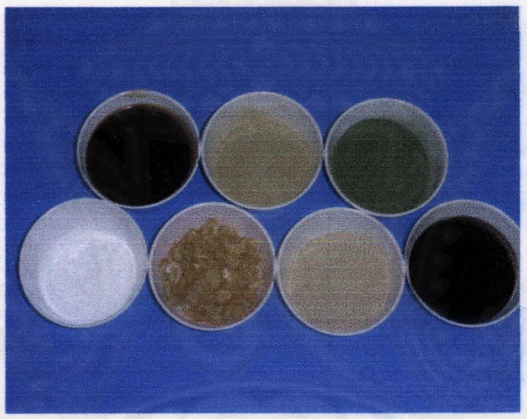
สรุปว่าสูตรมาตรฐานในการผลิตต้มยำกุ้ง คือ สูตรที่2 ซึ่งผู้ชิมยอมรับมากที่สุดมาใช้เป็นสูตรมาตรฐานในการศึกษาข้อต่อไป

4.3 ผลการพัฒนากรรมวิธีการผลิตน้ำพริกต้มยำกุ้ง

นำสูตรต้มยำกุ้งที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 4.2 มาทำการพัฒนาโดย นำเครื่องต้มยำได้แก่ ตะไคร้ ใบมะกรูด ข่า มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสและศึกษาปริมาณเครื่องต้มยำในอัตราส่วนที่เหมาะสมจากนั้นใส่กรดซิตริกแทนมะนาวในปริมาณที่เหมาะสม ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณส่วนประกอบของน้ำพริกต้มยำกุ้ง

ส่วนประกอบ	ปริมาณ %
น้ำพริกเผา	60
ข่า	2
ตะไคร้	2
มะกรูด	2
กุ้งแห้ง	8
กรดซิตริก	2
น้ำปลา	24



ภาพที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบของน้ำพริกต้มยำกุ้ง

4.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำพริกต้มยำกุ้ง

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำพริกต้มยำกุ้ง โดยใช้สูตรน้ำพริกต้มยำกุ้งที่ได้รับการพัฒนาจากข้อ 4.3 พร้อมการสัมภาษณ์ผู้บริโภคจำนวน 200 คน ลักษณะที่ศึกษาได้แก่ ความต้องการของผู้บริโภคตลอดจนรูปแบบผลิตภัณฑ์ กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะปรากฏ ภาชนะบรรจุ การยอมรับ รวมทั้งราคา

ผลการศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำพริกต้มยำกุ้งโดยออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ จากนั้นคัดเลือกบรรจุภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 200 คน โดยให้คะแนน แบบ 9 Point Hedonic Scale และรายงานผลการทดสอบจากแบบสอบถามเป็นค่าร้อยละ พบว่าจำนวนผู้ทดสอบ 200 คน มีเพศหญิง 115 คน และเพศ ชาย 85 คน ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำพริกต้มยำกุ้ง 194 คน โดยมีความชอบอยู่ในระดับชอบมาก 33 คน อยู่ในระดับชอบ 120 คน อยู่ในระดับเฉยๆ 43 คน และอยู่ในระดับไม่ชอบ 2 คน

ด้านความชอบภาชนะบรรจุ ชอบแบบที่ 1 จำนวน 144 คน และชอบแบบที่ 2 จำนวน 56 คน หากมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำพริกต้มยำกุ้งผู้ทดสอบสนใจซื้อ 97 คน ไม่ซื้อ 14 คน ยังไม่แน่ใจ 89 คน ซึ่งจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำพริกต้มยำกุ้งผู้บริโภคให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ของ น้ำพริกต้มยำกุ้ง ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลผู้บริโภคและความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำพริกต้มยำกุ้ง

ข้อมูลผู้บริโภค	%
1. เพศ	
หญิง	57.5
ชาย	42.5
2. อายุ	
15-30 ปี	83.0
31-45 ปี	12.0
46-60 ปี	5.0
3.ผลิตภัณฑ์ น้ำพริกต้มยำกุ้ง	
ชอบมาก	16.5
ชอบ	61.0
เฉยๆ	21.5
ไม่ชอบ	1.0
4. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ น้ำพริกต้มยำกุ้ง	
ยอมรับ	
ไม่ยอมรับ	97.0
	3.0
5. ชอบภาชนะบรรจุแบบใด	
แบบที่ 1	72.0
แบบที่ 2	28.0
6.ผลิตน้ำพริกต้มยำกุ้งจำหน่าย ท่านจะซื้อหรือไม่	
ซื้อ	
ไม่ซื้อ	48.5
ไม่แน่ใจ	7.0
	44.5

ภาพที่ 4.2 แสดงรูปของบรรจุภัณฑ์แบบที่ 1 และแบบที่ 2

4.5 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกต้มยำกุ้ง

โดยนำน้ำพริกต้มยำกุ้งที่ได้รับการพัฒนามาทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำพริกต้มยำกุ้งโดยการวิเคราะห์ทางเคมี โดยใช้วิธีวิเคราะห์ตาม A.O.A.C. (1995) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกต้มยำกุ้ง

องค์ประกอบทางเคมีและคำนวณคุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณที่วัดได้ (%)
ความชื้น	43.30
เถ้า	9.6
โปรตีน	16.4
ไขมัน	26.60
เส้นใย	0.04
คาร์โบไฮเดรต	4.06
ปริมาณกรด	0.03
พลังงาน	255.8 Kg Cal.

4.6 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ของน้ำพริกต้มยำกุ้ง

ผลการศึกษาการเก็บน้ำพริกต้มยำกุ้งเก็บรักษาไว้ ณ อุณหภูมิห้อง (26 - 30 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิตู้เย็น(4 - 10 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2 เดือน โดยทำการตรวจรสชาติ กลิ่น และวัดค่าสีของน้ำพริกต้มยำกุ้ง รวมทั้งตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ตัวอย่างน้ำพริกต้มยำกุ้ง จนถึงวันที่จำนวนจุลินทรีย์มากกว่า 10^{4} CFU/g (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน,มผช.293/2547) ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงการตรวจรสชาติ กลิ่นและปริมาณจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกต้มยำกุ้ง

สัปดาห์	อุณหภูมิ 4 – 10 °C	อุณหภูมิ 26 – 30 °C
0	สี รสชาติ กลิ่นไม่เปลี่ยนแปลง ไม่พบจุลินทรีย์	สี รสชาติ กลิ่นไม่เปลี่ยนแปลง ไม่พบจุลินทรีย์
2	สี รสชาติ กลิ่นไม่เปลี่ยนแปลง ไม่พบจุลินทรีย์	สี รสชาติ กลิ่นไม่เปลี่ยนแปลง ไม่พบจุลินทรีย์
4	สี รสชาติ กลิ่นไม่เปลี่ยนแปลง ไม่พบจุลินทรีย์	สี รสชาติ กลิ่นไม่เปลี่ยนแปลง ไม่พบจุลินทรีย์
6	สี รสชาติ กลิ่นไม่เปลี่ยนแปลง ไม่พบจุลินทรีย์	สี รสชาติ กลิ่นไม่เปลี่ยนแปลง ไม่พบจุลินทรีย์
8	สี รสชาติ กลิ่นไม่เปลี่ยนแปลง ไม่พบจุลินทรีย์	สี รสชาติ กลิ่นไม่เปลี่ยนแปลง พบจุลินทรีย์ ไม่เกิน 10^4CFU/g

ผลจากการนำน้ำพริกต้มยำกุ้งมาศึกษาค่าสีระบบ Hunter (L*a*b*) โดยมีค่าดังแสดงในตารางที่ 4.7 และ ตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.7 แสดงการทดสอบค่าสีของน้ำพริกต้มยำกุ้งที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง

อุณหภูมิห้อง	ผลการวัดค่าสี		
	L^*	a^*	b^*
ครั้งที่ 1	28.66	8.83	26.81
ครั้งที่ 2	28.35	7.99	24.88
ครั้งที่ 3	28.59	8.12	25.39
ค่าเฉลี่ย	28.53	8.31	25.69

หมายเหตุ : L^* หมายถึงความสว่างของสี

a^* หมายถึงสีเขียว

b^* หมายถึงสีเหลือง

ตารางที่ 4.8 แสดงการทดสอบค่าสีของน้ำพริกต้มยำกุ้งที่เก็บไว้ในอุณหภูมิตู้เย็น

อุณหภูมิตู้เย็น	**ผลการวัดค่าสี**		
	L^*	**a^***	**b^***
ครั้งที่ 1	25.48	8.06	24.40
ครั้งที่ 2	25.59	7.71	23.88
ครั้งที่ 3	25.76	7.31	22.47
ค่าเฉลี่ย	25.61	7.69	23.58

หมายเหตุ : L^* หมายถึงความสว่างของสี

a^* หมายถึงสีเขียว

b^* หมายถึงสีเหลือง

4.7 ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตของน้ำพริกต้มยำกุ้ง

จากการคำนวณหาต้นทุนการผลิตทั้งหมดของน้ำพริกต้มยำกุ้งในสูตรดังกล่าว เท่ากับ 508.31 บาท นำต้นทุนการผลิตทั้งหมด / ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ทั้งหมด 18 ขวด จะได้ราคาต่อขวดเท่ากับ 28.24 บาท ราคาวัตถุดิบต่อหน่วยคิดเป็นกำไร 20% จะได้ราคาขายของผลิตภัณฑ์ 1 ขวดได้ 34 บาท

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 จากการศึกษาเพื่อทำการคัดเลือกสูตรน้ำพริกเผาเป็นสูตรมาตรฐานในการทำน้ำพริกต้มยำกุ้ง โดยทำการทดลองใช้สูตรน้ำพริกเผา 3 สูตร ดังนี้ น้ำพริกเผาสูตรที่ 1 (ดัดแปลงจากจันทร ทศานนท์,2532) น้ำพริกเผาสูตรที่ 2 (ดัดแปลงจากจากพรทิพย์ เจริญธรรมวัฒน์,2535) น้ำพริกเผาสูตรที่ 3 (ดัดแปลงจากทวีศักดิ์ เกษปทุม,2541)จากนั้นทำการคัดเลือกสูตรที่ได้คะแนนเฉลี่ยมากที่สุด โดยทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม พบว่าน้ำพริกเผาสูตรที่ 1 ได้รับคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดทั้งด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสูตรอื่นซึ่งผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูตรน้ำพริกต้มยำกุ้งที่มีส่วนประกอบดังนี้ใช้เป็นสูตรมาตรฐานในการศึกษาข้อต่อไป

กุ้งแห้ง	30	กรัม
กระเทียม	100	กรัม
น้ำมะขามเปียก	50	กรัม
พริกชี้ฟ้าแห้ง	23	กรัม
หอมแดงซอย	120	กรัม
น้ำตาลมะพร้าว	145	กรัม
น้ำมันพืช	120	กรัม
น้ำปลา	15	กรัม
เกลือป่น	2	กรัม
น้ำ	250	กรัม
กะปิ(เผาให้หอม)	35	กรัม

5.2 จากการศึกษาเพื่อทำการคัดเลือกสูตรต้มยำกุ้งเป็นสูตรมาตรฐานในการทำน้ำพริกต้มยำกุ้ง

โดยทำการทดลองใช้สูตรต้มยำกุ้ง 3 สูตร ดังนี้ คือ สูตรที่ 1(เสาวภรณ์ วังวรรณธนะ,2537) สูตรที่ 2 (ม.ล. อุบล ดีสวัสดิ์ ,2548) สูตรที่3 (พงษ์ศักดิ์ ทรงพระนาม,2547) จากนั้นทำการคัดเลือกสูตรที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด โดยทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม พบว่าที่สูตรต้มยำกุ้งสูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับจากผู้ชิมมากที่สุดทั้งสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสูตรอื่น

5.3 จากการนำสูตรต้มยำกุ้งที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

จากข้อ4.2 นำมาทำการพัฒนาโดยนำเครื่องต้มยำ ได้แก่ ตะไคร้ ใบมะกรูด ข่า มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส และ ศึกษาปริมาณเครื่องต้มยำในอัตราส่วนที่เหมาะสม จากนั้นใส่กรดซิตริกแทนมะนาวในปริมาณที่เหมาะสมพัฒนากรรมวิธีการผลิตน้ำพริกต้มยำกุ้ง อัตราส่วนที่เหมาะสม คือ น้ำพริกเผา 60% กุ้งแห้ง 8% น้ำปลา 24 % ตะไคร้แห้ง 2 % ใบมะกรูดแห้ง 2 % ข่าแห้ง 2 % และกรดซิตริก 2%

5.4 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำพริกต้มยำกุ้ง

โดยใช้สูตรน้ำพริกต้มยำกุ้งที่ได้รับการพัฒนาโดยใช้แบบสัมภาษณ์แก่ผู้ทดสอบจำนวน 200 คน ลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ ความต้องการของผู้บริโภคตลอดจนรูปแบบผลิตภัณฑ์ กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะปรากฏ ภาชนะบรรจุ รวมทั้งราคา ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำพริกต้มยำกุ้งจำนวน 200 คน มีเพศ ชาย 42.5 % และ เพศหญิง 57.8 % ในช่วงอายุ 15-60 ปี ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ น้ำพริกต้มยำกุ้ง 97.0% ไม่ยอมรับ 3.0% สำหรับด้านความชอบพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับในระดับชอบมาก 16.5% ในระดับชอบ 61.0% ในระดับเฉยๆ 21.5% และในระดับไม่ชอบ 1.0% ด้านความชอบภาชนะบรรจุ แบบที่ 1 ทั้งหมด 72.0% และแบบที่ 2 ทั้งหมด 28.0% หากมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ผู้ทดสอบสนใจซื้อ 48.5% ไม่ซื้อ 7.0% ยังไม่แน่ใจ 44.5%

5.5 จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาต้มยำกุ้ง

พบว่า ความชื้น43.30% เถ้า 9.6% โปรตีน 4.1 % ไขมัน26.60 % เยื่อใย 0.038% กรด 0.03 % และคำนวณคุณค่าทางโภชนาการตามวิธีการของกองโภชนาการ กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข ได้พลังงาน 255.8 กิโลแคลอรี่

5.6 การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ของน้ำพริกต้มยำกุ้ง

ศึกษาอายุการเก็บรักษาพบว่าในการเก็บรักษาในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน คือ อุณหภูมิห้อง (25-28 องศาเซลเซียส) , อุณหภูมิแช่เย็น (4-10 องศาเซลเซียส) โดยวิเคราะห์จุลินทรีย์ ในระยะทุก 2 สัปดาห์เป็นเวลา 2 เดือนโดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามที่สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนด พบว่าอุณหภูมิแช่เย็น 4-10 องศาเซลเซียส ไม่พบจุลินทรีย์ และช่วงอุณหภูมิห้อง 25-28 องศาเซลเซียส ไม่พบจุลินทรีย์ ช่วง 6 สัปดาห์แรก แต่ในสัปดาห์ที่ 8 มีจุลินทรีย์ เกิดขึ้นแต่ไม่เกิน 10^4cfu/g ตามที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนด (มผช.293/2547)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจัดให้มีการวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์ว่ามีเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเกิดขึ้นหรือเปล่า
2. พัฒนากรรมวิธีการผลิตน้ำพริกต้มยำกุ้งโดยใช้กระบวนการ Fluid dizebeds ทำเป็นผง
3. พัฒนากรรมวิธีผลิตน้ำพริกต้มยำกุ้ง โดยใช้วัตถุดิบหรือกรรมวิธีการผลิตที่ช่วยในการลดต้นทุนการผลิต
4. ส่งเสริมคุณค่าทางโภชนาการโดยเสริมไอโอดีน แร่ธาตุ หรือ วิตามินต่างๆ
5. หาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกต้มยำกุ้งให้มีระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น

บรรณานุกรม

กระยาทิพย์ เรือนใจ. **คุณค่านานาผักเพื่อสุขภาพ** . สำนักพิมพ์ต้นธรรม ,2537

พงษ์ศักดิ์ ทรงพระนาม . **อาหารไทย.** กรุงเทพ.: ซีเอดยูเคชั่น. 2547

เสาวภรณ์ วังวรรธณะ. **อาหารไทยเพื่อสุข**ภาพ. สำนักพิมพ์เพชรกะรัต,2537

ผศ.ดร.ดวงฤทัย ธำรงโชติ. **เทคโนโลยีภาชนะบรรจุ.** มปป.

ม.ล. อุบล ดีสวัสดิ์. **สุดยอดอาหารไทยสู่ครัวโลก.** กรุงเทพ: วันชนะ,พฤษภาคม 2548.

ทวีศักดิ์ เกษปทุม. **อาชีพแก้จนน้ำพริก.**พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์แม่บ้าน.มปป.

อบเชย วงศ์ทอง. **หลักการประกอบอาหาร**.กรุงเทพ.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2544.

ยุวดี จอมพิทักษ์. **ผักอาหารมีพลัง.** สำนักพิมพ์รุ่งแสงการพิมพ์,2541.

ณัช จันทสร และ ศรากร เอี่ยมจ้อย. " **ผลิตภัณฑ์จากน้ำพริกเผาจากเนื้อดำปลาทูน่า**" ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร คณะอุตสาหกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เสริมพงษ์ อดิเรกรัฐ. 2548. "**การอบแห้งโดยใช้ลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้น**" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ.

โกเมศ พรทิพย์เสถียรและรสพร เจียมจริยธรรม. 2547. "**กระบวนการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่ม**" วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา.

วรวิทย์ กรัยวณิชย์กุล. 2547. "**การอบแห้งเนื้อไก่ด้วยไอความร้อนยวดยิ่งร่วมกับปั๊มความร้อน**" วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ.

เกศินี มีทรัพย์. 2548. "**สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มยำแห้งที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบไมโครเวฟสุญญากาศและเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน**" วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์.

อดิพล ดิลกพิมล. 2546. "**ราและอะฟลาทอกซินในน้ำพริกแกงและเครื่องเทศที่เป็นองค์ประกอบ**" ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ.

ชัยรัตน์ วิลาสมงคลชัย. 2546. "**การใช้ไคโตซาน พีเอช และวอเตอร์แอคติวิตี เป็นเฮอร์เดิลในการยืดอายุการเก็บน้ำพริกแกง**" ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร.

รวิวรรณ พรหมเจริญ. 2545. "**ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างสารพิษของ Bacillus cereus ในน้ำพริก**" วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์.

สุนียพร พรหมดวง. 2546. "**การอบแห้งตะไคร้ด้วยปั๊มความร้อน**" วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ.

จิราพร ลาภชุติพร. 2547. "**การทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกน้ำเงี๊ยวโดยวิธีเร่ง**" วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา.

วิเชียร วรพุทธพร. **ภาชนะบรรจุอาหารและการบรรจุ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น , 2534.

ภาคผนวก

การแสดงผลงานภาคโปสเตอร์ในระหว่างวันที่ 29-30 สิงหาคม 2550

ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ