

สารบัญ

	หน้า
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	
สาขาวิชาเกษตรศาสตร์	
ประสิทธิภาพการใช้กากมะพร้าวหมักในอาหารสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม (<i>Macrobrachium rosenbergii</i> De Man, 1879) ในบ่อซีเมนต์	1
ผู้วิจัย: vilakone xayasene	
ปฏิภริยาร่วมระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมต่อสารพิษเคมีของใบมะละกอ	3
ผู้วิจัย: ธัญญรัตน์ ชุ่มหมื่นไวย	
สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร	
การพัฒนาบรรจุภัณฑ์บรรยากาศดีแปรแอคทีฟประเภทของควบคุมการปล่อยไอระเหยเอทานอล สำหรับพริกหวานสด	7
ผู้วิจัย: นฤมล พิลาคุณ	
สมบัติเชิงหน้าที่และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของแป้งข้าวกล้องสีและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ เส้นกวยจั๊บอุบล	11
ผู้วิจัย ปฐมพร แวควุ่ม	
การพัฒนาของควบคุมการปล่อยไอระเหยเอทานอลด้วยการกระตุ้นโดยความชื้น เพื่อการบรรจุภัณฑ์แอคทีฟสำหรับพริกหวานสด	15
ผู้วิจัย: ททัยพร กัมพวงค์	

บทคัดย่อ

เรื่อง : ประสิทธิภาพการใช้กากมะพร้าวหมักในอาหารสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม
(*Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879) ในบ่อซีเมนต์

ผู้วิจัย : Vilakone Xayasene

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เกษตรศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา พยุหะ

คำสำคัญ : กากมะพร้าวหมักอีเอ็ม, กุ้งก้ามกราม, วัตถุดิบในอาหารกุ้งก้ามกราม

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้กากมะพร้าวหมักในอาหารสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879) ในบ่อซีเมนต์ขนาด 3 x 4 เมตร ณ) เป็นเวลา 90 วัน การทดลองประกอบด้วย 5 ทรีตเมนต์ ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม (อาหารสำเร็จรูป) ชุดการทดลองที่ 2 อาหารผสมกากมะพร้าวร้อยละ 10 ชุดการทดลองที่ 3 อาหารอาหารผสมกากมะพร้าวร้อยละ 15 ชุดการทดลองที่ 4 อาหารอาหารผสมกากมะพร้าวร้อยละ 20 และ ชุดการทดลองที่ 5 อาหารอาหารผสมกากมะพร้าวร้อยละ 25 ดำเนินการทดลองเป็นเวลา 90 วัน โดยใช้กุ้งทดลองที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 5.28 ± 0.27 , 4.72 ± 1.50 , 5.45 ± 0.75 , 5.31 ± 0.35 และ 5.52 ± 1.80 กรัม ตามลำดับ ($P > 0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า 21.87 ± 4.32 23.29 ± 1.85 19.22 ± 2.45 18.38 ± 2.81 และ 18.04 ± 1.39 กรัม ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของกุ้งก้ามกรามชุดการทดลองที่ 2 มีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ 1 3 5 และ 4 มีค่าเท่ากับ 1.42 ± 0.12 1.30 ± 0.64 1.25 ± 0.14 1.19 ± 0.24 และ 1.17 ± 0.09 ตามลำดับ สอดคล้องกับอัตราแลกเนื้อ ซึ่งชุดการทดลองที่มีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ 1 3 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 1.7 ± 0.20 2.10 ± 0.29 2.2 ± 0.56 2.5 ± 0.17 และ 2.7 ± 0.23 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม อัตรารอดตายของทุกชุดการทดลองและไม่มีมีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อกุ้งพบว่าระดับโปรตีนและไขมัน หลังจากกุ้งได้รับอาหารทุกชุดการทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในขณะที่เถ้าและความชื้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติหลังได้รับอาหารทดลอง ($P > 0.05$)

ABSTRACT

TITLE : THE EFFICACY OF FERMENTED COCONUT MEAL DIETARY FOR GIANT FRESHWATER PRAWN (*MACROBRACHIUM ROSENBERGII*) DE MAN, 1879) CULTURE IN THE CONCRETE POND

AUTHOR : VILAKONE XAYASENE

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : AGRICULTURE

ADVISOR : ASST. PROF. KANJANA PAYOOHA, Ph.D.

KEYWORDS : FERMENTED COCONUT MEAL, GIANT FRESHWATER PRAWN, FEED INGREDIENT FOR GIANT FRESHWATER PRAWN

This study examines the efficiency of fermented coconut meal diets for the 90-day cultivation of freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*, De Man, 1879) in a concrete pond sized 3 x 4 meters. There were 5 treatments with experimental food: 1) commercial feed, 2) 10% fermented coconut meal, 3) 15% fermented coconut meal, 4) 20% fermented coconut meal, and 5) 25% fermented coconut meal. The experiment lasted 90 days. The initial weights were 5.28 ± 0.27 , 4.72 ± 1.50 , 5.45 ± 0.75 , 5.31 ± 0.35 , and 5.52 ± 1.80 respectively ($P > 0.05$). The results demonstrated that the final weights of experimental prawns were significantly different ($P < 0.05$) at 21.87 ± 4.32 , 23.29 ± 1.85 , 19.22 ± 2.45 , 18.38 ± 2.81 , and 18.04 ± 1.39 g. respectively. The specific growth rate of the second treatment was clearly the highest among these treatments ($P < 0.05$), then in order, the first, third, fifth, and fourth treatments respectively, at 1.42 ± 0.12 , 1.30 ± 0.64 , 1.25 ± 0.14 , 1.19 ± 0.24 , and 1.17 ± 0.09 , consistent with the Feed Conversion Ratio. The treatment that was significantly lower among the treatments ($P < 0.05$), were the first, third, fourth, and fifth treatments respectively, at 1.7 ± 0.20 , 2.10 ± 0.29 , 2.2 ± 0.56 , 2.5 ± 0.17 , and 2.7 ± 0.23 respectively. Moreover, the survival rates, at an average of 81.6%, did not differ significantly among the treatments ($P > 0.05$). The proximate analysis of prawn carcass found that the percentage of protein and lipid were higher for all the treatments ($P < 0.05$), but the carcass ash and moisture were not significantly different ($P > 0.05$).

บทคัดย่อ

เรื่อง	: ปฏิบัติการร่วมระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมต่อสารพฤษเคมีของใบมะละกอ
ผู้วิจัย	: ธัญญารัตน์ ชุ่มหมื่นไวย
ชื่อปริญญา	: วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา	: เกษตรศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทินันท์ พรหมโชติ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	: รองศาสตราจารย์ ดร.บุญส่ง เอกพงษ์ รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา รุ่งรัชกานนท์
คำสำคัญ	: ใบมะละกอ, ปริมาณสารพฤษเคมี, ปฏิบัติการร่วมระหว่างพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อทราบปริมาณสารพฤษเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของใบมะละกอพันธุ์เหลืองกระบี่ 3 ระยะ คือ ระยะใบอ่อน ระยะใบแก่ และระยะใบแก่มาก 2) เพื่อทราบปฏิบัติการร่วมระหว่างพันธุกรรมและฤดูกาลต่อปริมาณสารพฤษเคมีในใบมะละกอ 6 พันธุ์ จาก 3 ฤดูกาล และ 3) เพื่อทราบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏระหว่างความสัมพันธ์ปริมาณสารพฤษเคมีกับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพใบมะละกอ กับปริมาณสารพฤษเคมี ผลการทดลองพบว่า ใบมะละกอรยะใบแก่มาก มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 116.43 mg GAE.g⁻¹ dried extract สารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเท่ากับ 280.32 mg CE.g⁻¹ dried extract และวิตามินซีเท่ากับ 25.94 mg ascorbic acid/100 g FW นอกจากนี้ฤทธิ์การต้านออกซิเดชันวิธี DPPH มีค่าร้อยละความสามารถการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 10.89% และวิธี CUPRAC มีค่าเท่ากับ 486.33 mg TE.g⁻¹ dried extract การศึกษาปฏิบัติการร่วมระหว่างพันธุกรรมและฤดูกาลในใบมะละกอ 6 พันธุ์ จาก 3 ฤดูกาล พบว่า ปฏิบัติการร่วมระหว่างพันธุกรรมกับฤดูกาลมีอิทธิพลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด วิตามินซี และฤทธิ์การต้านออกซิเดชันวิธี DPPH และวิธี CUPRAC ยกเว้นสารอัลคาลอยด์ โดยพบว่า มะละกอพันธุ์เหลืองกระบี่และศรีราชาภักดิ์ ซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมืองที่นิยมปลูกและบริโภคกันมาก มีปริมาณสารพฤษเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ยสูงที่สุดทั้ง 3 ฤดูกาล และจากการศึกษาความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏ พบว่า ลักษณะที่มีความสัมพันธ์สูงกว่าลักษณะอื่น ๆ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างวิตามินซีกับฤทธิ์การต้านออกซิเดชันวิธี DPPH และวิธี CUPRAC ($r = -0.30^{**}$ และ $r = 0.49^{**}$ ตามลำดับ) และความสัมพันธ์ระหว่างสีใบกับวิตามินซี ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์เหล่านี้

มีประโยชน์สำหรับวางแผนการปรับปรุงพันธุ์มะละกอ ช่วยในการคัดเลือกลูกผสมทางอ้อมของมะละกอ ให้มีปริมาณสารพฤกษเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่สูง

ABSTRACT

TITLE : GENOTYPE X ENVIRONMENT INTERACTIONS ON THE
PHYTOCHEMICAL TRAITS OF PAPAYA LEAVES

AUTHOR : THANYARAT CHUMMUENWAI

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : AGRICULTURE

ADVISOR : ASST. PROF. THIN PROMCHOT, Ph.D.

CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. BOONSONG EKONG, Ph.D.

CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. KARNCHANA RUNGRUCHKANONT, Ph.D.

KEYWORDS : PAPAYA LEAVES, PHYTOCHEMICAL CONTENTS, GENOTYPE x
ENVIRONMENT INTERACTION

The objectives of this research were (1) to evaluate phytochemical contents and the antioxidant activity of papaya leaves in Yellow Krabi in three stages: young, mature and old-mature papaya leaves (2) to estimate the interaction between genotype and season on phytochemical contents in papaya leaves of six varieties from the three seasons and (3) to know the phenotypic correlation coefficient between phytochemical contents with an antioxidant activity and the correlation coefficient between physical properties of papaya leaves with phytochemical contents. The results showed that old-mature papaya leaves had a total phenolic compound of 116.43 mg GAE.g⁻¹ dried extract, a total flavonoid compound of 280.32 mg CE.g⁻¹ dried extract and vitamin C at 25.94 mg ascorbic acid /100 g FW. In addition, antioxidant activity determined by the DPPH method had a radical scavenging activity of 10.88% and through the CUPRAC method, at 486.33 mg TE.g⁻¹ dried extract. A study of genotypes and seasonal interactions in 6 varieties of papaya leaves from the three seasons showed that genotype and seasonal interaction revealed that influence on total phenolic compound, total flavonoid compound, vitamin C and antioxidant activity by the DPPH and CUPRAC methods, (except for alkaloids). It was found that Yellow Krabi and Sri Rajabhat (a native variety that is widely cultivated and consumed). It was also found to contain phytochemicals and antioxidant activity that

had the highest average among all 3 seasons. From the study of the phenotypic correlation coefficient, it was found that the correlation between vitamin C and antioxidant activity by the DPPH and CUPRAC methods were $r = -0.30^{**}$ and $r = 0.49^{**}$, respectively, and there was a correlation between leaf color and vitamin C. These relational characteristics are useful for planning papaya breeding. This will aid in the indirect selection of papaya hybrids that will provide for high phytochemical and antioxidant activity.

บทคัดย่อ

เรื่อง	: การพัฒนาบรรจุภัณฑ์บรรยากาศดีแปรแอคทีฟประเภทซองควบคุมการปล่อยไอระเหยเอทานอลสำหรับพริกหวานสด
ผู้วิจัย	: นฤมล พิลาคณ
ชื่อปริญญา	: วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	: เทคโนโลยีการอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรเวทย์ อุทโธ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	: ดร.ฤทธิรงค์ พงุฑพิกุล
คำสำคัญ	: บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ, พลาสติกเจาะรู, ซองควบคุมการปล่อยไอระเหยเอทานอล, พริกหวาน

ผักและผลไม้สดมีคุณค่าทางโภชนาการและเศรษฐกิจที่สูงแต่มีแนวโน้มที่เกิดการสูญเสียได้ง่าย โดยเฉพาะจากเชื้อจุลินทรีย์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ การพัฒนาการบรรจุภัณฑ์บรรยากาศแอคทีฟสำหรับผักและผลไม้สด โดยมีระบบแอคทีฟ คือ ซองควบคุมการปล่อยไอระเหยเอทานอลและเกลือแกง (10g) การศึกษาได้ใช้พริกหวานเป็นตัวอย่างของผลิตผลสด บรรจุในถุงพลาสติกพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene; LDPE) ที่มีระดับของการเจาะรูร้อยละ 60 และเส้นผ่านศูนย์กลางของรู 3 มิลลิเมตร ซองควบคุมทำจากฟิล์มพลาสติก 2 ประเภท คือ ฟิล์ม LDPE และฟิล์ม Active Pak™ ฟิล์มแต่ละชนิดประกบกับฟิล์มอะลูมิเนียมลามิเนตในการขึ้นรูปเป็นซองขนาดเล็กสำหรับใช้บรรจุกระดาษทรงขนาด 8×8 cm ที่เอบซุ่มด้วยเอทานอลเหลว (บริสุทธิ์ร้อยละ 99.99) การวิจัยนี้ได้ศึกษาสมบัติการยอมให้ไอระเหยเอทานอลซึมผ่าน (effective film permeability หรือ effective FPE) ของฟิล์ม LDPE เจาะรูโดยใช้วิธี isostatic ที่อุณหภูมิ 10 และ 25°C พบว่า ค่า effective FPE ที่อุณหภูมิ 10 มีค่าสูงกว่าที่อุณหภูมิ 25°C อย่างมีนัยสำคัญ ในการวิจัยนี้ได้ศึกษาจลนพลศาสตร์การปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลจากซองควบคุมฯ พบว่า ซองควบคุมฯ ที่ทำจากฟิล์ม Active Pak™ ปล่อยไอระเหยเอทานอลได้เร็ว และมีความเข้มข้นสะสมในบรรจุภัณฑ์ที่สูงกว่าซองควบคุมฯ ที่ทำจากฟิล์ม LDPE การปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลจากซองควบคุมฯ ทั้งสองประเภทที่อุณหภูมิ 25°C เกิดขึ้นได้เร็วกว่าที่ 10°C ตลอดระยะเวลา 10 วัน การวิจัยนี้ได้จำลองสภาวะอุณหภูมิเก็บรักษาไม่คงที่ในระหว่างการขนส่งและเก็บรักษา โดยทำการย้ายระบบทดสอบจลนพลศาสตร์จากที่ 10°C ไปยัง 25°C และเก็บรักษาต่อไปอีกเป็นเวลา 4 วัน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นทราบว่า ซองควบคุมฯ ทุกประเภทปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลได้เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเข้มข้นของไอระเหยเอทานอลที่สะสมในบรรจุภัณฑ์มีค่าสูงขึ้น นอกจากนี้งานวิจัยได้ศึกษาผลของต้นแบบบรรจุภัณฑ์

แอคทีฟต่อคุณภาพการเก็บรักษาของพริกหวานสด เก็บรักษาไว้ที่สภาวะอุณหภูมิคงที่ (10 หรือ 25°C) และสภาวะจำลองอุณหภูมิเก็บรักษาไม่คงที่ พบว่า ไอร์เอเททานอลที่สะสมในบรรยากาศบรรจุภัณฑ์แอคทีฟพลาสติกเจาะรูที่อุณหภูมิ 10°C (ช่วงความเข้มข้นที่สภาวะคงที่ เท่ากับ 10-50 $\mu\text{L L}^{-1}$) และที่อุณหภูมิ 25°C (ความเข้มข้น 100-300 $\mu\text{L L}^{-1}$) ชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพโดยเฉพาะการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และการเปลี่ยนสีผิวของพริกหวาน ได้ดีกว่าการเก็บรักษาในสิ่งทดลองควบคุมซึ่งไม่มีช่องควบคุมฯ และเกลือแกง ทั้งนี้ช่องควบคุมฯที่ทำจากฟิล์ม Active Pak™ ปลดปล่อยไอร์เอเททานอลได้เร็วกว่าฟิล์ม LDPE การสะสมของไอร์เอเททานอลในบรรจุภัณฑ์ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นแก๊สออกซิเจน และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์ การเก็บรักษาพริกหวานในบรรจุภัณฑ์ทุกประเภทที่อุณหภูมิ 10°C เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพได้ช้ากว่าที่อุณหภูมิ 25°C เมื่ออุณหภูมิไม่คงที่และเกิดการเพิ่มขึ้นช่วงสั้น ๆ ในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 10°C พบว่าช่องควบคุมฯทั้งสองประเภทปลดปล่อยไอร์เอเททานอลได้เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันกับผลการศึกษาที่รายงานในการศึกษาจลนพลศาสตร์ ในภาพรวมบรรจุภัณฑ์แอคทีฟต้นแบบประเภทช่องควบคุมการปลดปล่อยไอร์เอเททานอลที่ได้พัฒนาสำหรับพริกหวานมีศักยภาพในการลดการสะสมความชื้นในบรรจุภัณฑ์และยืดอายุการเก็บรักษาของพริกหวานจากการชะลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ บรรจุภัณฑ์แอคทีฟต้นแบบนี้สามารถปรับปรุงให้เหมาะสมกับความต้องการด้านการบรรจุภัณฑ์ และเก็บรักษาของผักและผลไม้ประเภทอื่น ๆ ได้ต่อไป

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF ACTIVE MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING USING ETHANOL VAPOUR CONTROLLED RELEASE SACHET FOR FRESH BELL PEPPER

AUTHOR : NARUEMOL PILAKHUN

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : FOOD TECHNOLOGY

ADVISOR : ASST. PROF. WEERAWATE UTTO, Ph.D.

CO- ADVISOR : RITTIRONG PRUTHTIKUL, Ph.D.

KEYWORDS : ACTIVE PACKAGING, PERFORATED PLASTIC FILM, ETHANOL VAPOUR CONTROLLED RELEASE SACHET, BELL PEPPER

Fruits and vegetables have high nutritional and economical value but they are very susceptible to deterioration due to microorganisms. This research was undertaken to develop active modified atmosphere packaging for fresh fruits and vegetables, of which the active systems involved the controlled release of ethanol vapour sachets and sodium chloride (10g). In this study, bell peppers were employed as fresh produce samples. Both the active systems and the pepper were packaged into perforated LDPE plastic bags of which the perforation level was 60 per cent and the perforated hole diameter was 3 mm. The sachets were made of 2 types of plastic film including LDPE and so-called Active Pak™. Individual films were sealed with aluminum laminated ones to form sachets into which 8×8 cm filter papers soaked with ethanol liquid (99.99% purity) were individually inserted. The present research studied effective film permeabilities or effective FPE of the perforated LDPE film using isostatic method at 10 and 25°C. Experimental findings suggest that the effective FPE values measured at 10°C were significantly higher than those measured at 25°C. This research studied the kinetic activity of the ethanol vapour released from the sachets. The results showed that the release that occurred at 25°C was faster at subsequently causing the accumulation of higher ethanol vapour concentration, compared to those that occurred at 10°C throughout the 10 days. This research conducted simulations of

temperature fluctuations during storage and transportation. In so doing, the kinetic systems tested at 10°C were transferred to- and kept at 25°C for a further 4 days.

The results showed that all sachets released the ethanol vapour at increased rates, consequently yielding a greater accumulation of ethanol vapour concentration in the systems. This research further undertook to study the effects of an active packaging prototype for the quality of storage of fresh bell peppers kept at either 10 or 25°C, as well as the temperature fluctuation in the simulated conditions. With the results, it was found that the ethanol vapour accumulated in the packages kept at 10°C (i.e. 10-50 $\mu\text{L L}^{-1}$ as a range of steady-state vapour concentration) and kept at 25°C (i.e. 100-300 $\mu\text{L L}^{-1}$ as a range of steady-state vapour concentration) giving better delays in quality changes especially microbial proliferation as well as surface colour changes, compared to the control group treatment (having no sachets and NaCl). The sachets made of the Active Pak™ film could release ethanol vapour faster than those made of the LDPE film. The accumulation of ethanol vapour in the packages had no effect on the concentration of oxygen and carbon dioxide. Changes in the quality of the bell peppers in all packaging types kept at 10°C were took place more slowly than those kept at 25°C. When the temperatures fluctuated for a short simulated period during 10°C storage, both types of sachets release ethanol vapour at an increased rate, as found in results reported from kinetic studies. In an overview, a prototype of ethanol vapour controlled-release sachet based active packaging has the potential to reduce in-package humidity as well as extending the shelf life of bell peppers by delaying the proliferation of microbes. This active packaging prototype could be adjusted to suit packaging and storage requirements of other fruits and vegetables.

บทคัดย่อ

- เรื่อง : สมบัติเชิงหน้าที่และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของแป้งข้าวกล้องสีและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เส้นกวยจั๊บอุบล
- ผู้วิจัย : ปฐมพร แววคุ้ม
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : เทคโนโลยีการอาหาร
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตรา สิงห์ทอง
- คำสำคัญ : แป้งข้าวกล้องสี, สมบัติเชิงหน้าที่, สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ, เส้นกวยจั๊บอุบล

ข้าวสี (Pigmented rice, colour rice) เป็นเมล็ดของพืชในสกุลข้าว (*Oryza sativa* L.) ชนิดหนึ่งที่มีการปลูกในประเทศไทย ข้าวสีมีค่อนข้างหลากหลายสายพันธุ์ ในปัจจุบันมีการบริโภคและนำข้าวสีมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายมากขึ้น เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการที่มีประโยชน์กว่าข้าวขาว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพ สมบัติเชิงหน้าที่ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของแป้งข้าวกล้อง 4 สายพันธุ์ ได้แก่ แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ แป้งข้าวกล้องหอมมะลิแดง แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ และแป้งข้าวกล้องหอมนิล รวมทั้งการนำแป้งข้าวกล้องสีไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เส้นกวยจั๊บอุบล พบว่า แป้งข้าวกล้องสีมีองค์ประกอบทางเคมี และค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ที่แตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยในแป้งข้าวกล้องหอมมะลิแดงจะมีปริมาณ อะไมโลสสูงที่สุด (ร้อยละ 18.438) ขณะที่ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุมีค่าใกล้เคียงกัน ลักษณะโครงสร้างและรูปร่างของแป้งข้าวกล้องสีโดยใช้กล้องจุลทรรศน์และ SEM มีลักษณะที่เป็นรูปทรงหลายเหลี่ยม ขนาดไม่สม่ำเสมอและมีการเกาะตัวกัน ค่าดัชนีน้ำตาล (RAG และ eGI) มีค่าแตกต่างกัน ($p < 0.05$) แต่ SAG ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) สำหรับปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของแป้งข้าวกล้องสี พบว่าแป้งข้าวกล้องหอมมะลิแดงมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (11.029 mg GAE/g sample) ฟลาโวนอยด์ (60.422 mg QE/g sample) DPPH (2.538 mg TEAC/g sample) FRAP (24.991 mg Fe^{2+} /g sample) และ ABTS (10.299 mg TEAC/g sample) สูงที่สุด ($p < 0.05$) ส่วนปริมาณสารแอนโทไซยานินจะพบมากที่สุด แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ (33.410 mg CyE/g sample) จากการวิเคราะห์สมบัติแป้งเปียก พบว่าแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่จะมี pasting temperature สูงที่สุด (77°C) แป้งข้าวกล้องหอมมะลิจะมีค่า peak viscosity สูงที่สุด (2615 cPs) ขณะที่แป้งข้าวกล้องหอมมะลิแดงจะมี final viscosity (3762 cPs) breakdown (853 cPs) และ setback (2071 cPs) สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อศึกษาสมบัติทางความร้อนพบว่าแป้งข้าวกล้องหอมนิลจะมีค่า T_o (66.51°C) T_p (72.80°C) และ T_e (79.34°C) สูงที่สุด ($p < 0.05$) ส่วนค่าเอนทัลปีไม่พบความ

แตกต่าง ($p > 0.05$) จากการศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่ของแป้งข้าวกล้องสีพบว่า มีค่าการดูดซับน้ำ ค่าการละลายและการดูดซับน้ำมัน ค่ากำลังการพองตัวและการละลายใกล้เคียงกัน ขณะที่การละลายของโปรตีน ความสามารถในการเกิดโฟมและความคงตัวของโฟม ความคงตัวของอิมัลชันในแป้งข้าวกล้องหอมมะลิจะมีค่าสูงที่สุด (ร้อยละ 6.523, 11.667, 3.810 และ 81.917 ตามลำดับ) ส่วนแป้งข้าวกล้องหอมมะลิจะมีความสามารถในการเกิดอิมัลชันสูงที่สุด (ร้อยละ 27.083) สำหรับความคงตัวต่อการแช่แข็งและการสูญเสียน้ำพบว่า แป้งข้าวกล้องหอมมะลิแดงจะมีการสูญเสียน้ำสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) และแป้งข้าวกล้องหอมมะลิจะมีความคงตัวมากที่สุด จากนั้นนำแป้งข้าวกล้องหอมมะลิแดงมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เส้นกวยจั๊บอุบลพบว่า การใช้แป้งข้าวกล้องหอมมะลิแดงร้อยละ 10 ร่วมกับการใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ จะส่งผลต่อค่าคุณภาพการต้มสุก ลักษณะด้านเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภคที่สุดและไม่แตกต่างกับเส้นกวยจั๊บสูตรควบคุม เส้นกวยจั๊บเสริมแป้งข้าวกล้องหอมมะลิแดงมีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ($30 \pm 2^\circ\text{C}$) และไม่เกิน 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิตู้เย็น ($4-10^\circ\text{C}$) ทั้งบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศและโพรซิโพรพิลีน จากนั้นนำมาศึกษากระบวนการผลิตเส้นกวยจั๊บเสริมแป้งข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่สำเร็จรูปพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 60°C องศาเซลเซียส ส่งผลให้เส้นกวยจั๊บมีค่าคุณภาพการต้มสุก ลักษณะด้านเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภคใกล้เคียงกับเส้นสดมากที่สุด สำหรับการศึกษาลักษณะทางโครงสร้างของเส้นกวยจั๊บเสริมแป้งข้าวกล้องหอมมะลิแดงโดยใช้ SEM พบว่าเส้นกวยจั๊บที่สำเร็จรูปมีรูพรุนจำนวนมากและขนาดใหญ่ เมื่อนำมาทำการคั้นตัวสามารถคั้นตัวด้วยน้ำร้อนที่ระยะเวลา 5 นาที และไม่โครเวฟที่เวลา 4 นาที โดยส่งผลให้เส้นกวยจั๊บมีค่าคุณภาพการต้มสุก ลักษณะด้านเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภคใกล้เคียงกับเส้นสดมากที่สุด ดังนั้น การใช้แป้งข้าวกล้องหอมมะลิแดงสามารถเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะปรับปรุงคุณภาพของเส้นกวยจั๊บอุบลในด้านโภชนาการและช่วยเพิ่มมูลค่าของเส้นกวยจั๊บอุบล

ABSTRACT

TITLE : FUNCTIONAL PROPERTIES AND BIOACTIVE COMPOUNDS OF
 PIGMENTED BROWN RICE FLOUR AND APPLICATION IN UBON
 NOODLES PRODUCT

AUTHOR : PATOMPORN WAEWKUM

DEGREE : MASTER OF SCIENCE FOOD TECHNOLOGY

MAJOR : FOOD TECHNOLOGY

ADVISOR : ASST. PROF. JITTRA SINGTHONG, Ph.D.

KEYWORDS : PIGMENTED BROWN RICE FLOUR, FUNCTIONAL PROPERTIES,
 BIOACTIVE COMPOUNDS, UBON NOODLE PRODUCT

Pigmented rice (Color rice) is a seed of the rice genus (*Oryza sativa* L.) that is grown in Thailand. There are different varieties of pigmented rice. Currently pigmented rice is consumed and applied in a variety of products because it has more nutritional value than white rice. The aim of this study is to investigate physicochemical and functional properties including bioactive compounds and antioxidant functions of pigmented brown rice flour from four varieties (Jasmine brown, Red jasmine brown, Riceberry brown and Homnil brown rice) including brown rice flour applied to Ubon noodles. Proximate analysis and color (L^* , a^* and b^*) of all samples were significantly different ($p \leq 0.05$). The highest amylose content was found in red jasmine brown rice flour (18.438%). The vitamin and mineral content of the pigmented brown rice flours were similar. Morphological characteristics of pigmented rice flour using a light microscope and SEM were in a polyhedral shape, irregular size and agglomeration in all brown rice flours. The glycemic index (RAG and eGI) was analyzed and all samples were found to be significantly different ($p \leq 0.05$) but the SAG difference was insignificant ($p > 0.05$). Red jasmine brown rice flour was found to contain a total phenolic (11.029 mg GAE/g sample), flavonoid (60.422 mg QE/g sample), DPPH (2.538 mg TEAC/g sample), FRAP (24.991 mg Fe^{2+} /g sample) and ABTS (10.299 mg TEAC /g sample) were the highest ($p \leq 0.05$). The highest anthocyanin content was found in riceberry brown rice flour (33.410 mg CyE/g sample). The

highest pasting temperature was found in riceberry brown rice flour (77 °C). The highest peak viscosity was found in jasmine brown rice flour (2615 cPs), while red jasmine brown rice flour showed the highest pasting temperature (77 C), final viscosity (3762 cPs), breakdown (853 cPs) and setback (2071 cPs) with a significant difference ($p \leq 0.05$). The thermal properties using DSC showed that the highest T_p (66.51°C), T_p (72.80°C) and T_e (79.34°C) were found in homnil brown rice flour ($p \leq 0.05$). The enthalpy difference was insignificant ($p > 0.05$). The functional properties of all pigmented brown rice flours were discovered to have insignificant differences with regard to water absorption, water solubility, oil absorption, swelling power and solubility among the four types. The functional properties such as protein solubility, foaming capacity, foaming stability, emulsion stability of homnil brown rice flour showed the highest value at 6.523%, 11.667%, 3.810% and 81.917%, respectively. Jasmine brown rice flour had the highest emulsion capacity (27.083%). For freeze-thaw stability and dehydration, the highest level of syneresis was found with red jasmine brown rice flour ($p \leq 0.05$) which also showed the highest stability. In addition, the red jasmine brown rice flour was applied to an Ubon noodles product. The result showed that 10% red jasmine brown rice flour with hydrocolloids showed cooking quality, textural properties and sensory evaluation closed to control. The shelf-life of red jasmine brown rice noodles was no more than 3 days at room temperature ($30 \pm 2^\circ\text{C}$) and 3 weeks with refrigeration ($4-10^\circ\text{C}$) in both vacuum and polypropylene packaging. From the study of the production process of instant red jasmine brown rice noodles, the results showed that when drying at 60°C , the cooking quality, textural properties and sensory evaluation of red jasmine brown rice flour noodles were similar to fresh noodles. Furthermore, the structural characteristics of instant red jasmine brown rice noodles was investigated using SEM, the result showed more porous and larger. Also, the instant noodles was rehydrated with hot water for 5 minutes and microwaved for 4 minutes, resulting in the cooking quality, textural properties and sensory evaluation of red jasmine brown rice flour noodles was identical to fresh noodles. In conclusion, Red jasmine brown rice flour could improve the quality of nutrition and physicochemical and sensory properties of Ubon noodles.

บทคัดย่อ

- เรื่อง : การพัฒนาของควบคุมการปล่อยไอระเหยเอทานอลด้วยการกระตุ้น
โดยความชื้นเพื่อการบรรจุภัณฑ์แอคทีฟสำหรับพริกหวานสด
- ผู้วิจัย : หทัยพร กัมพวงค์
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : เทคโนโลยีการอาหาร
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรเวทย์ อุทโธ
- อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ดร.ฤทธิรงค์ พฤษภูมิกุล
- คำสำคัญ : การบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ, ของควบคุมการปล่อยไอระเหยเอทานอล,
ฟิล์มขอบน้า, การบรรจุภัณฑ์บรรยากาศดัดแปร

การเสื่อมเสียจากการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้มูลค่าทางตลาดของผักและผลไม้ลดลง การบรรจุภัณฑ์แอคทีฟเป็นเครื่องมือสำคัญในการชะลอการเสื่อมเสียคุณภาพ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบของควบคุมการปล่อยไอระเหยเอทานอลด้วยการกระตุ้นโดยความชื้นของควบคุม ฯ ทำจากฟิล์มพลาสติกหลายชั้น (ฟิล์มพลาสติก ENP) มีสมบัติขอบน้าประกอบด้วย ethylene vinyl acetate (EVA) และ Nylon/PE ในการศึกษาสมบัติการยอมให้ไอระเหยเอทานอลซึมผ่านฟิล์มได้ (ค่า FPE) ที่อุณหภูมิ 10°C พบว่า ฟิล์มพลาสติก ENP มีค่า FPE ที่ต่ำ (54.84-142.18 pmol m⁻² s⁻¹ Pa⁻¹) ทั้งนี้ค่า FPE มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของไอระเหยเอทานอลเพิ่มขึ้นในช่วง 0.1-0.7 mol m⁻³ แต่มีค่าลดลงเมื่อความเข้มข้นของไอระเหยเอทานอลมีค่าเพิ่มสูงขึ้น การเพิ่มขึ้นของความชื้นสัมพัทธ์ส่งผลให้ค่า FPE มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทดสอบที่ความเข้มข้นของไอระเหยเอทานอลเท่ากับ 0.1-0.4 mol m⁻³ แต่ระดับความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของไอระเหยเอทานอลที่มีค่าสูงมากกลับส่งผลให้ค่า FPE ลดลง เมื่อทำการทดสอบจลนพลศาสตร์ของการปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลจากของควบคุม ฯ ซึ่งใช้ฟิล์มพลาสติก ENP (ของควบคุม ฯ ENP) ภายใต้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ พบว่า ฟิล์มพลาสติก ENP ชะลอการปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลได้อย่างน้อย 24 ชั่วโมงภายหลังจากการเตรียมของควบคุม ฯ ระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-99 RH ส่งผลให้อัตราเร็วของการปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลเกิดขึ้นได้เร็วกว่าที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60-89 RH ผลของความชื้นในบรรยากาศต่ออัตราเร็วสอดคล้องกับผลของการดูดซับความชื้นเข้าสู่โครงสร้างพอลิเมอร์ของฟิล์มพลาสติก ENP ทั้งนี้ระดับการดูดซับความชื้นมีค่าสูงขึ้นเมื่อระดับความชื้นในสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น เมื่อศึกษาการประยุกต์ใช้ของควบคุม ฯ ENP กับถุงพลาสติกบรรจุพริกหวานสด (1 ของควบคุม ฯ ในถุงที่บรรจุพริกหวาน 1 ลูก) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 21 วัน พบว่า การปลดปล่อยไอระเหย

เอทานอลสามารถชะลอได้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง เอทานอลที่สะสมในบรรยากาศ เนื้อเยื่อ และโพรงช่องว่างของพริกหวานในบรรจุภัณฑ์ที่มีช่องควบคุม ฯ ENP ชะลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงวิตามินซีและความเข้มข้นของแก๊ส O₂ และแก๊ส CO₂ ได้ใกล้เคียงกับบรรจุภัณฑ์ที่มีช่องควบคุม ฯ ซึ่งมีฟิล์ม low density polyethylene (LDPE) เป็นวัสดุ ในภาพรวมต้นแบบช่องควบคุม ฯ สามารถปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลได้ด้วยการกระตุ้นของความชื้นสัมพัทธ์ที่สูง ซึ่งเป็นผลจากฟิล์มพลาสติก ENP มีสมบัติชอบน้ำและมีค่า FPE ที่เปลี่ยนแปลงได้ภายใต้สภาวะความชื้นต่าง ๆ ดังนั้นช่องควบคุม ฯ จึงมีศักยภาพในการประยุกต์ใช้เพื่อชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผักและผลไม้ได้

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF RELATIVE HUMIDITY TRIGGERED ETHANOL VAPOR CONTROLLED RELEASE SACHET FOR ACTIVE PACKAGING OF BELL PEPPER

AUTHOR : HATAIPORN KAMPAWONG

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : FOOD TECHNOLOGY

ADVISOR : ASST. PROF. WEERAWETE UTTO, Ph.D.

CO-ADVISOR : RITTIRONG PRUTHTIKUL, Ph.D.

KEYWORDS : ACTIVE PACKAGING, ETHANOL VAPOR CONTROLLED RELEASE SACHET, HYDROPHILIC FILM, PASSIVE PACKAGING

Deterioration attributed to microbial proliferation is considered a key factor reducing the value of fresh fruit and vegetables. Active packaging is an important tool utilized to delay microbial as well as other deteriorations in quality. The purpose of this research was to develop a prototype ethanol vapor control release sachet activated by humidity. The sachet was made of a multi-layer film (ENP plastic film), a hydrophilic plastic film comprised of ethylene-vinyl acetate (EVA), and Nylon/PE. In the study of ethanol vapor permeability properties (FPE value) at 10°C, it was discovered that ENP plastic film had very low FPE (54.84-142.18 pmol s⁻¹ m⁻² Pa⁻¹). The FPE values increased as the ethanol vapor concentrations were increased in the range of 0.1-0.7 mol m⁻³. Conversely, the FPE values decreased when the concentrations were increased. Increases in relative humidity levels caused increases in the FPE values, in particular, when tested at 0.1-0.4 mol m⁻³. However, extremely high relative humidity and ethanol vapor concentration levels consequently decreased FPE values. Kinetic releases of ethanol vapor from ENP-based sachets, tested under different relative humidity levels, indicated that the ENP film apparently caused delays in releases up to 24 h after preparing the sachet. Rates of ethanol release tested at 90-99% RH were higher than those tested at 60-89% RH. The effect of atmospheric humidity on the release rates was consistent with those of moisture

absorbed into the polymeric structures of ENP film. Moisture absorption levels increased when relative humidity levels in the environment were increased. When studying the application of ENP control sachets to a plastic bag containing a bell pepper (1 sachet containing 1 pepper per bag) stored at 10 ° C for 21 days, experimental results showed that ethanol vapor release could be delayed for 24 h. Ethanol accumulated in the package space, tissues, as well as the cavities of these bell peppers in packages containing the ENP-based sachets effectively reduced microbial growth. Changes in both vitamin C, O₂ and CO₂ concentrations in the packages were comparable to those observed in packages having low density polyethylene-based (LDPE) sachets. In general, the prototype sachet was able to release ethanol vapors stimulated by high relative humidity resulting from the plastic film. This is attributed to the hydrophilic properties of the ENP film and its FPE value which becomes changeable under different relative humidity levels. Therefore, the ethanol vapor control release sachet has potential applications for slowing changes in the quality of fruits and vegetables.