



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง

การพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลของลักษณะความ
ต้านทานโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora*
เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พริก

DEVELOPMENT OF MOLECULAR MARKERS ASSOCIATED
WITH RESISTANCE TO *PHYTOPHTHORA*
FOR PEPPER BREEDING

โดย

วิลาวรรณ ศิริพูนวิวัฒน์ จันทนา วิชรัตน์ เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี
ดวงนภา สุขะหุต เกศิณี แก้วมาลา ช่อทิพา สกูลสิงหาโรจน์
วรวรรณ ชาลีพรหม รัชนิยา บังเมฆ สุริย์วัลย์ เมฆกมล
แสงทอง พงษ์เจริญกิต



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลของลักษณะความต้านทานโรคเหี่ยว
เนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พริก

DEVELOPMENT OF MOLECULAR MARKERS ASSOCIATED WITH
RESISTANCE TO *PHYTOPHTHORA* FOR PEPPER BREEDING

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2551 - 2552

จำนวน 1,738,000 บาท

ผู้อำนวยการชุดโครงการ วิลาวรรณ ศิริพูนวิวัฒน์

ผู้ร่วมโครงการ

เกศินี แก้วมาลา	ช่อทิพา สกกุลสิงหาโรจน์
ฉันทนา วิชรัตน์	เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี
ดวงนภา สุขะหุต	วรวรรณ ชาลีพรหม
รัชนิยา บังเมฆ	สุรีย์วัลย์ เมฆกมล
แสงทอง พงษ์เจริญกิต	

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

30 ธ.ค. 2553

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่สนับสนุนงบประมาณในการทำการวิจัย และขอขอบคุณ Dr. L.M. Engel แห่ง AVRDC-GRSU (Asian Vegetable Research and Development Center – Genetic Resources and Seed Unit) และศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน (Tropical Vegetable Research Center : TVRC) ที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์พริกที่ต้านทานโรคจากเชื้อ *Phytophthora* ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตรที่สนับสนุนเมล็ดพันธุ์พริกสำหรับการทดสอบ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย กรมวิชาการเกษตร ภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และบริษัทเจียไต๋ จำกัด สำหรับตัวอย่างเชื้อรา *Phytophthora* เกษตรกรผู้ปลูกพริก ต.ป่าไผ่ อ.สันทราย และ ต.เหมืองแก้ว อ.แมริม ที่ให้ข้อมูลและตัวอย่างพริก ตลอดจนเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานฟาร์ม คุณเรือนแก้ว ประพฤติ และบุคลากรของสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่ช่วยเหลือและประสานงานทุกท่าน

คณะผู้วิจัย

สารบัญเรื่อง

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ข
บทคัดย่อ	1
Abstract	3
คำนำ	5
วัตถุประสงค์	7
การตรวจเอกสาร	8
อุปกรณ์และวิธีการ	15
ผลการทดลอง	21
อภิปรายผลการทดลอง	39
สรุปผลการทดลอง	42
เอกสารอ้างอิง	43

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. 8 ไอโซเลท บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อายุ 7 วัน	21
2	ลักษณะและอัตราส่วน ยาว:กว้าง ของ sporangium ของเชื้อ 7 ไอโซเลท	22
3	เปอร์เซ็นต์การเจริญของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสาร metalaxyl ที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 100 ppm	23
4	ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. จำนวน 4 ไอโซเลท กับพริก 7 สายพันธุ์ หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน	24
5	ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. จำนวน 5 ไอโซเลท กับพริก 9 สายพันธุ์ หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน	25
6	เปอร์เซ็นต์ความผันแปรทางพันธุกรรมของพริกในกลุ่มพันธุ์เดียวกัน	27
7	เปอร์เซ็นต์ต้นพริกที่เป็นโรคจากการปลูกเชื้อ <i>Phytophthora</i> จำนวน 7 ไอโซเลท	29
8	เปอร์เซ็นต์ต้นที่เป็นโรคจากการปลูกเชื้อเมื่อต้นกล้ามีอายุ 21 วัน และ 45 วัน	31
9	ไพรเมอร์ RAPD ที่แสดงความแตกต่างระหว่างพริกที่ต้านทานและไม่ต้านทาน <i>Phytophthora</i>	33
10	จำนวนไพรเมอร์และแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างในแต่ละประชากรคู่ผสม	34
11	ต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ของเกษตรกรผู้ปลูกพริก	36
12	ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนในการจัดการโรคและกำไร (ขาดทุน) สุทธิ	37
13	การประเมินผลตอบแทนในการลงทุนของเกษตรกรผู้ปลูกพริก	38
14	กระแสเงินสดรับ (จ่าย) สุทธิของเกษตรกรผู้ปลูกพริก	38

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ลักษณะต้นพริก 9 สายพันธุ์ ที่ได้รับเชื้อ ไชโชนาตา หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน	25
2	ลักษณะต้นพริกสายพันธุ์ต้านทานหลังจากการปลูกเชื้อ ไชโชนาตา หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน	26
3	กลุ่มพันธุกรรมของพริก 16 ตัวอย่าง	27
4	ลักษณะทรงต้น ใบ และผลของพริกลูกผสมรุ่นที่ 2	28
5	แถบดีเอ็นเอจากการทำปฏิกิริยาด้วยไพรเมอร์ s1475	32
6	พัฒนาการของละอองเกสรของดอกขนาดต่างๆของพริกสายพันธุ์ CA 365	34
7	ต้นพริกที่เกิดจากการชักนำอับละอองเกสร	35

การพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลของลักษณะความต้านทาน
โรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora*
เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พริก
DEVELOPMENT OF MOLECULAR MARKERS ASSOCIATED
WITH RESISTANCE TO *PHYTOPHTHORA*
FOR PEPPER BREEDING

วิลาวรรณ ศิริพูนวิวัฒน์¹

WILAWAN SIRIPOONWIWAT¹

ช่อทิพา สกุลสิงหาโรจน์³

CHOTIPA SAKULSINGHAROJ³

เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี²

CHALERMSRI NONTASWATSRI²

วรวรรณ ชาลีพรหม⁵

WORAWAN CHALEEPROM⁵

สุรีย์วัลย์ เมฆกมล⁵

SUREEWAN MEKKAMO⁵

เกศินี แก้วมาลา²

KESINEE KAEOMALA²

ฉันทนา วิชรรัตน์²

CHANTANA WICHARATANA²

ดวงนภา สุขะหุต⁴

DUANGNAPA SUKAHUTA⁴

รัชเนีย บังเมฆ⁴

RATCHANEEYA BANGMEK⁴

แสงทอง พงษ์เจริญกิต³

SAENGTONG PONGJAROENKIT³

¹ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

²ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

³ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

⁴ภาควิชาการเงินและการบัญชี คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

⁵ภาควิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

โรคเหี่ยวในพริกจากเชื้อ *Phytophthora* เป็นโรคที่สำคัญซึ่งเข้าทำลายและทำให้
สูญเสียผลผลิตพริกเป็นจำนวนมากในแต่ละปี การพัฒนาพันธุ์พริกที่ต้านทานต่อโรคนี้ส่วน
ใหญ่ได้พันธุ์กรรมความต้านทานจากพันธุ์ CM334 ('Criollo de Morelos 334') ซึ่งในชุด

โครงการนี้ได้รับความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์จาก AVRDC ประเทศไต้หวัน และ TVRDC เพื่อการพัฒนาพันธุ์พริกของประเทศไทยให้มีความต้านทานต่อเชื้อดังกล่าว การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Phytophthora capsici* ที่รวบรวมจากแหล่งปลูกพริกในประเทศไทย 8 ไอโซเลท พบว่า มีลักษณะแตกต่างกัน และเชื้อสาเหตุจำนวน 5 ไอโซเลทค่อนข้างต้านทานต่อสารเคมีสาร metalaxyl ที่ความเข้มข้น 100 ppm กลุ่มเชื้อราที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลายสูง ได้แก่ ไอโซเลทขุนวาง เชียงราย ตาก และแม่สอด ซึ่งสามารถใช้ยืนยันความต้านทานของพริกพันธุ์ CM334 และ Tit Paris (ต้านทานและค่อนข้างต้านทานตามลำดับ) โดยที่พริกพันธุ์อื่นๆ แสดงอาการไม่ต้านทานต่อเชื้อ เมื่อสำรวจความแตกต่างทางพันธุกรรมโดยใช้ RAPD primers จำนวน 80 หมายเลข สามารถจำแนกกลุ่มพันธุ์พริกที่ทดสอบได้เป็น 6 clusters โดยพันธุ์ CM334 มีความแตกต่างทางพันธุกรรมจากกลุ่มพริกพันธุ์ไทย และไพโรเมอร์ หมายเลข s1475₁₂₃₃ เพียงหมายเลขเดียวที่ปรากฏแถบดีเอ็นเอสำหรับพันธุ์ CM334 แต่ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอในพันธุ์ที่ไม่ต้านทานอื่นๆ นอกจากนี้ไพโรเมอร์หมายเลข s1459₁₂₅₆ ให้แถบดีเอ็นเอที่ใช้จำแนกพันธุ์ในกลุ่มต้านทาน 2 พันธุ์ได้ และสามารถนำข้อมูลความแตกต่างทางพันธุกรรมเหล่านี้มาประกอบการพิจารณาเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์พริกที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* สำหรับปลูกในประเทศไทยอย่างเป็นระบบต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประชากรลูกผสมระหว่างพันธุ์ CM334 และพันธุ์ไม่ต้านทาน DK และ พจ 5-3-1-1

เมื่อนำผลการศึกษาข้างต้นมาพิจารณาประกอบกับผลการศึกษากาเพาะเลี้ยงอับละอองเกสรของพริกที่พบว่า ระยะเวลาดอกระหว่าง 2.6 - 3.0 มม. เป็นระยะที่สามารถชักนำให้อับละอองเกสรของพริกพันธุ์ CA 365 เกิดเป็นแคลลัสสูงสุด (10 %) บนอาหารสูตร CP ที่เติม Kinetin 0.5 มก./ลิตร แต่ขนาดดอก 3.1- 4.0 มม. เป็นระยะที่ชักนำให้เกิดต้นได้เฉลี่ย 3% บนอาหารสูตร CP ที่เติม Kinetin 0.5 มก./ลิตร และ 2,4-D 0.5 มก./ลิตร ในขณะที่อาหารสูตร regeneration medium ที่ประกอบด้วย Kinetin 0.1 มก./ลิตร ช่วยให้เกิดเป็นต้นได้ และผลการศึกษาดันทุนและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของดันทุน ปริมาณ และกำไรที่พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกพริกที่สำรวจ 10 ราย มีอัตราผลตอบแทนที่แตกต่างกันตามดันทุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งดันทุนในการจัดการโรค ที่คิดเป็นสัดส่วนตั้งแต่ 8.63 – 30.98 % ของดันทุนโดยรวม และ 4.11 ถึง 33.16 % ของกำไรสุทธิ

การบูรณาการผลการทดลองข้างต้นชี้ให้เห็นถึงศักยภาพในการพัฒนาพันธุ์พริกที่มีความต้านทานโรคจากเชื้อ *Phytophthora* เพื่อส่งเสริมการผลิตพืชผลทางการเกษตรที่มี

ความปลอดภัยต่อผู้บริโภค สิ่งแวดล้อมและให้ผลตอบแทนที่ดีขึ้นสำหรับเกษตรกรอย่างยั่งยืน

Abstract

Phytophthora capsici is considered one of the damaging fungal diseases that causes major losses in pepper yield annually worldwide. Breeding programs for resistance to this disease usually based on resistance genes from a Mexican variety CM334 ('Criollo de Morelos 334'). Seeds of such a resistant variety were obtained from AVRDC-GRSU, Taiwan for the purpose of developing resistance genotype in pepper breeding lines in Thailand. The total of 11 *Phytophthora capsici* isolates were obtained from various sites in Thailand. Five isolates (Khunwung, Tak, Pongyaeng, MaeSod and Inthanon) were found to be moderately resistant to metalaxyl fungicide at the concentration of 100 ppm. Pathogenicity tests identified a group of fungal isolates (Chiangrai, Khun Wang, Mae Sod, and Tak) that severely caused *Phytophthora* wilt symptoms on pepper seedlings. These isolates were then used to confirm resistant phenotype of CM334 and Tit Paris, as highly and moderately resistance, respectively. Other varieties in this study were classified as susceptible. DNA polymorphism survey was carried out to gain information on genetic differences among pepper lines, with 80 RAPD primers. The dendrogram of the tested sample group classified 6 clusters which separated CM334 from susceptible Thai varieties. However, there was one RAPD primer, s1475₁₂₃₃ that differentiated CM334 from other 12 varieties investigated. In addition, s1459₁₂₅₆ showed a polymorphic band between groups of resistant and susceptible varieties. DNA patterns of all varieties identified could be useful in pepper breeding program, especially in developing improved cultivars from DK and PJ 5-3-1-1 for the purpose of systematic approach to manage *Phytophthora* resistant breeding lines in Thailand.

In addition, study on anther culture protocol indicated that anthers of 2.6-3.0 mm CA 365 flowers cultured on CP medium with 0.1 mg/l Kinetin and 0.5 mg/l 2,4-D initiated highest amount of calli at 10%. However, those of 3.1-4.0 mm. flowers produced highest embryos (3%) when cultured on CP medium containing 0.5 mg/l Kinetin and 0.5 mg/l 2,4 -D. To further the practicality of this project, study on cost and analyses of Cost – Volume - Profit relationships was conducted on 10 pepper farmers. The results revealed that pepper farmers currently gained positive return on investment which varied mainly to their variable cost. Of note was the cost on disease management that contributed to 8.63 – 30.98 % of total cost and affected 4.11 – 33.16 % of net profit.

Integrated results projected the possibility of developing *Phytophthora* resistant breeding lines that would promote sustainable pepper production that is safe for consumer environmental friendly with better return on investment for farmers.

Key words: Anther culture, CM334, Cluster analysis , Cost – Volume - Profit relationships, metalaxyl, *Phytophthora capsici*, pepper, Phytophthora wilt

คำนำ

พริกเป็นพืชที่มีความสำคัญทั้งในทางเศรษฐกิจและวิถีชีวิตของไทยที่สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ นอกจากเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในอาหารไทยแล้ว ผลพริกยังมีวิตามินซี วิตามินอี และสารเบต้าแคโรทีนในปริมาณสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Capsaicin และ Oleoresin ซึ่งมีสรรพคุณในทางเภสัชวิทยา (บริการสารสนเทศทางเภสัชกรรม, 2547) และอุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบัน ได้นำผลพริกมาสกัดเพื่อผลิตเป็นสารปรุงแต่งรสอาหาร และสีผสมอาหาร (กรมวิชาการเกษตร, 2547) ในประเทศไทยนิยมปลูกพริก 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม *Capsicum annum* เช่น พริกหวาน พริกหยวก พริกชี้ฟ้า และกลุ่ม *C. frutescens* ที่เป็นกลุ่มพริกชี้หนู เช่น พริกชี้หนูสวน และพริกชี้หนูใหญ่ (เอื้องฟ้า, 2543) ในแต่ละปีประเทศไทยสามารถผลิตพริกเพื่อส่งออกเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาท โดยในปี 2551 ประเทศไทยส่งออกทั้งในรูปผลพริกสด ซอสพริก และพริกแห้ง เป็นปริมาณรวม 24589.38 ตัน คิดเป็นมูลค่า 464.86 ล้านบาท และนำเข้า 2,595.91 ตัน เป็นมูลค่ารวม 187.35 ล้านบาท (ศูนย์วิจัยเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร, 2553) ซึ่งปริมาณการส่งออกที่ลดลงกว่าที่ผ่านมานี้เป็นผลมาจากผลผลิตตกต่ำและการนำเข้าพริกจากต่างประเทศ

โรคเหี่ยวในพริกที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora capsici* เป็นโรคที่สำคัญซึ่งเข้าทำลายและทำให้สูญเสียผลผลิตเป็นจำนวนมากในแต่ละปี การจัดการป้องกันและกำจัดโรคผลักดันให้เกษตรกรต้องใช้สารเคมีและแรงงานในการผลิตเพิ่มขึ้น เป็นผลเสียต่อสุขภาพสิ่งแวดล้อม และยังเพิ่มต้นทุนในการผลิต ทำให้ผลตอบแทนน้อยลง และยังส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับสารพิษตกค้างจากผลิตผล การปรับปรุงพันธุ์พริกให้ต้านทานต่อโรคนี้จึงเป็นวิธีหนึ่งในการจัดการโรคที่ยั่งยืน แต่ขั้นตอนที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์นั้น คือการคัดเลือกให้ได้ลักษณะที่ต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้โมเลกุลเครื่องหมายเพื่อช่วยการคัดเลือกในโครงการปรับปรุงพันธุ์อย่างเหมาะสม สามารถลดระยะเวลาในการคัดเลือก และเพิ่มความแม่นยำในการคัดเลือกได้เป็นอย่างมาก จึงมีการศึกษาเพื่อพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลกันอย่างแพร่หลาย สำหรับในพริก Quirin *et al.* (2005) ประสบความสำเร็จในการพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุล (SCAR marker) ของความต้านทานโรคที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora capsici* หากสามารถพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลสำหรับลักษณะต้านทานต่อโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* สำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์พริกที่ปลูกในประเทศไทย จะช่วยเพิ่ม

ประสิทธิผลในการพัฒนาพันธุ์พริกเพื่อให้ต้านทานต่อโรคนี้ได้อย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ควบคู่ไปกับการสร้างสายพันธุ์แท้ด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และเมื่อพัฒนาต่อไปเป็นเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่มีความจำเพาะ จะสามารถจดสิทธิบัตรเป็นทรัพย์สินทางปัญญาของประเทศไทย ซึ่งจะช่วยให้สามารถถ่ายทอดการใช้เทคโนโลยีนี้แก่นักปรับปรุงพันธุ์พืชในประเทศได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์พริกภายในประเทศไทยให้เป็นระบบอย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. พัฒนาสายพันธุ์พริกที่มีพันธุกรรมต้านทานโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora*
2. สืบหาเครื่องหมายโมเลกุล RAPD ที่สัมพันธ์กับลักษณะต้านทานโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora*
3. ชักนำให้เกิดต้นจากการเพาะเลี้ยงละอองเกสรและอับละอองเกสรด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
4. ศึกษาต้นทุนและกำไร (ขาดทุน) สุทธิของเกษตรกรผู้ปลูกพริก

การตรวจเอกสาร

พริก (Chilli หรือ Pepper; *Capsicum* spp.) เป็นพืชที่มีความสำคัญทั้งในทางเศรษฐกิจ เกษตวิทยา และอุตสาหกรรม ทางพฤกษศาสตร์จัดให้พริกอยู่ในวงศ์ Solanaceae สกุล *Capsicum* ซึ่งมาจาก Capas ในภาษาละตินที่หมายถึง ผักมีกระเปาะ พืชในสกุลนี้มีประมาณ 25 ชนิด (species) แต่ที่นิยมปลูกเพื่อการบริโภคมี 5 ชนิด (เฉลิมเกียรติ, 2547) จำแนกตามลักษณะประจำกลุ่ม ได้ดังนี้

1. *Capsicum annuum* L. (annuum มีความหมายว่า รายปี) เป็นพริกในกลุ่มที่นิยมปลูกทั่วไป สามารถผสมข้ามพันธุ์ได้ง่าย จึงมีหลากหลายสายพันธุ์ เช่น พันธุ์ Jalapeno พันธุ์พริกหวาน พริกชี้ฟ้า พริกหนุ่ม พริกชี้หนูใหญ่
2. *Capsicum frutescence* L. (frutescence มีความหมายว่า เป็นพุ่มเตี้ย) เป็นพริกในกลุ่มที่มีความเผ็ด นิยมใช้บริโภคกันแพร่หลาย เช่น พริกทาบาสโก และพริกชี้หนู
3. *Capsicum baccatum* L. (baccatum มีความหมายว่า ผลเป็นพวง) เป็นพริกในกลุ่มที่มีต้นกำเนิดในแถบประเทศเปรูและโบลิเวีย ปัจจุบันแพร่กระจายอยู่ทั่วทวีปอเมริกาใต้ เช่น พริก Aji
4. *Capsicum chinense* L. (chinense มีความหมายว่า มาจากประเทศจีน) เป็นพริกในกลุ่มที่มีต้นกำเนิดมาในแถบลุ่มแม่น้ำอเมซอน แล้วแพร่กระจายไปยังอเมริกาตอนกลางและตอนใต้ พริกที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักในกลุ่มนี้คือ พริกฮาบานโร
5. *Capsicum pubescens* R. & P. (pubescens มีความหมายว่า มีขน) เป็นพริกในกลุ่มที่มีต้นกำเนิดในบริเวณประเทศโบลิเวีย ปัจจุบันปลูกทั่วไปในทวีปอเมริกากลาง เช่น พริก Rocoto

พริกมีจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน $2n = 2x = 24$ บริเวณที่เป็นศูนย์กลางความหลากหลายทางพันธุกรรมของพริกคือ แถบประเทศเม็กซิโก จากนั้นจึงแพร่หลายออกไปยังประเทศต่างๆ ในเขตร้อนและกึ่งร้อน (Adetula and Olakojo, 2006) พริกเป็นไม้พุ่มล้มลุก เนื้ออ่อน มีดอกแบบสมบูรณ์เพศ สามารถผสมตัวเองได้ แต่มีโอกาสผสมข้ามถึง 9-36% จึงทำให้พริกมีลักษณะที่ผันแปรมาก ทั้งรูปร่าง ขนาด และความเผ็ด (กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม, 2542) สามารถจำแนกลักษณะการเจริญเติบโตของพริกได้เป็น 3 แบบ คือ แบบเลื้อย แบบตั้งต้น และแบบพุ่ม ในเชิงการค้านิยมปลูกพริกที่มีการเจริญเติบโตแบบตั้งต้นและแบบพุ่ม โดยลำต้นจะแตกออกเป็น 2 กิ่ง และเพิ่มจำนวนเป็น 4, 8, และ 16

ตามลำดับ (จำนอง, ม.ป.ป.) พริกเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงความสูงกว่า 2,000 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 21-24 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส อาจทำให้ชะงักการเจริญเติบโต ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพริกคือ ดินร่วนปนทราย pH ประมาณ 6 – 7 และมีการระบายน้ำดี ไม่ขังน้ำ (ทวีศักดิ์, 2542)

ในปี ค.ศ. 1922 Leonian (1922) รายงานการพบโรคไหม้เนื่องจากเชื้อรา *Phytophthora capsici* Leon. เป็นครั้งแรก เชื้อราชนิดนี้เป็นเชื้อโรคทางดิน ทำให้เกิดการเน่าของลำต้น รากและใบ และแสดงอาการไหม้ที่ยอดในพืชสกุล *Capsicum* (Ristaino and Johnston, 1999; Walker and Bosland, 1999) เชื้อ *Phytophthora capsici* มีพืชอาศัยหลายชนิด เช่น มะเขือเทศ มะเขือ แตงโม แตงกวาพืชตระกูลแตงชนิดอื่นๆ รวมถึงประเภทไม้ยืนต้น เช่น โกโก้และแมคคาเดเมีย (Black *et al.*, 1991; Ristaino and Johnston, 1999; Holms *et al.*, 2001) สามารถเข้าทำลายได้ทุกส่วนของพริกตั้งแต่ราก ลำต้น ใบ และผล ในทุกระยะการเจริญเติบโต โดยทำให้ตายได้ทั้งในระยะก่อนงอกและหลังงอกหากดินมีความชื้นสูงและอุณหภูมิประมาณ 20-30 องศาเซลเซียส (Erwin and Ribeiro, 1996) หากเชื้อนี้เข้าทำลายต้นกล้าพริก จะเกิดการเน่าคอดินที่โคนต้น มีลักษณะเป็นแผลข้ำน้ำ คล้ายโดนน้ำร้อนลวก ในระยะแรก ต่อมาต้นกล้าจะหักพับและแห้งตายพับติดดินภายในเวลา 5 วัน หากเชื้อเข้าทำลายในระยะที่ต้นพริกเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว จะแสดงอาการคล้ายโรคไหม้ที่บริเวณใบ กิ่ง และผล โดยเริ่มแสดงอาการที่โคนต้นระดับดินเป็นแผลยาวสีน้ำตาลเข้มหรือดำ (Collar rot) ต่อมาต้นพริกจะแสดงอาการเหี่ยวโดยที่ใบยังเขียวอยู่ จนทำให้กิ่งแห้งตายและหักพับในที่สุดเนื่องจากมักจะเริ่มแสดงอาการจากบริเวณกิ่งที่แยกจากต้น (ศุภลักษณ์, 2536) หากเข้าทำลายที่ใบ จะเริ่มแสดงอาการจุดจ้ำ แล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหดย่น สามารถสังเกตเห็นเส้นใยสีขาวของเชื้อราปกคลุมบริเวณที่เข้าทำลาย หากเชื้อเข้าทำลายที่ผลพริก จะเริ่มด้วยแผลจุดจ้ำ จากนั้นแผลจะยุบตัวลง มีเส้นใยสีขาวปกคลุม และยอดแห้งตาย (จันทนา, 2553) นอกจากนี้ เชื้อ *Phytophthora capsici* ยังสามารถถ่ายทอดสู่พริกรุ่นต่อไปทางเมล็ดได้ โดยสามารถมีชีวิตรอดอยู่ในดินและซากพืชอาศัยได้เป็นเวลานานหลายเดือน (Black *et al.*, 1991; Oelke *et al.*, 2003) และพบระบาดหลังจากที่มีฝนตกหนัก หรือสภาพปลูกพื้นที่ปลูกมีความชื้นสูง เนื่องจากการให้น้ำมากเกินไปในพื้นที่ที่มีการระบายน้ำไม่ดี หรือให้ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป (Black *et al.*, 1991)

โรคไหม้เนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* ทำความเสียหายกับแหล่งปลูกพริกทั่วโลกทั้งในสภาพแปลงและสภาพโรงเรือน แต่มักพบในเขตอบอุ่นมากกว่าเขตร้อน (ศุภลักษณ์, 2536) โดยมีความเสียหายตั้งแต่ 10 – 80 % ขึ้นกับสภาพแวดล้อม วิธีการปลูก การดูแลรักษา การให้น้ำ และพันธุ์พริก (Rista *et al.*, 1995) สำหรับประเทศไทยมีรายงานการพบโรคลำต้นไหม้ระบาดในแปลงปลูกพริกที่จังหวัดเชียงใหม่ เพชรบูรณ์ เชียงราย และสกลนคร (ศรีสุข, 2548) หากเกษตรกรพบการเข้าทำลายของ เชื้อ *Phytophthora capsici* ในแปลงปลูกพริก จะดำเนินการกำจัดต้นที่แสดงอาการโรคออกจากแปลง และป้องกันการระบาดด้วยการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราในกลุ่ม phenylamine แม้ในบางครั้งจะไม่สามารถควบคุมโรคได้ ยิ่งไปกว่านั้น หากมีการใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานจะสามารถทำให้เชื้อราเกิดการต้านทานต่อสารเคมีหรือดื้อยา สำหรับการควบคุมโรคโดยชีววิธียังไม่ค่อยประสบผลสำเร็จนักในปัจจุบัน (Miller *et al.*, 2002) ดังนั้น ทางเลือกที่เป็นไปได้ในการจัดการอย่างยั่งยืนจึงเป็นการใช้พันธุ์ต้านทาน เช่น พันธุ์ USDA PI201234 USDA PI201232 Serrano Criollo de Morelos-331 (SCM 331) และ SCM 334 โดยพันธุ์ SCM 331 และ SCM 334 มีระดับความต้านทานต่อเชื้อรา *P. capsici* สูงกว่า 2 พันธุ์แรก (Black and Berk, 1998; Gil *et al.*, 1992; Gil *et al.*, 1995; Palloix *et al.*, 1988)

การรวบรวมพันธุ์ที่มีความหลากหลายในลักษณะการแสดงออก โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะทางการเกษตรที่ตลาดต้องการ และความต้านทานต่อโรคและแมลงที่เป็นปัญหาในการผลิตพืชชนิดนั้นเป็นขั้นตอนแรกของแผนงานปรับปรุงพันธุ์ การประเมินลักษณะที่ต้องการได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีผลกระทบต่อความสำเร็จของแผนงานที่จะดำเนินต่อไปด้วยผสมข้ามระหว่างพันธุ์เพื่อสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 จากนั้นจึงเริ่มการถ่ายทอดยีนต้านทานโรคให้แก่พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าด้วยวิธีการปรับปรุงประชากร ซึ่งการผสมกลับไปหาพันธุ์ที่มีลักษณะการเกษตรที่ดี (Poehlman and Sleper, 1994) อย่างไรก็ตาม มีปัจจัยแวดล้อมหลายประการที่ส่งผลกระทบต่อการปรับปรุงลักษณะต้านทานต่อโรค ได้แก่ เชื้อสาเหตุ สายพันธุ์พืช และ แมลงพาหะในบางกรณี การประเมินลักษณะต้านทานโรคอย่างถูกต้องจะช่วยให้ นักปรับปรุงพันธุ์สามารถถ่ายทอดยีนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังสามารถยืนยันหลักที่มีผลต่อความต้านทานเพื่อให้เกิดเสถียรภาพในการแสดงออก ดังที่มีการศึกษาเพื่อพัฒนาพันธุ์ต้านทานโรคในพืชหลายชนิด เช่น โรคไหม้และโรคขอบใบแห้งในข้าว (Hittalmani *et al.*, 1999) โรคไวรัส TuMV (Walsh and Jenner, 2002) การสร้างพริกจำลองพันธุ์ที่ต้านทานไวรัส CVbMV (พิสสุวรรณ, 2543) สำหรับการ

ประเมินโรคเหี่ยวจากเชื้อ *Phytophthora* นั้น สามารถทำได้ทั้งในโรงเรือนปลูกพืชและในแปลงทดลอง ด้วยการแยกเชื้อสาเหตุแล้วปลูกเชื้อ (inoculate) ให้แก่ต้นพืช และ/หรือ ปลูกในสภาพที่มีการระบาดของโรคตามธรรมชาติ จากนั้นจึงประเมินการเกิดโรคเหี่ยว (Mitchell and Rayside, 1986; Thabius *et al.*, 2004; Roberts *et al.*, 2006)

ในการปรับปรุงพันธุ์พริกที่มีความต้านทานต่อเชื้อรา *Phytophthora capsici* นั้น มีปัจจัยหลายประการที่ต้องพิจารณา โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะทาง physiological race ซึ่ง Oelke *et al.* (2003) ได้จำแนก race ของโรคเน่าจากเชื้อ *Phytophthora* ในพริกได้ 9 races และของโรคใบไหม้ไว้ 4 races อย่างไรก็ตาม ได้มีความพยายามในการพัฒนาพริกพันธุ์ต้านทานเชื้อรา *Phytophthora capsici* อย่างต่อเนื่อง มณีจันทร์ (2546) ใช้วิธีการผสมแบบครบวงจร recurrent selection และการผสมกลับ เพื่อคัดเลือกให้ได้พันธุ์ต้านทาน Sy *et al.* (2008) พัฒนาพริกสายพันธุ์ต้านทานจากการผสมระหว่าง Criollo de Morelos-334 และพริกสายพันธุ์อ่อนแอ (Early Jalopeno) เพื่อสร้าง recombinant inbred lines และทดสอบกับเชื้อรา *Phytophthora capsici* 17 ไอโซเลต 13 races เพื่อศึกษาลักษณะพันธุกรรมที่ต้านทานต่อโรครากเน่าจากเชื้อรา *Phytophthora*

ในปัจจุบัน นักปรับปรุงพันธุ์พืชมีเครื่องมือที่สามารถเลือกใช้ได้อย่างหลากหลาย นับตั้งแต่มีการค้นพบเกี่ยวกับเครื่องหมายในระดับโมเลกุล นักวิจัยได้นำหลักการนี้มาช่วยพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์พืชตั้งแต่ปี 1980 โดยการศึกษาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่สัมพันธ์ (linked) กับยีนต้านทานโรคหลายชนิด เครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่สัมพันธ์อย่างใกล้ชิด (tightly linked) กับยีนต้านทานโรค จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของแผนงานการปรับปรุงพันธุ์พืชให้ต้านทานโรค โดยเป็นเครื่องมือให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถคัดเลือกลูกแต่ละชั่วอายุอย่างแม่นยำและรวดเร็วขึ้น เนื่องจากไม่ต้องรอทดสอบการแสดงออกของลักษณะการต้านทานโรค และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาไปสู่การโคลนยีนและเสริมสร้างความเข้าใจพื้นฐานทางชีววิทยาโมเลกุลของการต้านทานโรค ในปัจจุบันมีการค้นพบยีนมากกว่า 40 ยีน รวมทั้งยีนเดี่ยว (single gene) และ QTL (quantitative trait loci) ที่เกี่ยวข้องกับการต้านทานโรคสำคัญในมะเขือเทศ ที่ทราบตำแหน่ง (mapped) บนแผนที่โมเลกุล (molecular map) (Grube *et al.*, 2000) การทราบ แผนที่โมเลกุลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการระบุตำแหน่งของยีนและ QTL ที่เกี่ยวข้องกับการต้านทานโรค และจะเป็นประโยชน์ในการใช้คัดเลือกพันธุ์โดยใช้เครื่องหมายในระดับโมเลกุล (marker-assisted selection) Tanksley *et al.* (1988) ได้สร้างแผนที่ยีนในพริก *Capsicum* ขึ้นครั้งแรกโดยใช้

RFLPs และงานวิจัยต่อๆ มาส่วนใหญ่ใช้ RFLP probes ที่ได้จากมะเขือเทศและมันฝรั่งในการสร้างแผนที่ยีน (Lefebvre *et al.*, 1995 และ 1997; Livingstone *et al.*, 1999; Prince *et al.*, 1993) หลังจากนั้น ได้มีการพัฒนาการทำแผนที่ยีนอย่างละเอียดและใช้เทคนิคที่ก้าวหน้าขึ้นโดยใช้ cDNA และ genomic clones ที่ได้มาจากพริก (Kang *et al.*, 2001; Nahm, 2001) ประชากรที่ใช้ทำแผนที่ยีนในพริก *Capsicum* ที่ใช้กันมากได้แก่ interspecific F_2 จากการผสมระหว่าง *C. annuum* กับ *C. chinense* (Kang *et al.*, 2001; Nahm, 2001; Prince *et al.*, 1993) หรือ intraspecific backcross population และ doubled haploid progeny (Lefebvre *et al.*, 1995 และ 1997) ปัจจุบันพบว่า ลักษณะสำคัญทางการเกษตรหลายลักษณะ เช่น ความเผ็ด ความต้านทานต่อโรค มีความเกี่ยวข้องกับ linkage groups ที่จำเพาะ

เครื่องหมายในระดับโมเลกุลชนิด RAPD ได้รับการนำมาประยุกต์ใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์พืชอย่างแพร่หลาย เนื่องจากความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน ใช้ปริมาณตัวอย่างดีเอ็นเอน้อย และต้องการข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับจีโนมน้อยกว่า PCR based markers ประเภทอื่นๆ แต่อาจมีข้อจำกัดในเรื่องการทำซ้ำ (reproducibility) ที่คงเป็นประเด็นถกเถียงกันอยู่ แม้ว่าในปัจจุบันนี้จะมีผู้รายงานการทำซ้ำได้ทั้งในพืชและสัตว์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ก็ตาม (Nelson *et al.*, 1993; Fowler *et al.*, 1998; Rutledge *et al.*, 2000; Jun *et al.*, 2002) อย่างไรก็ตาม หลังจากตรวจสอบเครื่องหมายในระดับโมเลกุล RAPD ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการคัดเลือกต้นพืชที่มีลักษณะตามต้องการแล้ว สามารถแยกชิ้นดีเอ็นเอที่จำเพาะต่อสายพันธุ์เนื่องจากในแถบดีเอ็นเอจำนวนมากที่ได้ จะมีแถบดีเอ็นเอที่พบเฉพาะสายพันธุ์นั้นๆ ซึ่งสามารถนำวิเคราะห์ลำดับเบส และนำลำดับเบสที่ได้ไปใช้ในการออกแบบไพรเมอร์ใหม่ที่จำเพาะต่อแถบดีเอ็นเอที่เรียกว่า SCAR หรือ Sequence characterized amplified region primer ดังนั้น จึงสามารถพัฒนา RAPD marker ให้เป็น SCAR marker ที่มีความจำเพาะสูงและสามารถทำซ้ำได้ดี ซึ่งมีผู้รายงานความสำเร็จในพืชหลายชนิด เช่น การศึกษา DNA marker ต่อความต้านทาน blue mold (*Peronospora tabacina*) ในยาสูบ (Milla *et al.*, 2005) การศึกษา DNA marker เพื่อใช้คัดเลือกถั่วและหน่อไม้ ที่ต้านทานโรค bean rust (Park *et al.*, 2004; Das *et al.*, 2005) สำหรับการศึกษความต้านทานต่อเชื้อ *Phytophthora* ในพริก ได้มีนักวิจัยทำการศึกษาเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ (Otega *et al.*, 1991) โดยประยุกต์ใช้เครื่องหมายในระดับโมเลกุลหลากหลายชนิดอย่างกว้างขวาง (Minayama *et al.*, 2005; Ogundiwin *et al.*, 2005; Minayama *et al.*, 2006) และ Quirin

et al. (2005) ได้รายงานการพัฒนา SCAR primers จากเครื่องหมายในระดับโมเลกุล RAPD ที่พบว่ามีความสัมพันธ์กับลักษณะด้านทานโรค เพื่อใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการคัดเลือกพันธุ์พริกที่แสดงความต้านทานเชื้อ *Phytophthora capsici*

เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเครื่องมือในการปรับปรุงพันธุ์ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบันเช่นกัน โดยเฉพาะการเพาะเลี้ยงอับละอองเกสรและละอองเกสรเพื่อสร้างสายพันธุ์แท้ แต่ความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงยังมีความแตกต่างกันในแต่ละการทดลอง เนื่องจากมีหลายปัจจัยที่ต้องพิจารณา แม้งานวิจัยที่ผ่านมาแนะนำให้ใช้ ละอองเกสรในระยะ uninucleate และระยะที่มีการแบ่งตัวแบบ Mitosis ครั้งแรก ในการชักนำให้เกิดขึ้น (Ciner and Tipirdmaz, 2002 และ Morrison *et al.*, 1986) แต่พบรายงานว่า อับละอองเกสรที่มีละอองเกสรอยู่ในระยะ early binucleate เหมาะสมสำหรับการชักนำให้เกิดขึ้นพริกเช่นกัน (Kim, 2004) นอกจากนี้ ยังพบความหลากหลายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงอับละอองเกสรพริก ดังที่ Hwang *et al.* (1998) รายงานว่า การให้อุณหภูมิสูง 35 °C นาน 8 วัน ในสภาพมืดก่อนเพาะเลี้ยงอับละอองเกสร ช่วยชักนำให้เกิดขึ้นได้ดีกว่าการเพาะที่อุณหภูมิ 4 °C ในขณะที่ Kristiansen and Anderson (1993) ประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงอับละอองเกสรพริกที่ยังมีอายุน้อยและปลูกในอุณหภูมิ 26.5 องศาเซลเซียส โดยความยาวช่วงแสงไม่มีผลต่อการเกิดขึ้น ส่วน Mityko and Fari (1997) พบว่า การเพาะเลี้ยงละอองเกสรด้วยอาหารสูตร NLN ที่มี NAA 0.5 มก./ลิตร BA 0.5 มก./ลิตร และน้ำตาล saccharose 2 % ทำให้ละอองเกสรแบ่งตัวสูงสุด นอกจากนี้ มีรายงานว่า อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุกรรมและอุณหภูมิมีผลต่อความสำเร็จในการชักนำให้เกิดขึ้นของพริก (Ltifi and Wenzel, 1994) โดยอาหารเหลวหรือกึ่งเหลวและอาหารสูตร C และ MS ที่ประกอบด้วย auxin ในอัตราความเข้มข้นที่ต่ำกว่า cytokinin มีส่วนช่วยในการชักนำให้เกิดขึ้นเป็นต้น (Dolcet *et al.*, 1997; Irikova, 2004) ในบางกรณี การเติม silver nitrate 15 มก./ลิตร ช่วยให้อัตราการชักนำให้เกิดขึ้นต้นสูงถึง 45.7 % (Buyukakaca, 2004)

การปรับปรุงพันธุ์อย่างเป็นระบบเพื่อพัฒนาระบบพริกที่ปลอดภัยต่อเกษตรกรผู้ผลิต สิ่งแวดล้อม และผู้บริโภค อย่างยั่งยืน จำเป็นต้องพิจารณาผลตอบแทนทางด้านการเงินไปพร้อมๆ กับการวางแผนการดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์ การศึกษาระบบการผลิต สภาพการผลิต และผลผลิตของพริกพันธุ์การค้าในประเทศไทย แสดงให้เห็นปัญหาหลักๆ ของเกษตรกรผู้ปลูกพริก ทั้งปัญหาในด้านการผลิต ได้แก่ ขาดเมล็ดพันธุ์คุณภาพดี โรคและ

แมลงระบาด ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ มีน้ำไม่เพียงพอ ปัจจัยการผลิตมีราคาสูง การกลายพันธุ์ และผลผลิตมีคุณภาพไม่ตรงตามความต้องการของตลาด และปัญหาด้านการเงิน ได้แก่ การขาดเงินลงทุน ขาดแรงงาน และราคาผลผลิตตกต่ำ (สำพรต, 2545; เพ็ญพิศ, 2547; ทิพจันทร์, 2547; สมจิตร, 2547) การวิเคราะห์ตัวเลขต้นทุน จุดคุ้มทุน และผลตอบแทนจากการลงทุนจากการเพาะปลูก เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ข้อมูลสำหรับวางแผนและตัดสินใจในการเพาะปลูกของเกษตรกร โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ ต้นทุน ปริมาณ และกำไร จะช่วยให้สามารถคำนวณจุดคุ้มทุน และการวางแผนทางการเงิน นอกจากนี้ การวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุน จะเปิดโอกาสให้มีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยน สัดส่วนระหว่างต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่เพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถปรับการผลิตให้ สอดคล้องกับสภาพตลาดได้อย่างเหมาะสมมากขึ้น (ดวงมณี และคณะ, 2545)

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Phytophthora* sp.

บันทึกลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่ได้จากการใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มม. เจาะที่ปลายเส้นใยของเชื้อราอายุ 7 วัน มาเลี้ยงบนอาหาร CA และอาหาร PDA บ่มเชื้อไว้ในที่อุณหภูมิห้อง ในที่มืดเป็นเวลา 7 วัน และศึกษาลักษณะ sporangium โดยชุดเชื้อราที่เลี้ยงภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ เป็นเวลา 7 วัน (เพื่อกระตุ้นให้เชื้อราสร้าง sporangia) บนผิวน้ำอาหาร PDA มาวางบนสไลด์แก้วที่หยดสีย้อม acid fuchsin ปิดด้วย cover slip และศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ วัดความกว้าง (breadth) และความยาว (length) ของ sporangium (100 sporangia ต่อไอโซเลท) ด้วย micrometer

การประเมินความสามารถในการต้านทานสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl

ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มม. เจาะปลายเส้นใยของเชื้อราที่มีอายุ 7 วัน มาเลี้ยงบนอาหาร V-8 juice agar ที่เติมสาร metalaxyl 25% WP ที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 100 ppm ตามวิธีการของ Wang (2008) บ่มเชื้อในที่อุณหภูมิห้อง ในที่มืดเป็นเวลา 4 วัน สังเกตการเจริญ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีแล้วเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์การเจริญ (Percent Growth; PG) ดังรายละเอียดใน Wang (2008)

การประเมินความต้านทานต่อเชื้อรา *Phytophthora* sp. ของพริกพันธุ์ต่างๆ

ทดสอบพริกในกลุ่มที่เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอ ได้แก่ พจ 0054, พจ 007, พจ 2-2-1-1, พจ 5-3-1-1, พจ 16-1-1-1, พจ 18-1-1-1, C 490048, C 490049, C 490075, พจ 0054-1 พจ 0054-2, พจ 007-1, พจ 007-2, พจ 5-3-1-1-3, พจ 18-1-1-1, พจ 18-1-1-3, พจ 0077-1 พจ 0077-2, พจ 5-3-1-1-1, พจ 18-1-1-1-2, พจ 18-1-1-1-3, พจ 18-1-1-1-4 และกลุ่มพันธุ์ต้านทาน ได้แก่ CM 334-2, CM 334-3, CM 334-4, Tit Paris1, Tit Paris 2, Tit Paris 3, Tit Paris 4, Tit Paris 5, Tit Paris 6 โดยนำ zoospore suspension ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่ความเข้มข้น 10^4 zoospore/มล. ปลูกเชื้อให้กับต้นกล้าพริกอายุ 1 เดือน ในสภาพหลุม โดยใช้ syringe หยดลงบริเวณโคนต้นกล้าพริก ต้นละ 5 มล. หลังจากนั้นบันทึกผลทุก 2 วัน โดยให้คะแนนความรุนแรงของโรคเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ 0 = ไม่แสดงอาการ

ระดับ 1 = ลำต้นมีแผล necrosis 1-10 % บริเวณที่ต่ำกว่า cotyledon
หรือเริ่มเหี่ยว

ระดับ 2 = ลำต้นมีแผล necrosis 11-50 % บริเวณที่ต่ำกว่า cotyledon
หรือเหี่ยว

ระดับ 3 = ลำต้นมีแผล necrosis 51-100 % บริเวณที่ต่ำกว่า cotyledon
หรือใบร่วง

ระดับ 4 = ลำต้นมีแผล necrosis เหนือบริเวณ cotyledon หรือพืชตาย

การประเมินลักษณะทางฟีโนไทป์ด้านความรุนแรงของการเกิดโรค (Pathotype identification)

การตรวจสอบ Pathotype โดยใช้พันธุ์พืชตรวจสอบ (differential cutivars) จำนวน 4 พันธุ์ (ได้รับเมล็ดจาก Asian Vegetable Research & Development Center (AVRDC) ประเทศไต้หวัน) ได้แก่ PI 201234, PBC 137, PBC 602, และ Early Cal Wonder (EC) ด้วยการใช้ต้นกล้าพริกอายุประมาณ 1 เดือน มาปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. 7 ไอโซเลท โดยใช้ zoospore suspension ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่ความเข้มข้น 10^4 zoospore/มล. หยดบริเวณโคนต้น ต้นละ 5 มล. หลังจากนั้น บันทึกผลทุก 2 วัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูล Pathotype identification ของ AVRDC

การสร้างประชากรพริกลูกผสม

ปลูกพริกที่นำมาศึกษา รวมทั้งพันธุ์เดี่ยวไว้ เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผสมตัวเอง จากนั้นเพาะเมล็ดพันธุ์พริกที่ได้จากการผสมตัวเองเพื่อผสมข้ามในฤดูปลูกที่สอง และผสมเกสรข้ามกลุ่มระหว่างพริกในกลุ่มพันธุ์ต้านทานและไม่ต้านทาน โดยการขลิบก้านดอกและถอดเกสรตัวผู้ของพริกในกลุ่มหนึ่งในตอนเย็น แล้วนำเกสรตัวผู้ของพันธุ์พริกในอีกกลุ่มหนึ่งไปเคาะใส่ในตอนเช้าของวันถัดไป ครอบดอกที่ผสมแล้วด้วย glassine bag ติดป้ายแสดงรายละเอียดของกลุ่มผสม ปลูกลูกผสมรุ่นที่ 1 และควบคุมให้ผสมตัวเองเพื่อสร้างประชากรลูกผสมรุ่นที่ 2 จากนั้นปลูกลูกผสมรุ่นที่ 2 เพื่อสร้างประชากรลูกผสมรุ่นที่ 3

การประเมินลักษณะทางพันธุกรรมและศึกษาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่สัมพันธ์กับลักษณะต้านทานต่อโรคเหี่ยวจากเชื้อ *Phytophthora*

เก็บตัวอย่างใบพริก 13 สายพันธุ์ (เด็ดยโก, พจ 007, พจ 0054, พจ 0077-1, พจ 2-2-1-1, พจ 5-3-1-1, พจ 16-1-1-1, พจ 18-1-1-1, C 490049, C 490075, CM334, Early Cal Wonder, และ Tit Paris) นำมาสกัดดีเอ็นเอด้วยวิธีการที่ดัดแปลงจาก วิลาวรรณ และคณะ (2549) ดังรายละเอียดในภาคผนวก นำดีเอ็นเอที่ได้มาทำปฏิกิริยาพีซีอาร์กับไพรเมอร์ RAPD (Biobasic Inc.) จำนวน 80 หมายเลข ได้แก่ s1021-s1040, s1201-s1240, s14411-1480 ในส่วนผสมที่ประกอบด้วย

10x PCR buffer	ปริมาตร 2.50 ไมโครลิตร
50 mM MgCl ₂	ปริมาตร 1.90 ไมโครลิตร
dNTPs (100 µm)	ปริมาตร 0.25 ไมโครลิตร
RAPD primer (10 µm)	ปริมาตร 1.00 ไมโครลิตร
iTaq DNA polymerase	ปริมาตร 0.15 ไมโครลิตร
DNA Template	ปริมาตร 5.00 ไมโครลิตร
น้ำกลั่นบริสุทธิ์	ปริมาตร 14.20 ไมโครลิตร

กำหนดสภาวะการทำปฏิกิริยาตามวิธีการที่ดัดแปลงจากวิลาวรรณและคณะ (2549) ดังต่อไปนี้

- Initial Denaturation อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที
- กำหนดรอบการทำปฏิกิริยา 40 รอบ ประกอบด้วย

Denaturation	อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที
Annealing	อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที
Extension	อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที
- Final Extension อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

นำส่วนผสมของดีเอ็นเอที่ผ่านการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์แล้วไปแยกแถบดีเอ็นเอด้วยไฟฟ้า (electrophoresis) ในแผ่นเจลอะกาโรส 1.0 % ย้อมสีแถบดีเอ็นเอด้วย ethidiumbromide แล้วประเมินความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอในกลุ่มตัวอย่างโดยให้การให้คะแนน 0 และ 1 (0 คือ ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ ในขณะที่ 1 คือ ปรากฏแถบดีเอ็นเอ)

การศึกษาพัฒนาการของดอกและละอองเกสร

เก็บดอกพริก 4 สายพันธุ์ (CA 155, CA 365, CA758, และ CA 1304) พร้อมกัน โดยจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มตามระยะการพัฒนาของดอกพริก ได้แก่ ดอกขนาด 1.5-2.0, 2.1-2.5, และ 2.6-3.0 มม. ตามลำดับ ย้อมด้วยสีละอองเกสรด้วย acetone carmine และตรวจสอบระยะการเจริญของ microspore ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

การเพาะเลี้ยงอับละอองเกสร

ตัดกลีบเลี้ยงและก้านดอกออก จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อบริเวณพื้นผิวในสารละลาย Clorox 20 % ที่เติม tween-20 2-3 หยด ฟอกทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นที่หนึ่ง ฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที หลังจากนั้นใช้ปากคีบที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วคีบเอาดอกมาวางบนกระดาษที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วในจานแก้ว ชับน้ำที่ติดอยู่ที่ผิว ใช้มีดผ่าตัดและปากคีบแยกเอากลีบดอกและก้านชูอับละอองเกสรที่ไม่ต้องการออก นำเฉพาะอับละอองเกสรของดอกทั้ง 3 ขนาด จำนวน 500 อับละอองเกสร มาเพาะเลี้ยงบนอาหาร 6 สูตร

1. CP + 0.1mg/l Kinetin + 0.1 mg/l 2-4-D
2. CP + 0.1mg/l Kinetin + 0.5 mg/l 2-4-D
3. CP + 0.5mg/l Kinetin + 0.1 mg/l 2-4-D
4. CP + 0.5mg/l Kinetin + 0.5 mg/l 2-4-D
5. NLN + KI 0.83 mg/l
6. MS+ 4 mg/l NAA+ 1 mg/l BA +0.25% a.c.
7. NN + 2% maltose +0.5% a.c.
8. CP + 5% silver nitrate +0.5 % activated charcoal

บ่มเพาะที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในสภาพมืดเป็นเวลา 10 วัน จากนั้นย้ายจานเพาะเลี้ยงมาอยู่ในสภาพที่มีแสงความเข้ม 3,000 lux และอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ย้ายอับละอองเกสรไปเลี้ยงบนอาหารสูตร IMR เพื่อทำการชักนำให้เกิดยอด บันทึกเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสและยอดของอับละอองเกสรพริก แปลงข้อมูลด้วย $\sqrt{x+1}$ และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized design (CRD)

การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนของเกษตรกรผู้ปลูกพริกในจังหวัดเชียงใหม่

เลือกตัวอย่างจากเกษตรกรผู้ปลูกพริกที่มีพื้นที่เพาะปลูกพริกระหว่าง 1 – 7 ไร่ แบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 10 ราย โดยอาศัยข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพการเพาะปลูกและสภาพทางเศรษฐกิจ ใช้เครื่องมือในการศึกษา ดังนี้

1. แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการสัมภาษณ์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไปจากเกษตรกรตัวอย่างในเรื่องการผลิต ต้นทุนการผลิต สภาพทางเศรษฐกิจ ผลผลิตและรายได้ที่รับจากการผลิต การจัดหาและจัดสรรเงินทุน
 2. แบบฟอร์มตารางสำหรับการบันทึกข้อมูลต้นทุนประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละงวดการปลูก และแยกหมวดหมู่ของรายการต้นทุน
 3. แบบฟอร์มตารางสำหรับการบันทึกข้อมูลการใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการจ่ายชำระคืนเงินทุน ในแต่ละงวดการปลูก
- ดำเนินการวิจัยโดยมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้
1. ศึกษาวิจัยเชิงสำรวจ สำรวจเชิงคุณภาพและตรวจเอกสาร เช่น แบบสำรวจข้อมูลการผลิตพืช โครงการสำรวจข้อมูลการผลิตพืชรายครัวเรือน ปี 2552 จังหวัดเชียงใหม่ บริเวณตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทราย รวมทั้งรายงานการวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเลือกตัวอย่างที่เหมาะสม และสำรวจภาคสนามโดยใช้การสังเกตเพื่อจัดแบ่งประเภทต้นทุนการผลิตที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของเกษตรกรผู้ปลูกพริกหนุ่มชาว
 2. ศึกษาวิจัยเชิงพรรณนา สร้างแบบสอบถามสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาระบวนการผลิต ประเภทของต้นทุนและโครงสร้างต้นทุน การวางแผนการจัดหาและจัดสรรเงินทุนของเกษตรกรผู้ปลูกพริกหนุ่มชาว
 3. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ วิเคราะห์ทางบัญชีโดยใช้แนวคิดการวิเคราะห์ต้นทุน-ปริมาณ-กำไร (CVP analysis) และวิเคราะห์ทางการเงินด้วยการวิเคราะห์งบประมาณจ่ายลงทุน (Capital budgeting) และการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางการเกษตรโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองด้วยวิธี LSD และ HSD วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและไอโซเลทที่ปลูกเชื้อทดสอบด้วย Regression analysis และจัดกลุ่มทางพันธุกรรมของแบคทีเรีย (Cluster analysis) โดยใช้โปรแกรม SPSS 18.0 (SPSS Inc., 2009)

ผลการทดลอง

ลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Phytophthora* sp.

ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora* sp. จำนวน 8 ไอโซเลท บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีรูปแบบของโคโลนี (culture pattern) เป็นแฉกคล้ายรูปดอกกุหลาบ (rosette pattern) ที่มีความชัดเจนแตกต่างกันในแต่ละไอโซเลท (ตาราง 1)

ตาราง 1 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora* sp. 8 ไอโซเลท บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อายุ 7 วัน

ไอโซเลท	ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA	
	รูปแบบ rosette pattern	ความฟู
ขุนวาง	ชัดเจนมาก	ค่อนข้างฟู
เชียงราย	ไม่พบ	ค่อนข้างฟู
ตาก	ชัดเจนปานกลาง	ค่อนข้างฟู
โป่งแยง	ชัดเจนปานกลาง	ค่อนข้างฟู
โป่งแยง มช.	ไม่พบ	ค่อนข้างฟู
แม่สลด	ชัดเจนมาก	ค่อนข้างฟู
ฮอด	ไม่พบ	ค่อนข้างฟู
ดอยอินทนนท์ 4.2-2-1	ชัดเจนมาก	ค่อนข้างฟู

ลักษณะรูปร่าง และขนาดของ sporangium ของเชื้อรา *Phytophthora* sp.

การศึกษารูปร่างและขนาดของ sporangium โดยบันทึกเป็นค่าเฉลี่ยจาก 100 sporangia ของเชื้อ 7 ไอโซเลท พบว่า มีลักษณะหลายรูปแบบทั้งที่เป็นแบบผลมะนาว รูปไข่ รูปกลม รูปไข่คว่ำ และรูปร่างไม่แน่นอน และมีอัตราส่วน ยาว:กว้าง ตั้งแต่ 1.30:1 สำหรับไอโซเลทขุนวาง ไปจนถึง 1.55:1 สำหรับไอโซเลทฮอด (ตาราง 2)

ตาราง 2 ลักษณะและอัตราส่วน ยาว:กว้าง ของ sporangium ของเชื้อ 7 ไส้เลท

ไอโซเลท	ลักษณะ sporangium	อัตราส่วน ยาว:กว้าง
ขุนวาง	แบบผลมะนาว รูปไข่ และรูปกลม	1.30:1
เจียงราย	แบบผลมะนาว รูปไข่ รูปกลม และรูปร่างไม่แน่นอน	1.38:1
โป่งแยง	แบบผลมะนาว รูปไข่ รูปกลม และรูปร่างไม่แน่นอน	1.35:1
แม่สอ	แบบผลมะนาว รูปไข่ รูปกลม และรูปร่างไม่แน่นอน	1.39:1
ตาก	แบบผลมะนาว รูปไข่ รูปกลม และรูปไข่คว่ำ (obovoid)	1.41:1
โป่งแยง มช.	แบบผลมะนาว รูปไข่ และรูปร่างไม่แน่นอน	1.32:1
ฮอด	แบบผลมะนาว รูปไข่ รูปกลม รูปไข่คว่ำ (obovoid) และรูปร่างไม่แน่นอน	1.55:1

ความสามารถในการต้านทานสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ของเชื้อ *Phytophthora*

จากการทดสอบความสามารถในการต้านทานสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. (ค่าเฉลี่ยจาก 9 ซ้ำ) ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm พบว่า มีเชื้อ 10 ไอโซเลท ที่มีความสามารถในการต้านทานสาร metalaxyl ในระดับค่อนข้างต้านทาน (metalaxyl – intermediate; MI) โดยไอโซเลทแม่สอ มีค่าเฉลี่ยการเจริญสูงสุด คือ 57.77 % (ตาราง 3) ซึ่งแตกต่างกับไอโซเลทอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ส่วนไอโซเลท แม่สาใหม่ จัดอยู่ในระดับอ่อนแอโดยมีค่าเฉลี่ยการเจริญต่ำที่สุด (6.07 %)

สำหรับการทดสอบความสามารถในการต้านทานสาร metalaxyl ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm พบว่า มีเชื้อรา *Phytophthora* sp. 5 ไอโซเลท ที่จัดอยู่ในระดับค่อนข้างต้านทาน (MI) ได้แก่ ไอโซเลทขุนวาง ตาก โป่งแยง แม่สอ และดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 โดยที่ไอโซเลทแม่สอมีค่าเฉลี่ยการเจริญสูงสุดคือ 27.43% ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากไอโซเลทโป่งแยงแต่มีความแตกต่างจากอีก 9 ไอโซเลทที่ทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

และมีเชื้อ 6 ไอโซเลท ที่อยู่ในระดับอ่อนแอ โดยไอโซเลทหนองหอยมีเปอร์เซ็นต์การเจริญ
น้อยที่สุดคือ 2.05% (ตาราง 3)

ตาราง 3 เปอร์เซ็นต์การเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสาร
metalaxyl ที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 100 ppm

ไอโซเลท	เปอร์เซ็นต์การเจริญ*	
	Metalaxyl 10 ppm	Metalaxyl 100 ppm
ขุนวาง	36.53 b ²	17.38 ^b
เขียงวาย	19.67 ^d	7.24 ^{cd}
ตาก	37.51 ^b	17.05 ^b
โป่งแยง	37.44 ^b	23.19 ^a
แม่สลด	57.77 ^a	27.43 ^a
ฮอด	16.98 ^{de}	7.70 ^c
ดอยอินทนนท์ 4.2-2/1	29.60 ^c	11.40 ^c
แม่สาใหม่	6.07 ^f	3.09 ^{de}
หนองหอย 1-5	12.38 ^e	2.05 ^e
PLM	18.55 ^d	9.83 ^c
PSM	26.36 ^c	7.70 ^c

*หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่ง (column) ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน แสดง
ว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี LSD
ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

การประเมินความต้านทานต่อเชื้อรา *Phytophthora* sp.

การทดสอบครั้งที่ 1 เป็นการประเมินเพื่อคัดเลือกรหัสพันธุ์พริกที่อ่อนแอโดยการทดสอบ
ด้วยวิธีการปลูกเชื้อ ให้แก่พริก 9 สายพันธุ์ (พจ 0054 พจ 007 พจ 2-2-1-1 พจ 5-3-1-1
พจ 16-1-1-1 พจ 18-1-1-1 C 490048 C 490049 C 490075) ทดสอบกับเชื้อรา
Phytophthora sp. จำนวน 2 ไอโซเลท คือ ไอโซเลทตาก และฮอด พบว่า พริกทุกสายพันธุ์
ตายทั้งหมดโดยมีค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 4

การทดสอบครั้งที่ 2 เป็นการทดสอบวิธีการปลูกเชื้อ โดยใช้พริก 7 สายพันธุ์ (ตาราง 4) ทดสอบกับเชื้อรา *Phytophthora* sp. จำนวน 4 ไอโซเลท (ค่าเฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ) คือ ไอโซเลทขุนวาง เชียงราย ตาก และฮอด พบว่า ไอโซเลทตากทำให้พริกทุกสายพันธุ์ตายทั้งหมด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคสูงที่สุด (ระดับ 4) ในทุกสายพันธุ์ ส่วนไอโซเลทฮอดมีความรุนแรงต่ำที่สุด

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. จำนวน 4 ไอโซเลท กับพริก 7 สายพันธุ์ หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน

พันธุ์	ระดับความรุนแรงของโรค*			
	ไอโซเลทขุนวาง	ไอโซเลทเชียงราย	ไอโซเลทตาก	ไอโซเลทฮอด
พจ 0054-1	3.00 ^a	3.33 ^{ab}	4	0.00 ^b
พจ 0054-2	4.00 ^a	4.00 ^a	4	0.00 ^b
พจ 007-1	2.66 ^a	2.66 ^{ab}	4	0.00 ^b
พจ 007-2	0.00 ^b	1.33 ^b	4	0.00 ^b
พจ 5-3-1-1-3	4.00 ^a	4.00 ^a	4	2.66 ^a
พจ 18-1-1-1	3.33 ^a	4.00 ^a	4	1.33 ^{ab}
พจ 18-1-1-3	3.00 ^a	3.66 ^a	4	0.00 ^b

*หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่ง (column) ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

การทดสอบครั้งที่ 3 เป็นการทดสอบเพื่อยืนยันผล โดยใช้พริก 9 สายพันธุ์ (ตาราง 5) ทดสอบกับเชื้อรา *Phytophthora* sp. จำนวน 5 ไอโซเลท (ค่าเฉลี่ยจาก 8 ซ้ำ) คือ ไอโซเลทขุนวาง เชียงราย ตาก แม่ฮอด และฮอด พบว่า ไอโซเลทตากยังคงมีความรุนแรงในการเข้าทำลายทุกสายพันธุ์สูงที่สุดในทางสถิติ ($p < 0.01$) ดังภาพ 1 ซึ่งใกล้เคียงกับไอโซเลทขุนวาง และแม่ฮอด

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp.

จำนวน 5 ไชโยเลท กับพริก 9 สายพันธุ์ หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน

พันธุ์	ระดับความรุนแรงของโรค*				
	ไชโยเลท ขุนวาง	ไชโยเลท เขียงราย	ไชโยเลท ตาก	ไชโยเลท แม่สอด	ไชโยเลท ฮอด
พจ 0054-1	1.75 ^b	1.00 ^{cde}	1.50 ^{bcd}	1.25 ^b	0.00 ^b
พจ 0054-2	2.00 ^b	0.50 ^{de}	1.75 ^{bc}	0.50 ^{bc}	0.00 ^b
พจ 007-2	0.00 ^c	0.00 ^e	0.12 ^d	0.00 ^c	0.00 ^b
พจ 0077-1	0.00 ^c	0.00 ^e	0.12 ^d	0.00 ^c	0.12 ^b
พจ 0077-2	0.00 ^c	0.00 ^e	0.50 ^{cd}	0.25 ^{bc}	0.00 ^b
พจ 5-3-1-1-1	4.00 ^a	3.87 ^a	4.00 ^a	4.00 ^a	0.75 ^a
พจ 18-1-1-1-2	2.12 ^b	2.62 ^{ab}	2.75 ^{ab}	1.00 ^{bc}	0.00 ^b
พจ 18-1-1-1-3	1.50 ^b	2.00 ^{bc}	1.25 ^{bcd}	0.25 ^{bc}	0.37 ^{ab}
พจ 18-1-1-1-4	1.50 ^b	1.75 ^{bcd}	2.00 ^{bc}	0.62 ^{bc}	0.00 ^b

*หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่ง (column) ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01



ภาพ 1 ลักษณะต้นพริก 9 สายพันธุ์ ที่ได้รับเชื้อ ไชโยเลทตาก หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน (แถวที่ 1 – 9 คือ พจ 18-1-1-1-2, พจ 5-3-1-1-1, พจ 18-1-1-1-4, พจ 0077-1, พจ 007-2, พจ 0077-2, พจ 0054-2, พจ 0054-1, พจ 18-1-1-1-3 ตามลำดับ)

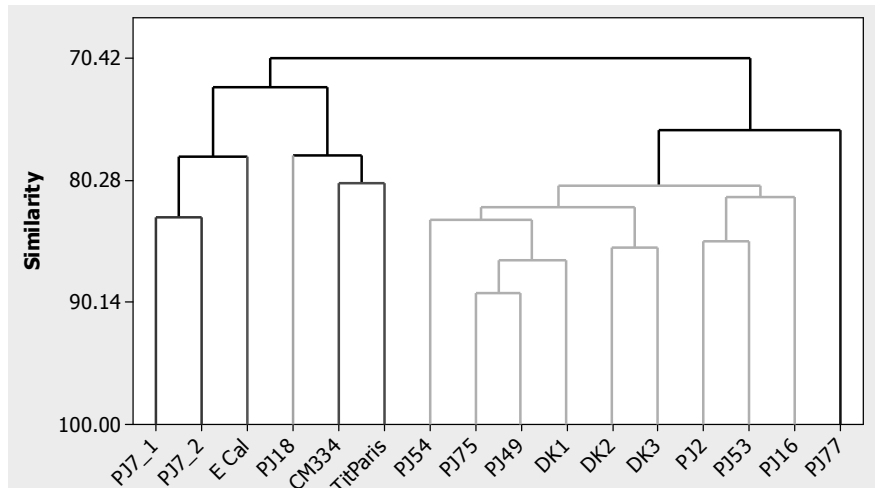
สำหรับการทดสอบเชื้อกับพันธุ์ต้านทาน 2 พันธุ์ (CM334 และ Tit Paris) พบว่า พันธุ์ CM334 ทุกต้นที่ทดสอบไม่แสดงอาการเป็นโรค (ระดับ 0) ในขณะที่ Tit Paris บางต้น แสดงอาการโรคเล็กน้อยเมื่อได้รับเชื้อที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลายสูงเช่นไอโซเลตจากแม่สอด ชุนวาง และเชียงราย (ภาพ 2)



ภาพ 2 ลักษณะต้นพริกสายพันธุ์ต้านทานหลังจากการปลูกเชื้อไอโซเลตตาก หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน (แถวที่ 1 – 9 คือ Tit Paris 6, Tit Paris 5, Tit Paris 2, CM 334-4, Tit Paris 1, Tit Paris 4, CM 334-2, CM 334-3, และ Tit Paris 3 ตามลำดับ)

การประเมินลักษณะทางพันธุกรรมและศึกษาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่สัมพันธ์กับลักษณะต้านทานต่อโรคเหี่ยวจากเชื้อ *Phytophthora*

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการปรากฏและไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอของกลุ่มพันธุ์พริกที่ทดสอบทั้ง 13 พันธุ์ ด้วย Cluster analysis สามารถจัดกลุ่มทางพันธุกรรมออกเป็น 6 clusters ดังภาพ 3 การจัดกลุ่มพันธุกรรมโดยอาศัยข้อมูลจากแถบดีเอ็นเอนี้มีความสอดคล้องกับลักษณะทางการเกษตรของพริกเป็นส่วนใหญ่ ดังจะเห็นได้จากการจำแนกพริกในกลุ่มพริกขี้หนูที่มีขนาดผลเล็กกว่าพันธุ์อื่นๆ ในกลุ่มที่ทดสอบไว้ใน cluster เดียวกัน (พจ 0054, C 490075, C 490049, และเดือยไก่) ในขณะที่พริกหวาน Early Cal Wonder ได้รับการจำแนกออกมาจากกลุ่มอื่น ส่วน CM334 และ Tit Paris ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกันได้รับการจัดกลุ่มไว้ด้วยกัน สำหรับพริกหนุ่มขาว 2 พันธุ์ (พจ 2-2-1-1 และ พจ 5-3-1-1) มีลักษณะทางการเกษตรที่คล้ายคลึงกันและได้รับการจัดไว้ใน cluster เดียวกับพริกหนุ่มเขียว (พจ 16-1-1-1)



ภาพ 3 กลุ่มพันธุ์กรรมของพริก 16 ตัวอย่าง (PJ7_1 และ PJ7_2 คือ พจ 007 ต้นที่ 1 และ 2, E Cal คือ พริกหวาน Early Cal Wonder, PJ18 คือ พจ 18-1-1-1, PJ54 คือ พจ 0054, PJ75 คือ C 490075, PJ49 คือ C 490049, DK1, 2, และ 3 คือ เดื่อยไก่ จากแปลงเกษตรกรรายที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับ, PJ2 คือ พจ 2-2-1-1, PJ53 คือ พจ 5-3-1-1, PJ16 คือ พจ 16-1-1-1 และ PJ77 คือ พจ 0077-1)

นอกจากนี้ การจัดกลุ่มทางพันธุกรรมโดยใช้ข้อมูลจากแถบดีเอ็นเอยังสามารถจัดพริกพันธุ์เดียวกันไว้ในกลุ่มเดียวกันได้ทั้ง 2 กลุ่ม ได้แก่ พจ 0077 ทั้ง 2 ต้น (PJ7_1 และ PJ7_2) และเดื่อยไก่ที่เก็บตัวอย่างมาจากแปลงเกษตรกรทั้ง 3 ราย (DK1, 2, และ 3) อย่างไรก็ตาม พริกพันธุ์เดียวกันในกลุ่มพันธุ์ทั้งสองนี้ ไม่ว่าจะเป็นพันธุ์ที่เก็บเมล็ดจากการทดสอบหรือที่เก็บตัวอย่างมาจากแปลงเกษตรกร ต่างมีรูปแบบของแถบดีเอ็นเอที่ไม่เหมือนกันทั้งหมด โดยปรากฏความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่แม้เป็นพันธุ์เดียวกัน แสดงถึงเปอร์เซ็นต์ความผันแปรทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นในพริก (ตาราง 6)

ตาราง 6 เปอร์เซนต์ความผันแปรทางพันธุกรรมของพริกในกลุ่มพันธุ์เดียวกัน

พันธุ์	จำนวน ตัวอย่าง	จำนวนแถบดีเอ็นเอ		% ความผันแปร
		แตกต่างกัน	เหมือนกัน	
พจ 0077	2	36	331	9.81
เดื่อยไก่	3	38	329	10.35

จากการพิจารณาคู่ผสมที่มีความแตกต่างของความต้านทานโรคและพันธุกรรมพื้นฐาน ประกอบกับความแข็งแรงและอยู่รอดของลูกผสมที่ได้ สามารถคัดเลือกพริกเพื่อสร้างประชากรลูกผสมโดยเลือกในกลุ่มพันธุ์ต้านทาน 1 พันธุ์ คือ CM334 เนื่องจากมีความต้านทานโรค มีการเจริญเติบโตดี และติดดอกออกผลดีกว่า Tit Paris นอกจากนี้ยังพบว่า พันธุ์ Tit Paris บางต้นแสดงอาการของโรคจากเชื้อ *Phytophthora* เล็กน้อยในภายหลัง ในขณะที่พันธุ์ CM334 ทุกต้น ไม่แสดงอาการเป็นโรค ประกอบกับผลการทดสอบเชื้อยืนยันลักษณะดังกล่าว สำหรับพันธุ์ไม่ต้านทานแต่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีที่เลือกมาสร้างประชากรสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ต่อไปคือ พันธุ์เดียวไ้จากเกษตรกรรายที่ 2 และ 3 (DK2 และ DK3 ตามลำดับ เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่สามารถผสมข้ามกับ CM334 แล้วติดผลดีที่สุดในกลุ่ม ประกอบกับเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกโดยทั่วไป

นอกจากนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่า ต้นพริกจำนวนมากได้พัฒนาอาการของโรคขึ้นเป็นลำดับภายหลังจากย้ายปลูกต้นกล้าที่ไม่แสดงอาการเป็นโรคจากการทดสอบนี้ไปปลูกในแปลงทดลอง และมีต้นที่ตายเพิ่มเติมถึง 12.50 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนต้นทั้งหมดที่ย้ายปลูก อย่างไรก็ตาม ผลพริกที่ได้จากประชากรลูกผสมรุ่นที่ 2 นี้ มีลักษณะรูปร่างที่แตกต่างกันหลายแบบและแตกต่างจากพันธุ์พ่อและแม่ (ภาพ 4)



ลักษณะทรงต้นและใบ

รูปร่างผล

ภาพ 4 ลักษณะทรงต้น ใบ และผลของพริกลูกผสมรุ่นที่ 2

ผลการทดสอบประชากรพริกลูกผสมรุ่นที่ 3 ที่ได้จากต้นพริกที่ไม่เป็นโรคในประชากรรุ่นที่ 2 พบว่า มีการกระจายตัวของลักษณะความต้านทานต่อเชื้อสาเหตุ 7 ไอโซเลท ที่ใช้ทดสอบในชุดโครงการนี้ (ขุนวาง เชียงราย โป่งแยง โป่งแยง มช. แม่สอ ดาก และฮอด) โดยไอโซเลทดาก แม่สอ และขุนวางเป็นกลุ่มเชื้อสาเหตุที่ทำให้ความเสียหายรุนแรงต่อประชากรลูกผสมรุ่นที่ 3 มากที่สุด ในขณะที่ไอโซเลทฮอดและโป่งแยง มช. ไม่ทำให้เกิดโรคนัก ดังแสดงในตาราง 7 โดยต้นพริกมีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคเพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับการปลูกเชื้อด้วยไอโซเลทที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลายสูง ($R^2 \text{ adj} = 61.60 \%$, $p < 0.01$) ซึ่งไอโซเลทดากเป็นเชื้อที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลายสูงที่สุดเป็นอันดับ 1 ทำให้ต้นพริกที่ทดสอบแสดงอาการของโรคโดยเฉลี่ยสูงถึง 29.91 % ส่วนไอโซเลทฮอดที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลายต่ำที่สุดเป็นอันดับ 7 ทำให้ต้นพริกที่ทดสอบแสดงอาการเป็นโรคโดยเฉลี่ยเพียง 2.35 %

ตาราง 7 เปอร์เซนต์ต้นพริกที่เป็นโรคจากการปลูกเชื้อ *Phytophthora* จำนวน 7 ไอโซเลท

ไอโซเลท	เปอร์เซนต์ต้นพริกที่แสดงอาการโรค				อันดับความรุนแรงในการเข้าทำลายพืช
	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	Standard Error	
ขุนวาง	14.61	24.32	19.47	4.86	3
เชียงราย	7.27	9.21	8.24	0.97	5
ดาก	23.08	36.73	29.91	6.83	1
โป่งแยง	9.38	26.47	17.92	8.55	4
โป่งแยง มช.	4.55	10.53	7.54	2.99	6
แม่สอ	21.21	24.14	22.68	1.46	2
ฮอด	1.85	2.86	2.35	0.50	7

ในประชากรลูกผสมรุ่นที่ 3 นี้ พบการเกิดโรคหลังจากย้ายปลูกเช่นเดียวกันกับในประชากรก่อนหน้านี้ ทำให้ไม่สามารถสรุปความต้านทานได้จากที่ประเมินในการทดสอบการปลูกเชื้อเมื่อต้นพริกยังมีอายุน้อยแต่เพียงอย่างเดียว ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อทดสอบการตอบสนองของต้นพริกที่ได้รับการปลูกเชื้อครั้งที่สองด้วยไอโซเลทที่แตกต่างกัน พบว่า มีการตอบสนองที่แตกต่างกันตามอันดับความรุนแรงของไอโซเลทที่เข้าทำลายก่อนและหลังในทางสถิติ ($R^2 \text{ adj} = 23.00 \%$, $p = 0.01$) โดยต้นพริกในกลุ่มที่ได้รับไอโซเลทที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลายสูงในครั้งแรก มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากการเข้าทำลายครั้งที่สองต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับไอโซเลทที่มีความรุนแรงต่ำในครั้งแรก แม้ว่าไอโซเลทที่เข้าทำลายในภายหลังจะเป็นไอโซเลทที่มีความรุนแรงสูงก็ตาม (ตาราง 8) ดังในกรณีของต้นพริกในกลุ่มที่ได้รับเชื้อไอโซเลทตาก (ความรุนแรงในการเข้าทำลายเป็นอันดับ 1) มีเปอร์เซ็นต์ต้นเป็นโรคจากการปลูกเชื้อครั้งแรก 23.23 % และมีเปอร์เซ็นต์ต้นเป็นโรคหลังจากได้รับเชื้อไอโซเลทแมสสด (ความรุนแรงในการเข้าทำลายเป็นอันดับ 2) 39.47 % ซึ่งต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับเชื้อเมื่อต้นพริกมีอายุ 21 วัน (control) แต่ต่อมาได้รับเชื้อที่เป็นไอโซเลทตากเมื่อต้นพริกมีอายุ 45 วัน ที่มีเปอร์เซ็นต์ต้นเป็นโรคมามากที่สุดถึง 71.73 % นอกจากนี้ พริกในกลุ่มที่เคยได้รับเชื้อที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลายต่ำในครั้งแรก มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากการเข้าทำลายโดยไอโซเลทที่มีความรุนแรงสูงกว่าในภายหลังน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่เคยได้รับเชื้อมาก่อน หลังจากการปลูกเชื้อครั้งที่ 2

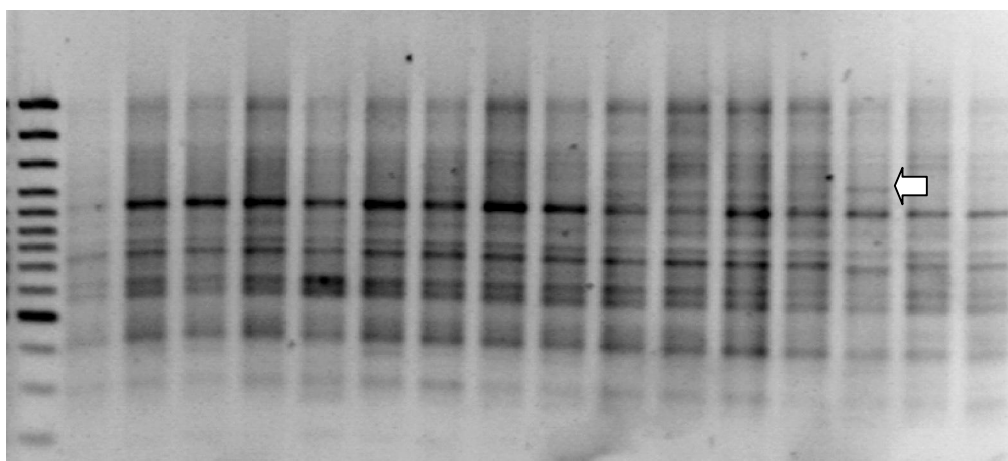
อย่างไรก็ตาม พริกกลุ่มที่ได้รับเชื้อที่มีความรุนแรงสูงแม้เพียงครั้งเดียว ไม่ว่าจะในช่วงที่ต้นกล้าอายุน้อยหรือมาก มีเปอร์เซ็นต์การตายเนื่องจากการปลูกเชื้อสูงที่สุด โดยเฉพาะไอโซเลทตากที่มีความรุนแรงสูงที่สุด (57.14 %) และเมื่อย้ายปลูกพริกในกลุ่มที่ไม่ปรากฏอาการของโรคจากการปลูกเชื้อโดยตรงทั้งสองครั้งนี้ลงในแปลงบริเวณที่เคยมีการปลูกเชื้อ ยังคงพบต้นพริกที่แสดงอาการของโรคและตายเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ แต่ในท้ายที่สุดยังคงมีพริกลูกผสมรุ่นที่ 3 ของทั้งสองคู่ผสมที่ไม่แสดงอาการเป็นโรคจนกระทั่งสิ้นสุดฤดูปลูกซึ่งมีศักยภาพที่จะพัฒนาต่อไปเป็นสายพันธุ์ต้านทานโรคจากเชื้อ *Phytophthora* สำหรับคู่ผสม DK2 x CM334 จำนวน 7 สายพันธุ์ และคู่ผสม DK3 x CM334 จำนวน 10 สายพันธุ์

ตาราง 8 เพอร์เซ็นต์ต้นที่เป็นโรคจากการปลูกเชื้อเมื่อต้นกล้ามีอายุ 21 วัน และ 45 วัน

เพอร์เซ็นต์ต้นตายจากการปลูกเชื้อ ครั้งแรก เมื่อต้นกล้ามีอายุ 21 วัน		เพอร์เซ็นต์ต้นตายจากการปลูกเชื้อซ้ำ ครั้งที่สอง เมื่อต้นกล้ามีอายุ 45 วัน	
ไอโซเลท*	เพอร์เซ็นต์	ไอโซเลท*	เพอร์เซ็นต์
Control	4.55	ตาก	71.43
ตาก	16.00	Control	57.14
ตาก	23.23	แม่สอด	39.47
ขุนวาง	21.62	สอด	38.30
สอด	0.00	เขียงราย	33.33
แม่สอด	24.24	Control	0.00
สอด	1.85	ตาก	29.11
แม่สอด	13.79	ขุนวาง	3.64
โป่งแยง มช.	13.58	เขียงราย	0.00
ขุนวาง	10.11	โป่งแยง	2.50
Control	2.34	สอด	9.68
โป่งแยง	9.47	โป่งแยง มช.	2.78
โป่งแยง มช.	8.00	แม่สอด	2.86
โป่งแยง	17.65	โป่งแยง	0.00
เขียงราย	8.50	Control	0.86
สอด	5.88	Control	0.00
Control	0.00	โป่งแยง มช.	3.85
Control	3.03	โป่งแยง	0.81
Control	0.00	เขียงราย	0.67
Control	0.00	Control	0.00
Control	0.00	ขุนวาง	0.00
เขียงราย	0.00	แม่สอด	0.00
โป่งแยง มช.	0.00	Control	0.00

*หมายเหตุ Control คือ ไม่ได้รับการปลูกเชื้อ (รดด้วยน้ำกลั่น)

ข้อมูลทางพันธุกรรมจากการศึกษาลายพิมพ์ดีเอ็นเอพบความแตกต่างของแถบ ดีเอ็นเอที่ปรากฏในกลุ่มตัวอย่างพริกที่มีแนวโน้มในการพัฒนาไปเป็นเครื่องหมายในระดับ โมเลกุลที่มีความสัมพันธ์กับความต้านทานโรคจากเชื้อ *Phytophthora* ได้แก่ ไพรมอร์ RAPD ในกลุ่มที่มีความแตกต่างในการปรากฏของแถบดีเอ็นเอระหว่างพันธุ์ต้านทาน CM 334 และกลุ่มพันธุ์ไม่ต้านทานในแผนงานปรับปรุงพันธุ์ของชุดโครงการนี้ (เด็ดยไก่อ และ พจ 5-3-1-1) จำนวน 21 หมายเลข ดังตาราง 9 โดยมีเพียงไพรมอร์หมายเลข s1475₁₂₃₃ ที่แสดงความแตกต่างระหว่าง CM334 และพันธุ์ไม่ต้านทานทั้งหมดที่ทดสอบ (แถบที่มีลูกศรกำกับ ในภาพ 5)



ภาพ 5 แถบดีเอ็นเอจากการทำปฏิกิริยาด้วยไพรมอร์ s1475 (ช่องที่ 1 ถึง 17 ได้แก่ DNA ladder, พจ 007 ต้นที่ 1 และ 2, พจ 0054, พจ 0077-1, C 490075, C 490049, เด็ดยไก่อจากแปลงเกษตรกรรายที่ 1, 2, และ 3 (ตามลำดับ), พจ 2-2-1-1, พจ 5-3-1-1, พจ 16-1-1-1, พจ 18-1-1-1, CM334, Tit Paris และ Early Cal Wonder)

ตาราง 9 ไพรมเมอร์ RAPD ที่แสดงความแตกต่างระหว่างพริกที่ต้านทานและไม่ต้านทาน
Phytophthora

หมายเลขไพรมเมอร์ RAPD	ลำดับเบส
s1025	GTCGTAGCGG
s1027	ACGAGCATGG
s1033	ACGCTGCGAC
s1034	TGGTGCACTC
s1035	GACACAGCCC
s1036	AAGGCACGAG
s1040	CCTGTTCCCT
s1201	CCATTCCGAG
s1202	CACCTGCTGA
s1205	CATACCTGCC
s1206	TGGGGCTCAA
s1207	TCCTTCGGTG
s1210	TGGGGCTGTC
s1211	GGAAGACGG
s1213	GGGTCGGCTT
s1217	CCACCACGAC
s1449	TCGCTTCTCC
s1452	AAGAGGGCGT
s1459	CTTGGCACGA
s1475	TGCCTGGACC
s1477	GGCAGGTTCA

นอกจากนี้ ยังพบว่า ไพรมเมอร์หมายเลข s1459₁₂₅₆ แสดงความแตกต่างระหว่างกลุ่มพันธุ์ที่ต้านทานทั้ง 2 พันธุ์ (CM334 และ Tit paris) และกลุ่มพันธุ์ไม่ต้านทานทั้ง 11 พันธุ์ที่ทดสอบในครั้งนี้ ยิ่งไปกว่านั้น ข้อมูลไพรมเมอร์และแถบดีเอ็นเอที่มีรูปแบบแตกต่างกัน

ระหว่างพ่อแม่ของประชากรคู่ผสมแต่ละคู่ยังเป็นประโยชน์ต่อการคัดเลือกในแผนงานปรับปรุงพันธุ์โดยสามารถใช้ความแตกต่างที่พบเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาคัดเลือกสายพันธุ์พริกให้มีความต้านทานโรคจากเชื้อ *Phytophthora* และในขณะเดียวกันยังคงพันธุกรรมพื้นฐานที่มีอยู่ในพันธุ์ไม่ต้านทานที่เป็นพันธุ์การค้าและมีลักษณะทางการเกษตรที่ผู้บริโภคต้องการดังตัวอย่างของประชากรคู่ผสมในตาราง 10

ตาราง 10 จำนวนไพรมอร์และแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างในแต่ละประชากรคู่ผสม

คู่ผสม	จำนวนที่แสดงความแตกต่าง		จำนวนแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏในกลุ่ม	
	ไพรมอร์	แถบดีเอ็นเอ	พันธุ์ไม่ต้านทาน	พันธุ์ต้านทาน
DK2 x CM334	27	27	16	11
DK3 x CM334	29	53	30	23
พจ 5-3-1-1 x CM334	32	52	30	22

พัฒนาการของดอกและละอองเกสรพริก

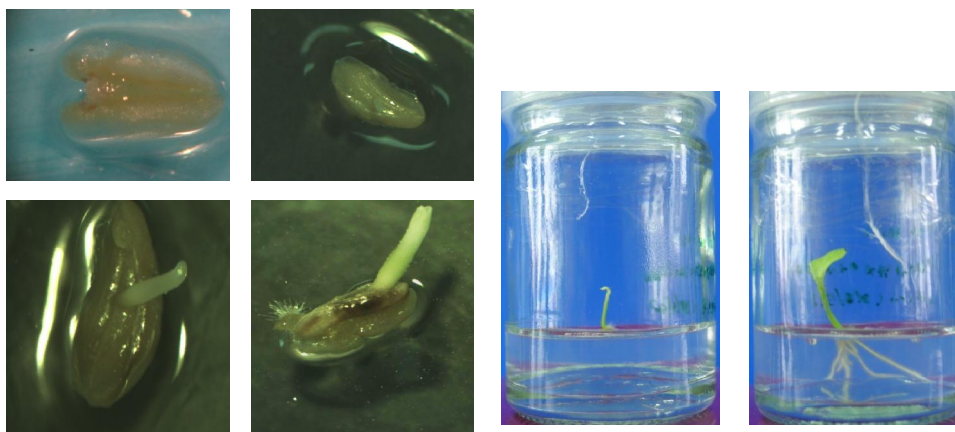
จากการศึกษาการพัฒนาของละอองเกสรภายในดอกพริกขนาดต่างๆ พบว่า ละอองเกสรของพริกทั้ง 4 สายพันธุ์ ที่มาจากดอกขนาดตั้งแต่ 2.1-2.5 มม. มีละอองเกสรอยู่ในระยะ tetrad และ uninucleate ส่วนดอกขนาด 2.6-3.0 มม. ให้ละอองเกสรในระยะ uninucleate และ binucleate ซึ่งเป็นระยะที่มีรายงานว่าเหมาะสมต่อการนำมาเพาะเลี้ยงอับละอองเกสร ดังแสดงตัวอย่างของสายพันธุ์ CA 365 ในภาพ 6



ภาพ 6 พัฒนาการของละอองเกสรของดอกขนาดต่างๆของพริกสายพันธุ์ CA 365

การเพาะเลี้ยงอับละองเกสรพริก

จากการศึกษาการเพาะเลี้ยงอับละองเกสรพบว่า การเพาะเลี้ยงอับละองเกสรของพริกทุกสายพันธุ์จากดอกขนาด 2.6–3.0 มม. ด้วยอาหารสูตร CP ที่เติม Kinetin 0.1 มก./ลิตร ร่วมกับ 2,4-D 0.5 มก./ลิตร ช่วยให้เกิดการพัฒนาขึ้นเป็นแคลลัสได้ดีที่สุดในขณะที่สามารถชักนำให้อับละองเกสรของสายพันธุ์ CA365 ขนาด 3.1–4.0 มม. ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร CP ที่เติม Kinetin 0.5 มก./ลิตร ร่วมกับ 2,4-D 0.5 มก./ลิตร ให้เกิดต้นได้มากที่สุด (3 %) ดังในภาพ 7



ภาพ 7 ต้นพริกที่เกิดจากการชักนำอับละองเกสร

การวิเคราะห์ต้นทุน-ปริมาณ-กำไร (CVP Analysis)

เกษตรกรผู้ปลูกพริกทั้ง 10 ราย มีปริมาณการผลิตที่แตกต่างกัน (5,000.00 – 9,049.50 กก./ไร่) และเนื่องจากเกษตรกรขายผลผลิตได้ในราคาที่แตกต่างกัน (5.64 – 10.29 บาท/กก.) จึงส่งผลให้แต่ละรายมีกำไรสุทธิมากน้อยต่างกัน จากการวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุน พบว่า ต้นทุนผันแปรมีส่วนมากกว่าต้นทุนคงที่อย่างมาก (ตั้งแต่ 5.48 เท่า ไปจนถึง 17.67 เท่า) โดยมีสัดส่วนเฉลี่ย 9.68 เท่า ดังตาราง 11

ตาราง 11 ต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ของเกษตรกรผู้ปลูกพริก

เกษตรกร	ผลผลิต (กก./ไร่)	ราคา ขาย เฉลี่ย (บาท/ กก.)	รายได้รวม (บาท/ไร่)	ต้นทุนผัน แปร (บาท/ไร่)	ต้นทุน คงที่ (บาท)	กำไร (ขาดทุน) สุทธิ (บาท/ไร่)
รายที่ 1	5,900.00	7.33	43,250.00	22,443.10	4,097.30	16,709.60
รายที่ 2	9,049.50	7.82	70,747.00	24,189.76	3,454.44	43,102.79
รายที่ 3	5,100.00	7.95	40,533.33	19,119.17	1,931.51	19,482.66
รายที่ 4	6,375.00	9.22	58,750.00	27,056.31	1,975.97	29,717.72
รายที่ 5	5,000.00	9.20	46,000.00	22,142.38	2,483.81	21,373.81
รายที่ 6	7,412.50	5.64	41,800.00	22,120.00	2,550.48	17,129.52
รายที่ 7	7,000.00	7.63	53,375.00	24,500.71	1,735.26	27,139.03
รายที่ 8	4,500.00	9.20	41,400.00	21,494.17	1,587.20	18,318.63
รายที่ 9	4,900.00	9.39	46,000.00	27,389.67	1,549.90	17,060.43
รายที่ 10	7,500.00	10.29	77,166.67	22,230.42	2,677.46	52,258.79
เฉลี่ย	6,273.70	8.27	51,902.20	23,268.57	2,404.33	26,229.30

เมื่อพิจารณาต้นทุนที่เกษตรกรต้องใช้จ่ายในการจัดการโรคพริก พบว่า สัดส่วนของต้นทุนในการจัดการโรคต่อต้นทุนรวมทั้งหมดมีความแตกต่างกันสำหรับเกษตรกรแต่ละราย โดยคิดเป็นสัดส่วนเพียง 8.63 % สำหรับเกษตรกรรายที่ 10 ไปจนถึงสัดส่วนสูงถึง 30.98 % สำหรับเกษตรกรรายที่ 4 (ตาราง 12) ซึ่งส่วนใหญ่จัดเป็นต้นทุนผันแปรมากกว่าต้นทุนคงที่ ส่วนต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์มีค่าที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังพบว่า ต้นทุนในการจัดการโรคมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับกำไรสุทธิ โดยเกษตรกรรายที่ 1 ที่มีกำไรสุทธิน้อยที่สุด มีอัตราส่วนต้นทุนส่วนนี้ต่อกำไรสุทธิสูงถึง 33.06 % ในขณะที่เกษตรกรรายที่ 10 ที่มีกำไรสุทธิสูงสุด มีอัตราส่วนดังกล่าวเพียง 4.11 %

ตาราง 12 ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนในการจัดการโรคและกำไร (ขาดทุน) สุทธิ

เกษตรกร	ต้นทุนรวม	รวม ต้นทุนใน การ จัดการ โรค	รวม ต้นทุนผัน แปรใน การ จัดการ โรค	รวม ต้นทุน คงที่ใน การ จัดการ โรค	ค่าเมล็ด พันธุ์	กำไร (ขาดทุน) สุทธิ
รายที่ 1	26,540.40	5,523.81	4,385.71	1,138.10	1,150.00	16,709.60
รายที่ 2	27,644.10	5,666.67	5,385.71	280.96	1,050.00	43,102.90
รายที่ 3	21,050.67	4,270.00	4,093.33	176.67	1,050.00	19,482.66
รายที่ 4	29,032.28	8,995.24	8,766.07	229.17	1,050.00	29,717.72
รายที่ 5	24,626.19	4,300.60	3,642.86	657.74	1,100.00	21,373.81
รายที่ 6	24,670.48	4,370.24	3,712.50	657.74	1,050.00	17,129.52
รายที่ 7	26,235.97	3,867.03	3,642.86	224.17	1,237.50	27,139.03
รายที่ 8	23,081.37	5,266.67	5,040.00	226.67	1,100.00	18,318.63
รายที่ 9	28,939.57	4,863.66	4,570.00	293.66	1,050.00	17,060.43
รายที่ 10	24,907.88	2,149.97	1,991.67	158.30	875.00	52,258.82

การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน

ผลตอบแทนในการปลูกพริกของเกษตรกรที่ศึกษาโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับการลงทุนจากการใช้วิธีประเมินทั้ง 3 แบบ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) ดังรายละเอียดในตาราง 13

ตาราง 13 การประเมินผลตอบแทนในการลงทุนของเกษตรกรผู้ปลูกพริก

วิธีการประเมินผลตอบแทน	ผลการประเมิน	เกณฑ์ในการยอมรับ
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	24,123.65	ค่าเป็นบวก
อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio)	2.21	ค่ามากกว่า 1
อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR)	17.48%	ค่ามากกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ ($r = 7.13\%$)

อย่างไรก็ตาม แม้เกษตรกรผู้ปลูกพริกได้กำไรสุทธิที่คุ้มค่าต่อการลงทุน แต่เนื่องจากการปลูกพริกต้องให้เงินลงทุนในการปลูกและดูแลรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน จึงเริ่มเก็บผลผลิตและมีรายได้ ดังนั้น เมื่อพิจารณากระแสเงินสดสุทธิของเกษตรกร จะเห็นได้ว่า ใน 2 เดือนแรก เกษตรกรมีกระแสเงินสดสุทธิที่ติดลบ (ตาราง 14) จึงมีความจำเป็นต้องพิจารณาจัดหาเงินทุนหมุนเวียนให้เพียงพอจนกว่าจะมีรายได้เข้ามาในเดือนที่ 3 เป็นต้นไป

ตาราง 14 กระแสเงินสดรับ (จ่าย) สุทธิของเกษตรกรผู้ปลูกพริก

รายการ	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
ค่าใช้จ่าย (บาท)	17,452.69	960.68	3451.74	4665.24
รายได้จากการขายพริก (บาท)	0	0	26,705	26,705
กระแสเงินสดรับ (จ่าย) สุทธิ (บาท)	-17,452.69	-960.68	22,499.36	41,285.86

อภิปรายผลการทดลอง

การดำเนินงานในแผนงานปรับปรุงพันธุ์พืชจำเป็นต้องเริ่มจากการประเมินพ่อแม่พันธุ์ที่จะนำมาสร้างประชากรลูกผสมให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด จึงจะมีโอกาสประสบความสำเร็จ แม้ในปัจจุบันจะมีเครื่องมือที่มีความละเอียดและให้ข้อมูลได้มากกว่าการประเมินจากลักษณะการแสดงออกของพืชที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชให้ความเชื่อถือดังเช่นเครื่องหมายในระดับโมเลกุลประเภทต่างๆ แต่จะต้องไม่ลืมว่า เครื่องหมายในระดับโมเลกุลเหล่านี้ ไม่ว่าจะเป็น RAPD, RFLP, SSR ฯลฯ ต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานจากการประเมินการแสดงออกของพืชที่แม่นยำทั้งสิ้น ดังนั้นนักปรับปรุงพันธุ์พืชจึงควรตระหนักถึงความสำคัญของการประเมินลักษณะการแสดงออกในการพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลด้วยเช่นกัน

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งในงานปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีความต้านทานโรคคือ ความแม่นยำในการประเมินพันธุ์ต้านทานและไม่ต้านทานต่อโรคนั้นๆ ที่จะนำมาใช้เป็นพ่อแม่ในการสร้างประชากรสำหรับพัฒนาสายพันธุ์ต้านทานที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี เนื่องจากปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมหลายประการส่งผลกระทบต่อการแสดงอาการเกิดโรคของพืชแต่ละต้น แต่ละพันธุ์ เช่น อุณหภูมิแวดล้อม ความชื้นของดิน และอายุในการปลูกเชื้อเพื่อประเมินการเกิดโรค (Ogundiwin *et al.*, 2005) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินเปอร์เซ็นต์ต้นพริกที่เกิดโรคจากการปลูกเชื้อเมื่อต้นกล้าอายุต่างกัน นอกจากนี้ยังพบแนวโน้มของผลกระทบจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างเชื้อไอโซเลตต่างๆ ในการเข้าทำลายพืช สิ่งที่ต้องตระหนักอย่างยิ่งคือ การที่ต้นพืชพัฒนาอาการของโรคขึ้นหลังจากผ่านระยะการประเมินโรคตามวิธีการมาตรฐานแล้ว เนื่องจากทำให้ไม่สามารถสรุปได้จากความต้านทานที่พบในการทดสอบการปลูกเชื้อเมื่อต้นพริกยังมีอายุเพียง 1 – 2 เดือน การประเมินความต้านทานจากลักษณะการแสดงออกจึงอาจไม่แม่นยำ และหากใช้ข้อมูลนี้ในการพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลอาจทำให้ไม่ได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพดังที่คาดการณ์ไว้ การปรับการดำเนินงานในแผนงานปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้มั่นใจว่า การประเมินดังกล่าวจะมีความแม่นยำจริง จึงเป็นเรื่องที่ไม่ควรมองข้าม แม้จะต้องใช้เวลาและ/หรือทรัพยากรมากขึ้น แต่นับได้ว่าเป็นการลงทุนที่คุ้มค่า เนื่องจากเป็นก้าวแรกที่สำคัญของแผนงานและข้อมูลพื้นฐานที่รัดกุมจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงแผนงานในอนาคต

ประเด็นที่นักปรับปรุงพันธุ์พริกควรพิจารณาในการเลือกใช้เครื่องหมายในระดับโมเลกุลเป็นเครื่องมือในการคัดเลือกมีหลายประการ ตั้งแต่ปัญหาเรื่องระดับความแตกต่างทางพันธุกรรมของประชากรพริกกลุ่ม *Capsicum annuum* ที่มีน้อยถึงน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากสร้างประชากรลูกผสมจากพันธุ์ในกลุ่มเดียวกัน (Minamiyama *et al.*, 2006) และการทำแผนที่ทางพันธุกรรมของพริกส่วนใหญ่ได้มาจากประชากรที่ผสมข้ามชนิด ดังเช่นการทำแผนที่ โดยใช้ SSR markers ในประชากรลูกผสมระหว่าง *C. annuum* และ *C. chinense* โดย Lee *et al.* (2004) นอกจากนี้ การศึกษาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลของลักษณะต้านทานโรคต่างๆ รวมถึงโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Phytophthora* ในพริกยังระบุเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่แตกต่างกันไปตามประชากรในการปรับปรุงพันธุ์ แม้ว่าจะมี CM334 เป็นแหล่งพันธุกรรมของความต้านทานเหมือนกันก็ตาม (Lee *et al.*, 2004; Quirin *et al.*, 2005; Minayama *et al.*, 2006; Minayama *et al.*, 2007) ยิ่งไปกว่านั้น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมยังมีผลกระทบต่อการแสดงออกของฟีโนไทป์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ไม่ว่าจะใช้เครื่องมือในการประเมินแบบดั้งเดิมจากลักษณะการแสดงออกหรือเครื่องมือที่ประเมินจากรูปแบบทางพันธุกรรมดังเช่นเครื่องหมายในระดับโมเลกุล (Minayama *et al.*, 2007)

ประโยชน์ของเครื่องหมายในระดับโมเลกุลในการคัดเลือกไม่ได้อยู่ที่การระบุยีนหรือตำแหน่งที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่นักปรับปรุงพันธุ์สนใจเท่านั้น แต่ยังเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีพื้นฐานทางพันธุกรรมของลักษณะอื่นๆ ที่ต้องการอีกด้วย ข้อมูลความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างพันธุ์พ่อแม่ที่นอกเหนือจากยีนต้านทานโรคจึงเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้การพัฒนาสายพันธุ์ต้านทานโรคมีโอกาสประสบความสำเร็จในเชิงพาณิชย์ได้รวดเร็วขึ้นไม่มากนักน้อย ดังนั้นในการพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืชจึงไม่ควรละเลยข้อมูลเหล่านี้ ซึ่งสามารถรวบรวมได้จากกระบวนการศึกษาและพัฒนาเพื่อระบุเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่สัมพันธ์กับลักษณะที่สนใจ การระบุยีน และทำแผนที่ QTL ที่ดำเนินอยู่นั่นเอง ดังจะเห็นได้จากการทดลองนี้ที่แม้จะยังอยู่ในระหว่างการพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่สัมพันธ์กับความต้านทานโรคจากเชื้อ *Phytophthora* แต่สามารถรวบรวมข้อมูลความแตกต่างของพื้นฐานทางพันธุกรรมที่จะเป็นประโยชน์ในขั้นตอนต่อไปสำหรับการพัฒนาสายพันธุ์ในกลุ่มประชากรของคุณผสมต่างๆ ที่ผ่านการประเมินการเกิดโรคมามากแล้วที่มีความต้านทานจนกระทั่งสิ้นสุดฤดูปลูก

สำหรับการปรับปรุงพันธุ์อย่างเป็นระบบเพื่อการพัฒนาการผลิตพืชอย่างยั่งยืน จำเป็นต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจทางด้านการจัดการทางการเงินด้วยเช่นกัน เนื่องจากความสำเร็จของพันธุ์ด้านทานที่พัฒนาได้จะขึ้นอยู่กับความยอมรับของเกษตรกรผู้ปลูก นอกจากการพัฒนากระบวนการผลิตพืชผลทางการเกษตรที่มีความปลอดภัยต่อเกษตรกร สิ่งแวดล้อมและผู้บริโภคแล้ว ควรให้ผลตอบแทนที่ดีขึ้นสำหรับเกษตรกรด้วย จึงจะกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจในการยอมรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อ *Phytophthora* ทำให้สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีความต้านทานในประชากรลูกผสมสำหรับการพัฒนาให้เป็นพันธุ์ต้านทานในแผนงานปรับปรุงพันธุ์ต่อไป โดยคัดเลือกลูกผสมรุ่นที่ 1 จาก พจ 5-3-1-1 x CM334 จำนวน 4 สายพันธุ์ ลูกผสมรุ่นที่ 3 จาก DK2 x CM334 จำนวน 7 สายพันธุ์ และ DK3 x CM334 จำนวน 10 สายพันธุ์

การศึกษาข้อมูลทางพันธุกรรมจากประชากรในการปรับปรุงพันธุ์ต้านทานต่อโรคที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora* ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่มีความจำเพาะมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้การคัดเลือกในแผนงานปรับปรุงพันธุ์เกิดประสิทธิผล โดยมีไพรเมอร์ RAPD จำนวน 21 หมายเลข ที่แสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ต้านทาน (CM334) และกลุ่มพันธุ์ไม่ต้านทานที่ใช้สร้างประชากรลูกผสมในชุดโครงการนี้ (เดือยไก่ และ พจ 5-3-1-1) ซึ่งมีไพรเมอร์ s1475₁₂₃₃ ที่แสดงความแตกต่างระหว่าง CM334 และพันธุ์ไม่ต้านทานอื่นๆ ที่ทดสอบในครั้งนี้ทั้ง 12 พันธุ์ และยังได้ข้อมูลพื้นฐานของความแตกต่างทางพันธุกรรมภายในแต่ละกลุ่มประชากรคู่ผสมที่สามารถใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ให้มีลักษณะความต้านทานต่อเชื้อ *Phytophthora* ในขณะที่ยังคงรักษาลักษณะทางการเกษตรที่ผู้บริโภคต้องการในพันธุ์การค้า

การเติม Kinetin 0.5 มก./ลิตร ลงในอาหารสูตร CP ทำให้ยับยั้งองเกอร์ของพริกที่มาจากดอกขนาด 2.6-3.0 มม. เกิดเป็นแคลลัสเพิ่มขึ้น ส่วนการเติม 2,4-D 0.5 มก./ลิตร ช่วยเพิ่มอัตราการเกิดเป็นต้นขององเกอร์จากดอกขนาด 3.1-4.0 มม. ได้ดีที่สุด

การปลูกพริกของเกษตรกรมีต้นทุนส่วนใหญ่เป็นต้นทุนผันแปรที่ยืดหยุ่นต่อการปรับให้เหมาะสมกับสภาพการผลิตและตลาด ต้นทุนในการป้องกันและกำจัดโรคพืชมีสัดส่วนถึง 8.63 – 30.98 % ของต้นทุนโดยรวม แม้การปลูกพริกยังคงให้ผลตอบแทนที่เป็นกำไรสุทธิแต่ต้องมีการจัดการเงินลงทุนเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินการก่อนได้รับผลตอบแทน

เอกสารอ้างอิง

- กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม. 2542. พืชตระกูลพริกมะเขือ ใน รวมเรื่องผัก. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เทพพิทักษ์การพิมพ์. 95 น.
- จันทนา บุญประภาทักษ์. 2553. ต้นและใบแห้ง (Phytophthora blight). คลินิกพืช. [ระบบ ออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: <http://forecast.doae.go.th/web/chilli/239-disease-of-chilli/1148-phytophthora-blight.html>
- จำนอง ไสมกุล. ม.ป.ป. การปลูกพริก ใน เอกสารแนะนำการปลูกพริก. ศูนย์วิจัยพืชผักเขต ร้อน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน. 87 น.
- เฉลิมเกียรติ โภคาวัฒนา. 2537. พริก. กรุงเทพฯ: กองส่งเสริมพืชสวน. กรมส่งเสริม การเกษตร. 42 น.
- ดวงมณี โกมารทัต วีรวรรณ พูลพิพัฒน์ แพร กิระสุนทรพงษ์ และวรศักดิ์ ทุมมานนท์. 2545. การบัญชีบริหาร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แมคกรอ-ฮิล.
- ทวีศักดิ์ นวลพับ. 2542. สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม. การปลูกพริก. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ฐานเกษตรกรรม. 75 น.
- ทิพจันทร์ กาญจนะเดชะ. 2547. การผลิตพริกของเกษตรกรอำเภอวารินชำราบ จังหวัด อุบลราชธานี ปี 2547. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://research.doae.go.th/web/rsh/qs-rsh.asp>.
- พิศสุวรรณ เจียมสมบัติ. 2543. พริกจำลองพันธุ์ด้านทานไวรัส. ใน เอกสารประกอบการ สัมมนาวิชาการปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์พืช ครั้งที่ 13 : เทคโนโลยีใหม่-พืชพันธุ์ ใหม่ วันที่ 13-14 พฤษภาคม 2543 โรงแรมมารวยการ์เดน กรุงเทพมหานคร.
- เพ็ญพิศ พลทรัพย์ศิริ. 2547. การผลิตพริกของเกษตรกรอำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัด อุบลราชธานี. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://research.doae.go.th/web/rsh/qs-rsh.asp>.
- มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2546. การปรับปรุงพันธุ์และผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกูดผสม. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 255 หน้า.
- วิลาวรรณ ศิริพูนวิวัฒน์ จันทนา วิรัตน์ และวรวรรณ ชาลีพรหม. 2549. การระบุโมเลกุล เครื่องหมายที่สัมพันธ์กับลักษณะต้านทานโรคเส้นใบเหลืองกระเจี๊ยบเขียว. รายงาน ผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 44 น.

- สมจิตร ทองอิสาน. 2547. สภาพการผลิตและการตลาดพริกของเกษตรกร อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://research.doae.go.th/webrsh/qs-rsh.asp>.
- สำพรต จันทร์หอม. 2545. สภาพการผลิตพริกของเกษตรกรในจังหวัดอุบลราชธานี. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://research.doae.go.th/webrsh/qs-rsh.asp>.
- ศรีสุข พูนผลกุล. 2548. โรคลำต้นไหม้ของพริกที่พบระบาดใหม่. ข่าวอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 ตุลาคม 2548. 4 น.
- ศุภลักษณ์ ฮอกะวัด. 2536. โรคผักตระกูลพริกและมะเขือเทศ. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 249 น.
- ศูนย์วิจัยเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร. 2553. ข้อมูลอุตสาหกรรม 12 สาขา. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: <http://fic.nfi.or.th/th/thaifood/product52-condiment.asp>
- เอื้องฟ้า. 2543. พริก พืชผักเศรษฐกิจที่ยังมีอนาคตยาวไกล. วารสารเคหะการเกษตร. 24 (11): 51-72.
- Adetula A.O. and Olakojo S.A. 2006. Genetic characterization and evaluation of some pepper accessions *Capsicum frutescens* (L.): The Nigerian 'Shombo' collections. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 1 (3): 273-281.
- Black L.L., Green S.K., Hartman G.L., and Poulos J.M. 1991. Pepper diseases a field guide Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC). Shanhua Taiwan.
- Buyukalaca S. 2004. Effects of silver nitrate and donor plant growing conditions on production of pepper (*Capsicum annuum* L.) haploid embryos via anther culture. European Journal of Horticultural Science 69: 206-209.
- Ciner D.O. and Tipirdamaz R. 2002. The effects of cold treatment and charcoal on the *in vitro* androgenesis of pepper (*Capsicum annuum* L.). Turkey Journal of Botany. 26: 131-139.
- Das M., Bhattacharyab S., and Pal A. 2005. Generation and characterization of SCARs by cloning and sequencing of RAPD products: A strategy for species-specific marker development in bamboo. Ann. Bot. 95: 835 - 841.

- Dolcet-Sanjuan R., Claveria E., and Huerta A. 1997. Androgenesis in *Capsicum annuum* L. Effects of carbohydrate and carbon dioxide enrichment. Journal of American Society of Horticultural Science 122:468–475.
- Erwin D.C. and Ribeiro O. K. 1996. Phytophthora diseases worldwide. American Phytopathological Society, St. Paul Minnesota. 562 pp.
- Fowler E.V., Houlden B.A., Sherwin W.B., Hoebein P., and Timms P. 1998. Genetic variation in captive koalas (*Phascolarctos cinereus*): parentage determination and individual identification. Biochem Genet. 36(5-6): 193-206.
- George C. W. 2000. Bacterial wilt (*Rostonia solanacearum*), (syn. *Burkholderia*, *Pseudomonas solanacearum*). [online]. Available: <http://www2.ctahr.hawaii.edu/adap2/information-pubs-2000-2.pdf>, 2000
- Gil Ortega R., Palazon Español C. and Cuartero Zueco J. 1992. Genetic relationships among four pepper genotypes resistant to *Phytophthora capsici*. Plant Breeding 108: 118-125.
- Gil Ortega R., Palazon Español C. and Cuartero Zueco J. 1995. Interactions in the pepper-*Phytophthora capsici* system. Plant Breeding 114: 74-77.
- Grube R.C., Radwanski E.R., and Jahn M. 2000. Comparative genetics of disease resistance within the Solanaceae. Genetics 155: 873-887.
- Hittalmani S., Kumer G., Kulkarni N., and Shashidhar H.E. 1999. DNA markers assist in reducing the number of generations of backcrosses in breeding for blast resistance in rice. In General meeting of the international program on rice biotechnology Sept. 20-24 1999. Phuket, Thailand.
- Holmes G.J., Lancaster M.E., Rodriguez R.J., and Redman R.S. 2001. Relative susceptibility of cucurbit and solanaceous crops to *Phytophthora* blight. Phytopathology 91(Suppl6): S39.
- Hwang J. K., Paek K. Y., and Cho D.H. 1998. Breeding of resistant pepper lines (*Capsicum annuum* L.) to bacterial spot (*Xanthomonas campestris* PV. *Vesicatoria*) through anther culture. Acta Horticulture 461: 301-310.

- Irikova T. 2004. Anther culture of pepper (*Capsicum annuum* L.) The effect of nutrient media. *Capsicum & Eggplant Newsletter* 23: 101-104.
- Jun J.H., Chung K.H., Jeong S.B., and Lee H.J. 2002. Identification of RAPD and SCAR markers linked to the flesh adhesion gene F in peach (*Prunus persica* (L.) Batsch). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 77: 598-603.
- Kang B.C., Nahm S.H., Hur J.H., Yoo H.S., Yu Y.W., Lee M.H., and Kim B.D. 2001. An interspecific (*Capsicum annuum* x *C. chinense*) F₂ linkage map in pepper using RFLP and AFLP markers. *Theor. Appl. Genet.* 102 : 531-539.
- Kim M. 2004. Origin multicellular pollen and pollen embryos in cultured anthers of pepper(*Capsicum annuum*). *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 77: 63-72.
- Kristiansen K. and Andersen S.B. 1993. Effects of donor plant temperature, photoperiod and age on anther culture response of *Capsicum annuum* L. *Euphytica* 67: 105-109.
- Lee J.M., Nahm S.H., Kim Y.K., and Kim B.D. 2004. Characterization and molecular genetic mapping of microsatellite loci in pepper. *Theor. Appl. Genet.* 108: 619-627.
- Lefebvre A., Palloix A., Caranta C., and Pochard E. 1995. Construction of an intraspecific integrated linkage map of pepper using molecular markers and doubled-haploid progenies. *Genome* 38 : 112-121.
- Lefebvre V., Caranta C., Pfeigler S., Moury B., Daubeze A.M., Blattes A., Ferriere C., Phaly T., Nemouchi C., Ruffinatta A., and Palloix A. 1997. Updated intraspecific maps of pepper. *Capsicum Eggplant Newsletter* 16 : 35-41.
- Leonian L. H. 1922. Stem and fruit blight of peppers caused by *Phytophthora capsici*. sp. nov. *Phytopathology* 12: 401-408.
- Livingstone K.D., Lackney V.K., Blauth J.R., Van Wijk R., and Jahn M.K. 1999. Genome mapping in *Capsicum* and evolution of genome structure in *Solanaceae*. *Genetics* 152: 1183-1202.

- Ltifi A. and Wenzel G. 1994. Anther culture of hot and sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) influence of genotype and plant growth temperature. *Capsicum and Eggplant Newsletter* 13: 74-77.
- Milla S.R., Levin J.S., Lewis R.S., and Rufty R. C. 2005. RAPD and SCAR markers linked to an introgressed gene conditioning resistance to *Peronospora tabacina* D.B. Adam. in Tobacco. *Crop Sci.* 45: 2346 - 2354.
- Miller S.A., Miller M.L., Ivey L. and Mera J. 2002. Responses of pepper cultivars and experimental breeding lines to *Phytophthora* blight, 2001. *Biol. Cultural Tests Control Plant Dis. Rpt.* 17: V16. Online publication DOI:1094/BC17. American Phytopathological Society, St. Paul Minesota.
- Minayama Y., Kinoshita S.K., Inaba K., and Inoue M. 2005. Development of a cleaved amplified polymorphic sequence (CAPS) marker linked to pungency in pepper. *Plant Breed.* 124: 288-291.
- Minayama Y., Tsuru M., and Hirai M. 2006. An SSR-based linkage map of *Capsicum annuum*. *Mol. Breed.* 18: 157-169.
- Minayama Y., Tsuru M., Takashi K., and Hirai M. 2007. QTL analysis for resistance to *Phytophthora capsici* in pepper using a high density SSR-based map. *Breeding Science* 57: 129-134.
- Mitchell D.J. and Rayside P.A. 1986. Isolating, identifying, and producing inoculum of *Pythium* spp. Pages 67-70 *In* Methods for evaluating pesticides for control of plant pathogens. K.D. Hickey, Eds. APS Press.
- Mityko J. and Fari M. 1997. Problems and results of doubled haploid plant production in pepper (*Capsicum annuum* L.) via anther and microspore culture. *Acta Horticulture* 447: 281-288.
- Morrison R.A., Koning R.E., and Evan D.A. 1996. Anther cultures of an interspecific hybrid of capsicum. *Journal of Plant Physiology* 126(1): 1-9.
- Nahm S.H. 2001. QTL mapping of *Phytophthora* root rot resistance in chili pepper (*Capsicum annuum*). Ph.D. Diss., Seoul Natl. Univ. Suwon.

- Nelson C.D., Nance W.L., and Doudrick R.L. 1993. A partial genetic linkage map of slash pine (*Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*) based on random amplified polymorphic DNAs. *Theor. Appl. Genet.* 87: 145 – 151.
- Oelke L.M., Bosland P.W., and Steiner R. 2003. Differentiation of race specific resistance to *Phytophthora* root rot and foliar blight in *Capsicum annuum*. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 128: 213-218.
- Ogundiwin E.A., Berke T.F., Massoudi M., Black L.L. Huestis G., Choi D., Lee S., and Prince J.P. 2005. Construction of 2 intraspecific linkage maps and identification of resistance QTLs for *Phytophthora capsici* root-rot and foliage-blight diseases of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Genome* 48: 696-711.
- Otega R.C. Espanol C.P., and Zucco J.C. 1991. Genetics of resistance to *Phytophthora capsici* in the pepper line 'SCM-334'. *Plant Breed.* 107: 50-55.
- Park S.O., Coyne D.P., Steadman J.R., Crosby K.M., and Brick M.A. 2004. RAPD and SCAR markers linked to the Ur-6 Andean gene controlling specific rust resistance in common bean. *Crop Sci.* 44: 1799-1807.
- Poehlman J.M. and Sleper D.A. 1994. *Breeding field crops*. 4th ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Palloix A., Daubeze A. M., and Pochard E. 1988. *Phytophthora* root rot of pepper. Influence of host genotype and pathogen strain on the inoculum density-disease severity relationships. *Journal of Phytopathology* 123: 25-33.
- Prince J.P., Pochard E., and Tanksley S.D. 1993. Construction of a molecular linkage map of pepper and a comparison of synteny with tomato. *Genome* 36: 404-417.
- Quirin E.A., Ogundiwin E.A., Prince J.P., Mazourek M., Briggs M.O., Chlanda T.S., Kim K.T., Falise M., Kang B.C., and Jahn M.M. 2005. Development of sequence characterized amplified region (SCAR) primers for the detection of Phyto.5.2, a major QTL for resistance to *Phytophthora capsici* Leon. in pepper. *Theor. Appl. Genet.* 110: 605–612.

- Ristaino J.B. and Johnston S.A. 1999. Ecologically based approaches to management of *Phytophthora* blight on bell pepper. Plant Disease 83: 1080-1089.
- Roberts P.D., McGovern R.J., Hert A., Vavrina C.S., and Urs R.S. 2006. [online]. Available: <http://www.imok.ufl.edu/veghort/pubs/workshop/Roberts99.htm>. (27 November 2006)
- Rutledge J., Talbert R.E., and Snelle C.H. 2000. RAPD analysis of genetic variation among propanil-resistant and -susceptible *Echinochloa crusgalli* populations in Arkansas. Weed Science. 48: 669-674.
- SPSS Inc. 2009. SPSS for Windows version 18.0. Chicago: SPSS Inc.
- Sy O., Steiner R., and Bosland P. W. 2008. Recombinant inbred line differential identifies race-specific resistance to *Phytophthora* root rot in *Capsicum annuum*. Phytopathology 98: 867-870.
- Tanksley S.D., Bernatzky R., Lapitan N.L., and Prince J.P. 1988. Conservation of gene repertoire but not gene order in pepper and tomato. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 85: 6419-6423.
- Thabuis A., Lefebvre V., Bernard G., Daubeze A.M., Phaly T., Pochard E., and Palloix A. 2004. Phenotypic and molecular evaluation of a recurrent selection program for a polygenic resistance to *Phytophthora capsici* in pepper. Theor. Appl. Genet. 109(2): 342-51.
- Walker S.J. and Bosland P.W. 1999. Inheritance of *Phytophthora* root rot and foliar blight resistance in pepper. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 124: 14-18.
- Walsh J.A. and Jenner C.E. 2002. Turnip mosaic virus and the quest for durable resistance. Molecular Plant Pathology 3: 289-300.
- Wang T.C. 2008. Characterization of *Phytophthora capsici* associated with pepper *Phytophthora* blight and host resistance for disease control. 7855 Acc. Collection at AVRDC (NOV. 2007)



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง

การพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่สัมพันธ์กับลักษณะ
ความต้านทานโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *PHYTOPHTHORA*
DEVELOPMENT OF MOLECULAR MARKERS ASSOCIATED WITH
RESISTANCE TO *PHYTOPHTHORA*

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุล
ของลักษณะความต้านทานโรคเหี่ยว
เนื่องจากเชื้อ *Phytophthora*
เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พริก

โดย

วิลาวรรณ ศิริพูนวิวัฒน์ ช่อทิพา สกูลสิงหาโรจน์ แสงทอง พงษ์เจริญกิต



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่สัมพันธ์กับลักษณะความต้านทาน
โรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *PHYTOPHTHORA*
DEVELOPMENT OF MOLECULAR MARKERS ASSOCIATED WITH
RESISTANCE TO *PHYTOPHTHORA*

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลของ
ลักษณะความต้านทานโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ
Phytophthora เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พริก

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2551 - 2552
จำนวน 937,200 บาท

หัวหน้าโครงการ วिलाวรรณ ศิริพูนวิวัฒน์
ผู้ร่วมโครงการ ช่อทิพา สกุลสิงหาโรจน์ แสงทอง พงษ์เจริญกิต

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

30 ธ.ค. 2553

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่สนับสนุนงบประมาณในการทำการวิจัย และขอขอบคุณ Dr. L.M. Engel แห่ง AVRDC-GRSU (Asian Vegetable Research and Development Center – Genetic Resources and Seed Unit) ประเทศไต้หวัน ที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์พริกที่ต้านทานโรคจากเชื้อ *Phytophthora* ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตรที่สนับสนุนเมล็ดพันธุ์พริกสำหรับการทดสอบ เกษตรกรผู้ปลูกพริก ต.ป่าไผ่ อ.สันทราย และ ต.เหมืองแก้ว อ.แมริม ที่ให้ข้อมูลและตัวอย่างพริก ตลอดจนเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานฟาร์ม คุณเรือนแก้ว ประพฤติ และบุคลากรของสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่ช่วยเหลือและประสานงานทุกท่าน

คณะผู้วิจัย

สารบัญเรื่อง

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ข
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	4
วัตถุประสงค์	5
การตรวจเอกสาร	6
อุปกรณ์และวิธีการ	11
ผลการทดลอง	14
อภิปรายผลการทดลอง	25
สรุปผลการทดลอง	27
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก	33

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	เปอร์เซ็นต์ความผันแปรทางพันธุกรรมของพริกในกลุ่มพันธุ์เดียวกัน	16
2	ค่าเฉลี่ยความยาวและทิศทางการติดผลของพริกกลุ่มพันธุ์ที่ 1 และพันธุ์พ่อแม่	18
3	เปอร์เซ็นต์ต้นพริกที่เป็นโรคจากการปลูกเชื้อ <i>Phytophthora</i> จำนวน 7 ไส้เลข	20
4	เปอร์เซ็นต์ต้นที่เป็นโรคจากการปลูกเชื้อเมื่อต้นกล้ามีอายุ 21 วัน และ 45 วัน	21
5	ไพรเมอร์ RAPD ที่แสดงความแตกต่างระหว่างพริกที่ต้านทานและไม่ต้านทาน <i>Phytophthora</i>	23
6	จำนวนไพรเมอร์และแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างในแต่ละประชากรคู่ผสม	24
ภาคผนวก1	ไพรเมอร์ RAPD ที่แสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ต้านทานและไม่ต้านทาน ในคู่ผสม DK2 x CM334	35
ภาคผนวก2	ไพรเมอร์ RAPD ที่แสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ต้านทานและไม่ต้านทาน ในคู่ผสม DK3 x CM334	36
ภาคผนวก3	ไพรเมอร์ RAPD ที่แสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ต้านทานและไม่ต้านทาน ในคู่ผสม พจ 5-3-1-1 x CM334	37

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ต้นพริกที่แสดงอาการของโรคเนื่องจากเชื้อ <i>Phytophthora</i> เข้าทำลาย	14
2	กลุ่มพันธุ์กรรมของพริก 16 ตัวอย่าง	15
3	ลักษณะต้นและใบของพริกที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างประชากร ลูกผสม	17
4	การทดสอบความต้านทานต่อเชื้อ <i>Phytophthora</i> ของพริกลูกผสมรุ่นที่ 2	18
5	ลักษณะทรงต้น ใบ และผลของพริกลูกผสมรุ่นที่ 2	19
6	แถบดีเอ็นเอจากการทำปฏิกิริยาด้วยไพรเมอร์ s1475	22

การพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่สัมพันธ์กับลักษณะ
ความต้านทานโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *PHYTOPHTHORA*

DEVELOPMENT OF MOLECULAR MARKERS ASSOCIATED
WITH RESISTANCE TO *PHYTOPHTHORA*

วิลาวรรณ ศิริพูนวิวัฒน์¹

ช่อทิพา สกุลสิงหาโรจน์²

WILAWAN SIRIPOONWIWAT¹

CHOTIPA SAKULSINGHAROJ²

แสงทอง พงษ์เจริญกิต²

SAENGTONG PONGJAROENKIT²

¹ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

²ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

เชื้อ *Phytophthora* เป็นเชื้อราสาเหตุของโรคพริกและทำให้สูญเสียผลผลิตพริกเป็นจำนวนมากในแต่ละปี การพัฒนาพันธุ์พริกที่ต้านทานต่อโรคนี้ส่วนใหญ่ได้พันธุ์กรรมความต้านทานจากพันธุ์ CM334 ('Criollo de Morelos 334') ซึ่งในการทดลองนี้ได้รับความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์จาก AVRDC ประเทศไต้หวันสำหรับการศึกษาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลเพื่อพัฒนาลักษณะความต้านทานโรคสำหรับพริกที่ปลูกในประเทศไทย จากการสำรวจความแตกต่างทางพันธุกรรมของพริกพันธุ์ไม่ต้านทานต่อโรคของไทย 10 พันธุ์ (C 490049, C 490075, เดื่อยไก่, พจ 007, พจ 0054, พจ 0077-1, พจ 2-2-1-1, พจ 5-3-1-1, พจ 16-1-1-1, และ พจ 18-1-1-1) พริกหวานที่ไม่ต้านทาน 1 พันธุ์ (Early Cal Wonder) และพริกพันธุ์ต้านทานจาก AVRDC 2 พันธุ์ (CM334 และ Tit Paris) โดยใช้ RAPD primers จำนวน 80 หมายเลข พบว่า มี 58 หมายเลข ที่ทำปฏิกิริยาแล้วเกิดแถบดีเอ็นเอปรากฏ (465 แถบ) ในจำนวนนี้มี 250 แถบ ที่แสดงความแตกต่างทางพันธุกรรม

ระหว่างพันธุ์พริกที่ทดสอบทั้ง 16 ตัวอย่าง และจำแนกกลุ่มพันธุ์พริกที่ทดสอบได้เป็น 6 clusters โดยพันธุ์ CM334 มีความแตกต่างทางพันธุกรรมจากกลุ่มพริกพันธุ์ไทยเป็นส่วนใหญ่ และไพรเมอร์ หมายเลข s1475₁₂₃₃ เพียงหมายเลขเดียวที่ปรากฏแถบดีเอ็นเอสำหรับพันธุ์ CM334 แต่ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอในกลุ่มพันธุ์อื่นทั้ง 12 พันธุ์ นอกจากนี้ ไพรเมอร์ หมายเลข s1459₁₂₅₆ ให้แถบดีเอ็นเอที่ใช้จำแนกพันธุ์ในกลุ่มต้านทาน 2 พันธุ์ จากกลุ่มพันธุ์ไม่ต้านทานที่เหลือทั้ง 11 พันธุ์ได้ จึงมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาไพรเมอร์ทั้ง 2 หมายเลข ไปเป็นเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่มีความจำเพาะมากขึ้น และสามารถนำข้อมูลแถบดีเอ็นเอของพันธุ์เดียวไกว่าที่เป็นพ่อแม่ของประชากรลูกผสมมาประกอบการพิจารณาเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์พริกที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* สำหรับปลูกในประเทศไทยอย่างเป็นระบบต่อไป

Abstract

Phytophthora capsici is considered one of the damaging fungal diseases that causes major losses in pepper yield annually worldwide. Breeding programs for resistance to this disease usually based on resistance genes from a Mexican variety CM334 ('Criollo de Morelos 334'). Seeds of such a resistant variety were obtained from AVRDC-GRSU, Taiwan for the purpose of developing molecular markers for resistance genotype in pepper breeding lines in Thailand. DNA polymorphism survey was carried out on 10 susceptible Thai pepper varieties (C 490049, C 490075, DK, PJ007, PJ 0054, PJ 0077-1, PJ 2-2-1-1, PJ 5-3-1-1, PJ 16-1-1-1, and PJ 18-1-1-1), 1 susceptible bell pepper variety (Early Cal Wonder), and 2 *Phytophthora* resistant varieties from AVRDC (CM334 and Tit Paris) with 80 RAPD primers. DNA polymorphisms were established on the differences in the presence and absence of 250 bands out of 465 bands amplified by 60 RAPD primers. The dendrogram of the tested sample group classified 6 clusters which separated CM334 from susceptible Thai varieties. However, there was one RAPD primer, s1475₁₂₃₃ that differentiated CM334 from other 12 varieties investigated. In addition, s1459₁₂₅₆ was polymorphic between groups of resistant

and susceptible varieties. The information gained from this study provided an opportunity to refine and develop more specific markers for resistance to the disease. Furthermore, DNA patterns of all varieties investigated could be useful in future pepper breeding programs, especially in developing improved cultivars from DK for the purpose of systematic approach to manage *Phytophthora* resistant breeding lines in Thailand.

Key words: CM334, Pepper, *Phytophthora*, RAPD, Resistance

คำนำ

พริกเป็นพืชที่ปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ ในประเทศไทยนิยมปลูกพริก 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม *Capsicum annuum* เช่น พริกหวาน พริกหยวก พริกชี้ฟ้า และกลุ่ม *C. frutescens* ที่เป็นกลุ่มพริกขี้หนู เช่น พริกขี้หนูสวน และพริกขี้หนูใหญ่ (เอื้องฟ้า, 2543) ในแต่ละปี ประเทศไทยสามารถผลิตพริกเพื่อส่งออกเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาท โดยในปี 2551 ประเทศไทยส่งออกทั้งในรูปผลพริกสด ซอสพริก และพริกแห้ง เป็นปริมาณรวม 24589.38 ตัน คิดเป็นมูลค่า 464.86 ล้านบาท และนำเข้า 2,595.91 ตัน เป็นมูลค่ารวม 187.35 ล้านบาท (ศูนย์วิจัยวิจัยเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร, 2553) ซึ่งปริมาณการส่งออกที่ลดลงกว่าที่ผ่านมาเป็นผลมาจากผลผลิตตกต่ำและการนำเข้าพริกจากต่างประเทศ

โรคเหี่ยวในพริกเป็นโรคที่สำคัญซึ่งเข้าทำลายและทำให้สูญเสียผลผลิตเป็นจำนวนมากในแต่ละปี เชื้อ *Phytophthora* เป็นสาเหตุที่สำคัญสาเหตุหนึ่งซึ่งทำให้เกิดโรคเหี่ยวในพริก การใช้โมเลกุลเครื่องหมายเพื่อช่วยการคัดเลือกในโครงการปรับปรุงพันธุ์สามารถลดระยะเวลา ค่าใช้จ่าย และเพิ่มความแม่นยำในการคัดเลือกได้ในระยะยาว จึงมีการศึกษาเพื่อพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลกันอย่างแพร่หลายในพืชหลายชนิดและลักษณะที่สนใจหลายลักษณะ เช่น Quirin *et al.* (2005) ที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุล (SCAR marker) ของความต้านทานโรคที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora capsici* ในพริก แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีผู้ศึกษาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคนี้สำหรับพริกที่ปลูกในประเทศไทย การพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับปรุงพันธุ์พริกเพื่อให้ต้านทานต่อโรคนี้ได้อย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพัฒนาต่อไปเป็นเครื่องหมายในระดับโมเลกุลประเภทที่มีความเฉพาะเจาะจงที่สามารถจดสิทธิบัตรเป็นทรัพย์สินทางปัญญาของประเทศไทยเอง จะช่วยให้สามารถถ่ายทอดการใช้เทคโนโลยีนี้แก่นักปรับปรุงพันธุ์พืชในประเทศได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อธุรกิจเมล็ดพันธุ์และเกษตรกรผู้ปลูกพริก และผู้บริโภคต่อไป

การศึกษาเพื่อพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะต้านทานโรคเหี่ยวจากเชื้อ *Phytophthora* นี้ เริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางพันธุกรรมของพริกในกลุ่มพันธุ์ต้านทานและไม่ต้านทาน เพื่อนำไปพิจารณาสร้างประชากรลูกผสมและพัฒนาเป็นเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่มีความจำเพาะมากขึ้น สำหรับการพัฒนาพันธุ์พริกที่ต้านทานต่อโรคนี้และปรับตัวได้ดีในสภาพการปลูกของประเทศไทย

วัตถุประสงค์

1. พัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุล ที่สัมพันธ์กับลักษณะต้านทานโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* โดยใช้เทคนิค RAPD
2. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางพันธุกรรมของพันธุ์ต้านทานและอ่อนแอต่อเชื้อ *Phytophthora*
3. สร้างประชากรลูกผสมเพื่อถ่ายทอดความต้านทานโรคเข้าไปในพันธุกรรมของพันธุ์พริกที่ปลูกในประเทศไทย

การตรวจเอกสาร

พริก (Chilli หรือ Pepper; *Capsicum* spp.) เป็นพืชที่มีความสำคัญทั้งในทางเศรษฐกิจ เกษตวิทยา และอุตสาหกรรม ทางพฤกษศาสตร์จัดให้พริกอยู่ในวงศ์ Solanaceae สกุล *Capsicum* ซึ่งมาจาก Capas ในภาษาละตินที่หมายถึง ผักมีกระเปาะ พืชในสกุลนี้มีประมาณ 25 ชนิด (species) แต่ที่นิยมปลูกเพื่อการบริโภคมี 5 ชนิด (เฉลิมเกียรติ, 2547) จำแนกตามลักษณะประจำกลุ่ม ได้ดังนี้

1. *Capsicum annuum* L. (annuum มีความหมายว่า รายปี) เป็นพริกในกลุ่มที่นิยมปลูกทั่วไป สามารถผสมข้ามพันธุ์ได้ง่าย จึงมีหลากหลายสายพันธุ์ เช่น พันธุ์ Jalapeno พันธุ์พริกหวาน พริกชี้ฟ้า พริกหนุ่ม พริกชี้หนูใหญ่
2. *Capsicum frutescence* L. (frutescence มีความหมายว่า เป็นพุ่มเตี้ย) เป็นพริกในกลุ่มที่มีความเผ็ด นิยมใช้บริโภคกันแพร่หลาย เช่น พริกทาบาสโก และพริกชี้หนู
3. *Capsicum baccatum* L. (baccatum มีความหมายว่า ผลเป็นพวง) เป็นพริกในกลุ่มที่มีต้นกำเนิดในแถบประเทศเปรูและโบลิเวีย ปัจจุบันแพร่กระจายอยู่ทั่วทวีปอเมริกาใต้ เช่น พริก Aji
4. *Capsicum chinense* L. (chinense มีความหมายว่า มาจากประเทศจีน) เป็นพริกในกลุ่มที่มีต้นกำเนิดมาในแถบลุ่มแม่น้ำอเมซอน แล้วแพร่กระจายไปยังอเมริกาตอนกลางและตอนใต้ พริกที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักในกลุ่มนี้คือ พริกฮาบานโร
5. *Capsicum pubescens* R. & P. (pubescens มีความหมายว่า มีขน) เป็นพริกในกลุ่มที่มีต้นกำเนิดในบริเวณประเทศโบลิเวีย ปัจจุบันปลูกทั่วไปในทวีปอเมริกากลาง เช่น พริก Rocoto

พริกมีจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน $2n = 2x = 24$ บริเวณที่เป็นศูนย์กลางความหลากหลายทางพันธุกรรมของพริกคือ แถบประเทศเม็กซิโก จากนั้นจึงแพร่หลายออกไปยังประเทศต่างๆ ในเขตร้อนและกึ่งร้อน (Adetula and Olakojo, 2006) พริกเป็นไม้พุ่มล้มลุก เนื้ออ่อน มีดอกแบบสมบูรณ์เพศ สามารถผสมตัวเองได้ แต่มีโอกาสผสมข้ามถึง 9 – 36 % จึงทำให้พริกมีลักษณะที่ผันแปรมาก ทั้งรูปร่าง ขนาด และความเผ็ด (กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม, 2542) สามารถจำแนกลักษณะการเจริญเติบโตของพริกได้เป็น 3 แบบ คือ แบบเลื้อย แบบตั้งต้น และแบบพุ่ม ในเชิงการค้านิยมปลูกพริกที่มีการเจริญเติบโตแบบตั้ง

ต้นและแบบพุ่ม โดยลำต้นจะแตกออกเป็น 2 กิ่ง และเพิ่มจำนวนเป็น 4, 8, และ 16 ตามลำดับ (จำนอง, ม.ป.ป.) พริกเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงความสูงกว่า 2,000 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 21-24 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส อาจทำให้ชะงักการเจริญเติบโต ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพริกคือ ดินร่วนปนทราย pH ประมาณ 6 – 7 และมีการระบายน้ำดี ไม่ขังน้ำ (ทวีศักดิ์, 2542)

ในปี ค.ศ. 1922 Leonian (1922) รายงานการพบโรคไหม้เนื่องจากเชื้อรา *Phytophthora capsici* Leon. เป็นครั้งแรก เชื้อราชนิดนี้เป็นเชื้อโรคทางดิน ทำให้เกิดการเน่าของลำต้น รากและใบ และแสดงอาการไหม้ที่ยอดในพืชสกุล *Capsicum* (Ristaino and Johnston, 1999; Walker and Bosland, 1999) เชื้อ *Phytophthora capsici* มีพืชอาศัยหลายชนิด เช่น มะเขือเทศ มะเขือ แตงโม แตงกวาพืชตระกูลแตงชนิดอื่นๆ รวมถึงประเภทไม้ยืนต้น เช่น โกโก้และแมคคาเดเมีย (Black *et al.*, 1991; Ristaino and Johnston, 1999; Holms *et al.*, 2001) สามารถเข้าทำลายได้ทุกส่วนของพริกตั้งแต่ราก ลำต้น ใบ และผล ในทุกระยะการเจริญเติบโต โดยทำให้ตายได้ทั้งในระยะก่อนงอกและหลังงอกหากดินมีความชื้นสูงและอุณหภูมิประมาณ 20-30 องศาเซลเซียส (Erwin and Ribeiro, 1996) หากเชื้อนี้เข้าทำลายต้นกล้าพริก จะเกิดการเน่าคอดินที่โคนต้น มีลักษณะเป็นแผลข้ำน้ำ คล้ายโดนน้ำร้อนลวก ในระยะแรก ต่อมาต้นกล้าจะหักพับและแห้งตายพับติดดินภายในเวลา 5 วัน หากเชื้อเข้าทำลายในระยะที่ต้นพริกเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว จะแสดงอาการคล้ายโรคไหม้ที่บริเวณใบ กิ่ง และผล โดยเริ่มแสดงอาการที่โคนต้นระดับดินเป็นแผลยาวสีน้ำตาลเข้มหรือดำ (Collar rot) ต่อมาต้นพริกจะแสดงอาการเหี่ยวโดยที่ใบยังเขียวอยู่ จนทำให้กิ่งแห้งตายและหักพับในที่สุดเนื่องจากมักจะเริ่มแสดงอาการจากบริเวณกิ่งที่แยกจากต้น (ศุภลักษณ์, 2536) หากเข้าทำลายที่ใบ จะเริ่มแสดงอาการจุดดำ แล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหดย่น สามารถสังเกตเห็นเส้นใยสีขาวของเชื้อราปกคลุมบริเวณที่เข้าทำลาย หากเชื้อเข้าทำลายที่ผลพริก จะเริ่มด้วยแผลจุดดำ จากนั้นแผลจะยุบตัวลง มีเส้นใยสีขาวปกคลุม และยอดแห้งตาย (จันทนา, 2553) นอกจากนี้ เชื้อ *Phytophthora capsici* ยังสามารถถ่ายทอดสู่พริกรุ่นต่อไปทางเมล็ดได้ โดยสามารถมีชีวิตรอดอยู่ในดินและซากพืชอาศัยได้เป็นเวลานานหลายเดือน (Black *et al.*, 1991; Oelke *et al.*, 2003) และพบระบาดหลังจากที่มีฝนตกหนัก หรือสภาพปลูกพื้นที่ปลูกมีความชื้นสูง เนื่องจากการให้น้ำมากเกินไปในพื้นที่ที่มีการระบายน้ำไม่ดี หรือให้ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป (Black *et al.*, 1991)

โรคไหม้เนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* ทำความเสียหายกับแหล่งปลูกพริกทั่วโลกทั้งในสภาพแปลงและสภาพโรงเรือน แต่มักพบในเขตอบอุ่นมากกว่าเขตร้อน (ศุภลักษณ์, 2536) โดยมีความเสียหายตั้งแต่ 10 – 80 % ขึ้นกับสภาพแวดล้อม วิธีการปลูก การดูแลรักษา การให้น้ำ และพันธุ์พริก (Rista *et al.*, 1995) สำหรับประเทศไทยมีรายงานการพบโรคลำต้นไหม้ระบาดในแปลงปลูกพริกที่จังหวัดเชียงใหม่ เพชรบูรณ์ เชียงราย และสกลนคร (ศรีสุข, 2548)

การรวบรวมพันธุ์ที่มีความหลากหลายในลักษณะการแสดงออก โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะทางการเกษตรที่ตลาดต้องการและความต้านทานต่อโรคและแมลงที่เป็นปัญหาในการผลิตพืชชนิดนั้น เป็นขั้นตอนแรกของแผนงานปรับปรุงพันธุ์ การประเมินลักษณะที่ต้องการได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีผลกระทบต่อความสำเร็จของแผนงานที่จะดำเนินต่อไปด้วยผสมข้ามระหว่างพันธุ์เพื่อสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 จากนั้นจึงเริ่มการถ่ายทอดยีนต้านทานโรคให้แก่พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าด้วยวิธีการปรับปรุงประชากร ซึ่งการผสมกลับไปหาพันธุ์ที่มีลักษณะการเกษตรที่ดี (Poehlman and Sleper, 1994) อย่างไรก็ตาม มีปัจจัยแวดล้อมหลายประการที่ส่งผลกระทบต่อการปรับปรุงลักษณะต้านทานต่อโรค ได้แก่ เชื้อสาเหตุ สายพันธุ์พืช และ แมลงพาหะในบางกรณี การประเมินลักษณะต้านทานโรคอย่างถูกต้องจะช่วยให้ นักปรับปรุงพันธุ์สามารถถ่ายทอดยีนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังอาจรวมยีนหลักที่มีผลต่อความต้านทานเพื่อให้เกิดเสถียรภาพในการแสดงออก ดังที่มีการศึกษาเพื่อพัฒนาพันธุ์ต้านทานโรคในพืชหลายชนิด เช่น โรคไหม้และโรคขอบใบแห้งในข้าว (Hittalmani *et al.*, 1999) โรคไวรัส TuMV (Walsh and Jenner, 2002) การสร้างพริกจำลองพันธุ์ที่ต้านทานไวรัส CVbMV (พิสสุวรรณ, 2543) สำหรับการประเมินโรคเหี่ยวจากเชื้อ *Phytophthora* นั้น สามารถทำได้ทั้งในโรงเรือนปลูกพืชและในแปลงทดลอง ด้วยการแยกเชื้อสาเหตุแล้วปลูกเชื้อ (inoculate) ให้แก่ต้นพืช และ/หรือ ปลูกในสภาพที่มีการระบาดของโรคตามธรรมชาติ จากนั้นจึงประเมินการเกิดโรคเหี่ยว (Mitchell and Rayside, 1986; Thabius *et al.*, 2004; Roberts *et al.*, 2006)

เครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่ใช้ในการหาตำแหน่งยีนและช่วยในการคัดเลือกในโปรแกรมปรับปรุงพันธุ์พืช แบ่งออกเป็น 4 ชนิดใหญ่ๆ ซึ่งจัดได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของ dominant markers ได้แก่ random amplified polymorphic DNA (RAPD) และ amplified fragment length polymorphism (AFLP) ส่วนเครื่องหมายในระดับโมเลกุลอีก 2 ชนิด คือ restriction fragment length polymorphism (RFLP) และ simple sequence length polymorphism (SSLP) จัดอยู่ในกลุ่มของ codominant markers นับตั้งแต่มีการค้นพบ

เกี่ยวกับเครื่องหมายในระดับโมเลกุล นักวิจัยได้นำหลักการนี้มาช่วยพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์พืชตั้งแต่ปี 1980 โดยการศึกษาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่สัมพันธ์ (linked) กับยีนต้านทานโรคหลายชนิด เครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่สัมพันธ์อย่างใกล้ชิด (tightly linked) กับยีนต้านทานโรค จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของแผนงานการปรับปรุงพันธุ์พืชให้ต้านทานโรค โดยเป็นเครื่องมือให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถคัดเลือกลูกแต่ละชั่วอายุอย่างแม่นยำและรวดเร็วขึ้น เนื่องจากไม่ต้องรอทดสอบการแสดงออกของลักษณะการต้านทานโรค และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาไปสู่การโคลนยีนและเสริมสร้างความเข้าใจพื้นฐานทางชีววิทยาโมเลกุลของการต้านทานโรค ในปัจจุบันมีการค้นพบยีนมากกว่า 40 ยีน รวมทั้งยีนเดี่ยว (single gene) และ QTL (quantitative trait loci) ที่เกี่ยวข้องกับการต้านทานโรคสำคัญในมะเขือเทศ ที่ทราบตำแหน่ง (mapped) บนแผนที่โมเลกุล (molecular map) (Grube *et al.*, 2000) แผนที่โมเลกุลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการระบุตำแหน่งของยีนและ QTL ที่เกี่ยวข้องกับการต้านทานโรค และจะเป็นประโยชน์ในการใช้คัดเลือกพันธุ์โดยใช้เครื่องหมายในระดับโมเลกุล (marker-assisted selection) Tanksley *et al.* (1988) ได้สร้างแผนที่ยีนในพริก *Capsicum* ขึ้นครั้งแรกโดยใช้ RFLPs และงานวิจัยต่อมาส่วนใหญ่ใช้ RFLP probes ที่ได้จากมะเขือเทศและมันฝรั่งในการสร้างแผนที่ยีน (Lefebvre *et al.*, 1995 และ 1997; Livingstone *et al.*, 1999; Prince *et al.*, 1993) หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาการทำแผนที่ยีนอย่างละเอียดและใช้เทคนิคที่ก้าวหน้าขึ้นโดยใช้ cDNA และ genomic clones ที่ได้มาจากพริก (Kang *et al.*, 2001; Nahm, 2001) ประชากรที่ใช้ทำแผนที่ยีนในพริก *Capsicum* ที่ใช้กันมากได้แก่ interspecific F_2 จากการผสมระหว่าง *C. annuum* กับ *C. chinense* (Kang *et al.*, 2001; Nahm, 2001; Prince *et al.*, 1993) หรือ intraspecific backcross population และ doubled haploid progeny (Lefebvre *et al.*, 1995 และ 1997) ปัจจุบันพบว่า ลักษณะสำคัญทางการเกษตรหลายลักษณะ เช่น ความเผ็ด ความต้านทานต่อโรค มีความเกี่ยวข้องกับ linkage groups ที่จำเพาะ

เครื่องหมายในระดับโมเลกุลชนิด RAPD ได้รับการนำมาประยุกต์ใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์พืชอย่างแพร่หลาย เนื่องจากความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน ใช้ปริมาณตัวอย่างดีเอ็นเอน้อย และต้องการข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับจีโนมน้อยกว่า PCR based markers ประเภทอื่นๆ แต่อาจมีข้อจำกัดในเรื่องการทำซ้ำ (reproducibility) ที่คงเป็นประเด็นถกเถียงกันอยู่ แม้ว่าในปัจจุบันนี้จะมีผู้รายงานการทำซ้ำได้ทั้งในพืชและสัตว์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ก็ตาม (Nelson *et al.*, 1993; Fowler *et al.*, 1998; Rutledge *et al.*, 2000; Jun *et al.*, 2002) อย่างไรก็ตาม

หลังจากตรวจสอบเครื่องหมายในระดับโมเลกุล RAPD ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการคัดเลือกต้นพืชที่มีลักษณะตามต้องการแล้ว สามารถแยกชิ้นดีเอ็นเอที่จำเพาะต่อสายพันธุ์เนื่องจากในแถบดีเอ็นเอจำนวนมากที่ได้ จะมีแถบดีเอ็นเอที่พบเฉพาะสายพันธุ์นั้นๆ ซึ่งสามารถนำวิเคราะห์ลำดับเบส และนำลำดับเบสที่ได้ไปใช้ในการออกแบบไพรเมอร์ใหม่ที่จำเพาะต่อแถบดีเอ็นเอที่เรียกว่า SCAR หรือ Sequence characterized amplified region primer ดังนั้น จึงสามารถพัฒนา RAPD marker ให้เป็น SCAR marker ที่มีความจำเพาะสูงและสามารถทำซ้ำได้ดี ซึ่งมีผู้รายงานความสำเร็จในพืชหลายชนิด เช่น การศึกษา DNA marker ต่อความต้านทาน blue mold (*Peronospora tabacina*) ในยาสูบ (Milla *et al.*, 2005) การศึกษา DNA marker เพื่อใช้คัดเลือกถั่วและหน่อไม้ ที่ต้านทานโรค bean rust (Park *et al.*, 2004; Das *et al.*, 2005) สำหรับการศึกษความต้านทานต่อเชื้อ *Phytophthora* ในพริก ได้มีนักวิจัยทำการศึกษาเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ (Otega *et al.*, 1991) โดยประยุกต์ใช้เครื่องหมายในระดับโมเลกุลหลากหลายชนิดอย่างกว้างขวาง (Minayama *et al.*, 2005; Ogundiwin *et al.*, 2005; Minayama *et al.*, 2006) และ Quirin *et al.* (2005) ได้รายงานการพัฒนา SCAR primers จากเครื่องหมายในระดับโมเลกุล RAPD ที่พบว่ามีความสัมพันธ์กับลักษณะต้านทานโรค เพื่อใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการคัดเลือกพันธุ์พริกที่แสดงความต้านทานเชื้อ *Phytophthora capsici*

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการ ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพ และภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
แปลงทดลอง ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย

การปลูกและสร้างประชากรพริกผสม

สำรวจแปลงปลูกพริกของเกษตรกรในบริเวณ ต.ป่าไผ่ อ.สันทราย และ ต.เหมืองแก้ว อ.แมริม บันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่างพริกที่เป็นโรค เลือกพันธุ์พริกสำหรับสร้างประชากรผสมโดยแบ่งเป็นกลุ่มพันธุ์ต้านทานและไม่ต้านทานต่อเชื้อ *Phytophthora capsici* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุของโรคเหี่ยว ตามลักษณะประจำพันธุ์ในฐานข้อมูลของ AVRDC และแผนงานปรับปรุงพันธุ์พริกในประเทศไทย

<u>พันธุ์ต้านทาน</u>	<u>พันธุ์ไม่ต้านทาน</u>
CM334	เด็ดยไก่อ
Tit Paris	พจ 007
	พจ 0077-1
	พจ 0054
	พจ 2-2-1-1
	พจ 5-3-1-1
	พจ 16-1-1-1
	พจ 18-1-1-1
	C 490049
	C 490075
	Early Cal Wonder

ปลูกพริกที่เลือกทั้ง 13 พันธุ์ เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผสมตัวเอง จากนั้นเพาะเมล็ดพันธุ์พริกที่ได้จากการผสมตัวเองเพื่อผสมข้ามในฤดูปลูกที่สอง และผสมเกสรข้ามกลุ่ม

ระหว่างพริกในกลุ่มพันธุ์ต้านทานและไม่ต้านทาน โดยการขลิบกליบดอกและถอดเกสรตัวผู้ของพริกในกลุ่มหนึ่งในตอนเย็น แล้วนำเกสรตัวผู้ของพันธุ์พริกในอีกกลุ่มหนึ่งไปเคาะใส่ในตอนเช้าของวันถัดไป ครอบดอกที่ผสมแล้วด้วย glassine bag ติดป้ายแสดงรายละเอียดของคู่ผสม ปลูกลูกผสมรุ่นที่ 1 และควบคุมให้ผสมตัวเองเพื่อสร้างประชากรลูกผสมรุ่นที่ 2 จากนั้นปลูกลูกผสมรุ่นที่ 2 เพื่อสร้างประชากรลูกผสมรุ่นที่ 3

การทดสอบความต้านทานต่อเชื้อรา *Phytophthora capsici*

เพาะเมล็ดพริกในถาดหลุม เมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 1 เดือน ปลูกเชื้อโดยนำ zoospore suspension ความเข้มข้น 10^4 zoospore/มล. ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. จำนวน 7 ไอโซเลต ได้แก่ ขุนวาง โป่งแยง แม่สอด เชียงราย โป่งแยง มช. ตาก ฮอด รดลงบริเวณโคนต้นกล้าพริกด้วย syringe ในปริมาตร 5 มล. ต่อดัน บันทึกผลการเกิดโรคทุก 2 วัน โดยให้คะแนนความรุนแรงของโรค 4 ระดับ (Wang, 2008)

0 = ไม่แสดงอาการ

1 = ลำต้นมีแผล necrosis 1-10 % บริเวณที่ต่ำกว่า cotyledon หรือเริ่มเหี่ยว

2 = ลำต้นมีแผล necrosis 11-50 % บริเวณที่ต่ำกว่า cotyledon หรือเหี่ยว

3 = ลำต้นมีแผล necrosis 51-100 % บริเวณที่ต่ำกว่า cotyledon หรือใบร่วง

4 = ลำต้นมีแผล necrosis เหนือบริเวณ cotyledon หรือพืชตาย

ย้ายปลูกต้นพืชที่เหลือรอดจากการปลูกเชื้อลงแปลงหรือกระถางเพื่อศึกษาลักษณะทางการเกษตรและเก็บเมล็ดพันธุ์

การประเมินลักษณะทางพันธุกรรมและศึกษาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่สัมพันธ์กับลักษณะต้านทานต่อโรคเหี่ยวจากเชื้อ *Phytophthora*

เก็บตัวอย่างใบพืชนำมาสกัดดีเอ็นเอด้วยวิธีการที่ดัดแปลงจาก วิลาวรรณและคณะ (2549) ดังรายละเอียดในภาคผนวก นำดีเอ็นเอที่ได้มาทำปฏิกิริยาพีซีอาร์กับไพรเมอร์ RAPD (Biobasic Inc.) จำนวน 80 หมายเลข ได้แก่ s1021-s1040, s1201-s1240, s14411-1480 ในส่วนผสมที่ประกอบด้วย

10x PCR buffer	ปริมาตร 2.50 ไมโครลิตร
50 mM MgCl ₂	ปริมาตร 1.90 ไมโครลิตร
dNTPs (100 μm)	ปริมาตร 0.25 ไมโครลิตร

RAPD primer (10 µm)	ปริมาตร 1.00 ไมโครลิตร
iTaq DNA polymerase	ปริมาตร 0.15 ไมโครลิตร
DNA Template	ปริมาตร 5.00 ไมโครลิตร
น้ำกลั่นบริสุทธิ์	ปริมาตร 14.20 ไมโครลิตร

กำหนดสภาวะการทำปฏิกิริยาตามวิธีการที่ดัดแปลงจากวิลาวรรณและคณะ (2549)

ดังต่อไปนี้

- Initial Denaturation อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที
- กำหนดรอบการทำปฏิกิริยา 40 รอบ ประกอบด้วย

Denaturation	อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที
Annealing	อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที
Extension	อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที
- Final Extension อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

นำส่วนผสมของดีเอ็นเอที่ผ่านการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์แล้วไปแยกแอมป์ดีเอ็นเอด้วยไฟฟ้า (electrophoresis) ในแผ่นเจลอะกาโรส 1.0 % ย้อมสีแอมป์ดีเอ็นเอด้วย ethidiumbromide แล้วประเมินความแตกต่างของแอมป์ดีเอ็นเอในกลุ่มตัวอย่างโดยให้การให้คะแนน 0 และ 1 (0 คือ ไม่ปรากฏแอมป์ดีเอ็นเอ ในขณะที่ 1 คือ ปรากฏแอมป์ดีเอ็นเอ)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

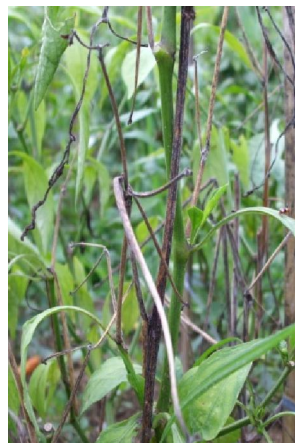
วิเคราะห์ข้อมูลทางการเกษตรโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองด้วยวิธี HSD วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและไอโซเลทที่ปลูกเชื้อทดสอบด้วย Regression analysis และจัดกลุ่มทางพันธุกรรมของแอมป์ดีเอ็นเอ (Cluster analysis) โดยใช้โปรแกรม SPSS 18.0 (SPSS Inc., 2009)

ผลการทดลอง

ผลการสำรวจแปลงปลูกพริกของเกษตรกรในบริเวณ ต.ป่าไผ่ อ.สันทราย และ ต.เหมืองแก้ว อ.แมริม พบว่า เกษตรกรโดยส่วนใหญ่นิยมปลูกพริกพันธุ์จักรพรรดิ (พันธุ์การค้าลูกผสมรุ่นที่ 1) และเดือยไก่ (พันธุ์ผสมเปิด) และประสบปัญหาจากโรคเหี่ยวและโรคกุ้งแห้งทุกฤดูปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออากาศร้อนและมีฝนตก ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต จึงมีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดโรคและแมลงต่างๆ อยู่อย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างต้นพริกที่เป็นโรคที่เก็บจากแปลงเกษตรกรแสดงอาการของโรคเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* โดยมีเนื้อเยื่อที่แห้งและยุบตัวลงเป็นสีดำ โดยเฉพาะบริเวณโคนต้น ต้นเหี่ยว กิ่งแห้งตาย จนในที่สุดแห้งตายทั้งต้น (ภาพ 1)



(ก)



(ข)



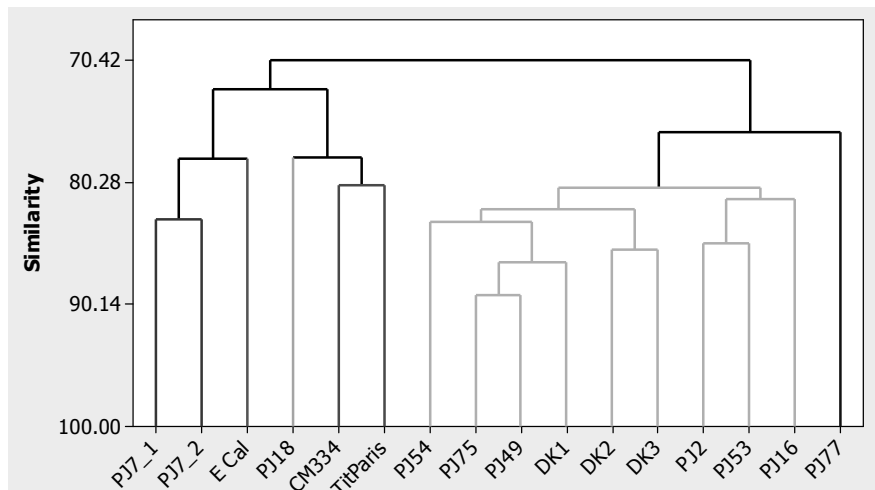
(ค)

ภาพ 1 ต้นพริกที่แสดงอาการของโรคเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* เข้าทำลาย (ก) ต้นเหี่ยว (ข) กิ่งแห้งพับ (ค) แห้งตายทั้งต้น

เมื่อนำตัวอย่างต้นพริกที่ยังไม่แสดงอาการโรคมาจากแปลงที่เกิดการระบาดของเชื้อ *Phytophthora* มาปลูกทดสอบในแปลงทดลอง พบว่า ส่วนใหญ่แสดงอาการเป็นโรคในภายหลัง ในขณะที่พันธุ์ต้านทานที่ได้รับจาก AVRDC ประเทศไต้หวัน 2 พันธุ์ คือ CM334 และ Tit Paris ที่ปลูกในแปลงเดียวกันไม่แสดงอาการของโรคจากเชื้อ *Phytophthora* แต่พันธุ์ Tit Paris เจริญเติบโตไม่ดีนักและเป็นโรคกุ้งแห้งอย่างรุนแรง อย่างไรก็ตาม ทั้ง 2 พันธุ์มีปัญหาในการปรับตัวเข้ากับสภาพการปลูกในประเทศไทย แม้จะเจริญเติบโตออกดอกได้แต่ใช้เวลานานและดอกส่วนใหญ่ร่วงจากต้นจึงไม่ค่อยติดผล

ลักษณะทางการเกษตรของพริกที่นำมาทดลองทั้ง 13 พันธุ์ มีความแตกต่างกันตามลักษณะลำต้น ใบ และผล ซึ่งมีทั้งที่เป็นพริกกลุ่มพริกชี้ฟ้าและพริกชี้หนู แม้แต่พริกพันธุ์เดียวกันแต่ละต้นยังมีลักษณะที่ไม่เหมือนกันทั้งหมด จากการนำตัวอย่างใบพริก 16 ตัวอย่าง ในกลุ่มพันธุ์ด้านทานและไม่ด้านทานทั้ง 13 พันธุ์ มาสกัดดีเอ็นเอและทำปฏิกิริยาพีซีอาร์โดยใช้ไพรเมอร์ RAPD จำนวน 80 หมายเลข พบว่า ไพรเมอร์จำนวน 60 หมายเลขสามารถทำปฏิกิริยาให้แถบดีเอ็นเอของตัวอย่างทั้ง 16 ตัวอย่าง คิดเป็น 75 เปอร์เซ็นต์ โดยให้แถบดีเอ็นเอทั้งหมด 475 แถบ ในจำนวนนี้มีแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่าง (polymorphic bands) จำนวน 215 แถบ คิดเป็น 45.26 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการปรากฏและไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอของกลุ่มพันธุ์พริกที่ทดสอบทั้ง 13 พันธุ์ ด้วย Cluster analysis สามารถจัดกลุ่มทางพันธุกรรมออกเป็น 6 clusters ดังภาพ 2



ภาพ 2 กลุ่มพันธุกรรมของพริก 16 ตัวอย่าง (PJ7_1 และ PJ7_2 คือ พจ 007 ต้นที่ 1 และ 2, E Cal คือ พริกหวาน Early Cal Wonder, PJ18 คือ พจ 18-1-1-1, PJ54 คือ พจ 0054, PJ75 คือ C 490075, PJ49 คือ C 490049, DK1, 2, และ 3 คือ เด็อยไก่ จากแปลงเกษตรกรรายที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับ, PJ2 คือ พจ 2-2-1-1, PJ53 คือ พจ 5-3-1-1, PJ16 คือ พจ 16-1-1-1 และ PJ77 คือ พจ 0077-1)

การจัดกลุ่มพันธุกรรมโดยอาศัยข้อมูลจากแถบดีเอ็นเอนี้มีความสอดคล้องกับลักษณะทางการเกษตรของพริกเป็นส่วนใหญ่ ดังจะเห็นได้จากการจำแนกพริกในกลุ่มพริกชี้หนูที่มีขนาดผลเล็กกว่าพันธุ์อื่นๆ ในกลุ่มที่ทดสอบไว้ใน cluster เดียวกัน (พจ 0054, C 490075, C 490049, และเด็อยไก่) ในขณะที่พริกหวาน Early Cal Wonder ได้รับการ

จำแนกออกมาจากกลุ่มอื่น ส่วน CM334 และ Tit Paris ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกันได้รับการจัดกลุ่มไว้ด้วยกัน สำหรับพริกหนุ่มขาว 2 พันธุ์ (พจ 2-2-1-1 และ พจ 5-3-1-1) มีลักษณะทางการเกษตรที่คล้ายคลึงกันและได้รับการจัดไว้ใน cluster เดียวกับพริกหนุ่มเขียว (พจ 16-1-1-1) นอกจากนี้ การจัดกลุ่มทางพันธุกรรมโดยใช้ข้อมูลจากแถบดีเอ็นเอยังสามารถจัดพริกพันธุ์เดียวกันไว้ในกลุ่มเดียวกันได้ทั้ง 2 กลุ่ม ได้แก่ พจ 0077 ทั้ง 2 ต้น (PJ7_1 และ PJ7_2) และเดือยไก่ที่เก็บตัวอย่างมาจากแปลงเกษตรกรทั้ง 3 ราย (DK1, 2, และ 3) อย่างไรก็ตาม พริกพันธุ์เดียวกันในกลุ่มพันธุ์ทั้งสองนี้ ไม่ว่าจะเป็นพันธุ์ที่เก็บเมล็ดจากการทดสอบหรือที่เก็บตัวอย่างมาจากแปลงเกษตรกร ต่างมีรูปแบบของแถบดีเอ็นเอที่ไม่เหมือนกันทั้งหมด โดยปรากฏความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่แม้เป็นพันธุ์เดียวกัน แสดงถึงเปอร์เซ็นต์ความผันแปรทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นในพริก (ตาราง 1)

ตาราง 1 เปอร์เซ็นต์ความผันแปรทางพันธุกรรมของพริกในกลุ่มพันธุ์เดียวกัน

พันธุ์	จำนวน ตัวอย่าง	จำนวนแถบดีเอ็นเอ		% ความผันแปร
		แตกต่างกัน	เหมือนกัน	
พจ 0077	2	36	331	9.81
เดือยไก่	3	38	329	10.35

จากการพิจารณาคู่ผสมที่มีความแตกต่างของความต้านทานโรคและพันธุกรรมพื้นฐาน ประกอบกับความแข็งแรงและอายุรอดของลูกผสมที่ได้ สามารถคัดเลือกพริกเพื่อสร้างประชากรลูกผสมโดยเลือกในกลุ่มพันธุ์ต้านทาน 1 พันธุ์ คือ CM334 เนื่องจากมีความต้านทานโรค มีการเจริญเติบโตดี และติดดอกออกผลดีกว่า Tit Paris นอกจากนี้ยังพบว่าพันธุ์ Tit Paris บางต้นแสดงอาการของโรคจากเชื้อ *Phytophthora* เล็กน้อยในภายหลัง ในขณะที่พันธุ์ CM334 ทุกต้น ไม่แสดงอาการเป็นโรค ประกอบกับผลการทดสอบเชื้อยืนยันลักษณะดังกล่าว สำหรับพันธุ์ไม่ต้านทานแต่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีที่เลือกมาสร้างประชากรสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ต่อไปคือ พันธุ์เดือยไก่จากเกษตรกรรายที่ 2 และ 3 (DK2 และ DK3 ตามลำดับ ดังภาพ 3) เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่สามารถผสมข้ามกับ CM334 แล้วติดผลดีที่สุดในกลุ่ม ประกอบกับเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกโดยทั่วไป



(ก)

(ข)

(ค)

ภาพ 3 ลักษณะต้นและใบของพริกที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างประชากรลูกผสม

(ก) CM334 (ข) เดือยไก่ DK2 (ค) เดือยไก่ DK3

ลักษณะทางการเกษตรของพันธุ์พ่อแม่โดยทั่วไปมีความแตกต่างกันตั้งแต่ลักษณะทรงต้น ใบ และผล โดยพันธุ์ CM 334 มีทรงต้นที่ค่อนข้างเป็นทรงพุ่ม ใบเล็ก และผลป้อมห้อยลง แต่พันธุ์เดือยไก่โดยทั่วไปมีทรงต้นตั้ง ใบค่อนข้างใหญ่ ผลเรียวยาวแหลมชี้ขึ้น การผสมข้ามระหว่างพริกที่คัดเลือกมาสร้างประชากรในกลุ่มพันธุ์ด้านทาน (CM334) และไม่ด้านทาน (เดือยไก่จากเกษตรกรรายที่ 2 และ 3; DK2 และ DK3 ตามลำดับ) ได้ประชากรลูกผสมรุ่นที่ 1 ที่มีทิศทางการติดผลแบบชี้ขึ้นเหมือนกลุ่มพริกพันธุ์เดือยไก่ที่เป็นแม่ (ตาราง 2) แต่มีค่าเฉลี่ยของความยาวผลแตกต่างกันในทางสถิติ ($p < 0.01$) และพันธุ์ DK2 มีค่าเฉลี่ยความยาวผลแตกต่างทางสถิติจากพันธุ์ CM334 ($p < 0.05$) แม้พริกลูกผสมชั่วที่ 1 ให้ผลที่มีสั้นกว่าพันธุ์เดือยไก่ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์ CM334 โดยลูกผสมทั้งสองกลุ่มมีความยาวผลเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ 3.26 และ 3.05 ซม. ตามลำดับ

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยความยาวและทิศทางการติดผลของพริกลูกผสมรุ่นที่ 1 และพันธุ์พ่อแม่

พันธุ์	ค่าเฉลี่ยความยาวผล (ซม.)*	ทิศทางการติดผล
CM334	4.25 ^{bc}	ห้อยลง
DK2	6.42 ^a	ชี้ขึ้น
DK3	5.36 ^{ab}	ชี้ขึ้น
DK2 x CM334	3.26 ^c	ชี้ขึ้น
DK3 x CM334	3.05 ^c	ชี้ขึ้น

* หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี HSD

ประชากรลูกผสมในรุ่นที่ 2 ที่สร้างขึ้นจากการควบคุมให้ลูกผสมรุ่นที่ 1 ผสมตัวเอง แสดงการกระจายตัวของลักษณะความต้านทานต่อเชื้อ *Phytophthora* เมื่อทดสอบโดยปลูกเชื้อ *Phytophthora* ให้กับต้นกล้าพริกในถาดหลุม และให้คะแนนการเป็นโรคหลังจากผ่านไป 7, 14, และ 21 วัน (ภาพ 4) พบว่า เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคมักมีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มภายในประชากรที่พัฒนาจากลูกผสมรุ่นที่ 1 คนละต้น ดังที่ปรากฏเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคในคู่ผสม DK3 x CM334 ตั้งแต่ 50.00, 25.00, 9.09, 7.69, จนถึง 0 เปอร์เซ็นต์



ภาพ 4 การทดสอบความต้านทานต่อเชื้อ *Phytophthora* ของพริกลูกผสมรุ่นที่ 2 (หลุมที่ไม่มีต้นคือ ต้นตายเนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อ)

นอกจากนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่า ต้นพริกจำนวนมากได้พัฒนาอาการของโรคขึ้นเป็นลำดับภายหลังจากย้ายปลูกต้นกล้าที่ไม่แสดงอาการเป็นโรคจากการทดสอบนี้ไปปลูกในแปลงทดลอง และมีต้นที่ตายเพิ่มเติมถึง 12.50 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนต้นทั้งหมดที่ย้ายปลูก อย่างไรก็ตาม ผลพริกที่ได้จากประชากรลูกผสมรุ่นที่ 2 นี้ มีลักษณะรูปร่างที่แตกต่างกันหลายแบบและแตกต่างจากพันธุ์พ่อและแม่ (ภาพ 5)



ลักษณะทรงต้นและใบ

รูปร่างผล

ภาพ 5 ลักษณะทรงต้น ใบ และผลของพริกลูกผสมรุ่นที่ 2

ผลการทดสอบประชากรพริกลูกผสมรุ่นที่ 3 ที่ได้จากต้นพริกที่ไม่เป็นโรคในประชากรรุ่นที่ 2 พบว่า มีการกระจายตัวของลักษณะความต้านทานต่อเชื้อสาเหตุ 7 ไอโซเลท ที่ใช้ทดสอบในชุดโครงการนี้ (ขุนวาง เชียงราย โป่งแยง โป่งแยง มช. แม่สอ ตาก และฮอด) โดย ไอโซเลทตาก แม่สอ และขุนวางเป็นกลุ่มเชื้อสาเหตุที่ทำให้ความเสียหายรุนแรงต่อประชากรลูกผสมรุ่นที่ 3 มากที่สุด ในขณะที่ไอโซเลทฮอดและโป่งแยง มช. ไม่ทำให้เกิดโรคมามากนัก ดังแสดงในตาราง 3 โดยพริกมีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคเพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับการปลูกเชื้อด้วยไอโซเลทที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลายสูง ($R^2 \text{ adj} = 61.60 \%$, $p < 0.01$) ซึ่ง ไอโซเลทตากเป็นเชื้อที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลายสูงที่สุดเป็นอันดับ 1 ทำให้ต้นพริกที่ทดสอบแสดงอาการของโรคโดยเฉลี่ยสูงถึง 29.91 % ส่วนไอโซเลทฮอดที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลายต่ำที่สุดเป็นอันดับ 7 ทำให้ต้นพริกที่ทดสอบแสดงอาการเป็นโรคโดยเฉลี่ยเพียง 2.35 %

ตาราง 3 เปอร์เซ็นต์ต้นพริกที่เป็นโรคจากการปลูกเชื้อ *Phytophthora* จำนวน 7 ไอโซเลท

ไอโซเลท	เปอร์เซ็นต์ต้นพริกที่แสดงอาการโรค				อันดับความรุนแรงในการเข้าทำลายพืช
	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	<i>Standard Error</i>	
ขุนวาง	14.61	24.32	19.47	4.86	3
เชียงราย	7.27	9.21	8.24	0.97	5
ตาก	23.08	36.73	29.91	6.83	1
โป่งแยง	9.38	26.47	17.92	8.55	4
โป่งแยง มช.	4.55	10.53	7.54	2.99	6
แม่สอด	21.21	24.14	22.68	1.46	2
ฮอด	1.85	2.86	2.35	0.50	7

ในประชากรลูกผสมรุ่นที่ 3 นี้ พบการเกิดโรคหลังจากย้ายปลูกเช่นเดียวกันกับในประชากรก่อนหน้านี้ ทำให้ไม่สามารถสรุปความต้านทานได้จากที่ประเมินในการทดสอบการปลูกเชื้อเมื่อต้นพริกยังมีอายุน้อยแต่เพียงเดียว ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อทดสอบการตอบสนองของต้นพริกที่ได้รับการปลูกเชื้อครั้งที่สองด้วยไอโซเลทที่แตกต่างกัน พบว่า มีการตอบสนองที่แตกต่างกันตามอันดับความรุนแรงของไอโซเลทที่เข้าทำลายก่อนและหลังในทางสถิติ ($R^2 \text{ adj} = 23.00 \%$, $p = 0.01$) โดยต้นพริกในกลุ่มที่ได้รับไอโซเลทที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลายสูงในครั้งแรก มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากการเข้าทำลายครั้งที่สองต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับไอโซเลทที่มีความรุนแรงต่ำในครั้งแรก แม้ว่าไอโซเลทที่เข้าทำลายในภายหลังจะเป็นไอโซเลทที่มีความรุนแรงสูงก็ตาม (ตาราง 4) ดังในกรณีของต้นพริกในกลุ่มที่ได้รับเชื้อไอโซเลทตาก (ความรุนแรงในการเข้าทำลายเป็นอันดับ 1) มีเปอร์เซ็นต์ต้นเป็นโรคจากการปลูกเชื้อครั้งแรก 23.23 % และมีเปอร์เซ็นต์ต้นเป็นโรคหลังจากได้รับเชื้อไอโซเลทแม่สอด (ความรุนแรงในการเข้าทำลายเป็นอันดับ 2) 39.47 % ซึ่งต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับเชื้อเมื่อต้นพริกมีอายุ 21 วัน (control) แต่ต่อมาได้รับเชื้อที่เป็นไอโซเลทตากเมื่อต้นพริกมีอายุ 45 วัน ที่มีเปอร์เซ็นต์ต้นเป็นโรคมากที่สุดถึง 71.73 % นอกจากนี้ พริกในกลุ่มที่เคยได้รับเชื้อที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลายต่ำในครั้งแรก มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากการเข้าทำลายโดยไอโซเลทที่มีความรุนแรงสูงกว่าในภายหลังน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่เคยได้รับเชื้อมาก่อน หลังจากการปลูกเชื้อครั้งที่ 2

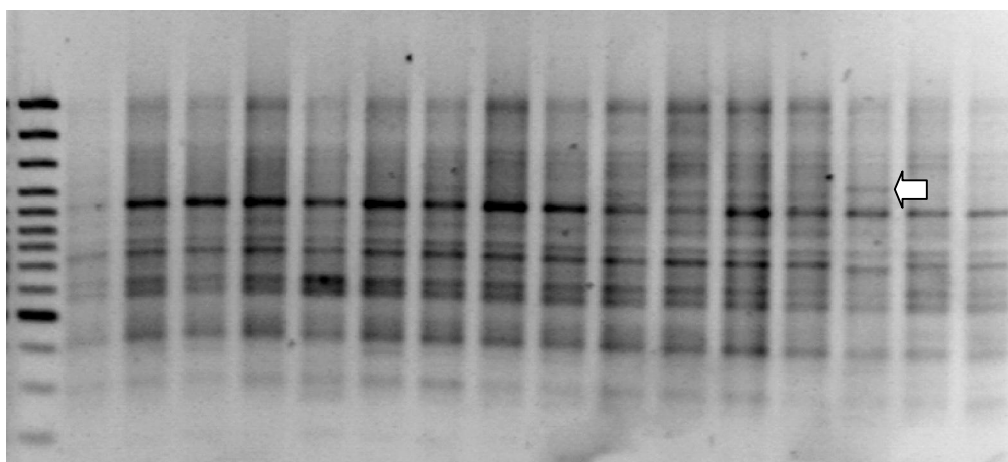
ตาราง 4 เพอร์เซ็นต์ต้นที่เป็นโรคจากการปลูกเชื้อเมื่อต้นกล้ามีอายุ 21 วัน และ 45 วัน

เปอร์เซ็นต์ต้นตายจากการปลูกเชื้อ ครั้งแรก เมื่อต้นกล้ามีอายุ 21 วัน		เปอร์เซ็นต์ต้นตายจากการปลูกเชื้อซ้ำ ครั้งที่สอง เมื่อต้นกล้ามีอายุ 45 วัน	
ไอโซเลท*	เปอร์เซ็นต์	ไอโซเลท*	เปอร์เซ็นต์
Control	4.55	ตาก	71.43
ตาก	16.00	Control	57.14
ตาก	23.23	แม่สอด	39.47
ขุนวาง	21.62	ฮอด	38.30
ฮอด	0.00	เชียงใหม่	33.33
แม่สอด	24.24	Control	0.00
ฮอด	1.85	ตาก	29.11
แม่สอด	13.79	ขุนวาง	3.64
โป่งแยง มช.	13.58	เชียงใหม่	0.00
ขุนวาง	10.11	โป่งแยง	2.50
Control	2.34	ฮอด	9.68
โป่งแยง	9.47	โป่งแยง มช.	2.78
โป่งแยง มช.	8.00	แม่สอด	2.86
โป่งแยง	17.65	โป่งแยง	0.00
เชียงใหม่	8.50	Control	0.86
ฮอด	5.88	Control	0.00
Control	0.00	โป่งแยง มช.	3.85
Control	3.03	โป่งแยง	0.81
Control	0.00	เชียงใหม่	0.67
Control	0.00	Control	0.00
Control	0.00	ขุนวาง	0.00
เชียงใหม่	0.00	แม่สอด	0.00
โป่งแยง มช.	0.00	Control	0.00

*หมายเหตุ Control คือ ไม่ได้รับการปลูกเชื้อ (รดด้วยน้ำกลั่น)

อย่างไรก็ตาม พริกกลุ่มที่ได้รับเชื้อที่มีความรุนแรงสูงแม้เพียงครั้งเดียว ไม่ว่าจะเป็นช่วงที่ต้นกล้าอายุน้อยหรือมาก มีเปอร์เซ็นต์การตายเนื่องจากการปลูกเชื้อสูงที่สุด โดยเฉพาะไอโซเลทตากลที่มีความรุนแรงสูงที่สุด (57.14 %) และเมื่อย้ายปลูกพริกในกลุ่มที่ไม่ปรากฏอาการของโรคจากการปลูกเชื้อโดยตรงทั้งสองครั้งนี้ลงในแปลงบริเวณที่เคยมีการปลูกเชื้อ ยังคงพบต้นพริกที่แสดงอาการของโรคและตายเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ แต่ในท้ายที่สุดยังคงมีพริกกลุ่มผสมรุ่นที่ 3 ของทั้งสองคู่ผสมที่ไม่แสดงอาการเป็นโรคจนกระทั่งสิ้นสุดฤดูปลูกซึ่งมีศักยภาพที่จะพัฒนาต่อไปเป็นสายพันธุ์ต้านทานโรคจากเชื้อ *Phytophthora* สำหรับคู่ผสม DK2 x CM334 จำนวน 7 สายพันธุ์ และคู่ผสม DK3 x CM334 จำนวน 10 สายพันธุ์

ข้อมูลทางพันธุกรรมจากการศึกษาลายพิมพ์ดีเอ็นเอพบความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏในกลุ่มตัวอย่างพริกที่มีแนวโน้มในการพัฒนาไปเป็นเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่มีความสัมพันธ์กับความต้านทานโรคจากเชื้อ *Phytophthora* ได้แก่ ไพรเมอร์ RAPD ในกลุ่มที่มีความแตกต่างในการปรากฏของแถบดีเอ็นเอระหว่างพันธุ์ต้านทาน CM 334 และกลุ่มพันธุ์ไม่ต้านทานในแผนงานปรับปรุงพันธุ์ของชุดโครงการนี้ (เดื่อยไก่อ่ และ พจ 5-3-1-1) จำนวน 21 หมายเลข ดังตาราง 5 โดยมีเพียงไพรเมอร์หมายเลข s1475₁₂₃₃ ที่แสดงความแตกต่างระหว่าง CM334 และพันธุ์ไม่ต้านทานทั้งหมดที่ทดสอบ (แถบที่มีลูกศรกำกับในภาพ 6)



ภาพ 6 แถบดีเอ็นเอจากการทำปฏิกิริยาด้วยไพรเมอร์ s1475 (ช่องที่ 1 ถึง 17 ได้แก่ DNA ladder, พจ 007 ต้นที่ 1 และ 2, พจ 0054, พจ 0077-1, C 490075, C 490049, เดื่อยไก่อ่จากแปลงเกษตรกรรายที่ 1, 2, และ 3 (ตามลำดับ), พจ 2-2-1-1, พจ 5-3-1-1, พจ 16-1-1-1, พจ 18-1-1-1, CM334, Tit Paris และ Early Cal Wonder)

ตาราง 5 ไพรมเมอร์ RAPD ที่แสดงความแตกต่างระหว่างพริกที่ต้านทานและไม่ต้านทาน
Phytophthora

หมายเลขไพรมเมอร์ RAPD	ลำดับเบส
s1025	GTCGTAGCGG
s1027	ACGAGCATGG
s1033	ACGCTGCGAC
s1034	TGGTGCACTC
s1035	GACACAGCCC
s1036	AAGGCACGAG
s1040	CCTGTTCCCT
s1201	CCATTCCGAG
s1202	CACCTGCTGA
s1205	CATACCTGCC
s1206	TGGGGCTCAA
s1207	TCCTTCGGTG
s1210	TGGGGCTGTC
s1211	GGGAAGACGG
s1213	GGGTCGGCTT
s1217	CCACCACGAC
s1449	TCGCTTCTCC
s1452	AAGAGGGCGT
s1459	CTTGGCACGA
s1475	TGCCTGGACC
s1477	GGCAGGTTCA

นอกจากนี้ ยังพบว่า ไพรมเมอร์หมายเลข s1459₁₂₅₆ แสดงความแตกต่างระหว่างกลุ่มพันธุ์ที่ต้านทานทั้ง 2 พันธุ์ (CM334 และ Tit Paris) และกลุ่มพันธุ์ไม่ต้านทานทั้ง 11 พันธุ์ที่ทดสอบในครั้งนี้อย่างยิ่งไปกว่านั้น ข้อมูลไพรมเมอร์และแถบดีเอ็นเอที่มีรูปแบบแตกต่างกัน

ระหว่างพ่อแม่ของประชากรคู่ผสมแต่ละคู่ยังเป็นประโยชน์ต่อการคัดเลือกในแผนงานปรับปรุงพันธุ์โดยสามารถใช้ความแตกต่างที่พบเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาคัดเลือกสายพันธุ์พริกให้มีความต้านทานโรคจากเชื้อ *Phytophthora* และในขณะเดียวกันยังคงพันธุ์กรรมพื้นฐานที่มีอยู่ในพันธุ์ไม่ต้านทานที่เป็นพันธุ์การค้าและมีลักษณะทางการเกษตรที่ผู้บริโภคต้องการดังตัวอย่างของประชากรคู่ผสมในตาราง 6 (รายละเอียดหมายเลขไพรเมอร์และลำดับเบสในตารางภาคผนวก)

ตาราง 6 จำนวนไพรเมอร์และแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างในแต่ละประชากรคู่ผสม

คู่ผสม	จำนวนที่แสดงความแตกต่าง		จำนวนแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏในกลุ่ม	
	ไพรเมอร์	แถบดีเอ็นเอ	พันธุ์ไม่ต้านทาน	พันธุ์ต้านทาน
DK2 x CM334	27	27	16	11
DK3 x CM334	29	53	30	23
พจ 5-3-1-1 x CM334	32	52	30	22

อภิปรายผลการทดลอง

การดำเนินงานในแผนงานปรับปรุงพันธุ์พืชจำเป็นต้องเริ่มจากการประเมินพ่อแม่พันธุ์ที่จะนำมาสร้างประชากรลูกผสมให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด จึงจะมีโอกาสประสบความสำเร็จ แม้ในปัจจุบันจะมีเครื่องมือที่มีความละเอียดและให้ข้อมูลได้มากกว่าการประเมินจากลักษณะการแสดงออกของพืชที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชให้ความเชื่อถือดังเช่นเครื่องหมายในระดับโมเลกุลประเภทต่างๆ แต่จะต้องไม่ลืมว่า เครื่องหมายในระดับโมเลกุลเหล่านี้ ไม่ว่าจะเป็น RAPD, RFLP, SSR ฯลฯ ต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานจากการประเมินการแสดงออกของพืชที่แม่นยำทั้งสิ้น ดังนั้นนักปรับปรุงพันธุ์พืชจึงควรตระหนักถึงความสำคัญของการประเมินลักษณะการแสดงออกในการพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลด้วยเช่นกัน

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งในงานปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีความต้านทานโรคคือ ความแม่นยำในการประเมินพันธุ์ต้านทานและไม่ต้านทานต่อโรคนั้นๆ ที่จะนำมาใช้เป็นพ่อแม่ในการสร้างประชากรสำหรับพัฒนาสายพันธุ์ต้านทานที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี เนื่องจากปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมหลายประการส่งผลกระทบต่อการแสดงอาการเกิดโรคของพืชแต่ละต้น แต่ละพันธุ์ เช่น อุณหภูมิแวดล้อม ความชื้นของดิน และอายุในการปลูกเชื้อเพื่อประเมินการเกิดโรค (Ogundiwin *et al.*, 2005) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินเปอร์เซ็นต์ต้นพริกที่เกิดโรคจากการปลูกเชื้อเมื่อต้นกล้าอายุต่างกัน นอกจากนี้ยังพบแนวโน้มของผลกระทบจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างเชื้อไอโซเลตต่างๆ ในการเข้าทำลายพืช สิ่งที่ต้องตระหนักอย่างยิ่งคือ การที่ต้นพืชพัฒนาอาการของโรคขึ้นหลังจากผ่านระยะการประเมินโรคตามวิธีการมาตรฐานแล้ว เนื่องจากทำให้ไม่สามารถสรุปได้จากความต้านทานที่พบในการทดสอบการปลูกเชื้อเมื่อต้นพริกยังมีอายุเพียง 1 – 2 เดือน การประเมินความต้านทานจากลักษณะการแสดงออกจึงอาจไม่แม่นยำ และหากใช้ข้อมูลนี้ในการพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลอาจทำให้ไม่ได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพดังที่คาดการณ์ไว้ การปรับการดำเนินงานในแผนงานปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้มั่นใจว่า การประเมินดังกล่าวจะมีความแม่นยำจริง จึงเป็นเรื่องที่ไม่ควรมองข้าม แม้จะต้องใช้เวลาและ/หรือทรัพยากรมากขึ้น แต่นับได้ว่าเป็นการลงทุนที่คุ้มค่า เนื่องจากเป็นก้าวแรกที่สำคัญของแผนงานและข้อมูลพื้นฐานที่รัดกุมจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงแผนงานในอนาคต

ประเด็นที่นักปรับปรุงพันธุ์พริกควรพิจารณาในการเลือกใช้เครื่องหมายในระดับโมเลกุลเป็นเครื่องมือในการคัดเลือกมีหลายประการ ตั้งแต่ปัญหาเรื่องระดับความแตกต่างทางพันธุกรรมของประชากรพริกกลุ่ม *Capsicum annuum* ที่มีน้อยถึงน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากสร้างประชากรลูกผสมจากพันธุ์ในกลุ่มเดียวกัน (Minamiyama *et al.*, 2006) และการทำแผนที่ทางพันธุกรรมของพริกส่วนใหญ่ได้มาจากประชากรที่ผสมข้ามชนิด ดังเช่นการทำแผนที่ โดยใช้ SSR markers ในประชากรลูกผสมระหว่าง *C. annuum* และ *C. chinense* โดย Lee *et al.* (2004) นอกจากนี้ การศึกษาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลของลักษณะต้านทานโรคต่างๆ รวมถึงโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Phytophthora* ในพริกยังระบุเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่แตกต่างกันไปตามประชากรในการปรับปรุงพันธุ์ แม้ว่าจะมี CM334 เป็นแหล่งพันธุกรรมของความต้านทานเหมือนกันก็ตาม (Lee *et al.*, 2004; Quirin *et al.*, 2005; Minayama *et al.*, 2006; Minayama *et al.*, 2007) ยิ่งไปกว่านั้น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมยังมีผลกระทบต่อการแสดงออกของฟีโนไทป์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ไม่ว่าจะใช้เครื่องมือในการประเมินแบบดั้งเดิมจากลักษณะการแสดงออกหรือเครื่องมือที่ประเมินจากรูปแบบทางพันธุกรรมดังเช่นเครื่องหมายในระดับโมเลกุล (Minayama *et al.*, 2007)

ประโยชน์ของเครื่องหมายในระดับโมเลกุลในการคัดเลือกไม่ได้อยู่ที่การระบุยีนหรือตำแหน่งที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่นักปรับปรุงพันธุ์สนใจเท่านั้น แต่ยังเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีพื้นฐานทางพันธุกรรมของลักษณะอื่นๆ ที่ต้องการอีกด้วย ข้อมูลความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างพันธุ์พ่อแม่ที่นอกเหนือจากยีนต้านทานโรคจึงเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้การพัฒนาสายพันธุ์ต้านทานโรคมีโอกาสประสบความสำเร็จในเชิงพาณิชย์ได้รวดเร็วขึ้นไม่มากนักน้อย ดังนั้นในการพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืชจึงไม่ควรละเลยข้อมูลเหล่านี้ ซึ่งสามารถรวบรวมได้จากกระบวนการศึกษาและพัฒนาเพื่อระบุเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่สัมพันธ์กับลักษณะที่สนใจ การระบุยีน และทำแผนที่ QTL ที่ดำเนินอยู่นั่นเอง ดังจะเห็นได้จากการทดลองนี้ที่แม้จะยังอยู่ในระหว่างการพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่สัมพันธ์กับความต้านทานโรคจากเชื้อ *Phytophthora* แต่สามารถรวบรวมข้อมูลความแตกต่างของพื้นฐานทางพันธุกรรมที่จะเป็นประโยชน์ในขั้นตอนต่อไปสำหรับการพัฒนาสายพันธุ์ในกลุ่มประชากรของคู่ผสมต่างๆ ที่ผ่านการประเมินการเกิดโรคมมาแล้วว่ามีความต้านทานจนกระทั่งสิ้นสุดฤดูปลูก

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาข้อมูลทางพันธุกรรมจากประชากรในการปรับปรุงพันธุ์ด้านทานต่อโรคที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora* ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลที่มีความจำเพาะมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้การคัดเลือกในแผนงานปรับปรุงพันธุ์เกิดประสิทธิผล โดยมีไพรเมอร์ RAPD จำนวน 21 หมายเลข ที่แสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ด้านทาน (CM334) และกลุ่มพันธุ์ไม่ด้านทานที่ใช้สร้างประชากรลูกผสมในชุดโครงการนี้ (เด็อยไก่อ และ พจ 5-3-1-1) ซึ่งมีไพรเมอร์ s1475₁₂₃₃ ที่แสดงความแตกต่างระหว่าง CM334 และพันธุ์ไม่ด้านทานอื่นๆ ที่ทดสอบในครั้งนี้ทั้ง 12 พันธุ์ และยังได้ข้อมูลพื้นฐานของความแตกต่างทางพันธุกรรมภายในแต่ละกลุ่มประชากรคู่ผสมที่สามารถใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ให้มีลักษณะความต้านทานต่อเชื้อ *Phytophthora* ในขณะที่ยังคงรักษาลักษณะทางการเกษตรที่ผู้บริโภคต้องการในพันธุ์การค้า (เด็อยไก่อ)

การทดสอบความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อ *Phytophthora* ทำให้สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีความต้านทานในประชากรลูกผสมสำหรับการพัฒนาให้เป็นพันธุ์ด้านทานในแผนงานปรับปรุงพันธุ์ต่อไป โดยคัดเลือกจากคู่ผสม DK2 x CM334 จำนวน 7 สายพันธุ์ และคู่ผสม DK3 x CM334 จำนวน 10 สายพันธุ์

เอกสารอ้างอิง

- กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม. 2542. พืชตระกูลพริกมะเขือ ใน รวมเรื่องผัก. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เทพพิทักษ์การพิมพ์. 95 น.
- จันทนา บุญประภาทักซ์. 2553. ต้นและใบแห้ง (Phytophthora blight). คลินิกพืช. [ระบบ ออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: <http://forecast.doae.go.th/web/chilli/239-disease-of-chilli/1148-phytophthora-blight.html>
- จำนอง โสมกุล. ม.ป.ป. การปลูกพริก ใน เอกสารแนะนำการปลูกพริก. ศูนย์วิจัยพืชผักเขต ร้อน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน. 87 น.
- เฉลิมเกียรติ โกศาวัฒนา. 2537. พริก. กรุงเทพฯ: กองส่งเสริมพืชสวน. กรมส่งเสริม การเกษตร. 42 น.
- ทวีศักดิ์ นวลพัฒน์. 2542. สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม. การปลูกพริก. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ฐานเกษตรกรรม. 75 น.
- พิศสุวรรณ เจียมสมบัติ. 2543. พริกจำลองพันธุ์ต้านทานไวรัส. ใน เอกสารประกอบการ สัมมนาวิชาการปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์พืช ครั้งที่ 13 : เทคโนโลยีใหม่-พืชพันธุ์ ใหม่ วันที่ 13-14 พฤษภาคม 2543 โรงแรมมารวยการ์เดน กรุงเทพมหานคร.
- วิลาวรรณ ศิริพูนวิวัฒน์ จันทนา วิชรัตน์ และวรวรรณ ชาลีพรหม. 2549. การระบุโมเลกุล เครื่องหมายที่สัมพันธ์กับลักษณะต้านทานโรคเส้นใบเหลืองกระเจี๊ยบเขียว. รายงาน ผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 44 น.
- ศรีสุข พูนผลกุล. 2548. โรคลำต้นไหม้ของพริกที่พบระบาดใหม่. ข่าวอารักขาพืช กรม วิชาการเกษตร ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 ตุลาคม 2548. 4 น.
- ศุภลักษณ์ ฮอกะวัด. 2536. โรคผักตระกูลพริกและมะเขือเทศ. ภาควิชาโรคพืช คณะ เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 249 น.
- ศูนย์วิจัยพืชเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร. 2553. ข้อมูลอุตสาหกรรม 12 สาขา. [ระบบ ออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: <http://fic.nfi.or.th/th/thaifood/product52-condiment.asp>
- เอื้องฟ้า. 2543. พริก พืชผักเศรษฐกิจที่ยังมีอนาคตยาวไกล. วารสารเคหะการเกษตร. 24 (11): 51-72.

- Adetula A.O. and Olakojo S.A. 2006. Genetic characterization and evaluation of some pepper accessions *Capsicum frutescens* (L.): The Nigerian 'Shombo' collections. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 1 (3): 273-281.
- Black L.L., Green S.K., Hartman G.L., and Poulos J.M. 1991. Pepper diseases a field guide Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC). Shanhua Taiwan.
- Das M., Bhattacharyab S., and Pal A. 2005. Generation and characterization of SCARs by cloning and sequencing of RAPD products: A strategy for species-specific marker development in bamboo. *Ann. Bot.* 95: 835 - 841.
- Erwin D.C. and Ribeiro O. K. 1996. *Phytophthora diseases worldwide*. American Phytopathological Society, St. Paul Minnesota. 562 pp.
- Fowler E.V., Houlden B.A., Sherwin W.B., Hoeben P., and Timms P. 1998. Genetic variation in captive koalas (*Phascolarctos cinereus*): parentage determination and individual identification. *Biochem Genet.* 36(5-6): 193-206.
- George C. W. 2000. Bacterial wilt (*Rostonia solanacearum*), (syn. *Burkholderia*, *Pseudomonas solanacearum*). [online]. Available: <http://www2.ctahr.hawaii.edu/adap2/information-pubs-2000-2.pdf>, 2000
- Grube R.C., Radwanski E.R., and Jahn M. 2000. Comparative genetics of disease resistance within the Solanaceae. *Genetics* 155: 873-887.
- Hittalmani, S., Kumer G., Kulkarni N., and Shashidhar H. E. 1999. DNA markers assist in reducing the number of generations of backcrosses in breeding for blast resistance in rice. *In* General meeting of the international program on rice biotechnology Sept. 20-24 1999. Phuket, Thailand.
- Holmes G.J., Lancaster M.E., Rodriguez R.J., and Redman R.S. 2001. Relative susceptibility of cucurbit and solanaceous crops to *Phytophthora* blight *Phytopathology* 91(Suppl6): S39.
- Jun J.H., Chung K.H., Jeong S.B., and Lee H.J. 2002. Identification of RAPD and SCAR markers linked to the flesh adhesion gene F in peach (*Prunus persica*

- (L.) Batsch). The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 77: 598-603.
- Kang B.C., Nahm S.H., Hur J.H., Yoo H.S., Yu Y.W., Lee M.H., and Kim B.D. 2001. An interspecific (*Capsicum annuum* x *C. chinense*) F₂ linkage map in pepper using RFLP and AFLP markers. Theor. Appl. Genet. 102 : 531-539.
- Lee J.M., Nahm S.H., Kim Y.K., and Kim B.D. 2004. Characterization and molecular genetic mapping of microsatellite loci in pepper. Theor. Appl. Genet. 108: 619-627.
- Lefebvre A., Palloix A., Caranta C., and Pochard E. 1995. Construction of an intraspecific integrated linkage map of pepper using molecular markers and doubled-haploid progenies. Genome 38 : 112-121.
- Lefebvre V., Caranta C., Pfeigier S., Moury B., Daubeze A.M., Blattes A., Ferriere C., Phaly T., Nemouchi C., Ruffinatta A., and Palloix A. 1997. Updated intraspecific maps of pepper. Capsicum Eggplant Newsletter 16 : 35-41.
- Leonian L.H. 1922. Stem and fruit blight of peppers caused by *Phytophthora capsici*. sp. nov. Phytopathology 12: 401-408.
- Livingstone K.D., Lackney V.K., Blauth J.R., Van Wijk R., and Jahn M.K. 1999. Genome mapping in *Capsicum* and evolution of genome structure in *Solanaceae*. Genetics 152: 1183-1202.
- Milla S.R., Levin J.S., Lewis R.S., and Rufty R.C. 2005. RAPD and SCAR markers linked to an introgressed gene conditioning resistance to *Peronospora tabacina* D.B. Adam. in Tobacco. Crop Sci. 45: 2346 - 2354.
- Minayama Y., Kinoshita S.K., Inaba K., and Inoue M. 2005. Development of a cleaved amplified polymorphic sequence (CAPS) marker linked to pungency in pepper. Plant Breed. 124: 288-291.
- Minayama Y., Tsuru M., and Hirai M. 2006. An SSR-based linkage map of *Capsicum annuum*. Mol. Breed. 18: 157-169.

- Minayama Y., Tsuro M., Takashi K., and Hirai M. 2007. QTL analysis for resistance to *Phytophthora capsici* in pepper using a high density SSR-based map. *Breeding Science* 57: 129-134.
- Mitchell D.J. and Rayside P.A. 1986. Isolating, identifying, and producing inoculum of *Pythium* spp. Pages 67-70 *In* Methods for evaluating pesticides for control of plant pathogens. K.D. Hickey, Eds. APS Press.
- Nahm S.H. 2001. QTL mapping of *Phytophthora* root rot resistance in chili pepper (*Capsicum annuum*). Ph.D. Diss., Seoul Natl. Univ. Suwon.
- Nelson C.D., Nance W.L., and Doudrick R.L. 1993. A partial genetic linkage map of slash pine (*Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*) based on random amplified polymorphic DNAs. *Theor. Appl. Genet.* 87: 145 – 151.
- Oelke L.M., Bosland P.W., and Steiner R. 2003. Differentiation of race specific resistance to *Phytophthora* root rot and foliar blight in *Capsicum annuum*. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 128: 213-218.
- Ogundiwin E.A., Berke T.F., Massoudi M., Black L.L., Huestis G., Choi D., Lee S., and Prince J.P. 2005. Construction of 2 intraspecific linkage maps and identification of resistance QTLs for *Phytophthora capsici* root-rot and foliage-blight diseases of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Genome* 48: 696-711.
- Otega R.C., Espanol C.P., and Zucco J.C. 1991. Genetics of resistance to *Phytophthora capsici* in the pepper line 'SCM-334'. *Plant Breed.* 107: 50-55.
- Park S.O., Coyne D.P., Steadman J.R., Crosby K.M., and Brick M.A. 2004. RAPD and SCAR markers linked to the Ur-6 Andean gene controlling specific rust resistance in common bean. *Crop Sci.* 44: 1799-1807.
- Poehlman J.M. and Sleper D.A. 1994. *Breeding field crops*. 4th ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Prince J.P., Pochard E., and Tanksley S.D. 1993. Construction of a molecular linkage map of pepper and a comparison of synteny with tomato. *Genome* 36: 404-417.

- Quirin E.A., Ogundiwin E. A., Prince J.P., Mazourek M., Briggs M.O., Chlanda T.S., Kim K.T., Falise M., Kang B.C., and Jahn M.M. 2005. Development of sequence characterized amplified region (SCAR) primers for the detection of Phyto.5.2, a major QTL for resistance to *Phytophthora capsici* Leon. in pepper. Theor. Appl. Genet. 110: 605–612.
- Ristaino J.B. and Johnston S.A. 1999. Ecologically based approaches to management of *Phytophthora* blight on bell pepper. Plant Disease 83: 1080–1089.
- Roberts P.D., McGovern R. J., Hert A., Vavrina C. S. and Urs R. S. 2006. [online]. Available: <http://www.imok.ufl.edu/veghort/pubs/workshop/Roberts99.htm>. (27 November 2006)
- Rutledge J., Talbert R.E., and Snelle C.H. 2000. RAPD analysis of genetic variation among propanil-resistant and -susceptible *Echinochloa crusgalli* populations in Arkansas. Weed Science. 48: 669-674.
- SPSS Inc. 2009. SPSS for Windows version 18.0. Chicago: SPSS Inc.
- Tanksley S.D., Bernatzky R., Lapitan N.L., and Prince J.P. 1988. Conservation of gene repertoire but not gene order in pepper and tomato. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 85: 6419-6423.
- Thabuis A., Lefebvre V., Bernard G., Daubeze A.M., Phaly T., Pochard E. and Palloix A. 2004. Phenotypic and molecular evaluation of a recurrent selection program for a polygenic resistance to *Phytophthora capsici* in pepper. Theor. Appl. Genet. 109(2): 342-51.
- Walker S.J. and Bosland P.W. 1999. Inheritance of *Phytophthora* root rot and foliar blight resistance in pepper. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 124: 14-18.
- Walsh J. A. and Jenner C. E. 2002. Turnip mosaic virus and the quest for durable resistance. Molecular Plant Pathology 3: 289-300.
- Wang T.C. 2008. Characterization of *Phytophthora capsici* associated with pepper *Phytophthora* blight and host resistance for disease control. 7855 Acc. Collection at AVRDC (NOV. 2007)

ภาคผนวก

วิธีการสกัดดีเอ็นเอโดยใช้ CTAB buffer

- บดใบอ่อนของพืชประมาณ 100 กรัม ในโกร่งบด แล้วบรรจุลงในหลอดทดลองขนาด 1.5 มิลลิลิตร
- เติม sterilized CTAB buffer ปริมาตร 500 ไมโครลิตร
- เขย่าผสมให้เข้ากันบ่มที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50-60 นาที พลิกหลอดไปมาทุก 15 นาที
- นำออกจากที่บ่ม ปล่อยให้เย็นลงก่อนเติม Chloroform:Isoamyl alcohol (24:1) ปริมาตร 650 ไมโครลิตร แล้วผสมให้เข้ากันดี
- บั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 14,000 g เป็นเวลา 5 นาที
- ดูดสารละลายส่วนใสใส่หลอดทดลองขนาด 1.5 มิลลิลิตร หลอดใหม่ แล้วเติม Chloroform:Isoamyl alcohol (24:1) ปริมาตร 550 ไมโครลิตร
- บั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 14,000 g เป็นเวลา 5 นาที
- ดูดสารละลายส่วนใสใส่หลอดทดลองขนาด 1.5 มิลลิลิตร หลอดใหม่ แล้วเติม 7.5 M ammonium acetate ในอัตรา 0.3 เท่าของปริมาตรสารละลาย และเอทิลแอลกอฮอล์ 95 % ที่แช่เย็นไว้ ในอัตรา 2 เท่าของปริมาตรสารละลาย
- ตกตะกอนที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หรือทิ้งไว้ข้ามคืน
- บั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 14,000 g เป็นเวลา 5 นาที
- ล้างตะกอนดีเอ็นเอด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70 % จำนวน 3 ครั้ง แล้วเทแอลกอฮอล์ออกให้หมด ผึ่งลมให้ตะกอนดีเอ็นเอแห้งพอประมาณ
- ละลายตะกอนดีเอ็นเอใน TE buffer ปริมาตร 100 ไมโครลิตร (ปรับปริมาตรให้เหมาะสมกับปริมาณตะกอนดีเอ็นเอที่ได้)
- เติม RNase 5 Units บ่มไว้เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส
- ตรวจสอบความเข้มข้นและคุณภาพของดีเอ็นเอ

ตารางภาคผนวก 1 ไพรเมอร์ RAPD ที่แสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ด้านทาน
และไม่ต้านทาน ในคู่ผสม DK2 x CM334

หมายเลขไพรเมอร์ RAPD	ลำดับเบส
s1024	CTATCCTGCC
s1025	GTCGTAGCGG
s1026	TGCCGCACTT
s1027	TGCCGCACTT
s1029	TCGCTGGTGT
s1033	ACGCTGCGAC
s1034	TGGTGCACTC
s1035	GACACAGCCC
s1040	CCTGTTCCCT
s1201	CCATTCCGAG
s1202	CACCTGCTGA
s1205	CATACCTGCC
s1206	TGGGGCTCAA
s1207	TCCTTCGGTG
s1210	TGGGGCTGTC
s1211	GGGAAGACGG
s1213	GGGTCGGCTT
s1215	AACTCTGCC
s1217	CCACCACGAC
s1445	ACCGCATGGG
s1449	TCGCTTCTCC
s1452	AAGAGGGCGT
s1455	TTTGCCCCGT
s1459	CTTGGCACGA
s1475	TGCCTGGACC
s1477	GGCAGGTTCA
s1480	TTGACCCCAG

ตารางภาคผนวก 2 ไพรเมอร์ RAPD ที่แสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ด้านทาน
และไม่ต้านทาน ในคู่ผสม DK3 x CM334

หมายเลขไพรเมอร์ RAPD	ลำดับเบส
s1022	AGCCGTTTCAG
s1024	CTATCCTGCC
s1025	GTCGTAGCGG
s1027	ACGAGCATGG
s1029	TCGCTGGTGT
s1033	ACGCTGCGAC
s1034	TGGTGCACTC
s1035	GACACAGCCC
s1036	AAGGCACGAG
s1040	CCTGTTCCCT
s1201	CCATTCCGAG
s1202	CACCTGCTGA
s1203	GTGAGGCGCA
s1205	CATACCTGCC
s1206	TGGGGCTCAA
s1207	TCCTTCGGTG
s1210	TGGGGCTGTC
s1211	GGGAAGACGG
s1213	GGGTCGGCTT
s1217	CCACCACGAC
s1441	CAAGGGGCGG
s1444	GTAGGCCTCA
s1445	ACCGCATGGG
s1449	TCGCTTCTCC
s1452	AAGAGGGCGT
s1459	CTTGGCACGA
s1465	CCTGTCAGTG
s1475	TGCCTGGACC
s1477	GGCAGGTTCA

ตารางภาคผนวก 3 ไพรเมอร์ RAPD ที่แสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ด้านทาน
และไม่ด้านทาน ในคู่ผสม พจ 5-3-1-1 x CM334

หมายเลขไพรเมอร์ RAPD	ลำดับเบส
s1021	GGCATCGGCT
s1024	CTATCCTGCC
s1025	GTCGTAGCGG
s1026	TGCCGCACTT
s1026	TGCCGCACTT
s1027	ACGAGCATGG
s1029	TCGCTGGTGT
s1033	ACGCTGCGAC
s1034	TGGTGCACTC
s1035	GACACAGCCC
s1036	AAGGCACGAG
s1040	CCTGTTCCCT
s1201	CCATTCCGAG
s1202	CACCTGCTGA
s1204	CCAGGAGAAG
s1205	CATACCTGCC
s1206	TGGGGCTCAA
s1207	TCCTTCGGTG
s1210	TGGGGCTGTC
s1211	GGGAAGACGG
s1213	GGGTCGGCTT
s1214	CTCACAGCAC
s1215	ACACTCTGCC
s1217	CCACCACGAC
s1220	TGCGCCATCC
s1445	ACCGCATGGG
s1449	TCGCTTCTCC
s1452	AAGAGGGCGT
s1459	CTTGGCACGA
s1465	CCTGTCAGTG
s1469	TGCCACGAGG
s1475	TGCCTGGACC



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง

การศึกษาระบบต้นทุนและบริหารการเงินเพื่อสร้างความมั่นคงทางการเงิน
ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกพริกในจังหวัดเชียงใหม่

A STUDY OF COST AND FINANCIAL MANAGEMENT SYSTEMS FOR
FINANCIAL SECURITY OF PEPPER FARMERS IN CHAING MAI

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลของ
ลักษณะความต้านทานโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* เพื่อ
การปรับปรุงพันธุ์พริก

โดย

ดวงนภา สุขะหุต รัชนิยา บังเมฆ

2553



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การศึกษาระบบต้นทุนและบริหารการเงินเพื่อสร้างความมั่นคงทางการเงินให้กับ
เกษตรกรผู้ปลูกพริกในจังหวัดเชียงใหม่

A STUDY OF COST AND FINANCIAL MANAGEMENT SYSTEMS FOR
FINANCIAL SECURITY OF PEPPER FARMERS IN CHAING MAI

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลของลักษณะ
ความต้านทานโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora*
เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พริก

DEVELOPMENT OF MOLECULAR MARKER
ASSOCIATED WITH RESISTANCE TO
PHYTOPHTHORA FOR PEPPER BREEDING

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2551-2552
จำนวน ...55,000..... บาท

หัวหน้าโครงการ นางดวงนภา สุขะหุต

ผู้ร่วมโครงการ นางสาวรัชเนีย บังเมฆ

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

30 /ส.ค. /2553

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีโดยได้รับความร่วมมือ จากสำนักงาน เกษตรอำเภอสันทราย จากเกษตรกรผู้ปลูกพริก ตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ผู้ เสียสละเวลาอันมีค่าให้คำข้อมูลรายละเอียดในเรื่องต้นทุนการเพาะปลูกพริก ซึ่งเป็นข้อมูลที่มี ประโยชน์เพื่อนำมาใช้ในการประกอบการวิจัยในครั้งนี้ และจาก ดร.วิลาวรรณ ศิริพูนวิวัฒน์ ผู้ซึ่งเป็น เจ้าของโครงการการพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลของลักษณะความต้านทาน โรคเหี่ยว เนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พริก ซึ่งทำให้เกิดการศึกษาร่วมกันในครั้งนี้ รวมทั้งท่านยังเป็นผู้ให้คำปรึกษา และขอเสนอแนะในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณทุกท่าน เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ทำนี่ยังขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ที่ได้สนับสนุนทุนอุดหนุน การวิจัย ปีงบประมาณ 2551 ในครั้งนี้ ทำให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

ดวงนภา สุชะหุต และ รัชนิยา บังเมฆ
ผู้วิจัย

สารบัญเรื่อง

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ข
บทคัดย่อภาษาไทย	1
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	2
บทที่ 1 บทนำ	
คำนำ	4
ปัญหาการวิจัย	5
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
นิยามศัพท์	7
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
ทฤษฎีและแนวความคิด	8
งานวิจัยและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง	17
กรอบแนวคิดของการวิจัย	18
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
สถานที่ดำเนินการวิจัย	20
ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง	20
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	20
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	21
การวิเคราะห์ข้อมูล	21
วิธีการดำเนินงานวิจัย	22
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
การจำแนกต้นทุนและวิเคราะห์ต้นทุน	24
การวิเคราะห์ต้นทุน - ปริมาณ - กำไร และการวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุน	41
การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน	46

บทที่ 5 อภิปรายผล สรุปผล และข้อเสนอแนะ	
อภิปรายผล	54
สรุปผล	55
ข้อเสนอแนะ	57
เอกสารอ้างอิง	60
ภาคผนวก	63

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงการจำแนกต้นทุนตามประเภทของต้นทุนการผลิต	31
ตารางที่ 2 แสดงต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ .	37
ตารางที่ 3 แสดงผลผลิตที่ได้รับ (กิโลกรัม/ไร่) และรายได้ที่ได้รับ (บาท/ไร่/รอบการปลูก)	40
ตารางที่ 4 แสดงกำไร (ขาดทุน) สุทธิของแต่ละรอบการปลูก	40
ตารางที่ 5 แสดงการจัดทำรายงานตามวิธีการต้นทุนผันแปรแต่ละรอบการปลูก	43
ตารางที่ 6 แสดงต้นทุนผันแปร กำไรผันแปร และอัตรากำไรผันแปรของแต่ละรอบการปลูก	44
ตารางที่ 7 แสดงจุดคุ้มทุนของแต่ละรอบการปลูก	45
ตารางที่ 8 แสดงเงินลงทุนและแหล่งที่มาของเงินทุนในโครงการ	48
ตารางที่ 9 แสดงอัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ ของธนาคารพาณิชย์	48
ตารางที่ 10 แสดงการคิดดอกเบี้ย เงินกู้เพื่อใช้ในเงินทุนหมุนเวียน	49
ตารางที่ 11 แสดงการประมาณการรายได้ ต่อไร่	49
ตารางที่ 12 แสดงค่าเช่าครุภัณฑ์	49
ตารางที่ 13 แสดงการประมาณการรายจ่ายต่อรอบการปลูก ในระยะเวลา 4 เดือน	50
ตารางที่ 14 แสดงการคำนวณกระแสเงินสด เดือนที่ 1-4	51

สารบัญภาพ

ภาพ

หน้า

1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

19

การศึกษาระบบต้นทุนและบริหารการเงินเพื่อสร้างความมั่นคงทางการเงิน
ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกพริกในจังหวัดเชียงใหม่

A STUDY OF COST AND FINANCIAL MANAGEMENT SYSTEMS FOR
FINANCIAL SECURITY OF PEPPER FARMERS IN CHAING MAI

ดวงนภา สุขะหุต¹

DUANGNAPA SUKHAHUTA¹

รัชเนีย บังเมฆ²

RATCHANEeya BANGMEK²

¹ สาขาการเงิน คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

² สาขาการบัญชี คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาต้นทุนและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของต้นทุน ปริมาณ และกำไร เพื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนในการปลูกพริก และเพื่อศึกษาแนวทางในการวางแผนการจัดหาและจัดสรรเงินทุนของเกษตรกรผู้ปลูกพริกในจังหวัด เชียงใหม่

การวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งงานวิจัยเป็น 3 ส่วนได้แก่ 1) การจำแนกต้นทุนและวิเคราะห์ต้นทุน 2) การวิเคราะห์ต้นทุน - ปริมาณ - กำไร และการวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุน และ 3)การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน ซึ่งจากผลการวิจัยเกษตรกรที่ทำการเพาะปลูกพริกพันธุ์เดียวกันในพื้นที่ใกล้เคียงกัน พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกพริกทุกรายมีกำไรจากการลงทุนในการเพาะปลูกพริก โดยแต่ละรายค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่นมี ต้นทุน มีจำนวนการเก็บผลผลิต และมีรายได้ต่อไร่ไม่เท่ากัน เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากเกษตรกรที่ทำการศึกษามาค่าเฉลี่ยต้นทุนและรายได้ ได้ผลการวิจัยดังนี้ จากการเพาะปลูกใน 1 รอบการปลูก ต้นทุนรวมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 25,672.90 บาทต่อไร่ ประกอบไปด้วยต้นทุนผันแปรเท่ากับ 23,268.57 บาทต่อไร่ และต้นทุนคงที่เท่ากับ 2,404.33 บาทต่อไร่ การเก็บผลผลิตโดยเฉลี่ยได้ 6 ครั้ง ราคาที่ขายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 8.27 บาทต่อกิโลกรัม ก่อให้เกิดรายได้รวมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 51,902.20 บาท มีผลทำให้มีกำไรโดยเฉลี่ยจากการเพาะปลูกพริกเท่ากับ 26,229.30 บาทต่อไร่ เมื่อคิดต้นทุนผันแปรต่อกิโลกรัมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.71 บาท กำไรผันแปรต่อกิโลกรัมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 บาท คิดเป็นอัตรากำไรผันแปรโดยเฉลี่ยเท่ากับ 55.17% จุดคุ้มทุนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 526.80 กิโลกรัม เมื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ผลตอบแทนจาก

การลงทุนโดยการคำนวณหาค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ หาอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน และหาอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ พบว่าการคำนวณให้ผลลัพธ์ในทิศทางเดียวกันคือยอมรับการลงทุน

อย่างไรก็ตามการเพาะปลูกพริกมีหลายตัวแปรที่อาจส่งผลให้กำไรจากการลงทุนเปลี่ยนแปลงได้ เช่น มีโรคระบาดในพริก มีแมลงรบกวน ดินที่เพาะปลูกเป็นเวลานานเสื่อมคุณภาพ เป็นต้น ดังนั้นอาจทำให้ต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น หรืออาจทำให้ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้น้อย นอกจากนี้ราคาตลาดตกต่ำเนื่องจากมีผลผลิตในตลาดมาก พ่อค้าคนกลางกดราคารับซื้อผลผลิต และราคาวัสดุการเกษตรมีราคาแพงขึ้น ก็เป็นตัวแปรสำคัญที่อาจมีผลทำให้เกษตรกรมีรายได้ลดลง ดังนั้นผลการวิจัยในครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อให้เกษตรกรผู้ปลูกพริกทราบวิธีการคิดต้นทุน คิดกำไร และทำการประเมินผลตอบแทนจากการเพาะปลูก เพื่อใช้ในการบริหารต้นทุน และการหาแหล่งเงินที่เหมาะสมมาใช้ในการเพาะปลูก ทำให้เกิดกำไรที่ยั่งยืน

Abstract

The objective of this research is to study the cost and analysis of Cost – Volume - Profit relationships, to analyze return on investment for growing pepper and to provide guidelines for planning and financing of pepper farmers in Chiang Mai.

This research was divided into three parts: 1) cost classification and cost analysis 2) Cost - Volume - Profit analysis and cost structure, and 3) return on investment analysis. The research looked for the farmers who planted the same kind of pepper in the same area. The results found that all pepper farmers had profits from investing in pepper farm. However, the cost of planting and income per rai for each pepper farmers were unequal. Using data collected from pepper farmers, the average total cost of planting was 25,672.90 Baht per rai which includes 23,268.57 Baht per rai of variable costs and 2,404.33 Baht per rai of fixed costs. The average of harvesting was 6 times and the average selling price was 8.27 Baht per kilogram. The total revenue in average was 51,902.20 Baht; therefore the average profit from planting pepper was 26,229.30 Baht per rai. The variable cost per kilogram in average was equal to 3.71 Baht and the variable profit per kilogram in average was equal to 4.56 Baht. The margin variation average was 55.17% and the break-even point average was 526.80 kg. When calculating the net present value, the ratio of return on cost and the internal rate of return for project, the output showed the same direction and the investment was acceptable.

However, growing the pepper has several factors that may affect the earnings from investment such as a disease outbreak, epidemic of insects, soil deterioration, and etc. These factors may cause the harvest yields to decrease or the cost of investment to increase. Moreover, lot of pepper productivity in the markets at the same time may cause market prices to depress. Furthermore, the cheap price given by the middlemen and the high agriculture material prices were key factors to make the pepper farmer having low income.

Finally, the results of this study showed how to calculate cost, income and analyzing the return from investment. Moreover, the study referred to cost management and finding suitable sources of fund used for pepper farming leading to sustainable profits.

คำนำ (INTRODUCTION)

พริกเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญขาดไม่ได้ในอาหารของคนไทยทุกภาค เนื่องจากอาหารไทยที่มีรสเผ็ดจะใช้เป็นส่วนประกอบในการปรุงอาหาร และมีเมนูที่หลากหลายที่มีพริกเป็นส่วนประกอบ เช่น แกงเผ็ดและแกงเขียวหวานก็เป็นหนึ่งในอาหารยอดนิยม และมีส่วนประกอบสำคัญคือ พริกแกงเผ็ด หรือที่เรียกว่าพริกแกง น้ำพริกที่ตำ เครื่องจิ้มต่างๆ น้ำพริกถนอมรส น้ำพริกอ่อน เป็นต้น การบริโภคพริกของคนไทยไม่เพียงแต่บริโภคพริกสดเท่านั้น คนไทยยังนิยมพริกแห้งด้วยเช่นกัน ก๋วยเตี๋ยวและข้าวต้มทรงเครื่องก็ปรุงด้วยพริกป่น และขนมจีนน้ำเงี้ยวก็ใช้พริกแห้งเป็นส่วนประกอบอาหาร เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการนำพริกไปแปรรูปและใช้เป็นเครื่องเทศสำหรับปรุงแต่ง รสชาติ กลิ่นและ สี ในอาหาร อีกหลากหลายประเภท เช่น ซอสพริกและน้ำจิ้มไก่ เป็นต้น สารสกัดจากพริกยังสามารถใช้เป็นอาหารเสริมและใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตยา เช่น ใช้เพื่อกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต บำรุงหัวใจ และบรรเทาอาการปวดเมื่อย เป็นต้น นอกจากนี้พริกยังมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ปัจจุบันพริกถูกจัดเป็นพืชผักเพื่อการส่งออกและสามารถนำเงินเข้าประเทศหลายล้านบาท สถิติการส่งออกและการนำเข้าของกรมศุลกากรปี 2549 พบว่าประเทศไทยมีการส่งออกพริก เป็นมูลค่ารวม 2,161 ล้านบาท โดยการส่งออกมีทั้งรูปผลสด ซอสพริก พริกแห้ง เครื่องแกงสำเร็จรูป และพริกป่น และส่งออกเมล็ดพันธุ์พริกเพื่อการค้าปีละกว่า 181 ล้านบาท (ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC): ออนไลน์) การปลูกพริกในประเทศไทยสามารถปลูกได้ตลอดปี และสามารถปลูกได้ทุกภาคทุกจังหวัด พริกที่ปลูกในประเทศไทยมีความสำคัญ 5 ชนิด คือ พริกขี้หนูเม็ดเล็ก พริกขี้หนูเม็ดใหญ่ พริกยักษ์ พริกหยวก และพริกใหญ่ พริกที่ปลูกมากที่สุด คือ พริกขี้หนูเม็ดเล็ก และพริกขี้หนูเม็ดใหญ่ มีแหล่งผลิตพริกที่สำคัญ เช่น เชียงใหม่ ราชบุรี นครปฐม นครราชสีมา เลย ศรีสะเกษ ชัยภูมิ สระแก้ว อุบลราชธานี สระแก้ว หนองคาย และจันทบุรี สำหรับในภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่มีน้ำพริกหนุ่ม คนเมืองนิยมรับประทานน้ำพริกหนุ่มกันเพราะทำง่ายทานง่ายและนักท่องเที่ยวก็นิยมซื้อเป็นของฝากเมื่อมาเที่ยว ทำให้เกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่นิยมปลูกพริกหนุ่ม

จากข้อมูลของกรมวิชาการเกษตรพบว่าปัญหาสำคัญที่เกษตรกรผู้ผลิตพริกไทยกำลังประสบอยู่คือ ผลขาดทุนจากการผลิตพริก ซึ่งเกิดเนื่องจากมีผลผลิตต่อพื้นที่ต่ำ ระบบการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ ต้นทุนค่าแรงงานที่สูง ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะการผลิตเพื่อให้ได้มาตรฐานสากลและปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง และปัญหาราคาตกต่ำ และในการประชุมร่วมหาแนวทางยุทธศาสตร์การปลูกพริกปลอดภัยให้มากที่สุด ที่บ้านฉนวน ต.หนองข่า อ.เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ นายถาวร พรหมมีชัย ผู้ว่าราชการ จ.ชัยภูมิ ได้กล่าวถึงปัญหาของการปลูกพริก

ที่สำคัญคือ เรื่องมีต้นทุนการผลิตที่สูง จากการใช้ปุ๋ยเคมี และปัญหาการถูกกดราคารับซื้อจากพ่อค้าคนกลาง ทำให้เกษตรกรขาดทุนเพราะขบวนการที่เรียกว่า ตกเขียวการเพาะปลูก ซึ่งชาวบ้านล้นกือยืมจากนายทุนมาลงทุน ทำให้นายทุนเป็นผู้กุมราคา ทางด้านการเพาะปลูกพริก (สุทธิพงศ์ เสฏฐรังสี, 2552 :ออนไลน์) เกษตรกรยังต้องประสบปัญหาโรคของพริก เช่น โรคกล้าเน่าตาย โรครากและโคนเน่า โรคกุ้งแห้ง เป็นต้น ซึ่งเป็นเหตุทำให้ผลผลิตที่ได้เสียหายเป็นจำนวนมาก จากเหตุผลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าสาเหตุประการสำคัญที่ทำให้เกษตรกรยังไม่สามารถทำการเพาะปลูกได้อย่างยั่งยืนนั้น ส่วนหนึ่งเกิดจากการที่เกษตรกรยังขาดความรู้ทางด้านของการจัดการการผลิต และขาดการจัดการทางการเงินอย่างเป็นระบบ

แนวทางหนึ่งในการบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นของเกษตรกรผู้ผลิตพริก สามารถทำได้โดยการพัฒนาพันธุ์พริกที่มีศักยภาพและมีความต้านทานโรคเพื่อให้เกษตรกรนำไปเพาะปลูก และสามารถลดต้นทุนให้เกิดการทำการเกษตรที่สามารถลดต้นทุนไปสู่เชิงพาณิชย์ได้ แต่ทั้งนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนจากการลงทุนในการปลูกพริกในปัจจุบันของเกษตรกรเสียก่อน ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการนำแนวคิดทางการบัญชีและการเงินมาใช้ในการศึกษาถึงต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนจากการปลูกพันธุ์พริกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในปัจจุบันของเกษตรกร โดยกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาคือเกษตรกรผู้ปลูกพริกเพื่อการค้าในจังหวัดเชียงใหม่ การศึกษาจะทำให้ได้ข้อมูลทางการบัญชีและการเงินที่จะนำไปประกอบการตัดสินใจในการเพาะปลูกและเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้รับ และจุดคุ้มทุน รวมทั้งได้ทราบแนวทางในการลดต้นทุนในการผลิต และการวางแผนทางการเงิน ในอันที่จะนำไปสู่การสร้าง ความมั่นคงทางการเงินของเกษตรกร และทำให้เกษตรกรสามารถทำการเกษตรได้อย่างยั่งยืนต่อไป

ปัญหาการวิจัย

ในปัจจุบันเกษตรกรผู้ผลิตพริกไทยกำลังประสบปัญหาในเรื่อง ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้นต้นทุนค่าแรงงานที่สูง มีผลผลิตต่อพื้นที่ต่ำ ระบบการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ และการกู้ยืมจากนายทุนมาลงทุน ทำให้นายทุนเป็นผู้กุมราคา ดังนั้นจึงเป็นความจำเป็นที่จะต้องทราบถึง ระบบต้นทุนและบริหารการเงินเพื่อสร้างความมั่นคงทางการเงินให้กับเกษตรกรผู้ปลูกพริก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาต้นทุนและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของต้นทุน ปริมาณ และกำไรของกาปลูกพริกของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่

2. เพื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนในการปลูกพริกของเกษตรกรในจังหวัด เชียงใหม่
3. เพื่อศึกษาแนวทางในการวางแผนการจัดหาและจัดสรรเงินทุนของเกษตรกรผู้ปลูก พริกในจังหวัด เชียงใหม่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษจะทำให้เกษตรกรผู้ปลูกพริกสามารถทำการเกษตรกรรมแบบยั่งยืน ช่วย ในการวางแผนและตัดสินใจสำหรับการเพาะปลูก โดยสามารถวางแผนการจัดหาเงินทุนได้อย่าง เป็นระบบ มีการวางแผนการลงทุนและทราบผลตอบแทนจากการลงทุน และมีแนวทางในการลด ต้นทุนและการบริหารต้นทุนการผลิตพริก

นอกจากนี้หน่วยงานที่สามารถนำผลการศึกษาไป ใช้ประกอบด้วย หน่วยงานราชการ ต่างๆ และภาคเอกชน ได้แก่ กรมส่งเสริมการเกษตร รวมทั้งสถาบันการศึกษาต่างๆ ซึ่งข้อมูลที่ได้ จากการศึกษานี้สามารถนำไปต่อยอดการวิจัยเมื่อมีการพัฒนาสายพันธุ์พริกที่มีศักยภาพและ สามารถผลักดันผลิตผลไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ในอนาคต

ขอบเขตของการวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ขอบเขตของเนื้อหาการวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้กำหนดขอบเขตการวิจัย คือ วิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนการผลิตที่ เกี่ยวข้องทั้งหมดที่เก็บรวบรวมได้จากพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรผู้ปลูกพริกในเขตจังหวัด เชียงใหม่ ซึ่งเป็นเกษตรกรที่เพาะปลูกพริกเพื่อการจำหน่าย ต้นทุนปัจจัยการผลิตพิจารณาต้นทุน ตามหลักบัญชีต้นทุน ต้นทุนค่าแรงงานใช้อัตราค่าจ้างแรงงานในท้องที่ที่ทำการศึกษ ประเมิน ราคาของผลิตภัณฑ์โดยใช้ราคาตลาด การวิเคราะห์ข้อมูลทางการเงินใช้อัตราดอกเบี้ยปัจจุบันของ สถาบันการเงิน

2. ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรในการวิจัย ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกพริกหนุ่มชาวในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็น เกษตรกรที่เพาะปลูกเพื่อการจำหน่าย และทำการเพาะปลูกอยู่ในพื้นที่ที่มีการชลประทาน การ เลือกเกษตรกรตัวอย่างใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เลือกตัวอย่างจำนวน 10 ราย ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างจะมีการสำรวจเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพการเพาะปลูกและสภาพทาง เศรษฐกิจของตัวอย่าง โดยพิจารณาเลือกตัวอย่างที่มีพื้นที่เพาะปลูกพริกระหว่าง 1 – 7 ไร่

3. ขอบเขตด้านพื้นที่

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาเกษตรกรผู้ปลูกพริกหนุ่มชาว อำเภอสันทราย ในจังหวัดเชียงใหม่ เท่านั้น

นิยามศัพท์

พริก เป็นพืชในสกุลแคปซิคัม (Capsicum มาจาก ภาษากรีก kapto แปลว่า "กัด") ซึ่งมีประมาณ 25 ชนิด ที่นิยมปลูกกันมีเพียง 5 ชนิดเท่านั้น ได้แก่ *C. annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinensis* Jacq., *C. frutescens* L., *C. pubescens* R. & P. และมีพันธุ์ที่ถูกพัฒนาขึ้นอีกมากมาย พริกนั้นมีชื่อที่ใช้เรียกกันอยู่หลายคำ ได้แก่ pepper, chili, chilli, chile และ capsicum (ชวนพิศ อรุณรังสิกุล : ออนไลน์)

ต้นทุน หมายถึง มูลค่าที่วัดได้เป็นจำนวนเงินของสินทรัพย์ หรือความเสียสละที่กิจการได้ลงทุนไปเพื่อให้ได้สินค้าหรือบริการต่างๆ ซึ่งกิจการคาดว่าจะนำไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ในภายหลัง (ดวงมณี โกมารทัต 2546:24)

จุดคุ้มทุน (Break Even Point) คือ ปริมาณขายที่บริษัทมีรายได้ค่าขายได้ทั้งสิ้น เท่ากับค่าใช้จ่ายทั้งหมด ซึ่งรวมทั้งค่าใช้จ่ายผันแปร และค่าใช้จ่ายคงที่ และเป็นจุดที่ทำให้กำไรผันแปรเท่ากับค่าใช้จ่ายคงที่ การวิเคราะห์จุดเสมอตัวทำได้หลายวิธี คือ วิธีสมการ วิธีกำไรผันแปร และกราฟ CVP (ดวงมณี โกมารทัต, วีรวรรณ พูลพิพัฒน์, แพร กิระสุนทรพงษ์ และวรศักดิ์ ทุมมานนท์ (2545: 162))

ส่วนเกินที่ปลอดภัย (Margin of Safety) ระดับปลอดภัย คือ ส่วนต่างระหว่างค่าขายที่ประมาณการ (หรือค่าขายจริง) กับค่าขายที่จุดเสมอตัว ส่วนต่างจำนวนนี้หมายถึง ค่าขายที่อาจลดลงได้ก่อนที่บริษัทจะถึงจุดขาดทุน (ดวงมณี โกมารทัต, วีรวรรณ พูลพิพัฒน์, แพร กิระสุนทรพงษ์ และ วรศักดิ์ ทุมมานนท์ 2545: 170)

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร (REVIEW LITERATURE)

ทฤษฎีและแนวความคิด

1. แนวคิดเกี่ยวกับต้นทุน

ต้นทุน หมายถึง มูลค่าที่วัดได้เป็นจำนวนเงินของสินทรัพย์ หรือความเสียสละที่กิจการได้ลงทุนไปเพื่อให้ได้สินค้าหรือบริการต่างๆ ซึ่งกิจการคาดว่าจะนำไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ในภายหลัง (ดวงมณี โกมารทัต 2546:24)

วัตถุประสงค์ในการคิดต้นทุน เรียกว่า หน่วยคิดต้นทุน (Cost object) หมายถึง สิ่งที่กำหนดหรือคิดต้นทุนเข้าไปเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ หน่วยคิดต้นทุน เช่น ต้นทุนผลิตภัณฑ์ และต้นทุนของบริการ เป็นต้น ในการคิดต้นทุนเข้าเป็นต้นทุนของหน่วยคิดต้นทุนที่กำหนดไว้ ประกอบด้วย กระบวนการสะสมต้นทุนและการกำหนดต้นทุนเข้ากับวัตถุประสงค์ในการใช้ต้นทุน

การจำแนกต้นทุนโดยพิจารณาความสัมพันธ์ของต้นทุนกับวัตถุประสงค์ในการใช้ต้นทุนเป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนทางตรง (Direct cost) และต้นทุนทางอ้อม (Indirect cost)

ต้นทุนทางตรง (Direct cost) คือ ต้นทุนชนิดต่างๆ ที่สามารถนำไปคำนวณได้โดยตรงอย่างชัดเจนว่าเป็นต้นทุนของหน่วยต้นทุนใดต้นทุนหนึ่ง เช่น ต้นทุนวัตถุดิบทางตรง ต้นทุนค่าแรงทางตรง (รศ.สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, 2551:20)

ต้นทุนทางอ้อม (Indirect cost) คือ ต้นทุนต่างๆ ที่ยากต่อการระบุหรือจำแนกว่าเป็นต้นทุนของหน่วยต้นทุนใดต้นทุนหนึ่งโดยเฉพาะ เช่น ค่าโฆษณา ถือว่าเป็นต้นทุนทางตรงของบริษัท แต่เป็นต้นทุนทางอ้อมของหน่วยต้นทุนใดต้นทุนหนึ่ง (รศ.สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, 2551:20)

การจำแนกประเภทต้นทุน

ดวงมณี โกมารทัต (2546:31) วัตถุประสงค์ในการใช้ข้อมูลของผู้ใช้จะแตกต่างกันไปในแต่ละสถานการณ์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการจำแนกต้นทุนตามลักษณะและวัตถุประสงค์ในการใช้ต้นทุนดังนี้

I. การจำแนกต้นทุนตามระยะเวลา

การพิจารณาต้นทุนตามระยะเวลา แบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ ต้นทุนที่เกิดขึ้นในอดีต ต้นทุนทดแทน และต้นทุนในอนาคต

II. การจำแนกต้นทุนตามลักษณะการดำเนินงาน

การพิจารณาต้นทุนตามลักษณะการดำเนินงานของธุรกิจโดยทั่วไป แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ต้นทุนการผลิต และต้นทุนที่ไม่เกี่ยวกับการผลิต

III. การจำแนกต้นทุนตามส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์

ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่ผลิต คือต้นทุนของโรงงานหรือของการผลิตทั้งหมด ที่เกี่ยวข้องโดยตรงและทางอ้อมกับการผลิตผลิตภัณฑ์ ส่วนประกอบของต้นทุนผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย วัตถุดิบ ค่าแรง และค่าใช้จ่ายการผลิต (ดวงมณี โกมารทัต, 2546:35)

IV. การจำแนกต้นทุนตามปริมาณกิจกรรม

การจำแนกต้นทุนตามปริมาณกิจกรรมก็คือการวิเคราะห์พฤติกรรมต้นทุน (Cost Behavior Analysis) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกิจกรรม สามารถแยกแบบของพฤติกรรมต้นทุนและค่าใช้จ่ายตามการเปลี่ยนแปลงในกิจกรรม (กึ่งนก พิทยานุคุณ, สุนทรี จุฑา และรวี วัลย์ ภิชัยพนากุล, 2540: 7-11 ; ดวงมณี โกมารทัต, 2546:38-45) คือ ต้นทุนผันแปร และต้นทุนคงที่ ต้นทุนกึ่งผันแปรหรือต้นทุนผสม และต้นทุนกึ่งคงที่หรือต้นทุนตามขั้นกิจกรรม

ต้นทุนคงที่ (Fixed cost) คือต้นทุนที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณหรือระดับกิจกรรม เช่น ค่าเช่า ค่าเสื่อมราคา ค่าประกันภัยโรงงาน เงินเดือนพนักงาน และค่าใช้จ่ายอื่นที่คงที่เป็นต้น อย่างไรก็ตามเมื่อระดับกิจกรรมเปลี่ยนแปลงไป เช่นมีการผลิตสินค้าปริมาณมากขึ้น จะทำให้ต้นทุนคงที่ต่อหน่วยมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางตรงข้ามกับระดับกิจกรรมที่เปลี่ยนไป (รศ. สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, 2551:20)

ต้นทุนผันแปร (Indirect cost) คือต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงไปในสัดส่วนโดยตรงตามปริมาณหรือระดับกิจกรรม เช่นวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง ค่าน้ำมัน ที่เปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนการผลิตสินค้า เป็นต้น ลักษณะพฤติกรรมของต้นทุนผันแปร คือ เมื่อกิจกรรมสูงขึ้น ต้นทุนผันแปรก็จะสูงขึ้น กิจกรรมต่ำลง ต้นทุนผันแปรก็จะต่ำลง ถ้าไม่มีกิจกรรมเกิดขึ้น ก็จะไม่มีการเกิดต้นทุนผันแปร (รศ. สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, 2551:20)

ต้นทุนผสม (Mixed cost) คือต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณหรือระดับกิจกรรมบ้าง แต่จะไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงเช่นเดียวกับชนิดต้นทุนผันแปร ดังนั้นต้นทุนผสมจะประกอบไปด้วยต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร เช่นค่าโทรศัพท์ ที่มีส่วนหนึ่งต้องจ่ายเป็นรายเดือนแต่มีอีกส่วนที่ต้องจ่ายตามจำนวนครั้งที่โทร เป็นต้น (รศ. สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, 2551:20)

V. การจำแนกต้นทุนเพื่อการควบคุมและวัดผลการปฏิบัติงาน

การพิจารณาต้นทุนเพื่อการควบคุมและวัดผลการปฏิบัติงาน แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ต้นทุนทางตรงของหน่วยงาน เช่นเงินเดือน ค่าวัสดุ และต้นทุนทางอ้อมของหน่วยงาน

ซึ่งเป็นต้นทุนที่หน่วยงานไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าควรเป็นของหน่วยงานใด เนื่องจากมีการใช้ร่วมกันในหลายหน่วยงาน เช่นค่าเบี้ยประกันภัยโรงงาน (ดวงมณี โกมารทัต, 2546:45)

VI. การจำแนกต้นทุนเพื่อการตัดสินใจ

การจำแนกต้นทุนเพื่อการตัดสินใจคือการพิจารณาข้อมูลต้นทุนต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการดำเนินงานโดยสัมพันธ์กับเรื่องที่จะตัดสินใจ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ และต้นทุนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจได้แก่ ต้นทุนส่วนแตกต่าง ต้นทุนที่หลีกเลี่ยงได้ และต้นทุนค่าเสียโอกาส เป็นต้น ต้นทุนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ ได้แก่ ต้นทุนจม และต้นทุนที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ (ดวงมณี โกมารทัต, 2546:48)

2. แนวคิดการวิเคราะห์ต้นทุน-ปริมาณ-กำไร (Cost-Volume-Profit Analysis)

ดวงมณี โกมารทัต, วีรวรรณ พูลพิพัฒน์, แพร กิระสุนทรพงษ์ และวรศักดิ์ ทุมมานนท์ (2545) การวิเคราะห์ต้นทุน-ปริมาณ-กำไร เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการตัดสินใจในทางธุรกิจหลายๆ เรื่อง ซึ่งผลการวิเคราะห์จะช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ภายในระหว่างต้นทุน ปริมาณ และกำไรของกิจการได้เป็นอย่างดี โดยที่ผลการวิเคราะห์จะเน้นไปที่ผลกระทบภายในระหว่างองค์ประกอบ 5 ชนิด คือ ราคาสินค้า ปริมาณ หรือระดับกิจกรรม ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย ต้นทุนคงที่ และสัดส่วนการขายสินค้าแต่ละชนิด

การคำนวณจุดคุ้มทุน (Break Even Point)

การวิเคราะห์ CVP ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงในกำไร ต้นทุน และปริมาณ และสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน (Break-even analysis) ได้ ดวงมณี โกมารทัต, วีรวรรณ พูลพิพัฒน์, แพร กิระสุนทรพงษ์ และวรศักดิ์ ทุมมานนท์ (2545: 162) ได้ให้ความหมายของจุดคุ้มทุนไว้ 2 ประการ ประการแรกคือ ปริมาณขายที่บริษัทมีรายได้ค่าขายได้ทั้งสิ้นเท่ากับค่าใช้จ่ายทั้งหมด ซึ่งรวมทั้งค่าใช้จ่ายผันแปร และค่าใช้จ่ายคงที่ ประการที่ 2 คือ จุดที่ทำให้กำไรผันแปรเท่ากับค่าใช้จ่ายคงที่ การวิเคราะห์จุดเสมอตัวทำได้ 3 วิธี คือ วิธีสมการ วิธีกำไรส่วนเกิน และวิธีแผนภาพ ใช้กราฟ CVP

1. วิธีสมการ (The Equation Approach) โดยใช้สมการขั้นพื้นฐานของการคำนวณกำไรสุทธิมาประยุกต์

$$\text{กำไรสุทธิ} = \text{ยอดขาย} - \text{ต้นทุน}$$

หรือ ยอดขาย = ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนผันแปร + กำไรสุทธิ

$$S = FC + VC + NP$$

จุดคุ้มทุน คือ จุดที่กำไร เท่ากับศูนย์ หรือที่ยอดขาย เท่ากับต้นทุนพอดี

ดังนั้นที่จุดคุ้มทุน $S = FC + VC + 0$

กำหนดให้

S = ยอดขาย

NP = กำไรสุทธิ

FC = ต้นทุนคงที่

VC = ต้นทุนผันแปร

X = ปริมาณหน่วยที่ผลิตและจำหน่าย

P = ราคาขายต่อหน่วย

VX = ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย

สามารถเขียนสมการที่จุดคุ้มทุนเป็น $P X = FC + VX$

2. วิธีกำไรส่วนเกิน (The Contribution Margin Approach) เป็นวิธีที่ใช้แนวคิดของกำไรส่วนเกิน

กำไรส่วนเกิน (Contribution Margin = CM) คือกำไรส่วนที่นำไปชดเชยส่วนของต้นทุนคงที่ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการดังนี้

$$\text{กำไรส่วนเกิน} = \text{ยอดขาย} - \text{ต้นทุนผันแปร}$$

$$CM = S - VC$$

กำหนดให้ CM = กำไรส่วนเกิน

$$\begin{aligned} \text{จุดคุ้มทุน (หน่วย)} &= \frac{\text{ต้นทุนคงที่}}{\text{กำไรส่วนเกินต่อหน่วย}} \\ X (BE) &= \frac{FC}{UCM} \end{aligned}$$

3. วิธีแผนภาพ ใช้กราฟ CVP

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนโดยใช้กราฟ ทำได้โดย กำหนดให้จำนวนเงิน เป็นแกนตั้ง และกำหนดให้ปริมาณหรือจำนวนหน่วย เป็นแกนนอน เมื่อพอร์ตรกราฟดังนั้น ของเส้นยอดขาย กับเส้นต้นทุนรวม ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ จะหาจุดคุ้มทุนได้โดย จุดคุ้มทุน คือ จุดที่เส้นของยอดขายและเส้นของต้นทุนรวมตัดกัน

การวิเคราะห์กำไรสุทธิตามเป้าหมาย

นอกจากนี้สูตร CVP เพื่อวางแผนทางด้านกำไร เพราะการคำนวณโดยใช้สูตร CVP ทำให้ทราบถึงปริมาณขายที่ทำให้ได้กำไรที่ต้องการ โดยใช้สูตรกำไรผันแปรมาใช้เพื่อหาปริมาณขายที่ต้องการ (ดวงมณี โกมารทัต, วีรวรรณ พูลพิพัฒน์, แพร กิระสุนทรพงษ์ และวรศักดิ์ ทุมมานนท์, 2545:169) ทำให้ผู้บริหารนำไปใช้เพื่อวางแผนและควบคุมผลการดำเนินงานได้เป็นอย่างดี เช่น

1. การกำหนดเป้าหมายกำไรเป็นจำนวนที่แน่นอน โดยสมการดังนี้ (รศ.สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, 2551:113)

ยอดขาย = ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนผันแปร + กำไรที่ต้องการ

$P X = FC + VX + \text{กำไรที่ต้องการ}$

2. การกำหนดกำไรเป็นอัตราเปอร์เซ็นต์ต่อยอดขาย โดยสมการดังนี้ (รศ.สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, 2551:114)

ยอดขาย = ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนผันแปร + กำไรที่ต้องการ

$P X = FC + VX + \% P X$

ส่วนเกินที่ปลอดภัย (Margin of Safety)

ระดับปลอดภัย คือ ส่วนต่างระหว่างค่าขายที่ประมาณการ (หรือค่าขายจริง) กับค่าขายที่จุดเสมอตัว ส่วนต่างจำนวนนี้หมายถึง ค่าขายที่อาจลดลงได้ก่อนที่บริษัทจะถึงจุดขาดทุน

การวิเคราะห์ CVP ในการเลือกโครงสร้างต้นทุน

การวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุน หมายถึง อัตราส่วนระหว่างต้นทุนคงที่กับต้นทุนผันแปร ในกิจการ ซึ่งในแต่ละกิจการจะมีอัตราส่วนที่เปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างต้นทุนผันแปรกับต้นทุนคงที่ เช่น การนำเครื่องจักรมาใช้แทนแรงงานคน (ดวงมณี โกมารทัต, วีรวรรณ พูลพิพัฒน์, แพร กิระสุนทรพงษ์ และ วรศักดิ์ ทุมมานนท์ 2545: 170)

3. แนวคิดทางการเงิน

ความรับผิดชอบของผู้จัดการทางการเงิน (เบญจวรรณ รักษ์สุธิ์, 2539 : 1)

1. การกำหนดขนาดเงินทุนที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินงานของธุรกิจ (Proper amount of funds) กล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ธุรกิจที่ดำเนินงานควรมีขนาดใด และมีอัตราดอกเบี้ยเท่าใด

2. การจัดหาเงินทุนมาใช้ในธุรกิจ (Raising funds) กล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เงินทุนที่จะลงในสินทรัพย์ต่าง ๆ นั้นควรมาจากแหล่งใดบ้างจึงจะเป็นประโยชน์ต่อธุรกิจ

3. การจัดสรรเงินทุนของธุรกิจให้มีประสิทธิภาพ (Allocation of funds) นั่นคือธุรกิจควรจะลงทุนในสินทรัพย์ประเภทใดบ้าง และในจำนวนเท่าใด จึงจะทำให้ธุรกิจได้ประโยชน์ที่สุด

หน้าที่ของผู้บริหารการเงิน (Function of the Financial manager) ในหัวข้อการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดหาเงินทุน (Financial Decision) และการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดสรรเงินทุน (Investment Decision) (ชนะใจ เดชวิทยาพร, 2540: 2-6)

การตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดหาเงินทุน (Financial Decision)

แหล่งที่มาของเงินทุนของธุรกิจ แบ่งได้เป็น 2 แหล่งใหญ่ ๆ คือ

1. จากการกู้ยืม มีทั้งระยะสั้น ระยะปานกลาง และระยะยาว โดยจะเสียต้นทุนของเงินทุนในรูปของดอกเบี้ย เป็นการจัดหาเงินทุนจากส่วนของหนี้สิน เช่น การกู้ยืมสถาบันการเงิน การออกหุ้นกู้หรือพันธบัตร
2. จากการออกหุ้น มีทั้งหุ้นสามัญและหุ้นบุริมสิทธิ โดยจะเสียต้นทุนของเงินทุนในรูปของเงินปันผล เป็นการจัดหาเงินทุนจากส่วนของเจ้าของ

การตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดหาเงินทุน จึงเป็นการตัดสินใจว่าควรจะจัดหาเงินทุนจากแหล่งใด เป็นจำนวนเท่าใดจึงทำให้ต้นทุนของเงินทุนต่ำสุด และมีความเสี่ยงทางการเงินไม่มากเกินไป นอกจากนั้นเงินทุนที่ต้องการนั้น ต้องจัดหามาในเวลาที่เหมาะสม โดยปกติควรจัดหามาก่อนที่จะใช้จริง

การตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดสรรเงินทุน (Investment Decision)

เงินทุนที่จัดหามาของธุรกิจจากส่วนของหนี้สินและส่วนของผู้ออกหุ้นจะนำมาจัดสรรไปในสินทรัพย์ของธุรกิจ การจัดสรรเงินทุนของธุรกิจนี้จะต้องก่อให้เกิดความสมดุลระหว่างสภาพคล่อง (Liquidity) และความสามารถในการทำกำไร (Profitability) ถ้าธุรกิจจัดสรรเงินทุนไปลงในสินทรัพย์หมุนเวียนมากจะทำให้ธุรกิจมีสภาพคล่องมากความเสี่ยงทางการเงินน้อย เพราะมีสินทรัพย์สามารถเปลี่ยนเป็นเงินสดได้เร็ว แต่ถ้าธุรกิจสรรเงินทุนไปลงในสินทรัพย์ถาวรมาก จะทำให้อายุการใช้งานในการทำกำไรสูงเพราะการลงทุนในสินทรัพย์ถาวรก่อให้เกิดรายได้จากการลงทุนมากกว่าดังนั้นผู้บริหารทางการเงินจะต้องทำให้เกิดดุลยภาพระหว่างสภาพคล่องกับความสามารถในการทำกำไร โดยไม่ให้เกิดความเสี่ยงทางการเงินจากการที่จะไม่มีเงินเพื่อการ

ชำระหนี้ที่ถึงกำหนด จนทำให้ธุรกิจต้องเสื่อมเสียชื่อเสียงทางด้านเครดิต และธุรกิจต้องมีความสามารถในการทำกำไรในระดับสูงด้วย

การตัดสินใจระยะยาว

ในการตัดสินใจของผู้บริหารเกี่ยวกับการใช้เงินทุนในการซื้อสินทรัพย์ถาวรซึ่งถือเป็นรายจ่ายลงทุน (Capital Expenditure) ที่มีความสำคัญเนื่องจากการใช้เงินทุนจำนวนมาก การตัดสินใจลงทุนในปัจจุบันแต่ผลประโยชน์จะได้รับในอนาคต ซึ่งทำให้มีผลกระทบจากการลงทุนเป็นเวลานานหลายปี ทำให้ผู้บริหารจำเป็นต้องพิจารณาและวิเคราะห์เงื่อนไขและปัจจัยในการลงทุน เพื่อให้กิจการได้รับผลประโยชน์สูงสุด ภายใต้ความเสี่ยงที่เหมาะสม

การวิเคราะห์โครงการลงทุน

ลักษณะโครงการลงทุนที่จะพิจารณา มีดังนี้ การลงทุนในโครงการใหม่ หรือการขยายโครงการลงทุน และการลงทุนในโครงการใหม่เพื่อทดแทนโครงการเก่า

ขั้นตอนสำหรับการวิเคราะห์โครงการลงทุน

1. ศึกษาลักษณะและประเภทของโครงการลงทุน
2. ประเมินกระแสเงินสดจ่ายและกระแสเงินสดรับที่เกี่ยวข้องกับโครงการลงทุน
3. ตัดสินใจว่าจะลงทุนในโครงการใด โดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์ทางการเงินดังนี้
 - 3.1 วิธีระยะเวลาคืนทุน (Payback Period Method)
 - 3.2 วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value Method)
 - 3.3 วิธีอัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return Method)
 - 3.4 วิธีดัชนีกำไร (Profitability Index Method)

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period Method) คือ ระยะเวลาที่จะได้รับจำนวนเงินเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายลงทุน ใช้วัดว่าโครงการลงทุนจะได้รับเงินกลับคืนมาเร็วมากน้อยอย่างไร (โสภณ พองเพชร: 91)

เกณฑ์การตัดสินใจ เพื่อใช้การกำหนดระยะเวลาคืนทุนที่กิจการจะยอมรับได้หรือปฏิเสธโครงการใด

1. ถ้าระยะเวลาคืนทุนของโครงการ น้อยกว่าหรือเท่ากับระยะเวลาคืนทุนที่กำหนด จะยอมรับโครงการนั้น

2. ถ้าระยะเวลาคืนทุนของโครงการ มากกว่าหรือเท่ากับ ระยะเวลาคืนทุนที่กำหนด จะปฏิเสธโครงการนั้น
3. ถ้ามีหลาย ๆ โครงการ และทุกโครงการมีระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าที่กำหนด แต่กิจการต้องเลือกเพียงโครงการเดียว จะเลือกโครงการที่มีระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุด

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) หมายถึง ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุของโครงการกับเงินลงทุนเริ่มแรก ณ อัตราผลตอบแทนที่ต้องการหรือต้นทุนของเงินทุนของโครงการ (โสภณ พองเพชร: 93)

มูลค่าปัจจุบัน (NPV) = มูลค่าปัจจุบันเงินสดรับ - มูลค่าปัจจุบันเงินสดจ่าย

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ACF_t - IO}{(1+k)^t}$$

ACF_t = กระแสเงินสดรับหลังภาษีในระยะเวลา t

K = อัตราต้นทุนของเงินทุน หรืออัตราผลตอบแทนที่ต้องการ (อัตราคิดลด)

IO = กระแสเงินสดจ่ายลงทุน

n = อายุของโครงการลงทุน

เกณฑ์การตัดสินใจ

- มูลค่าปัจจุบัน (NPV) มีค่าเป็น บวก จะยอมรับโครงการ
- มูลค่าปัจจุบัน (NPV) มีค่าเป็น ลบ จะปฏิเสธโครงการ

อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการมีค่าเท่ากับเงินสดจ่ายสุทธิลงทุนเริ่มแรก ซึ่งเป็นอัตราผลตอบแทนที่ทำให้คุ้มทุนพอดี (โสภณ พองเพชร: 99)

วิธี IRR ใช้หลักเกณฑ์การเปรียบเทียบมูลค่าของเงิน 2 ประเภท คือ มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการกับเงินสดจ่ายสุทธิลงทุนเริ่มแรก ณ จุดเวลาเดียวกัน

เกณฑ์การตัดสินใจ

-กิจการจะตอบรับโครงการลงทุน ถ้าอัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR) มีค่ามากกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ (r) นั่นคือ ตอบรับโครงการลงทุนเมื่อ $IRR > r$

-กิจการจะปฏิเสธโครงการลงทุน ถ้าอัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR) มีค่าน้อยกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ (r) นั่นคือ เมื่อ $IRR < r$

$$IO = \sum_{t=1}^n \frac{ACF_t - IO}{(1+IRR)^t}$$

ACF_t = กระแสเงินสดรับหลังภาษีในระยะเวลา t

IO = กระแสเงินสดจ่ายลงทุน

n = อายุของโครงการลงทุน

IRR = อัตราผลตอบแทนจากโครงการลงทุน (อัตราคิดลด)

วิธีดัชนีกำไร (Profitability Index Method: PI) คือ อัตราส่วนผลตอบแทนต่อทุน (benefit-cost ratio) คำนวณได้โดยหาอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิหลังภาษีของโครงการลงทุนกับเงินลงทุนเริ่มแรก (โสภณ ฟองเพชร: 96)

เกณฑ์การตัดสินใจ

1. ถ้า PI มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 จะยอมรับโครงการนั้น
2. ถ้า PI มีค่าน้อยกว่า 1 จะปฏิเสธโครงการนั้น
3. ถ้ามีหลายโครงการทุกโครงการมีค่า $PI > 1$ ทุกโครงการ แต่ต้องเลือกเพียงโครงการเดียวเลือกโครงการที่มีค่า PI มากที่สุด

งานวิจัยและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพริกและการตลาดของพริกมีการศึกษาอย่างแพร่หลาย เช่น การผลิตพริกของเกษตรกรในจังหวัดทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ (สำพรต จันทรหอม, 2545; เพ็ญพิศ พลทรัพย์ศิริ, 2547; ทิพจันทร์ กาญจนเดชะ, 2547; สวาท นนทพะละ, 2547) สภาพการผลิต การจัดการการผลิต และการตลาดพริก (วรรณวี แสงสีดา, 2546; ประเสริฐ ถ่ายสูงเนิน, 2544; พงษ์ศักดิ์ เริ่มสูงเนิน, 2547) โดยเฉพาะการศึกษาสภาพการผลิต และความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อผลผลิต คุณภาพและปริมาณสาร capsaicin ในพริกพันธุ์การค้า (วสุ อมฤตสุทธิ, และคณะ, 2550) แม้กระทั่งการศึกษาเรื่องระบบการเพาะปลูกพืชไร่ของเกษตรกร (วิไลวัจน์ กฤษณะภูติ และคณะ, 2529) ซึ่งการวิจัยเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่า สภาพการเพาะปลูกพริกของเกษตรกรในจังหวัดทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศแตกต่างกันไปตามสภาพดินฟ้าอากาศ และสภาพพื้นฐานของเกษตรกรผู้ปลูก จึงทำให้ผลผลิตที่ได้มีความแตกต่างกัน รวมทั้งปัญหาที่ประสบในการปลูกก็มากน้อยแตกต่างกัน

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยก็แสดงให้เห็นถึงปัญหาสำคัญที่เกษตรกรผู้ผลิตประสบอยู่ ได้แก่ ขาดเงินทุน ขาดแรงงานเก็บเกี่ยว ราคาผลผลิตตกต่ำ โรคแมลงระบาด ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ (เพ็ญพิศ พลทรัพย์ศิริ, 2547) พ่อค้ากดราคา ขาดการรวมกลุ่มจำหน่ายผลผลิต และการกลายพันธุ์ (สำพรต จันทรหอม, 2545) สภาพพื้นที่ปลูกไม่เหมาะสม ขาดเมล็ดพันธุ์ดี กลายพันธุ์ ขาดแรงงาน ประสบปัญหาในระดับน้อย ได้แก่ ขาดความรู้ ขาดเงินทุน แหล่งน้ำ น้ำเป็นกรดเป็นด่าง น้ำไม่เพียงพอ คุณภาพผลผลิตไม่ตรงตามความต้องการของตลาด ราคาผลผลิตตกต่ำ ขาดการรวมกลุ่มเพื่อจำหน่าย (ทิพจันทร์ กาญจนเดชะ, 2547) ปัจจัยการผลิตมีราคาแพง และราคาผลผลิตไม่แน่นอน (สมจิตร ทองอิสาน, 2547) เกษตรกรผู้ปลูกพริกส่วนใหญ่มีปัญหาทางด้านราคาขายที่มีราคาต่ำ มักจะถูกพ่อค้าเอาเปรียบอยู่เสมอ ไม่มีตลาดรองรับผลผลิตพริกที่แน่นอน และช่องทางการตลาดมีน้อย (ประเสริฐ จรรยาสุภาพ และคณะ, 2549)

ถึงแม้จะมีการศึกษาด้านต้นทุนการผลิต โดยใช้การสัมภาษณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกร แต่ยังไม่มีการศึกษาด้านนี้เพียงพอถึงการวิเคราะห์ตัวเลขต้นทุน จุดคุ้มทุน และผลตอบแทนจากการลงทุนจากการเพาะปลูก เพื่อให้ได้ข้อมูลในวางแผนและตัดสินใจสำหรับการเพาะปลูกในอนาคต ดังนั้น ผู้วิจัยเห็นว่า มีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาด้านต้นทุนการผลิต การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของต้นทุน ปริมาณ และกำไร ที่ทำให้ทราบจุดคุ้มทุน และการวางแผนทางการเงิน เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนและตัดสินใจในการเพาะปลูกพริกที่มีศักยภาพและสามารถผลักดันไปสู่ในเชิงพาณิชย์อย่างสมบูรณ์ในอนาคต

กรอบแนวคิดของการวิจัย

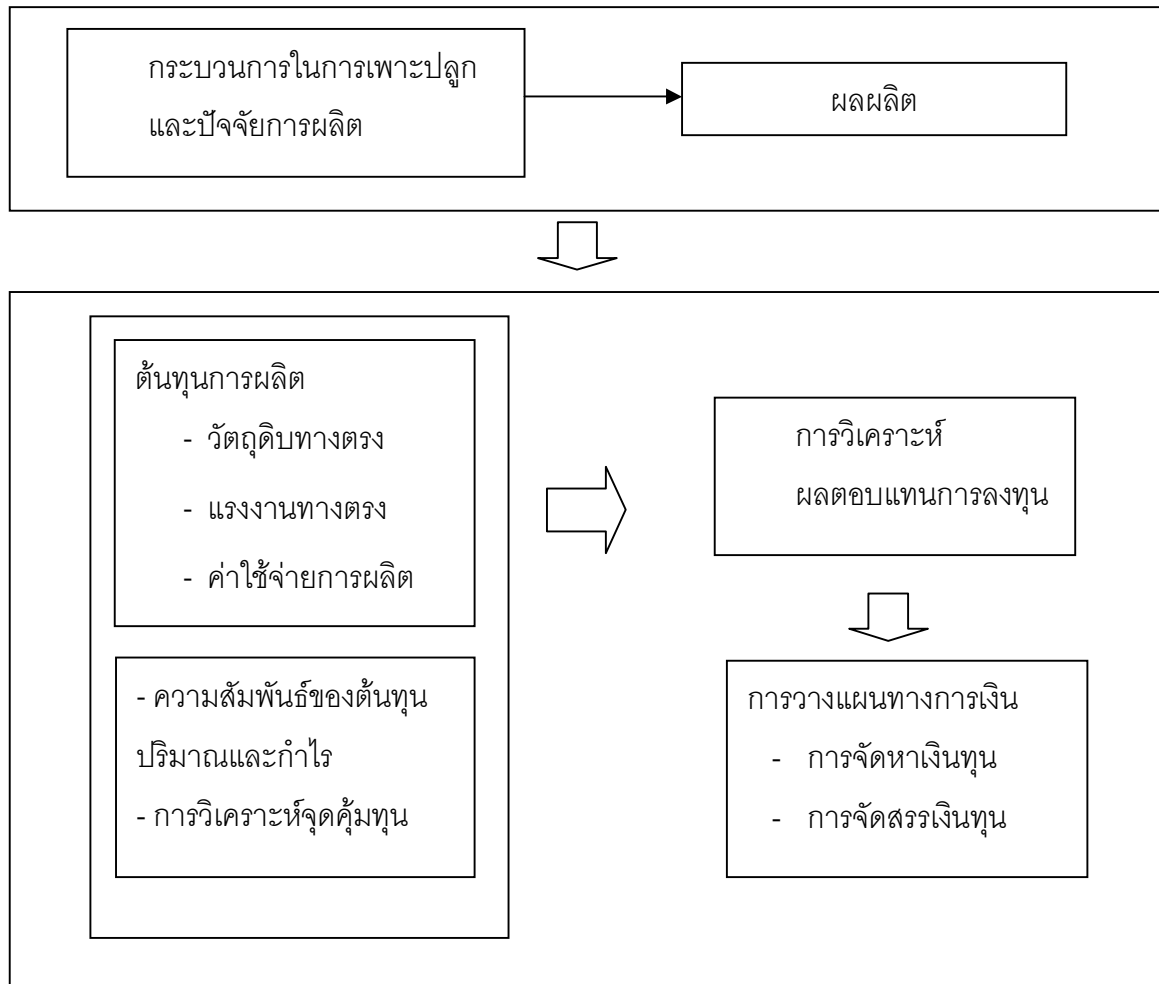
การศึกษากระบวนการในการเพาะปลูกพริก จะทำให้ทราบถึงความต้องการทางด้านวัสดุ อุปกรณ์ แรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละขั้นตอนการเพาะปลูก โดยเริ่มตั้งแต่ใช้เมล็ดพริกหยอดเมล็ดจนกระทั่งเก็บเกี่ยวได้เมล็ดพริกและนำไปขายเพื่อรับเป็นรายได้ ดังนั้นการศึกษากิจกรรมการปลูกพริก จะทำให้ได้ข้อมูลประเภทต้นทุนการผลิต ปริมาณที่เกษตรกรผลิต ราคาขายและผลกำไรหรือขาดทุนที่ได้รับ จากนั้นการศึกษากิจกรรมต้นทุนจะทำให้สามารถแยกต้นทุนการผลิต ออกเป็น ต้นทุนผันแปร ต้นทุนคงที่ และต้นทุนผสม เมื่อนำข้อมูลด้านยอดขาย ต้นทุน และปริมาณการผลิตมาพิจารณาร่วมกัน จะทำให้สามารถ คำนวณหาส่วนเกินที่ปลอดภัย วิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน (Break-even analysis) และไปประยุกต์เพื่อกำหนดกำไรสุทธิตามเป้าหมายได้ นอกจากนี้ข้อมูลด้านจำนวนเงินลงทุนและรายได้ที่รับจากการลงทุน สามารถนำไปใช้ในการ คำนวณหาผลตอบแทนจากการลงทุน

ข้อนำสังเกตจากการวิเคราะห์ในแต่ละประเด็น จะมีคำตอบได้ 2 ลักษณะ คือ

1.ผลการวิเคราะห์ เป็นที่พอใจ ผ่านการยอมรับที่จะผลักดันให้เกษตรกรดำเนินการปลูกพริกต่อไป

2.ผลการวิเคราะห์ไม่เป็นที่พอใจ ไม่ผ่านการยอมรับ ให้ดำเนินการทบทวนเงื่อนไขหรือข้อกำหนดที่เกิดขึ้นในประเด็นนั้นๆ ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสม ก็ให้ปรับปรุงใหม่ แล้วทำการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ใหม่อีกครั้ง

- หากผลออกมาเป็นที่พอใจให้ดำเนินการต่อไป
- หากผลไม่เป็นที่พอใจ ก็ไม่ควรดำเนินการ สมควรยุติ เพราะแสดงว่าโครงการมีโอกาสที่จะประสบกับความล้มเหลวได้ในอนาคตหากทำการลงทุนต่อไป



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

(RESEARCH METHODOLOGY)

การวิจัยเรื่อง การศึกษาระบบต้นทุนและบริหารการเงินเพื่อสร้างความมั่นคงทางการเงินให้กับเกษตรกรผู้ปลูกพริกในจังหวัดเชียงใหม่ ใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม โดยกำหนดวิธีการวิจัยดังต่อไปนี้

1. สถานที่ดำเนินการวิจัย (Locale of the Research)
2. ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง (The Population and Sampling Procedures)
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Instrument of the Research)
4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection Procedure)
5. การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of Data)
6. วิธีการดำเนินงานวิจัย (Research Operation)

สถานที่ดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ศึกษาจากเกษตรกรผู้ปลูกพริกที่มีพื้นที่เพาะปลูกในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัย ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกพริก ในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นเกษตรกรที่เพาะปลูกพริกเพื่อการจำหน่าย โดยจัดกลุ่มประชากร (Cluster) ตามเกษตรกรผู้ปลูกพริกพันธุ์หนุ่มขาว การเลือกเกษตรกรตัวอย่างใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เลือกตัวอย่างจำนวน 10 ราย ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างจะมีการสำรวจเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพการเพาะปลูกและสภาพทางเศรษฐกิจของตัวอย่าง โดยพิจารณาเลือกตัวอย่างที่มีพื้นที่เพาะปลูกพริกระหว่าง 1 – 7 ไร่

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการศึกษา ประกอบด้วย

1. แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการสัมภาษณ์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไปจากเกษตรกรตัวอย่างในเรื่องการผลิต ต้นทุนการผลิต สภาพทางเศรษฐกิจ ผลผลิตและรายได้ที่ได้รับจากการผลิต การจัดหาและจัดสรรเงินทุน

2. แบบฟอร์มตารางสำหรับการบันทึกข้อมูลต้นทุนประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละงวดการปลูก และแยกหมวดหมู่ของรายการต้นทุน
3. แบบฟอร์มตารางสำหรับการบันทึกข้อมูลการใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการจ่ายชำระคืนเงินทุน ในแต่ละงวดการปลูก

แบบสอบถามและแบบการสัมภาษณ์สร้างขึ้นตามแนวทางวัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา โดยเนื้อหาในแบบสอบถามสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกพริก ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาแบบสอบถามออกเป็น 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

ส่วนที่ 2 การลงทุน การจัดหาแหล่งเงินทุน

ส่วนที่ 3 รายได้ค่าใช้จ่าย ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต

สำหรับเนื้อหาภายในแบบสัมภาษณ์ประกอบด้วยข้อคำถามปลายปิดและปลายเปิด

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาจะใช้ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) โดยแบ่งได้ดังนี้

1. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับต้นทุนการผลิตที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจากพื้นที่เพาะปลูก ตลอดระยะเวลาของการเพาะปลูก และเก็บข้อมูลทางด้านการบริหารการเงินของกลุ่มตัวอย่าง
2. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหนังสือวารสาร เอกสารและบทความทางวิชาการต่างๆ และรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมส่งเสริมการเกษตร และสำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ เป็นต้น

การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามดำเนินการเก็บข้อมูลในระหว่างเดือน มิถุนายน 2552 ถึงเดือน มีนาคม 2553

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วยการวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Method) และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Method)

1. วิวิธีวิเคราะห์เชิงพรรณนา จะใช้สำหรับศึกษากระบวนการผลิต ประเภทต้นทุนและโครงสร้างต้นทุน การวางแผนการจัดหาและจัดสรรเงินทุน

2. วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ จะใช้สำหรับการวิเคราะห์ระบบการวางแผนการจัดหาและจัดสรรเงินทุน ต้นทุนการผลิต และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของต้นทุน ปริมาณ และกำไร โดยการวิเคราะห์ทางบัญชีใช้แนวคิดการวิเคราะห์ต้นทุน-ปริมาณ-กำไร (CVP Analysis) สำหรับการวิเคราะห์ทางการเงินใช้การวิเคราะห์งบประมาณจ่ายลงทุน (Capital Budgeting) การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการเก็บข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมส่งเสริมการเกษตร และสำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ เป็นต้น และจากเกษตรกรผู้ปลูกพริกหนุ่มชาวในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 10 ราย ที่มีพื้นที่เพาะปลูกพริกระหว่าง 1 – 7 ไร่ โดยมีขั้นตอนในการศึกษาวิจัยดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาวิจัยเชิงสำรวจ แบ่งขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1.1 ใช้วิธีสำรวจเชิงคุณภาพ และการตรวจเอกสาร ข้อมูล ต่างๆ โดยการติดต่อประสานงานและรวบรวมเอกสารต่างๆ เช่น แบบสำรวจข้อมูลการผลิตพืช โครงการสำรวจข้อมูลการผลิตพืชรายครัวเรือน ปี 2552 จังหวัดเชียงใหม่ บริเวณตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทราย รวมทั้งรายงานการวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาตัวอย่างประชากรที่เหมาะสม

1.2 การสำรวจภาคสนาม โดยใช้การสังเกตเพื่อจัดแบ่งประเภทต้นทุนการผลิตที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของเกษตรกรผู้ปลูกพริกหนุ่มชาว

ระยะที่ 2 การศึกษาวิจัยเชิงพรรณนา มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

2.1 การสร้างแบบสอบถาม สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษากระบวนการผลิต ประเภทต้นทุน และโครงสร้างต้นทุน การวางแผนการจัดหาและจัดสรรเงินทุนของเกษตรกรผู้ปลูกพริกหนุ่มชาว

ระยะที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ แบ่งขั้นตอนการศึกษาดังนี้

3.1 การวิเคราะห์ประเมินผล สรุปผลเชิงคุณภาพและการวิเคราะห์สถิติ

3.2 การบรรยาย พร้อมแผนภาพ และตารางประกอบ เพื่อนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 4

ผลการวิจัย

(RESULTS)

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบต้นทุนและบริหารการเงินเพื่อสร้างความมั่นคงทางการเงินให้กับเกษตรกรผู้ปลูกพริกในจังหวัดเชียงใหม่

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. การจำแนกต้นทุนและวิเคราะห์ต้นทุน
2. การวิเคราะห์ต้นทุน - ปริมาณ - กำไร และการวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุน
3. การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน

การวิจัยนี้เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการปลูกพริกหนุ่มขาว ในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นเกษตรกรที่เพาะปลูกเพื่อการจำหน่าย โดย การเลือกเกษตรกรตัวอย่างใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เลือกตัวอย่างจำนวน 10 ราย ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างจะมีการสำรวจเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพการเพาะปลูกและสภาพทางเศรษฐกิจของตัวอย่าง โดยพิจารณาเลือกตัวอย่างที่มีพื้นที่เพาะปลูกพริกระหว่าง 1 – 7 ไร่

สำหรับการจำแนกต้นทุนและวิเคราะห์ต้นทุน ภายใต้อสภาพของวิจัยนี้เป็นสภาพการเพาะปลูกจริงของเกษตรกร ซึ่งเกษตรกรบางรายมีที่ดินเป็นของตนเอง บางรายเช่าเพื่อเพาะปลูก ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงได้ออกแบบการวิจัยเกี่ยวกับการใช้พื้นที่ของเกษตรกรโดยให้เกษตรกรที่มีที่ดินเป็นของตนเองใช้อัตราการเช่าค่าเช่าที่ดินตามสภาพพื้นที่และอัตราค่าเช่าในท้องถิ่น และสำหรับเกษตรกรที่เช่าที่ดินก็จะใช้ตามอัตราที่เกษตรกรจ่ายจริง สินทรัพย์ที่ใช้ในการเพาะปลูกของเกษตรกรที่ใช้ในการเพาะปลูกประกอบด้วย เครื่องจักรและอุปกรณ์ทางการเกษตร ได้แก่ เครื่องสูบน้ำ เครื่องพ่นยาและปุ๋ย และถังละลายปุ๋ย ให้ทำการคิดค่าใช้จ่ายโดยบันทึกเป็นค่าเสื่อมราคา และเป็นค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในแต่ละรอบการปลูกคือ 4 เดือน

ขั้นตอนการเพาะปลูกพริกหนุ่มขาว เริ่มต้นโดยการแช่เมล็ดพริกก่อน 1 คืน แล้วจึงเพาะลงถาดหลุมใช้เวลาประมาณ 1 เดือน เมื่อกล้าสูงประมาณ 6 นิ้ว แล้วจึงย้ายไปปลูกในแปลงพริก ระยะเวลาในการปลูกจนเก็บพริกจนออกผลผลิตจะใช้ระยะเวลาประมาณ 2 เดือน และระยะเวลาเริ่มเก็บผลผลิตถึงระยะเวลาผลผลิตหมดและไถกลบลี้้มแปลงใช้ระยะเวลาประมาณ 2 เดือน ส่วนมากในระยะเวลา 1 ปี เกษตรกรจะปลูกพริก 2 รอบ และปลูกข้าว 1 รอบ สลับกันไปเพื่อเป็นการพักแปลงและปรับดิน การปลูกพริกหนุ่มขาวของเกษตรกรในตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทรายจะใช้การปลูกแบบยกแปลง เนื่องจากมีน้ำสนับสนุนจากการชลประทานตลอดทั้งปี พื้นที่จึงเหมาะกับการ

การกักน้ำไว้ให้มีระดับพอเหมาะ ขนาดแปลงกว้างประมาณ 1.50 เมตร ระยะปลูกระหว่างต้น 50 ซม. ระหว่างแถว 50-75 ซม. เกษตรกรในตำบลป่าไผ่ อำเภอสนทรายแต่ละรายที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน รอบระยะเวลาปลูกและเก็บพริกจะไม่ค่อยตรงกันเนื่องจากเพื่อให้ผลผลิตขายให้ได้ราคาดี และเป็นการสลับกันไปรับจ้างช่วยกันในการปรับดิน ปลูกพริก และเก็บพริก

1. การจำแนกต้นทุนและวิเคราะห์ต้นทุน

ในการวิเคราะห์ต้นทุนจำแนกต้นทุนตามประเภทของต้นทุนการผลิต และจำแนกต้นทุนตามพฤติกรรมต้นทุน รวมทั้งเปรียบเทียบต้นทุนและผลผลิตที่เกิดขึ้นของเกษตรกรผู้ปลูกพริกแต่ละคน มีรายละเอียดดังนี้

1.1 จำแนกต้นทุนตามประเภทของต้นทุนการผลิต

ส่วนประกอบของต้นทุนการผลิตหรือต้นทุนผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยต้นทุนวัตถุดิบทางตรง แรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายการผลิต ซึ่งประกอบด้วย ค่าแรงงานทางอ้อม ค่าเสื่อมราคา ค่าวัสดุและค่าใช้จ่ายการผลิตอื่นๆ ดังในตารางที่ 1 ซึ่งแสดงต้นทุนวัตถุดิบ ค่าแรง และค่าใช้จ่ายการผลิต และค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเกษตรกรของเกษตรกรทั้ง 10 ราย

วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของการผลิตพริก คือ เมล็ดพันธุ์พริกหนุ่มขาวลูกผสม หยกขาว 31 ตราศรแดง ซึ่งเป็นวัตถุดิบทางตรง เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่นำไปใช้ในการเพาะปลูกเพื่อให้ได้ผลผลิต

ต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์พริกหนุ่มขาวลูกผสม หยกขาว 31 ตราศรแดง ที่เกษตรกรซื้อราคาต่อกระป๋อง มีตั้งแต่ราคา 1,050 จนถึงราคา 1,150 บาท โดย 1 กระป๋องมีเมล็ดพันธุ์ประมาณ 7,000 เม็ด เมื่อเกษตรกรเพาะกล้าจะปลูกได้ประมาณ 1 ไร่ ทั้งนี้เนื่องจากจะมีต้นกล้าบางส่วนที่เพาะไว้ตายหรือไม่สมบูรณ์ (จัดซื้อจากพ่อค้าคนกลางที่มารับซื้อผลผลิตพริก) ซึ่งราคาค่าใช้จ่ายเมล็ดพันธุ์พริก เฉลี่ยอยู่ที่ 1,071.25 บาทต่อไร่

ค่าแรงงาน

ค่าตอบแทนแรงงานที่ใช้ แบ่งเป็นค่าแรงงานทางตรง และค่าแรงงานทางอ้อม ค่าแรงงานทางตรงในการปลูกพริก ได้แก่ ค่าแรงในการเตรียมดิน ไถ ปรับพื้นที่ ค่าแรงเจาะล่องแปลงดิน ค่าแรงปลูกต้นกล้า ค่าแรงเก็บพริก ค่าแรงพ่นต้นทิ้ง และค่าไถกลบแปลง สำหรับค่าแรงงานทางอ้อมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายการผลิต ได้แก่ ค่าแรงพ่นยาคลุมหญ้า ค่าแรงคลุมพลาสติก ค่าแรงเจาะพลาสติก เก็บพลาสติก ค่าแรงฝังไม้ค้ำ ค่าแรงมัดไม้ค้ำ ค่าแรงพ่นยาฆ่าหญ้า กำจัดวัชพืชและ ค่าแรงใส่ปุ๋ย ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับค่าแรงงานทางอ้อมจะอธิบายในส่วน

ของค่าใช้จ่ายการผลิต สำหรับอัตราค่าแรงงานคนที่รับจ้างทำงานในสวนพริกในพื้นที่ใช้อัตราการจ้างเหมาในท้องถิ่นอยู่ที่ราคาวินละ 150 บาท

รายละเอียดของค่าแรงทางตรงในการทำกิจกรรมการผลิต (ตารางที่ 1) เป็นดังนี้

1. ค่าแรงในการเตรียมดิน การไถปรับพื้นที่เพื่อปลูกพริกจะทำปีละ 1 ครั้ง ดังนั้นเมื่อเกษตรกรปลูกพริกปีละ 2 ครั้งติดต่อกัน ค่าใช้จ่ายนี้จึงจัดสรรตามรอบการปลูก ส่วนใหญ่เกษตรกรจะจ้างเหมาให้รถไถมาทำการปรับพื้นที่ แต่ก็มีเกษตรกรบางรายจ้างคนงานมาช่วยทำ ในกรณีนี้จะคิดให้ค่าแรงตามจำนวนคนทั้งหมดที่ทำงานคูณด้วยจำนวนวันที่ทำงานคูณอัตราค่าแรงรายวัน แล้วหาค่าเฉลี่ยค่าแรงต่อไร่ ราคาค่าแรงในการเตรียมดิน จากการวิเคราะห์ไถปรับพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 348.25 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

2. ค่าแรงเจาะล่องแปลงดิน การเจาะล่องแปลงดินจะทำปีละ 1 ครั้ง ดังนั้นเมื่อเกษตรกรปลูกพริกปีละ 2 ครั้งติดต่อกัน ค่าใช้จ่ายนี้จึงจัดสรรตามรอบการปลูก ส่วนใหญ่เกษตรกรจะจ้างเหมาให้รถไถมาทำการเจาะล่องแปลงดิน แต่ก็มีเกษตรกรบางรายทำการเจาะล่องแปลงดินเอง และจ้างคนงานมาช่วยทำ ในกรณีนี้จะคิดให้ค่าแรงตามจำนวนคนทั้งหมดที่ทำงานคูณด้วยจำนวนวันที่ทำงานคูณอัตราค่าแรงรายวัน แล้วหาค่าเฉลี่ยค่าแรงต่อไร่ จากการวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยค่าแรงเจาะล่องแปลงดินเท่ากับ 546.25 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

3. ค่าแรงปลูกต้นกล้า เกษตรกรทุกรายจะจ้างคนงานมาช่วยทำและจะทำให้เสร็จภายใน 1 วัน ในกรณีนี้จะคิดค่าแรงตามจำนวนคนทั้งหมดที่ทำงานคูณด้วยจำนวนวันที่ทำงานแล้วคูณอัตราค่าแรงรายวัน จากนั้นหาค่าเฉลี่ยค่าแรงต่อไร่ จากการวิเคราะห์ ราคาค่าแรงในการปลูกต้นกล้า เฉลี่ยเท่ากับ 680 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

4. ค่าแรงเก็บพริก เกษตรกรทุกรายจะจ้างคนงานมาช่วยทำและทำการเก็บพริกเสร็จภายใน 1 วัน เนื่องจากจะมีพ่อค้ามารับถึงสวนในวันที่เก็บพริก หลังจากที่ได้ปลูกพริกลงแปลงแล้วประมาณ 2 เดือนต้น พริกจะให้ผลผลิต และสามารถเก็บผลผลิตพริกโดยเฉลี่ยได้ประมาณ 10 วัน ต่อครั้ง จากการสำรวจข้อมูลพบว่าการเก็บผลผลิตทำได้ประมาณ 4-8 ครั้งต่อรอบการปลูก ถ้านานกว่า 8 ครั้งมักจะให้ผลผลิตที่น้อยมากไม่คุ้มต่อการจ้างคนงานมาช่วยเก็บและพ่อค้าคนกลางก็ไม่เข้ามารับซื้อ ก่อนที่จะทำการล้มแปลง จากการวิเคราะห์ ราคาค่าแรงเก็บพริก เฉลี่ยเท่ากับ 4,982.13 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

5. ค่าแรงพินต้นทิ้ง หลังการเก็บผลผลิตรอบสุดท้ายเรียบร้อยแล้ว เกษตรกรจะพินต้นทิ้ง พริก เกษตรกรผู้ปลูกพริกบางรายทำเองแต่บางรายต้องการให้งานเสร็จไว จึงจ้างคนงานมาช่วยทำ ในกรณีนี้จะคิดให้ค่าแรงตามจำนวนคนทั้งหมดที่ทำคูณด้วยจำนวนวันที่ทำคูณอัตราค่าแรง

รายวัน แล้วหาค่าเฉลี่ยค่าแรงต่อไร่ จากการวิเคราะห์ ราคาค่าแรงในการฟื้นต้นทิ้ง เฉลี่ยเท่ากับ 724.50 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

6. ค่าไถกลบแปลง เกษตรกรบางรายทำเองแต่บางรายต้องการให้งานเสร็จ จึงจ้างคนงานมาช่วยทำ ในกรณีนี้จะคิดให้ค่าแรงตามจำนวนคนทั้งหมดที่ทำคุณด้วยจำนวนวันที่ทำคุณ อัตราค่าแรงรายวัน ราคาค่าแรงในการไถกลบแปลง เฉลี่ยเท่ากับ 306.25 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

ค่าใช้จ่ายการผลิต

ค่าใช้จ่ายการผลิต คือ ค่าใช้จ่ายอื่นในการผลิตสินค้า นอกเหนือจากวัตถุดิบทางตรง และค่าแรงงานทางตรง ประกอบด้วย วัตถุดิบทางอ้อม ค่าแรงงานทางอ้อม ค่าเสื่อมราคา อุปกรณ์การเกษตร ค่าวัสดุการเกษตร และค่าใช้จ่ายการผลิตอื่นๆ ซึ่งค่าใช้จ่ายการผลิตที่เกิดขึ้น (ตารางที่ 1) ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

ค่าแรงงานทางอ้อม

1. ค่าแรงคลุมพลาสติก เกษตรกรบางรายทำเองแต่บางรายต้องการให้งานเสร็จไว จึงจ้างคนงานมาช่วยทำ ในกรณีนี้จะคิดค่าแรงเป็นค่าแรงตามจำนวนคนทั้งหมดที่ทำคุณด้วยจำนวนวันที่ทำคุณอัตราค่าแรงรายวัน แล้วหาค่าเฉลี่ยค่าแรงต่อไร่ จากการวิเคราะห์ค่าแรงในการคลุมพลาสติก เฉลี่ยเท่ากับ 553 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

2. ค่าแรงเจาะพลาสติก และเก็บพลาสติก เกษตรกรบางรายทำเองแต่บางรายต้องการให้งานเสร็จไว จึงจ้างคนงานมาช่วยทำ ในกรณีนี้จะคิดให้ค่าแรงตามจำนวนคนทั้งหมดที่ทำคุณด้วยจำนวนวันที่ทำคุณอัตราค่าแรงรายวัน แล้วหาค่าเฉลี่ยค่าแรงต่อไร่ จากการวิเคราะห์ค่าแรงในการเจาะพลาสติก เฉลี่ยเท่ากับ 365.50 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

3. ค่าแรงฝังไม้ค้ำ การฝังไม้ค้ำนี้จะทำการฝัง 1 หลุมที่เจาะพลาสติกต่อ 1 อัน เกษตรกรบางรายทำเองแต่บางรายต้องการให้งานเสร็จไว จึงจ้างคนงานมาช่วยทำ ในกรณีนี้จะคิดให้ค่าแรงตามจำนวนคนทั้งหมดที่ทำคุณด้วยจำนวนวันที่ทำคุณอัตราค่าแรงรายวัน แล้วหาค่าเฉลี่ยค่าแรงต่อไร่ จากการวิเคราะห์ค่าแรงในการฝังไม้ค้ำ เฉลี่ยเท่ากับ 538.25 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

4. ค่าแรงมัดไม้ค้ำ หลังจากการฝังไม้ค้ำ 1 หลุมที่เจาะพลาสติกต่อ 1 อันแล้ว จะทำการมัดไม้ค้ำเพื่อใช้พยุงต้นพริก เกษตรกรบางรายทำเองแต่บางรายต้องการให้งานเสร็จไว จึงจ้างคนงานมาช่วยทำ ในกรณีนี้จะคิดให้ค่าแรงตามจำนวนคนทั้งหมดที่ทำคุณด้วยจำนวนวันที่ทำคุณอัตราค่าแรงรายวัน แล้วหาค่าเฉลี่ยค่าแรงต่อไร่ จากการวิเคราะห์ค่าแรงในการมัดไม้ค้ำ เฉลี่ยเท่ากับ 725 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

5. ค่าแรงพ่นยาคลุมหญ้า เกษตรกรเจ้าของสวนพริกทรายจะทำเองจนเสร็จ ถ้าปลูกหลายไร่ก็จะทำหลายวัน การพ่นยาคลุมหญ้าจะทำการฉีดเพียงครั้งเดียวโดยจะฉีดลงหลุมต่อรอบการปลูก ระหว่างที่ทำการพ่นยาคลุมหญ้างก็ดูแลแปลงพริกไปพร้อมๆกัน เช่นรดน้ำพรวนดิน ในกรณีนี้จะคิดค่าแรงเป็นค่าแรงเหมาจ่ายเป็นรายวันที่ทำงานคูณด้วยจำนวนวันที่ทำงานคูณอัตราค่าแรงรายวัน จากการวิเคราะห์ค่าแรงในการพ่นยาคลุมหญ้า เฉลี่ยเท่ากับ 97.75 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

6. ค่าแรงพ่นยาฆ่าหญ้า กำจัดวัชพืช เนื่องจากตลอดการปลูกมีการคลุมพลาสติกและเจาะรูให้เฉพาะต้นพริก จากนั้นมีการฉีดยาในหลุมที่เจาะแล้วจึงทำให้ไม่มีหญ้าขึ้นหรือถ้ามีก็มีปริมาณน้อยมากในแปลงพริกที่คลุมพลาสติกและในรูที่เจาะไว้ นอกจากนี้การปลูกแบบเอาน้ำขังเข้าแปลงทำให้บริเวณที่มีน้ำขังไม่มีหญ้าขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจะมีรอบๆ แปลงบริเวณที่คลุมพลาสติก ดังนั้นจึงต้องทำการพ่นยาฆ่าหญ้าเช่น พอก ไกลโฟเซต และกรัมม็อกโซน เกษตรกรเจ้าของสวนพริกทรายจะทำเองจนเสร็จ ถ้าปลูกหลายไร่ก็จะทำหลายวัน เมื่อมีการพ่นยาฆ่าหญ้างก็ดูแลแปลงพริกไปพร้อมๆกัน เช่นถอนหญ้าบางส่วนที่ขึ้นแซมในหลุม ในกรณีนี้จะคิดให้ค่าแรงเหมาจ่ายเป็นรายวันที่ทำงานคูณด้วยจำนวนวันที่ทำงานคูณอัตราค่าแรงรายวัน จากการวิเคราะห์ค่าแรงในการพ่นยาคลุมหญ้า เฉลี่ยเท่ากับ 56.25 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

7. ค่าแรงใส่ปุ๋ย หลังจากที่มีการปลูกพริกลงแปลงแล้วจะทำการบำรุงต้นพริกด้วยการใส่ปุ๋ย พอเริ่มปลูกลงแปลง ก็ใส่ปุ๋ย เกษตรกรผู้ปลูกพริกส่วนใหญ่จะใส่ปุ๋ยประมาณทุก 7 วัน โดยก่อนออกผลผลิตเกษตรกรปลูกพริกส่วนใหญ่จะใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 หลังจากพริกเริ่มออกดอกจะใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 14 แทน รวมระยะเวลา 4 เดือน จะทำการใส่ปุ๋ยประมาณ 17 ครั้ง แต่ก็มีเกษตรกรบางท่านใส่ทุก 5 วัน หรือทุก 10 วัน เกษตรกรเจ้าของสวนพริกทรายจะทำเองจนเสร็จ เมื่อมีการใส่ปุ๋ย ก็ดูแลแปลงพริกไปพร้อมๆกัน เช่นพรวนดิน ในกรณีนี้จะคิดให้ค่าแรงเหมาจ่ายเป็นรายวันที่ทำงานคูณด้วยจำนวนวันที่ทำงานคูณอัตราค่าแรงรายวัน จากการวิเคราะห์ค่าแรงในการใส่ปุ๋ย เฉลี่ยเท่ากับ 852.83 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

ค่าเสื่อมราคา

1. ค่าเสื่อมราคา –ถังพลาสติกใหญ่ การพ่นยาฆ่าแมลงและพ่นปุ๋ยแต่ละครั้งต้องละลายยาและปุ๋ยก่อนพ่น ดังนั้นจึงต้องใช้ถังพลาสติกในการผสม ซึ่งที่เกษตรกรผู้ปลูกพริกใช้มีตั้งแต่ราคา 200 บาท จนถึง 500 บาท อายุการใช้งาน 3 ปี ในการปลูกพริกแต่ละรอบคิดค่าใช้จ่าย

เป็นค่าเสื่อมราคา การใช้งานถังพลาสติกใหญ่ ในการปลูกพริกต่อรอบการปลูกคิดเป็นระยะเวลา 4 เดือน จากการวิเคราะห์ค่าเสื่อมราคา-ถังพลาสติกใหญ่ เฉลี่ยเท่ากับ 74.44 บาทต่อรอบการปลูก

2. ค่าเสื่อมราคา-เครื่องสูบน้ำ การปลูกพริกของเกษตรกรป่าไผ่ที่มีน้ำจากการชลประทานทั่วถึง เกษตรกรจะทำการกักน้ำขังไว้ในแปลง แต่ช่วงที่มีฝนตกต้องทำการสูบน้ำออกจากแปลง ไม่เช่นนั้นพริกจะตาย เครื่องสูบน้ำที่เกษตรกรแต่ละคนเลือกใช้ อายุการใช้งาน 10 ปี ในการปลูกพริกแต่ละรอบคิดค่าใช้จ่ายเป็นค่าเสื่อมราคา การใช้งานเครื่องสูบน้ำ เพื่อใช้ปลูกพริกต่อรอบการปลูก สำหรับเป็นระยะเวลา 4 เดือน จากการวิเคราะห์ค่าเสื่อมราคา-เครื่องสูบน้ำ เฉลี่ยเท่ากับ 507.14 บาทต่อรอบการปลูก

3. ค่าเสื่อมราคา-เครื่องพ่นยา เครื่องพ่นยาที่เกษตรกรแต่ละคนเลือกใช้มีหลายแบบมีทั้งที่ใช้และไม่ใช่น้ำมัน เช่นเครื่องฮอนด้า 5 แรง ใช้เบนซิน เครื่องโบโด(แรงโยก) พ่นยา และรถไถประมาณอายุการใช้งาน 10 ปี ในการปลูกพริกแต่ละรอบคิดเป็นค่าเสื่อมราคา การใช้งานเครื่องพ่นยา เพื่อใช้ปลูกพริกต่อรอบการปลูกคิดเป็นระยะเวลา 4 เดือน จากการวิเคราะห์ค่าเสื่อมราคา-เครื่องพ่นยาเฉลี่ยเท่ากับ 340.95 บาทต่อรอบการปลูก

ค่าวัสดุและค่าใช้จ่ายการผลิตอื่นๆ

1. ค่าเช่าที่ดิน ที่ดินบริเวณตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทราย ที่เกษตรกรเช่าปลูกพริกมีอัตราค่าเช่าราคาตั้งแต่ไร่ละ 1,000 บาทต่อปี จนถึงราคาไร่ละ 2,000 บาทต่อปีแต่ส่วนใหญ่อยู่ที่ราคาไร่ละ 1,000 บาท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าพื้นที่นั้นสามารถเข้าถึงได้สะดวก พื้นที่ที่มีการชลประทานหรือพื้นที่ใกล้ถนนหรือไม่ นอกจากนี้ยังขึ้นกับเนื้อที่การเช่าด้วยว่าต้องการเช่าเนื้อที่มากหรือเนื้อที่น้อย จากการวิเคราะห์ อัตราค่าเช่าที่คิดเป็นค่าใช้จ่ายต่อรอบการปลูกพริกคิดที่ 4 เดือน ค่าเช่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 401.90 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

2. ค่ายาฆ่าแมลง เพี้ยไฟ ไรแดง และยาฆ่าเชื้อรา เกษตรกรผู้ปลูกพริกแต่ละคนใช้ยาฆ่าแมลงต่างๆ ยากำจัดเพี้ยไฟ ไรแดง และโรคอื่นๆไม่เหมือนกัน และปริมาณที่ใช้ก็ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่ปลูกมีแมลงรบกวนแปลงพริกมากน้อยเพียงใด แต่ส่วนมากเกษตรกรมักจะฉีดยากันโรคต่างๆไว้ก่อน จากการวิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3,951.25 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

3. ค่าปุ๋ยเคมี เป็นปุ๋ยที่ได้มาจากการผลิตหรือสังเคราะห์ทางอุตสาหกรรมจากแร่ธาตุต่าง ๆ ช่วงที่ปลูกใหม่ ๆ ถึง 30 วันแรกหลังปลูกจะให้ปุ๋ยสูตรเพื่อบำรุงต้น ช่วงอายุ 30 วัน ถึง 60 วัน พริกจะเริ่มแตกดอกและติดผลจนโต จะเปลี่ยนมาให้สูตรที่มีปุ๋ยเร่งการติดดอกออกผลและบำรุงผลให้โต ปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรนิยมนำมาใช้ในการปลูกได้แก่ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15 จะใส่ตอนเริ่ม

ปลูกลงแปลงพริก ใส่ทุก 7 วัน เมื่อพริกเริ่มออกผลผลิต จะเปลี่ยนไปใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 14-14-21 และ จะใส่ทุก 7 วันโดยประมาณ เช่นกัน นอกจากนี้เกษตรกรจะผสมปุ๋ยยูเรียไปกับปุ๋ยเคมี และรดใส่ต้น พริกพร้อมกัน จากการวิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3065.92 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

4. ค่าปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์เป็นพวกอินทรีย์สาร ได้จากการหมักเศษพืช เช่น หญ้าแห้ง ใบไม้ ฟางข้าว ฯลฯ ให้เน่าเปื่อยเสียก่อน จึงนำไปใส่ในดินเป็นปุ๋ย ปุ๋ยเทศบาลที่บรรจุถุงขายใน ชื่อของปุ๋ยอินทรีย์เบอร์ต่าง ๆ นั้น ก็คือปุ๋ยหมัก จากการวิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 482.58 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

5. ยาคูล์มและยาปราบวัชพืช ยาที่เกษตรกรนิยมใช้คูล์มหญ้า ซึ่งต้องใช้ก่อนที่วัชพืช จะงอก และพื้นดินควรมีความชื้น อยู่บ้าง ส่วนใหญ่จะใช้ช่วงเวลา ปลูกพริกใหม่ๆ หรือก่อนปลูก พริก ได้แก่ แลสโซ ส่วนยาที่เกษตรกรนิยมใช้ปราบวัชพืชได้แก่ ไกลโฟเซต เป็นยาฆ่าหญ้าออกฤทธิ์ ดูดซึม กำจัดวัชพืชปราบยาก กรัมมีอกโซนเป็นผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชแบบไม่เลือกทำลาย จากการ วิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 464.03 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

6. ค่าถาดหลุม ก่อนที่เกษตรกรจะปลูกพริกลงแปลงจะมีการเพาะต้นพริกในถาด หลุม ซึ่งถาดหลุม 1 ถาด มี 104 หลุม ดังนั้น เมล็ดพริก 1 กระป๋องซึ่งใช้ในการปลูกพริก 1 ไร่ มี ประมาณ 7,000 เมล็ด จะใช้ถาดหลุม ประมาณ 70 ถาด จากการวิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย เท่ากับ 170.33 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

7. ค่ากากมะพร้าว เกษตรกรผู้ปลูกพริกส่วนใหญ่จะผสมกากมะพร้าวกับดินมีเดีย เพื่อใช้เพาะปลูกต้นกล้า จากการวิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 78.60 บาทต่อไร่ต่อรอบการ ปลูก

8. มีเดียหรือวัสดุเพาะต้นกล้าสำเร็จรูปที่ฆ่าเชื้อและมีธาตุอาหารในวัสดุพร้อม การ เพาะต้นกล้าโดยนำมีเดียที่ผสมกากมะพร้าวแล้วไปใส่ถาดหลุมขนาด จึงหยอดเมล็ดพันธุ์พริกลงไป ทุกหลุมกลบดินให้มิดแล้วรดยาฆ่าเชื้อราที่ผสมกับน้ำตามสัดส่วนที่ระบุไว้ในฉลาก จากการ วิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 567.73 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

9. ฮอริโมน/อาหารเสริม เป็นธาตุอาหารพืชสำหรับฉีดพ่นทาง ประโยชน์ ใช้เพื่อเร่ง ดอกและผลในต้นเดียวกัน ทำให้พริกมีหัวเหนียว ไม่หลุดร่วงง่าย ได้น้ำหนักดี สีสวย จากการ วิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 319.17 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

10. ค่าไม้ค้ำต้นกล้า ต้นกล้าพริกที่เพาะไว้ที่แข็งแรงสมบูรณ์ดีจะนำไปปลูกในแปลง พริก เพื่อไม่ให้ต้นพริกล้มง่าย เกษตรกรจะใช้ไม้ค้ำต้นกล้านั้น โดยปกติจะใช้ไม้ค้ำ 1 อันต่อพริก 1 ต้น ราคาไม้ค้ำที่ซื้อขายกันคือ 10,000 อันราคา 3,500 บาท จากการวิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย เท่ากับ 704.67 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

11. สายเครื่องพ่นยาฆ่าแมลง เพื่อความสะดวกในการพ่นยาฆ่าแมลงและพ่นปุ๋ย เกษตรกรจะใช้สายยางที่มีความยาวต่อจากเครื่องพ่น ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 63.06 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

12. ค่าพลาสติกกันหลุม เพื่อป้องกันวัชพืชขึ้นบริเวณใกล้เคียงต้นพริก เกษตรกรผู้ปลูกพริกจะใช้พลาสติกกัน และเจาะเป็นหลุมให้พริกแต่ละต้น พลาสติกที่ใช้ถ้าเป็นพลาสติกคุณภาพปานกลาง ราคาจะอยู่ที่ประมาณม้วนละ 700 ถึง 800 บาท ถ้าเป็นพลาสติกคุณภาพดีราคาจะอยู่ที่ประมาณม้วนละ 1,000 บาท ถึง 1,200 บาท พลาสติกจะสามารถใช้งานได้ 2 รอบการปลูก เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้แบบคุณภาพดี จากการวิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,480.84 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

13. ค่าน้ำมัน-พ่นยาฆ่าแมลง เกษตรกรผู้ปลูกพริกจะพ่นยาฆ่าแมลงโดยเฉลี่ยประมาณทุก 7 วัน ค่าใช้จ่ายตามปริมาณน้ำมันดีเซล หรือ เบนซินที่ใช้ ขึ้นกับชนิดของเครื่องพ่นยา จากการวิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 571.82 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

14. ค่าน้ำมัน-เครื่องพ่นปุ๋ย เกษตรกรผู้ปลูกพริกจะพ่นปุ๋ย โดยเฉลี่ยประมาณทุก 7 วัน ค่าใช้จ่ายตามปริมาณน้ำมันดีเซล หรือ เบนซินที่ใช้ ขึ้นกับชนิดของเครื่องพ่นยา จากการวิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 571.82 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

15. ค่าสาธารณูปโภค เกษตรกรผู้ปลูกพริกในตำบลป่าไผ่เลือกพื้นที่ที่มีการชลประทานในการเพาะปลูก ค่าน้ำจากการชลประทาน ราคา 30 บาทต่อไร่ต่อปี ดังนั้นในรอบการปลูก 4 เดือน คิดค่าน้ำเท่ากับ 10 บาท ส่วนไฟฟ้าไม่ได้ใช้ เนื่องจากเครื่องมือทางการเกษตรทั้งหมดใช้น้ำมัน จากการวิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภคโดยเฉลี่ยเท่ากับ 10 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

ตารางที่ 1 แสดงการจำแนกต้นทุนตามประเภทของต้นทุนการผลิต

รายการต้นทุน	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
วัตถุดิบทางตรง											
ค่าเมล็ดพันธุ์	1,150.00	1,050.00	1,050.00	1,050.00	1,100.00	1,050.00	1,237.50	1,100.00	1,050.00	875.00	1,071.25
แรงงานทางตรง											
ค่าแรงในการเตรียมดิน ไถ ปรับพื้นที่	300.00	350.00	300.00	562.50	300.00	300.00	300.00	600.00	120.00	350.00	348.25
ค่าแรงเจาะช่องแปลงดิน	350.00	750.00	800.00	562.50	300.00	300.00	750.00	600.00	700.00	350.00	546.25
ค่าแรงปลูกต้นกล้า	750.00	750.00	400.00	825.00	637.50	637.50	750.00	900.00	600.00	550.00	680.00
ค่าแรงเก็บพริก	3,525.00	2,850.00	2,750.00	6,937.50	4,018.75	4,575.00	6,187.50	3,090.00	9,500.00	6,387.50	4,982.13
ค่าแรงพ่นต้นทิ้ง	1,050.00	900.00	300.00	750.00	900.00	450.00	375.00	900.00	900.00	720.00	724.50
ค่าไถกลบแปลง	300.00	300.00	250.00	300.00	300.00	300.00	112.50	500.00	300.00	400.00	306.25
ค่าใช้จ่ายการผลิต											
ค่าแรงงานทางอ้อม											
ค่าแรงคลุมพลาสติก	600.00	450.00	400.00	375.00	750.00	750.00	900.00	300.00	480.00	525.00	553.00
ค่าแรงเจาะพลาสติก เก็บพลาสติก	600.00	300.00	100.00	375.00	300.00	300.00	225.00	450.00	480.00	525.00	365.50
ค่าแรงฝังไม้ค้ำ	600.00	900.00	200.00	262.50	562.50	562.50	225.00	900.00	420.00	750.00	538.25
ค่าแรงมัดไม้ค้ำ	1,050.00	1,125.00	400.00	525.00	750.00	750.00	450.00	600.00	850.00	750.00	725.00

ตารางที่ 1 แสดงการจำแนกต้นทุนตามประเภทของต้นทุนการผลิต (ต่อ)

รายการต้นทุน	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
ค่าแรงพ่นยาคลุมหญ้า	150.00	150.00	50.00	75.00	112.50	112.50	37.50	120.00	120.00	50.00	97.75
ค่าแรงพ่นยาฆ่าหญ้า กำจัดวัชพืช	75.00	75.00	75.00	56.25	37.50	37.50	56.25	56.25	56.25	37.50	56.25
ค่าแรงใส่ปุ๋ย	1,275.00	1,275.00	850.00	850.00	637.50	637.50	637.50	360.00	510.00	1,495.83	852.83
ค่าเสื่อมราคา											
ค่าเสื่อมราคา - ถังพลาสติกใหญ่	44.44	44.44	55.56	88.89	100.00	100.00	55.56	100.00	55.56	100.00	74.44
ค่าเสื่อมราคา-เครื่องสูบน้ำ	1,071.43	952.38	380.95	190.48	595.24	595.24	380.95	380.95	166.67	357.14	507.14
ค่าเสื่อมราคา-เครื่องพ่นยา	1,071.43	214.29	100.00	166.67	595.24	595.24	166.67	166.67	238.10	95.24	340.95
ค่าวัสดุและค่าใช้จ่ายการผลิตอื่นๆ											
ค่าเช่าที่ดิน	333.33	666.67	333.33	476.19	333.33	400.00	333.33	333.33	333.33	476.19	401.90
ค่ายาฆ่าแมลง เพลี้ยไฟ ไรแดง และเชื้อรา	4,000.00	5,000.00	3,333.33	8,337.50	3,000.00	3,000.00	3,000.00	4,800.00	4,000.00	1,041.67	3,951.25
ค่าปุ๋ยเคมี	2,950.00	4,850.00	3,300.00	1,200.00	3,300.00	3,300.00	3,987.50	2,640.00	2,860.00	2,271.67	3,065.92
ค่าปุ๋ยอินทรีย์	325.00	150.00	433.33	350.00	600.00	600.00	325.00	487.50	455.00	1100.00	482.58
ค่ายาคลุมและยาปราบวัชพืช	590.00	540.00	440.00	315.00	615.00	615.00	615.00	272.00	392.00	246.25	464.03
ค่าถาดหลุม	163.33	163.33	163.33	163.33	186.67	175.00	163.33	186.67	163.33	175.00	170.33
กากมะพร้าว	160.00	75.00	46.67	70.00	90.00	90.00	45.00	60.00	56.00	93.33	78.60
มีเดีย	640.00	540.00	350.00	525.00	640.00	640.00	765.00	288.00	490.00	793.33	567.13
ฮอริโมน/อาหารเสริม	630.00	300.00	253.33	547.50	225.00	225.00	297.50	240.00	240.00	233.33	319.17

ตารางที่ 1 แสดงการจำแนกต้นทุนตามประเภทของต้นทุนการผลิต (ต่อ)

รายการต้นทุน	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
ค่าไม้ค้ำต้นกล้า	758.33	700.00	641.67	653.33	700.00	700.00	816.67	700.00	583.33	793.33	704.67
สายเครื่องพ่นยาฆ่าแมลง	66.67	66.67	76.67	62.50	62.50	62.50	57.50	60.00	60.00	55.56	63.06
ค่าพลาสติกกันหลุม	1,180.00	1,375.00	1,687.50	1,512.50	1,581.25	1,375.00	1,687.50	1,400.00	1,610.00	1,400.00	1,480.88
ค่าน้ำมัน-พ่นยาฆ่าแมลง	385.71	385.71	760.00	428.57	642.86	712.50	642.86	240.00	570.00	950.00	571.82
ค่าน้ำมัน-เครื่องพ่นปุ๋ย	385.71	385.71	760.00	428.57	642.86	712.50	642.86	240.00	570.00	950.00	571.82
ค่าสารธาตุโปโด	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
ต้นทุนการเพาะปลูก	26,540.40	27,644.21	21,050.67	29,032.28	24,626.19	24,670.48	26,235.97	23,081.37	28,939.57	24,907.88	25,672.90

1.2 จำแนกต้นทุนตามพฤติกรรมต้นทุน

การวิเคราะห์ต้นทุน จัดแบ่งต้นทุนตามพฤติกรรมต้นทุนออกเป็น ต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ (ตารางที่ 2) เกณฑ์ในการพิจารณาว่าต้นทุนใดเป็นต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่พิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนตามปริมาณผลผลิตที่เกิดขึ้น

ต้นทุนผันแปร

ต้นทุนผันแปร ประกอบด้วย วัตถุดิบ ค่าแรงงาน และค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปร ดังรายละเอียดดังนี้

1. วัตถุดิบ ได้แก่ วัตถุดิบทางตรง ซึ่งเป็นปัจจัยการผลิตหลัก ได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์
2. ค่าแรงงาน ได้แก่ ค่าแรงงานตรง ได้แก่ ค่าแรงในการเตรียมดิน ไถ ปรับพื้นที่ ค่าแรงเจาะล่องแปลงดิน ค่าแรงปลูกต้นกล้า ค่าแรงเก็บพริก ค่าแรงฟันต้นทิ้ง และค่าไถกลบแปลง
3. ค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปร ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ค่าวัสดุทางการเกษตร และค่าแรงทางอ้อม

ค่าวัสดุทางการเกษตร ได้แก่ ค่ายาฆ่าแมลง เพลี้ยไฟ ไรแดง และยาฆ่าเชื้อรา ค่าปุ๋ยเคมี ค่าปุ๋ยอินทรีย์ ค่ายาคลุมและยาปราบวัชพืช ค่าถาดหลุม ค่ากากมะพร้าว ค่ามีเดีย ค่าฮอร์โมน/อาหารเสริม ค่าไม้ค้ำต้นกล้า ค่าพลาสติกกันหลุม ค่าน้ำมัน-พ่นยาฆ่าแมลง และค่าน้ำมัน-เครื่องพ่นปุ๋ย

ค่าแรงงานทางอ้อม ได้แก่ ค่าแรงคลุมพลาสติก ค่าแรงเจาะพลาสติก เก็บพลาสติก ค่าแรงฝังไม้ค้ำ และค่าแรงมัดไม้ค้ำ

ต้นทุนคงที่

ต้นทุนคงที่ ประกอบด้วย ค่าแรงงานทางอ้อม ค่าเสื่อมราคา และค่าใช้จ่ายการผลิตคงที่

ค่าแรงงานทางอ้อม จัดเป็นต้นทุนคงที่ เนื่องจากเป็นค่าแรงที่เกษตรกรผู้ปลูกพริกทำกิจกรรมเองเหมาเป็นค่าแรงรายวันและทำงานในสวนพริกทั้งวันโดยไม่ออกไปรับจ้างที่อื่น เมื่อทำกิจกรรมหลักเช่น พ่นยาคุมหญ้า และพ่นยาฆ่าหญ้า แล้วเสร็จก็จะกำจัดวัชพืช ดูแลแปลงพริก ให้น้ำ พรุนดิน ต่อไปด้วย จนเสร็จวัน ดังนั้นจึงเป็นการทำกิจกรรมโดยรวมไม่ขึ้นกับจำนวนพริกที่ปลูก ซึ่งค่าแรงทางคงที่ สำหรับการปลูกพริกได้แก่ ค่าแรงพ่นยาคุมหญ้า ค่าแรงพ่นยาฆ่าหญ้า กำจัดวัชพืช และค่าแรงใส่ปุ๋ย

ค่าเสื่อมราคา ได้แก่ ค่าเสื่อมราคา –ถังพลาสติกใหญ่ ค่าเสื่อมราคา-เครื่องสูบน้ำและ
ค่าเสื่อมราคา-เครื่องพ่นยา

ค่าวัสดุและค่าใช้จ่ายการผลิตอื่นๆ ได้แก่ ค่าเช่าที่ดิน สายเครื่องพ่นยาฆ่าแมลง และ
ค่าสาธารณูปโภค

ต้นทุนค่าเสียโอกาส

ในการศึกษาค้างครั้งนี้มีค่าใช้จ่ายของการทำกิจกรรมอื่นๆ ที่ไม่ได้คิดเป็นตัวเงิน โดยถือเป็นต้นทุนค่าเสียโอกาส ได้แก่ การทำกิจกรรมการแช่เมล็ด และการนอนเฝ้าอุปกรณ์เครื่องมือที่
สวนพริก

1.3 ปริมาณผลผลิตพริก และการคำนวณกำไร (ขาดทุน) สุทธิ

ในการศึกษาค้างครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการปลูกพริกในระยะเวลา 1 รอบการเพาะปลูกคือ
ประมาณ 4 เดือน ผลผลิตพริกที่ได้ แสดงในตารางที่ 3

- จำนวนครั้งที่เก็บผลผลิต ผลผลิตพริกที่ได้ในแต่ละรอบการปลูกของเกษตรกรไม่เท่ากัน บางรายเก็บผลผลิตได้แค่ 4 ครั้ง บางรายเก็บผลผลิตได้ 8 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าครั้งสุดท้ายผลผลิตมากน้อยเพียงใด ถ้าไม่มากพอค่าแรงในการเก็บสูง และพอค่าไม่คอยให้ความสนใจที่จะรับซื้อ เกษตรกรจึงมักจะพ่นต้นทิ้ง และปลูกรอบถัดไป จากผลการศึกษาจำนวนครั้งที่เก็บผลผลิตโดยเฉลี่ย เท่ากับ 6 ครั้ง ต่อรอบการปลูก

- น้ำหนักผลผลิตที่ได้ (กิโลกรัมต่อไร่) ผลผลิตที่ได้รับของเกษตรกรผู้ปลูกพริกแต่ละรอบการปลูกจะแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นกับความสมบูรณ์ของต้นพริก ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักผลผลิตที่ได้ (กิโลกรัมต่อไร่) โดยเฉลี่ยเท่ากับ 6,237.70 กิโลกรัมต่อไร่ต่อรอบการปลูก

- รายได้รวม (บาทต่อไร่) รายได้จากการขายพริกขึ้นอยู่กับราคาพริกในตลาดที่ซื้อขายกันและคุณภาพของผลผลิตที่ได้รับ จากผลการศึกษารายได้รวม โดยเฉลี่ยเท่ากับ 51,902.20 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

- ราคาขายเฉลี่ย (บาทต่อกิโลกรัม) รายได้จากการขายพริกแต่ละครั้งในรอบการปลูกเดียวกันก็จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณ และราคาพริกในตลาด ราคาที่ทำการซื้อขายกันที่หน้าสวนพริกโดยพ่อค้าคนกลางมารับซื้อ มีตั้งแต่ราคา กิโลกรัมละ 2 บาทไปจนถึง 15 บาท ช่วงการออกผลผลิตครั้งแรกพริกมักจะคุณภาพไม่ค่อยดี ส่วนมากตั้งแต่ครั้งที่ 2 ถึงครั้งที่ 3 คุณภาพมักจะดี และได้ราคาขายดี ส่วนครั้งปลายๆ ราคาขายจะตกลงและมักจะขายเหมาในราคาถูก เพื่อนำไปทำพริกตากแห้งกัน จากผลการศึกษารายได้รวมราคาขาย โดยเฉลี่ยเท่ากับ 8.27 บาทต่อกิโลกรัม

จากข้อมูลต้นทุนการผลิตรวมทั้งสิ้น (ตารางที่ 1) และปริมาณผลผลิตและรายได้ที่ได้จากการศึกษา(ตารางที่ 3) สามารถนำมาคำนวณกำไร (ขาดทุน) สุทธิของแต่ละรอบการปลูก ได้ดังแสดงในตารางที่ 4

- รายได้รวม (บาทต่อไร่) จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรผู้ปลูกพริกในตำบลและอำเภอเดียวกัน รายได้จากการปลูกต่อไ้ร่นั้นแตกต่างกันมาก อยู่ในช่วง 40,000 บาท จนถึง 80,000 บาท และบางรายมีรายได้สูงเป็นสองเท่าของอีกราย จากการวิเคราะห์รายได้รวมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 51,902.20 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก
- รวมต้นทุนทั้งหมด (บาทต่อไร่) จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรผู้ปลูกพริกในตำบลและอำเภอเดียวกัน รวมต้นทุนทั้งหมด ต่อไ้ร่นั้นก็แตกต่างกัน อยู่ในช่วง 21,000 บาท จนถึง 30,000 บาท จากการวิเคราะห์พบว่ามิต้นทุนทั้งหมดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 25,672.90 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก
- กำไร (ขาดทุน) สุทธิ จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรผู้ปลูกพริกทุกรายได้รับกำไรจากการขายผลผลิตพริก แปลงที่ 10 มีกำไรสุทธิต่อกำไรสูงสุด คือ 52,258.79 บาท และกำไรจากทุกแปลงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 26,229.30 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก

ตารางที่ 2 แสดงต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่

รายการต้นทุน	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
ต้นทุนผันแปร											
ค่าเมล็ดพันธุ์	1,150.00	1,050.00	1,050.00	1,050.00	1,100.00	1,050.00	1,237.50	1,100.00	1,050.00	875.00	1,071.25
ค่าแรงในการเตรียมดิน ไถ ปรับพื้นที่	300.00	350.00	300.00	562.50	300.00	300.00	300.00	600.00	120.00	350.00	348.25
ค่าแรงเจาะล่องแปลงดิน	350.00	750.00	800.00	562.50	300.00	300.00	750.00	600.00	700.00	350.00	546.25
ค่าแรงปลูกต้นกล้า	750.00	750.00	400.00	825.00	637.50	637.50	750.00	900.00	600.00	550.00	680.00
ค่าแรงเก็บพริก	3,525.00	2,850.00	2,750.00	6,937.50	4,018.75	4,575.00	6,187.50	3,090.00	9,500.00	6,387.50	,982.13
ค่าแรงฟันต้นทิ้ง	1,050.00	900.00	300.00	750.00	900.00	450.00	375.00	900.00	900.00	720.00	724.50
ค่าไถกลบแปลง	300.00	300.00	250.00	300.00	300.00	300.00	112.50	500.00	300.00	400.00	306.25
ค่าแรงคลุมพลาสติก	600.00	450.00	400.00	375.00	750.00	750.00	900.00	300.00	480.00	525.00	553.00
ค่าแรงเจาะพลาสติก เก็บพลาสติก	600.00	300.00	100.00	375.00	300.00	300.00	225.00	450.00	480.00	525.00	365.50
ค่าแรงฝังไม้ค้ำ	600.00	900.00	200.00	262.50	562.50	562.50	225.00	900.00	420.00	750.00	538.25
ค่าแรงมัดไม้ค้ำ	1,050.00	1,125.00	400.00	525.00	750.00	750.00	450.00	600.00	850.00	750.00	725.00
ค่ายาฆ่าแมลง เพลี้ยไฟ ไรแดง และเชื้อรา	4,000.00	5,000.00	3,333.33	8,337.50	3,000.00	3,000.00	3,000.00	4,800.00	4,000.00	1,041.67	3,951.25
ค่าปุ๋ยเคมี	2,950.00	4,850.00	3,300.00	1,200.00	3,300.00	3,300.00	3,987.50	2,640.00	2,860.00	2,271.67	3,065.92
ค่าปุ๋ยอินทรีย์	325.00	150.00	433.33	350.00	600.00	600.00	325.00	487.50	455.00	1,100.00	804.31

ตารางที่ 2 แสดงต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ (ต่อ)

รายการต้นทุน	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
ค่ายาคลุมและยาปราบวัชพืช	590.00	540.00	440.00	315.00	615.00	615.00	615.00	272.00	392.00	246.25	464.03
ค่าถาดหลุม	163.33	163.33	163.33	163.33	186.67	175.00	163.33	186.67	163.33	175.00	170.33
กากมะพร้าว	160.00	75.00	46.67	70.00	90.00	90.00	45.00	60.00	56.00	93.33	78.60
มีเดีย	640.00	540.00	350.00	525.00	640.00	640.00	765.00	288.00	490.00	793.33	567.13
ฮอริโมน/อาหารเสริม	630.00	300.00	253.33	547.50	225.00	225.00	297.50	240.00	240.00	233.33	319.17
ค่าไม้ค้ำต้นกล้า	758.33	700.00	641.67	653.33	700.00	700.00	816.67	700.00	583.33	793.33	704.67
ค่าพลาสติกกันหลุม	1,180.00	1,375.00	1,687.50	1,512.50	1,581.25	1,375.00	1,687.50	1,400.00	1,610.00	1,400.00	1,480.88
ค่าน้ำมัน-พ่นยาฆ่าแมลง	385.71	385.71	760.00	428.57	642.86	712.50	642.86	240.00	570.00	950.00	571.82
ค่าน้ำมัน-เครื่องพ่นปุ๋ย	385.71	385.71	760.00	428.57	642.86	712.50	642.86	240.00	570.00	950.00	571.82
รวมต้นทุนผันแปร	22,443.10	24,189.76	19,119.17	27,056.31	22,142.38	22,120.00	24,500.71	21,494.17	27,389.67	22,230.42	23,590.29

ตารางที่ 2 แสดงต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ (ต่อ)

รายการต้นทุน	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
ต้นทุนคงที่											
ค่าเช่าที่ดิน	333.33	666.67	333.33	476.19	333.33	400.00	333.33	333.33	333.33	476.19	401.90
ค่าเสื่อมราคา-ถังพลาสติกใหญ่	44.44	44.44	55.56	88.89	100.00	100.00	55.56	100.00	55.56	100.00	74.44
ค่าเสื่อมราคา-เครื่องสูบน้ำ	1,071.43	952.38	380.95	190.48	595.24	595.24	380.95	380.95	166.67	357.14	507.14
ค่าเสื่อมราคา-เครื่องพ่นยา	1,071.43	214.29	100.00	166.67	595.24	595.24	166.67	166.67	238.10	95.24	340.95
สายเครื่องพ่นยาฆ่าแมลง	66.67	66.67	76.67	62.50	62.50	62.50	57.50	60.00	60.00	55.56	63.06
ค่าแรงพ่นยาคลุมหญ้า	150.00	150.00	50.00	75.00	112.50	112.50	37.50	120.00	120.00	50.00	97.75
ค่าแรงพ่นยาฆ่าหญ้า กำจัดวัชพืช	75.00	75.00	75.00	56.25	37.50	37.50	56.25	56.25	56.25	37.50	56.25
ค่าแรงใส่ปุ๋ย	1,275.00	1,275.00	850.00	850.00	637.50	637.50	637.50	360.00	510.00	1,495.83	852.83
ค่าสารธาตุโปด	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
รวมต้นทุนคงที่	4,097.30	3,454.44	1,931.51	1,975.97	2,483.81	2,550.48	1,735.26	1,587.20	1,549.90	2,677.46	2,404.33

ตารางที่ 3 แสดงผลผลิตที่ได้รับ (กิโลกรัมต่อไร่) และรายได้ที่ได้รับ (บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก)

รายการ	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
จำนวนครั้งที่เก็บผลผลิต	4	5	5	6	6	8	8	5	5	7	6
น้ำหนักผลผลิตที่ได้ (กิโลกรัม/ไร่)	5,900.00	9,049.50	5,100.00	6,375.00	5,000.00	7,412.50	7,000.00	4,500.00	4,900.00	7,500.00	6,273.70
รายได้รวม (บาท/ไร่)	43,250.00	70,747.00	40,533.33	58,750.00	46,000.00	41,800.00	53,375.00	41,400.00	46,000.00	77,166.67	51,902.20
ราคาขายเฉลี่ย (บาท/ กก)	7.33	7.82	7.95	9.22	9.20	5.64	7.63	9.20	9.39	10.29	8.27

ตารางที่ 4 แสดงกำไร (ขาดทุน) สุทธิของแต่ละรอบการปลูก

รายการ	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
รายได้รวม (บาท/ไร่)	43,250.00	70,747.00	40,533.33	58,750.00	46,000.00	41,800.00	53,375.00	41,400.00	46,000.00	77,166.67	51,902.20
รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท/ไร่)	26,540.40	27,644.21	21,050.67	29,032.28	24,626.19	24,670.48	26,235.97	23,081.37	28,939.57	24,907.88	25,672.90
กำไร (ขาดทุน) สุทธิ	16,709.60	43,102.79	19,482.66	29,717.72	21,373.81	17,129.52	27,139.03	18,318.63	17,060.43	52,258.79	26,229.30

2. การวิเคราะห์ต้นทุน - ปริมาณ - กำไร และการวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุน

การวิเคราะห์ต้นทุน - ปริมาณ - กำไร

การวิเคราะห์ต้นทุน-ปริมาณ-กำไร (CVP) เป็นไปตามวิธีต้นทุนผันแปร ผลการวิเคราะห์จะช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ภายในระหว่างต้นทุน ปริมาณ และกำไรของการผลิตข้าวเป็นอย่างดี โดยที่ผลการวิเคราะห์จะเน้นไปที่ผลกระทบภายในระหว่างองค์ประกอบ 4 ชนิด คือ ราคาสินค้า ปริมาณ หรือระดับกิจกรรม ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย และต้นทุนคงที่

1. ราคาสินค้า ซึ่งสินค้าในที่นี้ คือ ราคาขายปลีก ซึ่งเป็นราคาขายที่นำไปคำนวณกำไรผันแปรต่อหน่วย
2. ปริมาณ คือ ปริมาณขายผลผลิตที่ทำให้คุ้มทุน มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
3. ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย คำนวณได้โดยนำต้นทุนผันแปรเฉลี่ยรวมของการปลูกพริกหารปริมาณผลผลิตเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละรอบการปลูก
4. ต้นทุนคงที่ คือ ต้นทุนคงที่รวมเฉลี่ยของแต่ละรอบการปลูก

การวิเคราะห์ CVP เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาส่วนผลสมระหว่างต้นทุนผันแปร ต้นทุนคงที่ ราคาขาย และปริมาณขาย ที่จะได้กำไรมากที่สุด เครื่องมือในการวิเคราะห์ CVP คือ การวิเคราะห์จุดเสมอตัวหรือจุดคุ้มทุน ซึ่งการวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนใน 2 วิธี คือ วิธีสมการ และ วิธีกำไรผันแปร

การคำนวณจุดคุ้มทุน

1. การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนวิธีสมการ

การวิเคราะห์ตามวิธีสมการ จะเป็นไปตามแนวคิดของกำไรขาดทุนแบบแสดงกำไรผันแปร (Contribution margin) ซึ่งสมการที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ คือ

$$\text{ขาย} = \text{ค่าใช้จ่ายผันแปร} + \text{ค่าใช้จ่ายคงที่} + \text{กำไร}$$

ดังนั้น ที่จุดคุ้มทุนกำไรจะเท่ากับศูนย์ การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของแต่ละแปลงการเพาะปลูกตามวิธีการต้นทุนผันแปร แสดงในตารางที่ 5 โดยใช้ตัวเลขต้นทุนเฉลี่ยและปริมาณผลผลิตเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละรอบการปลูก (ตารางที่ 2 และ 3)

การคำนวณกำไรสุทธิคิดตามวิธีต้นทุนผันแปร แสดงในตารางที่ 5 พบว่า เกษตรกรคนที่ 10 มีกำไรผันแปรสูงที่สุดเท่ากับ 54,936.25 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก และมีกำไรสุทธิรวมสูงที่สุดด้วยเท่ากับ 52,258.79 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก และพบว่าทุกแปลงการเพาะปลูกมีผลประกอบการที่ดี มีผลกำไรทุกแปลง โดยมี 4 แปลงที่มีกำไรสูงกว่ากำไรเฉลี่ยคิดจากทั้งหมด 10 แปลง

2. การคำนวณจุดคุ้มทุนตามวิธีกำไรผันแปร

การคำนวณจุดคุ้มทุนตามวิธีกำไรผันแปร ทำให้ทราบถึงความสามารถของผลผลิตแต่ละหน่วยที่ขายได้ในการก่อให้เกิดกำไรผันแปรที่จะนำไปชดเชยค่าใช้จ่ายคงที่ทั้งหมด ดังสมการต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{ยอดขาย ณ จุดคุ้มทุน} &= \text{ค่าใช้จ่ายคงที่รวม} / \text{กำไรผันแปร} \\ \text{หรือ} \quad \text{ปริมาณขาย ณ จุดคุ้มทุน} &= \text{ค่าใช้จ่ายคงที่รวม} / (\text{ราคาขาย} - \text{ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย}) \end{aligned}$$

รายละเอียดการคำนวณแสดงในตารางที่ 6

การคำนวณกำไรสุทธิคิดตามวิธีกำไรผันแปร แสดงในตารางที่ 6 พบว่า กำไรผันแปรเฉลี่ยของเกษตรกรทั้ง 10 รายคือ 4.56 บาทต่อกิโลกรัม เกษตรกรคนที่ 6 มีกำไรผันแปรต่อกิโลกรัมต่ำที่สุดเท่ากับ 2.65 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่เกษตรกรคนที่ 10 มีกำไรผันแปรต่อกิโลกรัมสูงที่สุดเท่ากับ 7.32 บาทต่อกิโลกรัม และเมื่อคิดกำไรผันแปรต่อกิโลกรัมต่อราคาขายของทั้ง 10 แปลงเพาะปลูก พบว่า กำไรผันแปรต่อกิโลกรัมต่อราคาขายมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 55.17 และพบว่าแปลงที่ 9 มีกำไรผันแปรต่อกิโลกรัมต่อราคาขายต่ำที่สุดคือร้อยละ 40.46 ในขณะที่ แปลงที่ 10 มีกำไรผันแปรต่อกิโลกรัมต่อราคาขายสูงที่สุดคือร้อยละ 71.19

ตารางที่ 5 แสดงการจัดทำรายงานตามวิธีการต้นทุนผันแปรแต่ละรอบการปลูก

รายการ	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
น้ำหนักผลผลิตที่ได้ (กิโลกรัม/ไร่)	5,900.00	9,049.50	5,100.00	6,375.00	5,000.00	7,412.50	7,000.00	4,500.00	4,900.00	7,500.00	6,273.70
ราคาขายเฉลี่ย (บาท/ กก)	7.33	7.82	7.95	9.22	9.20	5.64	7.63	9.20	9.39	10.29	8.27
รายได้รวม (บาท/ไร่)	43,250.00	70,747.00	40,533.33	58,750.00	46,000.00	41,800.00	53,375.00	41,400.00	46,000.00	77,166.67	51,902.20
หัก ต้นทุนผันแปร (บาท/ไร่)	22,443.10	24,189.76	19,119.17	27,056.31	22,142.38	22,120.00	24,500.71	21,494.17	27,389.67	22,230.42	23,268.57
กำไรผันแปร (บาท/ไร่)	20,806.90	46,557.24	21,414.17	31,693.69	23,857.62	19,680.00	28,874.29	19,905.83	18,610.33	54,936.25	28,633.63
หัก ต้นทุนคงที่ (บาท)	4,097.30	3,454.44	1,931.51	1,975.97	2,483.81	2,550.48	1,735.26	1,587.20	1,549.90	2,677.46	2,404.33
กำไร (ขาดทุน) สุทธิ (บาท/ไร่)	16,709.60	43,102.79	19,482.66	29,717.72	21,373.81	17,129.52	27,139.03	18,318.63	17,060.43	52,258.79	26,229.30

ตารางที่ 6 แสดงต้นทุนผันแปร กำไรผันแปร และอัตรากำไรผันแปรของแต่ละรอบการปลูก

รายการ	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
คำนวณต้นทุนผันแปรรวมต่อหน่วย											
ต้นทุนผันแปรรวม (บาท/ไร่)	22,443.10	24,189.76	19,119.17	27,056.31	22,142.38	22,120.00	24,500.71	21,494.17	27,389.67	22,230.42	23,268.57
น้ำหนักผลผลิตที่ได้ (กิโลกรัม/ไร่)	5,900.00	9,049.50	5,100.00	6,375.00	5,000.00	7,412.50	7,000.00	4,500.00	4,900.00	7,500.00	6,273.70
ต้นทุนผันแปรต่อกิโลกรัม	3.80	2.67	3.75	4.24	4.43	2.98	3.50	4.78	5.59	2.96	3.71
คำนวณกำไรผันแปรรวมต่อหน่วย											
ราคาขายเฉลี่ย (บาท/ กก)	7.33	7.82	7.95	9.22	9.20	5.64	7.63	9.20	9.39	10.29	8.27
ต้นทุนผันแปรต่อกิโลกรัม	3.80	2.67	3.75	4.24	4.43	2.98	3.50	4.78	5.59	2.96	3.71
กำไรผันแปรต่อกิโลกรัม	3.53	5.14	4.20	4.97	4.77	2.65	4.12	4.42	3.80	7.32	4.56
คำนวณอัตรากำไรผันแปร											
กำไรผันแปรต่อก.ก./ราคาขาย*100	48.11%	65.81%	52.83%	53.95%	51.86%	47.08%	54.10%	48.08%	40.46%	71.19%	55.17%

ตารางที่ 7 แสดงจุดคุ้มทุนของแต่ละรอบการปลูก

รายการ	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
รวมต้นทุนคงที่	4,097.30	3,454.44	1,931.51	1,975.97	2,483.81	2,550.48	1,735.26	1,587.20	1,549.90	2,677.46	2,404.33
กำไรผันแปรต่อกิโลกรัม	3.53	5.14	4.20	4.97	4.77	2.65	4.12	4.42	3.80	7.32	4.56
จุดคุ้มทุน (กิโลกรัม)	1,161.83	671.45	460.01	397.46	520.55	960.64	420.68	358.81	408.08	365.53	526.80

3. การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน

สำหรับการการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน การวิจัยครั้งนี้จึงได้ออกแบบการวิจัยให้ทำการปลูกพริก 1 ไร่ ใช้ระยะเวลาตั้งแต่ปลูกลงแปลง เก็บเกี่ยว พันธุ์ทั้งและล้มแปลง เป็นระยะเวลารวม 4 เดือน เกี่ยวกับการใช้พื้นที่ของเกษตรกรโดยให้เกษตรกรที่มีที่ดินเป็นของตนเอง ให้ใช้อัตราค่าเช่าที่ดินตามสภาพพื้นที่และอัตราค่าเช่าในท้องถิ่น และสำหรับเกษตรกรที่เช่าที่ดินก็จะใช้ตามอัตราที่เกษตรกรจ่ายจริง สินทรัพย์ที่ใช้ในการเพาะปลูกของเกษตรกรที่ใช้ในการเพาะปลูกประกอบด้วย เครื่องจักรและอุปกรณ์ทางการเกษตร ได้แก่ เครื่องสูบน้ำ เครื่องพ่นยาและปุ๋ย และถังละลายปุ๋ย เนื่องจากอายุการใช้งานของเครื่องจักรมีอายุนานหลายปี แต่การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนในครั้งนี้จะคิดผลตอบแทนจากการลงทุนใน 1 รอบการเพาะปลูกซึ่งเป็นระยะเวลา 4 เดือน ดังนั้นจึงให้ทำการคิดค่าใช้จ่ายอุปกรณ์การเกษตรที่ใช้เป็นค่าเช่าตลอดรอบการปลูกคือ 4 เดือน

สมมติฐานทางการเงินดังนี้

- การกู้ยืมเงินจากธนาคาร 20,000 บาท (ตารางที่ 8 แสดงเงินลงทุนและแหล่งที่มาของเงินทุนในโครงการ) นั้นธนาคารคิดอัตราดอกเบี้ยคงที่ เท่ากับร้อยละ 7.1265 ต่อปี (ตารางที่ 9 แสดงอัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ ของธนาคารพาณิชย์ ประจำวันที่ 4 มกราคม 2553) ระยะเวลาในการกู้ 4 เดือน โดยธนาคารให้ชำระเงินต้นพร้อมดอกเบี้ยทุกเดือน เดือนละ 5,075 บาท เป็นเวลา ทั้งหมด 4 งวด แต่ในงวดสุดท้ายชำระ เพียง 5,073 บาท (ตารางที่ 10 แสดงการคิดดอกเบี้ย เงินกู้เพื่อใช้ในเงินทุนหมุนเวียน)
- การคำนวณภาษีรายได้บุคคลธรรมดา และค่าลดหย่อนภาษีดังนี้
 - ผู้มีเงินได้บุคคลธรรมดาทั่วไป ลดหย่อนได้ 30,000 บาท
 - คู่สมรสไม่ได้ทำงาน ลดหย่อนได้ 30,000 บาท
 - บุตรเข้ารับการศึกษาลดหย่อนได้ 17,000 บาท
 - เบี้ยประกันชีวิตได้สูงสุด 100,000 บาท
 - ลงทุนในหน่วยลงทุน LTF หรือ RMF ลดหย่อนได้ 15% ของรายได้ แต่ไม่เกิน 300,000 บาท

การเสียภาษีเงินได้ตามอัตราดังนี้

เงินได้สุทธิ

อัตราภาษีร้อยละ

1 - 150,000

-ได้รับยกเว้น-

150,001 - 500,000

10

- โครงการลงทุนมีอายุ 4 เดือน ในเดือนสุดท้าย ได้รับเงินทุนหมุนเวียนกลับคืน 20,000 บาท
- การประมาณการรายได้สุทธิหลังภาษี และค่าใช้จ่าย จะใช้รายได้และรายจ่ายเฉลี่ยของเกษตรกรทั้ง 10 ราย (ตารางที่ 3)
- การประมาณการรายได้ในรอบการปลูก 4 เดือนจะเก็บผลผลิตได้ในเดือนที่ 3 และเดือนที่ 4 ได้ผลผลิตพริกน้ำหนัก 6,273.70 กิโลกรัมต่อไร่ และราคาซื้อขายหน้าสวนเฉลี่ยที่ กิโลกรัมละ 8.27 บาท ดังนั้นประมาณการรายได้ ทั้งหมดเท่ากับ 51,902.20 บาทต่อรอบ หรือ 25,951.10 บาทในเดือนที่ 3 และเดือนที่ 4 (ตารางที่ 11) ถ้าเกษตรกรปลูกพริก 1 ไร่ต่อปี ในรอบการปลูก รอบละ 4 เดือน จะสามารถปลูกได้ปีละ 3 รอบการปลูก ดังนั้น รายได้ต่อปีประมาณการที่ 155,706.60 บาท ต่อปี เมื่อผู้มีเงินได้บุคคลธรรมดาทั่วไป ลดหย่อนได้ 30,000 บาท จะทำให้เหลือรายได้สุทธิที่ 125,706.60 บาทต่อปี ซึ่งจะได้รับยกเว้นภาษี ดังนั้นรายได้ในแต่ละรอบการปลูกถือเป็นรายได้สุทธิหลังภาษี
- การประมาณการรายจ่าย ช่วงเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 4 ใช้ข้อมูลจาก ตารางที่ 3 สำหรับครุภัณฑ์ที่ใช้ในการผลิตชำผู้ให้เข้าต้องการอัตราผลตอบแทนเพื่อครอบคลุมถึงการซ่อมบำรุงครุภัณฑ์ทางการเกษตรด้วย ดังนั้นจึงคิด อัตราผลตอบแทนที่ 20 % ต่อปี ระยะเวลาโครงการ 3 ปี ให้คิดจากค่าเช่าดังแสดงใน ตารางที่ 12

ตารางที่ 8 แสดงเงินลงทุนและแหล่งที่มาของเงินทุนในโครงการ

รายการ	ส่วน เจ้าของ	หนี้สิน	รวม
เงินทุนหมุนเวียน		20,000	20,000
รวม	0	20,000	20,000

ตารางที่ 9 แสดงอัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ ของธนาคารพาณิชย์

ธนาคารพาณิชย์จดทะเบียนในประเทศ	MOR	MLR	MRR
กรุงเทพ	6.1250	5.8750	6.3750
กรุงไทย	6.1250	5.8500	6.3750
กสิกรไทย	6.1500	5.8500	6.4500
ไทยพาณิชย์	6.1500	5.8500	6.4500
กรุงศรีอยุธยา	6.7500	6.2500	6.7500
ทหารไทย	6.5000	6.2500	6.7500
นครหลวงไทย	6.7500	6.2500	6.7500
ยูโอบี	7.1500	6.6500	7.4000
ซีไอเอ็มบี ไทย	6.7500	6.5000	7.1250
สแตนดาร์ดชาร์เตอร์ด (ไทย)	8.5000	8.2500	9.5000
ธนาชาต	6.8750	6.3750	8.2500
ทีสโก้	6.4000	6.1500	6.6500
เมกะ สากลพาณิชย์	8.2500	7.0000	7.5000
เกียรตินาคิน	6.6500	6.3500	6.9500
แลนด์ แอนด์ เฮาส์ เพื่อรายย่อย	6.6250	6.0000	6.8750
สินเอเซีย	6.7500	6.5000	7.0000
ไทยเครดิตเพื่อรายย่อย	7.7500	7.5000	8.0000
เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์จดทะเบียนในประเทศ	6.8382	6.4382	7.1265

ที่มา ธนาคารแห่งประเทศไทย ประจำวันที่ 4 มกราคม 2553

ตารางที่ 10 แสดงการคิดดอกเบี้ย เงินกู้เพื่อใช้ในเงินทุนหมุนเวียน

งวด ที่	ยอดเงินกู้	ผ่อนชำระต่อ งวด	ชำระเงินต้น	ชำระดอกเบี้ย
1	20,000	5,075	4,956.23	118.78
2	15,044	5,075	4,985.66	89.34
3	10,058	5,075	5,015.27	59.73
4	5,043	5,073	5,042.85	29.95

ตารางที่ 11 แสดงการประมาณการรายได้ ต่อไร่

รายการ	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
กระแสเงินสดรับ				
รายได้จากการขายพริก			25,951.10	25,951.10

ตารางที่ 12 แสดงค่าเช่าครุภัณฑ์

ครุภัณฑ์การเกษตร	มูลค่า	อัตราค่าเช่าต่อเดือน
ถังละลายปุ๋ย/ถังผสมปุ๋ยขนาด 50 ลิตร	1,000	37
เครื่องสูบน้ำ	8,000	297
เครื่องพ่นยา / ปุ๋ย	3,000	111
รวม	12,000	445

ข้อมูลจากร้านขายเครื่องมือการเกษตร คิดอัตราผลตอบแทน 20% จากราคาขาย

ตารางที่ 13 แสดงการประมาณการรายจ่ายต่อรอบการปลูก ในระยะเวลา 4 เดือน

รายการ	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
วัตถุดิบทางตรง				
ค่าเมล็ดพันธุ์	1071.25			
แรงงานทางตรง				
ค่าแรงในการเตรียมดิน ไถ ปรับพื้นที่	348.25			
ค่าแรงเจาะล่องแปลงดิน	546.25			
ค่าแรงปลูกต้นกล้า	680.00			
ค่าแรงเก็บพริก			2491.06	2491.06
ค่าแรงพ่นต้นทิ้ง				724.50
ค่าไถกลบแปลง				306.25
ค่าใช้จ่ายการผลิต	-			
ค่าแรงงานทางอ้อม				
ค่าแรงคลุมพลาสติก	553.00			
ค่าแรงเจาะพลาสติก เก็บพลาสติก	182.75			182.75
ค่าแรงฝังไม้ค้ำ	538.25			
ค่าแรงมัดไม้ค้ำ	725.00			
ค่าแรงพ่นยาคลุมหญ้า	97.75			
ค่าแรงพ่นยาฆ่าหญ้า กำจัดวัชพืช	14.06	14.06	14.06	14.06
ค่าแรงใส่ปุ๋ย	213.21	213.21	213.21	213.21
ค่าวัสดุและค่าใช้จ่ายการผลิตอื่นๆ				
ค่าเช่าที่ดิน	401.90			
ค่าเช่า - ถังละลายปุ๋ย/ถังผสมปุ๋ยขนาด 50 ลิตร	37	37	37	37
ค่าเช่า - เครื่องสูบน้ำ	297	297	297	297
ค่าเช่า - เครื่องพ่นยา / ปุ๋ย	111	111	111	111
ค่าถาดหลุม	170.33			
กากมะพร้าว	78.60			
มีเดีย	567.13			
ค่าไม้ค้ำต้นกล้า	704.67			
ค่าพลาสติกกันหลุม	1480.88			
สายเครื่องพ่นยาฆ่าแมลง	63.06			
ฮอริโมน/อาหารเสริม	319.17			
ค่ายาฆ่าแมลง เพลี้ยไฟ ไรแดง และยาฆ่าเชื้อรา	3951.25			
ค่าปุ๋ยเคมี	3065.92			
ค่าปุ๋ยอินทรีย์	482.58			

ตารางที่ 13 แสดงการประมาณการรายจ่ายต่อรอบการปลูก ในระยะเวลา 4 เดือน(ต่อ)

รายการ	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
ค่ายาคูล์มและยาปราบวัชพืช	464.03			
ค่าน้ำมัน-พ่นยาฆ่าแมลง	142.96	142.96	142.96	142.96
ค่าน้ำมัน-เครื่องพ่นปุ๋ย	142.96	142.96	142.96	142.96
ค่าสารธาตุโปท	2.50	2.50	2.50	2.50
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	17452.69	960.68	3451.74	4665.24

ตารางที่ 14 แสดงการคำนวณกระแสเงินสด เดือนที่ 1 -4

รายการ	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
กระแสเงินสดรับ					
รายได้จากการขายพริก				26,705	26,705
บวก ค่าเสื่อมราคา					
เงินทุนหมุนเวียน					20,000
รวมกระแสเงินสดรับ				26,705	46,705
กระแสเงินสดจ่าย					
เงินสดจ่ายลงทุนสุทธิ	20,000				
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน		17452.69	960.68	3451.74	4665.24
ค่าภาษีเงินได้นิติบุคคลธรรมดา					
รวมกระแสเงินสดจ่าย		17,452.69	960.68	3,451.74	4,665.24
กระแสเงินสดรับ(จ่าย)สุทธิ	-20,000	-17,452.69	-960.68	22,499.36	41,285.86

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) หมายถึง ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุของโครงการกับเงินลงทุนเริ่มแรก ณ อัตราผลตอบแทนที่ต้องการหรือต้นทุนของเงินทุนของโครงการ

มูลค่าปัจจุบัน (NPV) = มูลค่าปัจจุบันเงินสดรับ – มูลค่าปัจจุบันเงินสดจ่าย

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ACF_t}{(1+k)^t} - IO$$

ACF_t = กระแสเงินสดรับหลังภาษีในระยะเวลา t

K = อัตราต้นทุนของเงินทุน หรืออัตราผลตอบแทนที่ต้องการ (อัตราคิดลด) ใช้อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7.1265 ต่อปี หรือ 0.005939 ต่อเดือน

IO = กระแสเงินสดจ่ายลงทุน

n = อายุของโครงการลงทุน = 4 เดือน

$$\begin{aligned} NPV &= (-17,452.69/(1.005939))^1 + (-960.68/(1+0.005939)^2) + (22,499.36/(1+0.005939)^3) \\ &\quad + (41,285.86/(1+0.005939)^4) - 20,000 \\ &= 24123.648 \end{aligned}$$

เกณฑ์การตัดสินใจ ค่ามูลค่าปัจจุบัน (NPV) ที่ได้มีค่าเป็น บวก จึงควรยอมรับการลงทุนนี้

วิธีดัชนีกำไร (Profitability Index Method: PI) หรือ อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-cost ratio: B/C ratio) เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนกับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนและค่าใช้จ่าย

$$B/C \text{ ratio} = \frac{\text{มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน}}{\text{มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย}}$$

$$\begin{aligned} PV (\text{มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน}) &= (-17,448/(1.005939))^1 + (-956/(1+0.005939)^2) + (23,257/(1+0.005939)^3) \\ &\quad + (42,044/(1+0.005939)^4) \\ &= 44,123.65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{B/C ratio} &= 44,123.65/20,000 \\ &= 2.206 \end{aligned}$$

เกณฑ์การตัดสินใจ ค่า B/C ratio มากกว่า 1 แสดงว่า ผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุนนี้คุ้มกับเงินลงทุนที่จ่ายไป

อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการมีค่าเท่ากับเงินสดจ่ายสุทธิลงทุนเริ่มแรก ซึ่งเป็นอัตราผลตอบแทนที่ทำให้คุ้มทุนพอดี

วิธี IRR ใช้หลักเกณฑ์การเปรียบเทียบมูลค่าของเงิน 2 ประเภท คือ มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการกับเงินสดจ่ายสุทธิลงทุนเริ่มแรก ณ จุดเวลาเดียวกัน

$$IO = \sum_{t=1}^n \frac{ACF_t - IO}{(1+IRR)^t}$$

ACF_t = กระแสเงินสดรับหลังภาษีในระยะเวลา t

IO = กระแสเงินสดจ่ายลงทุน

n = อายุของโครงการลงทุน

IRR = อัตราผลตอบแทนจากโครงการลงทุน (อัตราคิดลด)

$$\begin{aligned} 20,000 &= (-17,452.69/(1+IRR))^1 + (-960.68/(1+IRR)^2) + (22,499.36/(1+IRR)^3) \\ &\quad + (41,285.86/(1+IRR)^4) \end{aligned}$$

$$IRR = 17.48\%$$

เกณฑ์การตัดสินใจ ควรจะยอมรับโครงการลงทุน เนื่องจากอัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR) มีค่า 17.48% ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ (r) ที่ 7.1265 %

ตารางที่ 1 แสดงการจำแนกต้นทุนตามประเภทของต้นทุนการผลิต

รายการต้นทุน	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
วัตถุดิบทางตรง											
ค่าเมล็ดพันธุ์	1,150.00	1,050.00	1,050.00	1,050.00	1,100.00	1,050.00	1,237.50	1,100.00	1,050.00	875.00	1,071.25
แรงงานทางตรง											
ค่าแรงในการเตรียมดิน ไถ ปรับพื้นที่	300.00	350.00	300.00	562.50	300.00	300.00	300.00	600.00	120.00	350.00	348.25
ค่าแรงเจาะช่องแปลงดิน	350.00	750.00	800.00	562.50	300.00	300.00	750.00	600.00	700.00	350.00	546.25
ค่าแรงปลูกต้นกล้า	750.00	750.00	400.00	825.00	637.50	637.50	750.00	900.00	600.00	550.00	680.00
ค่าแรงเก็บพริก	3,525.00	2,850.00	2,750.00	6,937.50	4,018.75	4,575.00	6,187.50	3,090.00	9,500.00	6,387.50	4,982.13
ค่าแรงพ่นต้นทิ้ง	1,050.00	900.00	300.00	750.00	900.00	450.00	375.00	900.00	900.00	720.00	724.50
ค่าไถกลบแปลง	300.00	300.00	250.00	300.00	300.00	300.00	112.50	500.00	300.00	400.00	306.25
ค่าใช้จ่ายการผลิต											
ค่าแรงงานทางอ้อม											
ค่าแรงคลุมพลาสติก	600.00	450.00	400.00	375.00	750.00	750.00	900.00	300.00	480.00	525.00	553.00
ค่าแรงเจาะพลาสติก เก็บพลาสติก	600.00	300.00	100.00	375.00	300.00	300.00	225.00	450.00	480.00	525.00	365.50
ค่าแรงฝังไม้ค้ำ	600.00	900.00	200.00	262.50	562.50	562.50	225.00	900.00	420.00	750.00	538.25
ค่าแรงมัดไม้ค้ำ	1,050.00	1,125.00	400.00	525.00	750.00	750.00	450.00	600.00	850.00	750.00	725.00

ตารางที่ 1 แสดงการจำแนกต้นทุนตามประเภทของต้นทุนการผลิต (ต่อ)

รายการต้นทุน	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
ค่าแรงพ่นยาคลุมหญ้า	150.00	150.00	50.00	75.00	112.50	112.50	37.50	120.00	120.00	50.00	97.75
ค่าแรงพ่นยาฆ่าหญ้า กำจัดวัชพืช	75.00	75.00	75.00	56.25	37.50	37.50	56.25	56.25	56.25	37.50	56.25
ค่าแรงใส่ปุ๋ย	1,275.00	1,275.00	850.00	850.00	637.50	637.50	637.50	360.00	510.00	1,495.83	852.83
ค่าเสื่อมราคา											
ค่าเสื่อมราคา - ถังพลาสติกใหญ่	44.44	44.44	55.56	88.89	100.00	100.00	55.56	100.00	55.56	100.00	74.44
ค่าเสื่อมราคา-เครื่องสูบน้ำ	1,071.43	952.38	380.95	190.48	595.24	595.24	380.95	380.95	166.67	357.14	507.14
ค่าเสื่อมราคา-เครื่องพ่นยา	1,071.43	214.29	100.00	166.67	595.24	595.24	166.67	166.67	238.10	95.24	340.95
ค่าวัสดุและค่าใช้จ่ายการผลิตอื่นๆ											
ค่าเช่าที่ดิน	333.33	666.67	333.33	476.19	333.33	400.00	333.33	333.33	333.33	476.19	401.90
ค่ายาฆ่าแมลง เพลี้ยไฟ ไรแดง และเชื้อรา	4,000.00	5,000.00	3,333.33	8,337.50	3,000.00	3,000.00	3,000.00	4,800.00	4,000.00	1,041.67	3,951.25
ค่าปุ๋ยเคมี	2,950.00	4,850.00	3,300.00	1,200.00	3,300.00	3,300.00	3,987.50	2,640.00	2,860.00	2,271.67	3,065.92
ค่าปุ๋ยอินทรีย์	325.00	150.00	433.33	350.00	600.00	600.00	325.00	487.50	455.00	1100.00	482.58
ค่ายาคลุมและยาปราบวัชพืช	590.00	540.00	440.00	315.00	615.00	615.00	615.00	272.00	392.00	246.25	464.03
ค่าถาดหลุม	163.33	163.33	163.33	163.33	186.67	175.00	163.33	186.67	163.33	175.00	170.33
กากมะพร้าว	160.00	75.00	46.67	70.00	90.00	90.00	45.00	60.00	56.00	93.33	78.60
มีเดีย	640.00	540.00	350.00	525.00	640.00	640.00	765.00	288.00	490.00	793.33	567.13
ฮอโมน/อาหารเสริม	630.00	300.00	253.33	547.50	225.00	225.00	297.50	240.00	240.00	233.33	319.17

ตารางที่ 1 แสดงการจำแนกต้นทุนตามประเภทของต้นทุนการผลิต (ต่อ)

รายการต้นทุน	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
ค่าไม้ค้ำต้นกล้า	758.33	700.00	641.67	653.33	700.00	700.00	816.67	700.00	583.33	793.33	704.67
สายเครื่องพ่นยาฆ่าแมลง	66.67	66.67	76.67	62.50	62.50	62.50	57.50	60.00	60.00	55.56	63.06
ค่าพลาสติกกันหลุม	1,180.00	1,375.00	1,687.50	1,512.50	1,581.25	1,375.00	1,687.50	1,400.00	1,610.00	1,400.00	1,480.88
ค่าน้ำมัน-พ่นยาฆ่าแมลง	385.71	385.71	760.00	428.57	642.86	712.50	642.86	240.00	570.00	950.00	571.82
ค่าน้ำมัน-เครื่องพ่นปุ๋ย	385.71	385.71	760.00	428.57	642.86	712.50	642.86	240.00	570.00	950.00	571.82
ค่าสารธาตุโปด	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
ต้นทุนการเพาะปลูก	26,540.40	27,644.21	21,050.67	29,032.28	24,626.19	24,670.48	26,235.97	23,081.37	28,939.57	24,907.88	25,672.90

ตารางที่ 2 แสดงต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่

รายการต้นทุน	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
ต้นทุนผันแปร											
ค่าเมล็ดพันธุ์	1,150.00	1,050.00	1,050.00	1,050.00	1,100.00	1,050.00	1,237.50	1,100.00	1,050.00	875.00	1,071.25
ค่าแรงในการเตรียมดิน ไถ ปรับพื้นที่	300.00	350.00	300.00	562.50	300.00	300.00	300.00	600.00	120.00	350.00	348.25
ค่าแรงเจาะล่องแปลงดิน	350.00	750.00	800.00	562.50	300.00	300.00	750.00	600.00	700.00	350.00	546.25
ค่าแรงปลูกต้นกล้า	750.00	750.00	400.00	825.00	637.50	637.50	750.00	900.00	600.00	550.00	680.00
ค่าแรงเก็บพริก	3,525.00	2,850.00	2,750.00	6,937.50	4,018.75	4,575.00	6,187.50	3,090.00	9,500.00	6,387.50	,982.13
ค่าแรงฟันต้นทิ้ง	1,050.00	900.00	300.00	750.00	900.00	450.00	375.00	900.00	900.00	720.00	724.50
ค่าไถกลบแปลง	300.00	300.00	250.00	300.00	300.00	300.00	112.50	500.00	300.00	400.00	306.25
ค่าแรงคลุมพลาสติก	600.00	450.00	400.00	375.00	750.00	750.00	900.00	300.00	480.00	525.00	553.00
ค่าแรงเจาะพลาสติก เก็บพลาสติก	600.00	300.00	100.00	375.00	300.00	300.00	225.00	450.00	480.00	525.00	365.50
ค่าแรงฝังไม้ค้ำ	600.00	900.00	200.00	262.50	562.50	562.50	225.00	900.00	420.00	750.00	538.25
ค่าแรงมัดไม้ค้ำ	1,050.00	1,125.00	400.00	525.00	750.00	750.00	450.00	600.00	850.00	750.00	725.00
ค่ายาฆ่าแมลง เพสียไฟ ไรแดง และเชื้อรา	4,000.00	5,000.00	3,333.33	8,337.50	3,000.00	3,000.00	3,000.00	4,800.00	4,000.00	1,041.67	3,951.25
ค่าปุ๋ยเคมี	2,950.00	4,850.00	3,300.00	1,200.00	3,300.00	3,300.00	3,987.50	2,640.00	2,860.00	2,271.67	3,065.92
ค่าปุ๋ยอินทรีย์	325.00	150.00	433.33	350.00	600.00	600.00	325.00	487.50	455.00	1,100.00	804.31

ตารางที่ 2 แสดงต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ (ต่อ)

รายการต้นทุน	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
ค่ายาคลุมและยาปราบวัชพืช	590.00	540.00	440.00	315.00	615.00	615.00	615.00	272.00	392.00	246.25	464.03
ค่าถาดหลุม	163.33	163.33	163.33	163.33	186.67	175.00	163.33	186.67	163.33	175.00	170.33
กากมะพร้าว	160.00	75.00	46.67	70.00	90.00	90.00	45.00	60.00	56.00	93.33	78.60
มีเดีย	640.00	540.00	350.00	525.00	640.00	640.00	765.00	288.00	490.00	793.33	567.13
ฮอร์โมน/อาหารเสริม	630.00	300.00	253.33	547.50	225.00	225.00	297.50	240.00	240.00	233.33	319.17
ค่าไม้ค้ำต้นกล้า	758.33	700.00	641.67	653.33	700.00	700.00	816.67	700.00	583.33	793.33	704.67
ค่าพลาสติกกันหลุม	1,180.00	1,375.00	1,687.50	1,512.50	1,581.25	1,375.00	1,687.50	1,400.00	1,610.00	1,400.00	1,480.88
ค่าน้ำมัน-พ่นยาฆ่าแมลง	385.71	385.71	760.00	428.57	642.86	712.50	642.86	240.00	570.00	950.00	571.82
ค่าน้ำมัน-เครื่องพ่นปุ๋ย	385.71	385.71	760.00	428.57	642.86	712.50	642.86	240.00	570.00	950.00	571.82
รวมต้นทุนผันแปร	22,443.10	24,189.76	19,119.17	27,056.31	22,142.38	22,120.00	24,500.71	21,494.17	27,389.67	22,230.42	23,590.29

ตารางที่ 2 แสดงต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ (ต่อ)

รายการต้นทุน	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
ต้นทุนคงที่											
ค่าเช่าที่ดิน	333.33	666.67	333.33	476.19	333.33	400.00	333.33	333.33	333.33	476.19	401.90
ค่าเสื่อมราคา - กังพลาสติกใหญ่	44.44	44.44	55.56	88.89	100.00	100.00	55.56	100.00	55.56	100.00	74.44
ค่าเสื่อมราคา - เครื่องสูบน้ำ	1,071.43	952.38	380.95	190.48	595.24	595.24	380.95	380.95	166.67	357.14	507.14
ค่าเสื่อมราคา - เครื่องพ่นยา	1,071.43	214.29	100.00	166.67	595.24	595.24	166.67	166.67	238.10	95.24	340.95
สายเครื่องพ่นยาฆ่าแมลง	66.67	66.67	76.67	62.50	62.50	62.50	57.50	60.00	60.00	55.56	63.06
ค่าแรงพ่นยาคลุมหญ้า	150.00	150.00	50.00	75.00	112.50	112.50	37.50	120.00	120.00	50.00	97.75
ค่าแรงพ่นยาฆ่าหญ้า กำจัดวัชพืช	75.00	75.00	75.00	56.25	37.50	37.50	56.25	56.25	56.25	37.50	56.25
ค่าแรงใส่ปุ๋ย	1,275.00	1,275.00	850.00	850.00	637.50	637.50	637.50	360.00	510.00	1,495.83	852.83
ค่าสารธาตุโปด	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
รวมต้นทุนคงที่	4,097.30	3,454.44	1,931.51	1,975.97	2,483.81	2,550.48	1,735.26	1,587.20	1,549.90	2,677.46	2,404.33

ตารางที่ 3 แสดงผลผลิตที่ได้รับ (กิโลกรัมต่อไร่) และรายได้ที่ได้รับ (บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก)

รายการ	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
จำนวนครั้งที่เก็บผลผลิต	4	5	5	6	6	8	8	5	5	7	6
น้ำหนักผลผลิตที่ได้ (กิโลกรัม/ไร่)	5,900.00	9,049.50	5,100.00	6,375.00	5,000.00	7,412.50	7,000.00	4,500.00	4,900.00	7,500.00	6,273.70
รายได้รวม (บาท/ไร่)	43,250.00	70,747.00	40,533.33	58,750.00	46,000.00	41,800.00	53,375.00	41,400.00	46,000.00	77,166.67	51,902.20
ราคาขายเฉลี่ย (บาท/ กก)	7.33	7.82	7.95	9.22	9.20	5.64	7.63	9.20	9.39	10.29	8.27

ตารางที่ 4 แสดงกำไร (ขาดทุน) สุทธิของแต่ละรอบการปลูก

รายการ	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
รายได้รวม (บาท/ไร่)	43,250.00	70,747.00	40,533.33	58,750.00	46,000.00	41,800.00	53,375.00	41,400.00	46,000.00	77,166.67	51,902.20
รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท/ไร่)	26,540.40	27,644.21	21,050.67	29,032.28	24,626.19	24,670.48	26,235.97	23,081.37	28,939.57	24,907.88	25,672.90
กำไร (ขาดทุน) สุทธิ	16,709.60	43,102.79	19,482.66	29,717.72	21,373.81	17,129.52	27,139.03	18,318.63	17,060.43	52,258.79	26,229.30

ตารางที่ 5 แสดงการจัดทำรายงานตามวิธีการต้นทุนผันแปรแต่ละรอบการปลูก

รายการ	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
น้ำหนักผลผลิตที่ได้ (กิโลกรัม/ไร่)	5,900.00	9,049.50	5,100.00	6,375.00	5,000.00	7,412.50	7,000.00	4,500.00	4,900.00	7,500.00	6,273.70
ราคาขายเฉลี่ย (บาท/ กก)	7.33	7.82	7.95	9.22	9.20	5.64	7.63	9.20	9.39	10.29	8.27
รายได้รวม (บาท/ไร่)	43,250.00	70,747.00	40,533.33	58,750.00	46,000.00	41,800.00	53,375.00	41,400.00	46,000.00	77,166.67	51,902.20
หัก ต้นทุนผันแปร (บาท/ไร่)	22,443.10	24,189.76	19,119.17	27,056.31	22,142.38	22,120.00	24,500.71	21,494.17	27,389.67	22,230.42	23,268.57
กำไรผันแปร (บาท/ไร่)	20,806.90	46,557.24	21,414.17	31,693.69	23,857.62	19,680.00	28,874.29	19,905.83	18,610.33	54,936.25	28,633.63
หัก ต้นทุนคงที่ (บาท)	4,097.30	3,454.44	1,931.51	1,975.97	2,483.81	2,550.48	1,735.26	1,587.20	1,549.90	2,677.46	2,404.33
กำไร (ขาดทุน) สุทธิ (บาท/ไร่)	16,709.60	43,102.79	19,482.66	29,717.72	21,373.81	17,129.52	27,139.03	18,318.63	17,060.43	52,258.79	26,229.30

ตารางที่ 6 แสดงต้นทุนผันแปร กำไรผันแปร และอัตรากำไรผันแปรของแต่ละรอบการปลูก

รายการ	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
คำนวณต้นทุนผันแปรรวมต่อหน่วย											
ต้นทุนผันแปรรวม (บาท/ไร่)	22,443.10	24,189.76	19,119.17	27,056.31	22,142.38	22,120.00	24,500.71	21,494.17	27,389.67	22,230.42	23,268.57
น้ำหนักผลผลิตที่ได้ (กิโลกรัม/ไร่)	5,900.00	9,049.50	5,100.00	6,375.00	5,000.00	7,412.50	7,000.00	4,500.00	4,900.00	7,500.00	6,273.70
ต้นทุนผันแปรต่อกิโลกรัม	3.80	2.67	3.75	4.24	4.43	2.98	3.50	4.78	5.59	2.96	3.71
คำนวณกำไรผันแปรรวมต่อหน่วย											
ราคาขายเฉลี่ย (บาท/ กก)	7.33	7.82	7.95	9.22	9.20	5.64	7.63	9.20	9.39	10.29	8.27
ต้นทุนผันแปรต่อกิโลกรัม	3.80	2.67	3.75	4.24	4.43	2.98	3.50	4.78	5.59	2.96	3.71
กำไรผันแปรต่อกิโลกรัม	3.53	5.14	4.20	4.97	4.77	2.65	4.12	4.42	3.80	7.32	4.56
คำนวณอัตรากำไรผันแปร											
กำไรผันแปรต่อก.ก./ราคาขาย*100	48.11%	65.81%	52.83%	53.95%	51.86%	47.08%	54.10%	48.08%	40.46%	71.19%	55.17%

ตารางที่ 7 แสดงจุดคุ้มทุนของแต่ละรอบการปลูก

รายการ	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6	แปลงที่ 7	แปลงที่ 8	แปลงที่ 9	แปลงที่ 10	เฉลี่ย
รวมต้นทุนคงที่	4,097.30	3,454.44	1,931.51	1,975.97	2,483.81	2,550.48	1,735.26	1,587.20	1,549.90	2,677.46	2,404.33
กำไรผันแปรต่อกิโกรัม	3.53	5.14	4.20	4.97	4.77	2.65	4.12	4.42	3.80	7.32	4.56
จุดคุ้มทุน (กิโกรัม)	1,161.83	671.45	460.01	397.46	520.55	960.64	420.68	358.81	408.08	365.53	526.80

บทที่ 5

อภิปรายผล สรุปผล และข้อเสนอแนะ

(DISCUSSION, SUMMARY AND SUGGESTION)

อภิปรายผล

การศึกษาระบบต้นทุนและบริหารการเงินเพื่อสร้างความมั่นคงทางการเงินให้กับเกษตรกรผู้ปลูกพริกในจังหวัดเชียงใหม่ ทำการเก็บข้อมูลจาก เกษตรกรผู้ปลูกพริกในพริกหนุ่มขาวเพื่อการจำหน่าย จำนวน 10 ราย ที่มีพื้นที่เพาะปลูกพริกในตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 – 7 ไร่ การเลือกกลุ่มตัวอย่างจากในพื้นที่เดียวกันพบว่าเกษตรกรทุกรายมีขั้นตอนการปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวและกลบแปลงพื้นที่ที่เหมือนกัน เกษตรกรเลือกใช้วัสดุต่างๆเหมือนกันต่างกันที่ตรงตามสินค้าที่ขึ้นขึ้นอยู่กับการตัดสินใจด้านคุณภาพและราคาที่เกษตรกรแต่ละรายต้องการ เมล็ดพันธุ์พริกที่เกษตรกรทุกรายใช้เพาะปลูกเป็นประเภทเดียวกันตราสารแดง เกษตรกรให้เหตุผลว่าถึงแม้พันธุ์เมล็ดพริกจะมีราคาแพง แต่เมื่อเพาะปลูกได้ผลผลิตค่อนข้างดี ด้านทานโรคได้พอสมควรและมีตลาดรองรับ วิธีการปลูกที่เกษตรกรทุกรายเลือกเพาะปลูกในพื้นที่ที่มีการชลประทานเข้าถึง ทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำอีกทั้งยังทำให้มีต้นทุนต่ำลง เนื่องจากค่าน้ำมีราคาถูกมาก ในการปลูกพื้นที่ระแวกเดียวกันทำให้เกษตรกรมีการรวมกลุ่มสลับกันไปรับจ้างแต่ละแปลงในกิจกรรมที่จำเป็นต้องอาศัยจำนวนแรงงานเพิ่มเติม เช่น การปลูกต้นกล้า การคลุมพลาสติก การเจาะร่องพลาสติก และการเก็บพริก ซึ่งในแต่ละครั้งเกษตรกรสามารถสลับกันไปรับจ้างตามแปลงได้เพราะเกษตรกรจะนัดแนะกันให้ช่วงที่เริ่มปลูกและช่วงในระยะเวลาการเก็บเกี่ยวไม่ตรงกัน เช่น แปลงที่ 1 เริ่มปลูกต้นมิถุนายน แปลงที่ 2 เริ่มปลูกปลายมิถุนายนหรือต้นกรกฎาคม ซึ่งข้อดีของการปลูกเหลื่อมเวลากันนอกจากจะทำให้มีแรงงานสลับกันมารับจ้างตามแปลงซึ่งเป็นการถ้อยที่ถ้อยอาศัยกันในเรื่องแรงงานแล้ว เกษตรกรในกลุ่มเกษตรกรเดียวกันจะคิดค่าแรงที่ถูกเพื่อเป็นการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยค่าแรงในท้องถิ่นคิดวันละ 150 บาท ซึ่งต่ำกว่า อัตราค่าจ้างขั้นต่ำอัตราค่าจ้างขั้นต่ำ (ฉบับที่ 3) 2552 ที่ได้ประกาศให้มีผลใช้บังคับ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2553 กำหนดให้อัตราค่าจ้างขั้นต่ำของแรงงานในจังหวัดเชียงใหม่คือ 171 บาท (ประกาศคณะกรรมการค่าจ้าง, ราชกิจจานุเบกษา 2552,12) การปลูกที่เหลื่อมเวลากันยังทำให้ผลผลิตที่ออกสู่ตลาดไม่ตรงกัน ความต้องการของตลาดมีมากกว่าผลผลิตที่ออกมีผลทำให้ราคาผลผลิตที่ขายมีราคาดี นอกจากนี้เกษตรกรเพาะปลูกพริกเหมือนกันยังได้มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในการเพาะปลูกกันเพื่อให้เกิดผลผลิตที่ดียิ่งขึ้น ข้อดีของการที่เกษตรกรในบริเวณใกล้เคียงกันปลูกพริกเป็นจำนวนมากเพื่อการค้าเหมือนกัน จะส่งผลไปสู่เรื่องการบำรุงรักษาพริก

จะเห็นว่า เนื่องจากว่าโรคของพริกมีการแพร่ระบาดจากแปลงหนึ่งไปสู่อีกแปลงได้ง่าย จากการศึกษาพบว่าทุกแปลงมีค่าใช้จ่ายเพื่อ ยาฆ่าแมลง เพลี้ยไฟ ไรแดง และยาฆ่าเชื้อรา ที่ต้องจ่ายทุกราย และการฉีดยาป้องกันก็ทำโรคต่างๆ เกษตรกรจะฉีดประมาณทุกๆ 7 วันต่อเนื่องไปจนเก็บผลผลิตหมด จะเห็นว่านอกจากเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายด้านยาฆ่าแมลงแล้วยังอาจทำให้มีสารเคมีตกค้างในผลผลิต ทำให้ไม่เป็นผลดีต่อผู้บริโภค

สรุปผล

จากผลการวิจัยพบว่าการเพาะปลูกพริกในรอบการปลูกที่เก็บข้อมูลพบว่าเกษตรกรทุกรายมีกำไรจากการปลูกพริกทุกแปลง ทั้งนี้เนื่องจากมีผลผลิตจากการปลูกค่อนข้างดี บางรายสามารถเก็บได้ 4-8 รอบ เมื่อพริกเริ่มให้ผลผลิตครั้งแรกได้ผลค่อนข้างดีรูปร่างสมบูรณ์ ทำให้ขายได้ราคาดี การลงทุนในการเพาะปลูกพริกจะใช้เงินลงทุนเริ่มต้นไม่มากนักเพราะอุปกรณ์เครื่องมือในการผลิตมีไม่มากนักและสามารถหาซื้อได้ในราคาไม่แพง เช่นเครื่องสูบน้ำ และเครื่องพ่นยาหรือพ่นปุ๋ย และสามารถนำไปใช้ร่วมในการเพาะปลูกพืชชนิดอื่นได้ ต้นทุนส่วนใหญ่ในการปลูกพริก (ตารางที่ 1) คือค่าแรงงาน ซึ่งได้แก่ ค่าแรงในการเตรียมดิน ไถ ปรับพื้นที่ ค่าแรงเจาะล่องแปลงดิน ค่าแรงปลูกต้นกล้า ค่าแรงเก็บพริก ค่าแรงพินต้นทั้ง ค่าไถกลบแปลง ค่าแรงคลุมพลาสติก ค่าแรงเจาะพลาสติก เก็บพลาสติก ค่าแรงฝังไม้ค้ำ ค่าแรงมัดไม้ค้ำ ค่าแรงพ่นยาคลุมหญ้า ค่าแรงพ่นยาฆ่าหญ้า กำจัดวัชพืช และ ค่าแรงใส่ปุ๋ย จากผลการวิจัยพบว่าต้น เมื่อพิจารณาต้นทุนการเพาะปลูกโดยรวมในตารางที่ 1 พบว่า แปลงที่ 3 มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดที่ 21,050.67 บาทต่อไร่ ในขณะที่แปลงที่ 4 มีค่าใช้จ่ายสูงที่สุดที่ 29,032.28 บาทต่อไร่ ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรแต่ละรายมีการบริหารจัดการค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกัน เช่นในการจ้างแรงงานในแต่ละขั้นตอนการผลิต เมื่อพิจารณาค่าแรงที่จ่ายต่อไร่ จะมีค่าใช้จ่ายที่ไม่เท่ากัน เช่นจากตารางที่ 1 ค่าแรงในการคลุมพลาสติกต่อไร่ แปลงที่ 8 มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดที่ 300 บาทต่อไร่ ในขณะที่แปลงที่ 7 มีค่าใช้จ่ายสูงที่สุดที่ 900 บาทต่อไร่ และค่าแรงมัดไม้ค้ำต่อไร่ แปลงที่ 3 มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดที่ 400 บาทต่อไร่ ในขณะที่แปลงที่ 2 มีค่าใช้จ่ายสูงที่สุดที่ 1,125 บาทต่อไร่ เป็นต้น เมื่อพิจารณาค่าวัสดุและค่าใช้จ่ายการผลิตอื่นๆ พบว่าแต่ละรายมีค่าใช้จ่ายต่อไร่ไม่เท่ากัน เช่น ค่ายาฆ่าแมลง เพลี้ยไฟ ไรแดง และเชื้อรา แปลงที่ 10 มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดที่ 1,041.67 บาทต่อไร่ ในขณะที่แปลงที่ 4 มีค่าใช้จ่ายสูงที่สุดที่ 8,337.50 บาทต่อไร่ ค่าปุ๋ยเคมี แปลงที่ 4 มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดที่ 1,200 บาทต่อไร่ ในขณะที่แปลงที่ 2 มีค่าใช้จ่ายสูงที่สุดที่ 4,850 บาทต่อไร่

เมื่อพิจารณารายได้จากการผลิตต่อไร่ ดังตารางที่ 3 พบว่ารายได้รวมของทั้ง 10 แปลงแตกต่างกัน แปลงที่ 3 มีรายได้รวมต่ำสุดที่ 40,533.33 บาทต่อไร่ ในขณะที่แปลงที่ 10 มี

รายได้รวมสูงสุดที่ 77,166.67 บาทต่อไร่ สาเหตุหลักที่ทำให้รายได้ไม่เท่ากันคือ จำนวนครั้งที่เก็บผลผลิตและราคาที่ขายผลผลิตได้ จำนวนครั้งที่เก็บผลผลิตได้ต่ำที่สุดคือแปลงที่ 1 ได้ 4 ครั้ง สูงที่สุดคือแปลงที่ 6 และแปลงที่ 7 ได้ 8 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นกับคุณภาพของต้นพริก การบำรุงรักษา คุณภาพของดินที่ปลูก ทำให้แต่ละแปลงมีผลผลิตไม่เท่ากัน ถ้าต้นพริกไม่สมบูรณ์จะทำให้ได้ผลผลิตมีคุณภาพไม่ดีเช่นพริกมีรูปร่างหงิกงอ และในแต่ละครั้งที่เก็บจะให้ผลผลิตน้อยซึ่งไม่คุ้มกับค่าแรงในการเก็บ และถ้าพริกมีโรคจะทำให้ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้อีกเกษตรกรจะเลือกที่จะฟันต้นทิ้งและกลบแปลง สำหรับราคาขายเฉลี่ย ต่ำที่สุดคือแปลงที่ 6 ได้ 5.64 บาทต่อกิโลกรัม สูงที่สุดคือแปลงที่ 10 ได้ 10.29 บาทต่อกิโลกรัม ราคาที่ขายได้ในแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับราคาพริกในตลาดขณะนั้น และราคาที่พ่อค้าคนกลางกำหนดในการรับซื้อ

เมื่อพิจารณาต้นทุนคงที่ต่อไร่ ในตารางที่ 5 พบว่า แปลงที่ 9 มีต้นทุนคงที่ต่อไร่ ต่ำสุดที่ 1,549.90 บาท ในขณะที่แปลงที่ 1 มีต้นทุนคงที่ต่อไร่ สูงสุดที่ 4,097.30 บาท พิจารณากำไรผันแปรต่อกิโลกรัม ในตารางที่ 6 พบว่า แปลงที่ 6 มีกำไรผันแปรต่อกิโลกรัม ค่าต่ำสุดที่ 2.65 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่แปลงที่ 10 มีกำไรผันแปรต่อกิโลกรัม สูงสุดที่ 7.32 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกำไรผันแปรต่อกิโลกรัมต่อราคาขาย พบว่า แปลงที่ 9 มีกำไรผันแปรต่อกิโลกรัมต่อราคาขายต่ำที่สุด ที่ 40.46% ในขณะที่แปลงที่ 10 มีกำไรผันแปรต่อกิโลกรัมต่อราคาขายสูงสุดที่ 71.19% พิจารณาจุดคุ้มทุนในตารางที่ 7 พบว่า แปลงที่ 8 มีจุดคุ้มทุนต่อไร่ ต่ำสุดที่ 358.81 กิโลกรัม ในขณะที่แปลงที่ 1 มีจุดคุ้มทุนต่อไร่ สูงสุดที่ 1,161.83 กิโลกรัม

การบริหารต้นทุนในการปลูกพริกประกอบด้วย ค่าวัตถุดิบทางตรง แรงงานทางตรง และ ค่าใช้จ่ายการผลิต แบ่งเป็น ค่าแรงงานทางอ้อม ค่าเสื่อมราคา และค่าวัสดุและค่าใช้จ่ายการผลิตอื่นๆ หรือเมื่อจำแนกต้นทุนตามพฤติกรรมต้นทุน แบ่งเป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรที่แตกต่างกัน รวมถึงการบำรุงรักษาต้นพริก ปริมาณและความต้องการพริกในท้องตลาด ส่งผลให้เกษตรกรแต่ละรายมีกำไรจากการปลูกพริกที่ต่างกัน ดังตารางที่ 3 พบว่ากำไรสุทธิของทั้ง 10 แปลงแตกต่างกัน แปลงที่ 1 มีกำไรสุทธิต่ำสุดที่ 16,709.60 บาทต่อไร่ ในขณะที่แปลงที่ 10 มีกำไรสุทธิสูงสุดที่ 52,258.79 บาทต่อไร่

ด้านการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน ออกแบบการวิจัยให้ทำการปลูกพริก 1 ไร่ ใช้ระยะเวลาตั้งแต่ปลูกลงแปลง เก็บเกี่ยว ฟันต้นทิ้งและล้มแปลง เป็นระยะเวลารวม 4 เดือน ใช้การประมาณการรายได้สุทธิหลังภาษี และค่าใช้จ่าย จะใช้รายได้และรายจ่ายเฉลี่ยของเกษตรกรทั้ง 10 ราย (ตารางที่ 3) กำหนดให้ที่ดิน และครุภัณฑ์ใช้การเช่า ในการทำการปลูกพริก เงินทุนหมุนเวียนเริ่มต้นเท่ากับ 20,000 บาท ให้ต้นทุนเงินทุน เท่ากับร้อยละ 7.1265 ต่อปี ทำการประมาณการรายจ่ายต่อรอบการปลูก ในระยะเวลา 4 เดือน ดังตารางที่ 13 จากนั้นนำมาคำนวณกระแสเงินสด

ในตารางที่ 14 พบว่ากระแสเงินสดในช่วง 2 เดือนแรกที่ปลูกจะมีมูลค่าติดลบเนื่องจากยังไม่มีกรรับรายได้จากการขายผลผลิต แต่เมื่อนำมาคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ พบว่าการปลูกพริกให้ผลตอบแทนดี

ข้อเสนอแนะ

การปลูกพริกเป็นการลงทุนทางการเกษตรที่ไม่สามารถคาดการณ์ผลตอบแทนได้แน่ชัด ทั้งนี้มีหลายตัวแปรเข้ามาเกี่ยวข้อง และบางตัวแปรมีผลต่อผลผลิตอาจทำให้ผลผลิตไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ และเกษตรกรไม่สามารถควบคุมตัวแปรนั้นได้ เช่น สภาพดินฟ้า อากาศ โรคพริก แมลงรบกวนต่างๆ เป็นต้น ทำให้มีความเสี่ยงในการลงทุนเพาะปลูกพริกมีมาก ดังนั้นในการประมาณผลตอบแทนการลงทุนที่ผ่านมา ถึงแม้ว่าจะให้ผลตอบแทนการลงทุนที่ดี แต่มีหลายตัวแปรที่เกษตรกรไม่สามารถควบคุมได้ อาจทำให้ผลตอบแทนเป็นที่ไม่แน่นอน บางครั้งอาจทำให้มีกำไรที่มากเนื่องจากผลผลิตดี ราคาที่ขายได้มีราคาสูง แต่ในบางครั้งถ้าผลผลิตไม่ดี มีโรคพริกแพร่ระบาด และราคาขายลดลง อาจทำให้เกษตรกรขาดทุนจากการลงทุนเพาะปลูกได้ และนอกจากนี้ในการคำนวณผลตอบแทนจากการลงทุนที่ได้ มิได้นำเรื่องความเสี่ยงจากการลงทุนเข้ามาพิจารณาด้วย เกษตรกรจึงควรตระหนักถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นด้วย

ถึงแม้เกษตรกรไม่สามารถคาดการณ์ผลตอบแทนได้ชัดเจน อย่างไรก็ตามเกษตรกรสามารถบริหารต้นทุนในการเพาะปลูก และประมาณการรายจ่ายต่างๆได้ ซึ่งการบริหารต้นทุนที่ดีอาจทำให้เกษตรกรที่ขาดทุนอยู่เปลี่ยนกลับมาทำกำไรได้จากการลดต้นทุนบางส่วนที่ไม่จำเป็นออกไป หรืออาจทำให้เกษตรกรมีกำไรมากยิ่งขึ้น โดยเกษตรกรอาจเริ่มต้นด้วยการจดบันทึกรายจ่ายต่างๆให้ชัดเจน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ดูรายจ่ายในหมวดต่างๆ ว่าเหมาะสมหรือไม่ เพื่อให้มีการบริหารค่าใช้จ่ายให้น้อยที่สุด แต่ให้ได้ประโยชน์มากที่สุด การวางแผนการเพาะปลูกก็เป็นสิ่งจำเป็น เพื่อจะให้ออกดคล้องกับวัสดุ อุปกรณ์ เวลาและแรงงานที่ใช้ให้เหมาะสม นอกจากนี้เกษตรกรควรวางแผนเรื่องการเงินเพื่อหาแหล่งเงินที่เหมาะสมมาใช้ในการลงทุน โดยทั่วไปแหล่งที่มาของเงินทุนของธุรกิจ แบ่งได้เป็น 2 แหล่งใหญ่ ๆ คือ 1) จากการกู้ยืม มีทั้งระยะสั้น ระยะปานกลาง และระยะยาว โดยจะเสียต้นทุนของเงินทุนในรูปของดอกเบี้ย เป็นการจัดหาเงินทุนจากส่วนของหนี้สิน เช่น การกู้ยืมสถาบันการเงิน การออกหุ้นกู้หรือพันธบัตร และ 2) จากการออกหุ้น มีทั้งหุ้นสามัญและหุ้นบุริมสิทธิ โดยจะเสียต้นทุนของเงินทุนในรูปของเงินปันผล เป็นการจัดหาเงินทุนจากส่วนของเจ้าของ แต่เนื่องจากเกษตรกรแต่ละราย เป็นกิจการประเภทเจ้าของเพียงคนเดียว โดยเป็นผู้นำเงินมาลงทุน และทำหน้าที่เป็นผู้บริหารงานเอง ซึ่งถือว่าเป็นเจ้าของกิจการเป็นผู้มีสิทธิ์ในสินทรัพย์ และเมื่อมีกำไรหรือขาดทุนเกิดขึ้นก็จะเป็นผู้รับส่วนของกำไรหรือขาดทุน

ทั้งหมดนั้นแต่เพียงผู้เดียวตลอดจนรับผิดชอบในหนี้สินที่เกิดขึ้นทั้งหมดของกิจการโดยไม่จำกัดจำนวนเช่นเดียวกัน ในทางกฎหมายกิจการเจ้าของคนเดียวไม่ถือเป็นนิติบุคคลแยกต่างหากจากผู้เป็นเจ้าของกิจการ ซึ่งกิจการประเภทเจ้าของเพียงคนเดียวมีข้อเสียคือ เมื่อต้องการขยายกิจการจะทำได้ยาก เนื่องจากธุรกิจประเภทนี้สามารถจัดหาแหล่งเงินทุนได้เพียงแหล่งเดียว คือจากการกู้ยืมเท่านั้น และการกู้ยืมจากเจ้าหนี้จึงขึ้นอยู่กับฐานะและชื่อเสียงของเจ้าของแต่เพียงผู้เดียว เนื่องจากการปลูกพริกมีรอบการผลิตสั้นประมาณ 4-5 เดือน ดังนั้นถ้ากู้เพื่อเพาะปลูกพริก แหล่งเงินทุนที่เหมาะสมควรเป็นแหล่งเงินระยะสั้นเช่นกัน เพื่อให้เกิดความสอดคล้องระหว่างรายจ่ายและรายได้ในแต่ละรอบการผลิต ตามปกติอัตราดอกเบี้ยของเงินกู้ระยะสั้นมักสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยของเงินกู้ระยะยาว ดังนั้นเกษตรกรอาจทำการกู้ยืมระยะยาวโดยใช้สินทรัพย์ประเภท อสังหาริมทรัพย์ค้ำประกันในการกู้ได้เพื่อลดต้นทุนเงินทุน แต่ทั้งนี้ต้องระวังในเรื่องการนำเงินไปใช้จ่ายฟุ่มเฟือยไม่ระมัดระวังการใช้จ่าย การกู้ยืมเงินระยะยาวนั้นเกษตรกรจะต้องรู้จักการวางแผนการใช้จ่ายเงิน และบริหารการเงินให้เหมาะสม และมีควรกู้เงินมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น มิฉะนั้นจะทำให้เกิดเป็นหนี้สินเป็นภาระผูกพันติดตามไป อย่างเช่นที่เกษตรกรบางท่านประสบปัญหาอยู่ เกษตรกรสามารถหาแหล่งเงินกู้ได้หลายแหล่ง เช่น

1) การกู้ยืมจากพ่อค้าคนกลางที่รับซื้อพริกซึ่งพ่อค้าคนกลางมักให้กู้ยืมเงินหรือวัสดุ เช่น เมล็ดพันธุ์พริก ปุ๋ยเคมี และพลาสติกคลุมหลุม เป็นต้น ข้อดี เกษตรกรสามารถนำวัสดุทางการเกษตรไปใช้ก่อนเมื่อขายผลผลิตได้ค่อยนำมาจ่ายคืน ข้อเสียคือนอกจากเกษตรกรต้องเสียดอกเบี้ยในการกู้ยืม หรือได้วัสดุมาในราคาที่สูงกว่าราคาในตลาดแล้วยังจะทำให้เกิดการผูกขาดที่ต้องขายผลผลิตกับพ่อค้าคนกลางคนเดิม อาจทำให้ราคาที่ขายได้ต่ำกว่าราคาที่ควรจะเป็นอีกด้วย แหล่งเงินประเภทนี้เป็นแหล่งเงินระยะสั้นซึ่งจะสอดคล้องกับการเพาะปลูกพริกระยะเวลาในการผลิตประมาณ 4-5 เดือน

2) เงินกู้ที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเกษตรกร เช่นเงินกู้กองทุนเงินล้าน ให้ดอกเบี่ยคิดที่ร้อยละ .50 ต่อเดือน หรือ 6% ต่อปี และ เงินกู้กองทุนหมู่บ้าน ที่ให้เกษตรกรกู้และผ่อนส่งเป็นรายเดือนได้ เช่น ถ้ากู้ 10,000 บาท ให้ส่งเดือนละ 900 บาท เป็นต้น

3) เงินกู้จากสถาบันการเงิน และสหกรณ์การเกษตร ที่ให้บริการเงินกู้ระยะสั้นและระยะยาว สถาบันการเงิน เช่นธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร เป็นต้น ข้อดีดอกเบี่ยเงินกู้จะถูกกว่าดอกเบี่ยจากการกู้ยืมเงินนอกระบบ

4) จากแหล่งเงินกู้นอกระบบการเงิน ได้แก่เงินกู้จากบุคคลอื่นๆ ทัวไป การกู้เงินในระบบการเงินเกษตรกรต้องใช้เอกสารและหลักฐานที่ถูกต้องชัดเจนพอสมควร แต่การกู้เงินนอกระบบการเงิน มีข้อดีคืออนุมัติง่ายหลักฐานหรือเอกสารต่างๆ ไม่เข้มงวด แต่ข้อเสียของการกู้เงิน

นอกระบบการเงินคือส่วนมากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้มักจะสูงมาก เช่น การให้กู้ยืมเงินสดที่ติดตามตู้โทรศัพท์หยอดเหรียญทั่วไป บางครั้งดอกเบี้ยอาจสูงถึงร้อยละ 10 ต่อเดือน ดังนั้นเกษตรกรควรหลีกเลี่ยงการกู้เงินประเภทนี้

ดังนั้นการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดหาเงินทุน เกษตรกรควรพิจารณาตามความเหมาะสมว่าควรจัดหาเงินกู้จากแหล่งใด เป็นจำนวนเท่าใด ที่จะทำให้ต้นทุนของเงินทุนต่ำสุด และมีความเสี่ยงทางการเงินไม่มากเกินไป และควรจัดหามาในเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้การดำเนินงานราบรื่น ซึ่งโดยปกติควรจัดหาเงินทุนหมุนเวียนมาก่อนที่จะใช้จริงก่อนการเพาะปลูกเท่าที่จำเป็นและควรกู้ยืมเงินในระยะสั้นเพื่อให้สอดคล้องกับการเพาะปลูกที่มีรอบการผลิตสั้น

เอกสารอ้างอิง

- กึ่งกนก พิทยานุคุณ และคณะ. 2541. การบัญชีต้นทุน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ชนะใจ เดชวิทยาท. 2544. การจัดการการเงิน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ชวนพิศ อรุณรังสิกุล. พริก : พี่น้าพิศวง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.agric-prod.mju.ac.th/web-veg/article/new128.html> (15 กรกฎาคม 2553).
- ดวงมณี โกมารทัต. 2546. การบัญชีต้นทุน. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงมณี โกมารทัต, วีรวรรณ พูลพิพัฒน์, แพร่ กิระสุนทรพงษ์, และวรศักดิ์ ทุมมานนท์. 2545. การบัญชีบริหาร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แมคกรอ-ฮิล.
- ทิพจันทร์ กาญจนะเดชะ. 2547. การผลิตพริกของเกษตรกรอำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ปี2547. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://research.doae.go.th/webrsh/qs-rsh.asp> (28 สิงหาคม 2550).
- เบญจวรรณ รัชส์ฐี. 2539. การเงินธุรกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- ประกาศคณะกรรมการค่าจ้าง เรื่อง อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ (ฉบับที่ ๓) เล่ม ๑๒๖ ตอนพิเศษ ๑๘๘ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๙ ธันวาคม ๒๕๕๒ หน้า 12. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.library.coj.go.th/indexnewlaw2.php?search=&&cbtype=title&&iddocno=16&&idmain=&&page=5> (15 กรกฎาคม 2553).
- ประเสริฐ จรรยาสุภาพ,จำเนียร บุญมาก และรัชณี อุดมะ. 2549. รายงานการวิจัยเรื่อง โครงการการศึกษาสถานภาพการตลาด การแปรรูป และตลาดผลิตภัณฑ์พริกในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และพิษณุโลก. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- ประเสริฐ ถ่ายสูงเนิน. 2544. สภาพการผลิตและการตลาดพริกสด กรณีศึกษาตำบลลำมูล อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://research.doae.go.th/webrsh/qs-rsh.asp> (28 สิงหาคม 2550).
- พงษ์ศักดิ์ เริ่มสูงเนิน. 2547. สภาพการผลิตและตลาดพริกของเกษตรกรตำบลขามเฒ่า อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://research.doae.go.th/webrsh/qs-rsh.asp> (28 สิงหาคม 2550).

- เพ็ญพิศ พลทรัพย์ศิริ. 2547. การผลิตพริกของเกษตรกรอำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://research.doae.go.th/webrsh/qs-rsh.asp> (28 สิงหาคม 2550).
- วรรณวี แสงสีดา. 2546. การจัดการการผลิตและการตลาดพริกขี้หนูในอำเภอบำเหน็จณรงค์ จังหวัดชัยภูมิ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://dcms.thailis.or.th/dcms/browse.php> (19 สิงหาคม 2550).
- วสุ อมฤตสุทธิ, รักเกียรติ แสนประเสริฐ และพรพิมล สุริยภัทร. 2550. การศึกษาสถานภาพการผลิต และความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อผลผลิต คุณภาพและปริมาณสาร capsaicin ในพริกพันธุ์การค้าในเขตพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี และศรีสะเกษ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.trf.or.th/Research/> (28 สิงหาคม 2550).
- วิไลวัจน์ ทัศนะภูติ, กมล เลิศรัตน์, กัลยา สุพรรณเภสัช, วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ และชำนาญ กุลวงศ์. 2529. สภาพสังคมและเศรษฐกิจในระบบการเพาะปลูกพริกไร่ของเกษตรกร: ศึกษาเฉพาะกรณีบ้านปากปวน ตำบลปากปวน อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://dcms.thailis.or.th/dcms/browse.php> (19 สิงหาคม 2550).
- ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ชาววิทยชิตชาวบ้าน ตอน การคัดเลือกพันธุ์และการแปรรูปพริกในเมืองไทย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.nstda.or.th/index.php/vdo-nstda/1001--13> (15 กรกฎาคม 2553).
- สุทธิพงศ์ เสฏฐรังสี. "ตกเขียวผู้ปลูกพริก" กลยุทธ์นายทุนกดราคาเกษตรกร ฝ่ายงานสื่อสารสังคม สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) . (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.trf.or.th/News/Content.asp?Art_ID=1242 (15 กรกฎาคม 2553).
- สมจิตร ทองอิสาน. 2547. สภาพการผลิตและการตลาดพริกของเกษตรกร อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://research.doae.go.th/webrsh/qs-rsh.asp> (28 สิงหาคม 2550).
- รศ.สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์. 2551. หลักการบัญชีบริหาร:แนวคิดพื้นฐานและการประยุกต์สำหรับผู้บริหาร. กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์แมคกรอ-ฮิล.
- สวาท นนทพละ. 2547. สภาพการผลิตพริกของเกษตรกรอำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://research.doae.go.th/webrsh/qs-rsh.asp> (28 สิงหาคม 2550).

โสภณ ฟองเพชร.2545. การเงินธุรกิจ. กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น, อินโดไชน่า.

สำพรต จันทรืหอม. 2545. สภาพการผลิตพริกของเกษตรกรในจังหวัดอุบลราชธานี.

[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://research.doae.go.th/webrsh/qs-rsh.asp> (28 สิงหาคม 2550).

ภาคผนวก

ข้อมูลเกษตรกรผู้ปลูกแบบทบก.01 ใช้ในราชการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
เพื่อขึ้นทะเบียนครัวเรือนเกษตรกร
เลือกเฉพาะเกษตรกรผู้ปลูกพริก ในตำบลปลาไฟ อำเภอสันทราย เชียงใหม่

ที่	ชื่อ	ที่อยู่	ถือครอง		เช่า		ปลูกพริก
			ไร่	งาน	ไร่	งาน	ไร่
1	นางมณเฑียร โพธินาม	117 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	5				2.5
2	นายคำปิ่น ทิพนี	41 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	5		2		5
3	นายปรีชา ขยัน	78 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	1	0.6			5
4	นางวันนา ถาดแสง	104/1 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่			4		4
5	นายประดิษฐ์ แก้วไม่่ง	71 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	5		5		4
6	นางเรณู แสงศรีจันทร์	20 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	2		7		7
7	นายสุบิน คำตึก	124 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	4		2		4
8	นายอาทิตย์ พักเรือน	101/1 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	40				5
9	นายศรีทน แก้วไม่่ง	37/1 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่			14		4
10	นายบุญขึ้น ทิพนี	31 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	7				7
11	นายคำสาข เรือนแก้ว	218 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	30	0	0	0	5
12	นางจันทร์สม ฤทธิยา	140 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	2	0	5	0	1
13	นายคำปิ่น หมอกแปง	145 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	4	2	0	0	2
14	นายสุรศักดิ์ ถาดแสง	14 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่			4	0	4
15	นายแดง ศรีทิ	75 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	1	2	20		3
16	นางอารี คำตึก	61 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	5		5		4
17	นายกำแหง ทิพนี	69/3 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่			4		2
18	นายฉัตรชัย ดีมา	101 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	5		1	2	5
19	นายประสิทธิ์ ทิพนี	40 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่			3		3
20	นายอานนท์ สุวรรณี	62 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่			6	3	6
21	นางคำอวน ทิพนี	98 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	1	1			1.25
22	นางศรีธร คำก่า	59 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	1		3		3
23	นายสิงห์คำ ทิพนี	99 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่			4		4
24	นายดวงแก้ว แก้วไม่่ง	123 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	3		4	2	4
25	นางเครือวัลย์ โกสสัย	144 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลปลาไฟ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่			6		3

ที่	ชื่อ	ที่อยู่	ถือครอง		เช่า		ปลูก พริก
			ไร่	งาน	ไร่	งาน	ไร่
26	นายสมศักดิ์ เดชะดุษ	23 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	2		2		2
27	นายเกษม ชูวิสัย	79 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่			15		4
28	นางกมลคำ เดชะดุษ	24 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	1	2	2	2	2
29	นายสุรินทร์ ขยัน	25 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	4	3	2		6.75
30	นายสมาน ทิพนี	136 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	35				10
31	นางเพ็ญศรี สมศรี	125 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่			4		4
32	นางจันทร์ตา รุ่งศรี	94หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่			3		3
33	นายประดิษฐ์ โพธินาม	102 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	10				4
34	ศรีวรรณ ดีมา	102 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่		0.8	10		10
35	นายสิงห์คำ ทิพนี	35 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	2		6		2
36	นายแดง ดีมา	113 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	2				2
37	นายสวัสดิ์ ดีมา	86/1 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	2		2	2	3
38	นายบุญมา จันทร์ไสย	81 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่					5
39	นายจันทน์ รัตนัง	86 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่	3	2	39		5
40	นายแดง ไปรง	205 หมู่ 5 หมู่บ้านแม่แกค่น้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่					1

ที่มา สำนักงานเกษตรอำเภอสันทราย วันที่ 11 มกราคม 2553

แบบฟอร์มใช้ประกอบในการสัมภาษณ์

	ข้อมูลส่วนบุคคล		วันที่สัมภาษณ์		หมายเหตุ
1	ชื่อเกษตรกร				
2	ที่อยู่				
	เบอร์โทรศัพท์				
3	เพศ				
4	อายุ				
5	จน ที่ดินถือครอง (ไร่)	ไร่-งาน-			
	พื้นที่เพาะปลูกพริก รวม	ไร่			
	พื้นที่ของเกษตรกรเอง	ไร่			
	พื้นที่เช่า	ไร่			
	พื้นที่เพาะปลูกอื่นๆ				
	พื้นที่ของเกษตรกรเอง	ไร่			
	พื้นที่เช่า	ไร่			
6	จำนวนที่ปลูกพริก	ต้น/ไร่	ทั้งหมด	เฉลี่ยต่อรอบการปลูก	
	คิดเป็น				

7	ราคาที่ดิน				
	ราคาประเมิน	บาท			
	ราคาตลาด	บาท			
	ราคาค่าเช่า	บาท/ไร่/ปี			
8	ระยะเวลาเริ่มปลูกจนถึงระยะเวลาออกผลจนเก็บเกี่ยว	เดือน			
	เพาะต้นกล้า	วัน			
	ปลูกจนเก็บ	วัน			
	เริ่มเก็บผลผลิต จนตัดต้นทิ้ง	วัน			
9	ผลผลิตช่วงเวลาเก็บเกี่ยว ต่อรอบการปลูก	กก/ไร่	ต่อ ก ไร่	ต่อ 1 ไร่	
	ครั้งที่ 1 ราคาขายต่อกิโลกรัม	บาท			
	จำนวนที่ขายได้	ก.ก.			
	รายได้รวม	บาท			
	ครั้งที่ 2 ราคาขายต่อกิโลกรัม	บาท			
	จำนวนที่ขายได้	ก.ก.			
	รายได้รวม	บาท			

	ครั้งที่ 3 ราคาขายต่อกิโลกรัม	บาท			
	จำนวนที่ขายได้	ก.ก.			
	รายได้รวม	บาท			
	ครั้งที่ 4 ราคาขายต่อกิโลกรัม	บาท			
	จำนวนที่ขายได้	ก.ก.			
	รายได้รวม	บาท			
	ครั้งที่ 5 ราคาขายต่อกิโลกรัม	บาท			
	จำนวนที่ขายได้	ก.ก.			
	รายได้รวม	บาท			
	ครั้งที่ 6 ราคาขายต่อกิโลกรัม	บาท			
	จำนวนที่ขายได้	ก.ก.			
	รายได้รวม	บาท			
	ครั้งที่ 7 ราคาขายต่อกิโลกรัม	บาท			
	จำนวนที่ขายได้	ก.ก.			
	รายได้รวม	บาท			
	ครั้งที่ 8 ราคาขายต่อกิโลกรัม	บาท			

	จำนวนที่ขายได้	ก.ก.			
	รายได้รวม	บาท			
	น้ำหนักที่ขายได้/ไร่	ก.ก.			
	จำนวนเงินขายได้ทั้งสิ้น / ไร่	บาท/ไร่			
	ราคาขายเฉลี่ย/ กก				
10	รายจ่ายลงทุน				
	ค่าที่ดิน/ค่าเช่า	บาท			
	เครื่องมืออุปกรณ์				
	ถังละลายปุ๋ย/ถังผสมปุ๋ย	บาท			
	เครื่องสูบน้ำ	บาท			
	เครื่องพ่นยา / ปุ๋ย	บาท			
	อื่นๆ				
	พาหนะ	บาท			
11	รายจ่ายดำเนินการ				
	ค่าวัสดุ				
	เมล็ดพันธุ์ สรแดง	บาท/ไร่			
	ค่าถาดหลุม	บาท/ไร่			

	กากมะพร้าว	บาท/ไร่			
	ดินมีเดีย	บาท/ไร่			
	ปุ๋ยเคมี	บาท			
	เคมีสูตร 14	บาท/ไร่			
	เคมีสูตร 15	บาท/ไร่			
	ยูเรีย	บาท/ไร่			
	อาหารเสริม ปุ๋ยหวีเก็บหวีทอง				
	ฮอร์โมน				
	ปุ๋ยชีวภาพ				
	ปุ๋ยอินทรีย์	บาท			
	มูลวัว				
	ขำแม่แมลง				
	ยาปราบวัชพืช ไกลโครเสด				
	ค่ายาคลุมหญ้า	บาท			
	ค่ายาฆ่าแมลง เพลี้ยไฟ ไรแดง และยาฆ่าเชื้อรา	บาท/ไร่			
	ค่าไม้ค้ำต้นกล้า	บาท/ไร่			
	ชลอมเงิน ปรับสภาพดิน	บาท/ไร่			

	ค่าสายเครื่องพ่นยาฆ่าแมลง				
	ค่าพลาสติก กันหลุม				
	ค่าน้ำมันพ่นยาฆ่าแมลง				
	ค่าน้ำมันพ่นปุ๋ย				
	ค่าน้ำมันตัดหญ้า				
	ค่าวัสดุการเกษตรและวัสดุสิ้นเปลือง อื่นๆ	บาท			
	ค่าซ่อมแซม				
	ซ่อมอุปกรณ์การเกษตร	บาท			
	ค่าสาธารณูปโภค				
	ค่าน้ำ	บาท			
	ค่าไฟ	บาท			
	ค่าใช้สอย				
	ค่าเช่าอุปกรณ์เตรียมดิน				
	ค่าแรงในการเตรียมดิน ไร่ ปรับพื้นที่	บาท/ไร่			
	ค่าแรงเจาะล่องแปลงดิน				
	ค่าแรงพ่นยากดหว่าน	บาท/ไร่			

	ค่าแรงคลุมพลาสติก	บาท/ไร่			
	ค่าแรงเจาะพลาสติก เก็บพลาสติก	บาท/ไร่			
	ค่าแรงปลูกต้นกล้า	บาท/ไร่			
	ค่าแรงฝังไม้ค้ำ	บาท/ไร่			
	ค่าแรงมัดไม้ค้ำ	บาท/ไร่			
	ค่าแรงพ่นยาฆ่าหญ้า กำจัดวัชพืช	บาท/ไร่			
	ค่าแรงดูแลแปลงพริก				
	ค่าแรงใส่ปุ๋ย				
	ค่าแรงเก็บพริก ครั้งที่ 1	บาท/ไร่			
	ค่าแรงเก็บพริก ครั้งที่ 2	บาท/ไร่			
	ค่าแรงเก็บพริก ครั้งที่ 3	บาท/ไร่			
	ค่าแรงเก็บพริก ครั้งที่ 4	บาท/ไร่			
	ค่าแรงเก็บพริก ครั้งที่ 5	บาท/ไร่			
	ค่าแรงเก็บพริก ครั้งที่ 6	บาท/ไร่			
	ค่าแรงเก็บพริก ครั้งที่ 7	บาท/ไร่			
	ค่าแรงเก็บพริก ครั้งที่ 8	บาท/ไร่			
	ค่าแรงฟันดินทิ้ง เพื่อเก็บพลาสติก	บาท/ไร่			

	ค่าไถ่กลับ	บาท/ไร่			
	ค่าแรงทำแปลง	บาท/ไร่			
	ค่าน้ำมันตัดหญ้า	บาท			
	ค่าเช่า	บาท			
	ค่าดอกเบี๋ย	บาท			
	ค่าขนส่งไปขาย				
	ค่าเสื่อมราคา				
	ค่าแรงงาน				
	ค่าปลูก	บาท			
	ค่าดูแล	บาท			
	ค่าเก็บเกี่ยว	บาท			
12	สัดส่วนเงินลงทุน				
	เงินกู้	บาท			
	เงินส่วนเจ้าของ	บาท			
13	แหล่งเงินกู้				
	ต้นทุนเงินกู้	ร้อยละ ต่อปี			
	แหล่งเงินกู้				



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง

การปรับปรุงพันธุ์พริกเพื่อต้านทานต่อโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ

PHYTOPHTHORA

PEPPER BREEDING PROJECT FOR RESISTANCE TO

PHYTOPHTHORA

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลของ
ลักษณะความต้านทานโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* เพื่อ
การปรับปรุงพันธุ์พริก

โดย

ฉันทนา วิชรรัตน์

สุริย์วัลย์ เมฆกมล

วรวรรณ ชาลีพรหม

วิลาวรรณ ศิริพูนวิวัฒน์

เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี

เกศินี แก้วมาลา



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การปรับปรุงพันธุ์พริกเพื่อต้านทานต่อโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *PHYTOPHTHORA*
PEPPER BREEDING PROJECT FOR RESISTANCE TO *PHYTOPHTHORA*

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลของ
ลักษณะความต้านทานโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ
Phytophthora เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พริก

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2551-2552
จำนวน 627,600 บาท

หัวหน้าโครงการ

ฉันทนา วิชรรัตน์

ผู้ร่วมโครงการ

สุรียวัทย์ เมฆกมล

วรวรรณ ชาลีพรหม

วิลาวรรณ ศิริพูนวิวัฒน์

เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี

เกศินี แก้วมาลา

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

31/พ.ค./2553

กิตติกรรมประกาศ

โครงการปรับปรุงพันธุ์พริกเพื่อต้านทานต่อโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* ซึ่งอยู่ในแผนงานวิจัย การพัฒนาเครื่องหมายในระดับโมเลกุลของลักษณะความต้านทานโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พริกขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ AVRDC (Asia Vegetable Research and Development Center) ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน (Tropical Vegetable Research Center : TVRC) และศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร ที่สนับสนุนเมล็ดพันธุ์ตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดสอบเชื้อโรค สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน และภาควิชาอารักขาพืช มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่ในการปลูกพืช และห้องปฏิบัติการด้านโรคพืช ขอขอบคุณศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย กรมวิชาการเกษตร ภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และบริษัทเจียไต๋ จำกัด ที่สนับสนุนเชื้อรา *Phytophthora* ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และนักศึกษาของสาขาพืชผักและภาควิชาอารักขาพืชที่ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกจนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

สารบัญเรื่อง

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	1
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	3
คำนำ	5
วัตถุประสงค์	6
การตรวจเอกสาร	7
อุปกรณ์และวิธีการ	18
ผลการทดลอง	22
สรุปและวิจารณ์ผล	65
เอกสารอ้างอิง	68
ภาคผนวก	73

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 รายชื่อพืชที่อ่อนแอต่อเชื้อรา <i>Phytophthora capsici</i>	11
2 ปฏิกริยาของพันธุ์พืชตรวจสอบ Pathotype ต่อเชื้อรา <i>Phytophthora capsici</i>	21
3 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. 8 ไอโซเลท บนอาหารเลี้ยงเชื้อ CA และ PDA ที่อายุ 7 วัน	24
4 ลักษณะขนาดของ sporangium ของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. 7 ไอโซเลท	31
5 ค่าเฉลี่ยการเจริญของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และ 100 ppm	38
6 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ให้กับพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน	46
7 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. จำนวน 4 ไอโซเลทให้กับพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จำนวน 7 สายพันธุ์หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน	47
7.1 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. จำนวน 4 ไอโซเลทให้กับพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จำนวน 7 สายพันธุ์หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน	48
8 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. จำนวน 5 ไอโซเลทให้กับพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จำนวน 9 สายพันธุ์ หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน	49
8.1 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. จำนวน 5 ไอโซเลทให้กับพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จำนวน 9 สายพันธุ์ หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน	50

9	ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ให้กับพริกสายพันธุ์ที่ได้รับจาก TVRC หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน	55
9.1	ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ให้กับพริกสายพันธุ์ที่ได้รับจาก TVRC หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน	56
10	ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ให้กับ พริกสายพันธุ์ที่ได้รับจาก AVRDC หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน	60
11	ปฏิกิริยาของพริกสายพันธุ์ทดสอบ Pathotypeที่ได้รับจาก AVRDC หลังการปลูก เชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. 21 วัน	61

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 ลักษณะอาการต้นพริกที่เป็นโรคโรคไหม้เนื่องจากเชื้อ <i>Phytophthora</i> โดยลำต้นพบ แผลยาวสีน้ำตาลเข้ม	9
2 วงจรการเกิดโรค <i>Phytophthora blight</i> ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา <i>Phytophthora capsici</i>	10
3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา <i>Phytophthora capsici</i>	14
4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ spore ของเชื้อรา <i>Phytophthora capsici</i>	15
5 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ CA และ PDA โดยกำหนดระดับความชัดเจนของโคโลนีที่เป็นรูปแบบ rosette pattern ไว้ 3 ระดับ	25
6 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทขุนวางบนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)	26
7 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทเชียงรายบนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)	26
8 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทตากบนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)	27
9 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทแม่สอดบนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)	28
10 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทโป่งแยงบนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)	28
11 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทโป่งแยง มช.บนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)	29
12 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทฮอดบนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)	30

ภาพ	หน้า
13 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 บนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)	30
14 ลักษณะรูปร่างของ sporangium แบบผลมะนาว (ก) รูปไข่ (ข) และกลม (ค) ของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทขุนวาง	32
15 ลักษณะรูปร่างของ sporangium แบบผลมะนาว (ก) รูปไข่ (ข) กลม (ค) และรูปร่าง ไม่นั่นอน (ง) ของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทเชียงราย	33
16 ลักษณะรูปร่างของ sporangium แบบรูปไข่คว่ำ (obovoid) ที่มี 2 papilla (ก) แบบผลมะนาว (ข) กลม (ค) และ Intercalary swelling บน sporangiophore (ง) ที่ลูกศรชี้ ของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทตาก	34
17 ลักษณะรูปร่างของ sporangium แบบผลมะนาว (ก) และรูปร่าง ไม่นั่นอน (ข) ของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทโป่งแยง	34
18 ลักษณะรูปร่างของ sporangium แบบผลมะนาว (ก) และรูปร่าง ไม่นั่นอน (ข) ของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทโป่งแยง มช.	35
19 ลักษณะรูปร่างของ sporangium แบบผลมะนาว (ก) และแบบกลม (ข) ของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทแม่สอด	35
20 ลักษณะรูปร่างของ sporangium แบบผลมะนาว (ก) แบบไม่นั่นอน (ข) แบบกลม (ค) และแบบรูปไข่ (ง) ของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทฮอด	36
21 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทขุนวาง (ก) ไอโซเลทเชียงราย (ข) และไอโซเลทตาก (ค) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และ 100 ppm	39
22 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทโป่งแยง (ง) ไอโซเลทแม่สอด (จ) และไอโซเลทฮอด (ฉ) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และ 100 ppm	40
23 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 (ข) ไอโซเลทแม่สาใหม่ (ช) และไอโซเลทหนองหอย 1-5 (ฅ) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และ 100 ppm	41

ภาพ

หน้า

24	ลักษณะการเจริญของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลท PLM (ญ) และ ไอโซเลท PSM (ฎ) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และ 100 ppm	42
25	ลักษณะต้นพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก 9 สายพันธุ์หลังจากการปลูก เชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทขุนวาง (กลาง) ไอโซเลทเชียงราย (ล่าง) และ ชุดควมคุม (บน) หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน	51
26	ลักษณะต้นพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก 9 สายพันธุ์หลังจากการปลูก เชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทตาก (บน) ไอโซเลทแม่สอด (กลาง) และ ไอโซเลทฮอด (ล่าง) หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน	52
27	ลักษณะต้นพริกสายพันธุ์ที่ได้รับจาก TVRDC 9 สายพันธุ์หลังจากการปลูก เชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทขุนวาง (กลาง) ไอโซเลทเชียงราย (ล่าง) และ ชุดควมคุม (บน) หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน A (ก) และอาหาร PDA (ข)	57
28	ลักษณะต้นพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก 9 สายพันธุ์หลังจากการปลูก เชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลทตาก (บน) ไอโซเลทโป่งแยง (กลาง) และ ไอโซเลทแม่สอด (ล่าง) หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน	58
29	พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-1/1 กับ CM 334-2/2	62
30	พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-1/2 กับ 334-2/2 ที่อายุ 1 เดือน 14 วันหลังการผสมพันธุ์	63
31	พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-3/2 กับ 334-4/2	63
32	พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-3/2 กับ 334-3/3	64

การปรับปรุงพันธุ์พริกเพื่อต้านทานต่อโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ
PHYTOPHTHORA
PEPPER BREEDING PROJECT FOR RESISTANCE TO
PHYTOPHTHORA

จันทนา วิชรรัตน์¹

CHANTANA WICHARATANA¹

วรวรรณ ชาลีพรหม²

WORAWAN CHALEEPROM²

เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี¹

CHALERMSRI NONTASWATSRI¹

สุรีย์วัลย์ เมฆกมล²

SUREEWAN MEKKAMOL²

วิลาวรรณ ศิริพูนวิวัฒน์³

WILAWAN SIRIPOONWIWAT³

เกศินี แก้วมาลา²

KESINEE KAEOMALA²

¹ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

²ภาควิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

³ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

การประเมินความรุนแรงของโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora capsici* โดยใช้พริก ที่รวบรวมและคัดเลือกไว้ของสาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้จำนวน 10 สายพันธุ์ พริกจาก TVRC จำนวน 9 สายพันธุ์ และพริกจาก AVRDC ได้หวัน จำนวน 4 สายพันธุ์ ทดสอบกับเชื้อรา *P. capsici* ที่รวบรวมได้จากแหล่งต่างๆ จำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลทขุนวาง ฮอด แม่สอ ดาก และ เชียงราย การทดสอบความสามารถก่อโรคได้ของเชื้อราใช้วิธีการปลูกเชื้อที่โคนต้นกล้า พริกที่อายุ 1 เดือน ด้วยสปอร์แขวนลอยความเข้มข้น 10^5 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และให้คะแนนการ เกิดโรคด้วยสายตาโดยมีระดับความรุนแรงของอาการโรคจาก 0 คือไม่แสดงอาการ ถึงระดับ 4 คือ

ต้นตาย หลังจากการปลูกเชื่อนาน 21 วัน ผลการทดลองกับสายพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ พ

พบว่าพันธุ์ที่อ่อนแอมากต่อเชื้อราทุกไอโซเลท คือ พจ 5-3-1-1-1 และ พจ 5-3-1-1-3 พันธุ์ที่แข็งแรงมาก ได้แก่ พจ 0077-1 และ พจ 007-2 ส่วนพริกจาก TVRC (CM334 และ TIT paris) ทั้งหมด จัดได้ว่าเป็นพันธุ์ที่ค่อนข้างแข็งแรงถึงแข็งแรงมาก สำหรับพริกจาก AVRDC ประเทศไต้หวันพบว่าสายพันธุ์ที่อ่อนแอมากที่สุดคือ Early Cal Wonder เมื่อเปรียบเทียบกับ สายพันธุ์ PBC 137 PBC 602 และ PI 201234 ได้ทำการคัดเลือกพริกพันธุ์ พจ 5-3-1-1-1 และ พจ 5-3-1-1-3 เพื่อเป็นต้นแม่ คัดเลือกพันธุ์ CM 334-2 CM 334-3 และ CM 334-4 เป็นสายพันธุ์ต้นพ่อ ทำการผสมพันธุ์ได้ลูกผสม 4 สายพันธุ์คือ พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-1/1 กับ CM 334-2/2 พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-1/2 กับ CM 334-2/2 พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-3/2 กับ CM 334-4/2 และ พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-3/2 กับ CM 334-3/3 ซึ่งจะต้องนำไปประเมินลักษณะความต้านทานโรคในระดับแปลงปลูกและการประเมินระดับโมเลกุลสำหรับการตรวจหาชนิดที่ควบคุมความต้านทานโรคต่อไป สำหรับการจำแนก pathotypes ของเชื้อรา *P. capsici* ที่แยกได้จากแหล่งต่างๆ ซึ่งจำเป็นสำหรับการประเมินโรคเหี่ยวเพื่อการพัฒนาสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคโดยวิธีใช้พริกพันธุ์ทดสอบจาก AVRDC สามารถจัดไอโซเลท จาก ฮอด จ. เชียงใหม่ อยู่ใน pathotype 1 และไอโซเลทจากเชียงรายจัดอยู่ใน pathotype 3 ทั้งนี้สำหรับไอโซเลทจาก อ แม่สลด จ ตาก ไอโซเลทจากบ้านขุนวาง และ บ้านโป่งแยง จ เชียงใหม่ ผลที่ได้แตกต่างจากแหล่งอ้างอิงจึงยังไม่สามารถบ่งชี้ pathotype ได้ ดังนั้นควรนำไปตรวจสอบในระดับโมเลกุลต่อไป จากการพิจารณา ระดับความรุนแรงของการเกิดโรคกับพริกพันธุ์ต่างๆ พบว่าความรุนแรงของการเกิดโรคขึ้นกับสายพันธุ์พริกด้วย ในพันธุ์อ่อนแอต่อโรคเชื้อราทำให้พืชเกิดโรคในระดับ 3-4 และสามารถจัดกลุ่มเชื้อราที่ให้ผลต่อความรุนแรงของโรคแตกต่างกัน 2 กลุ่มคือกลุ่มที่มีความรุนแรงมาก ได้แก่ ไอโซเลท ขุนวาง เชียงราย ตาก แม่สลด ในขณะที่เชื้อที่จัดว่ารุนแรงน้อยคือ ไอโซเลทฮอด ส่วนในพันธุ์ต้านทานหรือค่อนข้างต้านทานไอโซเลทต่างๆ แสดงความรุนแรงของอาการโรคไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราแต่ละไอโซเลทพบรูปร่างลักษณะ และขนาด ที่แตกต่างกันของ sporangium รวมทั้งลักษณะ rosette pattern เมื่อเลี้ยงบนอาหาร PDA แตกต่างกันด้วย จากการศึกษาความสามารถในการต้านทานต่อสารเมตาแลคซิล ที่ความเข้มข้น 10 และ 100 ppm พบว่าสามารถจัดกลุ่มความต้านทานต่อสารเคมีได้ดังนี้ ที่ความเข้มข้น 10 ppm ไอโซเลท แม่สลดจัดอยู่ในระดับค่อนข้างต้านทานต่อสารเคมี มีค่าเฉลี่ยการเจริญสูงสุด 57.77% ส่วนไอโซเลทแม่สาใหม่จัดอยู่ในระดับอ่อนแอต่อสารเคมี มีค่าเฉลี่ยการเจริญต่ำที่สุด

6.07% ส่วนที่ความเข้มข้น 100 ppm พบว่ามีจำนวน 5 ไอโซเลทจัดอยู่ในระดับค่อนข้างต้านทานต่อสารเคมี ได้แก่ ไอโซเลทขุนวาง ตาก ไปงแยง แม่สอดและอินทนนท์ โดยมีค่าเฉลี่ยการเจริญสูงสุด 27.43% และพบว่ามีจำนวน 6 ไอโซเลทที่จัดอยู่ในระดับอ่อนแอต่อสารเคมี ได้แก่ ไอโซเลทเชียงราย สอด แม่สาใหม่ หนองหอย PLM และ PSM โดยมีค่าเฉลี่ยการเจริญต่ำที่สุด 2.05%

Abstract

Disease severity of wilt caused by *Phytophthora capsici* was accomplished by testing with collection of 10 varieties of pepper from Vegetable Section, Maejo University and 9 varieties from TVRC, as well as 4 varieties from Taiwan AVRDC. These collections were tested with 5 isolates of *P. capsici* from Khun Wang, Mae Sod, Hod, Chiangrai and Tak. The test for its pathogenicity was made by pouring the inoculum on to the soil directly under the stems of one month old pepper seedling, using spore suspension with concentration of 10^5 zoospores/ml. Rating the severity by visual observation, judging the severity from 0, no reaction to 4th level where the seedling is dead after 21 days of inoculation. The results are as follow:- PJ 5-3-1-1-1 and PJ 5-3-1-1-3 were very weak to all fungal isolates. PJ 0077-1, 007-2 were very strong. All pepper from TVRC (CM334 and TIT paris) were slightly strong to strongest. Early Calwonder from AVRDC-Taiwan is weakest compared to PBC 137, PBC 602 and PI 201234. Selection for parent varieties were made. :- PJ 5-3-1-1-1 and PJ 5-3-1-1-3 were used as female while CM 334-2 CM 334-3 and CM 334-4 were used as male. There were 4 different F1 after hybridization. i.e. F1 from PJ 5-3-1-1-1/1 and CM 334-2/2, F1 from PJ 5-3-1-1-1/2 and CM 334-2/2, F1 from PJ 5-3-1-1-3/2 and CM 334-4/2, F1 from PJ 5-3-1-1-3/2 and CM 334-3/3. Further evaluation for resistance in field trial and molecular approach are needed to confirm the study. Pathotype identification of *P. capsici* from different locations which is significant to blight disease evaluation in order to get resistant varieties to the disease was also made. The results showed that isolates Hod was pathotype 1 while isolates Chiangrai was pathotype 3. Isolates MaeSod, Tak, Khunwang and Pongyeang have not been identified due to the different reaction from

reference. Molecular identification for pathotypes, therefore, should be applied further. It was also found that severity of disease symptoms was depended on pepper varieties. In the weak varieties, disease severity were under 3-4th level and fungal isolates could be classified in 2 groups (high severity and less severity). In somewhat resistant and resistant varieties, there was no difference in severity of disease symptoms. Fungal morphology of each isolate was also studied. It was found that there were significant difference in shape and size of their sporangia and rosette pattern on PDA. The resistance to metalaxyl were also studied. Two different concentrations of 10 ppm and 100 ppm were tested. For 10 ppm, isolate MaeSod was somewhat resistance to chemical. It gave highest growth average of 57.77% while isolate Mae Sa Mai was the weakest (growth average 6.07%). At the concentration of 100 ppm, the 5 isolates i.e. Khunwung, Tak, Pongyaeng MaeSod and Inthanon, were classified in somewhat resistance to the chemical with the highest growth average of 27.43%. The 6 isolates i.e. Chiang Rai, Hod, Mai Sa Mai, NongHoi, PLM and PSM, were weak to the chemical with the lowest growth average of 2.05 %.

Key words: *Phytophthora capsici*, pepper ,Phytophthora Wilt, metalaxyl , disease resistance

คำนำ

พริกเป็นพืชผักที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจของไทยชนิดหนึ่ง สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ และทุกฤดูกาล กรมส่งเสริมการเกษตร (2547) รายงานว่า ในปี 2540/41 มีการเพิ่มพื้นที่ปลูกมากขึ้นกว่าปี 2539/40 สำหรับพริกที่นิยมปลูกในประเทศไทยมี 2 กลุ่ม คือกลุ่ม *Capsicum annuum* เป็นกลุ่มของพริกใหญ่ ผลสุกมีสีแดงเข้มจนถึงน้ำตาลแดง สีเหลืองเข้มและสีม่วง ได้แก่ พริกหวาน พริกหยวก พริกชี้ฟ้า (จงรักษ์, 2547) ปลูกกันมากในเขตภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น เชียงใหม่ นครสวรรค์ ลำพูน อุตรดิตถ์ เพชรบูรณ์ เลย คิดเป็นร้อยละ 39.20 และ 38.87 ตามลำดับ (เอื้องฟ้า, 2543) ส่วนกลุ่ม *C. furtescens* เป็นกลุ่มของพริกเล็ก ผลสุกมีสีน้ำตาลแดง สีส้ม และสีขาว ได้แก่ พริกชี้หนุสวัน พริกชี้หนุใหญ่ (จงรักษ์, 2547) ปลูกมากในจังหวัด อุบลราชธานี นครราชสีมา และกาญจนบุรี โดยเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นั้นคิดเป็นร้อยละ 41.98 ของพื้นที่ปลูกพริกทั้งหมด (เอื้องฟ้า, 2543)

มูลค่าการส่งออกพริกสูงประมาณ 900 ล้านบาทต่อปี ซึ่งส่งออกทั้งในรูปผลสด ซอส พริก และพริกแห้ง โดยนับตั้งแต่ปี 2540 เป็นต้นมา ปริมาณการส่งออกไม่เคยต่ำกว่า 10,000 ตัน และมูลค่าเฉลี่ย 77-100 ล้านบาทต่อปี ในปี พ.ศ. 2544 มีปริมาณการส่งออกเพิ่มขึ้นเป็น 12,283 ตัน และมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นเป็น 114 ล้านบาท ประเทศที่นำเข้าหลัก ได้แก่ มาเลเซีย คิดเป็นร้อยละ 86% รองลงมาได้แก่ เนเธอร์แลนด์ สิงคโปร์ และได้หวัน ซอสพริกมีปริมาณการส่งออกเพิ่มขึ้นตลอดมา สำหรับการส่งออกพริกแห้งมีทุกปีเช่นกัน แต่ปริมาณการส่งออกไม่แน่นอน (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

จากความสำคัญดังกล่าว ปัจจุบันได้มีผู้ทำการปลูกพริกเป็นจำนวนมากและมักประสบปัญหาเกี่ยวกับโรคต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora capsici* ซึ่งทำความเสียหายต่อการปลูกพริกทั่วโลกรวมถึงแหล่งปลูกพริกในประเทศไทยด้วย (Hausbeck and Lamour, 2004; ศรีสุข, 2548) คำแนะนำในการจัดการโรคที่สำคัญในระบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานคือ การหลีกเลี่ยงการปลูกพืชพันธุ์อ่อนแอ (Demirai and Dolar, 2006) ดังนั้นการพัฒนาพันธุ์พริกให้ต้านทานต่อโรคจึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการแก้ไขปัญหา ดังกล่าว โครงการวิจัยการปรับปรุงพันธุ์พริกเพื่อต้านทานต่อโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* นี้เป็นโครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลของลักษณะความต้านทานโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อรา *Phytophthora* เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พริก ซึ่งมีขอบเขตการวิจัยครอบคลุมการประเมินสายพันธุ์พริกที่รวบรวมไว้และที่นำเข้ามาจากประเทศไต้หวันเพื่อให้ได้ลักษณะตามความต้องการในการผสมพันธุ์พืช การสร้างลูกผสมตลอดจนการประเมิน

pathotypes ของเชื้อสาเหตุ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราสาเหตุโรครวมทั้งความต้านทานต่อสารเคมีเมตาแลกซิลของเชื้อราเพื่อเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการทำงานในชุดโครงการการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลของลักษณะที่ต้านทานโรคต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อรวบรวมพันธุ์พริกที่มีลักษณะอ่อนแอและต้านทานต่อโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora*
2. เพื่อสร้างประชากรพริกสำหรับปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีลักษณะต้านทานโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ *Phytophthora*
3. เพื่อพัฒนาสายพันธุ์พริกที่มีลักษณะต้านทานโรคเหี่ยวจากเชื้อ *Phytophthora* สำหรับการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

การตรวจเอกสาร

พริกเป็นพืชล้มลุกจัดอยู่ในวงศ์ Solanaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum annuum* Linn. (เต็ม, 2523) เป็นไม้พุ่มที่มีการเจริญของกิ่งแบบ Dichotomous ใบเป็นใบเดี่ยว มีลักษณะแบนเรียบ ดอกจะเกิดเป็นดอกเดี่ยวเกิดตรงมุมที่เกิดของใบและกิ่ง แต่พบว่ามียอดดอกหลายดอกอาจเกิดในบริเวณเดียวกันได้ ดอกประกอบด้วยกลีบรองดอก กลีบดอกจะมีสีขาวหรือม่วงมีจำนวน 5 กลีบใน 1 ดอก มีเกสรเพศผู้จำนวน 5 อัน ส่วนเกสรเพศเมียจะอยู่สูงกว่าเกสรเพศผู้ ภายในรังไข่ประกอบด้วย 3 พู แต่บางครั้งอาจพบ 2 หรือ 4 พู ผลเป็นแบบ berry มีลักษณะเป็นกระเปาะ ขั้วผลสั้น หากสภาพอากาศร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะทำให้ผลมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปได้ เมล็ดจะรวมกันอยู่ที่รก(placenta) ซึ่งมีตั้งแต่โคนถึงปลายผล เมล็ดพริกมีขนาดค่อนข้างใหญ่กว่าเมล็ดมะเขือเทศ แต่มีรูปร่างคล้ายกันคือ มีลักษณะกลม แบน มีสีเหลืองไปจนถึงสีน้ำตาล แต่ผิวเมล็ดพริกไม่ค่อยมีขนเหมือนอย่างในมะเขือเทศ ตามมาตรฐานของขนาดเมล็ดพริก เช่น เมล็ดพริกหวาน 1 กรัม ควรมีเมล็ดพันธุ์ 166 เมล็ดขึ้นไป ส่วนพริกเผ็ดที่มีขนาดผลเล็กควรมีขนาดเมล็ดเล็กลง เช่น เมล็ดพริกพันธุ์ห้วยสีทน 1 น้ำหนัก 1 กรัม มีจำนวนเมล็ดถึง 266 เมล็ด (พยนต์ และคณะ, 2526)

พริกเป็นพืชผักที่มีความสำคัญและผูกพันกับวิถีชีวิตคนไทยมาช้านาน อาหารไทยส่วนใหญ่มีพริกเป็นส่วนประกอบในการปรุงแต่งรสอาหารแทบทั้งสิ้น นอกจากนั้นพริกยังเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เป็นแหล่งของวิตามินซีและอี โดยเฉพาะวิตามินซี พบว่ามีมากกว่าพืชผักชนิดอื่น พริกมีสารเบต้าแคโรทีน หรือวิตามินเอในปริมาณสูง และยังพบสารสำคัญอีก 2 ชนิด ได้แก่ Capsaicin และ Oleoresin ซึ่งสาร Capsaicin มีสรรพคุณเป็นยารักษาโรค สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียในกระเพาะอาหาร (กรมวิชาการเกษตร, 2547) ช่วยบำบัดโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ ช่วยลดความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อและส่วนต่างๆ ของร่างกาย (บริการสารสนเทศทางเภสัชกรรม, 2547) นอกจากนี้ สีของพริกซึ่งมีหลากหลาย คือ เขียว แดง เหลือง ส้ม ม่วง และสีงาช้าง ยังถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ใช้ปรุงแต่งรสอาหารและผสมสีในอาหาร (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

โรคไหม้เนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* มีรายงานการพบครั้งแรกที่ Las Cruces ในปี ค.ศ. 1922 (Leonian, 1922) สำหรับประเทศไทยมีรายงานการพบโรคลำต้นไหม้ระบาดใหม่ในปี พ.ศ. 2548 โดยพบระบาดในแปลงปลูกพริกที่จังหวัดเชียงใหม่ เพชรบูรณ์ เชียงราย และสกลนคร (ศรีสุข, 2548) โรคไหม้ของพริกมีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Phytophthora capsici* Leon. ซึ่งเป็นเชื้อโรคทางดิน และเป็นสาเหตุของโรครากเน่า โรคลำต้นไหม้ โรคใบไหม้และโรคผลเน่าในพริก (Sy et al.,

2005; Walker and Bosland, 1999) โรคไหม้เนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* ทำความเสียหายกับแหล่งปลูกพริกทั่วโลกทั้งในสภาพแปลงและสภาพโรงเรือน แต่มักพบในเขตอบอุ่นมากกว่าเขตร้อน (ศุภลักษณ์, 2536) โดยมีความเสียหายตั้งแต่ 10 – 80 % ขึ้นกับสภาพแวดล้อม วิธีการปลูก การดูแลรักษา การให้น้ำ และพันธุ์พริก (Rista et al., 1995) โดยพบระบาดมากหลังจากที่มีฝนตกหนัก หรือ สภาพพื้นที่ปลูกมีความชื้นสูง เนื่องจากการให้น้ำมากเกินไปและพื้นที่มีการระบายน้ำไม่ดี หรือการให้ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป (Black et al., 1991) นอกจากนี้ยังสามารถถ่ายทอดทางเมล็ดได้ (Black et al., 1991; Oelke et al., 2003) โดยสามารถมีชีวิตอยู่ในดินและซากพืชอาศัยได้เป็นเวลานานหลายเดือน

ลักษณะอาการของโรค

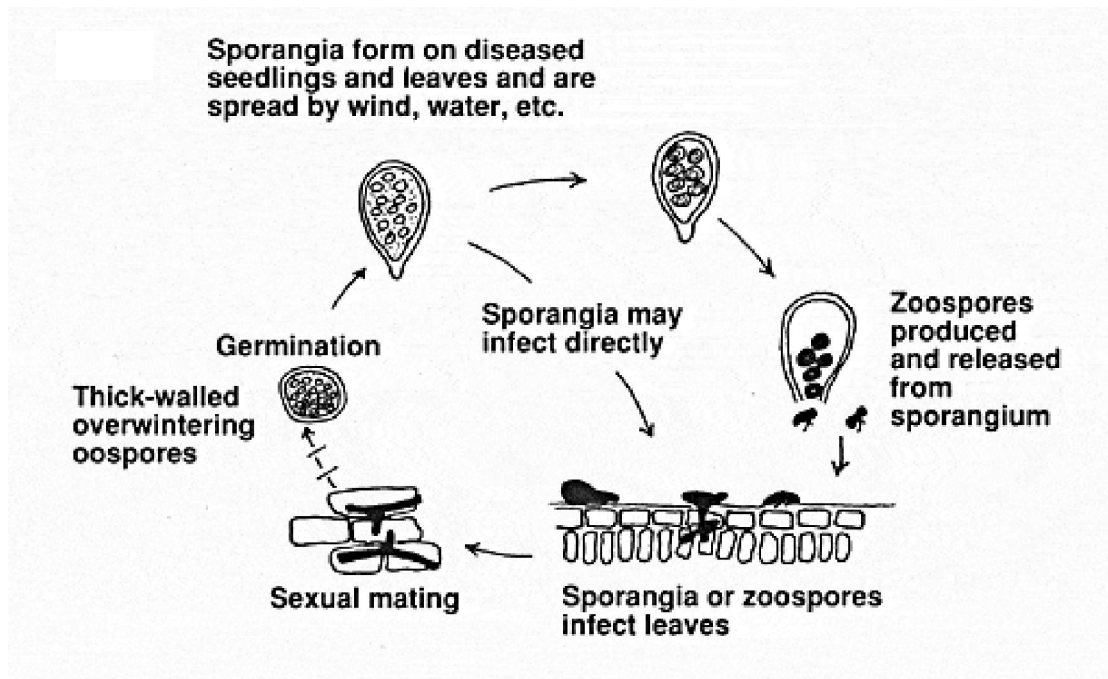
เชื้อราสาเหตุสามารถเข้าทำลายได้ทุกส่วนของพริกตั้งแต่ราก โคนต้น ลำต้น กิ่ง ใบ ผล และแสดงอาการไหม้ที่ยอดในพืชสกุล *Capsicum* (Ristaino and Jonhston, 1999; Walker and Bosland, 1999; Biles et al, 1995) ในทุกระยะการเจริญเติบโต โดยสามารถทำให้เกิดการตายก่อนงอกและหลังงอกได้หากดินมีสภาพความชื้นสูง อุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส (Erwin and Ribeiro, 1996; Islam and Babadoost, 2002) อาการของโรคในระยะต้นกล้าจะแสดงอาการของโรคเน่าคอดิน โคนต้นจะเป็นแผลช้ำน้ำ คล้ายโดนน้ำร้อนลวก ต้นกล้าจะหักพับและแห้งตายพับติดดินภายในเวลา 5 วัน สำหรับในระยะต้นโต อาการบนใบกิ่งก้านและผลจะคล้ายโรคใบไหม้ มักเริ่มบริเวณโคนต้นระดับดิน โดยลำต้นจะเป็นแผลยาวสีน้ำตาลเข้มหรือดำ อาการดังกล่าวเรียกว่า Collar rot เมื่อแผลลามขึ้นข้างบน ต้นพริกจะแสดงอาการเหี่ยวโดยที่ใบยังเขียวอยู่ อาการบนก้านมักจะเริ่มจากบริเวณกิ่งที่แยกจากต้น ทำให้กิ่งแห้งตาย (ภาพ 1) และหักพับ (ศุภลักษณ์, 2536) อาการที่ใบ จะเกิดเป็นจุดช้ำ ๆ แล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหดย่น มีเส้นใยสีขาวของเชื้อราปกคลุม ส่วนอาการที่ผลพริกนั้นจะพบแผลจุดช้ำ จากนั้นแผลจะยุบตัวลง มีเส้นใยสีขาวปกคลุม ในส่วนของยอดจะเกิดอาการยอดแห้งตายเกิดขึ้น (จันทนา, 2553)



ภาพ 1 ลักษณะอาการต้นพริกที่เป็นโรคโรคไหม้เนื่องจากเชื้อ *Phytophthora* โดยลำต้นพบแผลยาวสีน้ำตาลเข้ม

การเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุ

เชื้อรา *Phytophthora capsici* Leon. เป็นเชื้อราสาเหตุโรคทางดิน (soilborne pathogen) สามารถมีชีวิตอยู่ในดินและซากพืชอาศัยได้เป็นเวลานานโดยอยู่ในรูปของ oospore หรือ อยู่ในรูปของเส้นใยในเนื้อเยื่อพืช สำหรับ oospore เป็นสปอร์แบบอาศัยเพศที่มีผนังหนาเกิดจากเส้นใย 2 mating type มาผสมกัน oospore สามารถทนต่อสภาพอากาศที่หนาวเย็นและสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่างๆ และสามารถอยู่ในดินที่ไม่มีพืชอาศัยได้นานหลายปี และเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม oospore จะงอกเส้นใยและสร้าง sporangia และ zoospore ซึ่งเป็นสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual spores) เมื่อมีฝนตกและอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 24-29 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค sporangia จะปลดปล่อย zoospore ในน้ำเพื่อให้ zoospore สามารถว่ายน้ำเข้าไป infect พืชได้ (Babadoost, 2001) ในการเข้าทำลายพืชทั้ง sporangia และ zoospore สามารถเข้าทำลายได้ (ภาพ 2) โดยแทงเส้นใย (penetrates) ผ่านเข้าไปบริเวณโคนต้น ซึ่งทำให้เนื้อเยื่อบริเวณนั้นเกิดเป็นแผล necrosis และพืชเริ่มแสดงอาการเหี่ยว ในขณะที่เชื้อราแทงเส้นใยผ่านไปในส่วนของลำต้นและรากของพืชซึ่งเป็นสาเหตุให้ระบบท่อน้ำท่ออาหารถูกทำลาย ในส่วนของเนื้อเยื่อที่ถูกเชื้อราเข้าทำลายจะเริ่มแห้ง มีการยุบตัวลงและเปลี่ยนเป็นสีดำซึ่งในที่สุดก็จะทำให้พืชตายลงอย่างรวดเร็ว (Silvar et al., 2006)



ภาพ 2 วงจรการเกิดโรค *Phytophthora blight* ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Phytophthora capsici* (Zitter, 1989)

การแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุ

เชื้อราสาเหตุสามารถแพร่กระจายได้โดย ลม น้ำ ดิน เมล็ด เครื่องมือทำการเกษตร และสิ่งเคลื่อนไหวนอื่น ๆ (จันทนา, 2553) และสามารถแพร่กระจายไปกับดิน น้ำผิวดิน และน้ำที่กระเด็นจากพื้นไปสู่ใบพืชได้อีกด้วย (Ristaino *et al.*, 1993) แต่อย่างไรก็ตามการแพร่ระบาดของเชื้อรา *Phytophthora capsici* จะขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและสภาพของดินเป็นสำคัญ (Biles *et al.*, 1995)

พืชอาศัยของเชื้อรา *Phytophthora capsici*

เชื้อรา *Phytophthora capsici* นี้มีพืชอาศัยหลายชนิดโดยมีรายงานว่าพืช 49 ชนิด (ตาราง 1) สามารถถูกเชื้อรา *Phytophthora capsici* เข้าทำลายได้ (Erwin and Ribeiro, 1996) เช่น มะเขือ มะเขือเทศ แตงโม แตงกวา พืชตระกูลแตงชนิดอื่น ๆ วัชพืช รวมถึงประเภทไม้ยืนต้นอย่างโกโก้ และแมคคาเดเมีย (Black *et al.* 1991, Ristaino and Jonhston, 1999; Holms *et al.*, 2001) เป็นต้น แต่พบว่ามีพืช 14 species ใน 8 family ที่อ่อนแอมากต่อเชื้อรา *Phytophthora capsici* โดยพบว่ารากและโคนเน่าหลังจากถูกเชื้อเข้าทำลาย 7-10 วัน (Satour and Butler, 1968; Hausbeck and Lamour, 2004)

ตาราง 1 รายชื่อพืชที่อ่อนแอต่อเชื้อรา *Phytophthora capsici*

พืชตระกูลแตง	พืชตระกูล		พืชตระกูลอื่นๆ	ไม้ยืนต้น	วัชพืช
	มะเขือ	พืชตระกูลถั่ว			
แคนตาลูป	พริก	ถั่วเหลือง	กระเจียบเขียว	โกโก้	Jimson weed
ซูกีนี	พริกหวาน	Alfalfa	แครอท	ท้อ	
แตงกวา	มะเขือ	Broad bean	ฝ้าย	พลับ	
แตงโม	มะเขือม่วง	Civet bean	พริกไทยดำ	แมคคาเดเมีย	
ฟักทอง	มะเขือเทศ	Lima bean	วุ้นหน้างระเซ่	อะโวคาโด	
Gourd	ยาสูบ	Pea	หอมใหญ่	แอปเปิ้ล	
Honeydew melon		Snap bean	Beet	Citrus	
Muskmelon			Betle	Fig	
Summer squash			Butter	Vanilla	
Winter squash			Carnation		
			Cosmos		
			Flamingo lily		
			Flax		
			Hawthorne		
			Lucerne		
			Oil cloth flower		
			Radish		
			Red bryony		
			Pepino		
			Pimento		
			Pincushion		
			flower		
			Safflower		
			Spinach		
			Swiss chard		
			Turnip		
			Wild hop		

ลักษณะเชื้อรา *Phytophthora capsici*

เชื้อรา *Phytophthora capsici* จัดอยู่ใน

Kingdom: Chromalveolata

Phylum: Heterokontophyta

Class: Oomycetes

Order: Peronosporales

Family: Pythiaceae

Genus: *Phytophthora*

Species: *P. capsici*

(*Phytophthora capsici* :

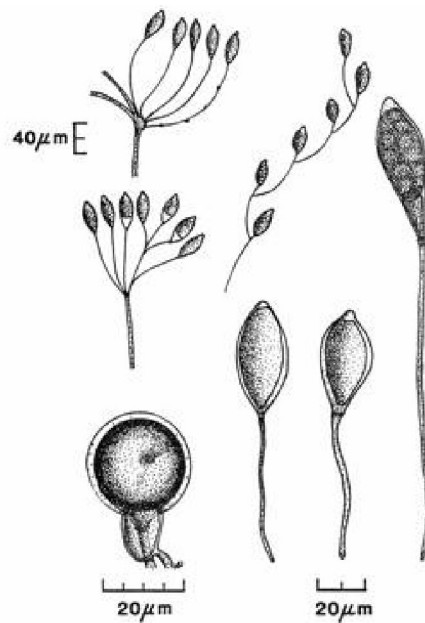
http://en.wikipedia.org/wiki/Phytophthora_capsici)

Oudemans และ Coffey (1991) ได้ศึกษาสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Phytophthora capsici* จำนวน 84 ไอโซเลทโดยการวิเคราะห์ isozyme พบว่าแบ่งออกได้เป็น 3 subgroups โดย subgroups ที่ 1 คือ CAP1 เป็นเชื้อราที่แยกได้จากพืชตระกูลมะเขือ ตระกูลแตง พริกไทยดำ และโกโก้ ส่วน subgroups ที่ 2 (CAP2) เป็นเชื้อราที่แยกได้จากพืชเขตร้อนซึ่งได้แก่ พริกไทยดำ โกโก้ มะละกอ แมคคาเดเมีย และยางพารา และ subgroups ที่ 3 (CAP3) เป็นเชื้อราที่แยกได้จากโกโก้ของประเทศบราซิล หลังจากนั้น Mchau และ Coffey (1995) ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมจาก Oudemans และ Coffey โดยใช้ เชื้อรา 113 ไอโซเลท แต่วิเคราะห์ isozyme โดยใช้ 15 enzymes ซึ่งสามารถแยกได้เป็น 2 subgroups คือ CAPA และ คือ CAPB

เส้นใยของเชื้อรา ไม่มี septum กัน sporangiophores ที่สร้างภายใต้สภาพที่มีแสงมีการแตกแขนงไม่แน่นอนและพบการสร้าง sporangiophores แบบ sympodia เฉพาะในน้ำเท่านั้น ในบางไอโซเลทจะมีการสร้าง sporangiophores รูปร่างคล้ายร่ม (ภาพ 3) สำหรับความยาวของ sporangiophores ไอโซเลทที่แยกได้จากพริกมีความยาวตั้งแต่ 37.5-98.6 μm และไอโซเลทที่แยกได้จากพืชตระกูลแตงมีความยาวตั้งแต่ 31.5-85.3 μm (Ristaino, 1990) sporangium เกิดอยู่บนก้านของ sporangiophores โดย sporangium ส่วนมากเป็นแบบ papillate แต่ในบางกรณีสามารถพบแบบ semipapillate ได้ รูปร่างของ sporangium มีได้หลายแบบเช่นแบบ รูปไข่ (ellipsoid) รูปผลมะนาว (limoniform) รูปกลม (spherical) รูปค่อนข้างกลม (subspherical) รูปกลมรี (broadly ovoid) obturbinate รูปกลมรีคว่ำ (obovoid) รูปกระสวย (fusiform) pyriform และรูปร่างไม่แน่นอน (ภาพ 4) มีขนาดความยาวและกว้างอยู่ระหว่าง 32.8-65.8 $\times$

17.4-38.7 μm อัตราส่วนส่วนความยาวต่อความกว้างตั้งแต่ 1.3:1-2.1:1 (Mchau and Coffey, 1995) สำหรับ chlamydospores นั้น Ristaino (1990) รายงานว่าเชื้อรา *P. capsici* ที่แยกได้จากพริกและพืชตระกูลแตงไม่พบการสร้าง chlamydospores แต่อย่างไรก็ตามก็มีรายงานการพบ chlamydospores ในบางไอโซเลทที่แยกได้จากพริกในประเทศอิหร่าน (Ershad, 1971) และพบการสร้าง chlamydospores ในไอโซเลทที่แยกได้จากพริกไทยดำ โกโก้ และแมคคาเดเมีย (Alizadeh and Tsao, 1985; Uchida and Aragaki, 1985; Tsao, 1991) โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 28-29 μm และมีผนังหนา 2.4-2.7 μm (Tsao, 1991)

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อรา *P. capsici* เป็นแบบ heterothallic ที่ต้องอาศัยเส้นใยต่างชนิดกันหรือต่าง mating type กัน คือ mating type A1 และ mating type A2 มาผสมกันโดยเกิด antheridium และ oogonium (Hausbeck and Lamour, 2004) โดย oogonium เจริญทะลุผ่าน antheridium ขึ้นไปจนพ้นจากนั้นจะพองตัวออกเป็น oogonium ที่มีรูปร่างกลมทำให้ antheridium อยู่ในลักษณะคล้าย collar อยู่ตรงฐานของ oogonium การสัมผัสกันของ oogonium และ antheridium แบบนี้เรียกว่า amphigynous (ภาพ 3) (นุชนารถ, 2537) จากนั้นจึงเกิด meiosis plasmogamy และ karyogamy จนเกิดเป็น oospore ในที่สุด (Wang, 2008) oospore ที่เกิดขึ้นเป็นแบบplerotic ที่มีผนังหนา 2-6 μm (Tsao, 1991) และมีขนาดตั้งแต่ 23.7-34.9 μm ในไอโซเลทที่แยกจากพริก ส่วนในไอโซเลทที่แยกได้จากแตง oospore มีขนาดตั้งแต่ 27.8-34.2 μm (Ristaino, 1990) oospore สามารถมีชีวิตอยู่ในดินได้นานและสามารถอยู่ข้ามฤดูได้



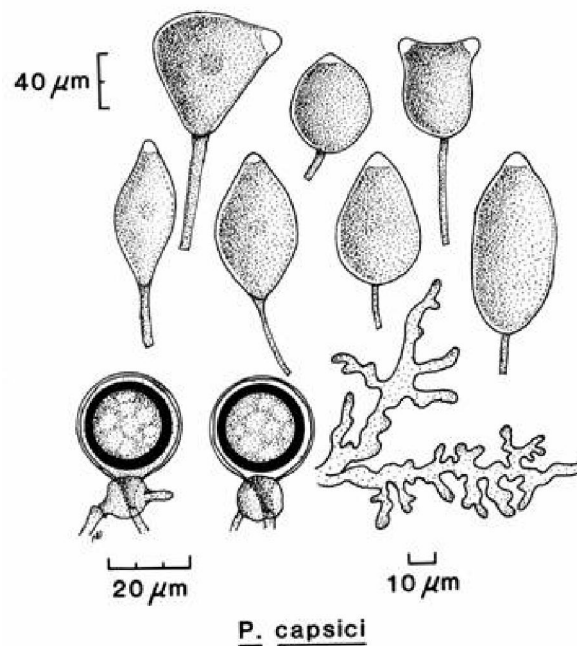
P. capsici (MF4 type)

ภาพ 3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Phytophthora capsici*

แถบบน ลักษณะการสร้าง sporangiophores ที่มีลักษณะคล้ายร่ม และการสร้าง sporangia ออกทางด้านข้างแบบ sympodium

แถบล่าง ซ้าย: ลักษณะของ oogonia ที่มี antheridium ติดเป็น collar อยู่ข้างใต้ที่ฐานของ oogonium โดย antheridium ในลักษณะนี้เรียกว่า เป็นแบบ amphigynous

ขวา: ลักษณะของ pedicels ที่ยาวและ sporangia รูปไข่ (ellipsoid)



ภาพ 4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ spore ของเชื้อรา *Phytophthora capsici*

แถบบน รูปร่างของ papillate และ sporangia

แถบล่าง ซ้าย: ลักษณะของ oogonia ที่มี antheridium มาเกาะที่ด้านข้างของ oogonium ใน ลักษณะของ paragynous

ขวา: ลักษณะของเส้นใยที่เรียกว่า torulose mycelium

ปัจจุบันการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราในกลุ่ม phenylamine ที่ใช้ในการควบคุมเชื้อรา *P. capsici* พบว่าในบางครั้งไม่สามารถใช้ในการควบคุมโรคได้ และหากมีการใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานจะสามารถทำให้เชื้อราเกิดการต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราได้ ส่วนการใช้วิธีการควบคุมโรคโดยชีววิธีก็ยังไม่ค่อยประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร (Miller *et al.*, 2002) ดังนั้นวิธีการจัดการในการควบคุมโรคอีกวิธีหนึ่งคือ การใช้พันธุ์พริกต้านทาน ซึ่งพันธุ์พริกที่มีรายงานว่าต้านทานต่อโรคไหม้จากเชื้อรา *Phytophthora* คือ พันธุ์ USDA PI201234 USDA PI201232 Serrano Criollo de Morelos-331 (SCM 331) และ SCM 334 แต่พันธุ์ SCM 331 และ SCM 334 แสดงระดับความต้านทานต่อเชื้อรา *P. capsici* สูงกว่าพันธุ์ USDA PI201234 และ USDA PI201232 (Black and Berk, 1998; Gil *et al.*, 1992; Gil *et al.*, 1995; Palloix *et al.*, 1988)

การปรับปรุงพันธุ์พริกในต่างประเทศใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมพันธุ์วิธีการต่าง ๆ และใช้ยีนต่าง ที่มีประโยชน์ เช่น ยีนตัวผู้เป็นหมัน ยีนต้านทานโรค ต้านทานแมลง ต้านทาน

ไวรัส และยีนที่ควบคุมลักษณะที่ดีทางพืชสวนมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์ ด้านทานต่อโรครา เช่น โรคใบแห้งที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora capsici* *Xanthomonas campestris* และ *Verticillium dahliae* (เชื้อสองชนิดหลังนี้ไม่มีรายงานว่าพบเข้าทำลายพริกในประเทศไทย) ใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมแบบครบวงจร recurrent selection การผสมกลับและคัดเลือก(selection) เพื่อให้ได้พันธุ์ต่าง ๆ ที่มีความต้านทาน (มณีจันทร์, 2546) ในการปรับปรุงพันธุ์พริกต้านทานต่อเชื้อรา *Phytophthora capsici* เป็นเรื่องที่ยากและมีปัจจัยหลายอย่างโดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะทาง physiological race ซึ่ง Oelke et al. (2003) ได้จำแนก race ของโรคเน่าจากเชื้อ *Phytophthora* ในพริกได้ 9 race และจำแนก race ของโรคใบไหม้ ไว้ 4 race ซึ่งการศึกษาลักษณะ race เป็นสิ่งแรกที่จะต้องทำในการทดลอง สำหรับการปรับปรุงพันธุ์พริกต้านทานต่อเชื้อรา *Phytophthora capsici* Sy et al. (2008) ได้ทำการผสมพันธุ์พริกสายพันธุ์ต้านทานคือ Criollo de Morelos-334 กับพริกสายพันธุ์อ่อนแอ คือ Early Jalopeno เพื่อสร้าง recombinant inbred line และนำไปทดสอบกับเชื้อรา *Phytophthora capsici* 17 ไอโซเลท 13 race เพื่อหาลักษณะพันธุ์กรรมที่ต้านทานต่อโรครากเน่าจากเชื้อรา *Phytophthora* เพื่อพัฒนาเป็นพันธุ์ต้านทานต่อไป

ในโครงการปรับปรุงพันธุ์พืช ต้องเริ่มจากการรวบรวมพันธุ์ที่มีความหลากหลายในลักษณะการแสดงออก โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะทางการเกษตรที่ตลาดต้องการ และความต้านทานต่อโรคและแมลงที่เป็นปัญหาในการผลิตพืชชนิดนั้น แล้วจึงเริ่มแผนงานปรับปรุงพันธุ์ ด้วยการประเมินลักษณะที่ต้องการ แล้วผสมข้ามระหว่างพันธุ์เพื่อสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 จากนั้นจึงเริ่มการถ่ายทอดยีนต้านทานโรคให้แก่พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าด้วยวิธีการปรับปรุงประชากร ซึ่งการผสมกลับไปหาพันธุ์ที่มีลักษณะการเกษตรที่ดีเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ได้ดีในการถ่ายทอดยีนที่ควบคุมลักษณะใดลักษณะหนึ่งให้แก่พันธุ์ที่มีลักษณะโดยทั่วไปดีอยู่แล้วโดยไม่ไปรบกวนพันธุ์กรรมพื้นฐานของพันธุ์นั้นๆ เหมือนวิธีการอื่น และ heterozygosity จะลดลงครึ่งหนึ่งในทุกๆ ชั่วของการผสมกลับ (Poehlman and Sleper, 1994) ทำให้สายพันธุ์ที่ได้ เข้าใกล้การเป็นสายพันธุ์แท้ในเวลาไม่นานนัก อย่างไรก็ตาม ในการปรับปรุงลักษณะต้านทานต่อโรค มีปัจจัยกระทบหลายประการ ได้แก่ เชื้อสาเหตุ สายพันธุ์พืช และ แมลงพาหะในบางกรณี การประเมินลักษณะต้านทานโรคอย่างถูกต้อง จะช่วยให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถถ่ายทอดยีนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังอาจรวมยีนหลักที่มีผลต่อความต้านทานเพื่อให้เกิดเสถียรภาพในการแสดงออก ดังที่มีการศึกษาเพื่อพัฒนาพันธุ์ต้านทานโรคในพืชหลายชนิด เช่น โรคไหม้และโรคขอบใบแห้งในข้าว (Hittalmani et al., 1999; Singh, 1999) โรคไวรัส TuMV (Walsh and Jenner, 2002) การสร้าง

พริกจำลองพันธุ์ที่ต้านทานไวรัส CVbMV (พิสสุวรรณ, 2543) สำหรับการประเมินโรคเหี่ยวจากเชื้อ *Phytophthora* นั้น สามารถทำได้ทั้งในโรงเรือนปลูกพืชและในแปลงทดลอง ด้วยการแยกเชื้อสาเหตุแล้วปลูกเชื้อ (inoculate) ให้แก่ต้นพืช และ/หรือ ปลูกในสภาพที่มีการระบาดของโรคตามธรรมชาติ จากนั้นจึงประเมินการเกิดโรคเหี่ยว ดังที่นักวิจัยหลายท่านได้แสดงขั้นตอนและกระบวนการในรายงานการวิจัย (Mitchell and Rayside, 1986; Thabius *et al.*, 2004; Roberts *et al.*, 2006)

ตามปกติแล้ว แผนงานการปรับปรุงพันธุ์หนึ่งๆ จำเป็นต้องใช้เวลา พื้นที่ และแรงงานมาก เนื่องจากต้องมีการคัดเลือกเพื่อให้ได้ลักษณะที่ต้องการ และทดสอบการแสดงออกในแปลงทดลอง ซึ่งประเมินผลได้จากการแสดงออกของพืชที่มีอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง การใช้เทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาช่วยพัฒนา และวิจัยการผลิตพริกเชิงพาณิชย์ในประเทศไทย จะช่วยให้การปรับปรุงพันธุ์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำยิ่งขึ้น ในระดับมหภาค พันธุ์พริกที่มีคุณภาพดี ผลผลิตสูง และต้านทานต่อโรค จะช่วยให้ไทยสามารถรักษาสถานภาพการส่งออก และช่วยรักษาสินแวดล้อม ในระดับจุลภาคเกษตรกรผู้ปลูกพริกจะได้รับผลตอบแทนที่ดีขึ้น และยังเป็นการกระตุ้นความสนใจในการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีทางด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลในงานปรับปรุงพันธุ์พืช

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การแยกเชื้อราบริสุทธิ์และการรวบรวมเชื้อราบริสุทธิ์

นำตัวอย่างต้นพริกที่แสดงอาการโรคไหม้ที่พบมาทำการแยกเชื้อเพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ ที่ห้องปฏิบัติการโรคพืช อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระรัตนราชสุดาฯ มหาวชิราวุธวิทยาลัย โดยวิธี tissue transplanting โดยตัดเนื้อเยื่อพริกบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อเยื่อปกติและเนื้อเยื่อที่เป็นโรคให้เป็นชิ้นสี่เหลี่ยม ขนาด 3×3 มิลลิเมตร นำไปทำการฆ่าเชื้อที่ผิวโดยแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1-2 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อแล้ว 3-4 ครั้ง ซับชิ้นพืชให้แห้งแล้วนำไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ที่ผสมด้วย rose bengal และ streptomycin เมื่อเส้นใยเชื้อราเจริญออกจากชิ้นพืชจึงตัดปลายเส้นใยของเชื้อรามาไปเลี้ยงบนอาหาร carrot agar (CA) เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป และทำการรวบรวมเชื้อราที่ได้มาจากการแยกเชื้อบริสุทธิ์ จากหน่วยงานของรัฐบาลและเอกชนที่เก็บรวบรวมไว้

2. การศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของเชื้อรา *Phytophthora* sp.

การศึกษาลักษณะโคโลนี

ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร เจาะปลายเส้นใยของเชื้อราที่มีอายุ 7 วันมาเลี้ยงบนอาหาร CA และอาหาร PDA บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง ในที่มืดเป็นเวลา 7 วัน บันทึกลักษณะโคโลนีของเชื้อรา

การวัดขนาด sporangium

นำเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ภายใต้อสงฟลูออเรสเซนส์ เป็นเวลา 7 วัน (เพื่อกระตุ้นให้เชื้อราสร้าง sporangia) มาชุดผิวหน้าอาหารเบา ๆ ลงบนสไลด์แก้วที่หยดสีย้อม acid fuchsin ปิดด้วย cover slip และศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ทำการวัดขนาด sporangium ของเชื้อราด้วย micrometer โดยวัดความกว้าง (breadth) และความยาว (length) ของ sporangium จำนวน 100 sporangia ต่อ ไอโซเลท

3. การศึกษาความสามารถในการต้านทานสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl

ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร เจาะปลายเส้นใยของเชื้อราที่มีอายุ 7 วันมาเลี้ยงบนอาหาร V-8 juice agar ที่เติมสาร metalaxyl 25% WP ที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 100 ppm ตามวิธีการของ Wang (2008) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง ในที่มืดเป็นเวลา 4 วัน สังเกตการเจริญ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีแล้วเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ดังนี้

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเจริญ (Percent Growth; PG) :

$$\frac{\text{ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางในจานอาหารที่ผสมสาร metalaxyl (mm)} - 5 \text{ (mm)}}{\text{ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางในจานอาหารชุดควบคุม (mm)} - 5 \text{ (mm)}} \times 100$$

โดยประมาณค่าการเจริญดังนี้ Wang (2008)

การเจริญของโคโลนี 0 – 10 % = อ่อนแอ (metalaxyl – sensitive (MS))

การเจริญของโคโลนี 10 – 60 % = ค่อนข้างต้านทาน (metalaxyl – intermediate (MI))

การเจริญของโคโลนี > 60 % = ต้านทาน (metalaxyl – resistant (MR))

4. การประเมินพันธุ์พริกเพื่อคัดเลือกพันธุ์พริกที่อ่อนแอ และต้านทานต่อเชื้อรา

Phytophthora sp.

การเตรียมกล้าพันธุ์พริก

พันธุ์พริกที่ใช้ในการทดสอบพันธุ์ที่อ่อนแอได้แก่ พจ 0054 พจ 007 พจ 2-2-1-1

พจ 5-3-1-1 พจ 16-1-1-1 พจ 18-1-1-1 C 490048 C 490049 C 490075

พจ 0054-1 พจ 0054-2 พจ 007-1 พจ 007-2 พจ 5-3-1-1-3 พจ 18-1-1-1

พจ 18-1-1-3 พจ 0077-1 พจ 0077-2 พจ 5-3-1-1-1 พจ 18-1-1-1-2

พจ 18-1-1-1-3 พจ 18-1-1-1-4

พันธุ์พริกที่ใช้ในการในการทดสอบพันธุ์ที่ต้านทาน ได้แก่ CM 334-2 CM 334-3

CM 334-4 TIT 1 Paris TIT 2 Paris TIT 3 Paris TIT 4 Paris TIT 5 Paris TIT 6

Paris

นำเมล็ดพันธุ์พริกที่ใช้ในการทดสอบพันธุ์ที่อ่อนแอและต้านทานมาเพาะในถาด หลุมจนต้นกล้าพริกมีอายุประมาณ 1 เดือนจึงพร้อมนำมาทดสอบ

การเตรียม zoospore suspension

เลี้ยงเชื้อรา *Phytophthora* sp. แต่ละไอโซเลทในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ CA โดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ที่ลนไฟฆ่าเชื้อแล้วตัดเส้นใยเชื้อราบริเวณขอบโคโลนี มาวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อรา 2 จุด โดยห่างจากขอบจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้านละ 2.5 เซนติเมตร นำไปไว้ในภาชนะที่แสงฟลูออเรสเซนต์ เป็นเวลา 5-7 วัน เพื่อกระตุ้นให้เชื้อราสร้าง sporangia จากนั้นจึงตัดแบ่งครึ่งเชื้อรา แล้วย้ายลงอีกจานอาหาร แล้วจึงตัดชิ้นวุ้นให้มีขนาด 5×5 มิลลิเมตร นำน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้วปริมาณ 30 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เชื้อขึ้นวุ้นให้กระจายในน้ำกลั่น แล้วจึงนำไปวางภาชนะที่แสงฟลูออเรสเซนต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงย้ายไปไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้วจึงนำออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาทีจึงดูดน้ำในจานอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ในขวดปิดฝาแล้วเก็บไว้ในตู้เย็น หลังจากนั้นทำการวัดความเข้มข้นของ zoospore suspension โดยใช้ haemocytometer ปรับความเข้มข้นของ zoospore suspension ให้ได้ 10^4 zoospore / ml เพื่อนำไปใช้ในการปลูกเชื้อต่อไป

การปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp.

นำ zoospore suspension ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่ความเข้มข้น 10^4 zoospore/ml ที่เตรียมไว้แล้วไปปลูกเชื้อกับต้นกล้าพริกในถาดหลุม โดยใช้ syringe ขนาด 5 ml หยดลงบริเวณโคนต้นกล้าพริกอายุ 1 เดือน ต้นละ 5 ml หลังจากนั้นทำการบันทึกผลทุก 2 วันเพื่อประเมินพื้นที่อเนกอนแอ โดยให้คะแนนความรุนแรงของโรคเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ 0 = ไม่แสดงอาการ

ระดับ 1 = ลำต้นมีแผล necrosis 1-10 % บริเวณที่ต่ำกว่า cotyledon หรือเริ่มเหี่ยว

ระดับ 2 = ลำต้นมีแผล necrosis 11-50 % บริเวณที่ต่ำกว่า cotyledon หรือเหี่ยว

ระดับ 3 = ลำต้นมีแผล necrosis 51-100 % บริเวณที่ต่ำกว่า cotyledon หรือใบร่วง

ระดับ 4 = ลำต้นมีแผล necrosis เหนือบริเวณ cotyledon หรือพืชตาย

5. การประเมินลักษณะทางฟีโนไทป์ด้านความรุนแรงของการเกิดโรค (Pathotype identification)

การตรวจสอบ Pathotype โดยใช้พันธุ์พืชตรวจสอบ (differential cultivars) จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ PI 201234 PBC 137 PBC 602 และ Early Cal Wonder (EC) โดยใช้กล้าพริกอายุประมาณ 1 เดือนทั้ง 4 พันธุ์มาปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. 7 ไส้เลทโดยใช้ zoospore suspension ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่ความเข้มข้น 10^4 zoospore/ml หยดบริเวณโคนต้น ต้นละ 5 ml หลังจากนั้นทำการบันทึกผลทุก 2 วัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูล Pathotype identification ของ AVRDC ตามตาราง 2 พันธุ์พริกที่ใช้ในการตรวจสอบ Pathotype นี้ได้รับเมล็ดมาจาก Asian Vegetable Research & Development Center (AVRDC) ประเทศไต้หวัน

ตาราง 2 ปฏิกริยาของพันธุ์พืชตรวจสอบ Pathotype ต่อเชื้อรา *Phytophthora capsici*

Line no.	Pathotype1	Pathotype2	Pathotype3
Early Cal Wonder	S	S	S
PBC 137	R	S	S
PBC 602	R	R	S
PI 201234	R	R	R

S = อ่อนแอต่อเชื้อรา *P. capsici* R = ต้านทานต่อเชื้อรา *P. capsici*

6. การผสมพันธุ์พริก

นำเมล็ดพันธุ์พริกที่ได้จากการประเมินพันธุ์พริกอ่อนแอต่อเชื้อรา *P. capsici* ซึ่งได้แก่ พันธุ์พริก พจ 5-3-1-1-1 และ พจ 5-3-1-1-3 เป็นสายพันธุ์ต้นแม่ และพันธุ์พริก ต้านทานต่อเชื้อรา *P. capsici* ซึ่งได้แก่ พันธุ์พริก CM 334-2 CM 334-3 และ CM 334-4 เป็นสายพันธุ์ต้นพ่อ มาเพาะเมล็ดเพื่อเตรียมทำการผสมพันธุ์พริกให้ได้ลูกผสมที่มีความต้านทานต่อโรคเหมือนต้นพ่อและมีลักษณะดีเหมือนต้นแม่ เมื่อต้นพริกเริ่มออกดอกจึงทำการนำเอาเกสรตัวผู้ในดอกของต้นแม่ทิ้งไปแล้วห่อดอกด้วย紗ลึบบาง ๆ โดยทำในตอนเย็น ในตอนเช้าจึงนำเอาเกสรตัวผู้จากต้นพ่อมาผสมกับเกสรตัวเมียของดอกพริกที่เอาเกสรตัวผู้ออกแล้วแล้วห่อดอกด้วย紗ลึบบาง ๆ ติดป้ายบอกคู่ผสมและวันที่ทำการผสม

ผลการทดลอง

1. การแยกเชื้อราบริสุทธิ์และการรวบรวมเชื้อราบริสุทธิ์

จากการแยกเชื้อราจากตัวอย่างต้นพริกที่แสดงอาการพบว่าเป็นเชื้อรา *Phytophthora* sp. ซึ่งเป็นสาเหตุโรคไหม้ของพริกโดยพบเส้นใยสีขาวเจริญออกมาจากชั้นพืชในอาหารเลี้ยงเชื้อจึงทำการตัดปลายเส้นใยของเชื้อราย้ายไปเลี้ยงบนอาหาร CA เมื่อได้เชื้อราบริสุทธิ์จึงทำการเก็บรวบรวมเชื้อราแต่ละไอโซเลทไว้ในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ (slant) โดยเชื้อราที่แยกได้จากตัวอย่างต้นพริกที่แสดงอาการของโรคมี 5 ไอโซเลท ได้แก่ เชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลทขุนวาง ไอโซเลทโป่งแยง ไอโซเลทแม่สวด ไอโซเลทหนองหอย ไอโซเลทดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 ส่วนอีก 7 ไอโซเลท นั้นได้รับความอนุเคราะห์จากหน่วยงานราชการและเอกชนต่าง ๆ ได้แก่ ไอโซเลทเชียงราย ได้จากศูนย์วิจัยพืชสวน เชียงราย ไอโซเลทโป่งแยง มช. ได้จากภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ไอโซเลทแม่สาใหม่ มาจากมูลนิธิโครงการหลวง ไอโซเลท PLM และ PSM ได้จากกรมวิชาการเกษตร ไอโซเลทตาก ไอโซเลทฮอด มาจากบริษัทเจียไต๋ จำกัด

2. การศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของเชื้อรา *Phytophthora* sp.

2.1 การศึกษาลักษณะโคโลนี

จากการศึกษาลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora* sp. แต่ละไอโซเลทบนอาหารเลี้ยงเชื้อ CA และ PDA พบว่าลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ทั้ง 8 ไอโซเลทบนอาหารเลี้ยงเชื้อ CA ค่อนข้างเจริญเรียบไปบนหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ และพบลักษณะรูปแบบของโคโลนี (culture pattern) เป็นแฉกคล้ายรูปดอกรักเร่ หรือรูปดาว (stellate growth pattern) หรือดอกกุหลาบ (rosette pattern) ในบางไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลทขุนวาง ไอโซเลทตาก และไอโซเลทดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 (ตาราง 3) โดยไอโซเลทดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 พบลักษณะรูปแบบของโคโลนีเป็นแฉกคล้ายรูปดอกรักเร่ หรือรูปดาว (stellate growth pattern) หรือดอกกุหลาบ (rosette pattern) ชัดเจนมากกว่า ไอโซเลทขุนวาง และ ไอโซเลทตาก ส่วนลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA นั้นพบว่าเชื้อรา *Phytophthora* sp. ทั้ง 8 ไอโซเลท มีการเจริญที่ค่อนข้างฟูมากกว่าบนอาหาร CA และพบลักษณะรูปแบบของโคโลนี (culture pattern) เป็นแฉกคล้ายรูปดอกรักเร่ หรือรูปดาว (stellate growth pattern) หรือดอกกุหลาบ (rosette pattern) ได้ชัดเจนและพบมากกว่าเชื้อรา

Phytophthora sp. ที่เลี้ยงบนอาหาร CA โดยพบลักษณะรูปแบบของโคโลนี (culture pattern) เป็นแฉกคล้ายรูปดอกรักเร่ หรือรูปดาว (stellate growth pattern) หรือดอกกุหลาบ (rosette pattern) ในไอโซเลทขุนวาง ตาก ปังแยง แม่สอ และไอโซเลทดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 (ตาราง 3) โดยพบลักษณะรูปแบบของโคโลนีเป็นแฉกคล้ายรูปดอกรักเร่ หรือรูปดาว (stellate growth pattern) หรือดอกกุหลาบ (rosette pattern) ชัดเจนมาก 3 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลทขุนวาง แม่สอ และไอโซเลทดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 และพบลักษณะรูปแบบของโคโลนีเป็นแฉกคล้ายรูปดอกรักเร่ หรือรูปดาว (stellate growth pattern) หรือดอกกุหลาบ (rosette pattern) ชัดเจนปานกลาง 2 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลทตาก และไอโซเลทปังแยง

ตาราง 3 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora* sp. 8 ไอโซเลท บนอาหารเลี้ยงเชื้อ CA และ PDA ที่อายุ 7 วัน

ไอโซเลท	ลักษณะโคโลนีบนอาหาร			
	ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CA		PDA	
	รูปแบบ	ความฟู ²	รูปแบบ	ความฟู
	rosette pattern ¹		rosette pattern	
ขุนวาง	1	1	2	2
เชียงราย	0	1	0	2
ตาก	1	1	1	2
โป่งแยง	0	1	1	2
โป่งแยง มช.	0	1	0	2
แม่สลด	0	1	2	2
ฮอด	0	1	0	2
ดอยอินทนนท์ 4.2-2-1	2	1	2	2

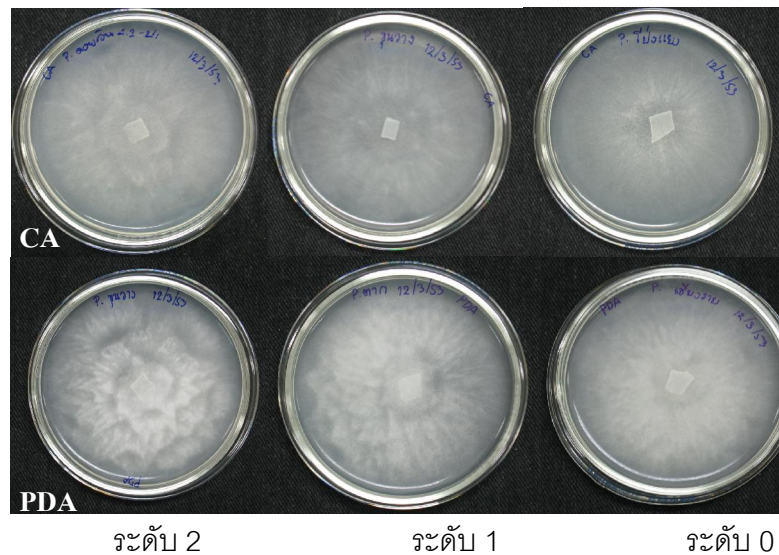
¹ ระดับคะแนนความชัดเจนของโคโลนีเป็นรูปแบบ rosette pattern โดยกำหนดให้

0 = ไม่พบรูปแบบ rosette pattern 1 = พบรูปแบบ rosette pattern ชัดเจนปานกลาง

2 = พบรูปแบบ rosette pattern ชัดเจนมาก (ภาพ 5)

² ระดับคะแนนความฟูของเส้นใยเชื้อรา *Phytophthora* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อโดย

กำหนดให้ 1= เจริญเรียบไปบนผิวอาหาร 2= ค่อนข้างฟู และ 3= ฟูมากบนอาหารเลี้ยงเชื้อ



ภาพ 5 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ CA และ PDA โดย กำหนดระดับความชัดเจนของโคโลนีที่เป็นรูปแบบ rosette pattern ไว้ 3 ระดับดังนี้

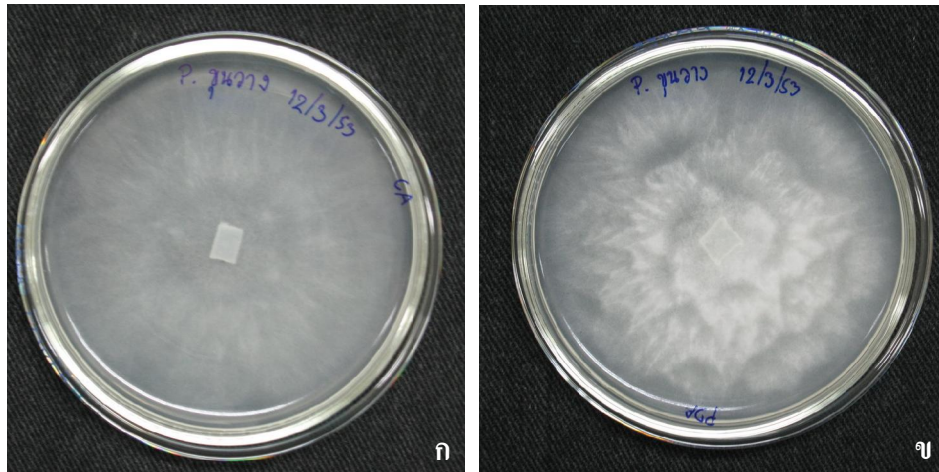
ระดับ 0 = ไม่พบรูปแบบ rosette pattern

ระดับ 1 = พบรูปแบบ rosette pattern ชัดเจนปานกลาง

ระดับ 2 = พบรูปแบบ rosette pattern ชัดเจนมาก

ไอโซเลทขุนวาง

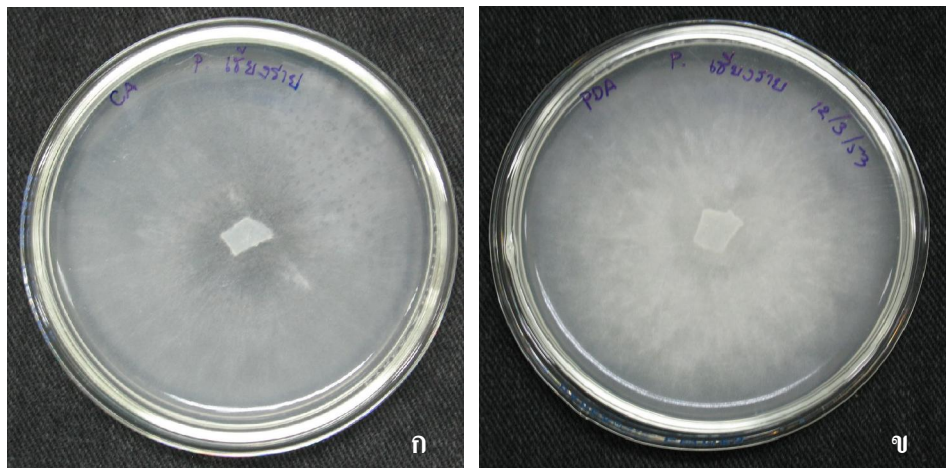
ลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร CA มีสีขาว ค่อนข้างเรียบไปบนหน้าอาหาร การเจริญของเส้นใยไม่ค่อยหนาแน่น (ภาพ 6 ก) เมื่อเปรียบเทียบกับโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ส่วนลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร PDA มีสีขาว ค่อนข้างฟู และเหนียว การเจริญของเส้นใยทำให้เกิดลักษณะรูปแบบของโคโลนี (culture pattern) เป็นแฉกคล้ายรูปดอกกรักเร่ หรือรูปดาว (stellate growth pattern) หรือดอกกุหลาบ (rosette pattern) (ภาพ 6 ข)



ภาพ 6 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลทพุนาวบนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)

ไอโซเลทเชียงราย

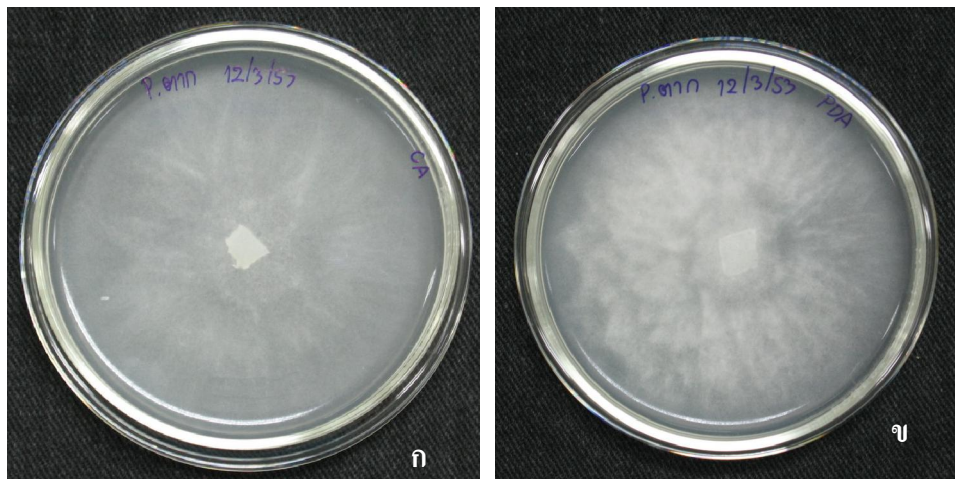
ลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร CA มีสีขาว ค่อนข้างเรียบไปบนหน้าอาหาร การเจริญของเส้นใยไม่ค่อยหนาแน่น (ภาพ 7 ก) เมื่อเปรียบเทียบกับโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ส่วนลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร PDA มีสีขาว ค่อนข้างฟูและเหนียว การเจริญของเส้นใยเห็นลักษณะรูปแบบของโคโลนี (culture pattern) เป็นแจกคล้ายรูปดอกกรักรักร หรือรูปดาว (stellate growth pattern) หรือดอกกุหลาบ (rosette pattern) ไม่ชัดเจน (ภาพ 7 ข)



ภาพ 7 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลทเชียงรายบนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)

ไอโซเลทตาก

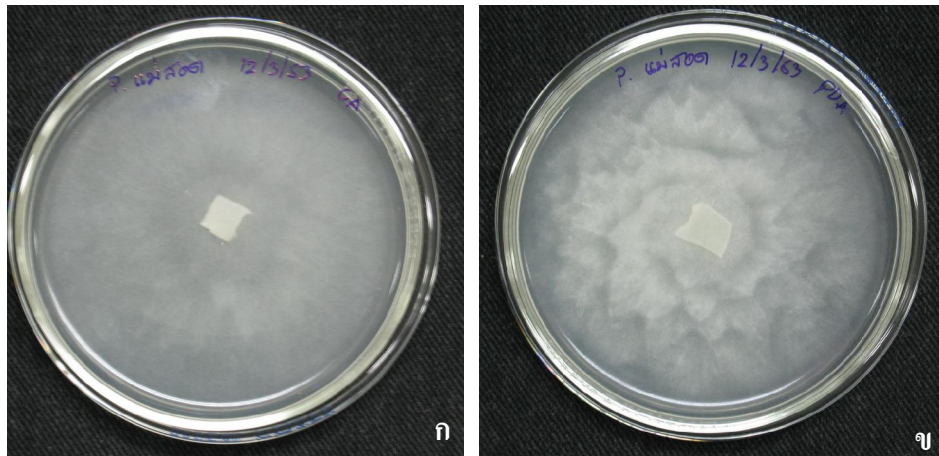
ลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร CA มีสีขาว ค่อนข้างเรียบไปบนหน้าอาหาร การเจริญของเส้นใยไม่ค่อยหนาแน่น (ภาพ 8 ก) เมื่อเปรียบเทียบกับโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ส่วนลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร PDA มีสีขาว ค่อนข้างฟูและเหนียว การเจริญของเส้นใยทำให้เกิดลักษณะรูปแบบของโคโลนี (culture pattern) เป็นແຈກຄ້າຍຮູບດອກກັກຣ໌ ຫຼືຮູບດາວ (stellate growth pattern) ຫຼືຮອດອກກຸ່ມລາບ (rosette pattern) (ภาพ 8 ข)



ภาพ 8 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลทตากบนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)

ไอโซเลทแม่สอด

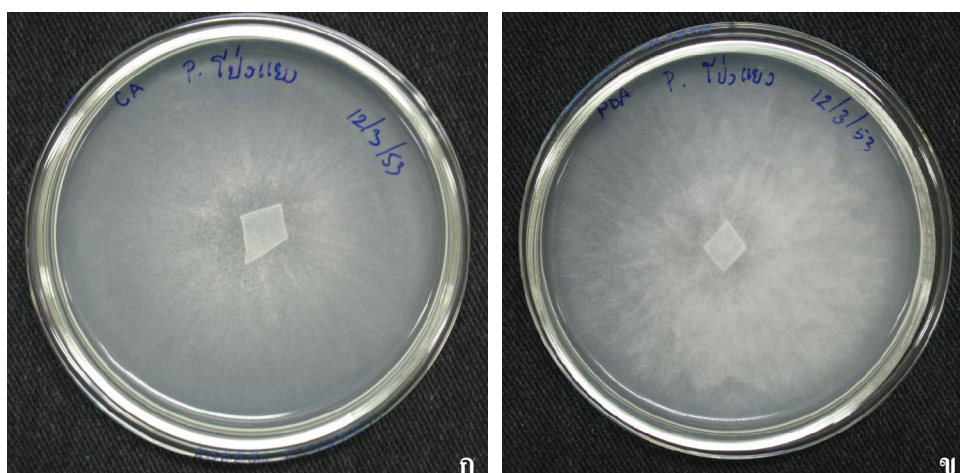
ลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร CA มีสีขาว ค่อนข้างเรียบไปบนหน้าอาหาร การเจริญของเส้นใยไม่ค่อยหนาแน่น (ภาพ 9 ก) เมื่อเปรียบเทียบกับโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ส่วนลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร PDA มีสีขาว ค่อนข้างฟูและเหนียว การเจริญของเส้นใยทำให้เกิดลักษณะรูปแบบของโคโลนี (culture pattern) เป็นແຈກຄ້າຍຮູບດອກກັກຣ໌ ຫຼືຮູບດາວ (stellate growth pattern) ຫຼືຮອດອກກຸ່ມລາບ (rosette pattern) (ภาพ 9ข)



ภาพ 9 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไส้เลทแม่สอดบนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)

ไส้เลทโป่งแยง

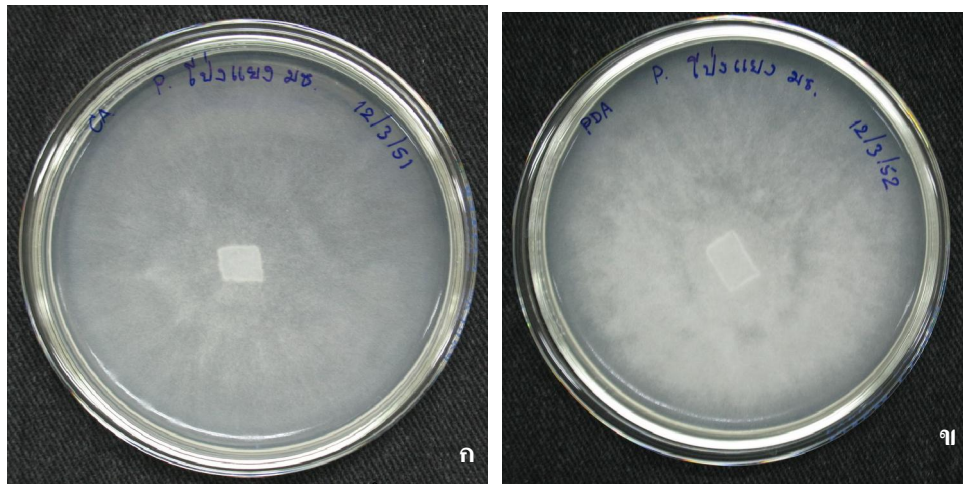
ลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร CA มีสีขาว ค่อนข้างเรียบไปบนหน้าอาหาร การเจริญของเส้นใยไม่ค่อยหนาแน่น (ภาพ 10 ก) เมื่อเปรียบเทียบกับโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ส่วนลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร PDA มีสีขาว ค่อนข้างฟูและเหนียว การเจริญของเส้นใยทำให้เกิดลักษณะรูปแบบของโคโลนี (culture pattern) เป็นแฉกคล้ายรูปดอกกรักรั้ว หรือรูปดาว (stellate growth pattern) หรือดอกกุหลาบ (rosette pattern) (ภาพ 10 ข)



ภาพ 10 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไส้เลทโป่งแยงบนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)

ไอโซเลทโป่งแยง มช.

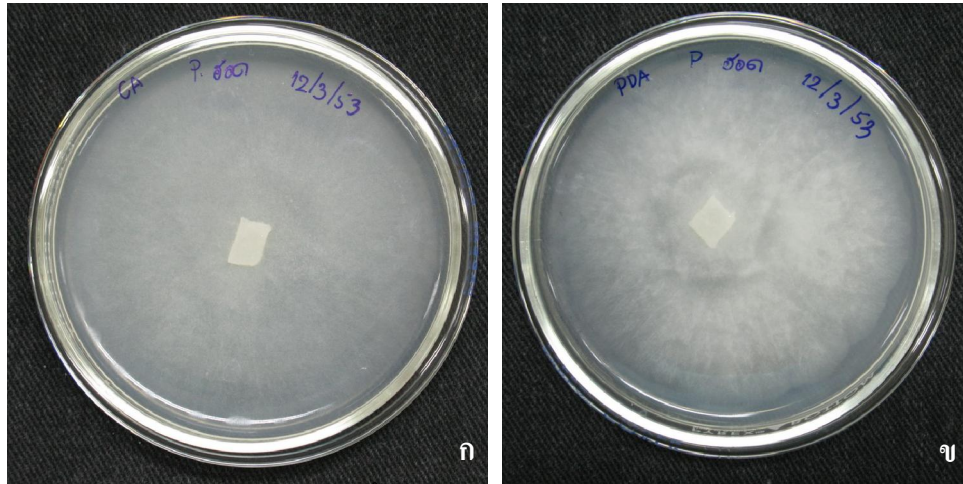
ลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร CA มีสีขาว ค่อนข้างเรียบไปบนหน้าอาหาร การเจริญของเส้นใยไม่ค่อยหนาแน่น (ภาพ 11 ก) เมื่อเปรียบเทียบกับโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ส่วนลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร PDA มีสีขาว ค่อนข้างฟูและเหนียว การเจริญของเส้นใยมองเห็นลักษณะรูปแบบของโคโลนี (culture pattern) เป็นแฉกคล้ายรูปดอกกรักรั้ว หรือรูปดาว (stellate growth pattern) หรือดอกกุหลาบ (rosette pattern) ไม่ชัดเจน (ภาพ 11 ข)



ภาพ 11 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลทโป่งแยง มช. บนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)

ไอโซเลทฮอด

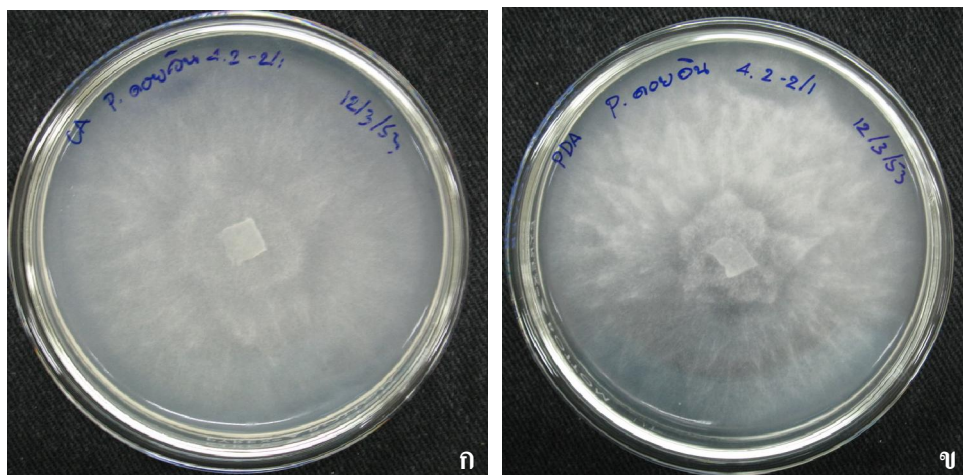
ลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร CA มีสีขาว ค่อนข้างเรียบไปบนหน้าอาหาร การเจริญของเส้นใยไม่ค่อยหนาแน่น (ภาพ 12 ก) เมื่อเปรียบเทียบกับโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ส่วนลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร PDA มีสีขาว ค่อนข้างฟูและเหนียว การเจริญของเส้นใยทำให้เกิดลักษณะรูปแบบของโคโลนี (culture pattern) เป็นแฉกคล้ายรูปดอกกรักรั้ว หรือรูปดาว (stellate growth pattern) หรือดอกกุหลาบ (rosette pattern) ไม่ชัดเจน (ภาพ 12 ข)



ภาพ 12 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลตฮอดบนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)

ไอโซเลตดอยอินทนนท์ 4.2-2/1

ลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร CA มีสีขาว ค่อนข้างเรียบไปบนหน้าอาหาร การเจริญของเส้นใยไม่ค่อยหนาแน่น (ภาพ 13 ก) เมื่อเปรียบเทียบกับโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ส่วนลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหาร PDA มีสีขาว ค่อนข้างฟูและเหนียว การเจริญของเส้นใยทำให้เกิดลักษณะรูปแบบของโคโลนี (culture pattern) เป็นแฉกคล้ายรูปดอกกรักเร่ หรือรูปดาว (stellate growth pattern) หรือดอกกุหลาบ (rosette pattern) (ภาพ 13 ข)



ภาพ 13 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลตดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 บนอาหาร CA (ก) และอาหาร PDA (ข)

2.2 การวัดขนาด sporangium

ผลการศึกษาลักษณะรูปร่าง และขนาดของ sporangium ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. แต่ละไอโซเลท (ตาราง 4) พบว่ามีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ คือ แบบผลมะนาว รูปไข่ รูปไข่คว่ำ (obovoid) รูปกลม และรูปร่างไม่แน่นอน โดยไอโซเลทขุนวางพบ sporangium มีลักษณะแบบผลมะนาว รูปไข่ และรูปกลม (ภาพ 14) ไอโซเลทเชียงราย (ภาพ 15) โป่งแยง (ภาพ 17) และแม่สอด (ภาพ 19) พบ sporangium มีลักษณะแบบผลมะนาว รูปไข่ รูปกลม และรูปร่างไม่แน่นอน ไอโซเลทตากพบ sporangium มีลักษณะแบบผลมะนาว รูปไข่ รูปกลม และรูปไข่คว่ำ (obovoid) (ภาพ 16) ไอโซเลทโป่งแยง มช. พบ sporangium มีลักษณะแบบผลมะนาว รูปไข่ และรูปร่างไม่แน่นอน (ภาพ 18) ไอโซเลทหาดพบ sporangium มีลักษณะแบบผลมะนาว รูปไข่ รูปไข่คว่ำ (obovoid) รูปกลม และรูปร่างไม่แน่นอน (ภาพ 20)

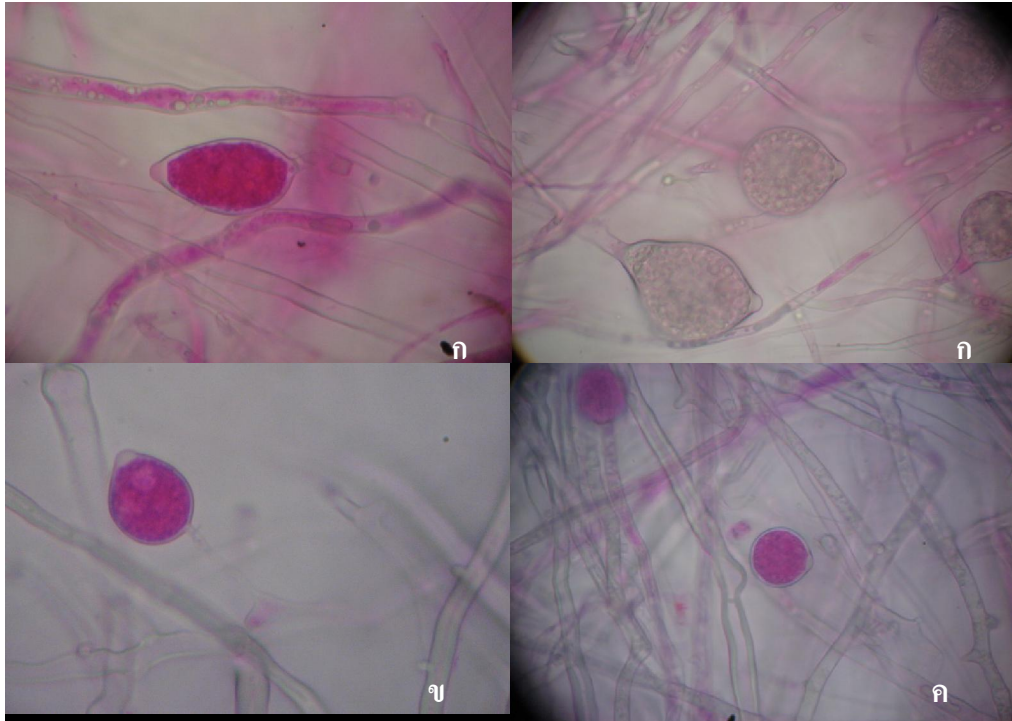
ตาราง 4 ลักษณะขนาดของ sporangium ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. 7 ไอโซเลท

ไอโซเลท	ขนาดของ sporangium ¹ (µm)		อัตราส่วน ยาว:กว้าง (L:B)
	ยาว (length)	กว้าง (breadth)	
ขุนวาง	34.38	26.26	1.30:1
เชียงราย	29.57	21.28	1.38:1
ตาก	30.08	22.21	1.35:1
โป่งแยง	31.03	22.25	1.39:1
โป่งแยง มช.	36.62	25.85	1.41:1
แม่สอด	29.84	22.45	1.32:1
หาด	37.13	23.86	1.55:1

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 100 sporangium

เชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลทขุนวาง

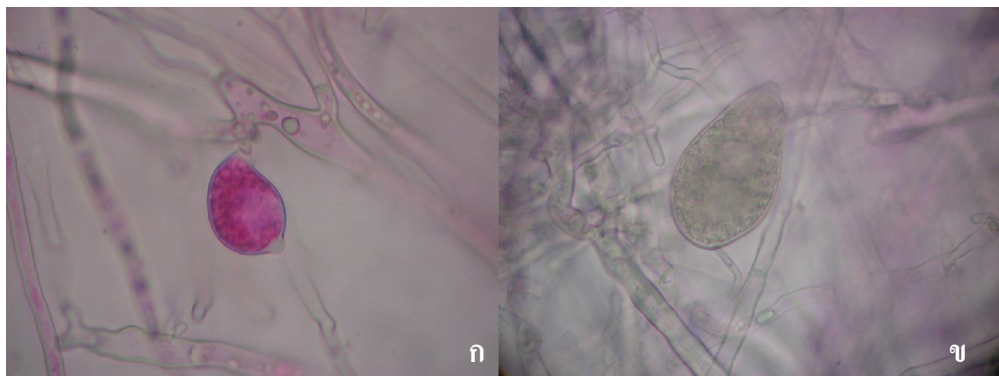
พบว่าเชื้อราสร้าง sporangium ได้หลายแบบ คือ แบบผลมะนาว รูปไข่ และกลม ที่มีขนาดตั้งแต่ $14.53-40.09 \times 17.01-55.89 \mu\text{m}$ และไม่พบการสร้าง Chlamydospore

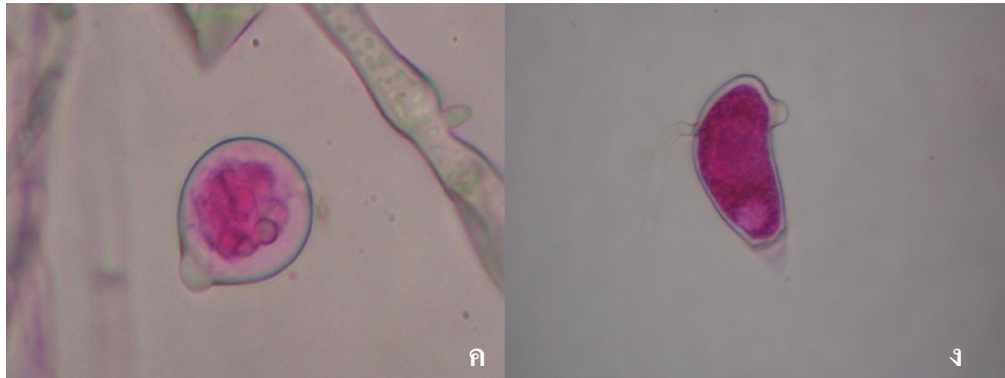


ภาพ 14 ลักษณะรูปร่างของ sporangium แบบผลมะนาว (ก) รูปไข่ (ข) และกลม (ค) ของเชื้อรา *Phytophthora* sp.ไอโซเลทขุนวาง

เชื้อรา *Phytophthora* sp.ไอโซเลทเชียงราย

พบว่าเชื้อราสร้าง sporangium ได้หลายแบบ คือ แบบผลมะนาว รูปไข่ กลม และรูปร่างไม่แน่นอน ที่มีขนาดตั้งแต่ $9.72-38.88 \times 13.36-60.75 \mu\text{m}$ และไม่พบการสร้าง Chlamydospore





ภาพ 15 ลักษณะรูปร่างของ sporangium แบบผลมะนาว (ก) รูปไข่ (ข) กลม (ค) และ
รูปร่าง ไม่นแน่นอน (ง) ของเชื้อรา *Phytophthora* sp.ไอโซเลทเชียงใหม่ราย

เชื้อรา *Phytophthora* sp.ไอโซเลทตาก

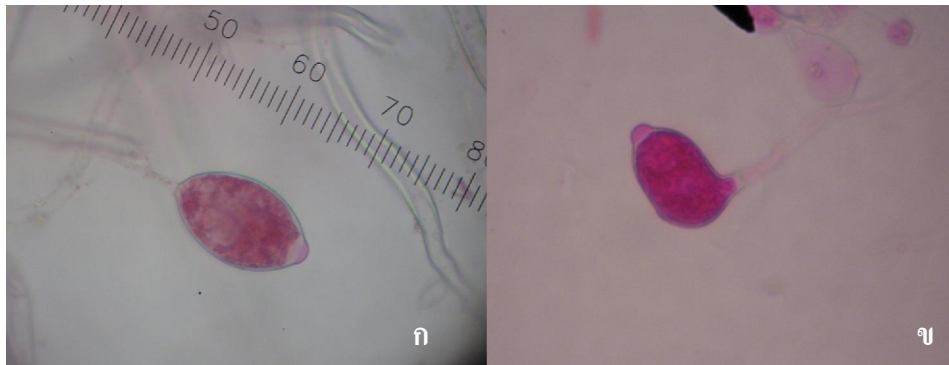
พบว่าเชื้อราสร้าง sporangium ได้หลายแบบ คือ แบบรูปไข่คว่ำ (obovoid) แบบผลมะนาว รูปไข่ และกลม ที่มีขนาดตั้งแต่ $8.50-31.59 \times 13.36-46.17 \mu\text{m}$ และไม่พบการสร้าง Chlamydospore



ภาพ 16 ลักษณะรูปร่างของ sporangium แบบรูปไข่คว่ำ (obovoid) ที่มี 2 papilla (ก)
แบบผล มะนาว (ข) กลม (ค) และ Intercalary swelling บน sporangiophore (ง)
ที่ลูกศรชี้ ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลทตาก

เชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลทโป่งแยง

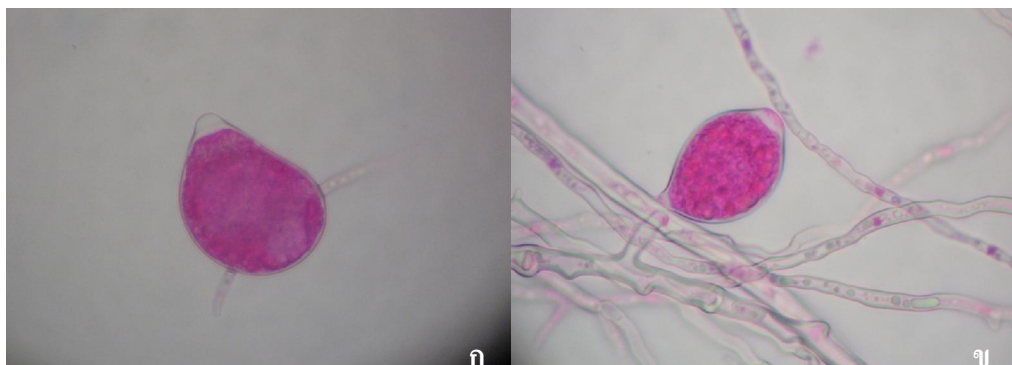
พบว่าเชื้อราสร้าง sporangium ได้หลายแบบ คือ แบบผลมะนาว รูปไข่ รูปกลม และ
รูปร่างไม่แน่นอน ที่มีขนาดตั้งแต่ $12.15-32.80 \times 17.01-52.25 \mu\text{m}$ และไม่พบการสร้าง
Chlamydospore



ภาพ 17 ลักษณะรูปร่างของ sporangium แบบผลมะนาว (ก) และรูปร่าง ไม่แน่นอน (ข)
ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลทโป่งแยง

เชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลทโป่งแยง มช

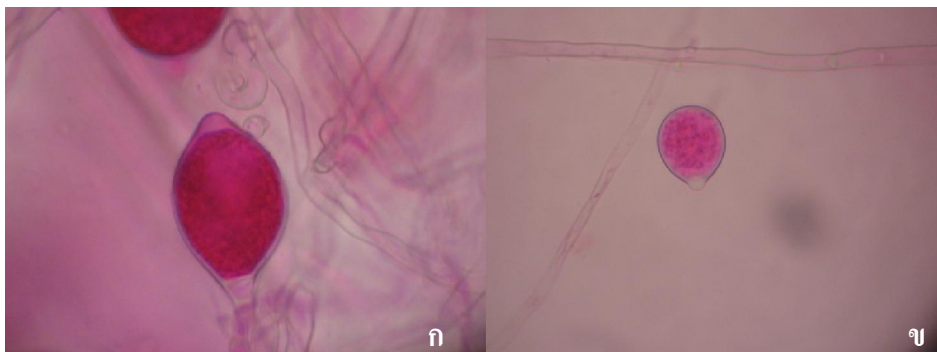
พบว่าเชื้อราสร้าง sporangium ได้หลายแบบ คือ แบบผลมะนาว รูปไข่ และรูปร่างไม่
แน่นอน ที่มีขนาดตั้งแต่ $14.58-36.45 \times 24.3-55.89 \mu\text{m}$ และไม่พบการสร้าง
Chlamydospore



ภาพ 18 ลักษณะรูปร่างของ sporangium แบบไม่แน่นอน (ก) และแบบผลมะนาว (ข) ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลตโป่งแยง มช.

เชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลตแม่สด

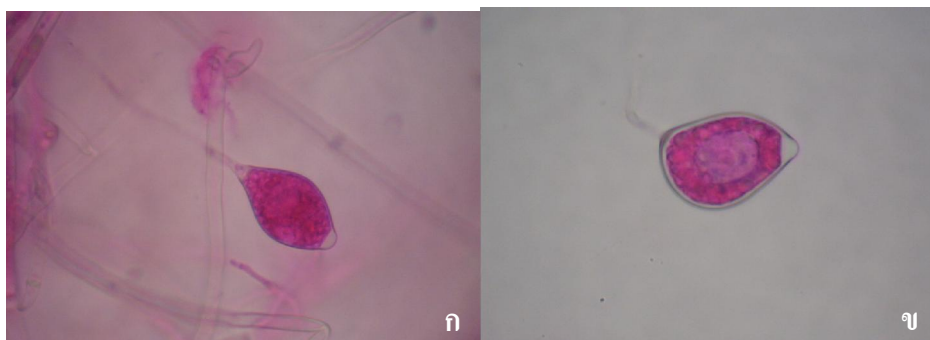
พบว่าเชื้อราสร้าง sporangium ได้หลายแบบ คือ แบบผลมะนาว รูปไข่ รูปกลม และรูปร่างไม่แน่นอน ที่มีขนาดตั้งแต่ $14.58-31.59 \times 18.23-38.89 \mu\text{m}$ และไม่พบการสร้าง Chlamydospore

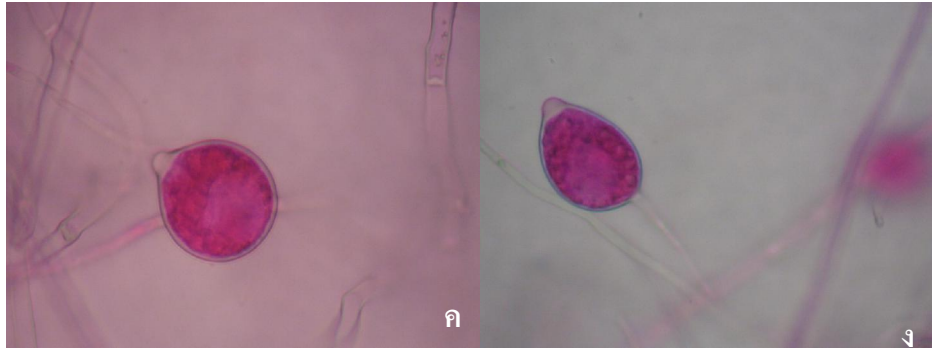


ภาพ 19 ลักษณะรูปร่างของ sporangium แบบผลมะนาว (ก) และแบบกลม (ข) ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลตแม่สด

เชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลตสด

พบว่าเชื้อราสร้าง sporangium ได้หลายแบบ คือ แบบผลมะนาว รูปไข่ แบบรูปไข่คว่ำ (obovoid) รูปกลม และรูปร่างไม่แน่นอนที่มีขนาดตั้งแต่ $12.15-38.89 \times 17.01-68.04 \mu\text{m}$ และไม่พบการสร้าง Chlamydospore





ภาพ 20 ลักษณะรูปร่างของ sporangium แบบผลมะนาว (ก) แบบไม่แน่นอน (ข) แบบกลม (ค) และแบบรูปไข่ (ง) ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลทฮอด

3. การศึกษาความสามารถในการต้านทานสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl

จากการทดสอบความสามารถในการต้านทานสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm พบว่ามีเชื้อรา *Phytophthora* sp. 10 ไอโซเลทมีความสามารถในการต้านทานสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl จัดอยู่ในระดับค่อนข้างต้านทาน (metalaxyl – intermediate (MI)) โดยไอโซเลทแม่ฮอด (ภาพ 22 จ) มีค่าเฉลี่ยการเจริญสูงสุด คือ 57.77 % (ตาราง 5) ซึ่งแตกต่างกับทุกไอโซเลทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99% ส่วนอีก 1 ไอโซเลทคือไอโซเลทแม่สาใหม่ (ภาพ 23 ข) จัดอยู่ในระดับอ่อนแอต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl โดยมีค่าเฉลี่ยการเจริญต่ำสุด คือ 6.07 %

สำหรับการทดสอบความสามารถในการต้านทานสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm พบว่ามีเชื้อรา *Phytophthora* sp. 6 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท เชียงราย (ภาพ 21 ข) ไอโซเลท ฮอด (ภาพ 22 ฉ) ไอโซเลทแม่สาใหม่ ไอโซเลทหนองหอย 1-5 (ภาพ 23 ฉ) ไอโซเลท PLM (ภาพ 24 ฉ) และ ไอโซเลท PSM (ภาพ 24 ก) มีความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl จัดอยู่ในระดับอ่อนแอ โดยที่ไอโซเลทหนองหอย 1-5 มีเปอร์เซ็นต์การเจริญน้อยที่สุดคือ 2.05% ส่วนเชื้อรา *Phytophthora* sp. 5 ไอโซเลทที่จัดอยู่ในระดับ ค่อนข้างต้านทาน (metalaxyl – intermediate (MI)) ต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ได้แก่ ไอโซเลทขุนวาง (ภาพ 21 ก) ไอโซเลทตาก (ภาพ 21 ค) ไอโซเลทโป่งแยง (ภาพ 22 ง) ไอโซเลทแม่ฮอด และไอโซเลทดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 (ภาพ 23 ข) โดยที่ ไอโซเลทแม่ฮอดมีค่าเฉลี่ยการเจริญสูงสุดคือ 27.43% ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับไอโซเลทโป่งแยงแต่มีความแตกต่างกับไอโซเลทขุนวาง เชียงราย ทาก ฮอด ดอยอินทนนท์ 4.2-2/1

แม่สาใหม่ หนองหอย 1-5 PLM และ PSM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99% (ตาราง 5)

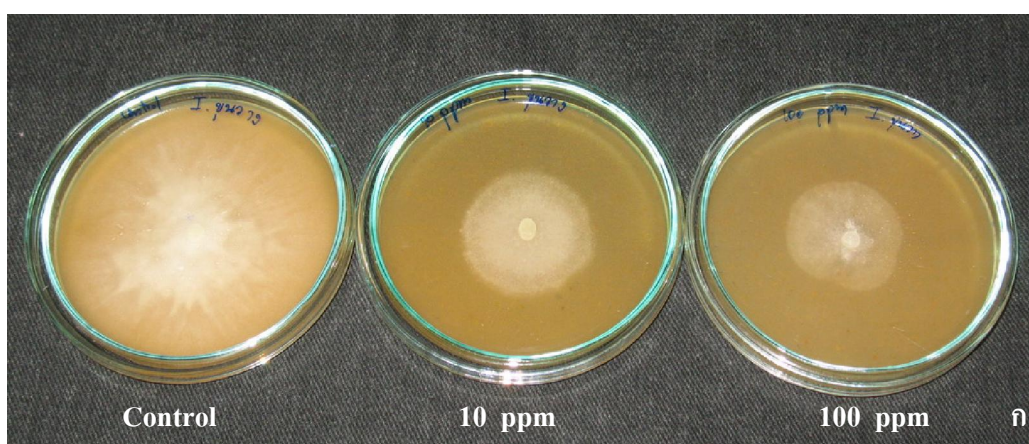
ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และ 100 ppm

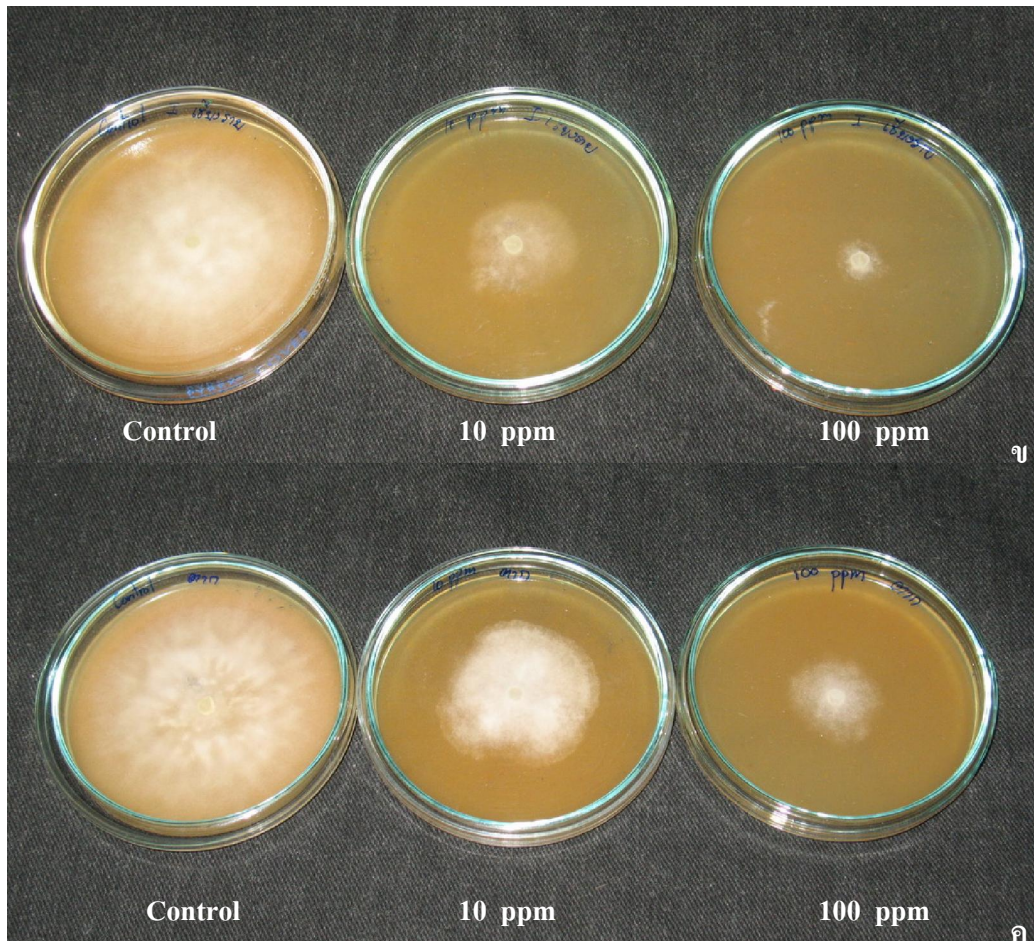
Isolate	เปอร์เซ็นต์การเจริญ ¹	
	10 ppm	100 ppm
ขุนวาง	36.53 b ²	17.38 b
เขียงราย	19.67 d	7.24 cd

ตาก	37.51 b	17.05 b
โป่งแยง	37.44 b	23.19 a
แม่สลด	57.77 a	27.43 a
ฮอด	16.98 de	7.70 c
คอยอินทนนท์ 4.2-2/1	29.60 c	11.40 c
แม่สาใหม่	6.07 f	3.09 de
หนองหอย 1-5	12.38 e	2.05 e
PLM	18.55 d	9.83 c
PSM	26.36 c	7.70 c
LSD ($p=0.01$)	4.99	4.56
CV (%)	14.82	30.18

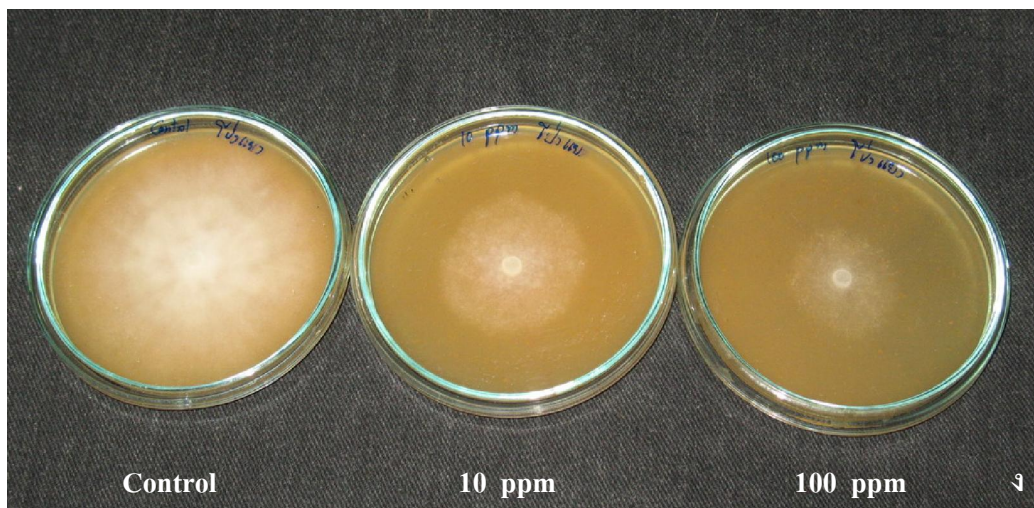
¹ ค่าเฉลี่ยจาก 9 ซ้ำ

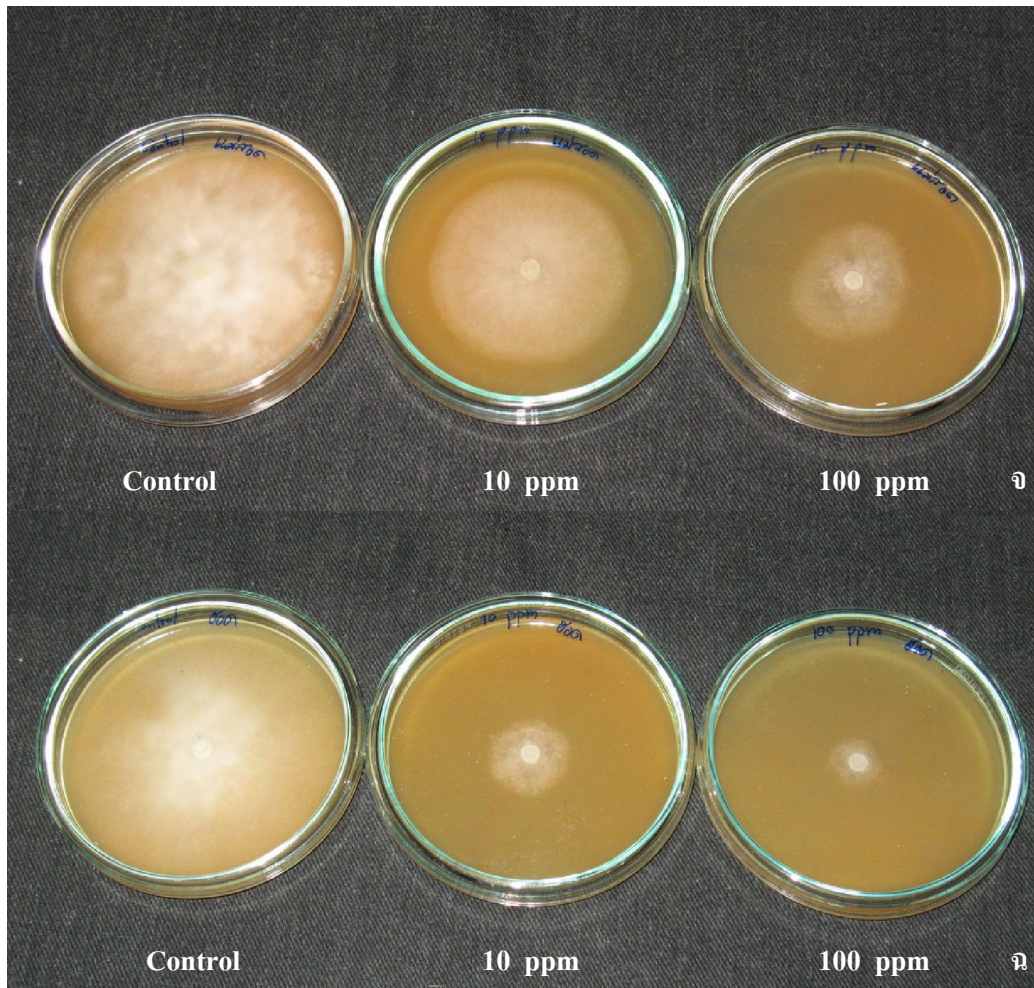
² ตัวอักษรเหมือนกันที่ตามค่าเฉลี่ยในแนวนอนตั้ง (column) แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ที่ความเชื่อมั่น 99%



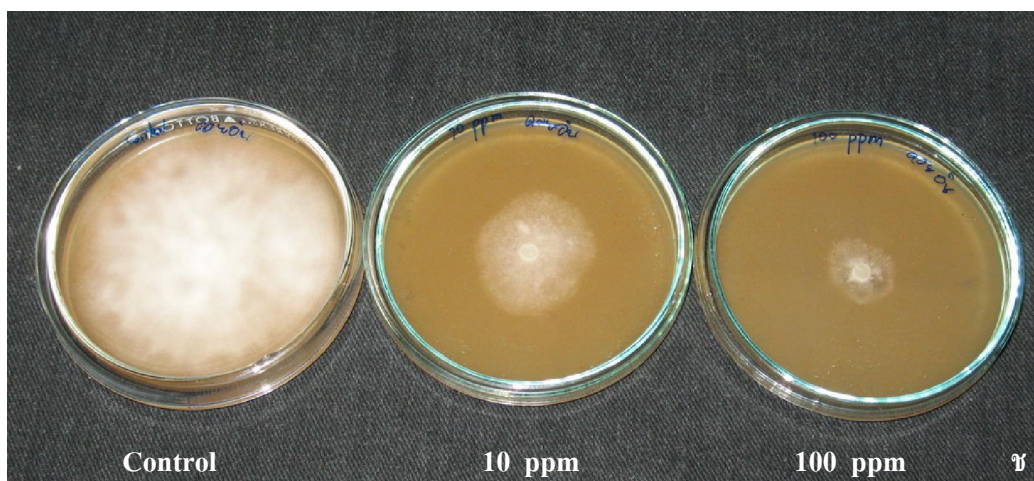


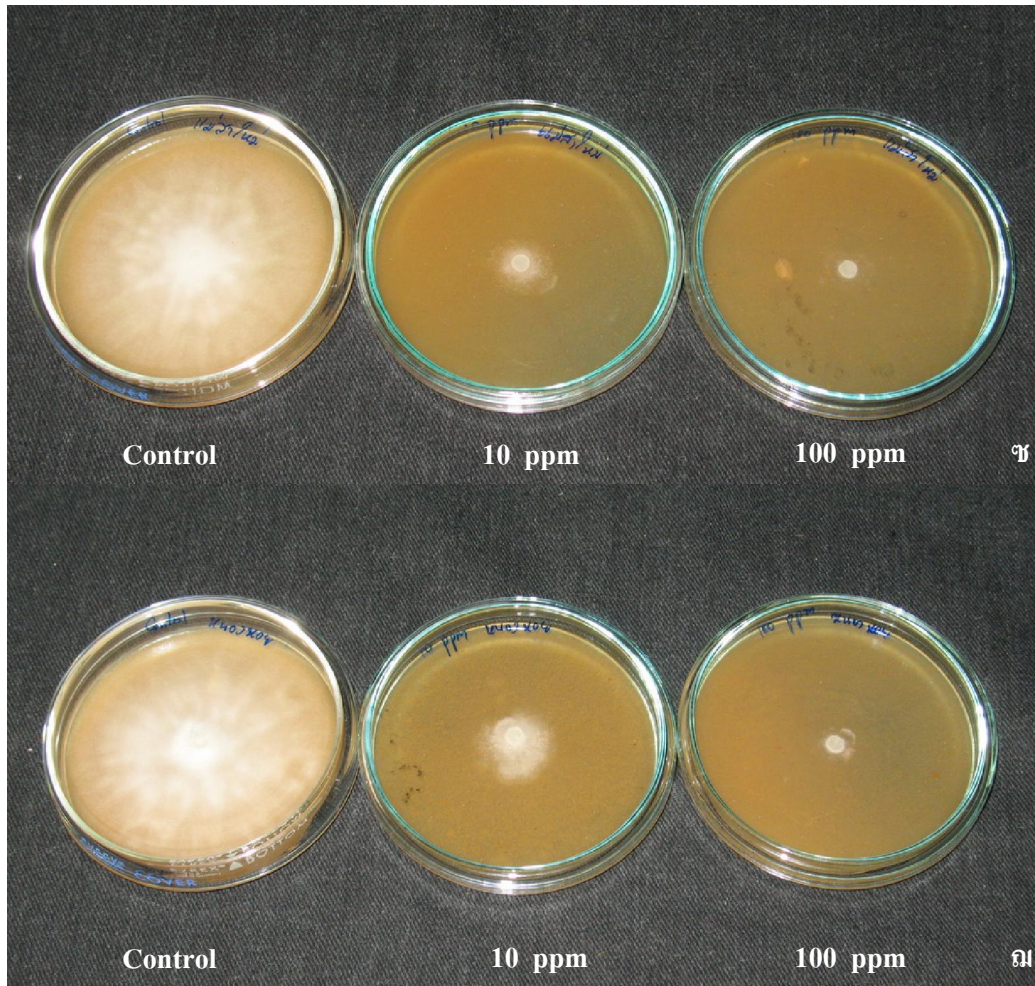
ภาพ 21 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลตขุนวาง (ก) ไอโซเลต
เสียงราย (ข) และไอโซเลตตาก (ค) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อ
รา metalaxyl ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และ 100 ppm



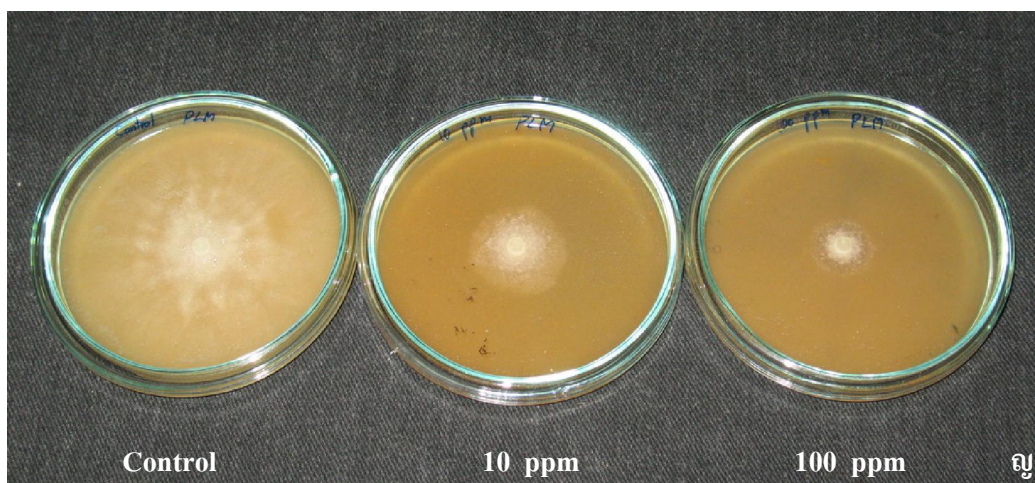


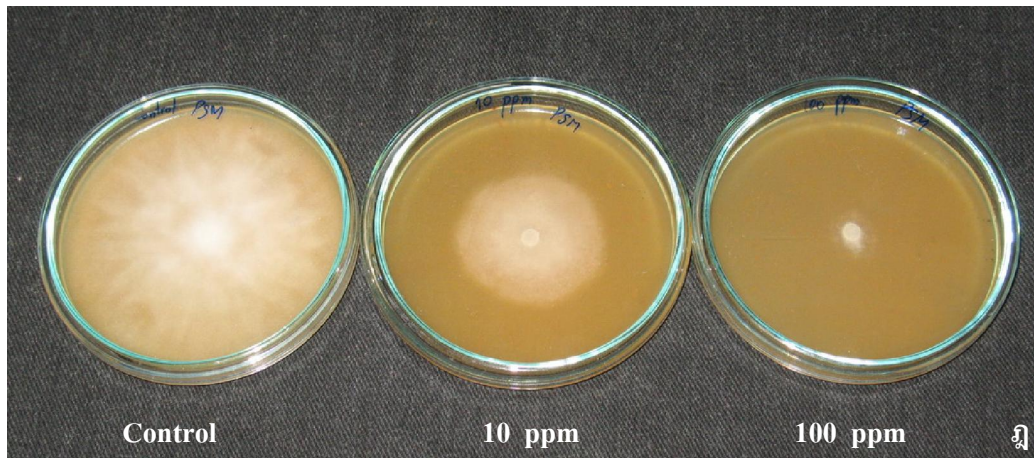
ภาพ 22 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไocyเลทโป่งแยง (ง) ไocyเลทแม่สอด (จ) และไocyเลทยอด (ด) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และ 100 ppm





ภาพ 23 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลตดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 (ซ) ไอโซเลตแม่สาใหม่ (ซ) และไอโซเลตหนองหอย 1-5 (ณ) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และ 100 ppm





ภาพ 24 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลท PLM (ญ) และไอโซเลท PSM (ฎ) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และ 100 ppm

4. การประเมินพันธุ์พริกเพื่อคัดเลือกพันธุ์พริกที่อ่อนแอ และต้านทานต่อเชื้อรา *Phytophthora* sp.

การทดสอบครั้งที่ 1 เป็นการประเมินพันธุ์พริกเพื่อคัดเลือกพันธุ์พริกที่อ่อนแอโดยการทดสอบวิธีการปลูกเชื้อ โดยใช้พริกรวบรวมไว้ที่สาขาพืชผักจำนวน 9 สายพันธุ์ทดสอบกับเชื้อรา *Phytophthora* sp. จำนวน 2 ไอโซเลท คือ ไอโซเลทตาก และฮอดพบว่าพริกทุกสายพันธุ์ตายทั้งหมดโดยมีค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 4 (ตาราง 6) ซึ่งสายพันธุ์พริกทั้ง 9 สายพันธุ์มีดังนี้ พจ 0054 พจ 007 พจ 2-2-1-1 พจ 5-3-1-1 พจ 16-1-1-1 พจ 18-1-1-1 C 490048 C 490049 C 490075

จากการเพาะเมล็ดสายพันธุ์พริกทั้ง 9 สายพันธุ์ พบว่าหลายสายพันธุ์มีปัญหา ด้านความงอก การเจริญไม่สม่ำเสมอ ในบางสายพันธุ์ไม่มีเมล็ดให้เพื่อการศึกษาต่อ จึงได้เพาะขยายและคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีการเจริญของต้นกล้าสม่ำเสมอไว้จำนวน 6 สายพันธุ์และมีสายพันธุ์ที่เพิ่มเติมจำนวน 3 สายพันธุ์รวมเป็น 9 สายพันธุ์ ได้แก่ พจ 0054-1 พจ 0054-2 พจ 007-1 พจ 007-2 พจ 5-3-1-1-3 พจ 18-1-1-1 พจ 18-1-1-3 พจ 0077-1 พจ 0077-2 และได้ใช้พันธุ์เหล่านี้ในการทดสอบประเมินความอ่อนแอต่อ โรคครั้งที่ 2 และ 3 ต่อไป

การทดสอบครั้งที่ 2 เป็นการทดสอบวิธีการปลูกเชื้อ โดยใช้พริกรวบรวมไว้ที่สาขา พืชผักจำนวน 7 สายพันธุ์ ได้แก่ พจ 0054-1 พจ 0054-2 พจ 007-1 พจ 007-2 พจ 5-3-1-1-3 พจ 18-1-1-1 พจ 18-1-1-3 ทดสอบกับเชื้อรา *Phytophthora* sp. จำนวน 4 ไอโซเลท คือ ไอโซเลทขุนวาง เชียงราย ตาก และฮอด พบว่าเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลทขุนวาง ทำให้เกิดโรคกับพริกทุกสายพันธุ์โดยมีระดับความรุนแรงของโรค ตั้งแต่ 2.66 – 4.00 ยกเว้นสายพันธุ์ พจ 007-2 ที่ไม่พบการเกิดโรคโดยมีระดับความรุนแรงของโรค เท่ากับ 0.00 ซึ่งมีความแตกต่างกับทุกไอโซเลทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ส่วนไอโซเลทเชียงรายพบว่าระดับความรุนแรงของโรคในสายพันธุ์ พจ 007-2 มีค่า เท่ากับ 1.33 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับสายพันธุ์ พจ 007-1 และ พจ 0054-1 แต่แตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ พจ 0054-2 พจ 5-3-1-1-3 พจ 18-1-1-1 และพจ 18-1-1-3 ที่ความเชื่อมั่น 99% สำหรับไอโซเลทตาก พบว่าทำให้พริกทุกสายพันธุ์ตาย ทั้งหมดโดยมีค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคสูงสุดคือระดับ 4 (ตาราง 7) ส่วนไอโซเลท ฮอด พบว่าสายพันธุ์พจ 5-3-1-1-3 มีระดับความรุนแรงของโรคสูงสุดคือ 2.66 ซึ่งไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ พจ 18-1-1-1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่มีความแตกต่างกับสายพันธุ์พจ 0054-1 พจ 0054-2 พจ 007-1 พจ 007-2 และพจ 18-1-1-3 ที่ความเชื่อมั่น 99% การเปรียบเทียบความรุนแรงของเชื้อรา *Phytophthora* sp. แต่ละไอโซเลท ในแต่ละสายพันธุ์พริกพบว่า ในพริกสายพันธุ์ พจ 0054-1 พจ 007-1 พจ 18-1-1-1 และพจ 18-1-1-3 พบว่าไอโซเลทตาก เชียงราย และขุนวางให้ระดับความรุนแรงของโรคไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่มีความแตกต่างกับไอโซเลทฮอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99% (ตาราง 7.1) ส่วนในพันธุ์พจ 0054-2 พบว่า ไอโซเลทตาก เชียงราย และขุนวางให้ระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 4.00 ซึ่งแตกต่างกับไอโซเลทฮอดที่ให้ระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 0.00 สำหรับพันธุ์พจ 007-2

พบว่า ไอโซเลทตาก ให้ระดับความรุนแรงเท่ากับ 4.00 ซึ่งแตกต่างกับไอโซเลทเชียงราย ขุนวางและฮอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99% ส่วนในพันธุ์ พจ 5-3-1-1-3 พบว่าทุกไอโซเลทให้ระดับความรุนแรงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99% โดยมีระดับความรุนแรงตั้งแต่ 2.66 ถึง 4.00 หากเปรียบเทียบระดับความรุนแรงของการเกิดโรคทั้ง 4 ไอโซเลท พบว่าไอโซเลทตาก มีระดับความรุนแรงของการเกิดโรคสูงกว่าไอโซเลทขุนวาง เชียงราย และฮอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99% และพบว่าฟริกสายพันธุ์พจ 5-3-1-1-3 มีความอ่อนแอกับเชื้อรา *Phytophthora* sp. ทั้ง 4 ไอโซเลทโดยมีระดับความรุนแรงของการเกิดโรคสูงในทุกไอโซเลทของเชื้อรา *Phytophthora* sp.

การทดสอบครั้งที่ 3 เป็นการทดสอบเพื่อยืนยันผล โดยใช้ฟริกรวบรวมไว้ที่สาขา พืชผักจำนวน 9 สายพันธุ์ ได้แก่ พจ 0054-1 พจ 0054-2 พจ 007-2 พจ 0077-1 พจ 0077-2 พจ 5-3-1-1-1 พจ 18-1-1-1-2 พจ 18-1-1-1-3 และพจ 18-1-1-1-4 ทดสอบกับเชื้อรา *Phytophthora* sp. จำนวน 5 ไอโซเลท คือไอโซเลทขุนวาง เชียงราย ตาก แม่ฮอด และฮอด พบว่าไอโซเลทขุนวางสามารถทำให้เกิดระดับความรุนแรงของโรคกับฟริกสายพันธุ์ฟริกสายพันธุ์ พจ 5-3-1-1-1 ได้สูงที่สุดคือ ระดับ 4 (ตาราง 8) ซึ่งแตกต่างกับทุกสายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ส่วนฟริกสายพันธุ์พจ 0054-1 พจ 0054-2 พจ 18-1-1-1-2 พจ 18-1-1-1-3 และพจ 18-1-1-1-4 มีระดับความรุนแรงของโรคแตกต่างกับสายพันธุ์ พจ 007-2 พจ 0077-1 และ พจ 0077-2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยสายพันธุ์ พจ 007-2 พจ 0077-1 และ พจ 0077-2 มีระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 0 สำหรับไอโซเลทเชียงราย (ภาพ 25) พบว่าระดับความรุนแรงของโรคในสายพันธุ์ พจ 5-3-1-1-1 มีค่ามากที่สุด คือ 3.07 ซึ่งไม่แตกต่างกับระดับความรุนแรงของโรคในสายพันธุ์ พจ 18-1-1-1-2 แต่แตกต่างกับสายพันธุ์ พจ 0054-1 พจ 0054-2 พจ 007-2 พจ 0077-1 พจ 0077-2 พจ 18-1-1-1-3 และพจ 18-1-1-1-4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ส่วนสายพันธุ์ พจ 18-1-1-1-2 มีระดับความรุนแรงของโรคไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ พจ 18-1-1-1-3 และพจ 18-1-1-1-4 แต่แตกต่างกับสายพันธุ์ พจ 0054-1 พจ 0054-2 พจ 007-2 พจ 0077-1 และ พจ 0077-2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ส่วนไอโซเลทตาก (ภาพ 26) พบว่าฟริกสายพันธุ์ พจ 5-3-1-1-1 มีระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 4 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับระดับความรุนแรงของโรคในสายพันธุ์ พจ 18-1-1-1-2 แต่แตกต่างกับ พจ 0054-1 พจ 0054-2 พจ 007-2 พจ 0077-1

พจ 0077-2 พจ 18-1-1-1-3 และพจ 18-1-1-1-4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% สำหรับไอโซเลทแม่สอดพบว่าพริกสายพันธุ์ พจ 5-3-1-1-1 มีระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 4 ซึ่งแตกต่างกับระดับความรุนแรงของโรคทุกสายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ส่วนไอโซเลทสอดพบว่าระดับความรุนแรงของโรคในพริกสายพันธุ์พจ 5-3-1-1-1 ไม่แตกต่างกับระดับความรุนแรงของโรคในพริกสายพันธุ์ พจ 18-1-1-1-3 แต่แตกต่างกับระดับความรุนแรงของโรคในพริกสายพันธุ์พจ 0054-1 พจ 0054-2 พจ 007-2 พจ 0077-1 พจ 0077-2 พจ 18-1-1-1-2 และพจ 18-1-1-1-4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% จากการเปรียบเทียบความรุนแรงของเชื้อรา *Phytophthora* sp. แต่ละไอโซเลท ในแต่ละสายพันธุ์พริกพบว่า ในพริกสายพันธุ์ พจ 0054-1 พจ 0054-2 พจ 007-2 พจ 0077-1 พจ 0077-2 พจ 18-1-1-3 และพจ 18-1-1-4 พบว่าทุกไอโซเลทมีระดับความรุนแรงของโรคไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% (ตาราง 8.1) แต่เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบโดยวิธี LSD พบว่ามีบางพันธุ์ที่มีความแตกต่างกัน ได้แก่ พริกสายพันธุ์ พจ 0054-2 พจ 18-1-1-3 และพจ 18-1-1-4 โดยพบว่าพริกสายพันธุ์ พจ 0054-2 ไอโซเลทขุนวาง และไอโซเลท ตาก มีระดับความรุนแรงของการเกิดโรคเท่ากับ 2.00 และ 1.75 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน และไม่มี ความแตกต่างกับระดับความรุนแรงของการเกิดโรคในไอโซเลทเชียงรายและ แม่สอดแต่มีความแตกต่างกับระดับความรุนแรงของการเกิดโรคในไอโซเลทสอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ส่วนพริกสายพันธุ์พจ 18-1-1-3 พบว่าระดับความรุนแรงของการเกิดโรคในไอโซเลทเชียงราย เท่ากับ 2.00 ซึ่งไม่แตกต่างกับระดับความรุนแรงของการเกิดโรคในไอโซเลทขุนวาง และตาก แต่มีความแตกต่างกับระดับความรุนแรงของการเกิดโรคในไอโซเลทแม่สอด และสอด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% สำหรับพริกสายพันธุ์พจ 18-1-1-4 พบว่าระดับความรุนแรงของการเกิดโรคในไอโซเลทตากไม่แตกต่างกับระดับความรุนแรงของการเกิดโรคในไอโซเลทเชียงราย ขุนวางและแม่สอดแต่มีความแตกต่างกับระดับความรุนแรงของการเกิดโรคในไอโซเลทสอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ซึ่งจากการทดสอบพบว่า พริกสายพันธุ์พจ 5-3-1-1-1 มีความอ่อนแอกับเชื้อรา *Phytophthora* sp. ทั้ง 4 ไอโซเลทโดยมีระดับความรุนแรงของการเกิดโรคสูงในทุกไอโซเลทของเชื้อรา *Phytophthora* sp.

จากการทดสอบการประเมินสายพันธุ์พริกที่อ่อนแอด้วยการทดสอบการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. ทั้ง 3 ครั้งสามารถประเมินสายพันธุ์ที่อ่อนแอต่อเชื้อรา *Phytophthora* sp. ทั้ง 5 ไอโซเลทได้ 2 สายพันธุ์คือ พริกสายพันธุ์ พจ 5-3-1-1-1 และ

พจ 5-3-1-1-3 ซึ่งพริกทั้ง 2 สายพันธุ์นี้จะนำไปใช้เป็นสายพันธุ์ต้นแม่ในการปรับปรุงพันธุ์พริกต้านทานโรคไหม้เนื่องจากเชื้อรา *Phytophthora* ต่อไป

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. ให้กับพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน

พันธุ์พริก	ระดับความรุนแรงของโรค ¹	
	ไฮโซเลทตาก	ไฮโซเลทฮอด
พจ 0054	4	4
พจ 007	4	4
พจ 2-2-1-1	4	4
พจ 5-3-1-1	4	4
พจ 16-1-1-1	4	4
พจ 18-1-1-1	4	4
C 490048	4	4
C 490049	4	4
C 490075	4	4

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. จำนวน 4 ไฮโซเลทให้กับพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จำนวน 7 สายพันธุ์หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน

พันธุ์	ระดับความรุนแรงของโรค ¹			
	ไฮโซเลทขุนวาง	ไฮโซเลทเชียงราย	ไฮโซเลทตาก	ไฮโซเลทฮอด
พจ 0054-1	3.00 a ²	3.33 ab	4	0.00 b

พจ 0054-2	4.00 a	4.00 a	4	0.00 b
พจ 007-1	2.66 a	2.66 ab	4	0.00 b
พจ 007-2	0.00 b	1.33 b	4	0.00 b
พจ 5-3-1-1-3	4.00 a	4.00 a	4	2.66 a
พจ 18-1-1-1	3.33 a	4.00 a	4	1.33 ab
พจ 18-1-1-3	3.00 a	3.66 a	4	0.00 b
LSD ($p=0.01$)	1.92	2.04	ns	1.73
CV (%)	42.93	39.63	ns	193.22

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันที่ตามค่าเฉลี่ยในแนวนอนตั้ง (column) แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ที่ความเชื่อมั่น 99%

ตาราง 7.1 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. จำนวน 4 ไส้หลอดให้กับพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จำนวน 7 สายพันธุ์หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน

	ระดับความรุนแรงของโรค ¹						
	พจ	พจ	พจ	พจ	พจ	พจ	พจ
ไอโซเลท	0054-1	0054-2	007-1	007-2	5-3-1-1-3	18-1-1-1	18-1-1-3

ขุนวาง	3.00 a ²	4.00	2.66 a	0.00 b	4.00	3.33 a	3.00 a
เชียงราย	3.33 a	4.00	2.66 a	1.33 b	4.00	4.00 a	3.66 a
ตาก	4.00 a	4.00	4.00 a	4.00 a	4.00	4.00 a	4.00 a
ฮอด	0.00 b	0.00	0.00 b	0.00 b	2.66	1.33 b	0.00 b
LSD							
(p=0.01)	1.84	M	2.39	1.69	ns	1.89	1.52
CV (%)	43.57	M	62.60	77.46	ns	36.46	34.91

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันที่ตามค่าเฉลี่ยในแนวนอนตั้ง (column) แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ที่ความเชื่อมั่น 99%

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. จำนวน 5 ไส้หลอดให้กับพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จำนวน 9 สายพันธุ์ หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน

พันธุ์	ระดับความรุนแรงของโรค ¹				
	ไอโซเลท ขุนวาง	ไอโซเลท เชียงราย	ไอโซเลท ตาก	ไอโซเลท แม่สวด	ไอโซเลท ฮอด
พจ 0054-1	1.75 b ²	1.00 cde	1.50 bcd	1.25 b	0.00 b
พจ 0054-2	2.00 b	0.50 de	1.75 bc	0.50 bc	0.00 b

พจ 007-2	0.00 c	0.00 e	0.12 d	0.00 c	0.00 b
พจ 0077-1	0.00 c	0.00 e	0.12 d	0.00 c	0.12 b
พจ 0077-2	0.00 c	0.00 e	0.50 cd	0.25 bc	0.00 b
พจ 5-3-1-1-1	4.00 a	3.87 a	4.00 a	4.00 a	0.75 a
พจ 18-1-1-1-2	2.12 b	2.62 ab	2.75 ab	1.00 bc	0.00 b
พจ 18-1-1-1-3	1.50 b	2.00 bc	1.25 bcd	0.25 bc	0.37 ab
พจ 18-1-1-1-4	1.50 b	1.75 bcd	2.00 bc	0.62 bc	0.00 b
LSD ($p=0.05$)	1.45	1.26	1.51	1.12	0.44
CV (%)	102.09	96.62	97.28	129.09	317.49

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 8 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันที่ตามค่าเฉลี่ยในแนวนอนตั้ง (column) แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ที่ความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 8.1 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. จำนวน 5 ไส้หลอดให้กับพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จำนวน 9 สายพันธุ์ หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน

	ระดับความรุนแรงของโรค ¹								
	พจ	พจ	พจ	พจ	พจ	พจ	พจ	พจ	พจ
ไอโซเลท	0054-1	0054-2	007-2	0077-1	0077-2	5-3-1-1-1	18-1-1-2	18-1-1-3	18-1-1-4
ขุนวาง	1.75	2.00 a ²	0.00	0.00	0.00	4.00 a	2.12 ab	1.50 ab	1.50 ab
เชียงใหม่	1.00	0.50 ab	0.00	0.00	0.00	3.87 a	2.62 a	2.00 a	1.75 a
ตาก	1.50	1.75 a	0.12	0.12	0.50	4.00 a	2.75 a	1.25 ab	2.00 a

แม่สอด	1.25	0.50 ab	0.00	0.00	0.25	4.00 a	1.00 bc	0.25 b	0.62 ab
ฮอด	0.00	0.00 b	0.00	0.12	0.00	0.75 b	0.00 c	0.37 b	0.00 b
LSD									
($p=0.05$)	ns	ns	ns	ns	ns	0.55	1.59	ns	ns
CV (%)	ns	ns	ns	ns	ns	16.37	92.34	ns	ns

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 8 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันที่ตามค่าเฉลี่ยในแนวนอนตั้ง (column) แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ที่ความเชื่อมั่น 95%



ภาพ 25 ลักษณะต้นพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก 9 สายพันธุ์หลังจากการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไส้เลทขุนวาง (กลาง) ไส้เลทเขียงราย (ล่าง) และชุดควบคุม (บน) หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน

โดย 1 = พจ 18-1-1-1-2	2 = พจ 5-3-1-1-1	3 = พจ 18-1-1-1-4
4 = พจ 0077-1	5 = พจ 007-2	6 = พจ 0077-2
7 = พจ 0054-2	8 = พจ 0054-1	9 = พจ 18-1-1-1-3



ภาพ 26 ลักษณะต้นพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก 9 สายพันธุ์หลังจากการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไชยเลตตาก (บน) ไชยเลตแม่สอด (กลาง) และไชยเลตฮอด (ล่าง) หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน

โดย 1 = พจ 18-1-1-1-2	2 = พจ 5-3-1-1-1	3 = พจ 18-1-1-1-4
4 = พจ 0077-1	5 = พจ 007-2	6 = พจ 0077-2
7 = พจ 0054-2	8 = พจ 0054-1	9 = พจ 18-1-1-1-3

จากการทดสอบการประเมินพันธุ์พริกเพื่อคัดเลือกพันธุ์พริกที่ต้านทานต่อเชื้อรา *Phytophthora* sp. โดยใช้พริกสายพันธุ์ที่ได้รับจาก TVRC จำนวน 9 สายพันธุ์ ได้แก่ CM 334-2 CM 334-3 CM 334-4 TIT 1 Paris TIT 2 Paris TIT 3 Paris TIT 4 Paris TIT 5 Paris และ TIT 6 Paris ทดสอบกับเชื้อรา *Phytophthora* sp. จำนวน 5 ไอโซเลท คือ ขุนวาง เชียงราย ตาก โป่งแยง และแม่สออด พบว่าในไอโซเลทขุนวาง (ภาพ 27) นั้นระดับความรุนแรงของโรคทุกสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99% แต่เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบโดยวิธี LSD พบว่ามีบางพันธุ์ที่มีความแตกต่างกันโดยพริกสายพันธุ์ TIT 1 Paris มีระดับความรุนแรงของโรคมากที่สุดคือ 0.75 (ตาราง 9) ซึ่งแตกต่างกับทุกสายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ในไอโซเลทเชียงรายนั้นพบว่าระดับความรุนแรงของโรคในพริกทุกสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ส่วนไอโซเลท ตากพบว่าพริกสายพันธุ์ TIT 4 Paris มีระดับความรุนแรงของโรคไม่แตกต่างกับระดับความรุนแรงของโรคในสายพันธุ์ TIT 1 Paris แต่มีความแตกต่างกับระดับความรุนแรงของโรคในสายพันธุ์ TIT 6 Paris TIT 2 Paris TIT 3 Paris TIT 5 Paris CM 334-2 CM 334-3 และ CM 334-4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ส่วนในไอโซเลทโป่งแยงนั้นพบว่าระดับความรุนแรงของโรคในพริกทุกสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% สำหรับไอโซเลทแม่สออด (ภาพ 28) พบว่าพริกสายพันธุ์ TIT 1 Paris มีระดับความรุนแรงของโรคมากที่สุดคือ 1.75 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับระดับความรุนแรงของโรคในสายพันธุ์ TIT 4 Paris TIT 5 Paris และ TIT 6 Paris แต่มีความแตกต่างกับระดับความรุนแรงของโรคในสายพันธุ์ TIT 2 Paris TIT 3 Paris CM 334-2 CM 334-3 และ CM 334-4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% และจากการเปรียบเทียบความรุนแรงของไอโซเลทเชื้อรา *Phytophthora* sp. พบว่าในพริกสายพันธุ์ CM 334-2 CM 334-3 และ CM 334-4 ทุกไอโซเลทเชื้อรา *Phytophthora* sp. ให้ระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 0.00 สำหรับพริกสายพันธุ์ TIT 1 Paris พบว่าทุกไอโซเลทของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ให้ระดับความรุนแรงของโรคไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบโดยวิธี LSD พบว่ามีบางไอโซเลทที่มีความแตกต่างกันโดยไอโซเลทแม่สออดให้ระดับความรุนแรงของโรค เท่ากับ 1.75 ซึ่งไม่แตกต่างกับไอโซเลทตาก ขุนวางและเชียงราย แต่แตกต่างกับไอโซเลทโป่งแยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% (ตาราง 9.1) ส่วนพริกสายพันธุ์ TIT 2 Paris TIT 3 Paris และ TIT 6 Paris พบว่าทุกไอโซเลทของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ให้ระดับความรุนแรงของโรคไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ส่วนพริกสายพันธุ์ TIT 4 Paris พบว่าไอโซเลทตากให้ระดับความรุนแรงของโรค เท่ากับ 1.87 ซึ่งไม่แตกต่างกับระดับความรุนแรงของโรคในไอโซเลทแม่สออด แต่มีความแตกต่าง

กับระดับความรุนแรงของโรคในไอโซเลท เชียงราย ขุนวางและโป่งแยง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ส่วนพริกสายพันธุ์ TIT 5 Paris พบว่าทุกไอโซเลทของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ให้ระดับความรุนแรงของโรคไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบโดยวิธี LSD พบว่ามีบางไอโซเลทที่มีความแตกต่างกันโดยไอโซเลทแม่สอดให้ระดับความรุนแรงของโรคแตกต่างกับไอโซเลทขุนวาง เชียงราย ตาก และโป่งแยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

จากการทดสอบการประเมินพันธุ์พริกเพื่อคัดเลือกพันธุ์พริกที่ต้านทานพบว่าพริกสายพันธุ์ CM 334-2 CM 334-3 และ CM 334-4 มีระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 0 (ตาราง 9) ในทุกไอโซเลทของเชื้อราที่ใช้ทดสอบกับพริกสายพันธุ์ที่ได้รับจาก TVRC จำนวน 9 สายพันธุ์ ดังนั้นจึงคัดเลือกพันธุ์ CM 334-2 CM 334-3 และ CM 334-4 เป็นสายพันธุ์ต้นพ่อแม่ในการปรับปรุงพันธุ์พริกต้านทานโรคไหม้เนื่องจากเชื้อรา *Phytophthora* ต่อไป

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. ให้กับพริก
สายพันธุ์ที่ได้รับจาก TVRC หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน

พันธุ์	ระดับความรุนแรงของโรค ¹				
	ไอโซเลท ขุนวาง	ไอโซเลท เขียงราย	ไอโซเลท ตาก	ไอโซเลท โป่งแยง	ไอโซเลท แม่สอด
CM 334-2	0.00 b ²	0.00	0.00 c	0.00	0.00 b
CM 334-3	0.00 b	0.00	0.00 c	0.00	0.00 b
CM 334-4	0.00 b	0.00	0.00 c	0.00	0.00 b
TIT 1	0.75 a	0.62	1.25 ab	0.00	1.75 a
TIT 2	0.00 b	0.00	0.25 bc	0.00	0.25 b
TIT 3	0.00 b	0.25	0.00 c	0.00	0.00 b
TIT 4	0.00 b	0.50	1.87 a	0.00	1.00 ab
TIT 5	0.00 b	0.00	0.00 c	0.00	1.00 ab
TIT 6	0.00 b	0.50	0.62 bc	0.50	1.00 ab
LSD ($p=0.01$)	ns	ns	1.10	ns	1.40
CV (%)	ns	ns	187.5	ns	191.09

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 8 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันที่ตามค่าเฉลี่ยในแนวนอนตั้ง (column) แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ที่ความเชื่อมั่น 99%

ตาราง 9.1 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. ให้กับพริก
สายพันธุ์ที่ได้รับจาก TVRC หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน

ไอโซเลท	ระดับความรุนแรงของโรค ¹								
	CM	CM	CM	TIT 1	TIT 2	TIT 3	TIT 4	TIT 5	TIT 6
ขุนวาง	0.00	0.00	0.00	0.75 ab ²	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00
เขียงวราย	0.00	0.00	0.00	0.62 ab	0.00	0.25	0.50 b	0.00 b	0.50
ตาก	0.00	0.00	0.00	1.25 ab	0.25	0.00	1.87 a	0.00 b	0.62
โป่งแยง	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.50
แม่สอด	0.00	0.00	0.00	1.75 a	0.25	0.00	1.00 ab	1.00 a	1.00
LSD									
($p=0.05$)	M	M	M	ns	ns	ns	1.19	ns	ns
CV (%)	M	M	M	ns	ns	ns	175.07	ns	ns

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 8 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันที่ตามค่าเฉลี่ยในแนวนอนตั้ง (column) แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ที่ความเชื่อมั่น 95%



ภาพ 27 ลักษณะต้นพริกสายพันธุ์ที่ได้รับจาก TVRC 9 สายพันธุ์หลังจากการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไชโยเลทขุนวาง (กลาง) ไชโยเลทเชียงใหม่ (ล่าง) และชุดควบคุม (บน) หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน

โดย 1 = TIT 6

2 = TIT 5

3 = TIT 2

4 = CM 334-4

5 = TIT 1

6 = TIT 4

7 = CM 334-2

8 = CM 334-3

9 = TIT 3



ภาพ 28 ลักษณะต้นพริกสายพันธุ์ที่รวบรวมไว้ที่สาขาพืชผัก 9 สายพันธุ์หลังจากการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไชยเลทตาก (บน) ไชยเลทโป่งแยง (กลาง) และไชยเลทแม่สวด (ล่าง) หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน

โดย 1 = TIT 6

2 = TIT 5

3 = TIT 2

4 = CM 334-4

5 = TIT 1

6 = TIT 4

7 = CM 334-2

8 = CM 334-3

9 = TIT 3

5. การประเมินลักษณะทางฟีโนไทป์ด้านความรุนแรงของการเกิดโรค (Pathotype identification)

การทดสอบการประเมินลักษณะทางฟีโนไทป์ด้านความรุนแรงของการเกิดโรคกับพันธุ์พริก 4 สายพันธุ์คือ Early Cal Wonder (EC) PI 201234 PBC 137 และ PBC 602 ทดสอบกับเชื้อรา *Phytophthora* sp. จำนวน 7 ไอโซเลต คือไอโซเลตขุนวาง เชียงราย ตาก โป่งแยง โป่งแยง มช. แม่สอด และฮอด พบว่าในพันธุ์ Early Cal Wonder ไอโซเลตโป่งแยงให้ระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 1.00 ซึ่งแตกต่างกับทุกไอโซเลตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยไอโซเลตเชียงราย ขุนวาง ตาก โป่งแยง มช. แม่สอด และฮอด ให้ระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 3.00 4.00 4.00 4.00 4.00 และ 4.00 ตามลำดับ (ตาราง 10) ในพริกสายพันธุ์ PBC 137 พบว่าไอโซเลตขุนวาง ตาก แม่สอด ให้ระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 4.00 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับไอโซเลตโป่งแยง มช. ที่มีระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 2.75 แต่มีความแตกต่างกับไอโซเลตเชียงราย โป่งแยง และฮอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ในพริกสายพันธุ์ PBC 602 พบว่าไอโซเลตขุนวาง เชียงราย ตาก และแม่สอด มีระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 3.25 4.00 4.00 และ 4.00 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับระดับความรุนแรงของโรคในไอโซเลตโป่งแยง และโป่งแยง มช. แต่มีความแตกต่างกับไอโซเลตฮอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ส่วนพริกสายพันธุ์ PI 201234 พบว่าทุกไอโซเลตให้ระดับความรุนแรงของโรคไม่แตกต่างกันที่ความเชื่อมั่น 95%

จากการทดสอบลักษณะทางฟีโนไทป์ด้านความรุนแรงของโรคกับพริกพันธุ์ทดสอบ pathotype 4 สายพันธุ์พบว่ามีเชื้อรา *Phytophthora* sp. 2 ไอโซเลตที่ตรงกับปฏิกิริยาของพันธุ์พริกที่ทดสอบ pathotype ของ AVRDC (ตาราง 2) ได้แก่ เชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลตเชียงราย ตรงกับ Pathotype 3 และ เชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลตฮอด ตรงกับ Pathotype 1 (ตาราง 11)

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคหลังการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. ให้กับพริก
สายพันธุ์ที่ได้รับจาก AVRDC หลังการปลูกเชื้อ 21 วัน

Isolate	ระดับความรุนแรงของโรค			
	Early Cal Wonder	PBC 137	PBC 602	PI 201234
ขุนวาง	4.00 a	4.00 a	3.25 a	3.00 a
เซียงราย	3.00 a	2.00 bc	4.00 a	1.00 a
ตาก	4.00 a	4.00a	4.00 a	3.50 a
โป่งแยง	1.00 b	0.75 c	3.00 ab	1.00 a
โป่งแยง มช.	4.00 a	2.75 ab	2.00 ab	3.00 a
แม่สอด	4.00 a	4.00 a	4.00 a	3.00 a
ฮอด	4.00 a	0.50 c	1.00 b	1.00 a
LSD ($p=0.05$)	1.57	1.93	2.04	2.77
CV (%)	31.18	51.27	45.89	85.35

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันที่ตามค่าเฉลี่ยในแนวนอนตั้ง (column) แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ที่ความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 11 ปฏิกริยาของพริกสายพันธุ์ทดสอบ Pathotype ที่ได้รับจาก AVRDC หลังการปลูกเชื้อรา *Phytophthora* sp. 21 วัน

Isolate	พันธุ์พริกทดสอบ Pathotype				Pathotype ¹
	Early Cal Wonder	PBC 137	PBC 602	PI 201234	
ขุนวาง	S ²	S	S	S	?
เชียงใหม่	S	S	S	R	3
ตาก	S	S	S	S	?
โป่งแยง	R	R	S	R	?
โป่งแยง มช.	S	S	S	S	?
แม่สอด	S	S	S	S	?
ฮอด	S	R	R	R	1

¹ Pathotype 1 = พันธุ์ Early Cal Wonder ให้ผลอ่อนแอต่อเชื้อทดสอบ ส่วนพันธุ์ PBC 137 PBC 602 และ PI 201234 ให้ผลต้านทานต่อเชื้อทดสอบ Pathotype 2 = พันธุ์ Early Cal Wonder และ PBC 137 ให้ผลอ่อนแอต่อเชื้อทดสอบ ส่วนพันธุ์ PBC 602 และ PI 201234 ให้ผลต้านทานต่อเชื้อทดสอบ Pathotype 3 = พันธุ์ Early Cal Wonder PBC 137 และ PBC 602 ให้ผลอ่อนแอต่อเชื้อทดสอบ ส่วนพันธุ์ PI 201234 ให้ผลต้านทานต่อเชื้อทดสอบ และ ? = ปฏิกริยาของเชื้อทดสอบไม่ตรงกับ Pathotype 1 Pathotype 2 และ Pathotype 3

² S = อ่อนแอต่อเชื้อรา *P. capsici* R = ต้านทานต่อเชื้อรา *P. capsici*

6. การผสมพันธุ์พริก

จากการผสมพันธุ์พริก พจ 5-3-1-1-1/1 - พจ 5-3-1-1-1/3 และ พจ 5-3-1-1-3/1 - พจ 5-3-1-1-3/9 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ต้นแม่ กับ พันธุ์พริก CM 334-2/1 - CM 334-2/4 CM 334-3/1 - CM 334-3/6 และ CM 334-4/1 - CM 334-4/4 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ต้นพ่อ สามารถได้ลูกผสม 4 สายพันธุ์ดังนี้คือ พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-1/1 กับ CM 334-2/2 (ภาพ 29) พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-1/2 กับ CM 334-2/2 (ภาพ 30) พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-3/2 กับ CM 334-4/2 (ภาพ 31) และ พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-3/2 กับ CM 334-3/3 (ภาพ 32)



ภาพ 29 พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-1/1 กับ CM 334-2/2



ภาพ 30 พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-1/2 กับ CM 334-2/2 ที่อายุ 1 เดือน 14 วันหลังการผสมพันธุ์



ภาพ 31 พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-3/2 กับ CM 334-4/2



ภาพ 32 พริกปลูกผสม พจ 5-3-1-1-3/2 กับ CM. 334-3/3

สรุปผลและวิจารณ์

จากการแยกเชื้อรา *Phytophthora* sp. และเก็บรวบรวมเชื้อราบริสุทธิ์ได้จำนวน 12 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลทขุนวาง เชียงราย ตาก โป่งแยง โป่งแยง มช. แม่สอ ดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 แม่สาใหม่ หนองหอย 1-5 PLM และ PSM และจากการศึกษาลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora* sp. บนอาหาร CA และ PDA พบว่าลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ CA ค่อนข้างเจริญเรียบไปบนหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อและพบลักษณะรูปแบบของโคโลนี (culture pattern) เป็นແຈກຄ້າຍຮູບດອກກັກຮຸ່ หรือรูปดาว (stellate growth pattern) หรือดอกกุหลาบ (rosette pattern) ในบางไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลทขุนวาง ไอโซเลท ตาก และไอโซเลท ดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 ส่วนลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA นั้นพบว่าเชื้อรา *Phytophthora* sp. ทั้ง 8 ไอโซเลท มีการเจริญที่ค่อนข้างฟูมากกว่าบนอาหาร CA และพบลักษณะรูปแบบของโคโลนี (culture pattern) เป็นແຈກຄ້າຍຮູບດອກກັກຮຸ່ หรือรูปดาว (stellate growth pattern) หรือดอกกุหลาบ (rosette pattern) ได้ชัดเจน และพบมากกว่าเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่เลี้ยงบนอาหาร CA โดยพบในไอโซเลทขุนวาง ตาก โป่งแยง แม่สอ และดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 จากผลการศึกษาลักษณะรูปร่าง และขนาดของ sporangium ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. แต่ละไอโซเลท พบว่า sporangium มีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ คือ แบบผลมะนาว รูปไข่ รูปไข่คว่ำ (obovoid) รูปกลม และรูปร่างไม่แน่นอน โดย ไอโซเลท ขุนวางพบ sporangium มีลักษณะแบบผลมะนาว รูปไข่ และรูปกลม ไอโซเลท เชียงราย โป่งแยง และแม่สอ พบ sporangium มีลักษณะแบบผลมะนาว รูปไข่ รูปกลม และรูปร่างไม่แน่นอน ไอโซเลท ตาก พบ sporangium มีลักษณะแบบผลมะนาว รูปไข่ รูปกลม และรูปไข่คว่ำ (obovoid) ไอโซเลท โป่งแยง มช. พบ sporangium มีลักษณะแบบผลมะนาว รูปไข่ และรูปร่างไม่แน่นอน ไอโซเลท หอดพบ sporangium มีลักษณะแบบผลมะนาว รูปไข่ รูปไข่คว่ำ (obovoid) รูปกลม และรูปร่างไม่แน่นอน

จากการทดสอบความสามารถในการต้านทานสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm พบว่าสามารถจัดกลุ่มความสามารถในการต้านทานสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ได้ 2 กลุ่ม คือระดับค่อนข้างต้านทาน (metalaxyl – intermediate (MI)) และระดับอ่อนแอต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl โดยระดับค่อนข้างต้านทาน (metalaxyl – intermediate (MI)) มี 10 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลทขุนวาง เชียงราย ตาก โป่งแยง แม่สอ หอด ดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 หนองหอย 1-5 PLM และ PSM โดยที่ ไอโซเลท แม่สอมีค่าเฉลี่ยการเจริญสูงสุดคือ 27.43% ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับไอโซเลทโป่งแยง

แต่มีความแตกต่างกับไอโซเลทขุนวาง เชียงราย ตาก ฮอด ดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 แม่สาใหม่ หนองหอย 1-5 PLM และ PSM ส่วนระดับอ่อนแอต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl มี 1 ไอโซเลท คือไอโซเลทแม่สาใหม่ และจากการทดสอบความสามารถในการต้านทานสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm พบว่าสามารถจัดกลุ่มความสามารถในการต้านทานสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ได้ 2 กลุ่มเช่นกัน คือระดับค่อนข้างต้านทาน (metalaxyl – intermediate (MI)) และระดับอ่อนแอต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl โดยระดับค่อนข้างต้านทาน (metalaxyl – intermediate (MI)) มี 5 ไอโซเลทได้แก่ ไอโซเลทขุนวาง ตาก ไป่งแยง แม่สอ และดอยอินทนนท์ 4.2-2/1 ส่วนระดับอ่อนแอต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl มี 6 ไอโซเลท คือไอโซเลทเชียงราย ฮอด แม่สาใหม่ หนองหอย 1-5 PLM และ PSM

จากการทดสอบลักษณะทางฟีโนไทป์ด้านความรุนแรงของโรคกับพริกพันธุ์ทดสอบ pathotype 4 สายพันธุ์พบว่าเชื้อรา *Phytophthora* sp. 7 ไอโซเลทสามารถจัดกลุ่มได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีความรุนแรงที่สุด (pathotype 3) และกลุ่มที่มีความรุนแรงต่ำ (pathotype 1) ซึ่งจากการทดสอบมีเพียง 2 ไอโซเลทมีปฏิกริยาตรงกับปฏิกริยาของพันธุ์พริกที่ทดสอบ pathotype ของ AVRDC ได้แก่ เชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลทเชียงราย ตรงกับ Pathotype 3 และ เชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลทฮอด ตรงกับ Pathotype 1 ซึ่งแตกต่างกับรายงานของศรีสุข และศิริพงษ์ (2550) ที่รายงานว่าเชื้อรา *Phytophthora capsici* สาเหตุโรคลำต้นไหม้ของพริกที่พบในประเทศไทยจัดไว้ได้ 3 pathotype โดยพบเชื้อราที่ได้จากจังหวัดเชียงใหม่ (PCM 14 และ PSM 1) เป็นสายพันธุ์รุนแรงที่สุด (pathotype 3) เชื้อราจากจังหวัดเพชรบูรณ์ (PPB 1) เป็นสายพันธุ์รุนแรงปานกลาง (pathotype 2) และเชื้อราจากจังหวัดเชียงรายและจังหวัดสกลนคร (PCM 17 PSK 16 และ PCR) มีความรุนแรงต่ำ (pathotype 1) นอกจากนั้นยังพบปฏิกริยาที่แตกต่างจากรายงานของ Wang (2008) โดยในไอโซเลท ตากนั้นสามารถทำให้พริกสายพันธุ์ PI 201234 ตายได้ ดังนั้นจึงต้องมีการทดสอบความแตกต่างของแต่ละไอโซเลทในด้านโมเลกุลต่อไป

จากการทดสอบการประเมินสายพันธุ์พริกที่อ่อนแอต่อเชื้อรา *Phytophthora* sp. สามารถคัดเลือกสายพันธุ์พริกที่อ่อนแอต่อเชื้อรา *Phytophthora* sp. ทั้ง 5 ไอโซเลทได้ 2 สายพันธุ์คือ พริกสายพันธุ์ พจ 5-3-1-1-1 และ พจ 5-3-1-1-3 ซึ่งพริกทั้ง 2 สายพันธุ์นี้จะนำไปใช้เป็นสายพันธุ์ต้นแม่ในการปรับปรุงพันธุ์พริกต้านทานโรคใหม่เนื่องจากเชื้อรา *Phytophthora* ต่อไป และจากการทดสอบการประเมินสายพันธุ์พริกที่ต้านทานต่อเชื้อรา *Phytophthora* sp. สามารถคัดเลือกพริกสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อเชื้อรา *Phytophthora* sp. ทั้ง 5 ไอโซเลทได้ 3 สายพันธุ์คือ CM 334-2 CM 334-3 และ CM 334-4 เพื่อใช้ เป็นสายพันธุ์ต้นพ่อในการปรับปรุงพันธุ์พริกต้านทานโรคใหม่

เนื่องจากเชื้อรา *Phytophthora* และจากการผสมพันธุ์พริก พจ 5-3-1-1-1/1 - พจ 5-3-1-1-1/3 และ พจ 5-3-1-1-3/1 - พจ 5-3-1-1-3/9 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ต้นแม่ กับ พันธุ์พริก CM 334-2/1 - CM 334-2/4 CM 334-3/1 - CM 334-3/6 และ CM 334-4/1 - CM 334-4/4 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ต้นพ่อ สามารถได้ลูกผสม 4 สายพันธุ์ดังนี้คือ พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-1/1 กับ CM 334-2/2 พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-1/2 กับ CM 334-2/2 พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-3/2 กับ CM 334-4/2 และ พริกลูกผสม พจ 5-3-1-1-3/2 กับ CM 334-3/3

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:

http://www.doa.go.th/data_gri/02_LOCAL/oard4/chili/body.html. 24. 09.2547.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.doae.go.th/plant/chilli.htm>. 24.09.2547.

จันทรักษ์ แก้วประเสริฐ. พริก. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:

http://library.urc.ac.th/webdb/images/charpa_chili_1.html. 24.09.2547.

จันทนา บุญประภาทักซ์. 2553. ต้นและใบแห้ง (Phytophthora blight). คลินิกพืช. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://forecast.doae.go.th/web/chilli/239-disease-of-chilli/1148-phytophthora-blight.html> 05. 04. 2553

เต็ม สมิตินันท์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. กรมป่าไม้. 377 น.

นุชนารถ จงเลขา. 2537. ราชั้นต่ำที่เป็นปรสิตของพืช. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 96 น.

บริการสารสนเทศทางเภสัชกรรม. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:

<http://www.drug.pharmacy.psu.ac.th/phrabath/prick.html>. 24.09.2547

พยนต์ คุ่มภัย นริศ ขจรผล และปรีดา จาติกวณิช. 2526. การศึกษาพันธุ์พริกในประเทศไทย ปี การเพาะปลูก 2532/33 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 270 น.

พิสสุวรรณ เข้มสมบัติ. 2543. พริกจำลองพันธุ์ต้านทานไวรัส. ใน เอกสารประกอบการสัมมนา วิชาการปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์พืช ครั้งที่ 13 : เทคโนโลยีใหม่-พืชพันธุ์ใหม่ วันที่ 13-14 พฤษภาคม 2543 โรงแรมมารวยการ์เดน กรุงเทพมหานคร.

มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2546. การปรับปรุงพันธุ์และผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 255 หน้า.

ศรีสุข พูนผลกุล. 2548. โรคลำต้นไหม้ของพริกที่พบระบาดใหม่. ข่าวอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 ตุลาคม 2548. 4 หน้า.

ศรีสุข พูนผลกุล และศิริพงษ์ คุ่มภัย. 2550. จำแนกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Phytophthora capsici* สาเหตุโรคลำต้นไหม้ของพริก. หน้า 18-23. ใน การประชุมวิชาการอารักขาพืช ครั้งที่ 8 วันที่ 22-24 พฤศจิกายน 2550 ณ โรงแรมอัมรินทร์ลากูน อ. เมือง จ. พิษณุโลก.

- ศุภลักษณ์ ฮอกะวัด. 2536. โรคผักตระกูลพริกและมะเขือเทศ. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 249 น.
- เอื้องฟ้า. 2543. พริก พืชเศรษฐกิจที่ยังมีอนาคตยาวไกล. วารสารเคหะการเกษตร. 24(11):51-72.
- Alizadeh, A. and P. H. Tsao. 1985. Chlamydospore formation in *Phytophthora palmivora* MF4. Trans. Br. Mycol. Soc. 85:71-79.
- Babadoost, M. 2001. Phytophthora blight of pepper. Plant Disease [online]. Available: <http://ipm.illinois.edu/diseases/rpds/947.pdf> (3 March 2010).
- Biles, C. L., B. D. Bruton, M. M. Wall and M. Rivas. 1995. *Phytophthora capsici* zoospore infection of pepper fruit in various physical environment. Proceeding of The Oklahoma Academy of Science 75: 1-5.
- Black, L.L. and T. Berke. 1998. Breeding for Phytophthora resistance in pepper. Xth Eucarpia Meetings Genet. Breeding *Capsicum* and Eggplant, Avignon, France.
- Black, L.L., S.K. Green, G.L. Hartman and J.M. Poulos. 1991. Pepper diseases a field guide Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC). Shanhua Taiwan.
- Demirci, F. and F. S. Dolar. 2006. Effects of some plant materials on Phytophthora blight (*Phytophthora capsici* Leon.) of pepper. Turk Journal Agricultural and Forestry 30:247-252.
- Ershad, D. 1971. Beitrag zur Kenntnis der Phytophthora Arten im Iran und ihrer phytopathologischen Bedeutung. Mitt Biol Bundesanstalt Land Forstw 140:84.
- Erwin, D.C. and O. K. Ribeiro. 1996. Phytophthora Diseases Worldwide. American Phytopathological Society, St. Paul Minnesota. 562 pp.
- Gil Ortega, R., C. Palazon Español and J. Cuartero Zueco. 1992. Genetic relationships among four pepper genotypes resistant to *Phytophthora capsici*. Plant Breeding 108: 118-125.
- Gil Ortega, R., C. Palazon Español and J. Cuartero Zueco. 1995. Interactions in the pepper-*Phytophthora capsici* system. Plant Breeding 114: 74-77.
- Hausbeck, M. K. and K. H. Lamour. 2004. *Phytophthora capsici* on vegetable crops: research progress and management challenges. Plant Disease 88:1292-1303.

- Hittalmani, S., G. Kumer, N. Kulkarni and H. E. Shashidhar. 1999. DNA markers assist in reducing the number of generations of backcrosses in breeding for blast resistance in rice. In General meeting of the international program on rice biotechnology Sept. 20-24 1999. Phuket, Thailand.
- Holmes, G. J., M.E. Lancaster, R. J. Rodriguez and R. S. Redman. 2001. Relative susceptibility of cucurbit and solanaceous crops to *Phytophthora* blight *Phytopathology* 91(Supp16):S39.
- Islam, S. Z. and M. Babadoost. 2002. Effect of red-light treatment of seedlings of pepper, pumpkin, and tomato on the occurrence of *Phytophthora* damping-off. *HortScience* 37:678-681.
- Leonian, L. H. 1922. Stem and fruit blight of peppers caused by *Phytophthora capsici*. sp. nov. *Phytopathology* 12: 401-408.
- Mchau, G. R. A. and M. D. Coffey. 1995. Evidence for the existence of two subpopulations in *Phytophthora capsici* and a redescription of the species. *Mycological Research* 99: 89-102.
- Miller, S. A., M. L. Miller, L. Ivey and J. Mera. 2002. Responses of pepper cultivars and experimental breeding lines to *Phytophthora* blight, 2001. *Biol. Cultural Tests Control Plant Dis. Rpt.* 17: V16. Online publication DOI:1094/BC17. American Phytopathological Society, St. Paul Minnesota.
- Mitchell, D. J. and P. A. Rayside. 1986. Isolating, identifying, and producing inoculum of *Pythium* spp. Pages 67-70 In *Methods for evaluating pesticides for control of plant pathogens*. K.D. Hickey, Eds. APS Press.
- Oelke, L. M., P. W. Bosland and R. Steiner. 2003. Differentiation of race specific resistance to *Phytophthora* root rot and foliar blight in *Capsicum annuum*. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 128: 213-218.
- Oudemans, P. and M. D. Coffey. 1991. Isozyme comparison within and among worldwide sources of three morphologically distinct species of *Phytophthora*. *Mycological Research* 95: 19-30.

- Palloix, A., A. M. Daubeze and E. Pochard. 1988. Phytophthora root rot of pepper. Influence of host genotype and pathogen strain on the inoculum density-disease severity relationships. *Journal of Phytopathology* 123: 25-33.
- Phytophthora capsici*. [online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Phytophthora_capsici (8 March 2010)
- Poehlman, J. M. and D. A. Sleper. 1994. Breeding field crops. 4th ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Rista, L. M., M. Sillon and L. Fornasero. 1995. Effect of different irrigation strategies on the mortality of pepper by *Phytophthora capsici* Leonian in greenhouses. *Horticultura Argentina*. 14:44-51.
- Ristaino, J. B. 1990. Intraspecific variation among isolates of *Phytophthora capsici* from pepper and cucurbit fields in North Carolina. *Phytopathology* 80: 1253-1259.
- Ristaino, J. B. and S. A. Johnston. 1999. Ecologically based approaches to management of *Phytophthora* blight on bell pepper. *Plant Disease* 83:1080-1089.
- Ristaino, J. B., R. P. Larkin and C. L. Campbell. 1993. Spatial and temporal dynamics of phytophthora epidemics in commercial bell pepper fields. *Phytopathology* 83: 1312-1320.
- Roberts, P. D., R. J. McGovern, A. Hert, C. S. Vavrina and R. S. Urs. 2006. [online]. Available: <http://www.imok.ufl.edu/veghort/pubs/workshop/Roberts99.htm>. (27 November 2006)
- Satur, M. M. and E. E. Butler. 1968. Comparative morphological and physiological studies of the progenies from intraspecific matings of *Phytophthora capsici*. *Phytopathology* 58: 183-192.
- Silvar, C., F. Merino and J. Diaz. 2006. Diversity of *Phytophthora capsici* in northwest Spain: Analysis of virulence, metalaxyl response, and molecular characterization. *Plant Disease* 90: 1135-1142.
- Sy, O., P. W. Bosland and R. Steiner. 2005. Inheritance of phytophthora stem blight resistance as compared to phytophthora root rot and phytophthora foliar blight

- resistance in *Capsicum annuum* L. Journal American Society for Horticultural Science 130:75-78.
- Sy, O., R. Steiner and P. W. Bosland. 2008. Recombinant inbred line differential identifies race-specific resistance to *Phytophthora* root rot in *Capsicum annuum*. Phytopathology 98: 867-870.
- Thabuis, A., V. Lefebvre, G. Bernard, A. M. Daubeze, T. Phaly, E. Pochard and A. Palloix. 2004. Phenotypic and molecular evaluation of a recurrent selection program for a polygenic resistance to *Phytophthora capsici* in pepper. Theor. Appl. Genet. 109(2): 342-51.
- Tsao, P. H. 1991. The identities, nomenclature and taxonomy of *Phytophthora* isolates from black pepper. Pages 185-211 in: Diseases of Black Pepper. Proc. Int. Pepper Comm. Workshop on Black Pepper Diseases. Goa, India. Y.R. Sarma and T. Premkumar, eds.
- Uchida, J. Y. and M. Aragaki. 1985. Occurrence of chlamydospores in *Phytophthora capsici*. Mycologia 77:832-835.
- Walsh, J. A. and C. E. Jenner. 2002. Turnip mosaic virus and the quest for durable resistance. Molecular Plant Pathology 3: 289-300.
- Walker, S. J. and P. W. Bosland. 1999. Inheritance of *Phytophthora* root rot and foliar blight resistance in pepper. Journal American Society for Horticultural Science 124: 14-18.
- Wang, T. C. 2008. Characterization of *Phytophthora capsici* associated with pepper *Phytophthora* blight and host resistance for disease control. 7855 Acc. Collection at AVRDC (NOV. 2007)
- Zitter, T. A. 1989. *Phytophthora* blight of cucurbits, pepper, tomato and eggplant. Vegetable Crops [online]. Available: http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/factsheets/Cucurbit_Phytoph.htm (13 December 2008)

ภาคผนวก

1. สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สูตรอาหาร water agar (WA)

Agar	15 g
Distilled water	1000 ml

2. สูตรอาหาร potato dextrose agar (PDA)

Potato	200 g
Dextrose	20 g
Agar	15 g
Distilled water	1000 ml

3. สูตรอาหาร carrot agar (CA)

Carrot	200 g
Dextrose	20 g
Agar	15 g
Distilled water	1000 ml

4. สูตรอาหาร V-8 juice agar

V-8 juice	200 ml
CaCO ₃	3 g
Agar	15 g
Distilled water	800 ml

5. สูตรอาหาร potato dextrose agar (PDA) ผสม rose bengal

Potato	200 g
Dextrose	20 g
Agar	15 g
Distilled water	1000 ml
rose bengal	0.05 g
streptomycin	0.1 g

หมายเหตุ rose bengal และ streptomycin ใส่หลังจากทำการนึ่งฆ่าเชื้ออาหารแล้ว

2. วิธีเตรียมอาหารผสมสารป้องกันกำจัดโรคพืช

นำอาหาร V-8 agar ปริมาตรขวดละ 100 มิลลิลิตรที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว มาผสมด้วยสารป้องกันกำจัดโรคพืช metalaxyl เพื่อให้ได้อาหาร V-8 agar ผสมสารป้องกันกำจัดโรคพืช metalaxyl ที่มีความเข้มข้น 10 และ 100 ppm ตามที่ต้องการ

วิธีการเตรียมสาร

เมทาแลกซิล (metalaxyl) อัตราแนะนำ 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีสารออกฤทธิ์ 25%WP

การคำนวณความเข้มข้นเป็น ppm

$$\text{จากสูตร ppm} = \frac{\text{เนื้อยาทั้งหมด (g,ml)}}{\text{ปริมาตรสารละลายทั้งหมด (ml)}} \times \frac{10^6 \times ai}{100}$$

$$\text{ppm} = \frac{1}{1 \times 10^2} \times \frac{10^6 \times 25}{100}$$

$$= 2500 \text{ ppm}$$

ดังนั้นต้องชั่งสารมา 1.0 กรัม ละลายน้ำ 100 มิลลิลิตร จึงได้สาร metalaxyl ที่ความเข้มข้น 2500 ppm

วิธีคำนวณอัตราการผสมสาร metalaxyl ในอาหาร V-8 agar

เตรียมอาหาร V-8 agar ผสมสารป้องกันกำจัดโรคพืชที่ความเข้มข้น 10 และ 100 ppm ตามที่ต้องการ โดยให้มีปริมาตรสุดท้าย 100 ml

$$\text{จากสูตร} \quad M_1 V_1 = M_2 V_2$$

สาร metalaxyl ผสมอาหาร V-8 agar ให้มีความเข้มข้น 10 และ 100 ppm

ที่ความเข้มข้น 10 ppm

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$2500 \times V_1 = 10 \times 100$$

$$V_1 = \frac{10 \times 100}{2500}$$

$$V_1 = 0.4 \text{ มิลลิลิตร}$$

ดังนั้นต้องดูดสาร metalaxyl 0.4 มิลลิลิตร ผสมกับอาหาร V-8 agar ปริมาตร 99.6 มิลลิลิตร จะได้สารที่มีความเข้มข้น 10 ppm ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

หมายเหตุ : คำนวณความเข้มข้นที่ 100 ppm เหมือนกับที่คำนวณ 10 ppm