

## สารบัญ

	หน้า
<b>หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต</b>	
<b>สาขาวิชาเกษตรศาสตร์</b>	
การใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยคัดเลือกในการปรับปรุงสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมต้านทานโรครไหม้ และโรคขอบใบแห้งจากฐานพันธุกรรมข้าวเจ้าหอมวาริน	1
ผู้วิจัย: ฉันทมาศ เชื้อแก้ว	
<b>สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร</b>	
การเปลี่ยนแปลงปริมาณความหอมและคุณภาพของข้าวสารหอมมะลิขัดขาวที่สัมพันธ์กับความล่าช้า ในการทำแห้งข้าวเปลือกหลังการเก็บเกี่ยว อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษา	6
ผู้วิจัย: สุพรรณิการ์ ปีกเคธาติ	
<b>หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต</b>	
<b>สาขาวิชาเกษตรศาสตร์</b>	
การวางแผนยุทธศาสตร์เพื่อการอนุรักษ์ปลาและการประมงของโครงการเขื่อนฝายน้ำเจียบ	10
ผู้วิจัย: ณิชกฤตา วงศ์ใหญ่	
การศึกษาการใช้ไบโมันสำปะหลังแห้งในอาหารผสมครบส่วน ต่อการใช้ประโยชน์ของโภชนะ สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์	15
ผู้วิจัย: เอกพันธ์ อินทร์งาม	
<b>สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร</b>	
การพัฒนาฟิล์มพลาสติกสำหรับการควบคุมการปล่อยไอระเหยเอทานอลด้วยการกระตุ้นโดยแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์แอคทีฟสำหรับผลไม้ตัดสด	21
ผู้วิจัย: พัชรี มะลิลา	

## บทคัดย่อ

เรื่อง : การใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยคัดเลือกในการปรับปรุงสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอม  
 ด้านทานโรคไหม้และโรคขอบใบแห้งจากฐานพันธุกรรมข้าวเจ้าหอมวาริน

ผู้วิจัย : ฉันทมาศ เชื้อแก้ว

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เกษตรศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร เกตุงาม

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ดร.ธีรยุทธ ตูจันดา

คำสำคัญ : การปรับปรุงพันธุ์ข้าว, การใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยคัดเลือก, โรคไหม้,  
 โรคขอบใบแห้ง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมต้านทานโรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง และ  
 ทนน้ำท่วมฉับพลันจากฐานพันธุกรรมข้าวเจ้าหอมวารินโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยคัดเลือก ใช้  
 คู่ผสมระหว่างข้าวสายพันธุ์ UBN14008-858-1 ที่มี *qBl1* และ *qBl11* ควบคุมลักษณะต้านทานโรค  
 ไหม้ เป็นสายพันธุ์แม่ กับข้าวสายพันธุ์ RGD13215-MAS13-MAS37-MAS68 ที่มียีน *xa5*, *Xa21* และ  
*xa33* ควบคุมลักษณะต้านทานโรคขอบใบแห้ง เป็นสายพันธุ์พ่อ ทั้งสองสายพันธุ์มียีน *Sub1*, *badh2*,  
*Wx<sup>b</sup>* และ *SSIIa-TT* ควบคุมลักษณะทนน้ำท่วมฉับพลัน ความหอม ปริมาณอะไมโลสต่ำ และอุณหภูมิ  
 แป้งสุกต่ำ ตามลำดับ ในรูปแบบสายพันธุ์แท้ ซึ่งได้มาจากฐานพันธุกรรมข้าวเจ้าหอมวาริน การ  
 ปรับปรุงพันธุ์ใช้วิธีจุดประวัติและใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยคัดเลือกร่วมกับการคัดเลือกลักษณะ  
 ทางการเกษตรที่เหมาะสมในประชากรรุ่น F<sub>2</sub> ถึง F<sub>4</sub> ต้นที่มีทรงต้นดี แตกกอสูง จะถูกคัดเลือกและ  
 นำมาจีโนไทป์โดยใช้เครื่องหมาย RM212/RM319 (*qBl1*), RM144/RM224 (*qBl11*), PAXa5 (*xa5*),  
 PB7-8 (*Xa21*) และ RM5509/RM7243 (*xa33*) ผลการคัดเลือกได้ต้น F<sub>2</sub> จำนวน 25 ต้น ประกอบด้วย  
 ต้นที่มี *qBl1* และ *qBl11* (ควบคุมลักษณะต้านทานโรคไหม้) ยีน *xa5*, *Xa21* และ *xa33* (ควบคุม  
 ลักษณะต้านทานโรคขอบใบแห้ง) ในรูปแบบสายพันธุ์แท้ จำนวน 1 ต้น และบางตำแหน่งในรูปแบบ  
 เฮเทอโรไซกัส จำนวน 24 ต้น ปล่อยต้น F<sub>2</sub> เหล่านี้ให้ผสมตัวเองได้เมล็ด F<sub>3</sub> สายพันธุ์ละ 200 เมล็ด  
 ส่วนหนึ่งนำไปประเมินความสามารถทนน้ำท่วมฉับพลัน อีกส่วนหนึ่งนำไปปลูกและคัดเลือกลักษณะ  
 ทางการเกษตรและใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยคัดเลือกในรุ่น F<sub>3</sub> และ F<sub>4</sub> และสามารถคัดเลือกข้าวสาย  
 พันธุ์ปรับปรุง F<sub>4</sub> จำนวน 44 สายพันธุ์ ที่มี *qBl1*, *qBl11* และยีน *xa5*, *Xa21* และ *xa33* ในรูปแบบ  
 สายพันธุ์แท้ ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุงเหล่านี้จะนำไปประเมินประสิทธิภาพการใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วย  
 คัดเลือกต่อไป

การประเมินความสามารถทนน้ำท่วมฉับพลันในข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง F<sub>3</sub> ที่มียีน *Sub1* ในรูปแบบสายพันธุ์แท้ในบ่อดิน จำนวน 25 สายพันธุ์ โดยใช้เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (PPE) เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต (PPS) และเปอร์เซ็นต์การฟื้นตัวหลังน้ำลด (PR) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน พบว่า ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง F<sub>3</sub> มี PPE, PPS และ PR เฉลี่ยเท่ากับ 27.34, 82.12 และ 90-100 ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) กับสายพันธุ์แม่ UBN14008-858-1 (PPE = 28.46, PPS = 80.24, PR = 90-100) สายพันธุ์พ่อ RGD13215-MAS13-MAS37-MAS68 (PPE = 23.85, PPS = 84.43, PR = 90-100) และข้าวพันธุ์ตรวจสอบทนน้ำท่วมฉับพลัน FR13A (PPE = 27.25, PPS = 95.04, PR = 90-100) และ IR57514 (PPE = 24.83, PPS = 96.66, PR = 90-100) ประเมินความสามารถในการต้านทานโรคไหม้ในข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง F<sub>5</sub> ที่มี *qBl1* และ *qBl11* ในรูปแบบสายพันธุ์แท้ จำนวน 44 สายพันธุ์ โดยใช้เชื้อรา *Pyricularia grisea* แบบผสมไอโซเลท จำนวน 7 กลุ่มไอโซเลท ปลูกเชื้อด้วยวิธี airbrush spray พบว่า สายพันธุ์ปรับปรุง F<sub>5</sub> แสดงปฏิกริยาระดับต้านทาน (R) ต่อเชื้อสาเหตุโรคไหม้ได้ดี ไม่แตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) กับข้าวสายพันธุ์แม่ UBN14008-858-1 และข้าวหอมนิล ซึ่งเป็นพันธุ์ตรวจสอบต้านทานโรคไหม้ ประเมินความสามารถต้านทานโรคขอบใบแห้ง ในข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง F<sub>5</sub> ที่มี *xa5*, *Xa21* และ *xa33* ในรูปแบบสายพันธุ์แท้ จำนวน 44 สายพันธุ์ โดยใช้เชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* จำนวน 5 ไอโซเลท ปลูกเชื้อด้วยวิธี clipping method พบว่า ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง F<sub>5</sub> แสดงปฏิกริยาระดับต้านทาน (R) ต่อเชื้อ XORE1-1, NP3-5 และ CN1-3 ขณะที่แสดงปฏิกริยาระดับต้านทานปานกลาง (MR) ถึงต้านทาน (R) ต่อเชื้อ CR2-4 และ SK1-2 ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสายพันธุ์พ่อ RGD13215-MAS13-MAS37-MAS68 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง F<sub>5</sub> พบว่า ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง F<sub>5</sub> มีความยาว (GrL), ความกว้าง (GrW) และอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างของเมล็ดข้าว (GrLWR) เฉลี่ยเท่ากับ 7.31, 2.07 และ 3.54 มิลลิเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสายพันธุ์พ่อ RGD13215-MAS13-MAS37-MAS68 ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ IR57514 แต่แตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์แม่ UBN14008-858-1 (GrL=6.83, GrW=2.20 และ GrLWR=3.11) ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุงทั้ง 44 สายพันธุ์ จัดอยู่ในกลุ่มข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 และมีรูปร่างเมล็ดเรียวย ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยคัดเลือกในการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมต้านทานโรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง และทนน้ำท่วมฉับพลัน ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ สามารถคัดเลือกหลาย ๆ ลักษณะได้พร้อมกัน ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง F<sub>5</sub> เหล่านี้ จะนำไปศึกษาพันธุ์ ทดสอบผลผลิตในระดับสถานี ระหว่างสถานี และนาราษฎร์ต่อไป

## ABSTRACT

TITLE : MARKER-ASSISTED SELECTION FOR BREEDING AROMATIC RICE LINES  
RESISTANCE TO BLAST AND BACTERIAL BLIGHT BASED ON KHAO  
JAO HOMWARIN GENETIC BACKGROUND

AUTHOR : CHANTAMART CHUEAKAEW

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : AGRICULTURE

ADVISOR : ASSOC. PROF. SUREEPORN KATENGAM, Ph.D.

CO-ADVISOR : THEERAYUT TOOJINDA, Ph.D.

KEYWORDS : RICE BREEDING, MARKER-ASSISTED SELECTION (MAS), BLAST,  
BACTERIAL LEAF BLIGHT

The research aimed to develop aromatic rice lines resistance to blast and bacterial blight and tolerance to submergence derived from Khao Jao HomWarin (JHW) genetics background through marker-assisted selection (MAS). UBN14008-858-1 carrying *qBl1* and *qBl11* for blast resistance was used as female parent, whereas RGD13215-MAS13-MAS37-MAS68 carrying *xa5*, *Xa21* and *xa33* for bacterial blight resistance was used as male parent. These parental rice lines were developed from JHW and both of them were carrying *Sub1*, *badh2*, *Wx<sup>b</sup>* and *SSIIa-TT* underlying submergence tolerance, grain aroma, low amylose content and low gelatinization temperature, respectively. The improved rice lines were developed using the pedigree breeding method and MAS combined with phenotypic selections were employed in F<sub>2</sub> to F<sub>4</sub> generations. The selected progenies with good plant type were further genotyped using RM212/RM319 (*qBl1*), RM144/RM224 (*qBl11*), PAXa5 (*xa5*), PB7-8 (*Xa21*) and RN5509/RM7243 (*xa33*). 25 F<sub>2</sub> plants were selected, including one F<sub>2</sub> plant carrying homozygous allele of 5 target gene/QTLs (*qBl1*, *qBl11*, *xa5*, *Xa21* and *xa33*) and 24 F<sub>2</sub> plants carrying heterozygous alleles of some target gene/QTLs. These selected F<sub>2</sub> plants were self-pollinated and approximately produced 200 F<sub>3</sub> seeds per lines. The F<sub>3</sub> seeds were divided into two portions. One portion was used for submergence tolerance validation and another was further planted for lines selection in F<sub>3</sub> and F<sub>4</sub> generations. Finally, 44 F<sub>4</sub> rice lines

carrying homozygous alleles of *qB11* and *qB111* for blast resistance and *xa5*, *Xa21* and *xa33* gene for bacterial blight resistance were identified and selected for validation of MAS efficacy.

Submergence tolerance validation was performed in 25 F<sub>3</sub> rice lines carrying homozygous alleles of *Sub1* gene in an outdoor lagoon. Percentage of plant elongation (PPE), percentage of plant survival (PPS) and percentage of plant recovery (PR) were used as criteria parameters for submergence tolerance. The results showed that average of PPE, PPS and PR of F<sub>3</sub> rice lines were 27.51, 85.26 and 90-100, respectively, which were not significantly different from those of female parent UBN14008-858-1 (PPE = 28.46, PPS = 80.24, PR = 90-100), male parent RGD13215-MAS13-MAS37-MAS68 (PPE = 23.85, PPS = 84.43, PR = 90-100) and submergence tolerance check varieties, FR13A (PPE = 27.25, PPS = 95.04, PR = 90-100) and IR57514 (PPE = 24.83, PPS = 96.66, PR = 90-100), indicating that these 25 F<sub>3</sub> rice lines had submergence tolerance. The validation of blast resistance of 44 F<sub>5</sub> rice lines was carried out using seven mixed isolates of *Pyricularia oryzae* through the airbrush spray method. The 44 F<sub>5</sub> rice lines showed resistance reactions (R) to blast isolates which were not significantly different (P<0.01) from those of female parent UBN14008-858-1 and resistance check variety, Jao Hom Nin. The evaluation of bacterial blight resistance of 44 F<sub>5</sub> rice lines used five single isolates of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* through clipping method. The 44 F<sub>5</sub> rice lines showed resistance reactions (R) to XORE1-1, NP3-5 and CN1-3 isolates, while showing moderate resistance (MR) to resistance reactions (R) to CR2-4 and SK1-2 isolates, and were not significant different (P<0.01) from those of the male parent RGD13215-MAS13-MAS37-MAS68. Grain physical characters of 44 F<sub>5</sub> rice lines were analyzed including grain length (GrL), grain width (GrW) and grain length to width ratio (GrLWR). The results showed that the average of GrL, GrW and GrLWR of F<sub>5</sub> rice lines were 7.31, 2.07 and 3.54 millimeter (mm.), respectively, which were not significantly different from those of the male parent RGD13215-MAS13-MAS37-MAS68, Khao Dawk Mali 105 and IR57514. Nevertheless, they were significantly different (P<0.01) from those of female parent UBN14008-858-1 (GrL=6.83, GrW=2.20 and GrLWR=3.11). The 44 F<sub>5</sub> rice lines were classified as extra-long and slender grain class of rice. The results of this research effectively displayed MAS efficacy to develop aromatic rice lines resistance to

blast and bacterial blight, and tolerance to submergence. MAS precisely sped up rice lines development and simultaneously selected multi-traits at the same time. These selected 44 F<sub>5</sub> rice lines will be studied for yield trials under intra-station, inter-stations and on farm yield trials before being recommended to rainfed lowland farmers.

**บทคัดย่อ**

- เรื่อง : การเปลี่ยนแปลงปริมาณความหอมและคุณภาพของข้าวสารหอมมะลิขัดขาวที่สัมพันธ์กับความล่าช้าในการทำแห้งข้าวเปลือกหลังการเก็บเกี่ยว อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษา
- ผู้วิจัย : สุพรรณนิการ์ ปักเคธาติ
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : เทคโนโลยีการอาหาร
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระเวทย์ อุทโซ
- คำสำคัญ : ข้าวดอกมะลิ 105, ความล่าช้าในการลดความชื้น, คุณภาพข้าวสารขัดขาว, สาร 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP), ปฏิกริยาอันดับ 1

ข้าวเปลือกภายหลังการเก็บเกี่ยวอาจไม่ได้รับการทำแห้งทันที เนื่องจากเกษตรกรเร่งจำหน่ายข้าวให้โรงสีเพื่อลดความเสี่ยงในการจัดเก็บหรือจากสภาวะอากาศที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการตากแดดซึ่งเป็นวิธีการทำแห้งทั่วไปของเกษตรกร ข้อจำกัดในการลดความชื้นดังกล่าวได้รับความสนใจจากผู้มีส่วนได้เสีย เนื่องจากอาจเป็นสาเหตุของการสูญเสียความหอมและคุณภาพของข้าวเปลือก งานวิจัยนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการชะลอการลดความชื้นข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 (ในฤดูปลูกปี 2559 และ 2560) ภายหลังการเก็บเกี่ยวและสภาวะการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสาร 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) ซึ่งเป็นสารสำคัญที่ให้กลิ่นหอมหลักในข้าวรวมถึงคุณภาพทางกายภาพบางประการของข้าวขัดขาว โดยชะลอการลดความชื้นข้าวเปลือก เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และตากแห้งข้าวเปลือกจนได้ความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 14 (ฐานเปียก) บรรจุลงในถุงกระสอบ ๆ ละ 20 กิโลกรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 24 และ 27 °C เป็นระยะเวลา 12 เดือน ดำเนินการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสาร 2AP และคุณภาพทางกายภาพของข้าวเปลือกในช่วงเวลาต่าง ๆ พร้อมเปรียบเทียบกับข้าวเปลือกซึ่งทำการลดความชื้นทันทีภายหลังการเก็บเกี่ยว

ผลการวิจัยทราบว่า ปริมาณสาร 2AP เริ่มต้นในข้าวเปลือกที่ชะลอการลดความชื้นมีปริมาณต่ำกว่าข้าวเปลือกที่ลดความชื้นทันทีประมาณร้อยละ 16.72 ในระหว่างการเก็บรักษา ปริมาณสาร 2AP ในข้าวเปลือกลดลงจากค่าเริ่มต้น ประมาณ 1-1.5 เท่าภายในเดือนที่ 1-2 และมีค่าอยู่ในระดับดังกล่าวเป็นเวลานาน 7-8 เดือน หลังจากนั้นปริมาณสาร 2AP จะลดลงอย่างรวดเร็วโดยปริมาณสาร 2AP ในเดือนที่ 12 อยู่ในช่วง 0.03-0.1 ppm การเปลี่ยนแปลงปริมาณสาร 2AP ในข้าวเปลือกทั้ง 2 ประเภทพบว่า มีลักษณะคล้ายกับการเกิดของปฏิกริยาอันดับที่ 1 ทั้งนี้อัตราเร็วของการเปลี่ยนแปลงมีค่าสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มจาก 10 °C เป็น 24 °C แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิถึง 27 °C ไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน

นัก จลนพลศาสตร์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสาร 2AP ในข้าวเปลือกที่ลดความชื้นทันทีและลดความชื้นล่าช้าทำนายได้ดีด้วยสมการประเภท first-order fractional conversion model มีค่า RMSE และ  $R^2$  อยู่ในช่วง 0.16-0.29 และ 0.88-0.94 ตามลำดับ

การศึกษาผลของการชะลอการลดความชื้นต่อคุณภาพของข้าวสาร พบว่า ความขาวและเปอร์เซ็นต์การขัดสีของข้าวสารมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของข้าวสารจากข้าวเปลือกที่ได้จากการลดความชื้นทั้งสองวิธี อย่างไรก็ตาม ความชุ่มชื้นของข้าวสารที่ได้จากข้าวเปลือกซึ่งลดความชื้นทันที มีค่ามากกว่าข้าวสารที่ได้จากข้าวเปลือกที่ลดความชื้นล่าช้าในช่วงการเก็บรักษา 6 เดือนแรก ( $p < 0.05$ ) ทั้งนี้อุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่มีผลอย่างชัดเจนต่อการเปลี่ยนแปลงความชุ่มชื้น นอกจากนี้ค่าความแข็งของข้าวสารหุงสุกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่ค่าความเหนียวของข้าวหุงสุก มีค่าลดลงแต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างประเภทของข้าวที่ชะลอความชื้นล่าช้าและอุณหภูมิการเก็บรักษา

ข้อมูลและความรู้ที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นแนวทางสำคัญสำหรับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยเฉพาะจลนพลศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณสาร 2AP ของข้าวเปลือกสามารถนำไปใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจด้านการจัดเก็บข้าวเปลือกและแผนการตลาดของผู้ประกอบการหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป



## ABSTRACT

TITLE : CHANGE OF AROMA CONTENT AND QUALITIES OF MILLED HOM MALI RICE IN RELATIONS TO DELAYED ROUGH RICE DRYING AFTER HARVESTED, STORAGE TEMPERATURE AND PERIOD

AUTHOR : SUPANNIKAR PAKKETHATI

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : FOOD TECHNOLOGY

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

KEYWORDS : KHOA DAWK MALI 105, DELAYING MOISTURE REDUCTION, 2-ACETYL-1-PYRROLINE (2AP), FIRST-ORDER KINETIC REACTION, MILLED RICE QUALITIES

Paddy rice may not be dry immediately after harvesting but it is sold quickly to rice mills. Farmers want to minimize the risks of storing rice and avoiding improper weather conditions that could cause delay in the process of sun-drying, a traditional method of rice drying. Limitations of moisture reduction have drawn attention from stakeholders because it could potentially be the cause of losing the fragrant aroma and qualities of paddy rice. The research aimed to study the effects of delayed drying of Khao Dawk Mali 105 (harvested in 2016 and 2017 seasons) as well as storage conditions on kinetic changes of 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) contents, a key substance attributing to rice's fragrant aroma, and some physical qualities of milled rice. Moisture reduction of the paddy rice was delayed for 48 h before sun-drying until its moisture content was 14% (w.b). The rice (denoted DEL-paddy rice) was stored in a 20 kg-sack and later kept at 10, 24 and 27 °C for 12 months. Changes in 2AP contents and the physical qualities were determined periodically and compared to paddy rice in which its moisture was immediately reduced after harvesting (IMM-paddy rice).

The results showed that the initial 2AP content of the DEL-paddy rice was 16.72% which was lower than that of the IMM-paddy rice. The 2AP contents of all types of paddy rice decreased approximately 1-1.5-fold from their initial values during 1-2 months of storage. The 2AP contents remained relatively unchanged for 7-8 months.

However, the 2AP contents decreased with faster rates thereafter. The contents measured in the 12th month were in a range of 0.03-0.1 ppm. The changes of 2AP contents showed similar characteristics of the first order reaction between both treated paddy rice samples. Rate of the changes were elevated when the storage temperature increased from 10 °C to 24 °C. However, there were no apparent changes in the rates when the temperature was further increased to 27 °C. The kinetics of the 2AP reductions could be reasonably predicted by the first-order fractional conversion model in which the root mean square of error (RMSE) and R<sup>2</sup> values were in a range of 0.16-0.29 and 0.88-0.94, respectively.

The results of the physical qualities showed that whiteness and milling degree values of milled rice gradually decreased when the storage period increased. However, there were no significant differences between the two moisture reduction methods. The transparency values of milled rice from the IMM-paddy rice were significantly higher than those from DEL-paddy rice during 6 months of storage ( $p < 0.05$ ). However, the drying conditions and the storage temperature have no obvious effect on the changes in the transparency values. In addition, the hardness values of cooked milled rice slightly increased while the stickiness values decreased during the storage.

The information and knowledge obtained from the study will be important guidelines for postharvest management of KDML105 rice. In particular, the kinetic changes of 2AP contents of paddy rice can be utilized to support further decision-making on paddy rice storage and marketing plans for entrepreneurs and relevant organizations.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การวางแผนยุทธศาสตร์เพื่อการอนุรักษ์ปลาและการประมงของโครงการเขื่อน  
ไฟฟ้าน้ำเจียบ1

ผู้วิจัย : อนุรักษ์กฤตา วงศ์ใหญ่

ชื่อปริญญา : ปรัชญาดุขฎิบัณฑิต

สาขาวิชา : เกษตรศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ

คำสำคัญ : ชีววิทยาประมง, เครื่องมือประมง, ประชาคมประมง, การประมง, การวางแผน  
ยุทธศาสตร์

วัตถุประสงค์ในการวิจัยนี้เพื่อนำเสนอยุทธศาสตร์เพื่อการอนุรักษ์ปลาและการประมงในน้ำเจียบ  
ภายใต้โครงการไฟฟ้าพลังน้ำน้ำเจียบ 1 การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 การศึกษา คือ การศึกษาชีววิทยา  
การสืบพันธุ์ของปลา 4 ชนิด ประสิทธิภาพการจับและการเลือกจับของเครื่องมือข่ายและการศึกษา  
ประชาคมปลาในลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง

การศึกษาที่หนึ่ง ได้ทำการเก็บตัวอย่างมาจากบึงโขงหลงและน้ำเจียบ ซึ่งเป็นตัวแทนของแหล่งน้ำ  
นิ่งและแหล่งน้ำไหลตามลำดับ ทั้งสองแหล่งน้ำตั้งอยู่ในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ใกล้เคียงกัน โดยอยู่ฝั่งตรงกัน  
ข้ามของแม่น้ำโขง ในการศึกษาครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤษภาคม 2560 ถึงเดือนเมษายน  
2561 ประกอบด้วยปลากระสับจุด (*Hampala dispar*) จำนวน 365 ตัว, ปลากระสับขีด (*Hampala  
macrolepidota*) จำนวน 259 ตัว, ปลาสร้อยนกเขา (*Osteochilus vittatus*) จำนวน 298 ตัว และ  
ปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciata*) จำนวน 460 ตัว ผลการศึกษาพบว่า ค่า b ของปลาสร้อย  
นกเขาและปลาหมอช้างเหยียบทั้งในบึงโขงหลงและน้ำเจียบมีการเจริญเติบโตเชิงบวก ( $b > 3.0$ ),  
ในขณะที่ปลากระสับขีดมีค่าการเจริญเติบโตเชิงลบโดยมีค่า  $b < 3.0$ . อย่างไรก็ตามยังพบว่า ปลา  
กระสับจุดในบึงโขงหลงมีรูปแบบการเจริญเติบโตเชิงลบ ในขณะที่ในน้ำเจียบ มีรูปแบบการเจริญเติบโต  
เชิงบวก ค่า condition factor ของปลาทั้ง 4 ชนิด ในบึงโขงหลงมีค่าระหว่าง 97-104% ในขณะที่ใน  
น้ำเจียบมีค่าระหว่าง 93-100% การวางไข่ของปลาทั้ง 4 ชนิดในทั้งสองแหล่งน้ำพบว่า มีค่าความ  
สมบูรณ์เพศสูงสุดสองครั้งคือต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน และตัวอย่างปลากระสับจุด ปลากระสับขีด  
และปลาสร้อยนกเขาจากบึงโขงหลงมีการเจริญพันธุ์เร็วกว่าน้ำเจียบ ในขณะที่ปลาหมอช้างเหยียบมี  
การเจริญพันธุ์ช้ากว่าในน้ำเจียบ สำหรับการกินอาหาร ซึ่งอาหารส่วนใหญ่ที่พบในกระเพาะอาหารของ  
ปลากระสับทั้งสองชนิดนี้มีแนวโน้มเป็นปลากินเนื้อ ส่วนปลาหมอช้างเหยียบเป็นปลากินทั้งพืชและ

สัตว์ ในขณะที่ปลาสร้อยนกเขากินจำพวกเศษซากและกินพืชเป็นหลัก ซึ่งมีลักษณะเดียวกันในทั้งสองแหล่งน้ำ

การศึกษาที่สอง ได้ทำการรวบรวมข้อมูลใน 7 สถานี จำนวน 8 ครั้ง ระหว่างเดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2561 ด้วยเครื่องมือข่ายขนาดช่องตาแตกต่างกันคือ 15, 20, 40, 60, 80 และ 100 มิลลิเมตร ผลการศึกษาพบองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ปลาจำนวน 107 ชนิด ใน 21 ครอบครัว โดยชนิดที่พบมากที่สุดอยู่ในครอบครัว Cyprinidae (65 ชนิด) ค่าดัชนีความหลากหลายสูงสุดพบที่บ้านท่าเหือ บ้านท่งน้อย และบ้านชมชื่นตามลำดับ แต่ปริมาณความชุกชุมพบมากที่สุดที่บ้านสบหยวกและห้วยปาม้อม ปลาหนามหลัง (*Mystacoleucus marginatus*) เป็นชนิดที่พบมากที่สุดถึง 65% ผลการเปรียบเทียบความชุกชุมกับมวลชีวภาพ มีค่า  $w$  ระหว่าง -0.333 และ 0.2417 แต่ส่วนใหญ่เป็นค่าลบ ซึ่งหมายความว่าน้ำเจียบอยู่ในสภาวะเสียสมดุล ผลการวิเคราะห์โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) Self-Organizing Map (SOM) ได้จัดจำแนกออกเป็น 5 กลุ่มหลักๆ ซึ่งจำแนกจากชนิดและความชุกชุมของปลา พบว่าการจำแนกได้อย่างชัดเจนระหว่างพื้นที่ตอนล่างและตอนบนของเขื่อน การศึกษาประสิทธิภาพผลจับของข่าย พบว่ามีค่าสูงสุดโดยช่องตาขนาด 40 มิลลิเมตรที่  $1,140.8 \pm 745.7$  กรัมต่อพื้นที่ข่าย 100 ตารางเมตร ต่อหนึ่งคืน การประมาณการเลือกจับของเครื่องมือข่าย พบว่า ขนาดความยาวการเลือกจับของปลาหนามหลัง ปลาตะเพียนทราย ปลาหนามหลังขาว ปลาชีวะขาว ปลาน้ำหมึก และปลาจาด เท่ากับ 4.5, 5.5, 5.5, 5.5, 8.5 และ 20.0 เซนติเมตร ตามลำดับ ถ้านำขนาดแรกสืบพันธุ์ของปลาทั้ง 6 ชนิด พบว่าขนาดข่ายที่ใช้ในการจับปลาควรมีขนาดอย่างน้อยคือ 40 มิลลิเมตร

การศึกษาประชาคมปลาในลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง โดยทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียม ด้วย SOM ซึ่งรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่มีการศึกษาไว้แล้วจาก 22 แหล่งน้ำ โดยรวมข้อมูลจากการศึกษาในน้ำเจียบจากการศึกษาที่สองด้วยจำนวนชนิดพันธุ์ปลาที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ 173 ชนิด พบว่า สามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มหลักๆ โดยน้ำเจียบถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับเขื่อนน้ำอุ้น หนองหาน บึงเกลือ อ่างเก็บน้ำรัชชชัย อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิรินธร อ่างเก็บน้ำนากาย และแม่น้ำชี ความน่าจะเป็นในการพบชนิดปลาในกลุ่มนี้ ส่วนใหญ่เป็นปลาดำ (black fish) และปลาเทา (grey fish) ข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางการอนุรักษ์และการจัดการประมงของโครงการเขื่อนไฟฟ้าเขื่อนน้ำเจียบ 1 ประกอบด้วย 1) อนุรักษ์ชนิดปลาที่ถูกคุกคามทั้งหมด 2) ควบคุมการทำประมงเกินขนาดและกำหนดขนาดของเครื่องมือประมงที่ใช้ในอ่างเก็บน้ำ 3) สร้างพื้นที่อนุรักษ์ 4) ห้ามทำการประมงด้วยเครื่องมือแบบทำลายล้าง และ 5) ปล่องชนิดพันธุ์ปลาพื้นเมือง

**ABSTRACT**

TITLE : STRATEGIC PLANNING ON THE CONSERVATION TO FISHES AND FISHERIES IN NAM NGIEP 1 HYDROPOWER PROJECT

AUTHOR : NATKRITTA WONGYAI

DEGREE : DOCTOR OF PHYLOSOPHY

MAJOR : AGRICULTURE

ADVISOR : PROF. TUANTONG JUTAGATE, Ph.D.

KEYWORDS : FISHERIES BIOLOGY, FISHING GEARS, FISH COMMUNITY, FISHERIES, STRATEGIC PLANNING

The aim of this study was to propose a conservation strategy for fish and fisheries in Nam Ngiep under the Nam Ngiep 1 Hydropower Project. The study was divided into three parts including the fish reproductive biology of four species, the catching efficiency and selectivity of gillnets, and the fish assemblages in the Lower Mekong Basin.

Fish samples were collected from the Nam Ngiep (NN) River and Bueng Khong Long (BKL) Swamp, which are representative of lotic- and lentic- environments, respectively. These two habitats lay in the same geographical area but on opposite banks of the Mekong mainstream. The sampling was conducted during May 2017 to April 2018. A total of 365 *Hampala dispar*, 259 *Hampala macrolepidota*, 298 *Osteochilus vittatus* and 460 *Pristolepis fasciata* specimens were collected for this study. The results found that the exponent  $b$  value of *O. vittatus* and *P. fasciata* both in BKL and NN had a positive allometric growth ( $b > 3.0$ ), while *H. macrolepidota* had a negative allometric growth of  $b < 3.0$ . Furthermore, *H. dispar* in BKL had a negative allometric growth, whereas *H. dispar* in NN had a positive allometric growth pattern. The condition factor of fish in BKL ranged between 97-104%, while it ranged between 93-100% in NN. Spawning for all four species were observed in both environments with two peaks at the onset and end of rainy season. The samples from BKL showed earlier maturation than in NN samples for all 3 cyprinid species, while *P. fasciata* in BKL matured later than in NN. In terms of feeding flexibility, the major food items for both of the *Hampala*

species indicated that they are carnivorous. Moreover, the feeding behavior for *P. fasiata* was omnivorous, while *O. viatus* took in available detritus and plant material in both environments. The study was carried out in seven sampling sites which were sampled with gill nets eight times from October 2015 to February 2018. The monofilament gillnets used included six different mesh widths: 15, 20, 40, 60, 80 and 100mm. The total number of species caught was 107 species belonging to 21 families. The catches were dominated by members of Cyprinidae (65 species). The highest diversity index was found at Thaheua village, followed by Somseun and Thong Noi, respectively. However, a higher abundance was displayed at Sopyouak and Houaypamom villages. *Mystacoleucus marginatus* was the most abundant species representing 65% of all specimens caught. Overall, w-statistics by Abundance-Biomass Comparison ranged between -0.333 and 0.2417, but most had negative values which indicates that the environment was disturbed. The output layer of the Artificial Neural Network by Self-Organising Map (SOM) was categorized into 5 main clusters by determining the similarity of fish species and abundance. The resulting clustering clearly distinguished between downstream and upper area of dam site. The highest CPUE was obtained by using 40mm net mesh size at  $1,140.8 \pm 745.7$  g/100m<sup>2</sup>/night. Gear selectivity was estimated for *Mystacoleucus marginatus*, *Puntius brevis*, *M. atridorsalis*, *Rasbora paviana*, *Opsarius koratensis* and *Poropuntius carinatus*. The selectivity of fish size of these six-species was calculated as 4.5, 5.5, 5.5, 5.5, 8.5 and 20.0 cm SL, respectively. When considering size at first maturity of each species, it is highly recommended to set the minimum mesh width for gillnets at 40 mm.

The fish assemblage in the Lower Mekong Basin was analyzed by using an Artificial Neural Network with SOM. Biodiversity data for 22 fish habitats were gathered from literature including species composition data for the Nam Ngiep obtained in the current study. The data set contained 173 species for 22 fish habitats. It was classified into four main clusters. Nam Ngiep was categorized in the same group as Nam Oun, Nong Han, Bueng Kleua and Thawatchai Swamp, Sirikit, Sirindhorn and Nakai Reservoir and Chi River. The probability occurrence of fish species for this cluster mainly covered black and grey fish. Recommendations on conservation practices and fisheries management for NNP1 include: 1) all threatened species must be protected, 2) overfishing must be

controlled while strictly limiting the minimum size of fish taken from the reservoir, 3) proposed conservation areas must be established, 4) destructive fishing practices must be completely prohibited, and 5) stocking program on native or indigenous species needs to be considered.

**บทคัดย่อ**

- เรื่อง : การศึกษาการใช้ไขมันสำปะหลังแห้งในอาหารผสมครบส่วน ต่อการใช้ประโยชน์ของโภชนะ สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์
- ผู้วิจัย : เอกพันธ์ อินทร์งาม
- ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภูมิบัณฑิต
- สาขาวิชา : เกษตรศาสตร์
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองยศ พิลานันท์
- อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังวาน ธรรมแสง  
: ดร.อารีรัตน์ ลุนผา
- คำสำคัญ : ไขมันสำปะหลัง, อาหารผสมครบส่วน, โคลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาคคุณค่าทางโภชนะของไขมันสำปะหลังแห้งและระดับการใช้ไขมันสำปะหลังที่เหมาะสมในสูตรอาหารผสมครบส่วน ต่อการย่อยได้ของโภชนะและสมรรถภาพการผลิตโคลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและการย่อยได้ของไขมันสำปะหลัง 2) เพื่อศึกษาอัตราการใช้ไขมันสำปะหลังแห้งที่เหมาะสมในอาหารผสมครบส่วน ต่อสมรรถภาพการผลิตของโคลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ในระยะรุ่นและระยะขุน 3) เพื่อศึกษาคุณภาพซากของโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมครบส่วนที่มีไขมันสำปะหลังแห้งเป็นส่วนผสมในอัตราที่แตกต่างกัน และ 4) เพื่อศึกษาต้นทุนและกำไรจากการเลี้ยงโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ด้วยอาหารผสมครบส่วนที่มีไขมันสำปะหลังแห้งเป็นส่วนผสมในอัตราที่แตกต่างกัน โดยแบ่งงานทดลองออกเป็น 3 งานทดลอง

งานทดลองที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไขมันสำปะหลังแห้งโดยวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate analysis) และวิเคราะห์องค์ประกอบของเยื่อใยโดยใช้สารฟอก (Detergent analysis) ทำการทดสอบการย่อยได้ในหลอดทดลองด้วยเทคนิคผลิตแก๊ส ซึ่งผลการทดลองพบว่าไขมันสำปะหลังมีองค์ประกอบของโภชนะที่สำคัญคือ วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (ADF) ในปริมาณร้อยละ 93.9 15.0 6.47 54.0 และ 37.8 ของวัตถุแห้งตามลำดับ การทดสอบการย่อยได้ในหลอดทดลองพบว่า ไขมันสำปะหลังแห้งมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรีย์วัตถุร้อยละ  $58.46 \pm 1.59$  และ  $58.73 \pm 1.55$  ตามลำดับ ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) จากการผลิตแก๊สมีปริมาณเท่ากับ  $6.88 \pm 0.60$  เมกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง และมีปริมาณการผลิตกรดไขมันสายสั้นเท่ากับ  $0.46 \pm 0.08$  มิลลิโมล



งานทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้ไขมันสำปะหลังที่เหมาะสม ต่อสมรรถภาพการผลิตโคลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ในระยะรุ่น โดยใช้โครุ่นลูกผสมที่มีระดับสายเลือดชาโรเลส์ประมาณ 50-75 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัวเฉลี่ย  $235 \pm 34$  กิโลกรัม จำนวน 15 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มทดลอง และทำการบล็อกโดยใช้น้ำหนักตัว จำนวน 5 บล็อก โคแต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารผสมครบส่วนที่มีไขมันสำปะหลังแห้งเป็นส่วนผสมที่ระดับร้อยละ 0, 15 และ 30 ของวัตถุดิบ โดยมีส่วนอาหารหยาบและอาหารข้น 60:40 ศึกษาการย่อยได้ในหลอดทดลองด้วยเทคนิคผลิตแก๊ส โดยทำการทดลอง 183 วัน ผลการทดลองพบว่า โคที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมร้อยละ 30 มีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบสูงสุดเฉลี่ย  $2.31$  เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ( $P < 0.05$ ) ค่าการย่อยได้ของอาหารทดลองที่มีไขมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมร้อยละ 30 มีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบต่ำที่สุดร้อยละ  $49.37 \pm 3.11$  ( $P < 0.05$ ) อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวพบว่า โคกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมร้อยละ 15 มีค่าเฉลี่ยดีที่สุดใน ( $P < 0.05$ ) และต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวของโคทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน ( $P > 0.05$ ) จากผลการทดลองสรุปได้ว่าการใช้ไขมันสำปะหลังแห้งเป็นส่วนประกอบของอาหารผสมครบส่วนที่ระดับร้อยละ 15 ของวัตถุดิบ ไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของโคลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ในระยะรุ่น แต่การใช้ไขมันสำปะหลังแห้งที่ระดับร้อยละ 30 ของวัตถุดิบพบว่าทำให้สมรรถภาพการผลิตของโคลดลง

การทดลองที่ 3 ศึกษาสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมครบส่วนที่มีไขมันสำปะหลังเป็นส่วนผสม โดยใช้โคขุนลูกผสมที่มีระดับสายเลือดชาโรเลส์ประมาณ 50-75 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัวเฉลี่ย  $725 \pm 97$  กิโลกรัม จำนวน 15 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มทดลอง และทำการบล็อกด้วยน้ำหนักตัว จำนวน 5 บล็อก โดยโคแต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ไม่มีและมีไขมันสำปะหลังแห้งเป็นส่วนผสมร้อยละ 15 และ 30 ของวัตถุดิบ โดยมีสัดส่วนของอาหารหยาบและอาหารข้น 40:60 ทำการศึกษาการย่อยได้ในหลอดทดลองด้วยเทคนิคผลิตแก๊ส ระยะเวลาการทดลอง 122 วัน จากนั้นสุ่มโคเข้าโรงฆ่าชำแหละจำนวนกลุ่มทดลองละ 4 ตัว เพื่อทำการประเมินคุณภาพซากและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ผลการทดลองพบว่า อาหารสูตรควบคุมและสูตรที่มีไขมันสำปะหลังแห้งเป็นส่วนผสมร้อยละ 15 และ 30 ของวัตถุดิบ มีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบและอินทรีย์วัตถุไม่แตกต่างกัน ( $P > 0.05$ ) สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของโคขุนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมครบส่วนที่มีไขมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมพบว่าไม่แตกต่างกัน ( $P > 0.05$ ) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ไม่มีไขมันสำปะหลังเป็นส่วนผสม ในส่วนของผลตอบแทนทางเศรษฐกิจพบว่ากำไรสุทธิจากการเลี้ยงโคขุนด้วยอาหารที่ไม่มีและมีไขมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมไม่แตกต่างกัน ( $P > 0.05$ ) แต่ต้นทุนค่าอาหารมีแนวโน้มลดลงในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมร้อยละ 30 และ 15 ตามลำดับ ( $P < 0.05$ )

จากการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า ไบโอมันสำปะหลังเมื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร TMR สำหรับโคลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์พบว่า การใช้ไบโอมันสำปะหลังที่ระดับร้อยละ 15 ของวัตถุดิบในอาหาร โคระยะรุ่นไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของโค และสามารถลดต้นทุนค่าอาหารได้มากกว่า ร้อยละ 15 สำหรับการใส่ไบโอมันสำปะหลังในอาหารโคระยะขุนร้อยละ 15 และ 30 ของวัตถุดิบ พบว่า มีแนวโน้มทำให้ต้นทุนค่าอาหารลดลง แต่ไม่มีผลต่อผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

**ABSTRACT**

TITLE : THE STUDY OF DRIED CASSAVA LEAVES IN TOTAL MIXED RATION ON NUTRIENT UTILIZATION, PRODUCTION PERFORMANCES AND CARCASS QUALITY OF CHALOLAIS CROSSBRED FATTENING BEEF CATTLE

AUTHOR : EKKAPAN INNGARM

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : AGRICULTURAL SCIENCE

ADVISOR : ASST. PROF. RUANGYOTE PILAJUN, Ph.D.

CO-ADVISORS : ASST. PROF. KUNGWAN THUMMASEANG, Ph.D.  
: AREERAT LUNPHA, Ph.D.

KEYWORDS : CASSAVA LEAVES, TOTAL MIXED RATION, CHALOLAIS CROSSBRED

The research focused on the nutritional value evaluation of dried cassava leaves (DCL) and the study of optimum levels of DCL in a total mixed ration (TMR) on nutrient utilization and the productive performance of Charolais crossbred cattle. The main objectives of this research were to study 1) the chemical composition and digestibility of cassava leaves, 2) the use of DCL level in TMR for the productive performance of growing and fattening Charolais crossbred cattle, 3) the DCL level in TMR for the carcass quality of fattening Charolais crossbred cattle, and 4) the profits from raising fattening cattle by using DCL in TMR.

Research experiment 1 was conducted to determine the chemical compositions of DCL using a proximate analysis and detergent method. The *In vitro* gas production technique was used to study digestibility of DCL. The results showed that the dry matter, crude protein, crude fat, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) contained in DCL were 93.9, 15.0, 6.47, 54.0 and 37.8%DM, respectively. The *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) and *in vitro* organic matter digestibility (IVOMD) were  $58.46 \pm 1.59$  and  $58.73 \pm 1.55\%$ , respectively. Additionally, the metabolizable energy (ME) and the short chain fatty acid of DCL were 6.88 MJ/KgDM and 0.46 mmol, respectively.

Experiment 2 was conducted to evaluate the effect of DCL in TMR at the roughage concentrate ratio of 60:40 on the productive performances of growing Charolais crossbred beef cattle. Fifteen males growing Charolais crossbred (Charolais 50-75%) with the average body weight of  $235 \pm 34$  kg were randomly assigned to the randomized complete block design (RCBD). The experimental group was divided into 3 treatments and 5 blocks categorized by initial body weight. In the treatment 1, the experimental diet was not applied with DCL as TMR (control group), whereas the treatment 2 and 3, DCL was applied as TMR at 15 and 30%DM, respectively. The *In vitro* gas production technique was used to study the digestibility of the experimental diets. Experimental period was 183 days. The result showed that the dry matter intake and feed cost per gain (FCG) were not affected by the treatments ( $P > 0.05$ ). The IVDMD  $49.37 \pm 3.11\%$  and IVOMD  $48.80 \pm 0.16\%$  of TMR with DCL 30%DM was lowest ( $P > 0.05$ ). The highest average daily gain (ADG) and lowest feed conversion ratio (FCR) of 15%DM DCL in TMR group was significantly better at 30%DM DCL in TMR group ( $P < 0.05$ ). In conclusion, the use of DCL in TMR at 15%DM did not affect the productive performances of growing Charolais crossbred beef cattle. However, the performances of cattle were decreased when feeding with DCL 30%DM containing in TMR.

Experiment 3 was conducted to evaluate the effect of DCL in TMR at the roughage concentrate ratio of 40:60 on the productive performances and carcass characteristics of fattening Charolais crossbred (Charolais 50-75%) steers. Fifteen steers with the average body weight of  $725 \pm 97$  kg were randomly assigned to RCBD with 3 treatments and 5 blocks. In treatment 1, the experimental diet was not applied with DCL as TMR (control group), whereas in treatment 2 and 3, DCL was applied as TMR at 15 and 30%DM, respectively. The *In vitro* gas production technique was used to study the digestibility of the experimental diets. After the feeding trial (122 days), four steers from each treatments were slaughtered to evaluate their carcass characteristics and economic returns. The results showed that the IVDMD and IVOMD of the experimental diets were not significantly different ( $P > 0.05$ ). Moreover, the productive performances and carcass characteristics were not affected by the treatments ( $P > 0.05$ ). Although the net income of steers fed by TMR with DCL was not significantly different from the

control group ( $P>0.05$ ), the feed cost tended to decrease when the steers were fed by TMR with DCL ( $P<0.05$ ).

It can be concluded that DCL can be used as an ingredient in TMR at 15%DM without any effects on the productive performance of the growing Charolais crossbred. The use of DCL in TMR also can reduce feed costs up to more than 15%. Furthermore, the use of DCL in TMR in fattening cattle did not affect the productive performance and carcass characteristics. However, the feed cost tended to decrease as DCL increased in TMR.

## บทคัดย่อ

- เรื่อง : การพัฒนาฟิล์มพลาสติกสำหรับการควบคุมการปล่อยไอระเหยเอทานอล ด้วยการกระตุ้นโดยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์แอคทีฟสำหรับผลไม้ตัดสด
- ผู้วิจัย : พิชรี มะลิลา
- ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภักดิ์บัณฑิต
- สาขาวิชา : เทคโนโลยีการอาหาร
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรเวทย์ อุทโท
- อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ดร.ฤทธิรงค์ พฤษพิบูล  
: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรวดี ชัยราช
- คำสำคัญ : บรรจุภัณฑ์บรรยากาศดัดแปรแอคทีฟ, ฟิล์มแอคทีฟ, ซองควบคุมการปล่อยไอระเหย เอทานอล, มะละกอสุกตัดแต่งพร้อมบริโภค

การบรรจุภัณฑ์บรรยากาศดัดแปรแอคทีฟซึ่งมีระบบแอคทีฟ คือ ซองควบคุมการปล่อยไอระเหยเอทานอล ได้รับความสนใจประยุกต์ใช้เพื่อบรรจุผักและผลไม้สดเนื่องจากสามารถชะลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และเพิ่มคุณภาพด้านกลิ่น ข้อจำกัดของซองควบคุมฯ ในปัจจุบัน คือ ต้องรีบใช้งานภายหลังจากการเตรียมโดยไอระเหยเอทานอลถูกปลดปล่อยออกมาทันทีและต่อเนื่อง อาจทำให้ปริมาณเอทานอลที่เหลือในซองควบคุมฯ ไม่เพียงพอต่อการปล่อยในระหว่างการเก็บรักษาที่ต้องการ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาฟิล์มพลาสติกเพื่อเป็นวัสดุของซองควบคุมฯ ฟิล์มดังกล่าวมีสมบัติการยอมให้ไอระเหยเอทานอลซึมผ่าน (effective film permeance to ethanol vapour หรือ FPE) ที่เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับการสัมผัสกับแก๊ส  $\text{CO}_2$  ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการหายใจของผลผลิตภายในบรรจุภัณฑ์ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการนำชั้นฟิล์มซิลิโคนมาเชื่อมประกบกับฟิล์ม PET/LLDPE ในรูปฟิล์มหลายชั้น (หรือเรียกว่าฟิล์มแอคทีฟ) และนำมาขึ้นรูปเป็นซองควบคุมฯ สามารถชะลอการปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลจากซองควบคุมฯ ที่ทำด้วยวัสดุนี้ได้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาซองควบคุมฯ นี้ภายใต้แก๊ส  $\text{CO}_2$  ความเข้มข้นอย่างน้อย 5% (v/v) เป็นเวลา 3 วัน ส่งผลให้ค่า FPE ของฟิล์มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีเก็บในอากาศปกติ (0.03%  $\text{CO}_2$  v/v) เนื่องจากการดูดซับแก๊ส  $\text{CO}_2$  เข้าสู่ชั้นฟิล์มซิลิโคนและสร้างปรากฏการณ์พลาสติกไซเซชันในโครงสร้างพอลิเมอร์ ในการศึกษานี้ได้ทำการขึ้นรูปซองควบคุมฯ จากฟิล์มแอคทีฟและบรรจุร่วมกับมะละกอสุกตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำหนัก 100g ในสภาพพลาสติกแข็ง polypropylene ปิดปากด้วยฟิล์ม LDPE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $25^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 5 วัน พบว่า ซองควบคุมฯ สามารถปล่อยไอระเหยได้ตลอดอายุการเก็บรักษาไอระเหยเอทานอล

ที่ถูกปล่อยออกมาจากการกระตุ้นโดยแก๊ส CO<sub>2</sub> ความเข้มข้น 5% (v/v) ที่สะสมในบรรจุภัณฑ์ได้ถูกดูดซับเข้าไปในเนื้อเยื่อมะละกอส่งผลให้มีการควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งรายงานในปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ดีกว่าของควบคุมฯ ที่ทำจากฟิล์ม PET/LLDPE ทั่วไป หรือบรรจุภัณฑ์บรรยากาศดัดแปรพาสซีฟแม้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ทั้งนี้ไอระเหยเอทานอลที่ปล่อยและสะสมในบรรจุภัณฑ์ที่มีช่องควบคุมฯ ทุกประเภทไม่ส่งผลเสียต่อคุณภาพการเก็บรักษาของมะละกอสุกที่สุด การวิจัยนี้ได้พัฒนาองค์ความรู้ใหม่ของการบรรจุภัณฑ์แอคทีฟในด้านฟิล์มพลาสติกสำหรับใช้เป็นวัสดุของช่องควบคุมฯ โดยเฉพาะการลดค่า FPE ของฟิล์มด้วยการประกบกับชั้นฟิล์มซิลิโคนที่สามารถดูดซับแก๊ส CO<sub>2</sub> ที่ทำหน้าที่เป็นพลาสติกไซเซอริในฟิล์มแอคทีฟและนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของค่า FPE เมื่ออยู่ในสภาวะการกระตุ้นจากแก๊ส CO<sub>2</sub> ที่เหมาะสม จากการวิจัยนี้นอกจากได้เพิ่มความรู้ด้านเทคโนโลยีการบรรจุภัณฑ์ของบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ ยังช่วยให้การใช้งานของควบคุมฯ มีความสะดวกขึ้นโดยให้ผู้ใช้งานสามารถเตรียมของควบคุมฯ และส่วนประกอบอื่น ๆ เช่นผลไม้หั่นชิ้นก่อนบรรจุเข้าด้วยกันในบรรจุภัณฑ์ ในภาพรวมผลจากการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการลดความเสียหายภายหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดกับผักและผลไม้ของประเทศไทย

**ABSTRACT**

TITLE : DEVELOPMENT OF PLASTIC FILM FOR CONTROLLING ETHANOL VAPOUR RELEASE BY CO<sub>2</sub> TRIGGERING IN AN ACTIVE PACKAGING FOR FRESH-CUT FRUIT

AUTHOR : PATCHAREE MALILA

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : FOOD TECHNOLOGY

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

CO- ADVISOR : RITTIRONG PRUTHTIKUL, Ph.D.  
: ASST. PROF. RAYWAT CHAIRAT, Ph.D.

KEYWORDS : ACTIVE PACKAGING, ETHANOL VAPOUR CONTROLLED RELEASE SACHET, ACTIVE FILM, FRESH CUT PAPAYA

Active modified atmosphere packaging (active MAP) containing an ethanol vapour controlled release sachet has been interestingly applied for fresh fruit and vegetable packaging because it can delay microbial growth and improve odour quality. A current limitation of the sachet is that it must be used immediately after preparations because ethanol vapour is released instantly and continuously from the sachet. As a result, the amount of ethanol in the sachet is reduced making it insufficient for releases during the required storage period. The objective of this study was to develop a plastic film to be used as a material for the sachet. The film has an effective film permeance to ethanol vapour (FPE) that increases when exposed to high CO<sub>2</sub> concentration as a result of the respiration processes of horticultural products inside the package using active MAP. The experimental results indicated that the lamination of silicone film with PET/LLDPE film as a multi-layer film (so-called active film) can subsequently be used to form a sachet. It can delay releases of ethanol vapour from the sachet for at least 24 h when stored under at least 5% (v/v) CO<sub>2</sub> for 3 days. Under such exposure conditions, the FPE values of the active film increased when compared to those kept under a normal atmosphere i.e. 0.03% (v/v) CO<sub>2</sub>. The increases were attributed to CO<sub>2</sub> sorption by the silicone film layer resulting in plasticization phenomena in polymeric



structures. In this study, a sachet was formed using an active film. The sachet was packaged into a solid plastic polypropylene tray with 100 g of fresh-cut ripe papaya, covered with LDPE film lids and stored at 25°C for 5 days. The experimental results showed that the sachets could release ethanol vapour throughout the storage period. Ethanol vapours released from the sachet triggered 5% (v/v) CO<sub>2</sub> accumulated in the packages were absorbed into papaya tissues resulting in apparent and better controls of microbial growth in terms of total plate counts when compared to the sachets made of typical PET/LLDPE or passive MAP. However, there were not statistically significant differences among the experimental treatments. Ethanol vapours that were released and accumulated in all packages did not adversely affect the storage quality of fresh-cut ripen papaya. This research developed new knowledge of active packaging in plastic film to be used as a material for ethanol vapour controlled release sachets, particularly, in the reduction of the FPE value of the film by laminating it with a silicone film layer that absorbs CO<sub>2</sub> which acts as a plasticizer in active film. In addition to improving packaging technology knowledge, the study could facilitate sachet usage by allowing users to prepare the sachet for other components such as sliced fruits within a certain time period prior to packaging them. Overall, the research results can be applied as alternatives to reduce postharvest losses of Thai fresh fruit and vegetables.