

## สารบัญ

หน้า

## หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

## สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

ผลของน้ำมันมะพร้าวต่อระบบสืบพันธุ์ของปลานิลเทศเมีย (Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*) 1ผู้วิจัย [Ricardo Manuel Pico Jorge](#)

การประเมินสมรรถนะการผสม และสหสัมพันธ์ของมะเขือเทศอุตสาหกรรม 3

ผู้วิจัย [นิภาพร สีทน](#)ผลของซิลิกอนต่อลักษณะสรีรวิทยาบางประการและการเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ ภายใต้สภาวะ  
ความเครียดเกลือ 6ผู้วิจัย [นิภาพร บุญชอบ](#)การถ่ายทอด qBl1 และ qBl11 ควบคุมลักษณะต้านทานโรคมใหม่เข้าสู่สายพันธุ์ข้าวเจ้าหอม Jasmine  
IR57514 โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก 8ผู้วิจัย [ลดารัตน์ ทันทิ](#)การถ่ายทอดยีน Bph3 ควบคุมลักษณะต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเข้าสู่สายพันธุ์ข้าว Jasmine  
IR57514 โดยใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบผสมกลับและใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก 12ผู้วิจัย [ศักดา คงสีลา](#)

ผลของปุ๋ยและสารบราสซิโนไลด์ต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของกล้วยไม้วานิลลา 16

ผู้วิจัย [ศักดินันท์ จันทคณานุรักษ์](#)

## สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร

ผลของการดัดแปลงโปรตีนรำข้าวต่อสมบัติเชิงหน้าที่และการต้านอนุมูลอิสระ 20

ผู้วิจัย [รจนา นพตะนา](#)

## สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตรและพัฒนาชนบท

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการวางแผนการส่งเสริมการเกษตรร่วมกับเกษตรกร 24

กรณีศึกษาอำเภอเขาชัย จังหวัดเพชรบูรณ์

ผู้วิจัย [มณีนรัตน์ ตัญสำราญ](#)

## หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

## สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

ประสิทธิภาพของเชื้อราก่อโรคในแมลงในการควบคุมแมลงศัตรูกะหล่ำปลี 26

ผู้วิจัย [แก้วบัวสอน ราชขันติ](#)

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

กึ่งก้ามกรามในการประมงแบบปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ: แนวทางในการเพิ่มอัตราการรอดตาย และบทบาทในระบบนิเวศ	30
ผู้วิจัย <a href="#">วชิระ กว้างขวาง</a>	
การประเมินลักษณะทางสัณฐานและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของปลาเสือตอลายเล็ก ( <i>Datnioides undecimradiatus</i> (Roberts & Kottelat, 1994)) กับชนิดที่อยู่ในสกุล <i>Datnioides</i> Bleeker, 1853 โดยใช้เครื่องหมายอาร์เอพีดี	34
ผู้วิจัย <a href="#">สุรียา อุดด้วง</a>	
สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร	
การใช้ประโยชน์จากไขที่สกัดจากใบกะหล่ำปลีคัดทิ้ง สำหรับการเคลือบผิวหน้ามะนาว	39
ผู้วิจัย <a href="#">นิตยา ภูงาม</a>	

## บทคัดย่อ

- เรื่อง : ผลของน้ำมันมะพร้าวต่อระบบสืบพันธุ์ของปลานิลเทศเมีย (Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*)
- ผู้วิจัย : Ricardo Manuel Pico Jorge
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : เกษตรศาสตร์
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนาทิพย์ แผลมคม
- คำสำคัญ : Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), น้ำมันมะพร้าว, ระบบสืบพันธุ์

การศึกษาระดับของน้ำมันมะพร้าวต่อการเจริญเติบโตและระบบสืบพันธุ์ของลูกปลานิลเทศเมียที่อายุ 2 เดือน (Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L.) มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย  $14.57 \pm 0.96$  กรัม ดำเนินการทดลอง 4 ชุดการทดลอง ประกอบด้วย ชุดการทดลองที่ผสมน้ำมันมะพร้าว 3 % (3CO) ชุดการทดลองที่ผสมน้ำมันมะพร้าว 6 % (6CO) ชุดการทดลองที่ผสมน้ำมันมะพร้าว 9 % (9CO) และ ชุดการทดลองที่ผสมน้ำมันมะพร้าว 12 % (12CO) มีการให้อาหารที่ระดับโปรตีน 40 % ทุกชุดการทดลอง อัตราการให้อาหาร 3 % ของน้ำหนักตัว เป็นเวลา 90 วัน จากผลการศึกษา พบว่า ชุดการทดลองที่ผสมน้ำมันมะพร้าว 6 % มีน้ำหนักที่ได้รับ ( $98.76 \pm 9.50$  กรัม) และการเติบโตต่อวันเฉลี่ย (ADG) ( $0.80 \pm 0.04$  กรัมต่อวัน) ที่สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ( $P > 0.05$ ) การพัฒนาระบบสืบพันธุ์ของปลาแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ดัชนีความสมบูรณ์เพศในชุดการทดลองที่ผสมน้ำมันมะพร้าว 6 % ( $2.80 \pm 1.76^a$  %) และ 12 % ( $2.55 \pm 1.05^{ab}$  %) มีแนวโน้มสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ( $P < 0.05$ ) เช่นเดียวกันกับเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่ปลา (ED) มีค่าเท่ากับ  $1.83 \pm 0.51^a$  และ  $1.63 \pm 0.26^{ab}$  มิลลิเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ ชุดการทดลองที่ผสมน้ำมันมะพร้าว 3 % มีค่าความดกของไข่ (AF) และความดกของไข่ที่เทียบกับน้ำหนักแม่ปลา (RF) มีค่าเท่ากับ  $2284.88 \pm 272.57^a$  ฟอง และ  $27.33 \pm 1.61^a$  ฟองต่อน้ำหนักแม่ปลา ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์สารอาหารปลาตัวอย่างแต่ละชุดการทดลอง และทดลองที่ 6 มีแนวโน้มระดับโปรตีนสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ( $55.18 \pm 0.98$  %) ในขณะที่ชุดการทดลองที่ผสมน้ำมันมะพร้าว 6 ( $3.67 \pm 0.26$  %) และ 12 % ( $2.81 \pm 0.08$  %) มีแนวโน้มระดับไนโตรเจนอิสระที่สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ( $P < 0.05$ ) จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า มีความเป็นไปได้ในการใช้น้ำมันมะพร้าวผสมในอาหารในระดับที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ปลานิลเทศเมีย

## ABSTRACT

TITLE : EFFECT OF COCONUT OIL ON GROWTH AND REPRODUCTIVE PERFORMANCES OF FEMALE NILE TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*)

AUTHOR : RICARDO MANUEL PICO JORGE

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : AGRICULTURE

ADVISOR : ASST. PROF. THANATHIP LAMKOM, Ph.D.

KEYWORDS : NILE TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*), COCONUT OIL, REPRODUCTIVE PERFORMANCES

Effects of coconut oil levels on growth and reproduction performance of female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) (Average weight =  $14.57 \pm 0.96$  g) were investigated after preparation of four experimental diets containing different levels of coconut oil ( 3% CO, 6% CO, 9% CO and 12% CO). Fish fry were acclimatized for two months in cement tanks and later were stocked in 80L fiber tanks connected to aeration system where were fed with 3% of body weight of the referred experiment diet for 90 days. Growth performance ( $P > 0.05$ ) was evident on treatment at 6% CO of coconut oil showing higher weight gain ( $98.76 \pm 9.50$  g) and average daily gain ( $0.80 \pm 0.04$  g/day). There was no significant difference of reproductive parameters ( $P > 0.05$ ). The higher gonadosomatic index and egg diameter of individuals fed on 6 % ( $2.80 \pm 1.76^a$  % and  $1.83 \pm 0.51^a$  mm) and 12 % ( $2.55 \pm 1.05^{ab}$  % and  $1.63 \pm 0.26^{ab}$  mm) coconut oil was found. The greater absolute and relative fecundity ( $2284.88 \pm 272.57^a$  eggs and  $27.33 \pm 1.61^a$  eggs/g female) were found in individuals fed on 3 % coconut oil. Proximate analysis on dry matter basis of whole body was monitored ( $P > 0.05$ ). The greatest crude protein ( $55.18 \pm 0.98$  %) was found in treatment 6%. The higher nitrogen free extract was found in treatments fed on 6 and 12 % coconut oil ( $3.67 \pm 0.26$  and  $2.81 \pm 0.08$  %) while the higher crude lipid exhibited in treatment fed on 9 % coconut oil ( $29.14 \pm 1.70$  %). It may possible that the suitable concentration of coconut oil in fish feed could promote the reproductive performances of Nile tilapia female.



## ABSTRACT

TITLE : IDENTIFICATION OF COMBINING ABILITY AND CORRELATION OF PROCESSING TOMATO PARENTAL LINES

AUTHOR : NIPHAPORN SEETION

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : AGRICULTURE

ADVISOR : ASSOC. PROF. BOONSONG EKPONG, Ph.D.

CO-ADVISOR : ASST. PROF. BUBPA CHAITIANG, Ph.D.  
: THIN PROMCHOT, Ph.D.

KEYWORDS : GENERAL COMBINING ABILITY, SPECIFIC COMBINING ABILITY, HETEROSIS, CORRELATION

The aim of this research was to evaluate the general combining ability (GCA), the special combining ability (SCA), heterosis, correlation of growth, yield component and qualities of ten  $F_1$  hybrids of processing tomatoes. The tomatoes were planted in two different periods. The first period was winter season (from October 2015 to December 2015) and the second period was late winter season (from December 2015 to February 2016). It was found that the genotype of UBU10 was suitable for parental line in the winter season whereas UBU02 was suitable for the late winter. The crossed UBU70 x UBU10 was regarded as a commercial  $F_1$  hybrid of processing tomato which was suitable for the winter season. It was a determinate type with 104.16 cm. high. It gave 50% maturity after 70 days of transplantation and yielded 2,808.40 g/plant. The hybrid showed high commercial heterosis in terms of pericarp thickness, yield per plant and red peel color ( $a^*$ ). The crossed UBU10 x UBU15 and UBU11 x UBU02 were suitable to produce fresh tomatoes. They were semi - determinate types and suitable for the late winter. They yielded 4,010.80 and 3,520.80 g/plant, respectively. Gene action characteristics were mostly influenced by the additive gene and non - additive gene action except the 50 % flowering after transplantation, the number of flowers per cluster, the fruit length, pH, total soluble solids and yellow peel color ( $b^*$ ) which were controlled by the additive gene action for both seasons. High yield breedings could be indirectly selected by considering the number of clusters per plant, percentage of fruit

set, fruit size, pericarp thickness and the number of fruits per plant. It was found that the number of flowers and fruits per plant showed a significant positive correlation with red peel color. The red peel color gave high total soluble solids.

## บทคัดย่อ

- เรื่อง : ผลของซิลิกอนต่อลักษณะสรีรวิทยาบางประการและการเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ ภายใต้สภาวะความเครียดเกลือ
- ผู้วิจัย : นิภาพร บุญชอบ
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : เกษตรศาสตร์
- อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร.
- คำสำคัญ : ข้าว ,ซิลิกอน ,โซเดียมคลอไรด์, สรีรวิทยาการเจริญเติบโต, ความเครียดเกลือ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของซิลิกอนต่อความสามารถในการปรับตัวด้านสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของต้นข้าวอายุ 14 และ 30 วัน ในข้าว 4 พันธุ์ ภายใต้สภาวะความเครียดจากเกลือโซเดียมคลอไรด์ จัดการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 พันธุ์ข้าว 4 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 กข15 กข6 และทับทิมชุมแพ ปัจจัยที่ 2 โซเดียมคลอไรด์ 2 ระดับ คือ 0 และ 50 mM ปัจจัยที่ 3 ซิลิกอน 2 ระดับ คือ 0 และ 5.0 mM ผลการทดลองพบว่า ที่อายุข้าว 14 วัน เมื่อข้าวได้รับความเครียดเกลือมีผลทำให้ลักษณะสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ ลดลง อย่างไรก็ตามเมื่อต้นข้าวได้รับซิลิกอนทำให้ทุกตัวแปร มีผลเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาจากตัวแปรที่ศึกษา พบว่า ข้าว กข6 มีการปรับตัวทนเค็มได้ดีกว่าข้าวขาวดอกมะลิ105 กข15 และทับทิมชุมแพ สำหรับที่อายุข้าว 30 วัน พบว่า ความเครียดเกลือมีผลทำให้ลักษณะสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของข้าว 4 พันธุ์ ลดลง อย่างไรก็ตามเมื่อต้นข้าวได้รับซิลิกอนทำให้ทุกตัวแปร มีผลเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาจากตัวแปรที่ศึกษาในครั้งนี้พบว่า ข้าวขาวดอกมะลิ105 สามารถทนเค็ม ได้ดีกว่าข้าวพันธุ์ กข15 ทับทิมชุมแพ และ กข6 เมื่อเปรียบเทียบลักษณะสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของต้นข้าวทั้งสองระยะ จะเห็นได้ว่าความเครียดเกลือมีผลทำให้ข้าวในระยะต้นกล้า มีความอ่อนแอต่อความเค็ม โดยที่ข้าวพันธุ์ กข6 มีการปรับตัวทนเค็มได้ดีกว่าข้าวขาวดอกมะลิ105 กข15 และทับทิมชุมแพ ขณะที่ระยะแตกกอสามารถปรับตัวทนเค็มได้ดีกว่าระยะต้นกล้า โดยที่ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ปรับตัวทนเค็มได้ดีกว่าข้าว กข15 ทับทิมชุมแพ และ กข6



## ABSTRACT

TITLE : INFLUENCE OF SILICON ON SOME PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GROWTH IN FOUR RICE (*Oryza sativa* L.) CULTIVARS UNDER SALINITY STRESS

AUTHOR : NIPAPORN BUNCHOB

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : AGRICULTURE

ADVISOR : ASSOC. PROF. SUWAT TERAPONGTANAKORN, Ph.D.

KEYWORDS : RICE, SILICON, SODIUM CHLORIDE, PHYSIOLOGY, GROWTH, SALINITY STRESS

The purpose of this study was to investigate the effect of silicon on the physiological adaptation and growth of 14 and 30-day-old four rice cultivars under stress conditions from sodium chloride. The experiment was conducted using a 4x2x2 Factorial in Completely Randomized Design (CRD) with three replications. Four rice cultivars named KDML105, RD15, RD6 and Tubtim chumphae were factor A. Two sodium chloride levels (0 and 50 mM) were factor B. Two silicon dioxide levels (0 and 5.0 mM) were factor C. The result of 14-day-old rice, when rice was stressed, the physiological and growth of four rice varieties decreased. However, when rice was planted with silicon, all variables increased. Based on the study, it was found that rice RD6 was better tolerated than KDML105, RD15 and Tubtim chumphae. When the rice was 30 days old, the salt stresses resulted in the physiological and growth of four rice varieties. However, when the rice was planted with silicon, all variables increased. Based on the variables studied in the study, KDML 105 rice was able to withstand better salinity than RD15, Tubtim chumphae and RD6. The physiological and growth characteristics of both rice varieties were compared. It could be seen that the stress of salt had resulted in rice seedling stage. Susceptibility to salinity the rice varieties RD6, salinity tolerance was better than that of KDML105 and RD15. At the stage of ripening, it could be better adapted to salinity than seedlings. KDML105 salinity tolerance was better than brown rice.

## บทคัดย่อ

- เรื่อง : การถ่ายทอด *qBl1* และ *qBl11* ควบคุมลักษณะต้านทานโรคไหม้เข้าสู่สายพันธุ์ข้าวเจ้าหอม Jasmine IR57514 โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก
- ผู้วิจัย : ลดารัตน์ ทันทิ
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : เกษตรศาสตร์
- อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร เกตุงาม
- อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ดร.ธีรยุทธ ตูจันดา
- คำสำคัญ : การปรับปรุงพันธุ์ข้าว, โรคไหม้, น้ำท่วมฉับพลัน, เครื่องหมายโมเลกุล, การใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมต้านทานโรคไหม้ ทนน้ำท่วมฉับพลัน และมีความทนทานต่อแมลงศัตรูข้าวชาวดอกมะลิ 105 โดยใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบผสมกลับและใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก ทำการสร้างประชากรลูกผสมกลับโดยใช้สายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมทนน้ำท่วมฉับพลัน Jasmine IR57514 (RGDU07343-9-13-26-3B-B-2) เป็นสายพันธุ์รับ และ กข75 (UBN03007-47-7-7-26-35-19) เป็นสายพันธุ์ให้ *qBl1* และ *qBl11* ต้านทานโรคไหม้ที่มีตำแหน่งบนโครโมโซมที่ 1 และ 11 ยีนยีนจีโนไทป์ของต้น  $F_1$  ด้วยเครื่องหมาย RM212 และ RM144 ซึ่งเชื่อมโยงกับ *qBl1* และ *qBl11* ควบคุมลักษณะต้านทานโรคไหม้ตามลำดับ ได้จำนวน 44 ต้น จากนั้นผสมกลับไปยัง Jasmine IR57514 สร้าง  $BC_1F_1$  ได้ 674 เมล็ด และนำ  $BC_1F_1$  มาปลูก จำนวน 449 ต้น คัดเลือกต้นที่มียีนควบคุมลักษณะเป้าหมาย *qBl1* และ *qBl11* จากสายพันธุ์ให้ โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก และในขณะเดียวกันคัดเลือกลักษณะดีเด่นของ Jasmine IR57514 ได้แก่ ลักษณะทนน้ำท่วมฉับพลัน (*Sub1*), ความหอม (*badh2*), ปริมาณอะไมโลสต่ำ (*Wx<sup>b</sup>*) และอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ (*SSI/a-TT*) ให้คงอยู่ในสายพันธุ์ใหม่ด้วย โดยใช้เครื่องหมาย R10783indel, aromarker, waxy และ SNP2340-41 ตามลำดับ ได้ต้นที่มียีนควบคุมลักษณะเป้าหมายในรูปแบบเฮเทอโรไซกัส จำนวน 99 ต้น นำต้น  $BC_1F_1$  จำนวน 32 ต้น ผสมกลับไปยัง Jasmine IR57514 สร้างประชากร  $BC_2F_1$  ได้ 892 เมล็ด จากนั้นปลูก  $BC_2F_1$  จำนวน 349 ต้น และคัดเลือกต้นที่มีแอลลีลเป้าหมายด้วยเครื่องหมายโมเลกุล ได้จำนวน 25 ต้น ปล่อยให้ผสมตัวเองสร้างประชากร  $BC_2F_2$  ได้ประมาณ 3,000 เมล็ด จากนั้นแบ่งเมล็ดออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย 2,160, 495 และ 312 เมล็ด ตามลำดับ ส่วนที่หนึ่งนำไปปลูกในแปลงทดสอบ จำนวน 2,160 ต้น คัดเลือกลักษณะทรงต้นและใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยคัดเลือกได้ต้น  $BC_2F_3$  ที่มีลักษณะทรงต้นดีและมียีนควบคุมลักษณะเป้าหมายเป็นสายพันธุ์แท้ จำนวน 7 ต้น ประชากร  $BC_2F_2$  ส่วนที่ 2 และ 3 นำไปปลูกในกระถาง จำนวน

495 และ 312 เมล็ด ตามลำดับ และใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยคัดเลือก ได้ต้นที่มียืนควบคุมลักษณะ เป้าหมายเป็นสายพันธุ์แท้ทั้ง 5 ลักษณะ จำนวน 25 และ 17 ต้น ตามลำดับ ปล่อยให้ผสมตัวเอง และนำไปปลูกในแปลงทดสอบ คัดเลือกลักษณะทรงต้นที่ดี ได้ต้น BC<sub>2</sub>F<sub>3</sub> จำนวน 18 และ 13 ต้น ตามลำดับ จากนั้น ปล่อยให้ผสมตัวเองและยืนยั่นด้วยเครื่องหมายโมเลกุลในลักษณะเป้าหมายทั้ง 5 ลักษณะ ได้ BC<sub>2</sub>F<sub>4</sub> จำนวน 18 และ 13 สายพันธุ์ ตามลำดับ ประเมินประสิทธิภาพการใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก ลักษณะต้านทานโรคไหม้ ลักษณะทนน้ำท่วมฉับพลัน ลักษณะความหอม และลักษณะคุณภาพการหุงต้ม ในประชากรข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง BC<sub>2</sub>F<sub>3</sub> และ BC<sub>2</sub>F<sub>4</sub> จำนวน 7 และ 31 สายพันธุ์ พบว่า ข้าวสายพันธุ์ดังกล่าวสามารถต้านทานโรคไหม้ได้ในระดับดี (R) ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.01) กับข้าวสายพันธุ์ให้ ลักษณะต้านทานโรคไหม้ กข75 และข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิล จากการทดสอบลักษณะทนน้ำท่วมฉับพลัน เบื้องต้น พบว่า ข้าวสายพันธุ์ดังกล่าวมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต เปอร์เซ็นต์การยืดตัว และเปอร์เซ็นต์การฟื้นตัวหลังน้ำลด 73.67, 17.56 และ 70 - 89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.01) กับข้าวสายพันธุ์รับ Jasmine IR57514 ผลการประเมินคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน พบว่า ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุงดังกล่าวเมล็ดมีกลิ่นหอม มีปริมาณอะไมโลสต่ำ (เฉลี่ย 15.68 เปอร์เซ็นต์) และมีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ (ค่าการสลายตัวในต่างเฉลี่ย 6.7 คะแนน) ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับข้าวพันธุ์รับ Jasmine IR57514 สายพันธุ์ให้ กข75 และข้าวขาวดอกมะลิ 105 ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุงมีขนาดความกว้างและความยาวของเมล็ดข้าวกล้องเฉลี่ยเท่ากับ 2.25 และ 7.03 มิลลิเมตร และอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างของเมล็ดเท่ากับ 3.14 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีขนาดเมล็ดยาว (slender type) จากผลการศึกษา ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือกลักษณะเป้าหมายได้หลายลักษณะพร้อม ๆ กัน โดยสามารถรวมลักษณะดีเด่นจากข้าวสายพันธุ์ให้และสายพันธุ์รับ และพัฒนาเป็นข้าวเจ้าหอมสายพันธุ์ใหม่ต้านทานโรคไหม้ ทนน้ำท่วมฉับพลัน และมีคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน คล้ายข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งข้าวเจ้าหอมสายพันธุ์ปรับปรุงเหล่านี้จะนำไปทดสอบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในระดับสถานี ระหว่างสถานี และนาราชบุรี ก่อนจะแนะนำเป็นสายพันธุ์ดีให้เกษตรกรในพื้นที่ราบลุ่มอาศัยน้ำฝนปลูกต่อไป

## ABSTRACT

TITLE :INTROGRESSION OF QBL1 AND QBL11 CONFERRING BLAST RESISTANCE INTO JASMINE IR57514 RICE LINE USING MARKER –ASSISTED SELECTION

AUTHOR :LADARUT TUNTEE

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR :AGRICULTURE

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

CO- ADVISOR : THEERAYUT TOOJINDA, Ph.D.

KEYWORDS :RICE BREEDING, BLAST DISEASE, SUBMERGENCE TOLERANCE, MOLECULAR MARKER, MARKER-ASSISTED SELECTION )MAS(

This research aimed to develop aromatic rice line resistance to blast, tolerance to submergence, and Jasmine-like cooking quality using marker-assisted backcross breeding (MAB). Backcross progeny was developed using Jasmine IR57514 (RGDU07343-9-13-26-3B-B-2), an elite aromatic and submergence tolerance rice line as recurrent parent and RD75 (UBN03007-47-7-7-26-35-19) carrying *qBl1* and *qBl11*, blast resistant QTLs on chromosome 1 and 11 as donor parent. F<sub>1</sub> progeny was identified with markers linked to *qBl1* (RM212) and *qBl11* (RM144) respectively. Forty-four identified F<sub>1</sub> plants were crossed to Jasmine IR57514 to produce 674 BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> carrying *qBl1* and *qBl11* alleles. Out of these progeny, 449 BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> were planted and marker-assisted selection (MAS) was performed to identify *qBl1* and *qBl11* in BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> progeny. The submergence tolerance (*Sub1*), grain aroma (*badh2*), low amylose (*Wx<sup>b</sup>*) and gelatinization temperature (*SSIIa-TT*) characters of Jasmine IR57514 were also maintained using R10783indel, aromarker, waxy and SNP2340-41 markers, respectively. Ninety-nine BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> plants carrying heterozygous alleles of target traits were identified. Out of these, 32 BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> plants were selected and backcrossed to Jasmine IR57514 producing 892 BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub> seeds. 349 BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub> were planted and 25 BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub> carrying favorable alleles of 5 target traits were identified using MAS. These selected BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub> progenies were self-pollinated and produced approximately 3,000 BC<sub>2</sub>F<sub>2</sub> seeds. These BC<sub>2</sub>F<sub>2</sub> seeds were divided into 3 sections comprised of 2160, 495 and 312 seeds respectively. 2,160 BC<sub>2</sub>F<sub>2</sub> seeds were planted in the field, and plant type selection and MAS were performed, and, finally, 7 BC<sub>2</sub>F<sub>3</sub> carrying

homozygous alleles of 5 target traits were identified. The second and third sections consisted of 495 and 312 BC<sub>2</sub>F<sub>2</sub> seeds respectively that were planted in pots. MAS was performed on these BC<sub>2</sub>F<sub>2</sub> plants and 25 and 17 BC<sub>2</sub>F<sub>2</sub> were identified carrying homozygous alleles of the 5 target traits, respectively. These selected progenies were self-pollinated and planted in an experimental field. Eighteen and 13 BC<sub>2</sub>F<sub>3</sub> progenies with good plant type were selected and self-pollinated to produce 18 and 13 BC<sub>2</sub>F<sub>4</sub> families. MAS was performed and confirmed that these selected 18 and 13 BC<sub>2</sub>F<sub>4</sub> lines carried the homozygous alleles of 5 target traits. The efficacy of MAS was validated in these elite lines for blast resistance, submergence tolerance, grain aroma and cooking quality. The 7 BC<sub>2</sub>F<sub>3</sub> and 31 BC<sub>2</sub>F<sub>4</sub> lines were assayed for blast resistance at seedling stage. The results indicated that all 38 elite lines carrying *qBl1* and *qBl11* showed resistance reactions (R) to the 10 single blast isolates and were not significantly different from those of RD75 (donor parent) and Jao Hom Nin. For submergence tolerance validation, the results indicated that the average plant survival percentage (73.67), plant elongation percentage (17.56) and plant recovery percentage (70 - 89) of these 38 introgression lines were not significantly different from those of recipient parent, Jasmine IR57514. Moreover, grain fragrance and cooking quality were evaluated and results confirmed that the 38 introgression lines carrying *qBl1* and *qBl11* were fragrant, had low amylose content (15.68 percent) and low gelatinization temperature (average ASV= 6.7) and were not significantly different from those of Jasmine IR57514 (recipient parent), RD75 and KDML105. The elite BC<sub>2</sub>F<sub>3</sub> and BC<sub>2</sub>F<sub>4</sub> introgression lines were classified as a long and slender grain class according to the width and length (2.25 and 7.03 mm. respectively) and length per width ratio characteristics (3.14). This study showed the effectiveness of MAS for multi-traits simultaneous development of aromatic introgression rice lines resistance to blast, tolerance to submergence and cooking quality like Khao Dawk Mali 105. These 38 introgression lines will be evaluated for grain yield and yield components under intra-station and inter-stations as wells as on farm yield trials before recommending their use to rainfed lowland farmers.

## บทคัดย่อ

- เรื่อง : การถ่ายทอดยีน *Bph3* ควบคุมลักษณะต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเข้าสู่สายพันธุ์ข้าว Jasmine IR 57514 โดยใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบผสมกลับและใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก
- ผู้วิจัย : ศักดา คงสีลา
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : เกษตรศาสตร์
- อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.สุวีพร เกตุงาม
- อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ดร.จิรพงศ์ ไจรินทร์
- คำสำคัญ : การปรับปรุงพันธุ์ข้าว, เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, น้ำท่วมฉับพลัน, การใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมทนน้ำท่วมฉับพลัน Jasmine IR57514 ให้ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบผสมกลับและใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยคัดเลือก สายพันธุ์ UBN03078-101-342-4-141 เป็นสายพันธุ์ให้ยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Bph3* และสายพันธุ์ Jasmine IR57514 เป็นสายพันธุ์รับที่มียีน *Sub1* (ลักษณะทนน้ำท่วมฉับพลัน), *badh2* (ความหอม), *Wx<sup>b</sup>* (ปริมาณอะไมโลสต่ำ) และ *SSIIa-TT* (อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ) พัฒนาประชากร  $F_1$  และยีนย่นลูกผสมด้วยเครื่องหมาย RM586 ที่เชื่อมโยงกับยีน *Bph3* ได้จำนวน 88 ต้น นำต้น  $F_1$  เหล่านี้ผสมกลับไปยัง Jasmine IR57514 ได้ประชากร  $BC_1F_1$  จำนวน 339 ต้น จากนั้นใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยคัดเลือกยีนควบคุมลักษณะเป้าหมาย ได้แก่ RM586, SSR24 และ RM589 (*Bph3*), R10783indel (*Sub1*), Aromaker (*badh2*), Waxy (*Wx<sup>b</sup>*) และ SNP2340-41 (*SSIIa-TT*) ได้ต้นที่มียีนควบคุมลักษณะเป้าหมาย ทั้ง 5 ลักษณะ จำนวน 157 ต้น นำ  $BC_1F_1$  จำนวน 34 ต้น ผสมกลับไปยัง Jasmine IR57514 ได้ประชากร  $BC_2F_1$  จำนวน 228 ต้น คัดเลือกจีโนไทป์โดยใช้ MAS ได้จำนวน 30 ต้น ปล่อยให้ผสมตัวเองสร้าง  $BC_2F_2$  ได้จำนวน 5,000 เมล็ด จากนั้นแบ่งเมล็ดออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 และ 2 นำ  $BC_2F_2$  จำนวน 258 และ 192 ต้น นำไปปลูกในกระถาง ทำการคัดเลือกจีโนไทป์โดยใช้ MAS ได้ต้น  $BC_2F_2$  ที่มียีนควบคุมลักษณะเป้าหมายเป็นสายพันธุ์แท้ทั้ง 5 ลักษณะ จำนวน 20 และ 30 สายพันธุ์ ตามลำดับ ส่วนที่ 3 นำ  $BC_2F_2$  จำนวน 4,230 ต้น ปลูกในแปลงทดลอง ทำการคัดเลือกลักษณะทรงต้นที่ดี จากนั้นนำไปคัดเลือกลักษณะเป้าหมายโดยใช้ MAS ได้ต้น  $BC_2F_2$  ที่มียีนควบคุมลักษณะเป้าหมายเป็นสายพันธุ์แท้ทั้ง 5 ลักษณะ จำนวน 19 สายพันธุ์ นำเมล็ด  $BC_2F_3$  ทั้งหมดรวม จำนวน 69 สายพันธุ์ มาปลูกในแปลงทดลองและคัดเลือกลักษณะทรงต้นที่ดีได้ จำนวน 24 สายพันธุ์ จากนั้นปล่อยให้ผสมตัวเองเพื่อสร้างเมล็ด  $BC_2F_4$  และนำไป

ยืนยันประสิทธิภาพเครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือกในลักษณะต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ลักษณะทนน้ำท่วมฉับพลัน ลักษณะความหอม ลักษณะปริมาณอะไมโลสต่ำ และลักษณะอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ จากการประเมินความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในข้าวสายพันธุ์ปรับปรุงทั้ง 24 สายพันธุ์ โดยใช้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอุบลราชธานี พบว่า สายพันธุ์ปรับปรุงมีความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในระดับปานกลาง (MR) จนถึง ระดับต้านทาน (R)

ผลการประเมินความสามารถทนน้ำท่วมฉับพลันเบื้องต้น พบว่า สายพันธุ์ปรับปรุงทั้ง 24 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต (80.0) เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (11.9) และเปอร์เซ็นต์การฟื้นตัวหลังน้ำลด (3.5) ไม่แตกต่างทางสถิติ ( $P>0.01$ ) กับสายพันธุ์รับ (73.75, 10.89 และ 2.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุงทุกสายพันธุ์มีความหอม มีปริมาณอะไมโลสต่ำ (15.18-17.05 เปอร์เซ็นต์) และมีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ( $ASV=6-7$ ) ไม่แตกต่างทางสถิติ ( $P>0.05$ ) กับสายพันธุ์รับ Jasmine IR57514 และสายพันธุ์ให้ UBN03078-101-342-4-141 ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุงดีเด่นเหล่านี้จะนำไปปลูกให้มีความคงตัวทางพันธุกรรม และนำไปทดสอบผลผลิตในระดับสถานี ระหว่างสถานีและแปลงเกษตรกรต่อไป

## ABSTRACT

TITLE : INTROGRESSION OF BROWN PLANTHOPPER RESISTANCE GENE, *Bph3*, INTO JASMINE IR 57514 RICE LINE THROUGH MARKER-ASSISTED BACKCROSS BREEDING

AUTHOR : SAKDA KONGSILA

DEGREE : MASTER OF SCIENCE (AGRICULTURE)

MAJOR : AGRICULTURE

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

CO – ADVISOR : JIRAPONG JAIRIN, Ph. D.

KEYWORDS : RICE BREEDING, BROWN PLANTHOPPER, SUBMERGENCE TOLERANCE, MARKER-ASSISTED SELECTION (MAS)

This research aimed to develop Jasmine IR57514, aromatic and submergence rice line, for brown planthopper (BPH) resistance by using marker-assisted backcross breeding. UBN03078-101-342-4-141 was used as donor parent carrying *Bph3* resistance gene, while Jasmine IR57514 carrying *Sub1* (submergence tolerance), *badh2* (grain fragrance), *Wx<sup>b</sup>* (low amylose content) and *SSIIa-TT* (low gelatinization temperature) were used as recipient parent. F<sub>1</sub> progenies were developed and 88 true F<sub>1</sub> plants were identified with RM586 which linked to *Bph3* gene. The selected F<sub>1</sub> plants were crossed to Jasmine IR57514 and produced 339 BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> progenies. Marker-assisted selection (MAS) was used to select 5 target genes by using RM586, SSR24 and RM589 (*Bph3*), R10783indel (*Sub1*), Aromaker (*badh2*), Waxy (*Wx<sup>b</sup>*) and SNP2340-41 (*SSIIa-TT*) and 157 BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> progenies were selected. Thirty four BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> were crossed to Jasmine IR57514 and 228 BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub> progenies were obtained. Thirty BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub> progenies carrying the 5 target genes were identified through MAS and were self-pollination to produce 5,000 BC<sub>2</sub>F<sub>2</sub> seeds. These BC<sub>2</sub>F<sub>2</sub> seeds were divided into 3 portions. The first and second portions which comprised of 258 and 192 BC<sub>2</sub>F<sub>2</sub> were respectively planted in pots; MAS was carried out and 20 and 30 BC<sub>2</sub>F<sub>3</sub> plants carrying homozygous alleles of the 5 target genes were identified. 4,230 BC<sub>2</sub>F<sub>2</sub> progenies from the third portion were planted in the field and BC<sub>2</sub>F<sub>2</sub> progenies with good plants were selected. MAS was performed in these selected BC<sub>2</sub>F<sub>2</sub> progenies and 19 BC<sub>2</sub>F<sub>2</sub> plants were identified carrying the homozygous alleles conferring



the traits of interest. Finally, the total selected 69 BC<sub>2</sub>F<sub>3</sub> lines were planted in the field and 24 BC<sub>2</sub>F<sub>4</sub> lines with good plant type and carrying homozygous alleles of *Bph3*, *Sub1*, *badh2*, *Wx<sup>b</sup>* and *SSIIa-TT* were selected. The efficacy of MAS was validated for brown planthopper resistance, submergence tolerance, grain aroma and low amylose content and low gelatinization temperature in these selected elite lines.

The result showed that these 24 elite lines expressed BPH resistance reaction to UBN-BPH population ranged from MR (moderate resistance) to R (resistance). The preliminary submergence tolerance validation demonstrated average percentage of plant survival at 80.0%, plant elongation 11.9% and plant recovery 3.5% of these 24 elite lines which were not significant difference from those of recipient parent ( $P>0.01$ ) (73.75%, 10.89% and 2.57%). These elite lines were fragrance, low amylose content (15.18-17.05%) and low gelatinization temperature (ASV=6-7) which were not significant difference ( $P>0.05$ ) from those of recipient parent (Jasmine IR57514 and UBN03078-101-342-4-141). These promising lines will be further evaluated for yield and yield components which consisted of yield observation, multi-location trial and on farm research.

## บทคัดย่อ

เรื่อง	: ผลของปุ๋ยและสารบราสซิโนไลด์ต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของกล้วยไม้วานิลลา
ผู้วิจัย	: ศักดินันท์ จันทคณานุรักษ์
ชื่อปริญญา	: วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา	: เกษตรศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	: ดร.เรวัตติ ชัยราช
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	: รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร
คำสำคัญ	: กล้วยไม้วานิลลา, อัตราการให้ปุ๋ย, สารบราสซิโนไลด์, การเจริญเติบโต, ลักษณะทางสรีรวิทยา

ปุ๋ยและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเป็นปัจจัยที่สำคัญในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ในกล้วยไม้วานิลลาพบว่า การให้ปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต แต่การจัดการปุ๋ยมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ และยังไม่มีรายงานว่าไม่มีรายงานการศึกษาถึงชนิดและระดับของปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการปลูกกล้วยไม้วานิลลาในประเทศไทย ขณะที่สารบราสซิโนไลด์ ซึ่งเป็นสารในกลุ่มของฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ที่มีผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช โดยเฉพาะการสังเคราะห์ด้วยแสงและการสะสมอาหารของพืชในสภาพปกติและสภาพความเครียด ซึ่งยังไม่พบรายงานการศึกษาในกล้วยไม้วานิลลามาก่อน

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอัตราปุ๋ยเคมีทางดินและระดับความเข้มข้นของสารบราสซิโนไลด์ต่อการเจริญเติบโต ลักษณะทางสรีรวิทยา และการสะสมอาหารของกล้วยไม้วานิลลา ที่ทำการปลูกเลี้ยงในพื้นที่สภาพอากาศร้อนและแห้งแล้งของประเทศไทย โดยทำการทดลองในโรงเรือนพรางแสง 50 – 70% ที่มีการติดตั้งระบบน้ำแบบพ่นฝอยเพื่อเพิ่มความชื้น ณ สำนักงาน ไร่ฝึกทดลองและห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี แบ่งออกเป็น 2 งานทดลอง คือ 1) การศึกษาผลของปุ๋ยเคมีทางดินสูตร 15-15-15 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) อัตรา 0 (ไม่ใส่ปุ๋ย) 30 60 และ 120 กรัม ต่อต้น ต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของกล้วยไม้ วานิลลา ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 และ 2) การศึกษาผลของสารบราสซิโนไลด์ความเข้มข้น 0 (ไม่ให้สาร) 0.1 0.5 และ 1.0 ppm ต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของกล้วยไม้วานิลลา ระหว่างเดือนมีนาคม – กันยายน พ.ศ. 2559 ระยะเวลาการทดลองละ 6 เดือน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD)

ผลการทดลองที่ 1 พบว่าการให้ปุ๋ยในอัตรา 30 กรัมต่อต้น สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้วยไม้วานิลลาที่ดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย และการให้ปุ๋ยในอัตรา 60 และ 120 กรัมต่อต้น ทั้งในการเพิ่มขึ้นของความสูง จำนวนข้อ จำนวนใบ ความยาวข้อปล้อง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวของใบ และพื้นที่ใบ ทั้งต้น รวมถึงการสะสมน้ำหนักรากและน้ำหนักแห้งของส่วนราก ลำต้น และใบ พื้นที่ใบทั้งต้น และค่าความจำเพาะของใบ ที่พบในเดือนสุดท้ายของการทดลอง ขณะที่ลักษณะทางสรีรวิทยาของกล้วยไม้วานิลลา ได้แก่ ปริมาณของคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ ค่าสีผิวใบทั้งต้น และการสะสมคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้างและน้ำตาลรีดิฟในสวนลำต้นและใบของกล้วยไม้วานิลลาที่ให้ปุ๋ยในอัตรา 30 กรัมต่อต้น มีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบการไม่ใส่ปุ๋ย และสามารถรักษาระดับค่าประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด ( $F_v/F_m$ ) ให้คงที่มากกว่าการให้ปุ๋ยในอัตรา 60 และ 120 กรัมต่อต้น

ผลการทดลองที่ 2 พบว่าการให้สารบราสซิโนไลด์ความเข้มข้น 0.1 ppm มีผลทำให้ต้นกล้วยไม้วานิลลาที่มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นที่ไม่ให้สารบราสซิโนไลด์ในช่วง 2 เดือนสุดท้ายของการทดลอง ทั้งการเพิ่มขึ้นของความสูงต้น ความยาวข้อปล้อง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวของใบ รวมถึงการสะสมน้ำหนักรากและน้ำหนักแห้งของส่วนราก ลำต้น และค่าความจำเพาะของใบ ที่พบในเดือนสุดท้ายของการทดลอง ขณะที่การให้สารบราสซิโนไลด์ในความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 ppm มีผลต้านลบต่อการเจริญเติบโต ทำให้กล้วยไม้วานิลลาที่มีการเจริญเติบโตลดลง ส่วนลักษณะทางสรีรวิทยาของกล้วยไม้วานิลลา พบว่าในช่วงเดือนที่ 2 และเดือนที่ 4 ของการทดลอง กล้วยไม้วานิลลาที่มีการให้สารบราสซิโนไลด์ 0.1 ppm มีแนวโน้มการสะสมคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ในใบ รวมถึงรักษาระดับค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์และค่าประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุดได้ดีกว่าต้นที่ไม่ให้สารบราสซิโนไลด์และต้นที่ให้สารบราสซิโนไลด์ 0.5 และ 1.0 ppm ขณะที่การให้สารบราสซิโนไลด์ทุกความเข้มข้นมีผลทำให้การสะสมคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้างและน้ำตาลรีดิฟในสวนลำต้นและส่วนใบสูงกว่าการไม่ให้สารบราสซิโนไลด์

ส่วนอัตราการคายน้ำ ความต้านทานปากใบ ของทั้งสองการทดลอง ที่ไม่มีความแตกต่างในทุกสิ่งทดลอง แสดงให้เห็นว่าการปลูกเลี้ยงกล้วยไม้วานิลลาในสภาพโรงเรือนพรางแสง 50 – 70 % และเพิ่มระบบน้ำแบบฟ่นฝอยมีความเหมาะสมในการปลูกเลี้ยงกล้วยไม้วานิลลาในสภาพอากาศร้อนและแห้งแล้งของประเทศไทย

## ABSTRACT

TITLE : EFFECTS OF FERTILIZER AND BRASSINOLIDE ON GROWTH AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF VANILLA (*VANILLA PLANIFOLIA* ANDREWS)

AUTHOR : SAKDINANT CHANTAKANANURUK

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : AGRICULTURE

ADVISOR : RAYWAT CHAIRAT, Ph.D.

CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. SUWAT TERAPONGTANAKORN, Ph.D.

KEYWORDS : VANILLA, FERTILIZER APPLICATION RATE, BRASSINOLIDE APPLICATION, GROWTH, PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS

Fertilizer and plant growth regulators are the important factors promoting growth and productivity of crops. Based on previously limited reports, it has been found that the fertilizer affects growth and yield of vanilla; however, different fertilizer application rates are required for different areas. In Thailand, there has been no report on type and an appropriate rate of fertilizer for vanilla cultivation. In addition, brassinolide (BL), one type of brassinosteroids, has been used to promote growth and known to affect physiological characteristics by altering photosynthesis and photosynthate accumulation in plants under both normal and stress conditions. However, its effects have not been reported in vanilla. Thus, this research aimed at studying the effects of soil application rates of fertilizer and the concentrations of brassinolide on growth and physiological traits and photosynthate accumulation in vanilla plants under hot and dry areas of Thailand. Two Experiments were conducted in the shading - green house equipped with the water mist spraying system at the Offices of Experimental Field and Central Laboratory, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University. A Completely Randomized Design (CRD) was used. Two experiments included the effect of soil fertilizer (15-15-15: N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) application rate, including 0 (no fertilizer application: control) 30, 60 and 120 g.plant<sup>-1</sup>, on growth and physiological characteristics of vanilla (from August 2015 to February 2016), and the effect of brassinolide

concentration, including 0 (on spray brassinolide: control) 0.1, 0.5 and 1.0 ppm, on growth and physiological characteristics of vanilla (from March to September 2017).

The results from Experiment I showed that the fertilization application rate of 30 g.plant<sup>-1</sup> promoted better growth than the control and other fertilization application rates (60 and 120 g.plant<sup>-1</sup>), indicated by the higher increase of plant height, a number of nodes and leaves, internode length, stem diameter, leaf length, fresh weight and dry weight accumulation of root, stem and leaves, leaf area per plants and specific leaf weight. In contrast, no fertilization (control) caused decreases of growth, resulting in the lower of fresh and dry weight accumulation of root, stem and leaf. The physiological traits of vanilla best responded to the fertilization application rate of 30 g.plant<sup>-1</sup>, indicated by higher accumulation of chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, carotenoid, total nonstructural carbohydrate (TNC) and reducing sugar (RS) in stem and leaves compared to the control, and also maintaining higher  $F_v/F_m$  value than other fertilizer application rates. In addition, the results from Experiment II showed that the brassinolide (BL) concentration of 0.1 ppm resulted in better growth traits than the control, including the increase of plant height, internode length, stem diameter, leaf length and fresh and dry weight accumulation of root, stem and leaves. However, the BL concentrations of 0.5 and 1.0 ppm had negative effects on the growth of vanilla, leading to slow growth. In physiological traits, the BL application of 0.1 ppm promoted relatively higher accumulation of chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoid, while the level of maintaining the chlorophyll fluorescence values ( $F_m$ ,  $F_v$  and  $F_v/F_m$ ) was better than the control and the BL concentration of 0.5 and 1.0 ppm. All concentrations of BL promoted higher accumulation of TNC and RS in stem and leaves of vanilla plant than the control. The transpiration rate and stomata resistance in both experiments were not different. The results from both experiments of this study demonstrated that the condition of shading - green house (50 - 70%) equipped with the water mist spraying system was suitable for growing vanilla under hot and dry weather of Thailand.

## บทคัดย่อ

เรื่อง : ผลของการตัดแปลงโปรตีนรำข้าวต่อสมบัติเชิงหน้าที่และการต้านอนุมูลอิสระ  
 ผู้วิจัย : รจนา นพตะนา  
 ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีการอาหาร  
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ อ่อนสอาด  
 คำสำคัญ : โปรตีนรำข้าว, โปรตีนรำข้าวตัดแปลง, สมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีน, สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการตัดแปลงสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนรำข้าว ศึกษาคุณลักษณะและสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนรำข้าวตัดแปลง และศึกษาการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของโปรตีนรำข้าวตัดแปลง

ทดลองวิธีการตัดแปลงสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนรำข้าว (RBP) แบ่งออก 2 แบบ คือ โปรตีนรำข้าวตัดแปลงด้วยความร้อนร่วมกับสารละลายต่าง (MRBP) (พีเอช 9.0 อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 60 นาที) พบว่าระดับการย่อย (DH) ของ MRBP มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.43-1.98 และโปรตีนรำข้าวตัดแปลงด้วยเอนไซม์จำนวน 2 ชนิด คือ เอนไซม์อัลคาเลส (MRBP-A) ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 เป็นระยะเวลา 0, 3, 60, 120 และ 180 นาที ให้ระดับการย่อยประมาณร้อยละ 1.43 (DH0-5), 9.95 (DH6-10), 14.60 (DH11-15), 17.27 (DH16-20) และ 22.34 (DH>20) ตามลำดับ และโปรตีนรำข้าวตัดแปลงด้วยเอนไซม์ฟลาโวไซม์ (MRBP-F) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 ที่ระยะเวลา 0, 30 และ 300 นาที ให้ระดับการย่อยประมาณร้อยละ 1.62 (DH0-5), 10.35 (DH6-10) และ 12.26 (DH11-15) ตามลำดับ ผลการตรวจสอบด้วยโซเดียมโดดีซิลซัลเฟตพอลิอะคริลาไมด์เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส (SDS-PAGE) พบว่าน้ำหนักโมเลกุลของ RBP มีน้ำหนักโมเลกุลช่วง 7-72 กิโลดาลตัน MRBP มีน้ำหนักโมเลกุล 8-62 กิโลดาลตัน และ MRBP-A/F มีน้ำหนักโมเลกุลจะลดลงเมื่อระยะเวลาการย่อยของเอนไซม์เพิ่มขึ้น

ศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนรำข้าวได้แก่ การละลาย ความสามารถในการเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ ความสามารถในการอุ้มน้ำและน้ำมัน และสมบัติการเกิดโฟม พบว่าโปรตีนรำข้าวมีการละลายต่ำสุดช่วงพีเอช 4 และ 5 เมื่อโปรตีนรำข้าวผ่านการตัดแปลงความสามารถในการละลายเพิ่มขึ้น การศึกษาขนาดอนุภาคการกระจายตัวและความต่างศักย์ไฟฟ้าของเม็ดไขมัน ดัชนีการแยกชั้นครีม และโครงสร้างทางจุลภาค เป็นตัวบ่งชี้ถึงสมบัติเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ของโปรตีนรำข้าวตัดแปลง พบว่าโปรตีนรำข้าวตัดแปลงจะมีความสามารถเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ดีกว่าโปรตีนรำข้าว โดยที่ MRBP ความเข้มข้นโปรตีนร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร MRBP-A ที่ระดับการย่อยร้อยละ 0-5 และ MRBP-F ที่ระดับการย่อยร้อยละ 0-5

และ 6-10 สามารถช่วยการกระจายตัวของอนุภาคเม็ดไขมันและทำให้ระบบอิมัลชันมีความคงตัว ส่วนความสามารถในการอุ้มน้ำ (WA) และน้ำมัน (FA) ของโปรตีนรำข้าวดัดแปลงเปรียบเทียบกับโปรตีนรำข้าวพบว่าโปรตีนรำข้าวดัดแปลง MRBP MRBP-A และ MRBP-F มีค่า WA และ FA สูงกว่า RBP ส่วนและสมบัติการเกิดโฟมของ RBP MRBP MRBP-A และ MRBP-F จะต่ำที่พีเอช 5 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างโปรตีนรำข้าวและโปรตีนรำข้าวดัดแปลง พบว่าความสามารถในการเกิดโฟมและความคงตัวของโฟมของ MRBP MRBP-A และ MRBP-F เพิ่มขึ้นมากกว่าโปรตีนรำข้าวไม่ดัดแปลง

การศึกษาการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของโปรตีนรำข้าวดัดแปลง พบว่า MRBP-A ระดับการย่อยร้อยละ 0-5 มีฤทธิ์ต้านการเกิดออกซิเดชันด้วยวิธี ABTS assay แสดงผลการต้านอนุมูลอิสระเป็น  $EC_{50}$  สูงสุด ( $EC_{50}$  เท่ากับ 2.67 mg/ml) และ MRBP-A ระดับการย่อยร้อยละ 20 มีความสามารถในการจับโลหะไอออน ความสามารถในการรีดิวซ์ และความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิกสูงสุด แต่ MRBP-F ระดับการย่อยร้อยละ 11-15 ให้ความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิกดีที่สุดในนั้นโปรตีนรำข้าวที่ผ่านการดัดแปลงทั้งที่ใช้ความร้อนร่วมกับสารละลายต่าง (MRBP) และ เอนไซม์ สามารถเพิ่มสมบัติเชิงหน้าที่และการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ อาจใช้เป็นส่วนผสมอาหารได้

## ABSTRACT

TITLE : MODIFICATION OF RICE BRAN PROTEIN AFFECTS FUNCTIONAL PROPERTIES AND ANTIOXIDANT ACTIVITY

AUTHOR : RODJANA NOPTANA

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : FOOD TECHNOLOGY

ADVISOR : ASST. PROF. EKASIT ONSAARD, Ph.D.

KEYWORDS : RICE BRAN PROTEIN, MODIFIED RICE BRAN PROTEIN, FUNCTIONAL PROPERTIES OF PROTEIN, ANTIOXIDANTS OF PROTEIN

The thesis aimed to modify a rice bran protein (RBP) using different modification methods in order to improve functional properties and investigate a characteristic of modified rice bran proteins (MRBP) and its antioxidant activity.

Two modification techniques were conducted, heat assisted alkaline treatment and enzymatic hydrolysis treatment. RBP sample was modified using heat assisted with alkaline treatment (MRBP) under pH 9 at 60 °C for 60 min. It was found that the degree of hydrolysis (DH) of MRBP was 0.43-1.98%. On the other hands, RBP sample was modified using 0.3% alkalase (MRBP-A) for 0, 3, 60, 120 and 180 min provided the degree of hydrolysis 1.43% (DH0-5), 9.95% (DH6-10), 14.60% (DH11-15), 17.27% (DH16-20) and 22.34% (DH>20), respectively. In addition, using 6.0% flavourzyme hydrolysis (MRBP-F) for 0, 30 and 300 min, the degree of hydrolysis were obtained at 1.62% (DH0-5), 10.35% (DH6-10) and 12.26% (DH11-15) respectively. Moreover, the molecular weight of RBP was 7-72 kDa, while MRBP provided a molecular weight ranging from 8-62 kDa using SDS-PAGE. It was observed that molecular weight of MRBP-A/F decreased with increasing of hydrolysis time.

Functional properties of rice bran protein i.e. solubility, emulsifying properties, water absorption capacity (WA) and fat absorption capacity (FA) and foaming properties were investigated. MRBP exhibited minimum solubility at pH 4-5. The solubility of MRBP increased by using both heat assisted alkaline treatment and enzymatic treatment. Mean particle size, particle size distribution, zeta potential, creaming index and microstructure were monitored as they are indicators for emulsifying properties of RBP. It was found that 0.4 %wt MRBP,



MRBP-A at DH ranged 0-5% and MRBP-F at DH ranged 6-10% represented bimodal or multimodal distribution resulting of good emulsion stability. MRBP MRBP-A and MRBP-F provided higher water absorption capacity and fat absorption capacity than RBP. In addition, the lowest foaming properties of RBP MRBP MRBP-A and MRBP-F were observed at pH 5. Moreover, MRBP MRBP-A and MRBP-F provided higher foaming capacity and stability than RBP.

According to antioxidant capacity, MRBP-A at DH ranged 0-5% expressed the lowest  $EC_{50}$  (2.67 mg/ml) using ABTS assay. On the other hand, the highest metal ions chelating activity and reducing power were obtained by MRBP-A at DH more than 20% provided as well as the highest antioxidant capacity of linoleic acid was observed. However, MRBP-F at degree of hydrolysis ranged 11-15% prevented the best linoleic acid autoxidation. Therefore, the functional properties and antioxidant activity of modified rice bran proteins using heat assisted alkaline treatment and enzymatic treatment can improve and may be used as a food ingredient in food industry.

## บทคัดย่อ

- เรื่อง : ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการวางแผนการส่งเสริมการเกษตรร่วมกับเกษตรกร  
กรณีศึกษาอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์
- ผู้วิจัย : มณีนรัตน์ ตัยสำราญ
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตรและพัฒนาชนบท
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.วรงค์ นัยวินิจ
- คำสำคัญ : ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, การส่งเสริมการเกษตร

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการวางแผนการส่งเสริมการเกษตรร่วมกับเกษตรกรกรณีศึกษาอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่ โดยนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้เพื่อนำข้อมูลหรือผลลัพธ์ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการส่งเสริมการเกษตรร่วมกับเกษตรกร โดยทำการศึกษาในครัวเรือนเกษตรกร 1,2316 ครัวเรือน ประกอบด้วยเกษตรกรคนไทย ชาวเขาชนเผ่าม้ง และชาวเขาชนเผ่าลีซอ ทำการเกษตรด้วยการปลูกพืชผัก พืชไร่ ไม้ผล (เสาวรส) ผลจากการนำข้อมูลที่วิเคราะห์โดยใช้เทคนิคทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไปใช้วางแผนการผลิตกับเกษตรกรพบว่าในกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไม่มีแผนในการปรับเปลี่ยนการผลิตเนื่องจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชที่มีอายุการเก็บเกี่ยวยาวเป็นพืชเศรษฐกิจที่รัฐให้การช่วยเหลือเรื่องราคาผลผลิต ส่วนในกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกพืชผัก (กะหล่ำปลี) เมื่อเห็นภาพรวมของพื้นที่และปริมาณผลผลิตในช่วงเวลาเดียวกันแล้วเกษตรกรมีแผนในการปรับเปลี่ยนการผลิตให้เหลื่อมออกไปจากเดิมและมีแผนปรับลดพื้นที่ปลูกปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชผักเมืองหนาวที่เหมาะสมสอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศของอำเภอเขาค้อที่มีอากาศเย็นตลอดทั้งปี อีกทั้งยังเป็นที่ต้องการของตลาด และนักท่องเที่ยวจำนวนมากที่มาเยือนอำเภอเขาค้อ

## ABSTRACT

TITLE : DECISION SUPPORT SYSTEM FOR AGRICULTURAL EXTENSION PLANNING  
WITH FARMER COLLABORATION CASE STUDY AT KHAOKHO DISTRICT,  
PHETCHABUN PROVINCE

AUTHOR : MANEERAT TUISAMRAN

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : INFORMATION TECHNOLOGY FOR AGRICULTURE AND RURAL  
DEVELOPMENT

ADVISOR : WARONG NAIVINIT, Ph.D.

KEYWORDS : DECISION SUPPORT SYSTEM, GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM,  
AGRICULTURAL EXTENSION

The purpose of this study was to create a spatial decision support system using a geographic information system (GIS) to apply the data or results to the planning of agricultural extension with farmers. The study was conducted in 12,316 households that housed Thai farmers from the Hmong hill tribe and the Lisu tribe. The results of the data analysis, which used a GIS for production planning with farmers, showed that there was no adjustment to crop production planning in the maize growers' group. This is because maize is a long-lived crop. It is an economic crop that the government subsidizes to help with the price of production. In the group of vegetable growers (cabbage growers) however, farmers made plans to change crop production to overlap in the overall area and output of the same period. Additionally, plans were made to reduce the area in which farmers planted cold vegetables appropriate to the climate of Khaokho district, which has cold weather throughout the year. This is also a requirement of the market, and many tourists visit Khaokho.

## บทคัดย่อ

- เรื่อง : ประสิทธิภาพของเชื้อราก่อโรคในแมลงในการควบคุมแมลงศัตรูกะหล่ำปลี  
 ผู้วิจัย : แก้วบัวสอน ราชขันธ์  
 ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต  
 สาขาวิชา : เกษตรศาสตร์  
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.สุกัญญา คลังสินศิริกุล  
 คำสำคัญ : เชื้อราสาเหตุโรคแมลง, เชื้อราสกุลบิวเวอเรีย, เชื้อราสกุลเมตาไรเซียม, เชื้อราสกุลฟิซิลอมัยซิส, แมลงศัตรูกะหล่ำปลี

การคัดเลือกเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูกะหล่ำปลี ทำการสำรวจ เก็บข้อมูลในแปลงปลูกพืชเกษตรกรรม และปารธรรมชาติของประเทศไทย 8 จังหวัด และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว 9 จังหวัด สามารถแยกได้เชื้อราสาเหตุโรคแมลงทั้งหมด 100 ไอโซเลท จำแนกได้เชื้อรา 3 สกุล คือ เชื้อราสกุล *Metarhizium* จำนวน 12 ไอโซเลท เชื้อราสกุล *Beauveria* จำนวน 53 ไอโซเลท และเชื้อราสกุล *Paecilomyces* จำนวน 35 ไอโซเลท เมื่อนำเชื้อรา ทั้งหมดทดสอบศักยภาพควบคุมเพลี้ยอ่อนกะหล่ำ และหนอนกระทู้ผัก พบว่า เชื้อราสกุล *Metarhizium* ไอโซเลท PSON1 สามารถทำให้เพลี้ยอ่อนกะหล่ำ มีเปอร์เซ็นต์เกิดโรคและตายสูงที่สุดที่ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 90.00 เปอร์เซ็นต์ และเชื้อราสกุล *Beauveria* ไอโซเลท VR19 สามารถทำให้หนอนกระทู้ผักเกิดโรคและตายสูงที่สุดที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง เท่ากับ 32.50 เปอร์เซ็นต์ จากตรวจกิจกรรมของเอนไซม์ ในเชิงปริมาณพบว่าเชื้อราสกุล *Beauveria* ไอโซเลท VR19 และการบ่มเชื้อที่ระยะเวลา 5 และ 7 วัน มีกิจกรรมของเอนไซม์ Protease สูงที่สุดเท่ากับ 1,027.43 และ 1,027.56 ไมโครโมลต่อมิลลิกรัมโปรตีนต่อชั่วโมง เชื้อราสกุล *Metarhizium* ไอโซเลท PSON1 และการบ่มเชื้อที่ระยะเวลา 7 วัน มีกิจกรรมของเอนไซม์ Chitinase สูงที่สุดเท่ากับ 33,225.83 ไมโครโมลต่อมิลลิกรัมโปรตีนต่อชั่วโมง และเชื้อราสกุล *Metarhizium* ไอโซเลท PSON1 และการบ่มเชื้อที่ระยะเวลา 9 วัน มีกิจกรรมของเอนไซม์ Lipase สูงที่สุดคือ 8,569.88 ไมโครโมลต่อมิลลิกรัมโปรตีนต่อชั่วโมง เมื่อนำเชื้อราสกุล *Beauveria* ไอโซเลท VR19 เชื้อราสกุล *Metarhizium* ไอโซเลท PSON1 ทดสอบศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูกะหล่ำในสภาพแปลงปลูกเปรียบเทียบกับชีวภัณฑ์เชื้อราเขียว *Metarhizium* ชีวภัณฑ์เชื้อราขาว *Beauveria* และสารเคมีอาบาเม็กติน (Abamectin) และ control พบว่า กรรมวิธีใช้สารเคมีอาบาเม็กตินพบปริมาณด้วงหมัดผักแถบลาย หนอนคืบกะหล่ำ หนอนกระทู้ผัก หนอนเจาะยอดกะหล่ำ หนอนใยผัก หนอนผีเสื้อขาว เพลี้ยอ่อนกะหล่ำ และหนอนเจาะหัวกะหล่ำปลีในปริมาณต่ำสุด และกรรมวิธีใช้เชื้อราสกุล *Metarhizium* ไอโซเลท PSON1 พบปริมาณเพลี้ยอ่อน และหนอนเจาะหัวกะหล่ำปลีเฉลี่ยต่ำสุด (8.50 และ 3.62ตัว/ตารางเมตร) ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีใช้สารเคมีอา

บาเม็กดิน (6.08 และ 2.75 ตั้ว/ตารางเมตร) สำหรับน้ำหนักต่อหัวของกะหล่ำปลีพบว่า กรรมวิธีใช้สารเคมี อบาเม็กดิน และชีวภัณฑ์เชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้กะหล่ำปลีมีน้ำหนักต่อหัวมากที่สุดเท่ากับ 1.85 และ 1.75 กิโลกรัม และผลผลิตต่อไร่ของกะหล่ำปลีพบว่า กรรมวิธีใช้สารเคมี ชีวภัณฑ์เชื้อรา *M. anisopliae* ชีวภัณฑ์ เชื้อรา *B. bassiana* และเชื้อราสกุล *Metarhizium* ไอโซเลท PSON1 ทำให้กะหล่ำปลีมีผลผลิตต่อไร่มากที่สุดเท่ากับ 7.05, 7.03, 6.70 และ 6.61 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

## ABSTRACT

TITLE : EFFICACY OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI IN THE CONTROL OF CABBAGE INSECTS  
AUTHOR : KEOBOUASONE RAZKHANTY  
DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY  
MAJOR : AGRICULTURE  
ADVISOR : SUKANYA KLANGSINSIRAKUL, Ph.D  
KEYWORDS : DECISION SUPPORT SYSTEM, GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM, AGRICULTURAL EXTENSION

Fungi are useful biological controls for pests in crops due to their enhanced safety and high specificity favoring non-targeted species such as humans, pets, and desired insects. The research aimed to (1) collect entomopathogenic fungi from Lao People's Democratic Republic (Lao PDR) and the Kingdom of Thailand, (2) choose the effective entomopathogenic fungi in the control of cabbage insects, (3) study the relations between effects of diseases in entomopathogenic fungi on insects and the fungi's produced enzyme, and (4) investigate the use of entomopathogenic fungi in place of chemicals in the control of cabbage insects. Fungi were collected from eight provinces of Thailand and nine provinces in Lao PDR, mostly isolated from wild natural forestry and farmers' plantations. These fungi were tested for their abilities to control or eliminate aphids and cutworms in cabbage. Each species of fungi performed different abilities and provided different results. The enzymes of the fungi were analyzed by activity infection in insects. There were 100 isolates which were classified into 3 genera: 1) 12 isolates of *Metarhizium*, 2) 53 isolates of *Beauveria*, and 3) 35 isolates of *Paecilomyces*. The effectiveness of these fungal isolates to control aphids and cutworm was determined. Results showed that *Metarhizium* isolate PSON1 was the most highly infected isolate with a mortality of 90.00% at 96 hours after treatment. *Beauveria* had the highest efficacy to control cutworm at 96 hours, equal to 32.50%. According to the determination of enzyme activity, *Beauveria* isolate VR19 had high protease activity of 1,027.43 and 1,027.56  $\mu\text{mol}/\text{mg}$  protein per hour when incubated for five and seven days respectively. The *Mettarizium* isolate PSON1 had the highest enzyme

activity when incubated for 7 days, and had high chitinase enzyme activity of 33,225.  $\mu\text{mol}/\text{mg}$  protein per hour. Furthermore, *Metarhizium* isolate PSON1 had the highest activity of lipase enzyme when incubated for nine days equal to 38,569.88  $\mu\text{mol}/\text{mg}$  protein per hour. In experiments conducted in cabbage fields, *Beauveria* VR19 and *Metarhizium* PSON1 were compared with both biological green fungi (*Metarhizium*) and white fungi (*Beauveria*), with abamectin chemical substance to identify their effectiveness to control and eliminate insect pests in cabbage. In this case, the results showed that the application of abamectin affected the insect pests and decreased their populations consisting of flea beetles (*phyllotreta vittula*), cluster caterpillars (*spodoptera litura*), cabbage webworms (*Hellula undalis*), diamondback moth (*plutella xylostella*), cabbage white butterflies (*Pieris rapea* (*Liiaeus*)), aphids (*lipaphis erysimi*) and cabbage loopers (*Hellula undalis*). The application of *Metarhizium* isolate PSON1 showed the lowest average of aphids and cabbage loopers (8.50 and 3.62 characters/ $\text{m}^2$ ) respectively. The results were not significantly different from those of the abamectin (6.08 and 2.75 characters/ $\text{m}^2$ ) respectively. In conclusion, the interaction between abamectin and the application of *Metarhizium anisopliae* was able to control insect pests in the cabbages and provided high quality in the planation and production. It helped the production of cabbages of average weights of 1.85 and 1.75 kg/plant. The use of chemical compounds, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, and *Metarhizium* isolate PSON1 may increase yield production per rai (1,600  $\text{m}^2$ ) to 7.05, 7.03, 6.70, and 6.61 tons per rai respectively.

## บทคัดย่อ

- เรื่อง : กุ้งก้ามกรามในการประมงแบบปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ: แนวทางในการเพิ่มอัตรา  
รอดตาย และบทบาทในระบบนิเวศ
- ผู้วิจัย : วชิระ กว้างขวาง
- ชื่อปริญญา : ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
- สาขาวิชา : เกษตรศาสตร์
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ
- คำสำคัญ : กุ้งก้ามกราม, ระบบนิเวศ, ผู้ล่า, การประมงแบบปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ

การประมงแบบปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ (Culture-based fisheries: CBF) หรือบ่อประมงหมู่บ้าน เป็นโครงการที่ใช้ต้นทุนต่ำ และมีวิธีการดำเนินการไม่ซับซ้อนเหมือนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วไป ปลาที่ปล่อยในบ่อประมงหมู่บ้านจะเป็นชนิดพันธุ์ปลาที่สามารถเพาะพันธุ์ได้ในฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาทั่วไป และเป็นปลาที่มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว ซึ่งนอกจากการปล่อยปลาในบ่อประมงหมู่บ้านแล้วยังมีการปล่อยกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) ซึ่งเป็นชนิดสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการเพิ่มอัตราการรอดตายของกุ้งก้ามกรามที่ปล่อยร่วมกับสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ (ปลาสร้อยขาว และปลานิล) และเพื่อศึกษาโครงข่ายอาหาร และผลกระทบต่อระบบนิเวศของการปล่อยกุ้งก้ามกรามในบ่อประมงหมู่บ้านที่มีความหลากหลายของปลาถิ่นเนื้อชนิดพื้นเมืองแตกต่างกัน โดยกุ้งก้ามกรามที่ใช้ปล่อยในการศึกษาครั้งนี้เป็นกุ้งก้ามกรามที่มีอายุหลังระยะ post larvae 20 วัน (PL20) เพราะมีอัตราการรอดสูงสุด และมีต้นทุนต่ำสุด

การหาวิธีการเพิ่มอัตราการรอดตายของกุ้งก้ามกรามที่ปล่อยร่วมกับสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ ทำการศึกษาในบ่อทดลองที่มีความกว้างxยาวxสูง เท่ากับ 2.0x10.0x0.8 เมตร โดยการศึกษาอิทธิพลของ 3 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 รูปแบบการปล่อย ปล่อยกุ้งก้ามกรามชนิดเดียว ปล่อยกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลาสร้อยขาว และปล่อยกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิล ปัจจัยที่ 2 รูปแบบที่หลบซ่อน ไม่มีที่หลบซ่อนและมีที่หลบซ่อน ปัจจัยที่ 3 รูปแบบผู้ล่า ไม่มีผู้ล่าและมีผู้ล่า (ปลากระสูบขีด) ที่หน่วยวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืดเขื่อนปากมูล อ.โขงเจียม จ.อุบลราชธานี โดยการศึกษาพบว่า การปล่อยลูกกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลาสร้อยขาว และปลานิล ทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามมีอัตราการรอดตายสูงกว่าการปล่อยลูกกุ้งก้ามกรามเพียงชนิดเดียว การมีที่หลบซ่อนมีผลดีต่ออัตราการรอดตายของลูกกุ้งก้ามกรามมากกว่าการไม่มีที่หลบซ่อน และการไม่มีผู้ล่าทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามมีอัตราการรอดตายมากกว่าการมีผู้ล่า โดยผู้ล่าจะเลือกกินปลาสร้อยขาวก่อนลูกกุ้งก้ามกรามและปลานิล เนื่องจากลูกกุ้งก้ามกรามและปลานิลมีอวัยวะที่ใช้ป้องกันตัวจากผู้ล่า ได้แก่ กิ่งและก้านครีบแข็งที่ครีบ



หลังตามลำดับ และพบว่าทั้งลูกกุ้งก้ามกรามและปลาสร้อยขาวมีพฤติกรรมในการหลบซ่อนผู้ล่า แต่ปลานิลไม่มีพฤติกรรมดังกล่าว

ส่วนการศึกษาโครงข่ายอาหาร และผลกระทบต่อระบบนิเวศของการปล่อยกุ้งก้ามกรามในบ่อประมงหมู่บ้าน โดยใช้แบบจำลองอีโคพาททำการศึกษาจากข้อมูลผลจับ (ปีละ 1 ครั้ง) ของบ่อประมงหมู่บ้านที่มีการปล่อยกุ้งก้ามกราม จำนวน 2 บ่อ ที่อำเภอเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี และให้ความสำคัญในการตรวจสอบบทบาททางนิเวศวิทยาของกุ้งก้ามกราม ที่ปล่อยในบ่อประมงหมู่บ้าน โดยการศึกษาพบว่า ค่าลำดับชั้นการบริโภค (Trophic Levels: TL) ของกลุ่มชนิดสัตว์น้ำที่ปล่อยอยู่ระหว่าง 2 ถึง 3 และกลุ่มชนิดสัตว์น้ำเหล่านั้นสามารถกินอาหารได้หลากหลาย (Omnivores) และพบว่าค่าประสิทธิภาพในการบริโภคในระบบนิเวศ (Ecotrophic Efficiency: EE) ของกลุ่มชนิดสัตว์น้ำในบ่อประมงหมู่บ้านที่มีจำนวนปลากินเนื้อมากจะมีค่าสูงกว่าบ่อประมงหมู่บ้านที่มีจำนวนปลากินเนื้อน้อย และกุ้งก้ามกรามมีค่า EE ค่อนข้างสูง เนื่องจากมีการกินกันเอง และพบว่าระบบนิเวศบ่อประมงหมู่บ้านมีรูปแบบห่วงโซ่อาหารแบบจับกิน (Grazing food chain) และกุ้งก้ามกรามสามารถพึ่งพาอาหารจากทั้งห่วงโซ่อาหารแบบจับกิน (Grazing food chain) และห่วงโซ่อาหารแบบกินเศษอินทรีย์ (Detritus food chain) ในระบบนิเวศได้ ทำให้ไม่มีการแข่งขันด้านอาหารกับกลุ่มชนิดสัตว์น้ำอื่น ๆ ในระบบนิเวศบ่อประมงหมู่บ้าน ผลกระทบของปริมาณสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง (เมื่อเพิ่มขึ้นร้อยละ 10) ที่มีผลต่อปริมาณของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นในระบบนิเวศ (mixed trophic impact) แสดงให้เห็นว่าหากมีการเพิ่มกลุ่มชนิดสัตว์น้ำที่มีค่า TL= 1 จะมีผลดีต่อกลุ่มชนิดสัตว์น้ำอื่น ๆ ในลำดับชั้นการบริโภคที่สูงขึ้นไป ดังนั้นในอนาคตจึงควรพิจารณาใช้อีโคซิม (Ecosim) เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของรูปแบบ การจัดการที่แตกต่างกันของระบบนิเวศในบ่อประมงหมู่บ้านเพิ่มเติม

## ABSTRACT

TITLE : GIANT FRESHWATER PRAWN IN CULTURE-BASED FISHERIES: SCHEME TO INCREASE SURVIVAL RATE AND FUNCTIONS IN ECOSYSTEM

AUTHOR : WACHIRA KWANGKHWANG

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : AGRICULTURE

ADVISOR : PROF. TUANTONG JUTAGATE, Ph.D.

KEYWORDS : MACROBRACHIUM ROSENBERGII, ECOSYSTEM, PREDATOR, CULTURE-BASED FISHERIES

Culture-based fisheries (CBF) are a simple technology with a low capital cost to enhance fisheries' production in small water bodies, which are proposed to supply food and generate income for rural communities. The common fish and shellfish species used in CBF are the species available from fish hatcheries. Among the stocking species, the giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) is considered to be the high economic species because of its market-price. However, this prawn is not yet very popular in CBF practice due to a low recaptured rate and a lack of knowledge regarding its function and interaction in the CBF ecosystem. This thesis, therefore, has been outlined into 2 main studies. The first study aims to explore the appropriate pattern of releasing the giant freshwater prawn with other fish species (i.e. Nile tilapia and Siamese mud carp) that are commonly released in CBF practice to increase the survival rate of the giant freshwater prawn. The second study aims to describe the steady-state trophic model in the CBF ecosystem as well as the role and impacts of the giant freshwater prawn in the system. In this study, 20-day-old post larvae (PL20) giant freshwater prawn were used, considering that this stage of the prawn has a relatively high survival rate with comparatively low investment costs.

The first study was conducted by combining 3 factors viz., (1) the releasing regimes, i.e. the giant freshwater prawn with other fishes (Nile tilapia and Siamese mud carp), (2) releasing areas, i.e. shelter and non-shelter, (3) and the effects of predators, i.e. presences and absences of predators. The experiments were conducted in a 2x10x0.8 meter concrete tank

at Ubon Ratchathani Inland Fisheries Research and Development Center. The results showed that the prawns that had been released with the Siamese mud carp and Nile tilapia had higher survival rates than those released with other giant freshwater prawn alone. In addition, it was found that the conditions under shelter and in the absence of predators yielded higher survival rates among the giant freshwater prawn. Results also indicated that predators preferred to hunt Siamese mud carp rather than giant freshwater prawn and tilapia. This is likely because of their hard structures and organs (e.g. rostrum and dorsal fin) that made them unfavorable. In addition, giant freshwater prawn showed better hiding behaviors than the other 2 fish species.

For the second study, the mass-balance ECOPATH model was used to describe the food web structure of 2 CBF ponds of the community under the different abundances of native carnivorous fishes. The results showed that the trophic levels ( $TL$ ) of the stocked components were found between 2 and 3, indicating their feeding plasticity. The Ecotrophic Efficiency ( $EE$ ) values of the stocked components in the more abundant carnivorous fish were higher than the lower ones. The  $EE$  value of *M. rosenbergii* was higher than that of other stocked fish, implying that they are being utilized in the system both by predation and cannibalism. The grazing food chain was prominent in CBF ecosystem. However, it is the detritus food chain that *M. rosenbergii* depended on, which make the prawn less competitive to other fish in the ecosystem and make it a good candidate for CBF practice. The mixed trophic impact showed that the  $TL = 1$  components had positive impacts on all higher  $TL$  components, *i.e.* the bottom-up control.

## บทคัดย่อ

- เรื่อง : การประเมินลักษณะทางสัณฐานและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของปลาเสือตอลายเล็ก (*Datnioides undecimradiatus* (Roberts & Kottelat, 1994)) กับชนิดที่อยู่ในสกุล *Datnioides* Bleeker, 1853 โดยใช้เครื่องหมายอาร์เอพีดี
- ผู้วิจัย : สุรียา อุดดั่ง
- ชื่อปริญญา : ปรัชญาดุขฎิบัณฑิต
- สาขาวิชา : เกษตรศาสตร์
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาทิพย์ แผลมคม
- อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา พยุหะ  
: รองศาสตราจารย์ ดร.ปราณีต งามเสน่ห์
- คำสำคัญ : ปลาเสือตอลายเล็ก, ลักษณะทางสัณฐาน, ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม, สกุล *Datnioides*, เครื่องหมายอาร์เอพีดี

ปลาเสือตอลายเล็ก (Northeastern Siamese Tigerfish; *Datnioides undecimradiatus* (Roberts & Kottelat, 1994)) จัดเป็นปลาน้ำจืดพื้นเมืองที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ถูกจัดอยู่ในสกุล *Datnioides* ซึ่งประกอบด้วย ปลาเสือตออินโดนีเซีย (*Datnioides microlepis* Bleeker, 1854) ปลาเสือตอปาปัวนิวกินี (*Datnioides campbelli* Whitley, 1939) ปลากะพงลาย (*Datnioides polota* (Hamilton, 1822)) และ ปลาเสือตอลายใหญ่ (*Datnioides pulcher* (Kottelat, 1998)) ลักษณะภายนอกของปลาเสือตอลายเล็กมีความคล้ายคลึงกับปลาอีก 4 ชนิดอย่างมาก จึงอาจมีข้อจำกัดในการแยกชนิด ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการวัดโดยตรงและศึกษาจากสัดส่วนลักษณะภายนอกทั้งหมด 25 ลักษณะ ประกอบด้วย ความยาวตัวมาตรฐาน (SL), ความยาวหัวด้านบน (HLD), ความยาวหัวด้านข้าง (HLL), ความกว้างหัวบริเวณรูจมูก (HWN), ความกว้างหัวบริเวณแผ่นปิดเหงือก (HWO), ระยะห่างระหว่างขอบตา (IOS), ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางตา (ED), ความยาวจงอยปาก (SNL), ระยะจากปลายสุดของจงอยปากไปจนถึงจุดเริ่มต้นของฐานครีบหลัง (PDL), ระยะจากปลายสุดของจงอยปากไปจนถึงตอนหน้าของครีบท้อง (PPeL), ระยะจากปลายสุดของจงอยปากไปจนถึงตอนหน้าของครีบกัน (PAnalL), ระยะจากปลายสุดของจงอยปากไปจนถึงตอนหน้าของรูทวาร (PAnusL), ความลึกลำตัวหน้าฐานครีบหลัง (BD), ความลึกคอดหาง (CPD), ความยาวคอดหาง (LCP), ความกว้างลำตัวบริเวณจุดเริ่มต้นของฐานครีบหลัง (BWD), ความกว้างลำตัวบริเวณรูทวาร (BWA), ความสูงครีบหลัง (DFH), ความยาวฐานครีบหลัง (DFBL), ความยาวครีบอก (PecFL), ความยาวครีบท้อง (PelFH), ความยาวฐานครีบท้อง (PelFBL), ความยาวครีบกัน (AFH), ความยาวฐานครีบกัน (AFBL) และ ความยาวครีบหาง (CFL) พบว่า ลักษณะ ระยะห่างระหว่างขอบตา (IOS),

ความกว้างลำตัวบริเวณรูทวาร (BWA), ระยะจากปลายสุดของจงอยปากไปจนถึงตอนหน้าของครีบท้อง (PPeL), ความยาวฐานครีบหลัง (DFBL), ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางตา (ED), ความกว้างหัวบริเวณรูจมูก (HWN), ความกว้างหัวบริเวณแผ่นปิดเหงือก (HWO), ระยะห่างระหว่างขอบตา (IOS) และ ความยาวจงอยปาก (SNL) มีความแตกต่างในปลาทั้ง 5 ชนิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะสัดส่วนอวัยวะกับชนิดของปลา ด้วยวิธี principle component analysis (PCA) สามารถแบ่งปลาในสกุล *Datnioides* ออกได้เป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย ปลาเสื่อตอลายเล็ก และ ปลาเสื่อตออินโดนีเซีย และ กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย ปลาเสื่อตอปาปัวนิวกินี ปลาอะพงลาย และ ปลาเสื่อตอลายใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์การจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของลักษณะสัดส่วนอวัยวะด้วยวิธี cluster Analysis พบว่า ปลาเสื่อตอลายเล็กอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับปลาเสื่อตออินโด และปลาเสื่อตอลายใหญ่ ในขณะที่ ปลาเสื่อตอปาปัวนิวกินี อยู่ในกลุ่มเดียวกับปลาอะพงลาย

การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของปลาในสกุล *Datnioides* จำนวน 5 ชนิด ด้วยเครื่องหมาย randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) โดยใช้ไพรเมอร์ทั้งหมด 80 คู่ พบว่า ผลผลิตจากปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสของปลาในสกุล *Datnioides* ถูกพัฒนาได้โดยใช้ไพรเมอร์ 14 คู่ พบแถบผลผลิตทั้งหมด จำนวน 398 แถบ ประกอบด้วย polymorphic bands จำนวน 164 แถบ (41.21%) และ monomorphic bands จำนวน 234 แถบ (58.79%) ปลาอะพงลายมีค่าร้อยละ polymorphic contents สูงที่สุด (53.57 %) ในขณะที่ ปลาเสื่อตออินโดนีเซีย มีค่าร้อยละ polymorphic contents ต่ำที่สุด (29.35%) จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางพันธุกรรม พบว่า ปลาเสื่อตอลายเล็กมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับปลาเสื่อตอลายใหญ่มากที่สุด (0.5376) รองลงมาเป็น ปลาเสื่อตออินโดนีเซีย (0.6448) ปลาเสื่อตอปาปัวนิวกินี (0.7544) และ ปลาอะพงลาย (0.8424) นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์แผนภูมิต้นไม้ของชนิดปลาที่อยู่ในสกุล *Datnioides* พบว่า สามารถแบ่งปลาในสกุลนี้ออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 ปลาเสื่อตอลายเล็ก และ ปลาเสื่อตอลายใหญ่ กลุ่มที่ 2 ปลาเสื่อตออินโดนีเซีย และ ปลาเสื่อตอปาปัวนิวกินี และ กลุ่มที่ 3 ปลาอะพงลาย เพียงชนิดเดียว

แถบของผลผลิตจากปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสที่มีความจำเพาะต่อชนิดปลาเสื่อตอลายเล็กและเพศ ถูกแยกมาสกัดและศึกษาลำดับเบส พบว่า ผลผลิตที่มีความจำเพาะต่อชนิดและเพศ มีความยาวของนิวคลีโอไทด์ 724 และ 374 คู่เบส ตามลำดับ สายนิวคลีโอไทด์ถูกใช้เป็นตัวแบบในการออกแบบไพรเมอร์สำหรับชนิด ((5'-CGACTGAAGCTGAGAGCC-3') และ (5'-CTGAAGACGTGACAGT TTG-3')) และเพศ ((5'-GTCTTGCTGTGGGACTGC-3') และ (5'-CTGATTGTTCCGGATGTG-3)) ไพรเมอร์ดังกล่าวถูกนำมาทดสอบกับตัวอย่างดีเอ็นเอของปลาเสื่อตอลายเล็กเทียบกับปลาชนิดอื่นในสกุล *Datnioides* พบว่า แถบผลผลิตของปลาเสื่อตอลายเล็กปรากฏที่ตำแหน่ง 200 คู่เบส ในขณะที่ไม่พบผลผลิตที่ตำแหน่งดังกล่าวในปลาชนิดอื่น เมื่อทดสอบปลาเสื่อตอลายเล็กเพศผู้ จำนวน 16 ตัวอย่าง ด้วยไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะต่อเพศ พบว่า

แถบผลผลิตของปลาเสือตอลายเล็กเพศผู้ปรากฏที่ตำแหน่ง 230 และ 350 คู่เบส จำนวน 11 ตัว คิดเป็นร้อยละ 68.75 %

## ABSTRACT

TITLE : EVALUATION OF MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS AND GENETIC RELATIONSHIP OF NORTHEASTERN SIAMESE TIGERFISH (*Datnioides undecimradiatus* (ROBERTS & KOTTELAT, 1994)) WITH OTHER SPECIES IN THE GENUS *DATNIOIDES* BLEEKER, 1853 USING RAPD MARKER

AUTHOR : SURIYA UDDUANG

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : AGRICULTURAL

ADVISOR : ASST. PROF. THANATIP LAMKOM, Ph.D.

CO- ADVISOR : ASST. PROF. KANJANA PAYOOHA, Ph.D.  
: ASSOC. PROF. PRANEET NGAMSNAE, Ph.D.

KEYWORDS : NORTHEASTERN SIAMESE TIGERFISH, MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS, GENETIC RELATIONSHIP, GENUS *DATNIOIDES*, RAPD MARKER

The native freshwater species Northeastern Siamese tigerfish (*Datnioides undecimradiatus* (Roberts & Kottelat, 1994)) has become a valuable ornamental fish. Although the classification of this species ranges into genus *Datnioides*, it is likely that morphometric characteristics may be variable due to similarity with the other species, *D. microlepis* Bleeker, 1854, *D. campbelli* Whitley, 1939, *D. polota* (Hamilton, 1822), and *D. pulcher* (Kottelat, 1998). The present study employed 25 morphometric measurements, standard length (SL), head length dorsal (HLD), head length lateral (HLL), head width nare (HWN), head width opercle (HWO), inter-orbital space (IOS), eye diameter (ED), snout length (SNL), pre-dorsal length (PDL), pre-pelvic length (PPeLL), pre-anal length (PAnalL), pre-anus length (PAnusL), body depth (BD), caudal peduncular depth (CPD), length of caudal peduncle (LCP), body width dorsal (BWD), body width anal (BWA), dorsal fin height (DFH), dorsal fin base length (DFBL), pectoral fin length (PecFL), pelvic fin height (PelFH), pelvic fin base length (PelFBL), anal fin height (AFH), anal fin base length (AFBL), and caudal fin length (CFL), to investigate differentiation among five species. Nine significant morphometric characteristics among genus *Dtnioides* were IOS, BWA, PPeLL, DFBL, ED, HWN, HWO, IOS, and SNL ( $p < 0.05$ ). Based on the significant parameters, principle component analysis clearly

revealed two groups. The first consisted of *D. undecimradiatus* and *D. microlepis*, and the second of *D. campbelli*, *D. polota* and *D. pulcher*. Cluster analysis showed similarly that *D. undecimradiatus* ranged with *D. microlepis* and *D. pulcher*. Eighty decamer random primers were amplified to investigate the genetic relationship among genus *Datnioides* using randomly amplified polymorphic DNA (RAPD). Only fourteen loci presented polymorphic information among five species of genus *Datnioides*. There were 398 total bands composed of 234 monomorphic (58.79%) and 164 polymorphic (41.21 %) bands. The highest polymorphic contents were presented in *D. polota* (53.57%), while the lowest polymorphic contents were found in *D. microlepis* (29.35%). The closest genetic distance of *D. undecimradiatus* and *D. pulcher* was 0.5376 followed by *D. microlepis* (0.6448), *D. campbelli* (0.7544) and *D. polota* (0.8424). The phylogenetic tree revealed the genetic relationship in three groups; 1) *D. undecimradiatus* and *D. pulcher*, 2) *D. campbelli* and *D. microlepis* and 3) *D. polota*. Specific bands on species and gender of *D. undecimradiatus* were extracted, amplified, and sequenced. The species and gender specific PCR products (724 and 374 base pairs) were developed and designed the specific primer composed of forward (5'-CGACTGAAGCTGAGAGCC-3') and reverse (5'-CTGAAGACGTGACAGT TTG-3') primer and forward (5'-GTCTTGCTGTGGGACTGC-3') and reverse (5'-CTGATTGTTCCGGATGTG-3) primer respectively. The DNA samples of *D. undecimradiatus* were amplified for species and gender identification. Only PCR products of *D. undecimradiatus* presented at the position of 200 base pairs while no product was found in the other species. Male species markers (230 and 350 base pairs) were found in 11 of 16 samples (68.75%). Further work may develop the specific marker to identify all male samples.



## บทคัดย่อ

- เรื่อง : การใช้ประโยชน์จากไซท์สกัดจากใบกะหล่ำปลีคัตทิ้ง สำหรับการเคลือบผิวหน้ามะนาว
- ผู้วิจัย : นิตยา ภูงาม
- ชื่อปริญญา : ปรัชญาดุษฐ์บัณฑิต
- สาขา : เทคโนโลยีการอาหาร
- อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรเวทย์ อุทโท
- อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ดร.ฤทธิรงค์ พฤษพิบูล
- คำสำคัญ : สารเคลือบผิว, ไซท์สกัดจากใบกะหล่ำปลีคัตทิ้ง, การแลกเปลี่ยนก๊าซและไอน้ำ, การเก็บรักษา, คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

การสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอื่นๆ เช่น ลักษณะปรากฏที่เหี่ยวยุบเป็นปัญหาสำคัญของการจัดการคุณภาพของผักและผลไม้สดภายหลังการเก็บเกี่ยว สารเคลือบผิวได้ถูกนำมาใช้เพื่อชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดังกล่าว งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาสารเคลือบผิวจากไซท์สกัดจากใบกะหล่ำปลีคัตทิ้ง ไซท์จากใบกะหล่ำปลีได้รับการสกัดด้วยวิธีการจุ่มในตัวทำละลายไดคลอโรมีเทน โดยไซท์สกัดได้มีสมบัติด้านทางเคมี-กายภาพจากการวัดค่าความเป็นกรด ค่าไอโอดีน และค่าซาปอนินฟิเคชัน ใกล้เคียงกับไซท์เชิงพาณิชย์อื่นๆ ไซท์สกัดจากใบกะหล่ำปลีมีแนวโน้มการเกิดกลิ่นเหม็นหืนช้า มีจุดหลอมเหลวกว้าง (49-58°C) และมีสมบัติเทอร์โมพลาสติก การวิจัยนี้ได้ทดสอบการเคลือบผิวหน้ามะนาวและกระเจี๊ยบเขียวด้วยสารเคลือบผิวดังกล่าว พบว่า สมบัติการยอมให้ก๊าซออกซิเจนและไอน้ำซึมผ่านผิวของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ไม่ผ่านการเคลือบผิว ไซท์ได้ถูกนำมาพัฒนาเป็นสารเคลือบผิวในรูปของสารละลายอิมัลชัน ประกอบด้วยสาร ไซท์สกัดจากใบกะหล่ำปลี ไตรเอทานอลเอมีน และน้ำกลั่น การวิจัยนี้ได้ศึกษาสมบัติบางประการของสารเคลือบผิวความเข้มข้น 10-50% (w/v) พบว่า ความเข้มข้นของสารเคลือบผิว 10-30% (w/v) มีความคงตัวของสารละลายอิมัลชันสูงสุด จึงนำสารละลายเหล่านี้มาทดสอบสมบัติของฟิล์มที่ขึ้นรูป ผลการศึกษาแสดงให้เห็นทราบว่า พบว่า ความหนา การดูดซับน้ำ อุณหภูมิหลอมเหลว ( $T_m$ ) และการต้านทานแรงดึงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น แต่ความสว่างของฟิล์มและการยึดตัวของฟิล์มมีค่าที่ลดลง ทั้งนี้สมบัติการยอมให้ไอน้ำและก๊าซออกซิเจนซึมผ่านฟิล์มมีค่าลดลงเมื่อความเข้มข้นของไซท์สกัดเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองดังกล่าว พบว่าสารละลายความเข้มข้น 10% (w/v) มีความเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นสารเคลือบผิวผักและผลไม้ นอกจากนี้การศึกษาผลของสารเคลือบผิวความเข้มข้น 10% (w/v) (CB-wax) ต่อคุณภาพของพริกหวานเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 21 วัน เปรียบเทียบกับพริกหวานที่เคลือบผิวด้วยสารละลายไคโตซาน (Chitosan) และไม่เคลือบ

ผิวหน้า (Control) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า พริกหวานที่เคลือบผิวหน้าด้วยทั้ง CB-wax และ Chitosan มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏภายนอกเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ผลิตผล Control เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนและเกิดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์หลังจากการเก็บรักษา 5 วัน การเคลือบผิวทั้งสองประเภทให้ผลต่อคุณภาพไม่แตกต่างกันและสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี-กายภาพ ประกอบด้วยความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ อัตราการหายใจ ความเข้มข้นของเอทานอลในเนื้อเยื่อ การสะสมก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเอทานอลในโพรงของพริกหวาน ทั้งนี้พริกหวานที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติเหล่านี้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะมีการสะสมเอทานอลในเนื้อเยื่อปริมาณที่สูงมาก ในภาพรวมการวิจัยนี้ได้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาสารเคลือบผิวผักและผลไม้จากไขสกัดไบกะหล่ำปลีคัดทิ้ง ซึ่งเป็นนวัตกรรมและองค์ความรู้ใหม่ สารเคลือบผิวนี้มีศักยภาพในการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลสดและสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับไบกะหล่ำปลีคัดทิ้งได้

## ABSTRACT

TITLE : UTILISATION OF EXTRACTED WAX FROM DISCARDED CABBAGE LEAVES  
FOR SURFACE COATING OF LIME

AUTHOR : NITTAYA PHUNGAM

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : AGRICULTURE

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

CO – ADVISOR : RITTIRONG PRUTHTIKUL, Ph.D.

KEYWORDS : COATING, WAX EXTRACTED FROM DISCARDED CABBAGE LEAVES, GAS  
AND WATER VAPOR EXCHANGE, STORAGE, POSTHARVEST QUALITY

Weight losses and other quality changes as appearance of wrinkles are important problems for postharvest quality management of fresh fruits and vegetables. Surface coating materials have been used to minimize such quality changes. This research aims to develop surface coating material using wax extracted from discarded cabbage leaves. Wax was extracted from cabbage leaves using dipping extractions of which dichloromethane solution was a solvent. Physical and chemical properties measured in terms of acid value, iodine value and saponification number of the wax extracted were similar to those of other commercial waxes. The wax extracted from the cabbage leaves was likely to slowly develop rancidity. It had a wide range of melting point (49-58°C) and had thermoplastic property. The research results highlight that both water and oxygen transmission rates of the fruits coated were significantly lower ( $p \leq 0.05$ ), compared to those of uncoated ones. The wax was later developed as surface coating emulsion comprising with wax extracted from the cabbage leaves, triethanolamine and distilled water. This research investigated certain properties of the emulsions of which concentrations tested were 10-50% (w/v). Experimental results showed that the emulsion concentrations of 10-30% (w/v) were highly stable. These emulsions thereafter were tested in forms of films fabricated. Experimental findings showed that thickness, water absorption, melting temperature ( $T_m$ ) and tensile strength became higher when emulsion concentrations were increased. However brightness and elongation of the films were decreased. Water vapour and oxygen transmission rate

properties of the films became decreased when the emulsion concentration were increased. Based upon such research findings, emulsion concentration of 10% (w/v) was considered suitable to further utilizations as surface coating material for fresh fruits and vegetables. The present research tested the surface coating material with fresh lime and okra. Furthermore the research was conducted to investigate effects of the surface coating material 10% (w/v) (CB-wax) on fresh bell pepper kept at 10°C for 21 days. These were compared to the peppers either which were coated with chitosan and uncoated (control). The experimental results showed that visual appearances of the bell pepper coated with CB-wax and Chitosan slightly changed but those of the control became noticeably changed as well as microbial growth were detected after 5 days. Both coating materials did not cause apparent differences on qualities of the bell peppers. These materials could delay changes in physico-chemical properties including firmness, total soluble solid (TSS), titratable acidity (TA), respiration rates, ethanol concentration in tissues, and internal oxygen and carbon dioxide concentrations measured in the bell pepper cavities. In contrast those of the non-coated became quickly changed, especially there were high levels of ethanol concentrations accumulated. Overall, the present research had achieved its success in developing surface coating material of which the wax was extracted from the cabbage leaves. This is considered innovation and importantly contributes new knowledge. The surface coating material has potentials in minimizing postharvest quality changes of fresh produce and can create value-added for the discarded cabbage leaves.