



วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 มิถุนายน 2539

VOLUME 12 NO.2 June 1996



การแพร่กระจายและความเสียหายของลำไยที่เป็นโรคหงอยในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน

ISSN 0857-0841

วารสารเกษตร

Journal of Agriculture

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

เจ้าของ

คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50200
โทร. (053) 944090
โทรสาร. (053) 225221

Publisher

Faculty of Agriculture
Chiang Mai University
Chiang Mai 50200, THAILAND
Tel. (053) 944090
Fax. (053) 225221

วัตถุประสงค์

1. เผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความทางวิชาการ สาขาเกษตรศาสตร์ อุตสาหกรรมเกษตร และชีววิทยา
2. เผยแพร่เกียรติคุณของนักวิจัย
3. สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักวิจัย

บรรณาธิการ

พิทยา สรวณศิริ

กองบรรณาธิการ

ผู้ทรงคุณวุฒิและคณาจารย์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ที่ปรึกษา

สง่า สรรพศรี, เชื้อ ว่องสังสาร, อนันต์ โกมลสร, ณ ลำปาง, ทิม พรหมศิริ, จินดา จันทร์อ่อน

กำหนดเผยแพร่

เดือนกุมภาพันธ์ มิถุนายน และตุลาคม ปีละ 3 ฉบับ

แจ้งรับวารสาร

ถึงบรรณาธิการวารสารเกษตร หรือ
คุณวิไลพร ธรรมดา
งานบริการงานวิจัยและพัฒนา
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50200

วารสารเกษตร เป็นวารสารวิชาการราย 4 เดือน ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งพิมพ์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการสาขาเกษตรศาสตร์ อุตสาหกรรมเกษตรและชีววิทยา ทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

1. เรื่องที่ตีพิมพ์

- 1.1 ผลงานวิจัย
- 1.2 บทความปริทัศน์

2. การเตรียมต้นฉบับ

- 2.1 ต้นฉบับ : ควรส่งต้นฉบับที่จัดพิมพ์ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โปรแกรม Microsoft word ความยาวไม่เกิน 10 หน้า บรรทัดหนึ่งกำหนดให้มี 70 ตัวอักษรและหน้าละ 32 บรรทัด ส่งต้นฉบับที่พิมพ์ หน้าเดียวลงบนกระดาษ A4 1 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล

- 2.2 ต้นฉบับให้รวมถึงบทคัดย่อภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

- 2.3 ระบุคำย่อ (Index word) ของเรื่อง ทั้งที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

- 2.4 ตาราง : เสนอเป็นภาษาอังกฤษล้วน

- 2.5 ภาพประกอบ : เสนอเป็นภาษาอังกฤษทั้งในภาพและคำอธิบายภาพ ภาพถ่ายมีขนาด 90x135 มม. ภาพเขียนใช้หมึกดำ เขียนบนกระดาษหรือกระดาษเขียนแบบ

- 2.6 กราฟ : จัดทำด้วยโปรแกรม Howard graphic หรือบนข้อมูล ดึงไปด้วย เพื่อปรับแต่งด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในภายหลัง

- 2.7 เอกสารอ้างอิง : นำคำย่อเอกสารภาษาไทยตามด้วยเอกสารภาษาอังกฤษอ้างอิงเอกสารในเรื่องหรือในรายชื่อต้น และปี (พ.ศ.) เช่น พรชัย (2538) รายงานว่า...หรือ... (พรชัย, 2538) ในกรณีที่เป็นภาษาอังกฤษ ใช้ระบอบนามสกุลและปี (ค.ศ.) เช่น Jone and Smith (1995) ในกรณีที่มีผู้แต่งสามคนขึ้นไปให้ใช้ "และคณะ" หรือ "et al" ตลอดทั้งเล่มแรกแต่ในบัญชีเอกสารอ้างอิงให้ใช้ชื่อเต็มทุกเล่ม

- 2.7.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง : ให้เรียงอักษรตามชื่อ-สกุลของผู้แต่งคนแรก ไม่ต้องใส่เลขที่ เริ่มจากชื่อไทยต่อด้วยชื่ออังกฤษ

1) สำหรับวารสารควรเรียงลำดับดังนี้.-

ผู้แต่ง (ชื่อต้น, ชื่อสกุล) ปี (พ.ศ.) แต่เป็นภาษาอังกฤษใช้ชื่อสกุล, ชื่อต้น และปี, ศ. ชื่อเรื่อง (ตามที่ปรากฏในวารสาร) ชื่อวารสาร (ย่อถ้ามี) ปีที่ (ฉบับที่) : หน้า

ตัวอย่าง : วิเชียร, สมศักดิ์ (2524). การบริหารศัตรูพืชกับระบบการปลูกพืชหลายชนิด 2. วิทย. กษ. 14(4) : 193-196

2) สำหรับตำราควรเรียงลำดับดังนี้.-

ชื่อผู้แต่ง พ.ศ.(ค.ศ.) ชื่อหนังสือ สำนักพิมพ์ เมืองที่พิมพ์, จำนวนหน้า

ตัวอย่าง : เฉลิมพล, เขมเพชร. (2527). หลักการเขียนรายงานการวิจัยและวิทยานิพนธ์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ:พิมพ์เชียงใหม่ 124 หน้า

3. การเสนอเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ส่งเรื่องพิมพ์ได้ตลอดเวลา

ถึงบรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริการงานวิจัยและพัฒนา

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่ไม่เสนอเพื่อตีพิมพ์ ในกรณีที่จำเป็นจะขอความเห็นชอบจากผู้เขียนอีกครั้งก่อนตีพิมพ์

พิมพ์ที่ หน่วยพิมพ์ออฟเซต สำนักงานเลขานุการ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 โทร. (053) 944015



ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 (2539)

Volume 12 No.2 (1996)

วารสารเกษตร JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารบัญ	Contents
การแพร่กระจายและความเสียหายของลำไยที่เป็นโรคหงอย ในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ชาตรี สิทธิกุล จิรยา วิสิทธิ์พานิช และวิชา สอาดสุด	DISTRIBUTION TO DECLINE SYMPTOMS AND DAMAGEABLE EFFECTS ON LONGAN IN CHIANG MAI AND LAM PHUN PROVINCES Chatree Sittigul Jariya Visitpanich and Vicha Sardud
ผลของสารเร่งการสุกแก่ต่อการเก็บเกี่ยวข้าวและคุณภาพการสี สุกศักดิ์ ลิมปิติ และ พรชัย เหลืองอาภาพงศ์	EFFECTS OF REOPENING RIGULATOR ON RICE HARVESTING AND MILLING QUALITY Supasark Limpiti and Pornchai Lueang-a-paong
ระดับปุ๋ยและช่วงเวลาการกำจัดวัชพืชที่มีต่อผลผลิตข้าวไร่ พรชัย เหลืองอาภาพงศ์ และพรพรรณิกา ณ เชียงใหม่	EFFECT OF FERTILIZER LEVEL AND TIMING OF HAND WEEDING ON YIELD OF UPLAND RICE Pornchai Lueang-a-paong
ผลของการเปียกชื้นต่อคุณภาพการสีของข้าวญี่ปุ่นในฤดูนาปี สุกศักดิ์ ลิมปิติ และวิบูลย์ ช่างเรือ	EFFECTS OF REWETTING ON MILLING QUALITY OF WET SEASON JAPANESE RICE Supasark Limpiti and Viboon Changrue
การทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดจากรากหญ้าแฝก ที่มีต่อหนอนใยผัก อุดมพร แพนงคร	TOXICITY TEST OF ROOT EXTRACTED SUBSTANCES FROM VETIVER GRASS ON DIAMOND BACK MOTH Udomporn Pangnakorn
อัตราและเวลาการใช้สารกำจัดวัชพืช Quizalofop-p-tefuryl ในอ้อยหลังนาที่ปลูกแบบเผาและไม่เผาฟาง พรชัย เหลืองอาภาพงศ์ และวิชา วนาภิขิต	QUIZALOFOP-P-TEFURYL APPLICATION RATES AND TIMING IN STRAW BURNING AND NO-BURNING SOYBEAN GROWN AFTER RICE Pornchai Lueang-a-paong and Vitya Vanapichit
ผลของสภาพความสูงของพื้นที่ที่มีผลต่อคุณภาพกาแฟ อาราบิก้า นริศ อัมเข้ม วราพงษ์ บุญมา และ ชวลิต กอสัมพันธ์	EFFECTS OF ALTITUDE ON BEAN QUALITY OF ARABICA COFFEE Narit Yimiam Warapong Boonma and Chawalit korsamphan
ระบบกองทุนหมุนเวียนเพื่อส่งเสริมการปลูกและการผลิต กาแฟอาราบิก้าของโครงการพัฒนาเขตพื้นที่สูง ไทย-ออสเตรเลีย : ความสำเร็จ ปัญหา และอุปสรรค ธีระเดช พรหมวงศ์	REVOLVING FUND SYSTEM FOR ARABICA COFFEE EXTENSION OF THAI AUSTRALIA HIGHLAND AGRICULTURAL AND SOCIAL DEVELOPMENT PROJECT : EFFECTIVENESS, PROBLEMS AND OBSTACLE Theeradej Promwong
ระยะเวลาในการทำแห้งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพลับ กึ่งแห้ง ไพโรจน์ วิริยจารี ธารา ศรีสกุล และสุจินดา ศรีวัฒนะ	OPTIMAL DRYING TIME FOR INTERMEDIATE MOISTURE PERSIMMON PRODUCTION Pairote Wiriacharee Tara Srisakul and Sujinda Sriwattana
การใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในการผลิตพลับกึ่งแห้ง ไพโรจน์ วิริยจารี ธารา ศรีสกุล และสุจินดา ศรีวัฒนะ	USING SULFUR DIOXIDE FOR INTERMEDIATE MOISTURE PERSIMMON PRODUCTION Pairote Wiriacharee Tara Srisakul and Sujinda Sriwattana

บทบรรณาธิการ

ย้อนหลังไปเมื่อประมาณ 10 ปีที่แล้ว ได้เคยมีหัวข้อสนทนาในระหว่างนักวิชาการมหาวิทยาลัย ที่ถือว่าทอปฮิตค่อนข้างมาก คือ การวิจารณ์เกี่ยวกับนโยบายพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ โดยอาศัย การพัฒนาอุตสาหกรรมภายในประเทศ โดยมีความเชื่อว่า การพัฒนาอุตสาหกรรมหนัก และอุตสาหกรรม อิเล็กทรอนิกส์ จะส่งผลให้มีการส่งออกสินค้ามากขึ้น และนำรายได้เข้าสู่ประเทศอย่างมาก และจะทำให้ ประเทศไทยกลายเป็นเสือตัวที่ห้าของทวีปเอเชียในที่สุด นักวิชาการหลายฝ่ายไม่เชื่อว่าจะเป็นไปได้ใน ระยะยาว เนื่องจากการพัฒนาแบบก้าวกระโดดเกินไป ประเทศยังขาดความพร้อมอีกมากทั้งด้าน บุคลากร เทคโนโลยี และวัตถุดิบ ทำให้ต้องเพิ่มกำลังการผลิตบุคลากรสายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิศวกรอย่างมากมาย จนไม่อาจแน่ใจในมาตรฐานของบัณฑิตที่ผลิตได้ เทคโนโลยี และวัตถุดิบล้วนต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานและชิ้นส่วนอะไหล่ต่างๆ ส่งผลให้ การพัฒนาขาดความยั่งยืน ผลกระทบที่เกิดขึ้นในแง่การกระจายรายได้ก็ประสบภาวะล้มเหลว ช่องว่าง ระหว่างคนจนกับคนรวยกว้างขึ้น คนจนซึ่งเป็นคนส่วนใหญ่ของประเทศ และอยู่ในภาคเกษตรได้รับ ประโยชน์น้อยมาก ทำให้ต้องละทิ้งไร่นา ซึ่งเป็นแหล่งผลิตอาหารพื้นฐาน เคลื่อนย้ายเข้าสู่สังคมเมือง เพื่อหารายได้จากภาคอุตสาหกรรมและบริการ

ปัญหาเหล่านี้ได้ส่งผลกระทบต่อสังคมอย่างมาก ตั้งแต่สังคมครอบครัวที่ต้องพลัดพรากกัน สังคม ชนบทที่ขาดแคลนแรงงาน กิจกรรมร่วมทางสังคมชนบทหายไป ประชาชนล้นนับถือเงินเป็นสรวง มากขึ้นเรื่อยๆ

ความล้มเหลวทางเศรษฐกิจที่กำลังส่งผลต่อคนไทยทุกคนในทุกวันนี้ ได้ยืนยันถึงความผิดพลาด ของนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศโดยไม่ให้ความสำคัญกับงานผลิตภาคเกษตร รัฐบาลก็ยอมรับ ตรงจุดนี้ และได้เริ่มให้ความสำคัญกับการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารของประเทศ โดยตั้งเป้าการเป็น ศูนย์กลางการผลิตอาหารของโลก ซึ่งก็น่าจะมีความเป็นไปได้สูง โดยไม่ต้องใช้ความพยายามมากมายอะไร เพราะความพร้อมของบุคลากร ทรัพยากรธรรมชาติ และเทคนิคนักวิชาการในปัจจุบัน

อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยก็ยังมีคู่แข่งอีกมากมาย ถ้าจะตั้งความหวังในการเป็นนักอุตสาหกรรม เกษตรชั้นนำของโลก การวิจัยทางด้านเกษตรในอนาคต เราควรมุ่งเน้นการผลิตเชิงอุตสาหกรรม กันมากขึ้นดิใหม่ จะได้ชื่อว่า นักวิจัยเกษตร ก็ร่วมมือใช้เงินกู้อีเอ็มเอฟให้เกิดประโยชน์สูงสุดและมี วิสัยทัศน์ที่ก้าวไกลเช่นกัน

การแพร่กระจายและความเสียหายของลำไยที่เป็นโรคหงอย ในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน

Distribution of Decline Symptoms and Damageable Effects on Longan in Chiang Mai and Lam Phun Provinces

ชาตรี สิตธิกุล^{1/} จริยา วิสิทธิ์พานิช^{2/} และ วิชชา สอาดสุด^{1/}

Chatree Sittigul^{1/} Jariya Visitpanich^{2/} and Vicha Sardsud^{1/}

Abstract : Field survey of decline symptoms occurring in major longan plantation areas was conducted in 15 and 28 selected areas in Chiang Mai and Lam Phun provinces respectively. Result indicated that the symptoms were widely spread and found in most of the study areas. The percentages of declined trees were identified as 41% occurred in Chiang Mai and 33% occurred in Lam Phun. Existence of longan decline was observed in various orchard conditions especially in lowland plantation area which had a waterlogged soil or in upland plantation area which water shortage was prevailing, or even on the older trees under poor management. Nevertheless, the actual etiology of the declined symptoms was unable to define at a moment. The declined trees predisposing to attack by other secondary pathogens and insects exhibited worse decline symptoms.

This study also noted that declined tree produced less numbers of leaves and small leaf sizes. Therefore, leaf sizes of 6 longan orchards in Chiang Mai and Lam Phun were measured and compared with the normal leaves. The data showed that the declined trees produced significant smaller in leaf size when compared with the normal trees.

ภาควิชาโรคพืช^{1/} ภาควิชากีฏวิทยา^{2/} คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Department of Plant Pathology^{1/} Department of Entomology^{2/} Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

บทคัดย่อ : จากการสำรวจแหล่งปลูกลำไยที่สำคัญของจังหวัดเชียงใหม่ 15 พื้นที่ และจังหวัดลำพูน 28 พื้นที่ เพื่อศึกษาปริมาณการแพร่กระจาย และความเสียหายของลำไยที่เป็นโรคหงอย พบว่าการแพร่กระจายของโรคหงอย มีเกือบทุกพื้นที่ ๆ ทำการสำรวจโดยพบต้นลำไยแสดงอาการหงอยในจังหวัดเชียงใหม่ 41% และจังหวัดลำพูน 33 % สภาพสวนลำไยที่แสดงอาการหงอยมีลักษณะแตกต่างกันไป ส่วนใหญ่มีสภาพเป็นที่ลุ่มมีน้ำท่วมขัง บางแห่ง เป็นที่ดอนซึ่งมักจะขาดน้ำในฤดูแล้ง สวนบางแห่งไม่มีการบำรุงหลังเก็บผลผลิต สวนบางแห่งเป็นลำไยที่มีอายุมาก และไม่มีการจัดการที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดโรคหงอย ยังไม่ได้พิสูจน์ในขณะนี้

การศึกษาความผิดปกติของลำไยที่แสดงอาการหงอยโดยเลือกสวนลำไยที่แสดงอาการหงอยจำนวน 6 สวน ในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน เพื่อวัดขนาดใบของต้นที่เป็นโรคหงอยเปรียบเทียบกับต้นปกติ ผลปรากฏว่าต้นลำไยที่เป็นโรคหงอยทุกแห่งมีขนาดของใบลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับใบจากต้นปกติ โดยที่ความแตกต่างดังกล่าวเชื่อมั่นได้ 99 %

Index words : โรคหงอย ลำไย

Decline symptoms, Longan, Declined disease

คำนำ

ปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกลำไยในเขตภาคเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งชาวสวนในบริเวณแหล่งปลูกที่สำคัญของจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ประสบปัญหาในการที่จะผลิตลำไยให้มีคุณภาพดี และมีปริมาณให้เพียงพอความต้องการของตลาด ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ทั้งนี้มีปัจจัยหลายประการที่เป็นอุปสรรคต่อการผลิต อาทิเช่น ปัญหาเรื่องโรคและแมลง ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ และบางพื้นที่ขาดน้ำในช่วงฤดูแล้ง หรือบางสวนมีปริมาณน้ำมากเกินไป นอกจากปัญหาดังกล่าวแล้วยังพบว่าต้นลำไยจำนวนมากแสดงอาการทรุดโทรม ต้นไม่สมบูรณ์ ชักการเจริญเติบโต แคระแกร็น จำนวนใบและขนาดใบลดลง เมื่อมองเข้าไปในทรงพุ่มของต้นเห็นกิ่งก้านภายในชัดเจน ชาวสวนส่วนใหญ่นิยมเรียกลักษณะอาการนี้ว่าโรคหงอย (Declined disease)

โรคหงอยเป็นโรคที่สำคัญ และเป็นปัญหา มากที่สุดในขณะนี้ ซึ่งข้อมูลเบื้องต้นของการแพร่

กระจาย และความเสียหายของโรคได้รับรายงานจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และชาวสวนลำไยหลายราย ขณะเดียวกันปริมาณของต้นลำไยที่แสดงอาการของโรคหงอยเพิ่มปริมาณมากขึ้นทุกปี จากการตรวจเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับลำไยที่ได้รายงานไว้ในอดีต พบว่ายังไม่มีการศึกษารายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับโรคนี้แต่อย่างใด ดังนั้นจึงได้ทำการสำรวจปริมาณการแพร่กระจาย และประเมินความเสียหายของโรคหงอยในแหล่งปลูกลำไยที่สำคัญ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาหาแนวทางในการฟื้นฟูโรคหงอยต่อไป

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปริมาณการแพร่กระจาย และความเสียหายของลำไยที่เป็นโรคหงอย ตลอดจนศึกษาความผิดปกติของลำไยที่แสดงอาการหงอย โดยเปรียบเทียบขนาดของใบระหว่างต้นปกติกับต้นที่แสดงอาการโรคหงอย

วิธีการสำรวจ

ทำการสำรวจโรคหงอยในแหล่งปลูกลำไยที่สำคัญของ จังหวัดเชียงใหม่และลำพูนจำนวน 43

พื้นที่ โดยเลือกจังหวัดเชียงใหม่ 6 อำเภอ จังหวัด
ลำพูน 5 อำเภอ โดยออกสำรวจสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง
ตั้งแต่เดือน กันยายน 2539 ถึง เดือนมีนาคม 2540
บันทึกสภาพของสวน พันธุ์ลำไย อายุพืช การบำรุง
รักษา วัดเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของต้นลำไยที่
เป็นโรคหงอย โดยนับต้นที่แสดงอาการหงอย
เปรียบเทียบกับต้นที่ปกติทั้งสวน จากนั้นนำมาหา
ค่าเฉลี่ยปริมาณความเสียหายในแต่ละอำเภอ
และจังหวัดที่ทำการสำรวจ และได้บันทึกโรคและ
แมลงที่พบนอกเหนือจากโรคหงอย

เลือกสวนเพื่อศึกษาขนาดของใบลำไย
ที่แสดงอาการหงอยจำนวน 6 สวน สวนที่ 1 อยู่ที่
ตำบลหนองแฝก (Nong Faek) อำเภอสารภี จังหวัด
เชียงใหม่ ลำไยอายุ 6 - 12 ปี สวนนี้ในฤดูฝนหากมี
ฝนตกหนักติดต่อกัน น้ำอาจท่วมเป็นระยะเวลา
2-3 วัน สวนที่ 2 ที่บ้านหลุก (Ban Luk) ตำบล
เหมืองง่า อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ลำไยอายุ 20
ปี เป็นสวนที่มีระดับน้ำใต้ดิน (Water table) ตื้น
ภายในสวนมีร่องระบายน้ำ น้ำจากชลประทาน
ส่งถึงตลอดทั้งปี ในกรณีที่มีฝนตกหนัก มีรายงาน
ว่าน้ำท่วมภายในสวน ลำไยส่วนใหญ่แสดงอาการ
หงอย ต้นแคระแกร็น สวนที่ 3 มีสถานที่อยู่ที่บ้าน
สันหัววัว (Ban San Hua Wua) ตำบลประดู่ป่า
อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ลำไยอายุ 12 ปี เป็นสวน
ที่มีระดับน้ำใต้ดินตื้น ภายในสวนมีร่องระบายน้ำ
มีการดูแลเอาใจใส่ดีพอสมควร แต่ก็พบลำไย
บางต้นแสดงอาการหงอย สวนที่ 4 อยู่ที่บ้าน
วังผาง (Ban Wang Phang) ตำบลวังผาง อำเภอ
ป่าซาง จังหวัดลำพูน ลำไยอายุประมาณ 10
ปีสวนนี้ตั้งอยู่บนฝั่งแม่น้ำปิง ห่างจากลำแม่น้ำ
ประมาณ 1 กิโลเมตร ในฤดูฝนน้ำหลาก มีรายงาน
ว่ามีน้ำท่วมในสวนลำไยภายในสวน บางต้นแสดง
อาการหงอย สวนที่ 5 ตั้งอยู่ที่บ้านน้ำบ่อหลวง

(Ban Nam Bo Luang) ตำบลน้ำบ่อหลวง อำเภอ
สันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ลำไยอายุ 15 ปี
บริเวณสวนเป็นที่ดอน ดินมีสภาพแห้งในฤดูแล้ง
ลำไยส่วนใหญ่แสดงอาการหงอย สวนที่ 6 อยู่ที่
บ้านตันโชค (Ban Ton Chok) ตำบลหนองตอง
อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ลำไยอายุประมาณ
40 ปี เป็นสวนที่ไม่มีน้ำท่วม ลำไยทั้งสวนแสดง
อาการหงอย

จากสวนตัวอย่างที่คัดเลือกมานี้ ทำการวัด
ขนาดของใบโดยสุ่มเลือกวัดใบจากต้นปกติ 5 ต้น
และจากต้นที่แสดงอาการหงอย 5 ต้น ยกเว้น
สวนที่ 3 ทำการวัดขนาดใบจากต้นปกติ และต้นที่
แสดงอาการหงอยอย่างละ 4 ต้น และสวนที่ 6 บ้าน
ตันโชค ลำไยทุกต้นแสดงอาการหงอย จึงบันทึก
ข้อมูลเฉพาะต้นที่แสดงอาการหงอยเท่านั้น การวัด
ขนาดใบจากต้นตัวอย่างที่คัดเลือกไว้นี้ สุ่มวัดขนาด
ใบจากปลายใบยอดของกิ่ง กิ่งละ 3 ใบ วัดต้นละ
10 กิ่ง หรือ 10 ช่อใบ ดังนั้น แต่ละต้น วัดขนาด
ความกว้างและความยาวของใบรวมจำนวน 30 ใบ
นำข้อมูลที่บันทึกมาวิเคราะห์ทางสถิติ และ
เปรียบเทียบขนาดของใบโดยใช้วิธี t Test

ผลการสำรวจ

จากการสำรวจพื้นที่ปลูกลำไยในจังหวัด
ลำพูนทั้งหมด 28 พื้นที่ใน 5 อำเภอ รวมจำนวน
ต้นลำไยที่สำรวจทั้งหมด 2,530 ต้น พบต้นลำไย
แสดงอาการหงอยทุกอำเภอเฉลี่ย 33 % รองลงไป
คืออาการใบหงิกที่เกิดจากสารกำจัดวัชพืช 23 %
อาการใบหงิกที่เกิดจากไร 9 % และโรคพุ่มแฉ้
0.06% (ตารางที่ 1) สำหรับในจังหวัดเชียงใหม่
ทำการสำรวจ 15 พื้นที่ ใน 6 อำเภอ โดยตรวจนับ
ต้นลำไยจำนวน 1,322 ต้น ไม่พบโรคหงอย

ในอำเภอจอมทองและอำเภอฮอด เนื่องจากได้สำรวจเพียงพื้นที่เดียวในแต่ละอำเภอ และแต่ละสวนมีการจัดการเป็นอย่างดี โดยรวมแล้วพบโรคหงอยในจังหวัดเชียงใหม่ เฉลี่ย 41 % ใบหงิกจากไร 13 % โรคพุ่มแจ้ 3 % และใบหงิกที่เกิดจากสารกำจัดวัชพืช 2 % (ตารางที่ 1)

จะเห็นได้ว่าโรคหงอยเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของชาวสวนลำไยทั้งจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน และมีพื้นที่ในการแพร่ระบาดของกระจายทั่วไปแทบทุกแห่งที่เป็นแหล่งปลูกลำไยที่สำคัญ

ต้นลำไยที่เป็นโรคหงอยมีขนาดลำต้นแคระแกรน บางต้นใบมีสีเขียวซีด จำนวนใบ และขนาดใบลดลง ทำให้สามารถมองเห็นกิ่งก้านภายในทรงพุ่มได้ชัดเจน (ภาพที่ 1) ผลจากการวัดขนาดความกว้างและความยาวของใบ ระหว่างต้นที่แสดงอาการหงอยกับต้นปกติ พบว่าต้นที่เป็นโรคหงอย มีขนาดใบหดสั้นและแคบกว่าใบปกติประมาณ 30-40% ข้อมูลของแต่ละสวนที่แสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 บ่งชี้ว่าขนาดของใบที่แสดงอาการหงอย มีขนาด แคบและสั้นกว่าใบ ของต้นปกติซึ่งความแตกต่างดังกล่าวเชื่อมั่นได้ 99 % ความกว้างของใบจากต้นที่เป็นโรคหงอย มีขนาด 3.01-3.59 เซนติเมตร ขณะที่ใบปกติมีขนาดความกว้างของใบปกติ 4.61-5.06 เซนติเมตร (ภาพที่ 2) ในทำนองเดียวกันขนาดความยาวของใบ จากต้นที่เป็นโรคหงอยอยู่ระหว่าง 9.85-10.50 เซนติเมตร ส่วนลำไยปกติมีความยาวของใบ 15.20-16.35 เซนติเมตร (ภาพที่ 3)

ผลจากการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Agrios (1988) ซึ่งกล่าวถึงอาการทรุดโทรมของต้นสาละว่า ต้นสาละที่เป็นโรคทรุดโทรม มีการชักการเจริญเติบโต ต้นแคระแกรน จำนวนใบและขนาดใบลดลง ใบมีสีเขียวซีด และร่วงก่อนกำหนด ทำให้ต้นสาละอ่อนแอเรื่อย ๆ และตายในที่สุด

ปัจจุบันสาเหตุของการเกิดโรคหงอยยังไม่มีการยืนยันที่แน่นอน แต่จากการสังเกตสวนลำไยที่แสดงอาการหงอยมีสภาพดังต่อไปนี้

1. สวนที่ลุ่ม เช่น สวนที่สำรวจที่บ้านทาทุ่งหลวง อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน เป็นลำไยพันธุ์ค้ออายุ 14 ปี พื้นที่ปลูกลำไย เป็นที่ลุ่มมีน้ำท่วมขัง ลำไยตายไปแล้ว 50 ต้น ลำไยส่วนที่เหลือแสดงอาการหงอยทั้งหมด 100 % (ตารางที่ 1) สวนที่ลุ่มอื่น ๆ ก็มีลักษณะเดียวกัน คือ ในฤดูฝนหากมีฝนตกหนักติดต่อกันน้ำอาจท่วมขังเป็นระยะเวลา 2-3 วัน หรือนานกว่านั้น เช่น สวนบ้านหนองแฝก อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ บ้านวังผาง อำเภอป่าซาง และสวนบ้านเหล่าขาว อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน สำหรับสวนนี้ต้นลำไยมีอาการหงอยรุนแรง และพบหนอนด้วงหนวดยาวเจาะกินในกิ่งและต้นเป็นโพรง เจ้าของสวนได้ตัดทิ้งไป 38 ต้น จากลำไยที่มีในสวนทั้งหมด 45 ต้น เจ้าของสวนเข้าใจว่าต้นลำไยถูกหนอนด้วงหนวดยาวและหนอนกินเปลือกเข้าทำลายทุกต้น เป็นเหตุให้ลำไยทรุดโทรมรุนแรง จึงตัดต้นเผาทิ้งเพื่อทำลายแมลงที่เจาะกินภายในต้น

Table 1 Incidence of diseases and insect pests of longan in Chiang Mai and Lam Phun provinces during September 1996 to March 1997.

Location	No. of orchards observed	No. of tree investigated	Diseased tree (%)			Pest and Chemical damage tree (%)		
			Decline	Witches broom	Others	Mite	Herbicide	Other
Lam Phun								
Moung	12	894	19.69	2.9	-	6.15	37.97	-
Pa Sang	6	788	30.32	0.13	-	12.82	0	-
Li	5	581	5.85	0	Leaf blight 95.8 % (Ban Dong Sak Ngam)	2.58	0	Leaf feeder 40% (Ban Wang Din)
Ban Hong	4	197	10.66	0	-	18.27	75.13	
Mae Tha	1	70	100	0	-	3.0	0	
Total	28	2,530	-	-	-	-	-	
Mean	-	-	33.3	0.06	-	8.56	22.62	
Chiang Mai								
ChomThong	1	100	0	0	-	2.0	5.0	Scale insect 2 %
Saraphi	5	327	29.66	8.25	-	8.56	3.07	
Hot	1	100	0	0	-	-	-	
Hang Dong	4	177	57.06	3.39	-	29.38	-	Bark feeding borer 29.13% (Ban Tou Chok)
San Pa Tong	2	200	43	0	-	25	0	Bark feeding borer 20% (Ban Nam Bo Luang)
MaeTaeng	2	418	73.2	1.9	-	-	0	Leaf roller 74.6% (Ban Mud Ka)
Total	15	1,322						
Mean	-	-	40.58	2.7	-	12.99	1.61	

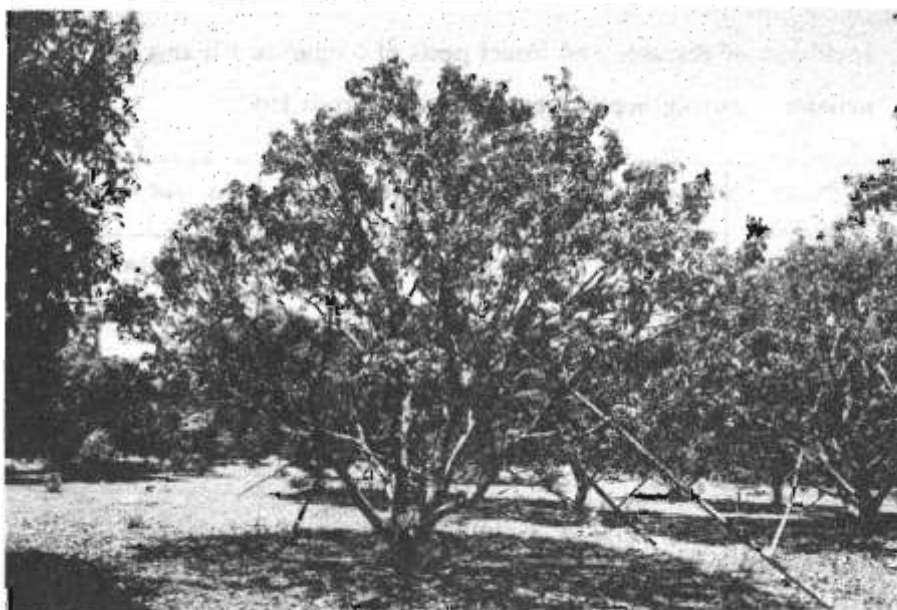


Figure 1 Declined symptoms occurred on longan tree. Plant became stunted, number and size of leaves decreased. Picture also shows the prominent appearance of branches inside declined tree canopy.

Table 2 Leaf widths of longan observed from normal and declined trees at six different locations.

Location	Leaf width of normal tree (cm)	Leaf width of declined tree (cm)	Calculated Student's t
Nong Faek	4.66 ± 0.14a	3.37 ± 0.08	7.93**
Ban Luk	5.06 ± 0.37a	3.37 ± 0.07	20.11**
Ban San Hua Wua	4.83 ± 0.21b	3.44 ± 0.20	4.86**
Ban Wang Phang	4.93 ± 0.12a	3.59 ± 0.11	8.36**
Ban Nam Bo Luang	4.98 ± 0.16a	3.01 ± 0.07	11.04**
Ban Ton Chok	No sample observed	3.36 ± 0.35	—

** Indicated significant difference between the width of leaf samples obtained from each location from normal and declined trees at $p = 0.01$.

^a Mean ± S.E. obtained from 5 longan trees, each tree randomly measured 30 leaves.

^b Mean ± S.E. obtained from 4 longan trees, each tree randomly measured 30 leaves.

Table 3 Leaf length of longan observed from normal and declined trees at six different locations.

Location	Leaf length of normal tree (cm)	Leaf length of declined tree (cm)	Calculated Student's <i>t</i>
Nong Faek	15.20 ± 0.48a	10.50 ± 0.23	8.79**
Ban Luk	16.35 ± 0.19a	10.77 ± 0.20	20.11**
Ban San Hua Wua	15.95 ± 0.87b	10.99 ± 0.68	4.48**
Ban Wang Phang	16.30 ± 0.39a	11.41 ± 0.50	7.76**
Ban Nam Bo Luang	16.24 ± 0.47a	9.85 ± 0.24	12.05**
Ban Ton Chok	No sample observed	10.69 ± 0.35	—

** Indicated significant difference between the length of leaf samples obtained from each location from normal and declined trees at $p = 0.01$.

^a Mean ± S.E. obtained from 5 longan trees, each tree randomly measured 30 leaves.

^b Mean ± S.E. obtained from 4 longan trees, each tree randomly measured 30 leaves.

สวนลำไยบางแห่ง เช่น สวนที่สำรวจที่บ้าน
หลุก และบ้านสันหัวว อำเภอมือง จังหวัดลำพูน
ได้เปลี่ยนสภาพจากนามาเป็นสวนลำไย สภาพเดิม
เป็นพื้นที่ลุ่มและรับน้ำจากชลประทาน ซึ่งเหมาะ
แก่การทำนา สภาพของดินนาโดยทั่วไปจะมีดิน
ชั้นล่างเป็นดินดานน้ำซึมผ่านได้น้อยหรือไม่ได้
เลย ทำให้ปริมาณน้ำในดินชั้นบนมีมากเกินไป
ประกอบกับในฤดูฝนมักมีน้ำท่วมขัง ส่วนใน
ฤดูแล้งก็พบว่ามีระดับน้ำใต้ดิน (Water table) ตื้น
น้ำอยู่ระดับลึกประมาณ 1 ฟุตหรือตื้นกว่า จากการ
ศึกษาของ Tisdale และ Nelson (1966) พบว่า
สภาพดินที่มีน้ำมากเกินไป ช่องว่างระหว่างเม็ด
ดินจะมีน้ำเข้าไปแทนที่ ซึ่งมีผลต่อการหายใจและ
การดูดอาหารของรากพืช สภาพสวนที่ลุ่มดังกล่าว
นี้ ส่วนใหญ่จะพบปัญหาโรคใบจุดสาหร่าย (Algal
spot) โรคใบจุดดำ (Black spot) และโรคราดำ
(Sooty mold) เข้าทำลายบนใบของต้นลำไยที่แสดง
อาการหงอย ทำให้ต้นลำไยมีอาการทรุดโทรม
มากยิ่งขึ้น

2. สวนที่ดอน เป็นสวนที่ขาดน้ำในฤดูแล้ง
บางสวนมีการให้น้ำบ้าง แต่ปริมาณน้ำที่ลำไย
ได้รับอาจไม่เพียงพอ สวนในสภาพนี้มักมีดิน
ไม่อุดมสมบูรณ์อย่างเช่นสวนที่บ้านน้ำบ่อหลวง
อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ สภาพสวน
อยู่ติดเชิงเขาและมีพื้นที่ลาดเท (Slope) ในช่วง
ฤดูฝนมีน้ำหลาก ธาตุอาหารของพืชตามผิวดิน
อาจถูกน้ำชะลงไปในที่ลุ่ม ทำให้สภาพผิวดินขาด
ความอุดมสมบูรณ์หน้าดินแน่น จากการศึกษาของ
Hsiao (1973) ได้ให้ข้อสังเกตว่าพืชที่ปลูกในสภาพ
ที่มีความชื้นต่ำหรือขาดน้ำ สภาพดินจะแน่นทำให้
การเจริญเติบโตและการแผ่ขยายของรากพืชชงักลง
หรืออาจมีโรคเข้าทำลายซ้ำเติมบริเวณระบบราก
ซึ่งรายงานของ Schoeneweiss (1981) พบว่าไม
ยีนดิน ที่ขาดน้ำจะอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของ
เชื้อสาเหตุชนิดที่เป็น Facultative parasites.

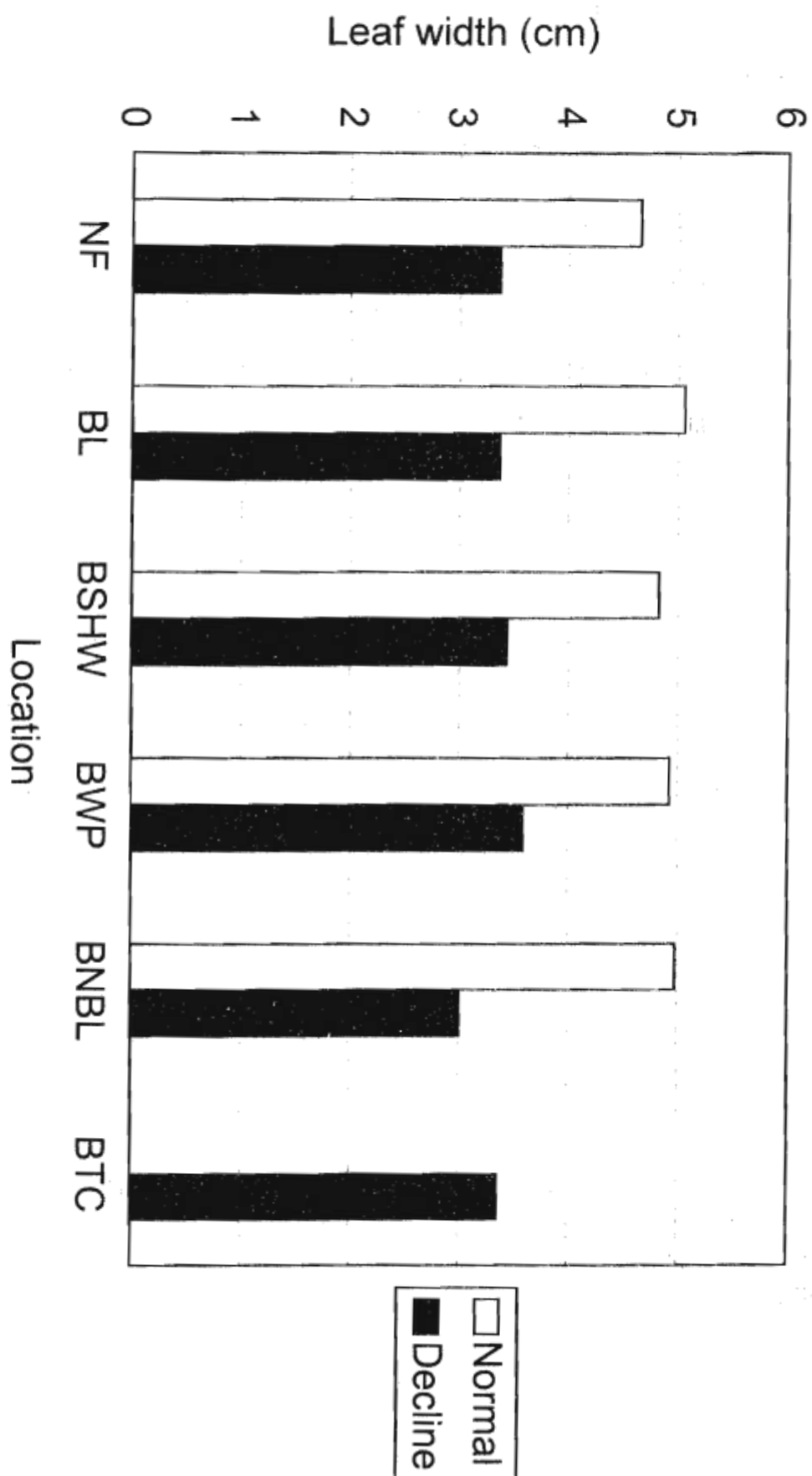


Figure 2 Leaf width of normal and declined longan trees observed from six locations in Chiang Mai and Lam Phun at ; NF (Nong Faek), BL (Ban Luk), BSHW (Ban San Hua Wua), BWP (Ban Wang Phang), BNBL (Ban Nam Bo Luang) and BTC (Ban Ton Chok).

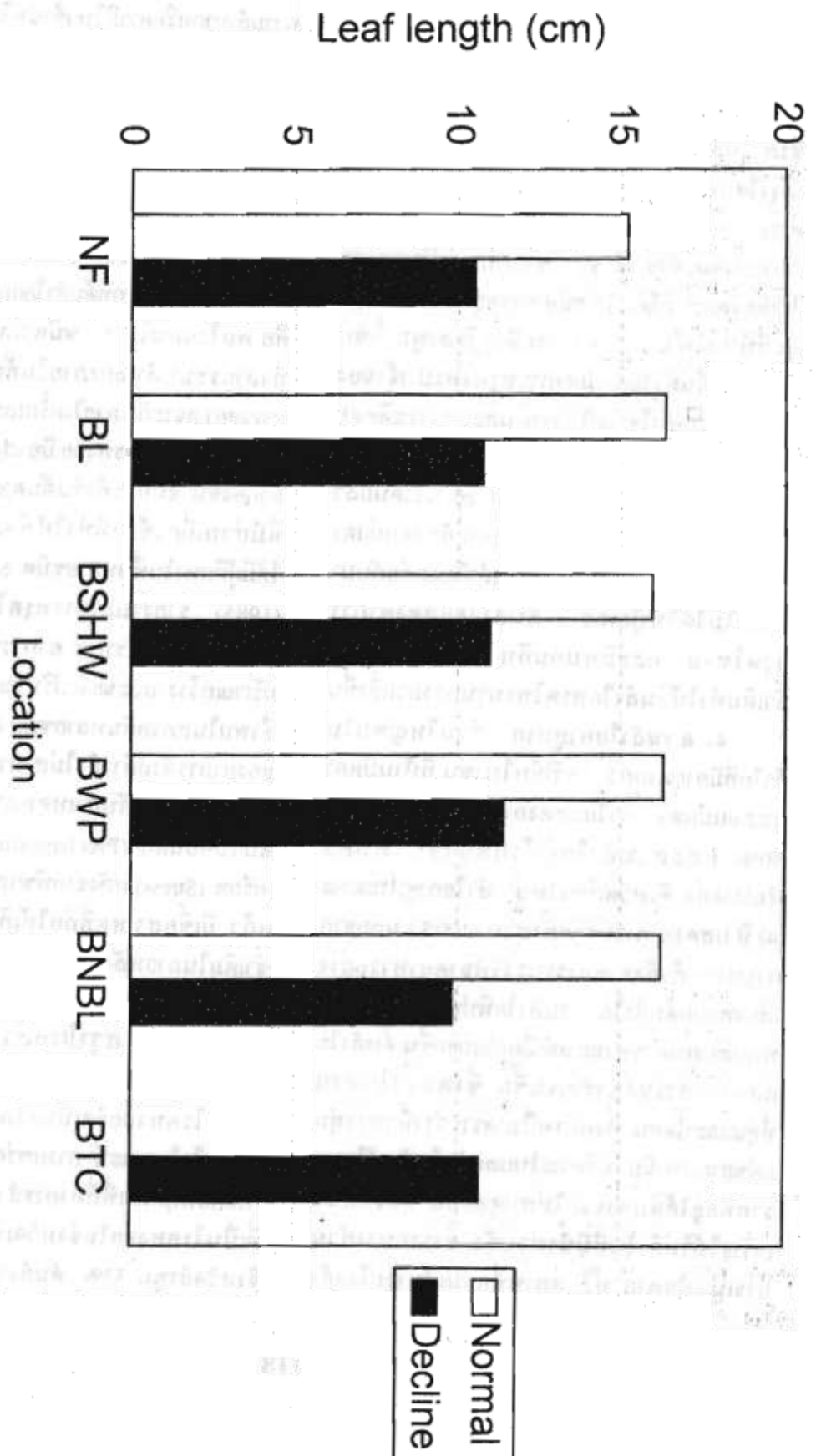


Figure 3 Leaf length of normal and declined longan trees observed from six locations in Chiang Mai and Lam Phun at :
NF (Nong Faek), BL (Ban Luk), BSHW (Ban San Hua Wua), BWP (Ban Wang Phang), BNBL (Ban Nam Bo
Luang) and BTC (Ban Ton Chok).

3. การจัดการภายในสวน สวนที่ไม่ได้บำรุงหลังเก็บเกี่ยวโดยเฉพาะสวนที่ลำไยติดผลมากซึ่งอาจพบได้ทั้งในสภาพสวนที่ลุ่มและที่ดอน บางสวนลำไยให้ผลผลิตมากติดต่อกันหลายปีซึ่งภายหลังจากเก็บผลผลิตแล้วเจ้าของสวนไม่ได้บำรุงโดยการให้ธาตุอาหารที่พืชต้องการอย่างเพียงพอสวนบางแห่งอาจมีการให้ปุ๋ยบ้าง เช่น สวนที่ลุ่มที่บ้านวังคีน อำเภอสี จังหวัดลำพูน แต่ปริมาณอาจไม่เพียงพอทำให้ต้นลำไยมีอาการทรุดโทรม สวนที่ลุ่มที่บ้านท่าคุ่ม อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน ก็เช่นเดียวกัน ต้นลำไยเริ่มมีอาการทรุดโทรม เจ้าของสวนมีความเข้าใจว่าเป็นโรค และสามารถติดต่อดูกุลามถึงกันได้ จึงได้ตัดต้นลำไยพันธุ์คอ อายุประมาณ 15 ปี หักไปประมาณ 20 กว่าต้นแล้วสำหรับสวนที่ดอนที่บ้านสันมหาพน อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเก็บผลผลิตลำไยติดต่อกันมา 2 ปี ไม่ได้ให้ปุ๋ยเลย ต้นลำไยแสดงอาการทรุดโทรม และมีหนอนกินเปลือกเข้าทำลายซ้ำเติมทำให้ต้นลำไยทรุดโทรมรุนแรงมากยิ่งขึ้น

4. สวนลำไยอายุมาก ส่วนใหญ่พบในลำไยที่มีอายุมากกว่า 15 ปีขึ้นไป เช่น ที่บ้านมีดกา อำเภอแม่แตง ลำไยแสดงอาการหงอยประมาณ 60% และสวนลำไยที่บ้านต้นโชค อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ลำไยอายุประมาณ 40 ปี แสดงอาการหงอยทั้งสวน (100%) นอกจากนี้อายุมากแล้วยังขาดการบำรุงให้ธาตุอาหารอย่างเพียงพอแก่ต้นลำไย สวนลำไยที่ปลูกใหม่ไม่ค่อยพบแสดงอาการหงอย แต่เมื่ออายุมากขึ้น ต้นลำไยแสดงอาการหงอยชัดเจนขึ้น ซึ่งพบทั้งในสวนที่ลุ่มและที่ดอน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเมื่อทรงพุ่มแผ่ขยายมากขึ้น ปริมาณใบและลำคั้นกับปริมาณรากที่อยู่ใต้ดินอาจจะไม่สมดุลกัน คือรากอาจเจริญได้ไม่ดี ในที่นี้ที่น่าท้วงขัง ซึ่งรากบางส่วนอาจเน่าเสียหาย หรือสภาพที่ดอนเป็นที่แห้งแล้ง

ดินอัดแน่นเกินไป การแผ่ขยายของราก เป็นไปด้วยความลำบากหรืออาจมีโรคเข้าซ้ำเติมบริเวณระบบราก

จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตสภาพสวนทั้งในที่ลุ่มและที่ดอน ตลอดจนอายุของพืช และการจัดการภายในสวนลำไย มีความเกี่ยวข้องกับระบบของรากพืชที่อยู่ในดินเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ก็มีปัจจัยอื่นๆ ที่มาเกี่ยวข้องกับต้นลำไยซึ่งมักจะพบหลังจากที่ต้นลำไยแสดงอาการหงอยแล้ว คือ พบโรคบนใบ 2-3 ชนิด และหนอนกินเปลือกทำลายระบบลำเลียงภายในต้น และหนอนค้ำงหนวดยาวเจาะกินภายในกิ่งและลำคั้น ทำให้ต้นลำไยที่แสดงอาการหงอย มีอาการทรุดโทรมรุนแรงมากยิ่งขึ้น จนกระทั่งยืนต้นตายได้ ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ทำให้พืชแสดงอาการหงอยได้มีผู้ศึกษาในพืชหลายชนิด Schutt และ Cowling (1985) รายงานอาการทรุดโทรมของพรรณไม้ในป่าในทวีปยุโรปว่า อาการทรุดโทรมนี้เกิดขึ้นบริเวณกว้าง และขยายปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งพบในสภาพดินหลายชนิด ส่วนสาเหตุที่แท้จริงของอาการดังกล่าวยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ คาดว่าน่าจะเกี่ยวข้องกับสาเหตุหลายอย่างที่มีผลทำให้ดินไม่อบอุ่น (Preclisposing) และเกิดอาการเครียด (Stress) หลังจากพืชแสดงอาการทรุดโทรมแล้ว มีเชื้อสาเหตุที่ก่อให้เกิดโรคและแมลงเข้าซ้ำเติมในภายหลัง

สรุปผลสำรวจ

โรคหงอยจัดเป็นโรคที่มีความสำคัญที่สุดของลำไยในขณะนี้ การแพร่กระจายของโรคหงอยพบเกือบทุกพื้นที่ที่ทำการสำรวจ โดยพบต้นลำไยที่เป็นโรคหงอยในจังหวัดเชียงใหม่ 41% และจังหวัดลำพูน 33% ต้นลำไยที่แสดงอาการหงอย

จะมีขนาดของใบลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับต้นปกติ โดยที่ความแตกต่างดังกล่าวเชื่อมั่นได้ 99%

สวนลำไยที่แสดงอาการหงอยส่วนใหญ่ มีสภาพเป็นที่ลุ่มมีน้ำท่วมขัง บางแห่งเป็นที่ดอน ขาดน้ำในฤดูแล้ง สวนลำไยบางพื้นที่ไม่มีการบำรุง รักษาหลังจากเก็บผลผลิต สวนบางแห่ง เป็นลำไยมีอายุมาก และมีการจัดการที่ไม่เหมาะสม อย่างไรก็ตามสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดโรคหงอย ยังไม่สามารถยืนยันได้แน่นอน ลำไยที่เป็นโรค หงอยมักจะอ่อนแอ ทำให้มีโรคและแมลงเข้า ทำลายซ้ำเติม เป็นเหตุให้อาการของโรคหงอย รุนแรงมากยิ่งขึ้น

งานที่ควรจะศึกษาต่อไปคือ หาสาเหตุ โรคหงอยของลำไย วิธีการในการวินิจฉัย และจัดระดับความรุนแรงของโรค เพื่อวางแผนทาง ในการฟื้นฟูลำไยที่เป็นโรคหงอย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าของสวนลำไย ที่ได้อนุญาตให้ใช้พื้นที่ทำการวิจัย ขอขอบ คุณ ผศ. ดร. ศานิต รัตนภุมมะ ที่ได้กรุณาตรวจทานแก้ไข ต้นฉบับ ขอขอบคุณ คุณประนอม ใจอ้าย คุณสวัสดิ์

การแพร่กระจายและความเสียหายของลำไยที่เป็นโรคหงอย ในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน

พรหมอินทร์ คุณเสาวณีย์ ไชยวรรณ และคุณ ขวัญเดือน พุทธหน่อแก้ว ที่ได้ช่วยเก็บข้อมูล ในภาคสนาม งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ วิจัย การควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของ ลำไยและพัฒนาการวินิจฉัยโรค เพื่อผลิตต้นพันธุ์ ปราศจากโรค โดยได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) คณะ ผู้วิจัย จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- Agrios, G. N. 1988. Plant Pathology. Academic Press, Inc., New York. 803 pp.
- Hsiao, T. C. 1973. Plant responses to water stress. Ann. Rev. Plant Physiol. 24: 519-570.
- Schoeneweiss, D. F. 1981. The role of environmental stress in diseases of woody plants. Plant Disease 65: 308-314.
- Schutt, P. and E. B. Cowling. 1985. Waldsterben, a general decline of forests in Central Europe: symptoms, development and possible causes. Plant Disease 69:548-558.
- Tisdale, S. L. and W. L. Nelson. 1966. Soil Fertility and Fertilizers. The Macmillan Company, New York, U.S.A. 694 pp.

ผลของสารเร่งการสุกแก่ต่อการเก็บเกี่ยวข้าว และคุณภาพการสี

Effects of Ripening Regulator on Rice Harvesting and Milling Quality

ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ^{1/} และ พรชัย เหลืองอาภาพงศ์^{1/}

Supasark Limpiti^{1/} and Pornchai Lueang-a-papong^{1/}

Abstract : Study on spraying Hom Mali 105 rice variety with dimethipin (2, 3 - dihydro - 5, 6 - dimethyl - 1, 4 - dithiin 1, 1, 4, 4 - tetraoxide) to accelerate ripening and reducing grain moisture content at harvest was carried out at Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. Results of the study showed that the chemical could reduce grain moisture content significantly and rapidly. However, application it at 12 days before harvesting (12 DBH) resulted in grain yield reduction noticeably. Applying at 500 and 750 ml/ha at 8 and 4 DBH gave no effect on grain yield as compared to control. Spraying at 8 DBH with the rates 500 and 750 ml/ha gave no difference in term of moisture reduction and milling quality. In this experiment was found that % head rice of the sprayed plots was much superior to that of the unsprayed plots when the cut crop was milled without field drying. Spraying at 4 DBH with both rates gave the same results in grain yield and milling quality. Nonetheless, it was noted that when the unsprayed crop was field dried for 4 days after harvesting its milling quality improved greatly and statistically gave the same head rice percentage as those of the sprayed plots.

^{1/} รองศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

^{1/} Associate professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Thailand 50200.

บทคัดย่อ : การใช้สาร dimethipin (2, 3 - dihydro - 5, 6 - dimethyl - 1, 4 - dithiin 1,1,4,4 - tetraoxide) พ่นข้าวหอมมะลิ 105 เพื่อเร่งการสุกแก่ และลดความชื้นเมล็ดก่อนการเก็บเกี่ยว ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสารเคมีชนิดนี้สามารถ ลดความชื้นของเมล็ดได้อย่างมากและรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม การพ่นก่อนการเก็บเกี่ยว 12 วัน ทำให้ผลผลิตเมล็ดลดลงอย่างเห็นได้ชัด ส่วนการพ่นทั้งในอัตรา 500 และ 750 มล./เฮกตาร์ ในระยะ 8 และ 4 วันก่อนการเก็บเกี่ยวไม่ทำให้ผลผลิตลดลง การพ่นทั้งสองอัตราที่ 8 วันก่อนการเก็บเกี่ยวให้ผลในด้าน การลดความชื้น และคุณภาพการสีไม่แตกต่างกัน ในการทดลองนี้พบว่า เมื่อนำข้าวไปสีทันทีโดยไม่ตาก คุณภาพการสี ในแง่เปอร์เซ็นต์ตันข้าวของแปลงที่พ่นสาร จะสูงกว่าแปลงที่ไม่มีการพ่นอย่างมาก สำหรับการพ่นสาร 4 วันก่อนการเก็บเกี่ยวพบว่าอัตราการพ่น 500 และ 750 มล./เฮกตาร์ให้ผลผลิตเมล็ดและคุณภาพการสี ไม่แตกต่างกันทั้งสองอัตราที่ใช้พ่น ส่วนในแปลงที่ไม่มีการพ่นสาร ถ้าตากข้าวที่เก็บเกี่ยวแล้วไว้ในแปลง 4 วัน คุณภาพการสีจะดีขึ้นมาก โดยผลลัพธ์จะไม่แตกต่างจากแปลงที่มีการพ่นสาร

Index words : ข้าว การสุกแก่ คุณภาพ การสี หอมมะลิ

Dimethipin, Rice, Hom Mali, Rice Quality, Ripening, Milling Quality

Introduction

The recent introduction of indigenous combine harvester to Thai agriculture for harvesting rice is aiming at solving labor shortage problem particularly in the central region and speed up harvesting and threshing process. Though the machine was proved to be technically feasible but it also inherited some problems. One of the major drawback is the crop has to be harvested and threshed at higher moisture level than usually done conventionally, since the crop would be threshed immediately after cutting without any field drying. Harvesting and threshing rice at unsuitable moisture content can cause harmful effect on milling yield (Araullo *et al.*, 1976).

Delay of harvesting to let the standing crop drying in the field can caused shattering loss and lodging for high yielding variety. Study made by Chinsuwan *et al.* (1996) showed various losses

during harvesting and threshing using Thai combine harvester. The study emphasized the need for harvesting and threshing at appropriate moisture content to reduce such losses.

As natural drying of grain takes several days after ripening and the process of field drying is omitted by using combine harvester some mean to reduce moisture content of the grain at harvest is required. Report of using chemical for accelerating ripening of rice was presented by Lacodie (1987). The chemical used was dimethipin which was marketed as a ripening regulator under brand name "Harvade".

Use of dimethipin with rice was reported to caused the crop to ripe with rapid reduction of grain moisture content (Benyak, 1987). However, there are some question to be answered if the dimethipin is to be used with Thai rice, they are: 1) when to applied the chemical without causing

reduction of yield, 2) what is appropriate application rate, 3) would the dimethipin cause any milling quality problem and 4) will there be any harmful residues in the milled rice.

The objectives of this study were to find the appropriate application rate and time for using dimethipin (2, 3 - dihydro - 5, 6 - dimethyl - 1, 4 - dithiin 1, 1, 4, 4 - tetraoxide) to reduce grain moisture content of Hom Mali 105 rice variety. And to examine effect of dimethipin on milled rice quality.

Material and Methods

General practice

Sowing of Hom Mali 105 rice variety in seedling plot was done on July 10, 1996. The seedlings were transplanted one month later at Faculty of Agriculture, Chiang Mai University experimental field. The plant spacing were 0.25 x 0.25 m. The 16-20-0 fertilizer at 94 kg/ha was applied on the day of transplanting. It was applied again one month later on September 10, 1996. The crop was harvested on December 3, 1996 which was 115 days after transplanting.

Experimental design

The two dimethipin spraying rates used in the experiment were 500 ml/ha and 750 ml/ha. Size of the experimental plot was 5 x 5 m. the plots were laid out in RCBD with 3 replications.

The chemical was applied at 12, 8 and 4 days before harvesting using the two assigned rates. Three plots were kept as control (no spraying). Data collected from the control plots was used for comparison with the treated plots. Detail of treatments was shown in Table 1.

Table 1 Detail of treatments used in the experiment.

Treatment	Time of spraying	Spraying rate (ml/ha)	Date
Control	no spraying	-	-
1	12 DBH *	500	21/11/96
2	12 DBH	750	21/11/96
3	8 DBH	500	25/11/96
4	8 DBH	750	25/11/96
5	4 DBH	500	29/11/96
6	4 DBH	750	29/11/96

* DBH means Day Before Harvest

Data collection

Moisture content of filled grain was recorded on the day of spraying the dimethipin and every 2 days after that until harvest. Percentage of filled grain was as well determined.

The harvested crop was manually threshed and divided into 2 groups. One group was milled promptly after harvest. The other was dried in the field for 4 days before milling. The milling machine used was a laboratory mill which required 250 grams of sample for each test.

Results and Discussion

1. Grain Moisture reduction

1.1 Spraying at 12 DBH

Visual reduction of moisture content of filled grain is shown in Figure 1. The initial moisture content of the grain at 12 DBH was 69-71% (Table 2). In the first 2 days after spraying moisture content of grain in the control plots decreased 7.7% as compared to 48.4 and 51.5% for grain sprayed with dimethipin at 500 and 750 ml/ha respectively (Table 3).

Rapid reduction of 35.2% grain moisture in the control plot occurred between 10 DBH-8 DBH while moisture of the grain in treatment 1 and 2 decrease 7 and 5.1% respectively (Table 3). Drying rate of grain in control plots was high during 12 DBH to 4 DBH because the grain still had moisture content more than 20%. The rate decreased after that. Average moisture content of the grain in control plots at harvest was 15.4%

which was significantly higher than that of the grain in the sprayed plots. For Treatment 1 and 2, highest drying rate occurred at 2 days after spraying. The rates were still high at 4 days after spraying (Table 3) however, at 6 DBH the moisture content of the grain in this two treatments had become as low as 13.1-13.3%. Therefore, drying rate after that was very low. Slight increase of moisture content happened between 4 DBH and 2 DBH due to high equilibrium relative humidity of the surrounding air. Harvesting moisture content of grain in treatment 1 and treatment 2 were 13.6%. From Table 2 it is clear that there was no different in moisture reduction between the application rate of 500 and 750 ml/ha when the chemical was sprayed at 12 DBH. The grain moisture content began to be lower than 14% at 6 days after spraying while the grain moisture content in control plots was as high as 21.4%. This means that the sprayed plots can be harvested 6 days faster than naturally dried plots. Earlier harvest will be very beneficial during wet season.

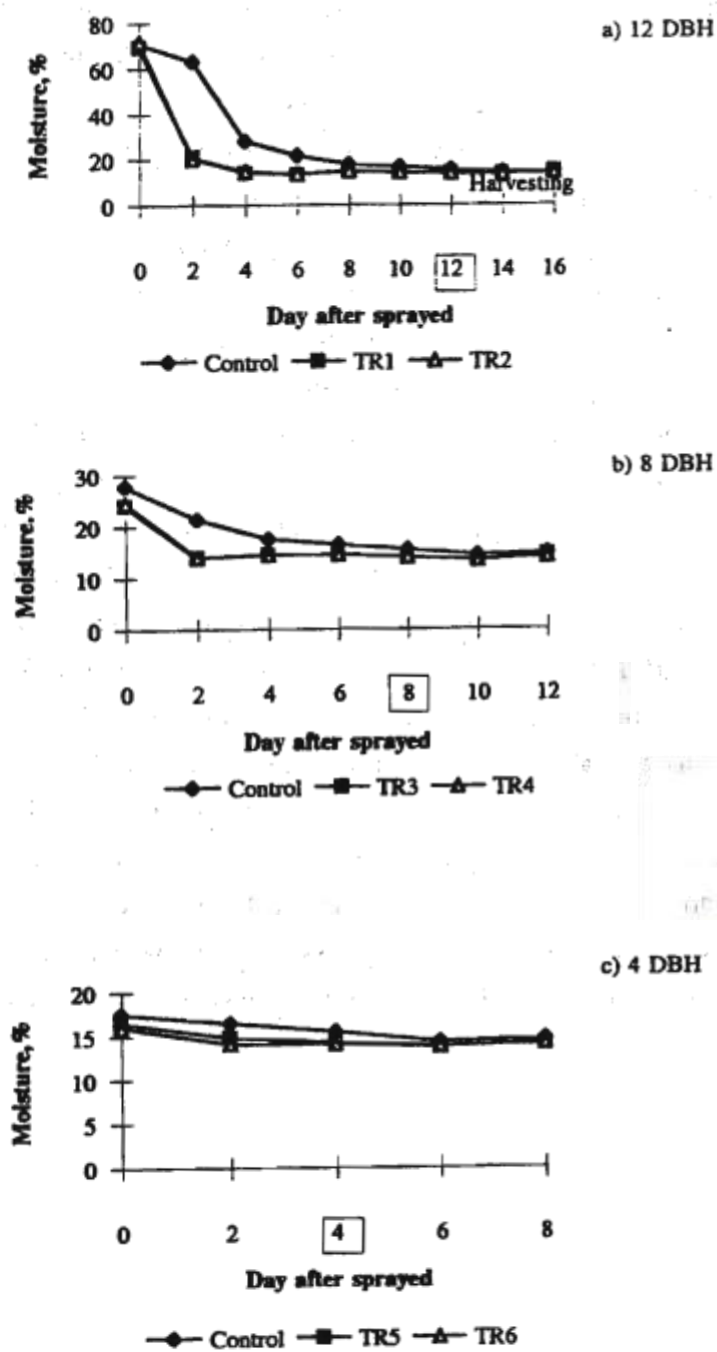


Figure 1 Reduction of grain moisture content after spraying with dimethipin. a) at 12 DBH. b) at 8 DBH. c) at 4 DBH. The small box on X-axis represents the day of harvesting.

1.2 Spraying at 8 DBH

Initial moisture content of grain in the control plots at 8 DBH was 27.8% while moisture content of grain at the beginning of spray in treatment 3 and 4 were 24 and 24.5% respectively (Table 2). In the first 2 days rapid reduction of moisture content in the two treatments occurred at the rate 10.1-10.6% and moisture content of the sprayed crop had dropped to below 14%. The result showed that if the dimethipin was applied at 8 DBH the crop could be harvested within 2 days.

1.3 Spraying at 4 DBH

At 4 days before harvesting moisture content of grain in the untreated plots was 17.5%,

which was not significantly differed from moisture content of the grain in treatment 5 and 6. From Table 3 it can be seen that drying rate of grain in the control plots and in treatment 5 and treatment 6 was only 1.1, 1.7 and 1.9% respectively. Nonetheless, statistically, the dimethipin still could reduce the moisture of the grain faster than natural drying of the crop until the day of harvest.

At harvesting moisture content of grain in control plot was 15.4% which was significantly higher than the grain sprayed with dimethipin at the two application rates. The time of application i.e. 12 DBH, 8 DBH and 4 DBH gave no difference in term of grain moisture content at the day of harvest.

Table 2 Grain moisture content after spraying with dimethipin, % (wb)

Days Before Harvest	Control	Treatment					
		1	2	3	4	5	6
12	70.7	69.3	71.5				
10	63.0a	20.9b	20.9b				
8	27.8a	13.9b	14.9b	24.0c	24.5c		
6	21.4a	13.1b	13.3b	13.9b	13.9b		
4	17.5a	14.9bc	14.6c	14.4c	14.4c	16.5ab	16.0ab
2	16.4a	14.1b	13.9b	14.5b	14.4b	14.8b	14.1b
0	15.4a	13.6b	13.6b	13.9b	13.9b	14.2b	14.0b
-2	14.3	13.5	13.3	13.3	13.3	13.8	13.7
-4	14.6	14.1	13.9	14.3	13.9	14.0	14.1

Numbers in the same row follow by the same letter are not significantly different at $P > 0.05$

Table 3 Drying rate of grain after spraying with dimethipin, % per 2 days

Days Before Harvest	Control	Treatment					
		1	2	3	4	5	6
12	-	-	-				
10	7.7	48.4	51.1				
8	35.2	7.0	5.1				
6	6.4	0.8	1.6	10.1	10.6		
4	3.9	-1.8	-1.3	-0.5	-0.5		
2	1.1	0.8	0.7	-0.1	0	1.7	1.9
0	1.0	0.5	0.3	0.6	0.5	0.6	0.1
-2	1.1	0.1	0.3	0.6	0.6	0.4	0.3

2. Percent filled grain

One important aspect of using ripening regulator is whether it affects the yield of the crop. Applying the chemical too early may result in reduction of yield. In this experiment, percent filled grain was used to represent effect of dimethipin on grain yield. Result of percent filled grain is given in Table 4.

From Table 4, it was shown that applying dimethipin at 12 DBH resulted in significant decrease of percent filled grain from the beginning until harvesting. The low percentage of filled grain was caused by the chemical accelerating the ripening process at the stage where the grain kernel had not fully developed. Percentage of filled grain of treatment 1 and 2 were 16 and 14.7% lower than that of the control plots respectively.

Applying dimethipin at 8 DBH and 4 DBH at both 500 and 750 ml/ha showed no significant difference of grain filling percentage from the control plots at harvesting except in treatment 4 (sprayed at 8 DBH with 750 ml/ha) where the filled grain percentage was statistically lower than that of the control plots.

3. Grain milling Quality.

3.1 With no field drying after harvesting

It was found that milling quality of grain from of the control plots was very poor when the grain was milled immediately after harvest although its moisture content was only 15.4% which was not too high (Table 5). the head rice yield of the control plots was as low as 16.2% while the percentage of broken rice was 83.4%. Khush *et al* (1982) stated that in good milling the milled rice should have at least 50% head rice. Percentages of head rice of the sprayed plots were very much higher than that of

the control. The lowest % head rice was 66% in treatment 1. However, there was significant difference of head rice yield among the treated plots. In general the plots sprayed at earlier stage i.e. 12 DBH gave lower % head rice together with higher % broken rice. But spraying at 8 DBH and 4 DBH resulted in no difference of both head rice and broken rice percentages.

3.2 With 4 days drying in the field after harvesting

When the cut crop was left to be sun dried in the field for 4 days it was noted that the

milling quality of the grain from the unsprayed plots had improved vastly. The head rice yield increased from 16.2% to 70% while the head rice percentage of the sprayed plots dropped down slightly particularly for those plots sprayed at 12 DBH. The result in Table 5 suggested that the drying process can improved milling quality of rice significantly. This result agreed with the report of Limpiti and Changrue (1993) in studying the drying of Japanese rice. They found that milling quality of Japanese rice was improved after mechanical drying with hot air.

Table 4 Percentage of filled grain after spraying with dimethipin.

Days Before Harvest	Control	Treatment					
		1	2	3	4	5	6
12	61.4	60.8	58.9				
10	68.4a	64.3b	62.4b				
8	81.6a	71.3b	71.2b	81.5a	82.1a		
6	86.1a	74.3b	72.6b	86.7a	83.8a		
4	87.4a	72.9b	74.0b	84.4a	83.8a	86.6a	87.4a
2	85.7ab	74.1c	74.5c	83.2b	83.3b	87.5a	86.4a
0	87.0a	73.1c	74.2c	84.8ab	81.6b	86.6ab	87.9a
diff. from control	0	16.0	14.7	2.5	6.2	0.5	-1.0

Numbers in the same row follow by the same letter are not significantly different at $P > 0.05$

Table 5 Milling quality of Hom Mali 105 in each treatment

Treatment	Without field drying after harvest			With 4 days field drying after harvest		
	Grain moisture, %	% Head rice	% Broken rice	Grain moisture, %	% Head rice	% Broken rice
Control	15.4	16.2a	83.4a	12.9	70.0a	29.8a
1	13.6	66.0b	33.8b	12.5	54.5b	45.4b
2	13.6	69.4bc	30.5bc	12.7	53.5b	46.4b
3	13.9	74.9cd	25.0cd	13.1	66.9a	32.9a
4	13.9	78.4d	21.4d	12.2	69.8a	30.2a
5	14.2	76.3d	23.7d	12.1	66.2a	33.7a
6	14.0	73.7cd	26.1cd	12.3	68.8a	31.1a

Numbers in the same column follow by the same letter are not significantly different at $P > 0.95$

Conclusion

The following points may be concluded from this study :

1. Spraying rice with dimethipin can accelerate ripening process and reduce grain moisture content rapidly.
2. Applying dimethipin earlier than 8 DBH is not recommended since it could lower grain yield as much as 14-16% .
3. At 8 DBH, using the rates of 500 and 750 ml/ha gave no difference in both grain yield and milling quality.
4. When applying dimethipin at 4 DBH the higher rate (750 ml/ha) gave the same effect to the crop as the lower rate (500 ml/ha)
5. If field drying is practicable there is no need for using the dimethipin since natural process of drying after cutting will improved the milling quality of the grain. Nonetheless, for wet season rice

it is unlikely that the crop will be sufficiently sun dried without the risk of rewetting.

6. For combine harvester which skip the field drying process before threshing, and in other circumstances where the time is the major constraint for harvesting, use of dimethipin can be a promising alternatives.

Acknowledgment

The author would like to thanks the Department of Agronomy, and the Postharvest Research and Training Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University for providing facilities in the experiment. Appreciation is also extended to Ms. Yaowares Chaikanta for her assistance in the milling test.

References

- Araullo,E.V.,D.B. de Padua and M. Graham. 1976. Rice Postharvest Technology. International Development Research Center. Ottawa, CANADA.
- Benyak,J. 1987. Conclusion of Tests with Harvade Ripening Regulator in Rice and Seed Sorghum in Szolnok County 1985-1986. Harvade Worldwide Technology Symposium. Budapest,1987.
- Chinsuwan,W.S. Mongpraneet and N.Panya. 1996. Optimum Harvesting Time for Kaow Hom Mali Using Combine Harvester. Paper presented at the Technical Seminar. Division of Agricultural Engineering, Department of Agriculture. Ministry of Agriculture and Co-operatives. November 21,1996.
- Khush,G.S., C.M. Paule and N.M. de Lacruze. 1982. Rice Grain Quality Evaluation and Improvement. Proceeding of the Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality. International Rice Research Institute. Philippines.
- Lacadie,J.A.1987. Havade - The Historical Perspectives. Harvade Worldwide Technology Symposium. Budapest 1987.
- Limpiti,S. and V. Changrue. 1993. Drying of wet season Japanese Rice with hot air dryer. J. of Agriculture 9(1) : 43-50.

ระดับปุ๋ยและช่วงเวลาการกำจัดวัชพืชที่มีต่อผลผลิตข้าวไร่

Effect of Fertilizer Level and Timing of Hand Weeding on Yield of Upland Rice

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์^{1/} และ พรพนธิภา ณ เชียงใหม่^{1/}

Pornchai Lueang-a-papong^{1/} and Punthipa Na ChiangMai^{1/}

Abstract : The field experiment was conducted at the Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University during July-November 1996 to determine the effect of fertilizer level and timing of hand weeding on yield of upland rice var. Sew Mae Jan. Weeds were controlled by hand at 14 days after emergence (DAE), 14 and 21 DAE, 14 and 28 DAE, 14 and 35 DAE, 14, 21 and 28 DAE, and 14, 21, 28 and 35 DAE in different fertilizer levels (0 and 30 kg/rai of 16-20-0 fertilizer). It was found that hand weeding at 14 and 28 DAE gave higher rice yield compared with hand weeding at 14 and 21 DAE and 14 and 35 DAE. More frequent weeding resulted in higher yield but the cost of capital and labour should also taken into consideration. Application of fertilizer generally caused higher yield of upland rice.

บทคัดย่อ : ทำการทดลองที่แปลงวิจัยภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือน กรกฎาคม-พฤศจิกายน 2539 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาช่วงเวลา และจำนวนครั้งของการกำจัดวัชพืชในสภาพที่มีการใส่และไม่ใส่ปุ๋ย ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวไร่ พันธุ์ซูแมจัน โดยมีการกำจัดวัชพืชด้วยจอบ 1 ครั้งเมื่อ 14 วันหลังงอก 2 ครั้งเมื่อ 14 และ 21 วันหลังงอก 2 ครั้งเมื่อ 14 และ 28 วันหลังงอก 2 ครั้งเมื่อ 14 และ 35 วันหลังงอก 3 ครั้งเมื่อ 14 21 และ 28 วันหลังงอก 4 ครั้งเมื่อ 14 21 28 และ 35 วันหลังงอก เปรียบเทียบกับในสภาพที่มีการใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่ใส่ ผลการทดลองพบว่า การกำจัดวัชพืช 2 ครั้ง

^{1/} ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200.

^{1/} Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200.

หลังจากข้าวงอก 14 และ 28 วันเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถลดการแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืช โดยจะทำให้ผลผลิตข้าวไร่สูงขึ้น ซึ่งดีกว่าการกำจัด 2 ครั้งที่ 14 และ 21 วัน หรือ 14 และ 35 วันหลังข้าวงอก การกำจัดวัชพืชมากกว่า 2 ครั้งให้ผลผลิตข้าวไร่สูงขึ้น แต่ต้องคำนึงถึงต้นทุนและแรงงานที่ใช้ การใส่ปุ๋ยจะสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวไร่ได้

Key word : Upland rice, Fertilizer, Hand weeding

บทนำ

ข้าวไร่เป็นพืชที่ปลูกในที่ดอนอาศัยน้ำฝน จึงมีปัญหาเรื่องการขึ้นแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืช ตลอดจนการเพาะปลูก (De Datta and Llagas, 1984) การปลูกข้าวไร่จะมีทั้งแบบโรยเป็นแถวหรือหยอดเป็นหลุม ซึ่งจะมีปัญหาเรื่องการแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืช การปล่อยให้วัชพืชขึ้นแก่งแย่งแข่งขันนั้น อาจทำให้ผลผลิตข้าวไรลดลง 75 และ 57 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพที่มีการปลูกแบบโรยเป็นแถว และหยอดหลุมปลูกตามลำดับ (Tiyawallee et al. 1981) โดยที่ Ampong-Nyarko and De Datta (1991) ได้รายงานว่าวัชพืชจะสามารถลดผลผลิตของข้าวไร่ลงได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ หรืออาจไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เลย กล่าวคือผลผลิตลดลงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ (Gupta and O'Toole, 1986) ความรุนแรงของการแก่งแย่งแข่งขันระหว่างวัชพืชกับพืชไร่นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง อันได้แก่ ชนิดของวัชพืช ความหนาแน่นหรือปริมาณของวัชพืช ความยาวนานในการแก่งแย่งแข่งขัน และปัจจัยภายนอกในสภาพการปลูก บางแห่งที่มีวัชพืชร้ายแรง (Noxious weeds) ขึ้นแก่งแย่งแข่งขัน จะมีความจำเป็นต้องกำจัดหลายครั้ง การจัดการวัชพืชในข้าวไร่อาจใช้สารเคมีบางชนิดเช่น 2,4-D Propanil, Benthiocarb และ Oxadiazon (ประสาน และอารักษ์, 2524) แต่การใช้สารเคมีมีข้อจำกัดหลายอย่าง โดยเฉพาะเรื่องความเป็นพิษต่อข้าวไร่ (Phytotoxicity) การใช้

แรงงานคนลากด้วยจอบ เป็นวิธีการหนึ่งที่ถูกปฏิบัติกัน โดยเฉพาะในสภาพที่มีแรงงานพอสมควร แต่เนื่องจากการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานนี้เป็นต้นทุนในการผลิตด้วย ดังนั้นจึงต้องพิจารณาถึงจำนวนครั้งและช่วงเวลาการกำจัดที่เหมาะสมที่สุด โดยจากการทดลองของ อาทิตย์ และคณะ (2537) พบว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้ผลผลิต ข้าวไร่สูงขึ้นก็คือ การกำจัดตั้งแต่ 2 สัปดาห์หลังข้าวงอกและกำจัดทุก ๆ 2 สัปดาห์ไปจนถึง 6 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม ช่วงเวลาและจำนวนครั้งการกำจัดวัชพืช ด้วยแรงงานคนนี้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ลงไป โดยเฉพาะปุ๋ยในโตรเจน (Ampong-Nyarks and De Datta, 1991) การทดลองนี้ทำขึ้นเพื่อเป็นการศึกษาจำนวนครั้งและช่วงเวลาการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนที่มีต่อการให้ผลผลิตข้าวไร่ ในสภาพที่มีการใส่และไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งจะสามารถใช้เป็นแนวทาง ในการวิจัยและส่งเสริมแนะนำแก่เกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองที่แปลงวิจัยของภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน 2539 ใช้ข้าวไร่พันธุ์จิ๋วแม่จัน อัตราปลูก 10 กิโลกรัมต่อไร่ หยอดหลุมปลูก ระยะ 30x30 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete

Block Design ทำ 3 ซ้ำ โดยมีกรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยจอบ ในช่วงเวลาหลังข้าวงอกและจำนวนครั้งดังนี้คือ กำจัดที่ 14 วัน 14 และ 21 วัน 14 และ 28 วัน 14 และ 35 วัน 14 21 และ 28 วัน 14 21 28 และ 35 วัน และไม่กำจัดวัชพืชเลย โดยใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ เปรียบเทียบกับสภาพที่ไม่ใส่ปุ๋ย

คุณสมบัติของดินที่ทำการทดลองมี pH 7.89 Organic matter 0.88% ไนโตรเจน 0.042% ฟอสฟอรัส 20.0 ppm. โพแทสเซียม 30.60 ppm. แคลเซียม 850 ppm. และ แมกนีเซียม 20 ppm. บันทึกผลการทดลอง โดยวัดการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตข้าวไร่ และชั่งน้ำหนักวัชพืช แยกตามประเภทเมื่อ 65 วันหลังข้าวงอกโดยเปรียบเทียบกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ในสภาพแปลงการทดลองนี้พบว่ามีวัชพืชชนิดต่าง ๆ ขึ้นแข่งแย่งแข่งขันซึ่งเป็นวัชพืชประเภทใบแคบวงศ์หญ้าคือ หญ้าดอกส้มพู (*Echinochloa colonum*) หญ้าตีนกา (*Eleusine indica*) หญ้าตีนนก (*Digitaria longiflora*) หญ้าปากควาย (*Dactelocetium aegyptium*) และหญ้าแพรก (*Cynodon dactylon*) วัชพืชประเภทใบกว้างคือ สาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides*) ถั่วลิสงนา (*Alysicapus vaginalis*) โทงเทง (*Physalis minima*) และลูกใต้ใบ (*Phyllanthus niruri*)

ภายหลังจากข้าวไร่งอกขึ้นมา 65 วันได้ทำการเก็บตัวอย่างวัชพืชในแปลงเพื่อชั่งหาน้ำหนัก

แห้งต่อพื้นที่ 0.25 ตารางเมตร แยกตามประเภท ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 1 พบว่า การกำจัดวัชพืช 1 ครั้งที่ 14 วันหลังข้าวงอก จะมีวัชพืชงอกขึ้นมาภายหลังและแข่งขันกับข้าวไร่ต่อไปอีก โดยพบว่าจะมีปริมาณน้ำหนักแห้งวัชพืชประเภทใบแคบวงศ์หญ้า 13.70 และ 24.65 กรัมต่อ 0.25 ตารางเมตร ในสภาพที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ 2 ที่มีการกำจัดวัชพืชเพิ่มขึ้นอีก 1 ครั้งที่ 21 วันหลังข้าวงอกจะลดปริมาณวัชพืชลงเหลือ 3.71 และ 6.77 กรัมต่อ 0.25 ตารางเมตร ในสภาพที่มีการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยตามลำดับ แสดงว่าการกำจัดวัชพืชครั้งที่ 2 ที่ 21 วันหลังข้าวงอกนี้ จะเป็นการกำจัดวัชพืชที่งอกภายหลัง 14 วัน อีกทั้งยังอาจเป็นเพราะในช่วงหลัง 21 วันไปแล้ว วัชพืชที่งอกขึ้นมามีความสามารถในการแก่งแย่งแข่งขันกับข้าวไร่ลดลงเนื่องจากข้าวมีขนาดใหญ่ขึ้น

Table 1 Grass weed dry weight/0.25 m² as affected by weed control treatment and fertilizer level at 65 DAE.

Timing of weed control	Fertilizer (16-20-0)	
	0 kg/rai	30 kg/rai
1. 14 DAE	13.70 c	24.65 b
2. 14, 21 DAE	3.71 cd	6.77 cd
3. 14, 28 DAE	3.01 cd	4.78 cd
4. 14, 35 DAE	0.92 d	1.82 d
5. 14, 21, 28 DAE	1.70 d	4.36 d
6. 14, 21, 28, 35 DAE	1.15 d	1.55 d
7. Non weeding	30.61 b	50.38 a
C.V.	44.25	

Grass weed dry weight (gm/0.25 m²)

* DAE = Days after emergence (rice).

ในกรรมวิธีที่ 3 ที่มีการกำจัดวัชพืชเพิ่ม

ขึ้นอีก 1 ครั้งแต่เป็นการกำจัดที่ 28 วันหลังข้าวงอก พบว่าปริมาณวัชพืชที่ 65 วันหลังข้าวงอกจะใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืช 2 ครั้งที่ 14 และ 21 วัน แสดงว่า การงอกขึ้นมาของวัชพืชภายหลัง 21 และ 28 วัน ไม่แตกต่างกัน

การกำจัดวัชพืชครั้งที่ 2 ที่ 35 วันหลังข้าวงอก เป็นการกำจัดที่ล่าช้าออกไป พบว่าปริมาณวัชพืชที่ 65 วันจะมีอยู่เล็กน้อยเท่านั้น คือมีน้ำหนักแห้งเพียง 0.92 และ 1.82 กรัมต่อ 0.25 ตารางเมตรในสภาพที่ไม่ใส่และใส่ปุ๋ยตามลำดับ แสดงว่าการงอกขึ้นมาของวัชพืชใบแคบภายหลัง 35 วันไปแล้วมีเพียงเล็กน้อย อีกทั้งยังเป็นสาเหตุมาจากการที่ข้าวไร่ในช่วง 35 วันไปแล้วมีขนาดใหญ่ สามารถชนวัชพืชได้ส่วนใหญ่

ในกรรมวิธีที่ 5 จะมีลักษณะใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่ 3 เพราะการกำจัดครั้งหลังเป็นช่วงที่ 28 วันเหมือนกัน สำหรับกรรมวิธีที่ 6 ก็เช่นเดียวกัน กล่าวคือจะมีลักษณะใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่ 4 ซึ่งมีการกำจัดวัชพืชครั้งหลังที่ 35 วัน

ในสภาพที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชนั้น พบว่าในแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยจะมีปริมาณวัชพืชประเภทใบแคบวงศ์หญ้า 30.61 กรัมต่อ 0.25 ตารางเมตร โดยที่ถ้าหากมีการเพิ่มปุ๋ย จะมีปริมาณวัชพืชเพิ่มขึ้นเป็น 50.38 กรัมต่อ 0.25 ตารางเมตร

ในตารางที่ 2 ซึ่งแสดงปริมาณวัชพืชประเภทใบกว้างภายหลังจากข้าวงอก 65 วันพบว่า ในสภาพที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชเลย จะมีปริมาณวัชพืชประเภทใบกว้างขึ้นอยู่ในแปลง 6.43 และ 9.87 กรัมต่อ 0.25 ตารางเมตร ในสภาพที่ไม่ใส่และใส่ปุ๋ย ตามลำดับ การกำจัดวัชพืช 1 ครั้งที่ 14

วันจะทำให้วัชพืชประเภทใบกว้างลดลงเหลือ 4.32 และ 5.58 กรัม ในสภาพที่ไม่ใส่และใส่ปุ๋ยตามลำดับ จากตารางที่ 2 นี้จะเห็นได้ว่าการกำจัดวัชพืช 2 ครั้งที่ 14 และ 21 วัน หลังข้าวงอก จะสามารถลดปริมาณการแก่งแย่งกันของวัชพืชประเภทใบกว้างได้จำนวนหนึ่ง แต่ถ้าหากการกำจัด 2 ครั้งที่ 14 และ 28 วัน หรือที่ 14 และ 35 วันจะมีปริมาณวัชพืชประเภทใบกว้างลดลง โดยเฉพาะในสภาพที่ไม่ใส่ปุ๋ย

Table 2 Broadleaf weed dry weight/0.25 m² as affected by weed control treatment and fertilizer level at 65 DAE.

Timing of weed control	Fertilizer (16-20-0)	
	0 kg/rai	30 kg/rai
1. 14 DAE	4.32 b-d	5.58 bc
2. 14, 21 DAE	3.70 b-d	2.32 d
3. 14, 28 DAE	2.93 cd	2.66 cd
4. 14, 35 DAE	1.59 d	2.75 cd
5. 14, 21, 28 DAE	1.90 d	2.43 d
6. 14, 21, 28, 35 DAE	1.59 d	2.29 d
7. Non weeding	6.43 b	9.87 a
C.V.	37.42	

Broadleaf weed dry weight : gm/0.25 m²

* DAE = Days after emergence (rice).

องค์ประกอบผลผลิตข้าวไร่

องค์ประกอบผลผลิตข้าวไร่ จำนวนรวงตอกอ แสดงในตารางที่ 3 พบว่า การปล่อยให้วัชพืชขึ้น แก่งแย่งแข่งขันตลอดอายุการเพาะปลูก ข้าวไร่จะไม่สามารถผลิตรวงได้เลย ไม่ว่าจะมีการใส่หรือไม่ใส่ปุ๋ยก็ตาม การกำจัดวัชพืชครั้งเดียวที่

14 วันหลังข้าวงอก จะสามารถทำให้ข้าวไร่มีรวงจำนวนเล็กน้อยเท่านั้นคือ 1.3 และ 3.0 รวงตอกอในสภาพที่ไม่ใส่และใส่ปุ๋ยตามลำดับ สำหรับการกำจัดวัชพืช 2 ครั้งโดยกำจัดครั้งแรกเมื่อ 14 วัน และกำจัดครั้งที่ 2 ที่ 21 วันจะลดความรุนแรงของการแก่งแย่งแข่งขันจากวัชพืชลงได้ในระดับหนึ่ง โดยจะส่งผลให้ข้าวไร่มีจำนวนรวงเพิ่มขึ้นเป็น 6.7 และ 8.3 รวงตอกอในสภาพที่ไม่ใส่และใส่ปุ๋ยตามลำดับ จากผลการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าการเพิ่มปุ๋ยลงไปจะสามารถเพิ่มองค์ประกอบผลผลิตข้าวไร่ในระดับหนึ่ง

การกำจัดวัชพืชจำนวน 2 ครั้งแต่การกำจัดครั้งแรกเป็นช่วง 28 วัน ทำให้จำนวนรวงของข้าวไร่เพิ่มขึ้นเป็น 10.3 และ 11.3 รวงตอกอในสภาพที่ไม่ใส่และใส่ปุ๋ยตามลำดับ จำนวนรวงตอกอของข้าวไร่ในแปลงที่มีการกำจัดวัชพืช 2 ครั้งที่ 14 และ 28 วัน จะมีแนวโน้มดีกว่าแปลงที่มีการกำจัดวัชพืช 2 ครั้งที่ 14 และ 21 วัน ก็เพราะว่าการกำจัดครั้งที่ 2 เร็วขึ้นนี้จะมีโอกาสทำให้วัชพืช งอกขึ้นมาภายหลังการกำจัดครั้งที่ 2 (ที่ 21 วัน) และมีการแก่งแย่งแข่งขันกับข้าวไร่ต่อไปจนถึงอายุการเก็บเกี่ยว แต่เมื่อพิจารณาถึงกรรมวิธีที่ 4 ซึ่งเป็นการกำจัดวัชพืช 2 ครั้งเช่นกัน แต่การกำจัดครั้งแรกหลังจากข้าวออกปเป็น 35 วันพบว่าจำนวนรวงตอกอของข้าวไร่จะมีแนวโน้มต่ำกว่ากรรมวิธีที่ 3 ทั้งนี้ก็เพราะว่าภายหลังการกำจัดวัชพืชครั้งแรกที่ 14 วันจะมีวัชพืชงอกขึ้นมาแข่งกับข้าวไร่ต่อไปจนถึง 35 วัน ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลายาวนานถึง 21 วัน ในช่วงดังกล่าววัชพืชจะแก่งแย่งปัจจัยต่าง ๆ จากข้าวไร่ทำให้ข้าวไร่มีการเจริญเติบโตลดลง ช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่มีความสำคัญอย่างมากสำหรับข้าวไร่ จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าการกำจัดวัชพืช 2 ครั้งที่ครั้งแรก

ล่าช้าออกไปนี้ ถึงแม้จะมีการเพิ่มระดับปุ๋ยลงไปก็มีโอกาสเพิ่มจำนวนรวงตอกอของข้าวไร่ได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น แสดงว่าช่วงเวลาการแก่งแย่งแข่งขันตั้งแต่ 14-35 วัน มีผลอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของข้าวไร่

การกำจัดวัชพืช 3 ครั้งจะมีแนวโน้มทำให้จำนวนรวงของข้าวไร่เพิ่มขึ้น แต่ผลการทดลองจะชัดเจนมากขึ้น ถ้าหากมีการกำจัดวัชพืช 4 ครั้งที่ 14 21 28 และ 35 วัน โดยที่จำนวนรวงของข้าวไร่จะเพิ่มขึ้นเป็น 13.3 และ 14.3 รวงตอกอในสภาพที่ไม่ใส่และใส่ปุ๋ย ตามลำดับ

Table 3 Number of head per hill of rice as affected by weed control treatment and fertilizer level.

Timing of weed control	Fertilizer (16-20-0)	
	0 kg/rai	30 kg/rai
1. 14 DAE	1.3 f	3.0 ef
2. 14, 21 DAE	6.7 de	8.3 cd
3. 14, 28 DAE	10.3 bcd	11.3 abc
4. 14, 35 DAE	8.7 cd	9.0 cd
5. 14, 21, 28 DAE	9.3 cd	10.0 bcd
6. 14, 21, 28, 35 DAE	13.3 ab	14.3 a
7. Non weeding	0 f	0 f
C.V.	22.29	

* DAE = Days after emergence (rice).

ผลของช่วงเวลาและจำนวนครั้งของการกำจัดวัชพืชที่มีต่อจำนวนเมล็ดตอรวงของข้าวไร่ แสดงในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าการกำจัดวัชพืชครั้งเดียวที่ 14 วันจะไม่เพียงพอที่จะทำให้จำนวนเมล็ดตอรวงของข้าวไร่สูงขึ้น ส่วนการกำจัดวัชพืช 2 ครั้งที่ 14 และ 21 วัน จะทำให้ข้าวไร่มีจำนวน

เมล็ดเพิ่มขึ้นเป็น 74.0 และ 97.7 เมล็ดต่อรวงในสภาพที่ไม่ใส่และใส่ปุ๋ยตามลำดับ การกำจัดวัชพืช 2 ครั้งแต่การกำจัดครั้งหลังที่ล่าช้าออกไปเป็น 28 วันจะมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตเมล็ดของข้าวไร่ดีขึ้น แต่ถ้ามการกำจัดวัชพืชครั้งหลังที่ล่าช้าออกไปเป็น 35 วัน พบว่า จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวไร่มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้ก็เพราะว่าในช่วงระยะเวลา 14-35 วันนั้น ซึ่งเป็นช่วงภายหลังการกำจัดครั้งแรกจนกระทั่งถึงช่วงเวลาการกำจัดครั้งที่ 2 วัชพืชจะมีการแย่งแย่งแข่งขันกับข้าวไร่เป็นเวลานานเกินไป จึงทำให้มีผลกระทบต่อกรเจริญเติบโตของข้าวไร่

การเพิ่มการกำจัดวัชพืชเป็น 3 หรือ 4 ครั้ง มีผลทำให้จำนวนเมล็ดของข้าวไร่สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด แต่ในทางปฏิบัติจำเป็นต้องนำเรื่องของแรงงานหรือต้นทุนการกำจัดมาพิจารณาประกอบด้วย

องค์ประกอบผลผลิตข้าวไร่ ซึ่งเป็นขนาดเมล็ด (น้ำหนัก 1,000 เมล็ด)แสดงในตารางที่ 5 พบว่า จำนวนและช่วงเวลาการกำจัดวัชพืชไม่มีผลกระทบต่อขนาดเมล็ดของข้าวไร่เท่าใด

Table 4 Number of seed per head of rice as affected by weed control treatment and fertilizer level.

Timing of weed control	Fertilizer (16-20-0)	
	0 kg/rai	30 kg/rai
1. 14 DAE	60.3 e	68.0 de
2. 14, 21 DAE	74.0 de	97.7 bc
3. 14, 28 DAE	88.3 b-d	101.0 b
4. 14, 35 DAE	80.0 c-e	83.3 b-d
5. 14, 21, 28 DAE	123.0 a	137.0 a
6. 14, 21, 28, 35 DAE	132.3 a	142.7 a
7. Non weeding	0 f	0 f
C.V.	10.85	

* DAE = Days after emergence (rice).

Table 5 Seed size of rice (100 seed weight) as affected by weed control treatment and fertilizer level.

Timing of weed control	Fertilizer (16-20-0)	
	0 kg/rai	30 kg/rai
1. 14 DAE	27.50 a	27.07 a
2. 14, 21 DAE	26.63 a	27.40 a
3. 14, 28 DAE	26.48 a	16.58 a
4. 14, 35 DAE	26.76 a	26.66 a
5. 14, 21, 28 DAE	26.51 a	27.49 a
6. 14, 21, 28, 35 DAE	26.51 a	26.76 a
7. Non weeding	0 b	0 b
C.V.	3.45	

1,000 seed weight : gm.

* DAE = Days after emergence (rice).

การให้ผลผลิตของข้าวไร่

จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่าในสภาพที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชตลอดอายุการเพาะปลูกข้าวไร่ จะไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เลย แสดงว่าวัชพืชที่ขึ้นแย่งแย่งแข่งขันในแปลงจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวไร่อย่างมาก ทั้งนี้ไม่ว่าจะมีการเพิ่มระดับปุ๋ยลงไปก็ตาม สำหรับการกำจัดวัชพืชครั้งเดียวที่ 14 วันหลังข้าวงอกถ้าหากเป็นสภาพที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย จะได้ผลผลิตเพียง 15.1 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อเพิ่มปุ๋ยลงไปให้อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ จะสามารถทำให้ข้าวไร่มีผลผลิตสูงขึ้นเท่าตัวเป็น 31.3 กิโลกรัมต่อไร่ การกำจัดวัชพืช 2 ครั้งที่ 14 และ 21 วันหลังข้าวงอกพบว่าในสภาพที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย จะให้ผลผลิตข้าวไร่เป็น 73.3 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพที่มีการกำจัดวัชพืชครั้งเดียวที่ 14 วันหลังข้าวงอก จะเห็นได้ว่าผลผลิตข้าวไร่สูงขึ้น 58.2 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งแสดง

ว่าการกำจัดครั้งที่ 2 ที่ 21 วัน จะมีผลในการลดการแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืชลงได้ส่วนหนึ่ง และเมื่อทำการใส่ปุ๋ย 30 กิโลกรัมต่อไร่ ก็จะทำให้ข้าวไร่มีผลผลิตสูงขึ้นเป็น 159.1 กิโลกรัมต่อไร่

การกำจัดวัชพืช 2 ครั้งแต่การกำจัดครั้งที่ 2 ยึดระยะเวลาออกไปเป็น 28 วันหลังข้าวงอกพบว่า ข้าวไร่จะให้ผลผลิต 134.0 และ 163.0 กิโลกรัมต่อไร่ในสภาพที่มีการไม่ใส่และใส่ปุ๋ยตามลำดับ ในการกำจัดวัชพืช 2 ครั้งเมื่อ 14 และ 28 วันหลังข้าวงอกนี้ จะให้ผลผลิตสูงกว่าการกำจัด 2 ครั้งที่ 14 และ 28 วัน ทั้งนี้ก็เพราะว่าการกำจัดครั้งที่ 2 ที่ 28 วันนี้จะในช่วงที่วัชพืชที่ขึ้นแก่งแย่งหลังการกำจัดครั้งแรก จะทำให้ช่วงเวลาการแก่งแย่งต่อจากช่วง 28 วันสั้นกว่า อีกทั้งในระยะหลัง 28 วันไปแล้วข้าวไร่มีการแตกกอ และต้นมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งเท่ากับว่าจะถูกผลกระทบจากการแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืชน้อยลง

ในกรรมวิธีที่ 4 ที่มีการกำจัดวัชพืช 2 ครั้งเช่นกัน แต่การกำจัดครั้งที่ 2 เป็นการกำจัดเมื่อ 35 วันหลังข้าวงอก ผลผลิตของข้าวไร่จะได้ 101.7 และ 132.0 กิโลกรัมต่อไร่ในสภาพไม่ใส่และใส่ปุ๋ยตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ 3 จะเห็นได้ว่า การกำจัดวัชพืช 2 ครั้งที่ 14 และ 35 วันจะให้ผลผลิตต่ำกว่าสภาพการกำจัดวัชพืช 2 ครั้งที่ 14 และ 28 วัน สาเหตุก็เพราะว่าการกำจัดวัชพืชที่ 14 วัน และ 35 วันนั้น วัชพืชมีโอกาสแก่งแย่งแข่งขันกับข้าวไร่ยาวนานกว่า โดยเฉพาะในช่วง 14-35 วัน เมื่อช่วงเวลาการแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืชยาวนานขึ้น โดยเฉพาะในช่วงที่ข้าวไร่ยังเล็กอยู่ ก็จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวไร่ลดลง อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของการใส่ปุ๋ย จะเห็นได้ว่าในสภาพการ

กำจัดวัชพืช 2 ครั้งที่ 14 และ 35 วัน การใส่ปุ๋ยจะมีผลในการเพิ่มผลผลิตข้าวไร่พอสมควร โดยจะทำให้ผลผลิตข้าวไร่เพิ่มขึ้น 30.3 กิโลกรัมต่อไร่

การเพิ่มจำนวนครั้งของการกำจัดวัชพืชเป็น 3 ครั้งเมื่อ 14 21 และ 28 วันหลังข้าวงอกจะทำให้ข้าวไร่มีผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 161.0 และ 170.0 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพการไม่ใส่และใส่ปุ๋ยตามลำดับ ถ้าจะเปรียบเทียบกับสภาพการกำจัดวัชพืช 2 ครั้งที่ 14 และ 21 วัน จะเห็นได้ว่าการกำจัดวัชพืช 3 ครั้งที่ 14 21 และ 28 วัน จะมีผลทำให้ข้าวไร่ได้ผลผลิตสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในสภาพที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย จะมีผลผลิตข้าวไร่เพิ่มขึ้นถึง 87.7 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ถ้าเปรียบเทียบกับ การกำจัดวัชพืช 2 ครั้งที่ 14 และ 28 วัน พบว่าการกำจัดวัชพืช 3 ครั้งที่ 14 21 และ 28 วัน จะทำให้ผลผลิตข้าวไร่สูงขึ้นเพียง 27.0 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น (ในสภาพที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย) แสดงว่าการกำจัดวัชพืชครั้งที่ 2 ที่ 21 วันจะเป็นช่วงเวลาที่ไม่น้อยมีความสำคัญมากนัก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในช่วงหลังจากการกำจัดครั้งแรกที่ 14 วันวัชพืชยังมีปริมาณน้อยอยู่ อย่างไรก็ตามการกำจัดวัชพืช 3 ครั้งที่ 14 21 และ 28 วันนี้อาจหากมีการเพิ่มปริมาณปุ๋ยลงไปก็จะสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวไร่ได้เพียง 9.0 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น แสดงว่าการแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืชจะมีผลต่อข้าวไร่มากกว่าความสมบูรณ์ของดิน

ในกรรมวิธีที่ 6 ที่มีการกำจัดวัชพืชมากที่สุดคือ 4 ครั้งที่ 14 21 28 และ 35 วันพบว่าจะสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวไร่เป็น 198.4 และ 231.6 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยและมีการใส่ปุ๋ยตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ 4 ที่มีการกำจัด 2 ครั้งที่ 14 และ 35 วัน จะเห็น

ได้ว่าการกำจัดวัชพืช 4 ครั้งที่ 14 21 28 และ 35 วัน จะมีผลอย่างมากต่อข้าวไร่ โดยจะทำให้ผลผลิตสูงขึ้น 96.7 และ 99.6 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพที่ไม่ใส่และใส่ปุ๋ยตามลำดับ ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าในช่วงหลังจากวันที่ 14 ถึง 35 เป็นช่วงที่วัชพืชจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าวไร่อย่างมาก การกำจัดที่ 21 และ 28 วันในกรรมวิธีที่ 6 จะมีผลทำให้ข้าวไร่มีผลผลิตดีขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกรรมวิธีที่ 6 และกรรมวิธีที่ 5 ซึ่งกรรมวิธีที่ 6 มีการกำจัดวัชพืชเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีที่ 5 อีก 1 ครั้งที่ 35 วัน จะเห็นได้ว่าข้าวไร่จะมีผลผลิตสูงขึ้น 37.4 และ 61.6 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพที่ไม่ใส่และใส่ปุ๋ยตามลำดับ ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการกำจัดวัชพืชครั้งที่ 35 วัน ยังอาจมีความจำเป็นอยู่

Table 6 Rice yield as affected by weed control treatment and fertilizer level.

Timing of weed control	Fertilizer (16-20-0)	
	0 kg/rai	30 kg/rai
1. 14 DAE	15.1 g	31.3 fg
2. 14, 21 DAE	73.3 ef	159.1 bc
3. 14, 28 DAE	134.0 cd	163.0 bc
4. 14, 35 DAE	101.7 de	132.0 cd
5. 14, 21, 28 DAE	161.0 bc	170.0 bc
6. 14, 21, 28, 35 DAE	198.4 ab	231.6 a
7. Non weeding	0 g	0 g
C.V.	21.08	

Yield : (kg/rai)

* DAE = Days after emergence (rice).

จากผลการทดลองในตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่ากรรมวิธีที่สามารถทำให้ข้าวไร่มีผลผลิตสูงขึ้นใน

สภาพที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยนั้น จะเป็นการกำจัดวัชพืชอย่างน้อย 2 ครั้งที่ 14 และ 28 วันหลังข้าวงอก โดยที่ทำการกำจัด 2 ครั้งที่ 14 และ 21 หรือ 35 วัน จะเป็นช่วงเวลาที่ไม่น้อยเหมาะสม และมีผลต่อการลดการแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืช แต่การกำจัดวัชพืช 2 ครั้งที่ 14 และ 21 วันหลังข้าวงอกนั้น ถ้าหากมีการเพิ่มปุ๋ยลงไป จะสามารถทำให้ข้าวไร่มีผลผลิตสูงขึ้นมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ การกำจัดวัชพืชมากขึ้น และใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้น จะทำให้ผลผลิตของข้าวไร่เพิ่มขึ้นก็จริง แต่การกระทำดังกล่าวจะมีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งในทางปฏิบัติจะต้องนำมาพิจารณาประกอบด้วย

สรุป

การศึกษาช่วงเวลาและจำนวนครั้งการกำจัดวัชพืชในสภาพที่ไม่ใส่และใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ที่มีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวไร่พันธุ์ชีวแม่จัน ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. การกำจัดวัชพืชด้วยจอบ 2 ครั้งขึ้นไป ในช่วง 14 และ 28 วันหลังข้าวงอก จะสามารถ ลดการแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืชและทำให้ผลผลิตข้าวไร่สูงขึ้น
2. การกำจัดวัชพืชด้วยจอบ 2 ครั้งในช่วง 14 และ 21 วัน หรือ 14 และ 35 วันหลังข้าวงอก จะให้ผลผลิตไม่สูงเท่ากับการกำจัด 2 ครั้งที่ 14 และ 28 วัน เพราะจะมีช่วงเวลาการแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืชที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าวไร่
3. การกำจัดวัชพืชด้วยจอบ 3 ครั้งขึ้นไปในช่วงหลังจาก 14 วันหลัง จะให้ผลผลิต

ข้าวไร่สูงขึ้น แต่ต้องคำนึงถึงต้นทุน และ
แรงงานการกำจัด

4. การกำจัดวัชพืชในข้าวไร่มีความจำเป็น
อย่างมาก ถ้าหากปล่อยให้วัชพืชขึ้นแ่ง
แย่งแข่งขันตลอดอายุการเพาะปลูกจะ
ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้เลย
5. การใส่ปุ๋ย 16-20-0 เพิ่มแก่ข้าวไร่ใน
สภาพการกำจัดวัชพืช ในช่วงเวลาและ
จำนวนครั้งต่าง ๆ กัน จะมีผลทำให้การ
ให้ผลผลิตข้าวไร่สูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ประธาน วงศ์สาโรจน์ และ อารักษ์ จันทมา. 2524.
ผลการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช 2,4-D และ propanill
ผสมกับ benthocarb, bifenax, และ oxadiazon
ที่มีต่อปริมาณวัชพืชและผลผลิตของข้าวไร่.
วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 14(8): 284-290.

อาทิตย์ ฤคำธุ สุรัตน์ ทองคำดี และ บุญโฮม
ชำนาญกุล. 2537. ช่วงเวลาที่เหมาะสมของการ
กำจัดวัชพืชในข้าวไร่ในเขตศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก.
รายงานการสัมมนาเรื่องการพัฒนาข้าวและธัญพืช
เมืองหนาวครั้งที่ 6 ณ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก :
หน้า 57-65.

Ampong-Nyarko, K. and S.K. De Datta. 1991. A Hand-
book for Weed Control in Rice. IRRI. Los Banos,
Philippines. 133 p.

De Datta, S.K. and M.A. Llagas. 1984. Weed problems
and weed control in upland rice in Tropical Asia.
in An Overview of Upland Rice Research . IRRI
Los Banos, Philippines : 321-342.

Gupta, P.C. and S. C. O'Toole. 1986. Upland Rice :
Agrobac Perspective. IRRI. Los Banos, Phil-
ippines. 360 p.

Tiyawalee, D., V. Pattaro, C. Senthong, P.
Wiwatvongvana and S. Julsrigival. 1981. Yield
improvement in upland rice. Report to USDA.
Chiang Mai University.

ผลของการเปียกซ้ำต่อคุณภาพการสีของข้าวญี่ปุ่นฤดูนาปี

Effects of Rewetting on Milling Quality of Wet Season Japanese Rice

ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ^{1/} และ วิบูลย์ ช่างเรื่อ^{2/}

Supasark Limpiti^{1/} and Viboon Changrue^{2/}

Abstract : Study on rewetting of wet season Japanese rice after harvest was conducted at Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. The rewetting process was simulated by spraying water at different amounts on the paddy which was mechanically dried to the pre-determine moisture contents of 15 - 21%. The paddy was sprayed with water until its moisture increased 3% and 6%. The grain was kept for 12 hours before redried to 12-13% moisture level and milled. Results of the experiment showed that rewetting of 3% gave no milling quality difference from the unwetted crop both in terms of % head rice and % broken rice. But when the paddy was wetted until its moisture increment was 6% a significantly different head rice yield and broken rice percentage from the control were observed. Moreover, it was found that the paddy moisture content and the amount of water rewetted had interacted effects on milling quality of the Japanese rice. Nonetheless the rewetting effect of 3 and 6% on the rice in wet season was not serious since the broken rice yield did not exceed 10% which was commercially acceptable.

บทคัดย่อ : การศึกษาการเปียกซ้ำหลังการเก็บเกี่ยวของข้าวญี่ปุ่นในฤดูนาปี ได้กระทำที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ด้วยวิธีการจำลองการเปียกฝน โดยการพ่นน้ำให้กับข้าวเปลือกที่ถูกลดความชื้นไปจนถึงระดับที่กำหนด และใช้ปริมาณน้ำในการพ่นที่แตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่า ข้าวที่ถูกลดความชื้นจนเหลือ 15 - 21% เมื่อพ่นน้ำจนความชื้นเพิ่มสูงขึ้นกว่าเดิม 3% และเก็บไว้นาน 12 ชั่วโมง

^{1/} ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

^{2/} โครงการจัดตั้งภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

แล้วนำมาลดความชื้นจนเหลือ 12-13% และนำไปสี จะได้คุณภาพข้าวสารในแง่ % ต้นข้าว และ % ข้าวหัก ไม่แตกต่างจากข้าวที่ไม่โดนฝน แต่ข้าวที่ความชื้นเริ่มต้นเดียวกันนี้ เมื่อเปียกน้ำจนความชื้นเพิ่มขึ้น 6% เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เมื่อนำมาลดความชื้นให้แห้งแล้วนำไปสีเช่นเดิม จะมี % ต้นข้าวต่ำลง ในขณะที่ % ข้าวหักเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับข้าวที่ไม่โดนฝน นอกจากนั้นยังพบด้วยว่า ความชื้นของข้าวเปลือก ขณะที่โดนน้ำ และปริมาณน้ำที่ข้าวได้รับมีปฏิสัมพันธ์กันในการทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพการสี อย่างไรก็ตาม จากการทดลองนี้พบว่า การที่ข้าวญี่ปุ่นเปียกซ้ำ หลังการเก็บเกี่ยวในปริมาณที่ทำให้ความชื้นเพิ่มขึ้น 3 และ 6% จะไม่มีผลต่อคุณภาพการสีมากนัก กล่าวคือ ปริมาณข้าวหัก จะไม่เกิน 10% ซึ่งเป็นระดับที่ยอมรับได้ในเชิงการค้า.

Index word : ข้าวญี่ปุ่น Milling Quality , Japanese Rice, Rice

บทนำ

ข้าวที่เก็บเกี่ยวในฤดูนาปี มักจะมีความชื้นสูง ดังนั้นเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วชาวนาจึงต้องตากข้าวที่เก็บเกี่ยวแล้วไว้ในแปลง อย่างไรก็ตามความเสี่ยงต่อข้าวที่ตากไว้จะเปียกซ้ำเนื่องจากโดนฝนค่อนข้างสูง จากรายงานการศึกษาของ ศุภศักดิ์และวิบูลย์ (2535) พบว่าการเปียกซ้ำทำให้คุณภาพการสีของข้าวญี่ปุ่นลดลง รายงานผลกระทบของการเปียกซ้ำต่อคุณภาพการสีของข้าวสาร ยังมีรายงานไว้โดยนักวิจัยอีกมาก (Kunze 1964,1977;Kunze and Hall, 1965,1967;Kunze, and Prasad, 1978)

แม้การตากข้าวทิ้งไว้ในนาเพื่อลดความชื้น จะมีความเสี่ยงค่อนข้างมาก แต่ก็ยังเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเกษตรกร เนื่องจากการลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นต้องมีการลงทุนสูง และต้องมีความรู้ในการปฏิบัติงาน การศึกษาผลกระทบต่อการเปียกซ้ำต่อคุณภาพการสี เพื่อหาวิธีการจัดการที่เหมาะสม เพื่อให้มีการสูญเสียน้อยที่สุดจึงเป็นสิ่งจำเป็น

การเปียกซ้ำของข้าวที่ตากไว้ในนา อาจเกิดขึ้นได้ในขณะที่ข้าวมีความชื้นต่าง ๆ กัน กล่าวคือ ข้าวอาจมีความชื้นลดลงจนเกือบแห้งแล้ว หรือข้าว

อาจโดนฝนเมื่อความชื้นยังสูงอยู่ นอกจากนั้น ปริมาณฝนที่ตกลงมา ก็อาจมีปริมาณมากน้อยไม่เท่ากัน จำนวนครั้งที่ข้าวโดนฝนก็อาจจะมากกว่า 1 ครั้ง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ย่อมมีผลกระทบต่อคุณภาพการสีของข้าวสารต่างกันออกไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อหาผลกระทบของการเปียกซ้ำต่อคุณภาพการสีของข้าวญี่ปุ่นในฤดูนาปี เมื่อข้าวเปลือกโดนฝนในขณะที่มีความชื้นต่าง ๆ กัน และด้วยปริมาณฝนที่แตกต่างกัน.

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองครั้งนี้กระทำที่ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใช้ตัวอย่างข้าวพันธุ์ TCC12 จากแปลงของเกษตรกรที่ปลูกข้าวญี่ปุ่นในตำบลทุ่งเสี้ยว อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ใช้ตัวอย่างรวมครั้งละประมาณ 100 กิโลกรัม การลดความชื้นตัวอย่างเพื่อให้ได้ระดับความชื้นที่ต้องการ กระทำด้วยเครื่องลดความชื้นแบบ Batch type ซึ่งใช้สำหรับลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง กระบะอบแบ่งเป็นช่องเล็ก ๆ จำนวน 80 ช่อง แต่ละช่องใส่ตัวอย่าง

จำนวน 1 กิโลกรัม ลดความชื้นด้วยลมร้อน อุณหภูมิค่าประมาณ 35°C แรงดันลม 2 นิ้วของ น้ำเพื่อไม่ให้อัตราการลดความชื้นเร็วเกินไปจนมี ผลต่อคุณภาพหลังการสีของข้าวสาร

การจำลองการเปียกข้าวจากฝน กระทำโดยใช้ การพ่นน้ำลงบนตัวอย่าง ปริมาณฝน (น้ำ) ที่พ่น ลงบนตัวอย่างจะคำนวณให้ได้ปริมาณ ตามที่ กำหนดไว้ในแผนการทดลองแต่ละครั้ง ตัวอย่างที่ ได้รับน้ำแล้วจะถูกคลุกเคล้าให้ทั่ว ใส่ถุงพลาสติก ปิดให้แน่น และนำไปเก็บไว้ 12 ชั่วโมง จากนั้นจึง นำไปลดความชื้นใหม่จนถึงระดับความชื้น 12-13% ก่อนนำไปสี

แผนการทดลอง

ทำการทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot design ให้ปริมาณการเปียกจน ข้าวเปลือกมีความชื้นเพิ่มขึ้น 3% และ 6% เป็น Main plot และระดับความชื้นของข้าวเปลือก (ก่อนโดนฝน) 15 16 17 18 19 20 และ 21% เป็น Sub-plot ใช้จำนวนซ้ำเท่ากับ 10 ซ้ำ และ จำนวน Control เท่ากับ 20 ซ้ำ ผลการทดลอง แสดงไว้ในตารางที่ 1

Table 1 Milling quality of TCC12 Japanese rice variety after rewetting at different moisture contents.

Moisture increased %(wb)	Paddy moisture at rewetting, %(wb)	%Head rice	%Broken rice
3	15	69.16abc	2.25j
	16	69.42a	2.19j
	17	68.85abc	2.53hij
	18	69.23ab	2.41ij
	19	69.32ab	2.60ghij
	20	68.21abc	3.02defg
	21	67.80bcd	3.41bcd
	control	68.88abc	2.72fghi
6	15	64.99fg	3.55abc
	16	66.51def	2.99defgh
	17	65.15fg	3.23cde
	18	64.94g	3.83ab
	19	67.61cde	2.87efghi
	20	66.24efg	3.12cdef
	21	65.91fg	3.90a
	control	69.13abc	2.46ij

ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ P(0.05)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณฝนที่ทำให้ข้าวเปลือกขึ้นเพิ่มขึ้น 6% มีผลทำให้ % ดันข้าวที่ได้จากการสีต่ำกว่าข้าวที่เปียกเพิ่ม 3% อย่างชัดเจน คือเฉลี่ยแล้วข้าวที่โดนฝนจนความชื้นเพิ่มขึ้น 6% ให้ % ดันข้าว 66.3% ในขณะที่ข้าวที่เปียกจนความชื้นเพิ่ม 3% ให้ % ดันข้าวเฉลี่ย 68.9% และข้าวที่เปียกจนความชื้นเพิ่มขึ้น 6% และ 3% จะมี % ข้าวหักเท่ากับ 3.24% และ 2.64% ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการทดลองนี้ ยืนยันได้ชัดเจนว่า ถ้าข้าวเปลือกโดนฝนน้อย ๆ คือในปริมาณที่ทำให้ความชื้นเพิ่มขึ้น 3% จะไม่ทำให้คุณภาพการสีในแง่ % ดันข้าวต่างไปจากข้าวที่ไม่โดนฝน ไม่ว่าขณะที่โดนฝนนั้นข้าวที่ตากไว้จะแห้ง จนถึง 15% แล้ว หรือยังชื้นอยู่ที่ระดับ 21% อย่างไรก็ตามพบว่า ถ้าข้าวเปลือกมีความชื้นมาก (21%) และโดนฝนจนขึ้นเพิ่มขึ้น 3% จะทำให้ % ข้าวหักเพิ่มขึ้นกว่าข้าวที่ไม่โดนฝนเล็กน้อย แต่ปริมาณที่หักก็ไม่สูงนักคือประมาณ 3.4% เมื่อเทียบกับ 2.7% ของข้าวที่ไม่โดนฝน

นอกจากนั้นผลการทดลอง ทำให้ทราบว่า ถ้าข้าวเปลือกโดนฝนในปริมาณมาก จนทำให้ความชื้นเพิ่มขึ้น 6% จะมีผลต่อคุณภาพการสีทั้งในแง่ % ดันข้าว และ % ข้าวหัก เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่โดนฝน คือ % ดันข้าวจะลดลง ไม่ว่าขณะที่โดนฝนนั้นข้าวเปลือกจะมีความชื้นต่ำ (15%) หรือ ความชื้นสูง (21%) หรือในช่วงกลางระหว่าง 15-21% โดย % ดันข้าวจะลดลงประมาณ 3 - 4% เมื่อเทียบกับข้าวที่ไม่โดนฝน

เมื่อพิจารณา % ข้าวหักก็พบว่า ถ้าข้าวโดนฝนจนมีความชื้นเพิ่มขึ้น 6% จะทำให้มี % ข้าวหักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดช่วงความชื้นของข้าวเปลือก 15-21% เมื่อเทียบกับข้าวที่ไม่โดนฝน นอกจากนั้นยังพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณฝนที่เปียก กับ % ความชื้นข้าวขณะที่โดนฝน กล่าวคือ ปริมาณฝนที่โดนข้าวซึ่งมีความชื้นระดับหนึ่งอาจให้ผลต่อคุณภาพ ไม่เท่ากับ ปริมาณฝนเดียวกัน เมื่อโดนข้าวที่มีความชื้นอีกระดับหนึ่ง ลักษณะปฏิสัมพันธ์ดังกล่าวจะเห็นได้จากภาพที่ 1

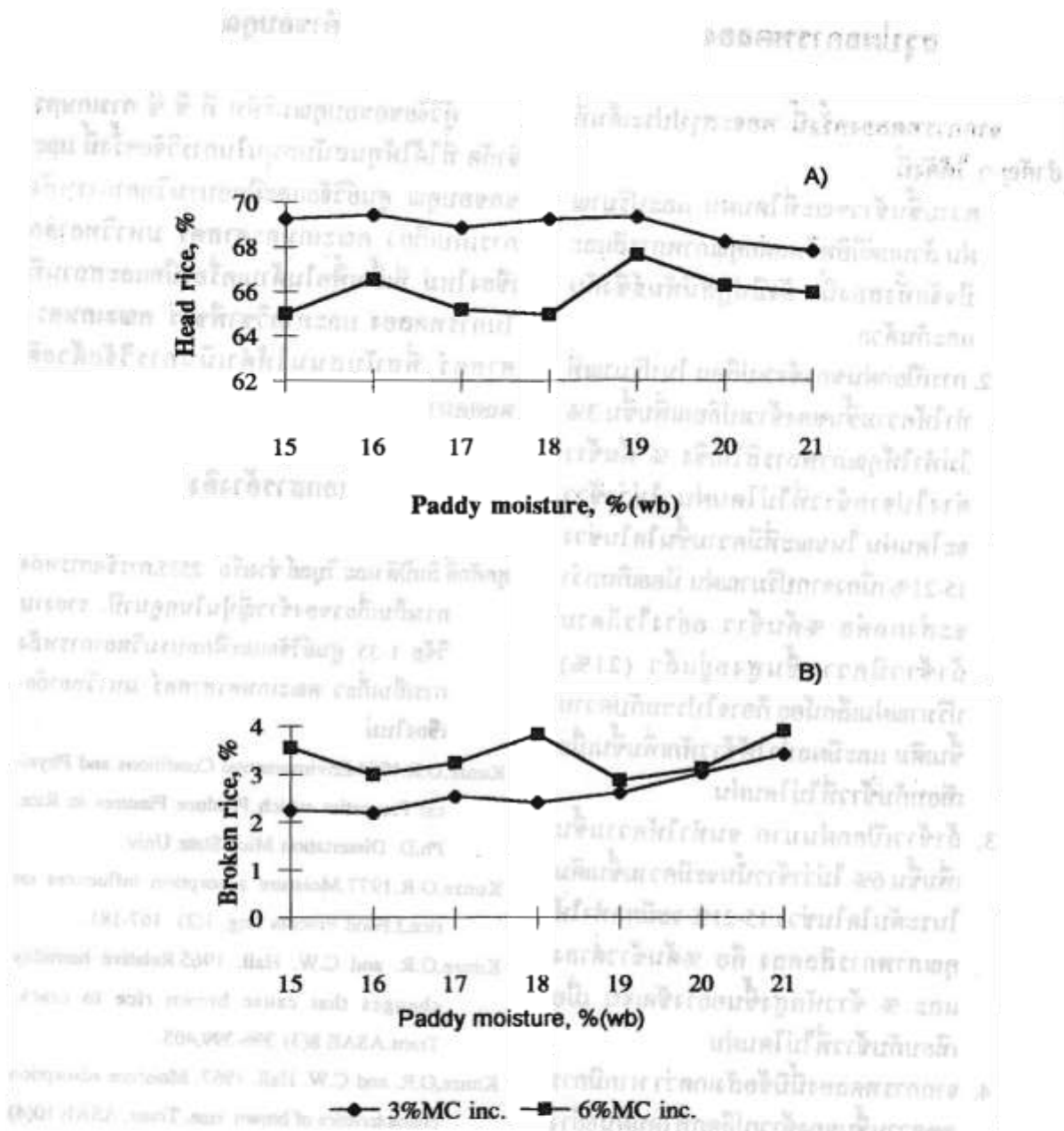


Figure 1 Effect of rewetting on milling quality.

A) % Head rice B) % Broken rice

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองครั้งนี้ พอจะสรุปประเด็นที่สำคัญ ๆ ได้ดังนี้

1. ความชื้นข้าวขณะที่โค่นฝน และปริมาณฝน ล้วนแต่มีอิทธิพลต่อคุณภาพการสีและปัจจัยทั้งสองนี้ ยังมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันด้วย
2. การเปียกฝนของข้าวเปลือก ในปริมาณที่ทำให้ความชื้นของข้าวเปลือกเพิ่มขึ้น 3% ไม่ทำให้คุณภาพการสีในเชิง % ดันข้าวต่างไปจากข้าวที่ไม่โค่นฝน ไม่ว่าข้าวจะโค่นฝน ในขณะที่มีความชื้นใดในช่วง 15-21% เนื่องจากปริมาณฝน น้อยเกินกว่าจะส่งผลต่อ % ดันข้าว อย่างไรก็ตาม ถ้าข้าวมีความชื้นสูงอยู่แล้ว (21%) ปริมาณฝนเล็กน้อย ก็อาจไปรวมกับความชื้นเดิม และมีผลทำให้ข้าวหักเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้าวที่ไม่โค่นฝน
3. ถ้าข้าวเปียกฝนมาก จนทำให้ความชื้นเพิ่มขึ้น 6% ไม่ว่าข้าวนั้นจะมีความชื้นเดิมในระดับใดในช่วง 15-21% จะมีผลทำให้คุณภาพการสีลดลง คือ % ดันข้าวต่ำลง และ % ข้าวหักสูงขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อเทียบกับข้าวที่ไม่โค่นฝน
4. จากการทดลองนี้มีข้อสังเกตว่า หากมีการลดความชื้นของข้าวเปลือกที่โค่นฝนอย่างรวดเร็วโดยไม่ทิ้งไว้นาน อิทธิพลของการเปียกซ้ำ (Rewetting) ต่อคุณภาพการสีจะมีไม่มากนัก โดยผลของการเปียกซ้ำในฤดูนาปี ทำให้มี % ข้าวหักไม่เกิน 10% ซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้.

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัท ที ซี ซี การเกษตร จำกัด ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อในด้านเครื่องมือและสถานที่ในการทดลอง และภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนให้ดำเนินการวิจัยด้วยดีตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

- สุกศักดิ์ ลิ้มปิติ และ วิบูลย์ ช่างเรือ. 2535.การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของข้าวญี่ปุ่นในฤดูนาปี. รายงานวิจัย 1-35 ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- Kunze, O.R. 1964. Environmental Conditions and Physical Properties which Produce Fissures in Rice. Ph.D. Dissertation Mich. State Univ.
- Kunze, O.R. 1977. Moisture adsorption influences on rice. J. Food Process Eng. 1(2) 167-181.
- Kunze, O.R. and C.W. Hall. 1965. Relative humidity changes that cause brown rice to crack. Trans. ASAE 8(3) 396-399, 405.
- Kunze, O.R. and C.W. Hall. 1967. Moisture adsorption characteristics of brown rice. Trans. ASAE 10(4) 448-450, 453.
- Kunze, O.R. and S. Prasad. 1978. Grain fissuring potential in harvesting and drying of rice. Trans. ASAE 21(2) 361-366.

การทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดจากรากหญ้าแฝก ที่มีต่อหนอนใยผัก

Toxicity Test of Root Extracted Substances from Vetiver Grass on Diamond Back Moth

อุดมพร แ่งนคร^๑

Udomporn Pangnakorn^๑

Abstract : Root of vetiver grass *Vetiver zizanioides* (Linn.) were collected and extracted with steam distillation method. The toxicity of extracted volatile oil was tested with *Plutella xylostella* L. under laboratory condition using two methods namely Topical application (contact poison) and Feeding method (stomach poison). The two methods were infested with 3rd instar larvae of diamond back moth and observed the mortality daily for 4 days. The result revealed that the highest concentration (100%) killed 37.14% and 51.52% of the larvae with contact poison and stomach poison, respectively. There is no significantly difference of mortality when 40% to 90% concentration were applied. The concentration less than 30% has no effect on mortality of larvae. However, tested larvae were finally weak and died during pupa stage.

บทคัดย่อ : จากการนำเอารากหญ้าแฝกชนิดแฝกหอม *Vetiver zizanioides* (Linn.) มาสกัดสารออกฤทธิ์ในรูปของน้ำมันหอมระเหย ด้วยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ และนำสารที่สกัดได้มาทำการทดสอบกับหนอนใยผักวัย 3 ทั้ง 2 วิธี คือ Topical application (ถูกตัวตาย) และ Feeding method (กินตาย) จากการตรวจวัดผลการตายของหนอนทั้ง 2 วิธีทุกวันเป็นเวลา 4 วัน พบว่าสารสกัดจากรากหญ้าแฝกในระดับความเข้มข้นของสาร 100% สามารถทำให้หนอนใยผักตายได้ถึง 37.14% โดยวิธีถูกตัวตาย และ 51.52% โดยวิธีกินตาย ส่วนความเข้มข้นของสารสกัดที่ต่ำตั้งแต่ 90% ลงมาจนถึง

^๑ ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

^๑ Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

40% สามารถทำให้หนอนตายได้ไม่ต่างกันนักทั้ง 2 วิธี และที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดต่ำตั้งแต่ 30% ลงมาจะไม่มีผลต่อการตายของหนอน อย่างไรก็ตามเมื่อสังเกตปฏิกิริยาของหนอนที่รอดตายจนเข้าดักแด้ได้ ดักแด้มักจะอ่อนแอและตายลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ความเข้มข้นของสารสูงๆ

Index words : หญ้าแฝก หนอนใยผัก สารสกัดจากพืช

Vetiver grass, Diamond back moth, Toxicity test, Root extracted substance,
Organic insecticide, *Vetiver zizanioides*, *Plutella xylostella*

คำนำ

หนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) เป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญที่สุดชนิดหนึ่งของพืชตระกูลผักกาด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักกาดหัว ฯลฯ ผลจากการใช้สารเคมีสังเคราะห์เป็นยาฆ่าแมลง ในการควบคุมแมลงชนิดนี้ยังแพร่หลายต่อเนื่องกันมาเป็นเวลานานกลับทำให้เกิดปัญหาการดื้อยาของหนอนใยผัก เพราะสารเคมีที่เคยใช้ไม่สามารถ ป้องกันการทำลายของแมลงชนิดได้อีกต่อไป (Miyata et al., 1988) นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดผลเสียหลายอย่างตามมา เช่น ปัญหามลพิษในสิ่งแวดล้อม ปัญหาในด้านสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสัตว์เลี้ยง ซึ่งในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับล่าสุด ได้ระบุว่า จะต้องลดการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยหันมาใช้สารสกัดจากพืชให้มากที่สุด ดังนั้นจึงมีการทดลองใช้สารสกัดจากพืชหลายชนิดที่มีผลต่อหนอนใยผัก ซึ่งในปี 1988 Sinchaisri และคณะได้ทำการศึกษาโดยใช้สารสกัดจากพืช 8 ชนิด เพื่อเป็นสารขับไล่หนอนใยผัก ปรากฏว่ามีพืช 2 ชนิด ที่มีฤทธิ์ในการขับไล่แมลงได้ในระดับดี คือ หนุมานประสานกาย และตะไคร้หอม

หญ้าแฝกเป็นพืชที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้ทรงมีพระราชดำริถึงแนวนโยบายที่จะสนับสนุนส่งเสริมการนำมาใช้ประโยชน์ โดยที่รากแฝกหอมมีคุณสมบัติเป็นสมุนไพรขับไล่

เชื้อผ้าให้หอม แล้วยังใช้ขับไล่แมลงได้ (จร., 2535) ดังนั้นการศึกษาถึงความเป็นพิษของสารสกัดจากรากหญ้าแฝกที่มีต่อหนอนใยผัก จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจเพื่อหาทางลดปัญหาสารพิษในสภาพแวดล้อมและผู้บริโภคต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พืชและการจำแนก

แฝกเป็นพืชในวงศ์ Gramineae ที่พบในเมืองไทยมี 2 ชนิด คือ

ก. หญ้าแฝกหรือแฝกดอน มีชื่อพจนานุกรมว่า *Vetiver nemoralis* (Balansa)

ข. หญ้าแฝกหอม มีชื่อพจนานุกรมว่า *Vetiver zizanioides* (Linn.) มีลักษณะหลังใบโค้งปลายแบน สีเขียวเข้ม เนื้อใบค่อนข้างเหนียว มีไขเคลือบมาก ทำให้ดูมัน ท้องใบออกสีขาวชัดเจนกว่าด้านหลังใบ ในรากหญ้าแฝกหอม มีโพรงอากาศในชั้นคอร์เทกซ์ขนาดใหญ่กว่าแฝกดอน รากแห้งใช้อบเสื้อผ้าให้หอมและขับไล่แมลงได้ ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้นำเอารากของหญ้าแฝกหอมมาใช้สกัด

2. การแยกสกัดสารออกฤทธิ์จากรากแฝกหอมในห้องปฏิบัติการ

นำรากหญ้าแฝกหอมรวมทั้งเหง้ามาล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งลมให้แห้งสับให้ละเอียด ปั่นด้วย Blender อีกครั้ง จากนั้นนำบรรจุลงใน Boiling

flask ซึ่งเป็นภาชนะแก้วกันกลม โดยใช้ตัวอย่างพืชประมาณ 500 กรัมต่อการกลั่น 1 ครั้ง ทำการสกัดโดยใช้ความร้อนและอุปกรณ์ในการสกัดน้ำมันหอมระเหย ซึ่งเรียกการสกัดด้วยวิธีนี้ว่าการกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation method) รวบรวมทั้งมีน้ำมัน (Oil) ผสมกับน้ำตกลงมา เก็บตัวอย่างที่กลั่นได้นี้ไว้กรองเอาแต่ Oil ซึ่งจะลอยอยู่บนผิวชั้นบนรวบรวมเอา Oil ที่สกัดได้เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5°C เพื่อรอการนำไปใช้ทดสอบกับหนอนใยผักต่อไป

3. วิธีการเตรียมหนอนใยผักเพื่อใช้ในการทดลอง

เก็บรวบรวมหนอนใยผักจากแปลงปลูกผักคะน้า บ้านบึงฉิม ต.พระลับ อ.เมือง จ.ขอนแก่น มาเลี้ยงในกล่องพลาสติกที่มีรูระบายอากาศในห้องปฏิบัติการ เมื่อเข้าดักแด้เก็บรวบรวมดักแด้ไปใส่กระดาษข่อยขนาด 47 x 47 x 70 ซม. ด้านบนเป็นกระชก ซึ่งตัดเป็นรูวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. แล้วเอาถุงไนลอนสีเหลืองขนาด 27 x 27 x 25 ซม. ที่มีโครงเป็นลวดครอบไว้อีกชั้น เมื่อดักแด้ออกเป็นตัวเต็มวัยจะบินขึ้นมากาะที่มุ้งไนลอน นำกล้าคะน้าอายุ 3-5 วัน ที่ปลูกในกระถางใส่ในมุ้งเพื่อให้เป็นที่วางไข่ ย้ายกล้าคะน้าที่มีกลุ่มไข่มาไว้ในกระถางขนาด 50x50x88 ซม. ประมาณ 2 วัน ไข่จะฟักเป็นตัวหนอน เมื่อหนอนมีอายุ 3 วัน ก็นำไปใช้ทดสอบกับสารสกัดจากรากหญ้าแฝกในห้องปฏิบัติการต่อไป

4. การเตรียมสารสกัดจากรากหญ้าแฝกหอม

การทดสอบฤทธิ์กับหนอนใยผัก

นำสารสกัดจากรากหญ้าแฝกหอมที่ได้ในข้อ 2 ซึ่งเป็นน้ำมัน จึงให้น้ำมันมีความเข้มข้นเท่ากับ 100% มาละลายกับน้ำกลั่นในปริมาตรต่างๆ เพื่อให้ได้สารละลายที่มีความเข้มข้นต่างๆกันตั้งแต่

20% 30% 40% เรื่อยไปจนถึง 90% วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดกับหนอนใยผักแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

4.1 Topical application วิธีนี้หนอนจะตายเพราะถูกตัวตาย โดยนำสารสกัดหยดลงบนบริเวณสันกระโหลกของหนอนใยผักวัย 3 ด้วยเครื่อง micro applicator ในปริมาณ 0.1 microlitres/ตัว จากนั้นนำหนอนไปเลี้ยงในถ้วยพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 ซม. ซึ่งมีใบคะน้า ซึ่งด้านล่างรองด้วยกระดาษ tissue ชุบน้ำเล็กน้อยเพื่อให้ความชุ่มชื้นแก่ใบคะน้า ถ้วยละ 10 ตัว ทำการทดลองแบบเดียวกัน ความเข้มข้นละ 4 ข้ำ

4.2 Feeding method วิธีนี้หนอนจะตายเพราะการกิน โดยนำใบคะน้ามาตัดเป็นวงกลมให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. มาชุบสารละลายของสารสกัดความเข้มข้นต่างๆที่เตรียมไว้ ผึ่งลมให้แห้งพอหมาดๆ แล้วจึงนำไปวางในถ้วยพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 ซม. เชี่ยหนอนใยผักวัย 3 ด้วยฟุ้งกันวางลงบนใบคะน้าใบละ 10 ตัว ทำการทดลองแบบเดียวกัน ความเข้มข้นละ 4 ข้ำ เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องของห้องปฏิบัติการ ทำการตรวจวัดผลทุกวันจนครบ 4 วัน ทั้ง 2 วิธี

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากรากหญ้าแฝก โดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) ในสภาพห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธีถูกตัวตาย (Topical application) ตั้งแต่ที่ระดับความเข้มข้นต่ำสุดคือ 30% จนถึงระดับสูงสุด 100% ติดตามผลการถูกทำลาย 4 วัน เพราะภายหลัง 4 วัน หนอนที่รอดตายก็จะเข้าดักแด้ สังเกตปฏิกิริยาการตายที่เกิดขึ้นจากตารางที่ 1 พบว่าสารสกัดจากรากหญ้าแฝกที่

ระดับความเข้มข้น 30% ถึง 50% ทำให้หนอนใยผักตายไม่แตกต่างกันคือเพียง 20% และเปอร์เซ็นต์การตายเพิ่มขึ้นเป็นลำดับในสัดส่วนที่ไม่มี

ความแตกต่างกันทางสถิติตั้งแต่ความเข้มข้น 60% จนถึง 100% ที่ระดับความเข้มข้นของสาร 100% มีฤทธิ์ทำให้หนอนตายเพียง 37-14%

Table 1 Toxicity of extracted volatile oils from the root of vetiver grass applied as topical application on diamond back moth.

Concentration (%)	Mean of mortality larvae of 4 days after treatment(A)	% Mortality	%Corrected mortality(B)
Control	5	12.5	_ b
30	12	30.0	20.00ab
40	12	30.0	20.00ab
50	12	30.0	20.00ab
60	15	37.5	28.75a
70	15	37.5	28.75a
80	17	42.5	34.29a
90	17	42.5	34.29a
100	18	45.0	37.14a

(A) Average of 4 replications

(B) Abbott's formula

LSD value = 2.02

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดด้วยวิธีกินตาย (Feeding method) และติดตามผลและปฏิกิริยา 4 วัน ภายหลังการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าที่ระดับความเข้มข้นต่ำสุดคือ 30% ไม่มีผลต่อการตายของหนอนตั้งแต่ระดับความเข้มข้นของสารตั้งแต่ 40% ขึ้นไปจนถึง 90% เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและใกล้เคียงกันมากกับผลการทดลองแบบถูกตัวตาย (Topical application) ส่วนที่ระดับความเข้มข้นของสาร 100% ของวิธีทดลองแบบกินตายจะให้

ผลดีที่สุด ซึ่งสามารถทำให้หนอนตายได้ถึง 51.52% แสดงว่าหนอนใยผักได้รับสารออกฤทธิ์จากสารสกัดจากรากหญ้าแฝกโดยวิธีกินตายมากกว่าถูกตัวตาย ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ Jotwani and Srivastava (1981) ว่าสารสกัดจากสะเดาจะมีฤทธิ์ทำให้หนอนและแมลงเบื่ออาหารจึงกินอาหารได้น้อยลง ซึ่งจากการสังเกตปฏิกิริยาการกินของหนอนใยผักที่ใช้ในการ ทดลองกินใบคะน้าที่ชุบสารสกัดจากรากหญ้าแฝก พบว่าหนอนดังกล่าวกินอาหารได้เป็นปกติ แม้ความเข้มข้นของสารสูงถึง 100%

Table 2 Toxicity of extracted volatile oils from the root of vetiver grass applied as feeding method on diamond back moth.

Concentration (%)	Mean of mortality larvae of 4 days after treatment(A)	% Mortality	%Corrected mortality(B)
Control	7	17.5	- c
30	10	25.0	9.10bc
40	15	37.5	24.35abc
50	15	37.5	24.35abc
60	18	45.0	33.33abc
70	15	37.5	24.25abc
80	16	40.0	27.27abc
90	19	47.5	36.36ab
100	24	60.0	51.52a

(A) Average of 4 replications

(B) Abbott's formula

LSD value = 2.48

อย่างไรก็ตามน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นของรากหญ้าแฝก จะออกมาในรูปของน้ำมันผสมกับน้ำ ไม่สามารถแยกชั้นของน้ำมันออกมาให้เห็นอย่างชัดเจน จะเห็นเป็นเพียง film บางๆ ลอยอยู่ชั้นบน ไม่มีสีเช่นเดียวกับน้ำค่างจากน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากตะไคร้หอม ซึ่งจะเห็นชั้นของน้ำมันเป็นสีเหลืองแยกชั้นจากน้ำได้ชัดเจน (Chungsamarnyart และ Jiwajinda, 1992) ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นจึงไม่สามารถบอกปริมาณความเข้มข้นได้ แต่ในการทดลองครั้งนี้ถือว่าให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 100% เมื่อนำมาเติมสารเพื่อให้ได้ปริมาณความเข้มข้นที่เจือจางลงในระดับต่างๆ จึงเห็นผลของสารออกฤทธิ์ที่ไม่ชัดเจน และไม่ค่อนข้างพอใจเท่ากับความเข้มข้นของสารสกัดที่ 100%

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากรากหญ้าแฝกหอมโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำสามารถทำให้หนอนใยผักตายในระดับที่ไม่ค่อยดีนัก ทั้งในลักษณะกินตายและถูกตัวตาย โดยจะเห็นผลชัดเจนเฉพาะในระดับความเข้มข้นสูงของสารสกัดที่ 100% แต่ทั้งนี้เมื่อติดตามปฏิกิริยาของหนอนที่รอดตายจนสามารถเข้าดักแด้ได้หลังการทดลองสิ้นสุดลง พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดตั้งแต่ 60% ขึ้นไป ดักแด้จะอ่อนแอและตายลงในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน แม้จะไม่แสดงผลอย่างเด่นชัดในการควบคุมหนอนใยผักในระยะตัวหนอน แต่มีผลกระทบต่อดักแด้ทำให้ดักแด้ไม่สามารถเป็นตัวเต็มวัยได้ต่อไป ดังนั้นแนวโน้มของประสิทธิภาพของสารสกัดจากรากหญ้าแฝกหอมมีสารออกฤทธิ์ที่มีคุณสมบัติในการป้องกันกำจัดแมลง

ได้ซึ่งเป็นแนวทางที่นำไปใช้ประโยชน์ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยผสมกับสารสกัดจากพืชชนิดอื่น ฉะนั้นจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรจะลดการใช้สารเคมี มาใช้สารสกัดจากพืชธรรมชาติ ที่ขึ้นง่ายมีอยู่ทั่วไปทุกภาคได้.

เอกสารอ้างอิง

- จร สดกร. 2535. แผลหอม หญาแผล. กสิกร 65 (2) : 135-140.
- รุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล ชัยณรงค์ รัตนกริชากุล สุรัตน์ดี จิระจินดา สุพงษ์ สวัสดิ์ พานิชย์ และราชนทร์ อธิพร. 2538. การใช้สารสกัดจากรากหญ้าน้ำในการควบคุมเห็บโค. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33. หน้า 460-466.
- Chungsamarnyart, N. and S. Jiwajinda. 1992. Acaricidal activity of volatile oil from lemon and citronella grasses on tropical cattle ticks. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 26 : 52-56.
- Jotwani, M.G. and K.P. Srivastava. 1981. Neem : insecticide of the future-II. Pesticide 15(11) : 4047.
- Miyata, T., N. Sinchaisri, B. Sayampol, W. Rushtapakornchai and A. Vattanatagum. 1988. Insecticide resistance patterns. Page 10-19. In Report meeting of the joint research project during March 19-21, 1988 at Rama Garden Hotel, Bangkok, Thailand
- Sinchaisri, N., D. Roongsook and S. Areekul. 1988. Botanical repellent against the diamond back moth, *Plutella xylostella* L. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 22(5): 71-74

อัตราและเวลาการใช้สารกำจัดวัชพืช Quizalofop-p-tefuryl ในถั่วเหลืองหลังนาที่ปลูกแบบเผาและไม่เผาฟาง

Quizalofop-p-tefuryl Application Rates and Timing in Straw Burning and No-Burning Soybean Grown After Rice

พรชัย เหลืองอาภพงศ์^{1/} และ วิทยา วณิกจิต^{1/}

Pornchai Lueang-a-pamong^{1/} and Vitya Vanapichit^{1/}

Abstract : Field experiment was carried out from December 1995-May 1996 at Chiang Mai University to determine the efficacy of herbicide quizalofop-p-tefuryl [(+)-tetrahydrofurfuryl(R)-2[4-(6-chloroquinoxalin-2-yloxy)propanoate] on annual grass weed control in straw burning and no-burning soybean grown after rice. Glyphosate (N-(phosphonomethyl)glycine) was treated to general weeds at the rate of 2.0 kg(ae)/ha 7 days before planting in no-burning plot, rice straw and general weeds were burned at 7 days before planting in burning plot. Quizalofop-p-tefuryl at the rate of 45 and 60 g (ae)/ha was applied for annual grass weed control 21 and 38 days after soybean planting. It was found that soybean and weeds in the straw burning plot were able to emerge and grow better than that of no-burning plot. Quizalofop-p-tefuryl at the rate of 45 g(ae)/ha showed excellent control of annual grass weeds; *Digitaria adscendens*, *Echinochloa crus-galli* and *Eleusine indica* in no-burning plot when applied at 21-38 days after planting. In the straw burning plot, the annual grass weeds were effectively controlled by quizalofop-p-tefuryl at the rate up to 60 g(ae)/ha when applied at 21 days after planting. If applied at 32 days after planting, the rate of herbicide was needed more than 60 g(ae)/ha. Quizalofop-p-tefuryl caused slight phytotoxicity in soybean after application. The use of quizalofop-p-tefuryl for annual grass weed control produced significantly higher soybean grain yield when compared to non-treated plot.

^{1/}ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200.

บทคัดย่อ : ทำการทดลองในแปลงของภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนธันวาคม 2538-พฤษภาคม 2539 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของสาร Quizalofop-p-tefuryl [(±)-tetrahydrofurfuryl (R)-2[4-(6-chloroquinoxalin-2-yloxy)propanoate] ในการควบคุมวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้าใน ถั่วเหลืองที่ปลูกหลังนาในสภาพที่มีการเผาและไม่เผ่าฟาง โดยที่ในสภาพที่ไม่มีการเผ่าฟางได้ทำการพ่นสาร Glyphosate (N-(phosphonomethyl)glycine) เพื่อควบคุมวัชพืชชนิดต่าง ๆ อัตรา 320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ก่อนปลูก 7 วัน ส่วนใน แปลงที่มีการเผ่าฟางทำการใช้ฟางคลุมแปลงแล้วเผ่าก่อนปลูก 7 วันซึ่งเมื่อถั่วเหลืองอายุ 21 และ 38 วันทำการพ่นสาร quizalofop-p-tefuryl เพื่อควบคุมวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้า อัตรา 7.2 และ 9.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พบว่าถั่วเหลืองที่ปลูก ในสภาพที่มีการเผ่าฟางจะมีการงอกและเจริญเติบโตระยะแรกดีกว่าถั่วเหลืองที่ปลูกโดยไม่เผ่าฟาง สาร Quizalofop-p-tefuryl อัตราค่า 7.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สามารถควบคุมวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้าพวกหญ้าตีนนก (*Digitaria adscendens*) หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli*) และ หญ้าตีนกา (*Eleusine indica*) ได้ดีเยี่ยมในสภาพที่ไม่มีการเผ่าฟาง เมื่อทำการใช้ ในช่วง 21-38 วันหลังปลูก ส่วนในสภาพที่มีการเผ่าฟางนั้นวัชพืชมีขนาดใหญ่กว่า ดังนั้นจะถูกควบคุมได้ต้องใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl ในอัตรา 7.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ โดยพ่นที่ 21 วันหลังปลูก ซึ่งถ้าหากพ่นช้ากว่านี้จะต้องใช้สารเคมี อัตราสูงกว่า 9.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ การทดลองนี้ยังพบว่าสาร Quizalofop-p-tefuryl จะมีผลทำให้ถั่วเหลือง แสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อยหลังพ่น อย่างไรก็ตามการใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl เพื่อควบคุมวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้า ในถั่วเหลืองจะสามารถให้ผลผลิตสูงขึ้น

Key word : Soybean, Quizalofop-p-tefuryl, Glyphosate

บทนำ

การเพาะปลูกถั่วเหลืองแบบหลังนาที่นิยม ปฏิบัติกันส่วนใหญ่จะมีการเผ่าตอซัง และฟางข้าว ก่อนทำการหยอดเมล็ดพันธุ์ลงไป วัตถุประสงค์ ของการเผ่าดังกล่าว ก็เพื่อเป็นการกำจัดวัชพืช และ ทำให้แปลงสะอาดขึ้นให้เหมาะสมแก่การงอกและ การเจริญเติบโตของถั่วเหลือง การเผ่าตอซังและ ฟางข้าวนี้นี้มีข้อเสียหลายอย่าง อันได้แก่การที่ เกษตรกรต้องเสียต้นทุนเพิ่มขึ้นเพราะฟางข้าวใน นานั้นถ้าไม่เผ่าก็จะนำไปจำหน่ายได้ การเผ่าตอซัง และฟางข้าวจะมีผลเสียทำให้เกิดปัญหามลภาวะ ทางอากาศ อีกทั้งยังเป็นการเผ่าทิ้งเศษพืชที่มี องค์ประกอบของธาตุอาหารอยู่จำนวนหนึ่ง (อัมพร, 2538)

การปลูกถั่วเหลืองโดยไม่มีการเผ่าตอซัง

และฟางข้าว เป็นวิธีการปฏิบัติอย่างหนึ่งที่จะช่วย อนุรักษ์แร่ธาตุอาหารที่อยู่ในเศษซากวัชพืชและ ตอซังได้ การปลูกแบบไม่เผ่าตอซังและฟางข้าว นี้จะต้องมีวิธีการกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพเสีย ก่อนการหยอดเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลงไป เพราะใน ช่วงเวลาดังกล่าวจะมีวัชพืชอยู่บ้างแล้วในแปลง ในสภาพที่มีวัชพืชอยู่ก่อนปลูกถั่วเหลืองในปริมาณ มาก ๆ นั้น จะมีการใช้สารกำจัดวัชพืชลงไป เช่น การใช้สาร Glyphosate ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืช ประเภทไม่เลือกทำลายที่มีฤทธิ์ทำลายวัชพืชแบบ ดูดซึม (Systemic) โดยไม่มีผลในด้านพิษตกค้าง ในดินที่เป็นอันตรายต่อการงอกของเมล็ดพืชปลูก (พรชัย, 2531) อัตราการใช้เพื่อกำจัดวัชพืชก่อน ปลูกพืชแบบไม่ไถพรวนอยู่ในระดับประมาณ 160-320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ขึ้นไป (ประสานและ คณะ, 2538 ; สมบัติ และ อรรถนพ, 2538)

หลังจากถั่วเหลืองออกแล้วจะมีวัชพืชหลายชนิดขึ้นแข่งแย่งแข่งขันในแปลงหลายชนิด โดยเฉพาะ วัชพืชประเภทใบแคบวงศ์หญ้า ซึ่งจัดเป็นวัชพืชที่มีการแข่งแย่งสูง และมีผลต่อการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองอย่างมาก ในทางปฏิบัติจึงมีความจำเป็นต้องกำจัดวัชพืชประเภทนี้ การใช้สารเคมีเป็นวิธีการที่เป็นไปได้ โดยมีข้อได้เปรียบหลายอย่าง สาร Quizalofop-p-tefuryl เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทหลังออกที่มีฤทธิ์ในการเลือกทำลายวัชพืชใบแคบ โดยจะมีคุณสมบัติในการเคลื่อนย้ายในวัชพืชได้ มีอัตราการใช้อยู่ระหว่าง 9.6-14.4 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ (พรชัย, 2537) ซึ่งมีรายงานการใช้ในพืชปลูกใบกว้างหลายชนิด โดยไม่ทำอันตรายต่อถั่วเหลืองเลย (พนิต, 2538)

อัตราและช่วงเวลาการใช้สาร Quizalofop-p-

tefuryl นั้นอาจเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับช่วงเวลาการใช้ ซึ่งหมายถึงขนาดของวัชพืชและถั่วเหลือง การวิจัยนี้จึงได้ทำขึ้นเพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพการใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl ในอัตราและเวลาการใช้ที่แตกต่างกันในถั่วเหลืองที่ปลูกแบบเผาและไม่เผาก่อนปลูก

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองที่แปลงวิจัยของภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนธันวาคม 2538 ถึงเดือนพฤษภาคม 2539 ใช้ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ปลูกด้วยระยะปลูก 30 เซนติเมตร ขนาดแปลงย่อย (Plot size) 5 ตารางเมตร วางแผนการทดลองแบบ Split plot design ทำ 3 ซ้ำ (Replication) โดยมี กรรมวิธีต่างๆ ดังนี้

Main plot	Sub-plot		
เผาก่อนปลูก (Burning)	1. ใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl	อัตรา 7.2 กรัม (a.i.)/ไร่	21 วันหลังปลูก
	2. ใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl	อัตรา 9.6 กรัม (a.i.)/ไร่	21 วันหลังปลูก
	3. ใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl	อัตรา 7.2 กรัม (a.i.)/ไร่	38 วันหลังปลูก
	4. ใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl	อัตรา 9.6 กรัม (a.i.)/ไร่	38 วันหลังปลูก
	5. กำจัดวัชพืชด้วยจอบ		
	6. ไม่กำจัดวัชพืช		
ไม่เผาก่อนปลูก (No-burning)	1. ใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl	อัตรา 7.2 กรัม (a.i.)/ไร่	21 วันหลังปลูก
	2. ใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl	อัตรา 9.6 กรัม (a.i.)/ไร่	21 วันหลังปลูก
	3. ใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl	อัตรา 7.2 กรัม (a.i.)/ไร่	38 วันหลังปลูก
	4. ใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl	อัตรา 9.6 กรัม (a.i.)/ไร่	38 วันหลังปลูก
	5. กำจัดวัชพืชด้วยจอบ		
	6. ไม่กำจัดวัชพืช		

ปลูกในแปลงที่มีการเผาฟาง (Straw burning) ทำการเผาโดยใช้ฟางข้าววางเรียงให้ทั่วแล้วทำการเผาก่อนปลูก 7 วัน ส่วนในแปลงที่ไม่เผาฟาง (No-burning) ทำการกำจัดวัชพืชด้วยสาร Glyphosate อัตรา 320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ โดยการพ่นด้วยเครื่องพ่นแบบสะพายหลัง หัวพ่นแบบ Impact ปริมาณน้ำยาต่อไร่ (Spray volume) 60 ลิตร/ไร่ ก่อนปลูกถั่วเหลือง 7 วัน

ในกรรมวิธี Sub plot ที่มีการใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl อัตรา 7.2 และ 9.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ภายหลังปลูก 21 และ 38 วันนั้นทำการพ่นโดยใช้ถังพ่นแบบสะพายหลังพร้อมหัวพ่นแบบ Impact ที่มีปริมาณน้ำยาต่อไร่ (Spray volume) 60 ลิตร/ไร่ ขณะทำการพ่นสาร Quizalofop-p-tefuryl อุณหภูมิอากาศ 28 °ซ อุณหภูมิดิน 21 °ซ ความชื้นดิน 25.5-26.0 เปอร์เซ็นต์

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้แก่

Glyphosate ชื่อเคมี N-(phosphonomethyl)glycine
ชื่อการค้า Rescue (68%a.e.)
Quizalofop-p-tefuryl
ชื่อเคมี [+ - tetrahydrofurfuryl(R)-2[4-(6-chloroquinoxalin-2-yl)oxy]propanoate
ชื่อการค้า Pantera-D (6%a.e.)

ในแปลงที่ทำการกำจัดวัชพืชด้วยจอบนั้นทำการกำจัด 2 ครั้งที่ 21 และ 30 วันหลังปลูกถั่วเหลือง โดยได้นำเศษวัชพืชออกจากแปลงปลูกบันทึกผลการทดลองต่าง ๆ ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบวงศ์หญ้า ภายหลังการพ่นสารเคมี 7 14 และ 21 วัน น้ำหนักแห้ง

วัชพืชใบแคบวงศ์หญ้า 66 วันหลังปลูก โดยคิดเป็นน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ 0.25 ตารางเมตร ระดับความเป็นพิษของถั่วเหลืองอันเนื่องมาจากสารเคมีที่ 14 และ 21 วันหลังพ่นสารเคมี องค์กรประกอบผลผลิตน้ำหนักแห้งถั่วเหลืองที่ 66 วันหลังปลูก และผลผลิต แล้ววิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ภายหลังการหยอดเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในดิน 7-10 วัน พบว่าแปลงที่มีการเผาฟางนั้นทั้งถั่วเหลือง และวัชพืชจะมีการงอกและเจริญเติบโตดีกว่า สภาพที่ไม่มีการเผาฟาง ซึ่งการใช้สาร Glyphosate พ่นโดยที่ในแปลงมีการเผาฟางนี้จะเป็นสภาพที่มีเศษวัชพืชและตอซังข้าวปกคลุมอยู่ในช่วงเวลาดังกล่าว จึงพบว่าวัชพืชในแปลงที่มีการใช้สาร Glyphosate นี้มีจำนวนและขนาดน้อยกว่าแปลง ที่มีการเผาฟาง

จากการสำรวจในแปลงพบว่าวัชพืชหลักที่ขึ้นแก่แย่งแข่งขันได้แก่วัชพืชประเภทใบแคบวงศ์หญ้าฤดูเดียว พวกร หญ้าตีนนก (*Digitaria adscendens*) หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli*) และ หญ้าตีนกา (*Eleusine indica*)

ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช

บันทึกผลการทดลอง ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชภายหลังการพ่น 7 14 และ 21 วัน โดยวิธีการให้คะแนนด้วยสายตาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (0-100%) ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 1 พบว่าในสภาพที่มีการเผาฟางก่อนปลูกนั้น การใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl ที่ 21 วันหลังปลูก อัตรา

อัตราและเวลาการใช้สารกำจัดวัชพืช Quizalofop-p-tefuryl
ในอ่าวเหืองหลังจากที่ปลูกแบบเผาและไม่เผาฟาง

7.2-9.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ จะมีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบวงศ์หญ้าในแปลงทดลองอยู่ในระดับดีเยี่ยมภายหลังการพ่น 14 วันขึ้นไป ซึ่งระดับการควบคุมนี้จะดีกว่าในแปลงที่มีการเผาฟาง สาเหตุเพราะว่าในช่วงเวลาการพ่นสารเคมีนี้ ในแปลงที่มีการเผาฟางวัชพืชมีขนาดใหญ่ และจำนวนมากกว่าสภาพแปลงที่ไม่มีการเผาฟาง ถึงแม้การใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl ในอัตราสูงถึง 9.6 กรัม สารออกฤทธิ์/ไร่ก็ตาม และจะสามารถควบคุมวัชพืชได้ในระดับ 83 เปอร์เซ็นต์

การพ่นสารกำจัดวัชพืช Quizalofop-p-tefuryl อัตรา 7.2 - 9.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ที่ล่าช้าออกไปคือพ่นที่ 38 วันหลังปลูก พบว่าในแปลงที่มีการเผาฟางก่อนปลูก จะมีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชดังกล่าวได้น้อยเพียง 40-47 เปอร์เซ็นต์ ในช่วง 7 วันแรกหลังพ่น และเมื่อบันทึกผลการทดลองที่ 21 วันหลังพ่น การใช้ในอัตรา 7.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ จะสามารถควบคุม วัชพืชได้เพียง 53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพที่ไม่มีการเผาฟาง จะเห็นได้ว่าการใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl ในอัตรา 7.2 - 9.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ จะสามารถควบคุมวัชพืชได้ 90 เปอร์เซ็นต์

Table 1 Efficacy of quizalofop-p-tefuryl on grass weed control in straw burning and no-burning soybean.

Herbicide	Rate g(ae)/rai	Apply (DAP)	Burning			No-burning		
			7DAA	14DAA	21DAA	7DAA	14DAA	21DAA
1. Quizalofop	7.2	21	70	78	68	68	88	93
2. Quizalofop	9.6	21	63	48	83	75	93	98
3. Quizalofop	7.2	38	40	43	53	63	80	90
4. Quizalofop	9.6	38	47	60	63	68	88	93
5. Hand weeding	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Non weeding	-	-	-	-	-	-	-	-

DAP = Days after planting

DAA = Days after application

จากผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าการกำจัดวัชพืชด้วยสารเคมีประเภทหลังงอกนั้น ถ้าหากเป็นการปลูกแบบไม่เผาฟาง จะสามารถใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl ในอัตราต่ำ 7.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ได้ โดยอาจทำการพ่นภายหลังการปลูก 21 - 38 วัน แต่ในสภาพที่มีการเผาฟางวัชพืชมีโอกาสงอกและเจริญเติบโต

ได้มากกว่าในสภาพที่ไม่มีการเผาฟาง การใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl จะต้องทำการพ่นในช่วงแรก ที่ 21 วัน หลังปลูกโดยที่ถ้าหากพ่นช้ากว่านี้ จะมีประสิทธิภาพการควบคุมได้น้อยลง เพราะวัชพืชมีขนาดใหญ่ขึ้น ในทางปฏิบัติอาจมีความจำเป็น ต้องใช้ในอัตราสูงขึ้นเป็น 9.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ขึ้นไป

ภายหลังการปลูกถั่วเหลือง 66 วัน ได้ทำการเก็บตัวอย่างวัชพืชในแต่ละแปลงย่อย เพื่อศึกษาการควบคุมวัชพืชของสารเคมี แสดงในตารางที่ 2 พบว่า ในช่วงเวลา 66 วันหลังปลูก ในสภาพที่ไม่มีการเผาฟาง การใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl อัตรา 7.2 - 9.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ที่ 21 และ 38 วันหลังปลูก จะสามารถลดปริมาณวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้าลงได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช ซึ่งปริมาณวัชพืชจะมีเพียง 5.18 - 13.56 กรัม/0.25

ตารางเมตรเท่านั้น ในขณะที่สภาพที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชจะมีวัชพืชในปริมาณ 37.80 กรัม/0.25 ตารางเมตร และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างแปลงที่มีการเผาฟางก่อนปลูก จะเห็นได้ว่าการใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl ในอัตราสูง 7.2 - 9.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ในสภาพที่มีการเผาฟาง จะยังคงมีวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้าเหลืออยู่ในแปลงพอสมควร ซึ่งโดยเฉลี่ยมากกว่าแปลงที่ไม่มีการเผาฟาง โดยเฉพาะการใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl อัตราต่ำ (7.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่)

Table 2 Effect of quizalofop-p-tefuryl on grass weed dry weight in straw burning and no-burning soybean at 66 days after planting.

Herbicide	Rate g(ae)/rai	Apply (DAP)	Grass weed dry weight (g/0.25m ²)	
			Burning	No-burning
Quizalofop	7.2	21	30.22 bc	5.18 c
Quizalofop	9.6	21	4.15 c	7.64 c
Quizalofop	7.2	38	62.78 ab	8.23 c
Quizalofop	9.6	38	33.47 bc	13.56 c
Hand weeding	-	-	27.49 bc	19.67 bc
Non weeding	-	-	78.35 a	37.80 bc
C.V.			56.73%	

DAP = Days after planting

ในตารางที่ 2 นี้ถ้าจะพิจารณาวัชพืชที่ขึ้นแก่แย่งแข่งขัน โดยไม่มีการกำจัดด้วยแรงงานคนหรือพ่นสารเคมี (ในกรรมวิธี Non weeding) จะเห็นได้ว่าที่ 66 วัน หลังปลูก วัชพืชประเภทใบแคบวงศ์หญ้าในแปลงที่มีการเผาฟาง จะมีปริมาณวัชพืชมากกว่าในแปลงที่ไม่มีการเผาฟาง แสดงว่าในแปลงที่มีการเผาฟางมีสภาพที่เปิดโอกาสและช่วยให้วัชพืชมีการงอก และการเจริญเติบโตเร็ว และดีกว่าสภาพที่ไม่มีการเผาฟาง ซึ่งในแปลงที่ไม่มีการเผาฟางนั้นพบว่า ในช่วง

แรกของการปลูก จะมีวัชพืชที่ตายแล้วและคองข้าวปกคลุมผิวดินอยู่ จึงทำให้วัชพืชงอกได้ช้าลง

ระดับความเป็นพิษในถั่วเหลือง

ภายหลังการพ่นสารเคมี 7 14 และ 21 วัน ทำการบันทึกระดับความเป็นพิษของสารเคมีที่มีต่อถั่วเหลืองโดยการให้คะแนนด้วยสายตาเป็นเปอร์เซ็นต์ (0-100%) ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3 พบว่า การใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl อัตรา 7.2-9.6 กรัม

อัตราและเวลาการใช้สารกำจัดวัชพืช Quizalofop-p-tefuryl
ในถั่วเหลืองที่ปลูกแบบเผาและไม่เผาฟาง

สารออกฤทธิ์/ไร่ ในช่วง 21 วันหลังปลูกจะทำให้
ถั่วเหลืองแสดงอาการเป็นพิษมากกว่า การใช้
ในช่วงที่ถั่วเหลืองมีอายุมากขึ้น และการใช้สารเคมี
ชนิดนี้ในสภาพที่ถั่วเหลืองมีการปลูกแบบไม่เผาฟาง

จะมีแนวโน้มทำให้ถั่วเหลืองแสดงอาการเป็นพิษ
สูงกว่าในสภาพที่มีการปลูกแบบเผาฟางเล็กน้อย
ในการพ่นอัตราและเวลาเดียวกัน

Table 3 Efficacy of quizalofop-p-tefuryl on crop phytotoxicity in straw burning and no-burning soybean.

Herbicide	Rate g(ae)/rai	Apply (DAP)	Burning			No-burning		
			7DAA	14DAA	21DAA	7DAA	14DAA	21DAA
Quizalofop	7.2	21	15	15	5	18	15	5
Quizalofop	9.6	21	15	15	0	20	18	8
Quizalofop	7.2	38	13	5	0	15	10	5
Quizalofop	9.6	38	8	5	0	10	8	3
Hand weeding	-	-	-	-	-	-	-	-
Non weeding	-	-	-	-	-	-	-	-

DAP = Days after planting

DAA = Days after application

ในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าในช่วง 7 วันแรก
หลังพ่นสาร Quizalofop-p-tefuryl อัตรา 7.2-9.6
กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ถั่วเหลืองจะแสดงอาการ
เป็นพิษสูงกว่าเมื่อบันทึกผลการทดลองหลังจากนั้น
กล่าวคืออาการเป็นพิษจะลดลงเรื่อย ๆ ทั้งนี้เพราะ
ถั่วเหลืองที่แสดงอาการเป็นพิษนั้นจะแสดงบนใบ
3 ใบบนสุด ซึ่งจะมีลักษณะเป็นจุดคล้ายสนิม
ใบใหม่ที่แตกออกมาจะปกติไม่แสดงอาการเป็นพิษ
แต่อย่างใด

น้ำหนักแห้งของถั่วเหลือง

เมื่อถั่วเหลืองมีอายุ 66 วัน ได้ทำการเก็บ
ตัวอย่างต้นถั่วเหลืองในส่วนเหนือดินในแต่ละแปลง
ย่อยเพื่อนำมาอบแล้วชั่งน้ำหนักแห้ง/0.25 ตร.ม.
ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า
ในช่วงเวลาดังกล่าวขนาดของถั่วเหลืองจะแตกต่าง
กันเล็กน้อย ในสภาพการปลูกถั่วเหลืองที่มีการ
เผาฟางก่อนปลูกจะมีแนวโน้มทำให้ถั่วเหลืองมี
การเจริญเติบโตดีกว่าสภาพที่ไม่มีการเผาฟาง

Table 4 Effect of quizalofop-p-tefuryl on dry weight of burning and no-burning soybean at 66 days after planting.

Herbicide	Rate g(ae)/rai	Apply (DAP)	Grass weed dry weight (g/0.25m ²)	
			Burning	No-burning
Quizalofop	7.2	21	4.95 b-d	4.29 b-d
Quizalofop	9.6	21	5.75 ab	4.85 a-d
Quizalofop	7.2	38	4.62 a-d	4.69 a-d
Quizalofop	9.6	38	6.20 a	3.51 d
Hand weeding	-	-	5.76 ab	5.37 a-c
Non weeding	-	-	5.20 a-d	3.95 cd
C.V.			20.475%	

DAP = Days after planting

องค์ประกอบผลผลิตถั่วเหลือง

ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองในแต่ละแปลงแล้วคำนวณหาองค์ประกอบผลผลิต จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ฝัก และขนาดเมล็ด (น้ำหนัก 100 เมล็ด) ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5 6 และ 7 ตามลำดับ

ถั่วเหลืองที่มีการพ่นสาร Quizalofop-p-tefuryl เพื่อกำจัดวัชพืชประเภทใบแคบวงศ์หญ้า จะทำให้มีจำนวนฝัก/ต้นสูงกว่าสภาพที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งการปลูกถั่วเหลืองทั้งแบบที่มีการเผาฟางและไม่เผาฟางที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยสาร Quizalofop-p-tefuryl อัตรา 7.2 - 9.6 กรัม สารออกฤทธิ์/ไร่ เมื่อถั่วเหลืองมีอายุ 21 และ 38 วัน จะทำให้จำนวนฝัก/ต้นใกล้เคียงกัน

Table 5 Effect of quizalofop-p-tefuryl on pod no./plant of straw burning and no-burning soybean.

Herbicide	Rate g(ae)/rai	Apply (DAP)	Pod no./plant	
			Burning	No-burning
Quizalofop	7.2	21	21.78 a-c	22.18 a-c
Quizalofop	9.6	21	20.02 bc	25.37 ab
Quizalofop	7.2	38	22.83 a-c	24.65 ab
Quizalofop	9.6	38	24.93 ab	25.67 a
Hand weeding	-	-	24.20 ab	21.79 a-c
Non weeding	-	-	17.88 c	19.90 bc
C.V.			20.47%	

DAP = Days after planting

อัตราและเวลาการใช้สารกำจัดวัชพืช Quizalofop-p-tefuryl
ในถั่วเหลืองหลังนาที่ปลูกแบบเผาและไม่เผ่าฟาง

ในตารางที่ 6 แสดงจำนวนเมล็ดถั่วเหลือง/
ต้น พบว่าการพ่นสาร Quizalofop-p-tefuryl
เพื่อควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบวงศหญ้า จะมีผล
ทำให้องค์ประกอบผลผลิตจำนวนเมล็ด/ต้นของ
ถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพที่ปล่อย
ให้วัชพืชขึ้นแก่แย่งแข่งขัน แสดงว่าวัชพืชที่ขึ้นใน
แปลงถั่วเหลืองมีผลทำให้ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโต
ลดลง ซึ่งจะมีจำนวนเมล็ด/ต้นเพียง 17.65 และ
19.38 เมล็ด/ต้น ในสภาพที่มีการเผาและไม่มี
การเผ่าฟางตามลำดับ

การแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืชในแปลง
ถั่วเหลืองไม่มีผลต่อขนาดของเมล็ดถั่วเหลือง
ซึ่งจากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่าทุกกรรมวิธีมีขนาด
เมล็ดถั่วเหลือง (น้ำหนัก 100 เมล็ด) ไม่แตกต่าง
กันทางสถิติ การปลูกแบบเผาและไม่เผ่าฟาง
จะไม่มีผลต่อขนาดของเมล็ดถั่วเหลือง นอกจากนี้
ยังพบว่าการพ่นสาร Quizalofop-p-tefuryl อัตรา
7.2 - 9.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่เมื่อถั่วเหลืองมีอายุ
21 และ 38 วัน ทั้งแบบเผาและไม่เผ่าฟางก่อนปลูก
ไม่มีผลในการเพิ่มขนาดของเมล็ดถั่วเหลือง
แต่อย่างใด

Table 6 Effect of quizalofop-p-tefuryl on seed no./plant of burning and no-burning soybean.

Herbicide	Rate g(ae)/rai	Apply (DAP)	Seed no./plant	
			Burning	No-burning
Quizalofop	7.2	21	25.12 abc	25.32 abc
Quizalofop	9.6	21	26.93 ab	30.68 a
Quizalofop	7.2	38	27.13 a	29.50 a
Quizalofop	9.6	38	29.95 ab	26.83 ab
Hand weeding	-	-	28.73 a	20.45 bc
Non weeding	-	-	17.65 c	19.38 bc
C.V.			18.79 %	

DAP = Days after planting

Table 7 Effect of quizalofop-p-tefuryl on 100 seed weight of straw burning and
no-burning soybean .

Herbicide	Rate g(ae)/rai	Apply (DAP)	100 seed weight (g)	
			Burning	No-burning
Quizalofop	7.2	21	15.48	15.50
Quizalofop	9.6	21	15.34	15.38
Quizalofop	7.2	38	15.84	14.14
Quizalofop	9.6	38	15.52	14.65
Hand weeding	-	-	15.68	14.98
Non weeding	-	-	15.82	14.82
C.V.			NS 20.47 %	

DAP = Days after planting

ผลผลิตของถั่วเหลือง

ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง แล้วนำมาคำนวณเป็นน้ำหนักผลผลิตเมล็ด/ไร่ ที่ระดับความชื้นเมล็ด 12 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 8 พบว่าการใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl อัตรา 7.2 - 9.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ภายหลังการปลูกถั่วเหลือง 21 หรือ 38 วัน เพื่อควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบวงศ์หญ้าจะสามารถเพิ่ม

ผลผลิตได้ เมื่อเปรียบเทียบแปลงที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าทั้งในการปลูกถั่วเหลืองแบบเผาหรือไม่เผานั้นมีความจำเป็นต้องกำจัดวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้าในช่วงเวลา 21-38 วันด้วยสาร Quizalofop-p-tefuryl และถ้าหากลองพิจารณาเปรียบเทียบกรรมวิธีที่มีการเผาและไม่เผาก่อนปลูกจะเห็นได้ว่าถั่วเหลืองที่มีการปลูกแบบไม่เผาก่อนจะมีแนวโน้ม การให้ผลผลิตต่ำกว่าถั่วเหลืองที่ปลูกแบบมีการเผาก่อน

Table 8 Effect of quizalofop-p-tefuryl on grain yield of burning and no-burning soybean at 66 days after planting.

Herbicide	Rate g(ae)/rai	Apply (DAP)	Grain yield (kg/rai)	
			Burning	No-burning
Quizalofop	7.2	21	233.51 a-c	226.81 a-c
Quizalofop	9.6	21	262.50 a	254.29 a
Quizalofop	7.2	38	259.85 a	233.73 a-c
Quizalofop	9.6	38	280.16 a	255.44 a-c
Hand weeding	-	-	250.43 ab	182.77 c
Non weeding	-	-	191.24 bc	186.49 c
C.V.			11.73%	

DAP = Days after planting

สรุป

จากการศึกษาประสิทธิภาพการใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl ในการควบคุมวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้าในอัตราและเวลาการใช้ที่แตกต่างกันในถั่วเหลืองหลังนาที่มีการปลูกแบบเผาและไม่เผาก่อนปลูก ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. การใช้สาร Quizalofop-tefuryl อัตรา 7.2 - 9.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ในช่วง 12-38 วันหลังปลูกจะมีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชใบแคบ

วงศ์หญ้า พากหญ้าตีนนก (*Digitaria adscendens*) หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli*) และ หญ้าตีนกา (*Eleusine indica*) ได้ดีเยี่ยม ในสภาพการปลูกถั่วเหลืองแบบไม่มีการเผาก่อน ส่วนการใช้สารเคมีชนิดนี้ในถั่วเหลืองที่มีการปลูกแบบเผาก่อนจะสามารถควบคุมวัชพืชดังกล่าวได้ จำเป็นต้องใช้ในช่วง 21 วันหลังปลูก ซึ่งถ้าหากจะพ่นสารเคมีซ้ำออกไปอาจจะต้องใช้ในอัตราที่สูงขึ้นมากกว่า 9.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่

2. การใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl อัตรา 7.2-9.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ภายหลังการปลูก

21-38 วัน จะทำให้ถั่วเหลืองแสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อย-ปานกลาง โดยที่การพ่นในช่วงที่ถั่วเหลืองมีอายุน้อยจะแสดงอาการเป็นพิษสูงกว่าเมื่อถั่วเหลืองมีอายุมากขึ้นเล็กน้อย

3. การใช้สาร Quizalofop-p-tefuryl อัตรา 7.2 - 9.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ เพื่อกำจัดวัชพืชประเภทใบแคบวงศ์หญ้า จะสามารถเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช

4. การปลูกแบบไม่เผ่าฟางจะทำให้การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองน้อยกว่าสภาพที่ไม่มีการเผ่าฟางเล็กน้อย

เอกสารอ้างอิง

ประสาน วงศาโรจน์ จำรัส เล็กคำ และเจนวิทย์ สุขทองคำ. 2538. การควบคุมวัชพืช ภายใต้การเตรียมดินแบบต่าง ๆ ที่มีต่อชนิด และผลผลิตของข้าวนาหว่านน้ำตม. การสัมมนาการพัฒนา ระบบปลูกพืชโดยลดการไถพรวน. โรงแรม แอมบาสเดอร์ซิตี. พัทยา.ชลบุรี : 87-109.

อัตราและเวลาการใช้สารกำจัดวัชพืช Quizalofop-p-tefuryl ในถั่วเหลืองหลังนาที่ปลูกแบบเผ่าและไม่เผ่าฟาง

ปริศนา พูนไชยศรี.2537. การใช้สารกำจัดวัชพืช Imazethapyr ในถั่วเหลืองปลูกหลังข้าว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 80 หน้า.

พนิด หมวกเพชร. 2528. ผลของปริมาณสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชประเภทเลือกทำลายใบแคบในแปลงถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 92 หน้า.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2531. สารกำจัดวัชพืช. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่. 214 หน้า.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2537. คำราการใช้สารกำจัดวัชพืช. เกษการเกษตร. 187 หน้า.

สมบัติ ชินะวงศ์และอรอนพ กิตติกุล.2538. ความเป็นไปได้ของการปลูกอ้อยโดยไม่ไถพรวน. การสัมมนาการพัฒนา ระบบปลูกพืชโดยลดการไถพรวน. โรงแรมแอมบาสเดอร์ซิตี. พัทยา.ชลบุรี: 110-119.

อัมพร สุวรรณ. 2528. การปลูกพืชแซมแบบไม่ไถพรวนในประเทศไทย : อดีตและปัจจุบัน. การสัมมนา ระบบปลูกพืชโดยลดการไถพรวน. โรงแรมแอมบาสเดอร์ซิตี. พัทยา.ชลบุรี:1-13.

ผลของสภาพความสูงของพื้นที่ที่มีผลต่อคุณภาพกาแฟอาราบิก้า

Effects of Altitude on Bean Quality of Arabica Coffee

นริศ ยิ้มแย้ม^{1/} วราพงษ์ บุญมา^{1/} ชวลิต กอธัมพันธ์^{2/}

Narit Yimyam^{1/} Warapong Boonma^{1/} Chawalit Korsamphan^{2/}

Abstract : The effects of various altitudes, i.e., 1250 masl (Chang Kian), 950 masl (Nong Hoi), 650 masl (Pang Da) and 350 masl (Lowland Chiangmai) on bean quality of arabica coffee were studied. The result showed that, coffee from Chang Kian had better performance in all the studied aspects. Berries size and beans weight were higher, the ratio between berry/green bean weight was lower (5.88 : 1) and the percentage beans with grade A-size were higher in Chang Kian coffee when compared with the others. The cup quality checked by cup-testing method was the best by Chang Kian and the milder one by Nong Hoi, Pang Da and lowland Chiangmai, respectively.

บทคัดย่อ : จากการเปรียบเทียบผลของสภาพความสูงของพื้นที่ที่มีต่อคุณภาพกาแฟอาราบิก้า โดยใช้พื้นที่ในระดับความสูงที่ต่างกัน ได้แก่ สถานีช่วงเคียน (ความสูง 1,250 เมตร) สถานีหนองหอย (ความสูง 950 เมตร) โครงการหลวงปางดะ (ความสูง 650 เมตร) และคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ความสูง 350 เมตร) พบว่าผลกาแฟที่ได้จากสถานีช่วงเคียนมีขนาดของผลใหญ่และสารกาแฟจำนวนมากแตกต่างจากผลกาแฟที่ได้จากแหล่งอื่นๆ สำหรับอัตราส่วนผลกาแฟสดต่อสารกาแฟ ผลกาแฟที่ได้จากสถานีช่วงเคียนจะให้อัตราส่วนที่ต่ำที่สุด คือ ผลสด 5.88 ส่วนต่อสารกาแฟ 1 ส่วน ซึ่งจะน้อยกว่าผลของกาแฟที่ได้จากแหล่งอื่นๆ แต่ในขณะเดียวกันกลับให้จำนวนเปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรด A สูงที่สุด ส่วนคุณภาพในด้านการชิมพบว่ากาแฟที่ได้จากสถานีช่วงเคียนให้คุณภาพดีที่สุด รองลงมาได้แก่สถานีหนองหอย โครงการหลวงปางดะและคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตามลำดับ

1. ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Highland Coffee Research and Development Centre, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

2. สถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมเกษตรที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Highland Agricultural Research and Training Station, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

คำนำ

สภาพสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการปลูกกาแฟอาราบิก้านั้น Cannell (1985) กล่าวว่าดินควรมีฤทธิ์เป็นกรดเล็กน้อย คือมีค่าความเป็นกรดค่า (pH) ประมาณ 4.5-5.5 ระดับความสูงประมาณ 1,000 - 1,300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลขึ้นไป ปริมาณน้ำฝน 70-80 นิ้ว/ปี (1,700 - 2,000 มม/ปี) และอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต จะอยู่ระหว่าง 20-25°ซ. ส่วนในด้านของกาแฟ ที่ปลูกเป็นการค้าในโลกนี้มีหลายชนิดซึ่งจะมี ประสิทธิภาพแตกต่างกันออกไปมากมาย เช่น ลักษณะของใบ ความสูงของลำต้น คุณภาพการบริโภคตลอดจนขนาดของสารกาแฟ และความสามารถในการให้ผลผลิต ทำให้สามารถแบ่งกาแฟออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้อยู่ 4 กลุ่มดังต่อไปนี้

1. กาแฟอาราบิก้า (*C.arabica*)
2. กาแฟโรบัสต้า (*C.canephora* or *C.robusta*)
3. กาแฟเอ็กเซลซ่า (*C.excelssa*)
4. กาแฟลิเบอริก้า (*C.liberica*)

Op de Laak (1992) ได้รายงานว่าการกาแฟที่มีความสำคัญมากที่สุดคือให้ผลผลิตประมาณ 80% ของกาแฟที่ปลูกทั่วโลก และมีคุณภาพของเมล็ดที่ดีที่สุด รสชาติหอมหวานชื่นดื่ม คือกาแฟอาราบิก้า แต่มีข้อเสียคือมีกลิ่นอ่อนแอต่อโรคราสนิม ในขณะที่กาแฟโรบัสต้าจะให้ผลผลิตสูงกว่าและทนทานต่อโรคราสนิมได้ดีกว่า แต่คุณภาพของเมล็ดด้อยกว่าอาราบิก้า ส่วนเอ็กเซลซ่าและลิเบอริก้านั้น คุณภาพในการคั่วกินจะไม่ดี แต่มีความแข็งแรง และทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี จึงนิยมใช้ในการปรับปรุงพันธุ์

ประเทศไทย เป็นประเทศที่เริ่มปลูกกาแฟ

มาเป็นเวลานานแล้ว โดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้มีการส่งเสริมให้ปลูกกาแฟมากกว่า 20 ปี มาแล้ว กาแฟที่ปลูกมีอยู่ 2 ชนิดคือ กาแฟโรบัสต้า ซึ่งเป็นกาแฟที่แนะนำให้ปลูกอยู่ภาคใต้ ลักษณะใบใหญ่ต้นสูง ทรงพุ่มกว้าง ขื่อห่าง ด้านทานโรคราสนิม ผลผลิตต่ำ และคุณภาพแตกต่างไปจากกาแฟอีกชนิดหนึ่ง คือกาแฟอาราบิก้า ซึ่งเป็นชนิดที่แนะนำให้ปลูกอยู่ทางภาคเหนือ บริเวณที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 800 เมตรขึ้นไป โดยมีปริมาณการปลูกเพียง 3% สำหรับโรบัสต้าจะมีการปลูกมากถึง 79% (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2531)

ด้านการตลาดสำหรับกาแฟอาราบิก้านั้นที่ผ่านมา มีการกำหนดราคาการซื้อโดยพิจารณาเพียงลักษณะภายนอกเท่านั้น คือดูเกรดของสารกาแฟ (พงษ์ศักดิ์ และพจน์, 2537) แต่ในปัจจุบันผลผลิตของกาแฟอาราบิก้าได้เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการทดสอบคุณภาพกาแฟเกี่ยวกับด้านการชิม (Cup test) จึงเริ่มมีบทบาทในด้านการกำหนดราคามากยิ่งขึ้น แต่ในด้านการทดสอบคุณภาพของสารกาแฟจะดีหรือไม่ดี ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 ประการ คือ ลักษณะของแต่ละพันธุ์ สิ่งแวดล้อม และ การจัดการ(นริศ, 2536)

สำหรับกาแฟอาราบิก้านั้นในปัจจุบันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของเกษตรกรชาวไทยภูเขาในการใช้เป็นพืชทดแทนการปลูกฝิ่นทางภาคเหนือของประเทศไทย ทั้งนี้เพราะว่าต้นกาแฟเองเป็นพืชยืนต้นที่มีสีเขียวตลอดปี สามารถใช้เป็นพืชที่ปลูกเพื่อการอนุรักษ์ได้ และในช่วงที่ผ่านมา ได้มีการแนะนำส่งเสริมจากหน่วยงานพัฒนางานที่สูงเป็นจำนวนมาก แหล่งปลูกส่วนใหญ่ จะอยู่ในภาคเหนือ จังหวัดที่ปลูกมากได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย

ลำปาง และแม่ฮ่องสอน โดยมีผลผลิตของสารกาแฟอราบิก้าประมาณ 400 ตันต่อปี พื้นที่ที่ทำการปลูกนั้นมีทั้งที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม ทำให้สารกาแฟที่ได้ออกมามีคุณภาพที่ยังไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นจึงน่าจะมีการศึกษาอย่างแท้จริงเกี่ยวกับสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมในการผลิตเพื่อที่จะได้สารกาแฟที่มีคุณภาพดี และเป็นที่ต้องการของตลาดต่อไป

วิธีการทดลอง

ทำการทดลองศึกษา โดยใช้ผลกาแฟอราบิก้า จากต้นกาแฟ สายพันธุ์คาติมอร์ (Catimor) ที่มีอายุประมาณ 5-8 ปี ปลูกในสภาพกลางแจ้ง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) มีจำนวน 10 ซ้ำ โดยแต่ละซ้ำใช้จำนวนผลกาแฟสด 30 กิโลกรัม แบ่งระดับความสูงของพื้นที่เป็น 4 กลุ่มซึ่งแบ่งได้ดังนี้

1. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 350 เมตร

2. สถานีเกษตรที่สูง โครงการหลวงปางตะ พื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 650 เมตร
3. สถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย พื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 950 เมตร
4. สถานีวิจัยและฝึกอบรมเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน พื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,250 เมตร

การบันทึกข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา สภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่ความสูงระดับต่างๆ ผลของสภาพพื้นที่ที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ และผลของสภาพพื้นที่ที่มีต่อคุณภาพของการชิม

ผลการทดลองและวิจารณ์

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสภาพพื้นที่ที่ความสูงระดับต่างๆ ดังตารางที่ 1

Table 1 Meteorological data of lowland Chiang Mai, Pang Da, Nong Hoi and Chang Khian Research Station

Location	Altitude (Masl)	Air Temp. (°C)			Air Humidity (%)			Rain (mm/year)	E-pan (mm/day)
		Max.	Mean.	Min.	Max.	Mean.	Min.		
Chiang Mai	350	32.7	25.4	20.0	85.2	69.7	54.3	1,164.3	4.7
Pang Da	650	29.4	23.1	18.4	84.7	71.7	58.5	1,239.3	-
Nong Hoi	950	29.8	22.5	17.1	96.2	81.1	66.0	1,354.0	3.4
Chang Khian	1,250	24.6	19.8	16.2	90.0	74.9	59.8	2,495.5	3.6

Source ; Department of Soil Science and Conservation, Faculty Agriculture, Chiang Mai University.

ผลของสภาพพื้นที่ที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพ

จากการทดลองพบว่ากาแฟที่ปลูกในสภาพที่มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,250 เมตร จะให้น้ำหนักผลสดต่อ 100 ผลมากที่สุด คือ 142.2 กรัมและแตกต่างจากกาแฟที่ปลูกที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 650 และ 350 เมตร แต่จะไม่แตกต่างจากสภาพพื้นที่ที่มีความสูง 950 เมตร

ในขณะที่สารกาแฟที่ได้จากที่ระดับความสูง 1,250 เมตร จะให้น้ำหนักสารกาแฟจากผลสด 100 ผล สูงที่สุด คือ 24.05 กรัม และแตกต่างจากกาแฟที่ได้จากที่ระดับความสูงอื่นๆ (ตารางที่ 2) ซึ่งงานทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Cannell (1985) และ Op de Laak (1992) ที่ว่าสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกกาแฟอาราบิก้าสมควรมีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,000 ถึง 1,300 เมตร ขึ้นไป และมีอุณหภูมิระหว่าง 20-25 °C

Table 2 Weight of fresh cherry, parchment and green coffee per 100 seeds of arabica coffee from different altitude.

Location	Fresh cherry(g)	Parchment (g)	Green coffee (g)
Chiang Mai	103.4 c	16.65 d	13.32 d
Pang Da	138.1 b	26.55 c	21.60 c
Nong Hoi	141.3 a	28.50 b	23.25 b
Chang Kian	142.2 a	29.35 a	24.15 a

1/means within column with different superscripts differ significantly at $p < 0.05$

สำหรับอัตราการใช้ผลกาแฟสดที่นำมาผลิตเป็นสารกาแฟ 1 ส่วนพบว่า กาแฟที่ได้จากสภาพพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,250 เมตร นั้นจะมีอัตราส่วนที่ต่ำที่สุดคือ 5.88 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ สภาพพื้นที่ที่มีความสูงอื่นคือ 950 650 และ 350 เมตร (6.08 6.39 และ 7.76 ตามลำดับ) ดังตารางที่ 3

Table 3 Ratio of fresh cherry and parchment per 1 part of green coffee

Location	Fresh cherry/green coffee	Parchment/green coffee
Chiang Mai	7.76 a	1.25 a
Pang Da	6.39 b	1.23 b
Nong Hoi	6.08 c	1.23 b
Chang Kian	5.88 d	1.22 b

Means within column with different superscripts differ significantly at $p < 0.05$

เมื่อนำสารกาแฟที่ได้จากแต่ละสภาพพื้นที่มาทำการคัดเกรด เพื่อแบ่งชั้นคุณภาพของสารกาแฟตามมาตรฐานการแบ่งเกรดของสารกาแฟไทยพบว่า สารกาแฟที่ได้จากพื้นที่ที่มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,250 เมตร จะให้สารกาแฟเกรดเอ (ขนาดสารกาแฟตั้งแต่ 5.5 มิลลิเมตรขึ้นไป) สูงสุด คือ 88.4 เปอร์เซ็นต์ โดยที่สภาพพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 950 650 และ 350 เมตร จะให้เปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรดเอ 84.4 75.1 และ 36.0 ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกันสภาพพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลต่ำลงมา จะให้สารกาแฟเกรดวาย มากขึ้นด้วย คือสภาพพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 350 เมตร จะให้เกรด วาย สูงสุด คือ 53.9 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สภาพพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,250 เมตร ให้เพียง 8.4 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (ดังภาพที่ 1) เหตุผลน่าจะมาจากพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมาก (1,250 และ 950 เมตร) จะมีอุณหภูมิเหมาะสมแก่การเจริญ-

เติบโตของต้นกาแฟคือที่ความสูง 1,250 เมตร อุณหภูมิสูงสุด 24.3 °C และต่ำสุด 15.7 °C และที่ความสูง 950 เมตร มีอุณหภูมิสูงสุด 27.5 °C และต่ำสุด 16.8 °C ตรงกับรายงานของ Cannell (1985) ที่กล่าวว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต ของกาแฟ จะอยู่ระหว่าง 20-25 °C โดยทั่วไปอุณหภูมิตอนกลางวันที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ของกาแฟควรอยู่ที่ประมาณ 26 °C และอุณหภูมิกกลางคืนควรอยู่ประมาณ 20 °C ซึ่งอุณหภูมิด้านบนที่สูง จะทำให้กาแฟอราบิก้ามีการสร้างสารกาแฟ เป็นเวลายาวนานทำให้มีคุณภาพดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกาแฟปลูกกาแฟในพื้นที่ที่ต่ำลงมา ส่วนสารกาแฟที่ได้จากสภาพพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 350 เมตรนั้น อุณหภูมิสูงสุดถึง 32.7 °C ซึ่งจะมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของใบลดลง ยับยั้งการสังเคราะห์แสงโดยอุณหภูมิที่สูงจะไปรบกวนการทำงานของคลอโรพลาสต์ (Berry and Birthman,1980)

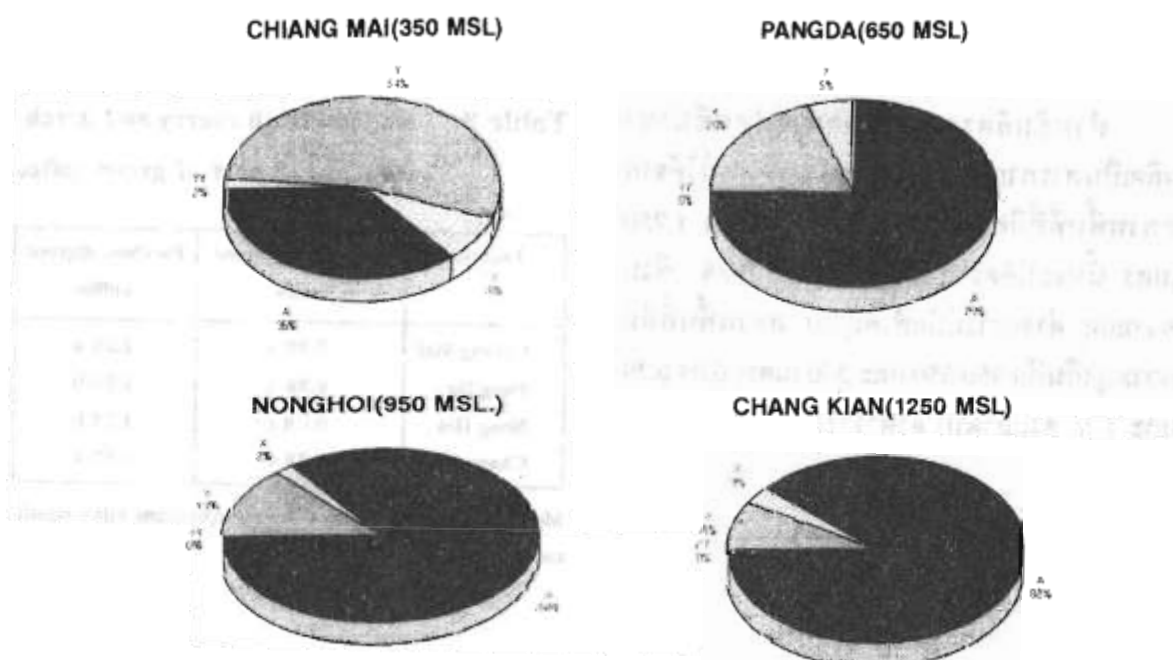


Figure 1 Grading percentage of coffee bean at different altitude.

ผลของสภาพพื้นที่ที่มีต่อคุณภาพของการชิม

จากการทดสอบการชิม โดยนักวิชาการ เกษตร ประจำศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง พบว่า กาแฟที่ได้จากสภาพพื้นที่ที่มีระดับความสูง 1,250 เมตร จะได้คุณภาพของสารกาแฟที่มีรสชาติดีที่สุด คือ 3.62 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกาแฟที่ได้จากสภาพพื้นที่ที่มีระดับความสูงต่ำลงมาคือ 950 650 และ 350 เมตร จะมีค่าเป็น 3.30 1.92 และ 1.08 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4) ผลจากการที่ผลกาแฟแต่ละระดับพื้นที่มีการใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจากดอกบานไปจนถึงผลสุกแตกต่างกัน จึงทำให้มีการสร้างและสะสมธาตุอาหารได้ไม่เท่ากัน เช่นสภาพพื้นที่ที่มีความสูง 1,250 เมตร จากระดับน้ำทะเลต้องการใช้เวลาจากดอกบานถึงผลสุกประมาณ 9 เดือน (พ.ค.-ม.ค.) ในขณะที่สภาพพื้นที่ที่มีความสูง 350 เมตร ใช้ระยะเวลาเพียง 6 เดือน (พ.ค.-ค.ค.) เท่านั้น ซึ่งตรงกับรายงานของ อักษรและพัฒน์พันธุ์ (2537) ที่กล่าวว่า การสุกของผลกาแฟนั้นขึ้นอยู่กับความสูงของพื้นที่ปลูกกาแฟ ผลกาแฟจะสุกช้ากว่าหากมีการปลูกในสภาพพื้นที่ที่สูงขึ้นไป

Table 4 Cup test of coffee bean from different altitude.

Location	Score
Chiang Mai	1.080 d
Phang Da	1.920 c
Nong Hoi	3.300 b
Chang Kian	3.620 a

1/ means within column with different superscripts differ significantly at $p < 0.05$

4 = Very good 3 = Good
2 = Medium 1 = Poor

สรุปผลการทดลอง

1. ผลของสภาพพื้นที่ที่มีผลต่อกาแฟในด้านคุณภาพทางกายภาพ

1.1 กาแฟที่ปลูกในสภาพพื้นที่ที่มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,250 เมตร จะให้ผลกาแฟมีขนาดใหญ่ (คือ 142.2 กรัม/100 ผล) รองลงมาได้แก่พื้นที่ที่มีความสูง 950 650 และ 350 เมตร ตามลำดับ

1.2 กาแฟที่ปลูกในสภาพพื้นที่ที่มีระดับความสูง 1,250 เมตร จากระดับน้ำทะเล จะให้อัตราส่วนในการทำเป็นสารกาแฟต่อผลสดเท่ากับ 1 ส่วนต่อ 5.914 ส่วน ส่วนในพื้นที่ที่มีความสูง 350 เมตร จากระดับน้ำทะเลนั้น จะให้อัตราส่วนสูงมากถึง 1 ส่วนต่อ 8.508 ส่วน

1.3 ในด้านคุณภาพของกาแฟ กาแฟที่ได้จากสภาพพื้นที่ที่มีระดับความสูง 1,250 เมตร จากระดับน้ำทะเล จะให้สารกาแฟเกรดเอ สูงที่สุดคือ 88.4 เปอร์เซ็นต์ โดยในระดับความสูงอื่นๆ จะให้เปอร์เซ็นต์ของเกรดกาแฟลดลงตามลำดับ

2. ผลของสภาพพื้นที่ที่มีผลต่อกาแฟในด้านคุณภาพทางการชิม

สภาพพื้นที่ที่มีระดับความสูง 1,250 เมตร จากระดับน้ำทะเล จะให้คุณภาพด้านการชิมดีที่สุดคือมีค่าถึง 3.620 ดังตารางที่ 4

เอกสารอ้างอิง

นริศ ชัมแฉ่ม. 2536. การเก็บเกี่ยวและผลิตสารกาแฟ. เอกสารประกอบการบรรยายนักศึกษา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

- วิชาพืชเครื่องดื่ม ประจำปีการศึกษา 2536.
15 หน้า
- อักษร เสกธีระและ พัฒนพันธุ์ โพชนันต์ 2537.
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกาแฟ. การปลูก
และผลิดกาแฟอาราบิก้าบนที่สูง. หน้า 21-50
พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ สุนันท์ ละอองศรี และธีรภัทร
สันติเมธินิตล . 2531. จากผืนสู่กาแฟ. โรงพิมพ์
คาราวีร์. เชียงใหม่. 87 หน้า
- พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และพัชนี สุวรรณวิศลกิจ. 2537.
การเก็บเกี่ยว การทำสารกาแฟและการศึกษา
คุณภาพสารกาแฟ.การปลูกและผลิดกาแฟ
อาราบิก้าบนที่สูง หน้า 127- 138.
- Berry, J. and O. Birthman. 1980. Photosynthetic
response and adaptation to temperature in
higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31:491-
543.
- Cannell, M.G.R. 1985. Physiology of Coffee Crop. in
Clifford, M.N. and Willson, K.C. 1985 Coffee :
Botany Biochemistry and Production of Beans
and Beverage. The AVI Publishhigh Company
Inc.Conecticut 457 pp.
- Op de Laak,J. 1992. Arabica Coffee Cultivation and
Extension Manual for the Highlands of
Northern Thailand. Faculty of Agriculture,
Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.
111 pp.

ระบบกองทุนหมุนเวียนเพื่อส่งเสริมการปลูกและการผลิต
กาแฟอาราบิก้าของโครงการพัฒนาเขตพื้นที่สูงไทย-ออสเตรเลีย :
ความสำเร็จ ปัญหา และอุปสรรค

**Revolving Fund System for Arabica Coffee Extension
of Thai-Australia Highland Agricultural and
Social Development Project :
Effectiveness, Problems and Obstacle**

ธีระเดช พรหมวงศ์^๑

Theeradej Promwong^๑

Abstract : The objectives of this research were to study suitable revolving fund systems, farmers participation and their opinions, payback capabilities, monitoring, adopting, factors affecting on funding effectiveness and problems occurred in those systems.

Quantitative analysis by questionnaires is compromised with qualitative analysis. Data collection was carried out by sampling from 119 samples, most were male of 30-39 years old, with no education, married with 3.8 children. The average household numbered was 6 persons and labor available from household was 3 persons on average.

In coffee cultivation, household farm had 736 coffee trees on average, with 535 bearing trees. Farmers had an average coffee growing experience of 6 years. The distance from farmer's house to the coffee plantation is 16 minutes by walk. Most farmers had participated in agricultural training courses for 2.45 times on average. If there

^๑ ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

^๑ Highland Coffee Research and Development Centre, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

were problems in cultivation farmers contacted the Public Welfare Department. Farmers 54.5% did not want to have additional knowledges in coffee cultivation, 94.9% sold their coffee in parchment, average production was 120 kg/ household and the income was 6,020 baht.

Farmers participated in the revolving fund were in the medium range.

Farmers' opinion on revolving fund were in low range.

For the paid back system it showed that 38.2% had paid back, 36.1% had never paid back, 25.2% had partly paid back and 74.8% never paid back on time.

บทคัดย่อ : การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาระบบการใช้กองทุนหมุนเวียนที่เหมาะสมสำหรับการปลูกกาแฟอาราบิก้า ศึกษาการมีส่วนร่วม ความคิดเห็น การชำระคืนสินเชื่อ การติดตามผล และการยอมรับของเกษตรกรต่อระบบการใช้กองทุนหมุนเวียนในการปลูกกาแฟ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของกองทุน ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคของเกษตรกรในการใช้กองทุนหมุนเวียน มีการใช้วิธีการวิจัยเชิงปริมาณ โดยออกแบบสัมภาษณ์เกษตรกรชาว เข้าร่วมกับวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ จำนวนตัวอย่างที่นำมาศึกษาทั้งหมด 119 ตัวอย่าง จากผลการวิเคราะห์ ข้อมูลพื้นฐานพบว่าผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุระหว่าง 30-39 ปี ไม่สามารถอ่านและเขียนหนังสือไทยได้ สถานภาพทางครอบครัวส่วนใหญ่แต่งงานแล้ว มีจำนวนบุตรเฉลี่ย 3.8 คน มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 6 คน จำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่เป็นแรงงานการเกษตรเฉลี่ย 3 คน

ข้อมูลด้านการปลูกกาแฟ เกษตรกรที่ปลูกกาแฟมีจำนวนต้นกาแฟเฉลี่ย 736 ต้น จำนวนต้นกาแฟที่ให้ผลผลิตแล้ว 535 ต้น เกษตรกรมีประสบการณ์ปลูกกาแฟเฉลี่ย 6 ปี ระยะเวลาเดินทางจากบ้านถึงแปลงกาแฟ เฉลี่ย 16 นาที เกษตรกรส่วนใหญ่เคยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการปลูกกาแฟมาแล้วเฉลี่ย 2.45 ครั้ง บุคคลที่เกษตรกรเข้าปรึกษาเมื่อประสบปัญหาด้านการปลูกกาแฟส่วนใหญ่ ร้อยละ 73.10 ขอคำปรึกษาจากศูนย์พัฒนาและส่งเสริมชาวเขา เกษตรกรชาวเขาส่วนใหญ่ร้อยละ 54.6 ไม่ต้องการความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ การปลูกกาแฟ เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 94.9 ขายกาแฟในรูปสารกาแฟ มีจำนวนผลผลิตสารกาแฟเฉลี่ย 120 กิโลกรัมต่อครัวเรือน มีรายได้จากการขายกาแฟเฉลี่ย 6,020 บาท

การมีส่วนร่วมของเกษตรกรต่อกองทุนหมุนเวียน พบว่าการมีส่วนร่วมมีคะแนนอยู่ในระดับปานกลาง ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อกองทุนหมุนเวียน พบว่าเกษตรกรมีความคิดเห็นของตนเองมีคะแนนอยู่ในระดับน้อย

การชำระคืนสินเชื่อของเกษตรกร พบว่าร้อยละ 38.2 มีการชำระคืนสินเชื่อ ร้อยละ 36.1 ไม่ชำระ คืนร้อยละ 25.2 มีการชำระคืนสินเชื่อเป็นบางส่วน และเกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 74.8 ชำระคืนสินเชื่อไม่ตรงเวลา

การฝึกอบรมอบรมให้ความรู้ก่อนสนับสนุนปัจจัยการผลิต พบว่าเจ้าหน้าที่ส่งเสริมอบรมให้ความรู้ก่อนการสนับสนุนปัจจัยการผลิต ร้อยละ 90.8

การติดตามผลของเจ้าหน้าที่ และคณะกรรมการกองทุน พบว่ามีการติดตามผลในระดับปานกลาง ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการบริหารงานของคณะกรรมการกองทุน พบว่าเกษตรกรมีความคิดเห็นต่อการบริหารงานกองทุนในระดับปานกลาง

การยอมรับการใช้เทคโนโลยีในการผลิตกาแฟ เกษตรกรมีการยอมรับในการใช้พันธุ์กาแฟพันธุ์ใหม่ที่ดีด้านทนโรคราสนิม ร้อยละ 65.0 การใส่ปุ๋ยมีการยอมรับ ร้อยละ 73.1 การชุดหลุมปลูกตามคำแนะนำมีการยอมรับ ร้อยละ 90.8 การใช้จำนวนต้นต่อไร่มีการยอมรับ ร้อยละ 93.3 มีการยอมรับว่าจะดูแลรักษาแปลงกาแฟต่อไปไม่ว่าราคากาแฟจะสูงหรือต่ำ ร้อยละ 61.3

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ ได้แก่ อายุ การศึกษา จำนวนบุตร จำนวนแรงงาน ประสบการณ์
ในการปลูกกาแฟ และการเข้ารับการฝึกอบรม กับตัวแปรตาม พบว่า

ตัวแปรอิสระทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับการชำระคืนสินเชื่อ ได้แก่ ระดับการศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน
และการฝึกอบรม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตัวแปรอิสระทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับการติดตามผลของเจ้าหน้าที่ และคณะกรรมการกองทุนฯ ได้แก่ อายุ
การศึกษา จำนวนบุตร และการฝึกอบรม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตัวแปรอิสระทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นของเกษตรกรต่อกองทุนหมุนเวียน ได้แก่ ระดับการศึกษา
และประสบการณ์ในการปลูกกาแฟ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ปัญหาที่เกษตรกรชาวเขาประสบอยู่ในการปลูกกาแฟ ได้แก่ เกษตรกรไม่มีความรู้เพียงพอในการปลูก กาแฟ
ต้นกาแฟตายโดยไม่ทราบสาเหตุ ต้นกาแฟขาดน้ำในฤดูแล้ง ต้นกาแฟถูกสัตว์เลื้อยรบกวน ปัจจัยการผลิตกาแฟ มีราคาแพง
ขาดแรงงานในฤดูกาลเก็บเกี่ยว ดินปลูกกาแฟขาดความอุดมสมบูรณ์ หนอนเจาะต้นกาแฟ ตลาดกาแฟมีผู้ซื้อน้อย
และอยู่ห่างไกล ราคาผลผลิตตกต่ำ ขาดข้อมูลข่าวสารการตลาดกาแฟ ขาดคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่ในช่วงเวลาที่จำเป็น
เจ้าหน้าที่ส่งเสริมมีน้อยและส่งเสริมไม่ทั่วถึงและในช่วงฤดูฝนปฏิบัติ งานลำบาก เกษตรกรขาดความรู้ในด้าน
การดำเนินงานเกี่ยวกับกองทุน ขั้นตอนการกู้ยืมสินเชื่อมีความยุ่งยาก เกษตรกรมีภาระความจำเป็นต้องใช้เงินซื้อเครื่อง
อุปโภค บริโภคจึงชำระคืนสินเชื่อไม่ได้ เกษตรกรมีความเคยชินกับการให้เปล่าจากหน่วยงานของรัฐบาลและเอกชน
สมาชิกกองทุนขาดความร่วมมือความรับผิดชอบต่อหน้าที่ ใช้เงินกองทุนและวัสดุสินเชื่อผิดวัตถุประสงค์ และสมาชิก
กองทุนมีหนี้ค้างชำระมากกองทุนไม่สามารถทำงานให้มีประสิทธิภาพได้

คำนำ

การพัฒนาการเกษตรบนพื้นที่สูงของ
ประเทศไทย ถึงแม้ว่าจะได้เริ่มกันมาตั้งแต่ปี 2491
โดยตัวของชาวเขา ก่อนที่ทางราชการจะเข้าไปมี
บทบาทก่อนปี 2500 เป็นเวลาเกือบ 40 ปี มาแล้ว
ก็ตาม ในภาพรวมยังไม่อาจจะกล่าวได้ว่าการ
พัฒนาการเกษตรบนพื้นที่สูงประสบผลสำเร็จใน
ระดับที่น่าพอใจ เนื่องจากยังมีปัญหาเกี่ยวกับ
บนที่สูงต่าง ๆ อีกมากมาย เช่น ปัญหาการเพิ่ม
จำนวนประชากร ปัญหาความยากจน ปัญหาด้าน
การศึกษา ด้านสาธารณสุข การดำรงสภาพเป็นชน
กลุ่มน้อย และปัญหาการสูญเสียทรัพยากร
ธรรมชาติ(ธีระเดช ,2536)

การส่งเสริมการปลูกและผลิตกาแฟอาราบิก้า
บนที่สูงเพื่อเป็นพืชเศรษฐกิจเสริมรายได้ให้แก่
ชาวเขานั้น นับว่าเป็นการพัฒนาที่เสริมสร้าง
เศรษฐกิจอันดีแก่ชาวไทยภูเขา ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า
หน่วยงานหลาย ๆ หน่วยงานทั้งภาครัฐบาลและ
เอกชน ได้นำเอากาแฟอาราบิก้าส่งเสริมให้เกษตรกร
ชาวเขาปลูกกันมาก ในรูปแบบและวิธีการที่
แตกต่างกันออกไป แต่ด้วยกาแฟอาราบิก้าเป็นพืช
ที่ต้องใช้เทคโนโลยีและทุนในการผลิตอย่าง
เหมาะสม จึงจะได้ผลผลิตอย่างสม่ำเสมอทุก ๆ ปี
(พงษ์ศักดิ์ และธีระเดช,2537) ดังนั้นระบบสินเชื่อ
จึงมีความสำคัญ ในการส่งเสริมการผลิตกาแฟ
เกษตรกรชาวเขาที่อาศัยอยู่ในบริเวณเขตพื้นที่สูง
ส่วนใหญ่ยากจน ขาดแคลนทุนทรัพย์จึงจำเป็น
ที่จะต้องจัดตั้งระบบกองทุนหมุนเวียนหมู่บ้าน

อย่างถาวร โดยถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของขบวนการถ่ายทอดวิชาการแผนใหม่ การศึกษาวิจัยนี้ เพื่อให้ทราบถึง ระบบการใช้กองทุนหมุนเวียนที่เหมาะสมสำหรับการปลูกกาแฟ ทศนคต การมีส่วนร่วม ความคิดเห็นการชำระคืนสินเชื่อการติดตามผล และการยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกรต่อระบบ การใช้กองทุนหมุนเวียนตลอดจนปัจจัยด้านอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา การส่งเสริมการปลูก และผลิตกาแฟอราบิก้าต่อไป

วิธีการวิจัย

1. แหล่งข้อมูล ข้อมูลปฐมภูมิได้จากการสัมภาษณ์ชาวเขาในโครงการพัฒนาเขตพื้นที่สูง-ออสเตรเลีย และข้อมูลทุติยภูมิได้เอกสารของโครงการพัฒนาพื้นที่สูงไทย-ออสเตรเลียและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

2. เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสัมภาษณ์เกษตรกรชาวเขาที่เป็นสมาชิกกองทุนหมุนเวียนในการปลูกและผลิตกาแฟ การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่ได้โดยใช้จำนวนร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (arithmetic mean) ความสำเร็จวัดจาก

- ก. การมีส่วนร่วมของเกษตรกร
- ข. ความคิดเห็นของเกษตรกรในการดำเนินงานบริหารกองทุน
- ค. การชำระคืนสินเชื่อ
- ง. การติดตามผล
- จ. การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตกาแฟ

โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยการหาค่าทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) (กานดา, 2530)

ขอบเขตของการวิจัย

เกษตรกรที่ศึกษาเป็นสมาชิกกลุ่มกองทุนหมุนเวียน โครงการพัฒนาเขตพื้นที่สูงไทย-ออสเตรเลียใน เขตพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่

อำเภอเมือง	จังหวัดเชียงราย
อำเภอแม่แตง	จังหวัดเชียงใหม่
อำเภอสะเมิง	จังหวัดเชียงใหม่
อำเภอแม่สะเรียง	จังหวัดแม่ฮ่องสอน
อำเภอขุนยวม	จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ผลการวิจัย

ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของเกษตรกรชาวเขาที่ปลูกกาแฟ

การวิเคราะห์ข้อมูล ทั่วไปของเกษตรกรชาวเขาที่เข้ากลุ่มระบบกองทุนหมุนเวียนเพื่อส่งเสริมการปลูก และผลิตกาแฟอราบิก้าของโครงการพัฒนาเขตพื้นที่สูงไทย-ออสเตรเลีย ความสำเร็จ ปัญหาและอุปสรรค พบว่าเกษตรกรที่ให้ข้อมูลส่วนใหญ่ร้อยละ 97.5 เป็นชาย เกษตรกรมีอายุต่ำสุด 19 ปี สูงสุด 96 ปี มีอายุ เฉลี่ย 41.3 ปี ระดับการศึกษาส่วนใหญ่ร้อยละ 55.5 อ่านและเขียนหนังสือไทยไม่ได้ รองลงมาร้อยละ 38.7 อ่านออกเขียนได้เกษตรกรร้อยละ 95.8 แต่งงานแล้วมีจำนวนบุตรต่ำสุด 1 คน สูงสุด 12 คน เฉลี่ย 3.8 คน มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่ร้อยละ 50.4 มี 5-7 คน มีจำนวนสมาชิกต่ำสุด 2 คน สูงสุด 13 คนเฉลี่ย 6 คนจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่เป็นแรงงานการเกษตรส่วนใหญ่ร้อยละ 70.6 มีสมาชิก 1-3 คนโดยมีสมาชิกต่ำสุด 1 คน สูงสุด 11 คนเฉลี่ย 3 คน

ข้อมูลด้านการปลูกกาแฟและปัญหาอุปสรรค ในการปลูกกาแฟ

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการปลูกกาแฟ ปัญหาและอุปสรรคของเกษตรกรชาวเขาพบว่า เกษตรกรที่ปลูก กาแฟมีจำนวนต้นกาแฟที่ปลูก ส่วนใหญ่ร้อยละ 91.6 มีต้นกาแฟระหว่าง 40-1,432 ต้น โดยมีต้นกาแฟต่ำสุด 40 ต้น สูงสุด 1,432 ต้น เฉลี่ย 736 ต้น จำนวนต้นกาแฟที่ได้ผลผลิต ส่วนใหญ่ ร้อยละ 94.7 มีต้นกาแฟระหว่าง 20-1,200 ต้น โดยมีต้นกาแฟต่ำสุด 20 ต้น สูงสุด 7,000 ต้น เฉลี่ย 535.8 ต้น ประสบการณ์ปลูกกาแฟ ร้อยละ 40.3 มีประสบการณ์ 6-8 ปี มีประสบการณ์ ต่ำสุด 3 ปี สูงสุด 14 ปี เฉลี่ย 6.6 ปีระยะ เวลาเดินทางจากบ้านถึงแปลงปลูกกาแฟของชาวเขา ส่วนใหญ่ร้อยละ 71.4 ใช้เวลาเดินทาง 1-15 นาทีใช้เวลาต่ำสุด 1 นาที สูงสุด 90 นาทีเฉลี่ย 16.5 นาที เกษตรกรร้อยละ 78.2 เคยเข้ารับการฝึกอบรม เกี่ยวกับการปลูกกาแฟ ได้รับการฝึกอบรมต่ำสุด 1 ครั้ง สูงสุด 10 ครั้งเฉลี่ย 2.45 ครั้ง เกษตรกรชาวเขาที่ปลูกกาแฟเมื่อประสบปัญหาส่วนใหญ่ร้อยละ 73.10 ขอคำปรึกษาจากศูนย์พัฒนาและส่งเสริม ชาวเขา ความต้องการความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการ ปลูกกาแฟ ของเกษตรกรชาวเขาร้อยละ 54.6 ไม่ต้องการความรู้ เพิ่มเติม และร้อยละ 45.4 ต้องการความรู้เพิ่มเติม ในด้านการป้องกันและ กำจัดศัตรูกาแฟ การดูแลรักษากาแฟ การคัดเลือก พันธุ์กาแฟ การเพิ่มผลผลิตกาแฟ การตัดแต่งกิ่ง กาแฟ การใส่ปุ๋ยและการทำสารกาแฟ เกษตรกร ส่วนใหญ่ จำหน่ายกาแฟในรูปสารกาแฟคือร้อยละ 94.9 รองลงมาร้อยละ 60.50 ขายกาแฟในรูปผล สดร้อยละ 12.6 ขายกาแฟกะลาโดยเกษตรกร แต่ละรายขายกาแฟในรูปแบบต่าง ๆ ได้มากกว่า 1 แบบจำนวนผลผลิตสารกาแฟของเกษตรกรส่วนใหญ่

ร้อยละ 74.80 ได้รับผลผลิตสารกาแฟระหว่าง 1-189 กิโลกรัมโดยได้ผลผลิตต่ำสุด 1 กก. สูงสุด 940 กก.เฉลี่ย 120.7 กก. รายได้จากการขายกาแฟ ส่วนใหญ่ร้อยละ 92.0 มีรายได้ต่ำกว่า 15,000 บาท มีรายได้ต่ำสุด 60 บาท สูงสุด 70,004 บาท เฉลี่ย 6,020.02 บาท

การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับกองทุนหมุนเวียน

การมีส่วนร่วมของเกษตรกรในกองทุนหมุนเวียน มีคะแนนเฉลี่ย 1.88 แสดงว่าเกษตรกรมีส่วนร่วม ต่อกองทุนฯในระดับปานกลาง

ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อกองทุน หมุนเวียน พบว่าความคิดเห็นของเกษตรกรต่อ กองทุนหมุนเวียนมี คะแนนเฉลี่ย 1.43 แสดงว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นต่อกองทุนหมุนเวียนของ ตนเองน้อย

การชำระคืนสินเชื่อของเกษตรกร พบว่า ร้อยละ 38.2 มีการชำระคืนสินเชื่อร้อยละ 36.1 ไม่ชำระ คืนสินเชื่อ และร้อยละ 25.2 มีการชำระ คืนสินเชื่อเป็นบางส่วน เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 74.8 ชำระคืนสินเชื่อไม่ตรงเวลา

การอบรมให้ความรู้ก่อนสนับสนุนปัจจัย การผลิต พบว่าเจ้าหน้าที่ส่งเสริมอบรมให้ความรู้ ก่อนการสนับสนุนปัจจัยการผลิตร้อยละ 90.8

การติดตามผลของเจ้าหน้าที่และคณะ กรรมการกองทุนหมุนเวียนพบว่าการติดตามผล ของเจ้าหน้าที่ และคณะกรรมการกองทุนฯ มีคะแนนเฉลี่ย 2.24 แสดงว่าเจ้าหน้าที่และคณะ กรรมการมีการติดตามผลในระดับปานกลาง

ความคิดเห็นต่อการบริหารงานของคณะกรรมการกองทุนฯ พบว่าความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการบริหารงานของคณะกรรมการกองทุนฯ มีคะแนนเฉลี่ย 2.02 แสดงว่าเกษตรกรความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง

การยอมรับในการใช้เทคโนโลยีในการผลิตกาแฟ การยอมรับการใช้เทคโนโลยีการผลิตกาแฟของเกษตรกรชาวเขาในด้านใช้พันธุ์ใหม่ มีการยอมรับร้อยละ 63.0 การใส่ปุ๋ยมีการยอมรับถึงร้อยละ 73.1 การชุดหลุมปลูกมีการยอมรับร้อยละ 90.8 ร้อยละ 93.3 มีการใช้จำนวนต้นกาแฟต่อไร่ตามคำแนะนำและราคากาแฟตกต่ำ (ราคาสารกาแฟไม่เกิน 30 บาท) เกษตรกรยังจะดูแลรักษาต้นกาแฟต่อไปมีร้อยละ 61.3

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทั้งหมด ได้แก่ อายุ การศึกษา จำนวนบุตร จำนวนแรงงาน ประสิทธิภาพในการปลูกกาแฟและการเข้ารับการฝึกอบรมกับตัวแปรตามคือการมีส่วนร่วมของเกษตรกรจากการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่าตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทั้งหมดกับการชำระค่านินเชื่อจากการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับการชำระค่านินเชื่อ ได้แก่ ระดับการศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน การฝึกอบรม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

อิสระทั้งหมดกับการติดตามผลของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการกองทุนหมุนเวียน จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่าตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับการติดตามผลของเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการกองทุน ได้แก่ อายุ การศึกษา จำนวนบุตร การฝึกอบรม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทั้งหมดกับความคิดเห็นของเกษตรกรชาวเขาต่อกองทุนหมุนเวียนปลูกกาแฟ จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นของเกษตรกร ได้แก่ ระดับการศึกษา และประสบการณ์ในการปลูกกาแฟมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทั้งหมดกับความคิดเห็นของเกษตรกรชาวเขาต่อการบริหารงานของคณะกรรมการกองทุนหมุนเวียนการปลูกกาแฟ จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่าตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามไม่มีความสัมพันธ์กันในทางสถิติ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างรายได้กับความคิดเห็นของเกษตรกรชาวเขาต่อการบริหารงานของคณะกรรมการกองทุนหมุนเวียนการปลูกกาแฟ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามไม่มีความสัมพันธ์กันในทางสถิติ

ปัญหาด้านการผลิตกาแฟ

1. เกษตรกรไม่มีความรู้เพียงพอในการผลิต

กาแฟทำให้การผลิตกาแฟไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

2. ดันกาแฟตายโดยไม่ทราบสาเหตุ ตัวอย่างเช่น ดันกาแฟเมื่ออายุ 3-4 ปี กาแฟเจริญดี ทั้งใบลำต้นให้ผลผลิตดี พออายุได้ 5-6 ปี ดันกาแฟเริ่มมีปัญหาคือใบร่วง กิ่งแห้ง และตายในที่สุด

3. แปลงกาแฟขาดน้ำในฤดูแล้ง ทำให้ดันกาแฟแห้งตายหมด

4. ดันกาแฟที่ปลูกใกล้ ๆ บ้านจะถูกสัตว์เลื้อยรบกวนทำลายดันกาแฟ เนื่องจากการดูแลเลี้ยงสัตว์ไม่ได้มีการจำกัดพื้นที่หรือสร้างคอกให้อยู่

5. ปัจจัยการผลิต ได้แก่ ปุ๋ย และยาปราบศัตรูกาแฟ มีราคาแพง

6. ขาดแรงงานในช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยวและ การทำสารกาแฟ เกษตรกรประกอบอาชีพทางการเกษตรหลายอย่างและเกษตรกรบางรายรับจ้างในเมืองจึงไม่สามารถให้ความสนใจการเก็บเกี่ยวหรือทำสารกาแฟให้มีคุณภาพ

7. กาแฟที่ปลูกแล้วให้ผลผลิตน้อยไม่คุ้มกับการลงทุน ลงแรง ราคากาแฟตกต่ำ ทำแล้วไม่คุ้ม ปลดทิ้งแปลงกาแฟไม่มีการเอาใจใส่ดูแล

8. ปัญหาหนอนเจาะดันกาแฟ ทำให้ดันกาแฟตาย ไม่รู้วิธีการป้องกันกำจัด

9. สภาพดินที่ปลูกกาแฟขาดความอุดมสมบูรณ์ทำให้ดันกาแฟแคระแกรน

10. ปลูกกาแฟ 1-2 ปี ยังไม่ได้ผล

ปัญหาด้านการตลาด

1. ราคาผลผลิตกาแฟตกต่ำ พ่อค้าที่ซื้อกาแฟมีจำนวนน้อย กอรรคารับซื้อจากเกษตรกรผลผลิตที่เกษตรกรได้รับมีน้อย เนื่องจากการดูแลรักษา ขาดแรงจูงใจที่จะพัฒนากาแฟ ทำให้เกษตรกรคิดว่าปลูกกาแฟแล้ว ไม่คุ้มกับการลงทุนและไม่สามารถชำระคืนเงินกู้ได้

2. เกษตรกรไม่ได้รับการสนับสนุนด้านการตลาดกาแฟจากส่วนราชการ เช่น การประกันราคา การพยุงราคา ฯลฯ ทำให้ไม่มีความมั่นใจในการผลิตกาแฟ

3. ตลาดรับซื้อกาแฟในรูปผลสดอยู่ห่างไกลจากแหล่งผลิต เสียเวลาหลายวันในการเก็บและขนส่ง ทำให้ผลสดกาแฟเสียหาย เกิดการหมักมีกลิ่นเหม็น พ่อค้ากดราคามากและการเก็บเกี่ยวผลผลิตกาแฟต้องเก็บหลายครั้ง ผลผลิตที่เก็บครั้งหลังหรือครั้งสุดท้ายมักได้สารกาแฟที่ไม่ค่อยมีคุณภาพทำให้พ่อค้าไม่รับซื้อ

4. ขาดข้อมูลข่าวสารด้านการตลาด เนื่องจากด้วยความไม่แน่นอนในราคากาแฟในแต่ละปี ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกเกิดความไม่มั่นใจในการผลิตกาแฟสู่ปลูกพืชอื่น เช่น กระหล่ำปลี ไม้ดอก ฯลฯ ไม่ได้มีพ่อค้าไปรับซื้อถึงที่และทราบราคารับซื้อล่วงหน้า

ปัญหาด้านเจ้าหน้าที่

1. ขาดคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการปลูกกาแฟในช่วงเวลาที่จำเป็น ได้แก่ ช่วงเกิดโรคแมลงระบาด การตัดแต่งกิ่ง การทำลายสารกาแฟ เป็นต้น

2. จำนวนเจ้าหน้าที่ส่งเสริมปลูกกาแฟมีน้อย โดยเจ้าหน้าที่ 1 คน ต้องรับผิดชอบงานหลายหมู่บ้าน มีปัญหาเกิดขึ้นไม่สามารถแก้ไขได้ทันที

3. ในบางฤดูกาลโดยเฉพาะฤดูฝน การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมลำบากมาก เพราะการคมนาคมไม่สะดวก ทำให้การควบคุมดูแลระบบการใช้สินเชื่อ ควบคุมโดยคณะกรรมการกองทุนไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร

ปัญหาด้านกองทุน

1. เกษตรกรขาดการดูแลรักษาคันกาแพ เป็นเหตุให้ได้ผลผลิตต่ำ ขายได้เงินน้อย เกษตรกรไม่สามารถคืนเงินกู้ได้

2. เจ้าหน้าที่ไม่ค่อยเอาใจใส่ในเรื่องกองทุน หมุนเวียนเท่าที่ควร ขาดการประชุมชี้แจง ขาดการติดตามและการแนะนำอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกษตรกรไม่ชำระคืนเงินกู้

3. เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการชำระคืนเงินกองทุน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

4. ขั้นตอนการกู้ยืมเงินเชื่อมีความยุ่งยาก ซับซ้อน ถ้าช้าและไม่เข้าใจในแบบฟอร์มการกู้ยืมเงินเชื่อ เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ทางบัญชี การลงบัญชียุ่งยาก สมาชิกผิมนัดการชำระคืนเงินเชื่อ กรรมการเป็นเด็กมักเกรงใจผู้ใหญ่ กรรมการไม่มีอำนาจในการตัดสินใจ

5. เมื่อขายผลผลิตกาแพแล้วต้องนำเงินที่ได้มาใช้เลี้ยงดูครอบครัว ซื้อเครื่องอุปโภคบริโภค จึงไม่ได้ชำระคืนกองทุน

6. เกษตรกรชาวเขาเคยชินกับการได้เปล่าจากหน่วยงานของรัฐและเอกชนในการสนับสนุนปัจจัยการผลิต จึงคิดว่ากองทุนที่จัดตั้งขึ้นอยู่ในรูปแบบเดียวกัน

7. สมาชิกมักขาดประชุมชี้แจงด้านกองทุน เนื่องจากต้องประกอบอาชีพอื่น ๆ เพื่อหารายได้เลี้ยงครอบครัวจึงไม่มีเวลา

8. ใช้เงินกู้ผิดวัตถุประสงค์ เมื่อได้เงินมาแล้วนำไปซื้อเครื่องอุปโภคบริโภค เช่น อาหาร เสื้อผ้า ซึ่งทำให้ไม่สามารถหาเงินมาคืนได้ในเวลาจำกัด

9. การติดตามสินเชื่อของกองทุนยากลำบาก เนื่องจากการประกอบอาชีพต่างกัน เช่น รับจ้างแรงงานในเมือง

10. สมาชิกไม่จ่ายหนี้ตามกำหนดเวลา คณะกรรมการไม่กระตือรือร้นในการติดตามหนี้

11. เงินกองทุนและปัจจัยการผลิตมีไม่พอให้สมาชิกกู้ยืมในระยะเวลาที่ต้องการ เช่น ปุ๋ย เนื่องจากสมาชิกกองทุนคิดหนี้มาก และไม่ได้ชำระคืน

12. ต้นทุนการผลิตกาแพสูง แต่ขายผลผลิตกาแพได้ราคาต่ำกว่า ทำให้ไม่มีเงินมาชำระคืน

13. ในระยะแรกเมื่อต้นกาแพให้ผลผลิตแล้วขายได้เงิน ไม่มีคณะกรรมการการเก็บหนี้มาเก็บตอนเงินหมดจึงไม่มีเงินชำระหนี้และมาเก็บหนี้ไม่สม่ำเสมอแล้วแต่อารมณ์

14. มีหนี้ค้างชำระมาก หนี้ค้างมี 2 ประเภท คือ 1. ค้างกับเกษตรกรที่เอาเงินเชื่อไปใช้ 2. ค้างในโกดังโดยที่ซื้อปัจจัยการผลิตกักตุนไว้มาก ชื่อมากเกษตรกรไม่ใช้บริการสินเชื่อ ทำให้ปุ๋ยยาปราบศัตรูกาแพค้างในโกดังมาก

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาระบบกองทุนหมุนเวียนเพื่อส่งเสริมการปลูกและผลิตกาแพรายปีกำลังของโครงการพัฒนาเขตพื้นที่สูงไทย-ออสเตรเลียสรุปได้ดังนี้

เกษตรกรผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่ ร้อยละ 97.5 เป็นชาย มีอายุเฉลี่ย 41.3 ปี ร้อยละ 55.5 อ่านและเขียนหนังสือไทยไม่ได้ ร้อยละ 95.8 แต่งงานแล้ว มีจำนวนบุตรเฉลี่ย 3.8 มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 6 คน สมาชิกในครัวเรือนเป็นแรงงานการเกษตรเฉลี่ย 3 คน เกษตรกรที่ปลูกกาแพส่วนใหญ่ร้อยละ 91.6 มีจำนวนต้นกาแพระหว่าง 40-1,432 ต้น โดยมีต้นกาแพเฉลี่ย 736 ต้น มีต้นกาแพที่ให้ผลผลิตแล้ว เฉลี่ย 535.8 ต้น เกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูกกาแพเฉลี่ย 6.6 ปี ระยะเวลาเดินทางจากบ้านถึงแปลงปลูกกาแพ

ของเกษตรกรใช้ระยะเวลาเดินทางเฉลี่ย 16.5 นาที เกษตรกรร้อยละ 78.2 เคยเข้ารับการฝึกอบรม เกี่ยวกับการปลูกกาแฟ โดยได้รับการฝึกอบรมเฉลี่ย 2.45 ครั้งต่อปี เกษตรกรที่ปลูกกาแฟเมื่อประสบ ปัญหาด้านการผลิตกาแฟส่วนใหญ่ร้อยละ 73.10 ขอคำปรึกษาจากศูนย์พัฒนาและส่งเสริมชาวเขา ร้อยละ 54.6 ไม่ต้องการความรู้เพิ่มเติมในด้านการ ปลูกกาแฟ และร้อยละ 45.4 ต้องการความรู้ เพิ่มเติมด้านการป้องกันกำจัดศัตรูกาแฟ การดูแล รักษากาแฟ การคัดเลือกพันธุ์ การเพิ่มผลผลิตกาแฟ การตัดแต่งกิ่งกาแฟ การใส่ปุ๋ยและการทำสาร กาแฟ เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 94.9 จำหน่าย กาแฟในรูปสารกาแฟ โดยได้รับผลผลิตสารกาแฟ เฉลี่ย 120.7 กิโลกรัม และมีรายได้จากการขาย กาแฟเฉลี่ย 6,020 บาท

การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับกองทุน หมุนเวียน พบว่าการมีส่วนร่วมของเกษตรกร ในกองทุนหมุนเวียน เกษตรกรมีส่วนร่วมต่อ กองทุนฯ ในระดับปานกลาง ด้านความคิดเห็นของ เกษตรกรต่อกองทุนหมุนเวียน พบว่าเกษตรกร มีความคิดเห็นต่อกองทุนฯ ของตนเองน้อย การชำระคืนเงินเชื่อของเกษตรกร พบว่าร้อยละ 38.2 มีการชำระคืน ร้อยละ 36.1 ไม่มีการชำระคืน เงินเชื่อ และร้อยละ 25.2 มีการชำระคืนเงินเชื่อ เป็นบางส่วน และเกษตรกรร้อยละ 74.8 ชำระ คืนเงินเชื่อไม่ตรงเวลา เจ้าหน้าที่ส่งเสริมมีการอบรม ให้ความรู้ก่อนการสนับสนุนปัจจัยการผลิต ร้อยละ 90.8 การติดตามผลการใช้กองทุนฯ ของเจ้าหน้าที่ และคณะกรรมการกองทุนฯ พบว่า เจ้าหน้าที่และ คณะกรรมการกองทุนฯ มีการติดตามผล ในระดับ ปานกลาง ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการบริ หารงานของคณะกรรมการกองทุนฯ เกษตรกร เห็นว่าคณะกรรมการมีความคิดเห็นในระดับ

ปานกลาง การยอมรับการใช้เทคโนโลยีในการ ผลิตกาแฟเกษตรกรร้อยละ 63.0 มีการยอมรับ การใช้พันธุ์ใหม่ ร้อยละ 73.1 มีการยอมรับการใส่ ปุ๋ย การขุดหลุมปลูกตามคำแนะนำมีการยอมรับ ร้อยละ 90.8 ร้อยละ 93.3 มีการใช้จำนวนต้นกาแฟ ต่อไร่ตามคำแนะนำ และร้อยละ 61.3 ยอมรับ ที่จะปลูกกาแฟต่อไปถึงแม้ว่าราคากาแฟจะตกต่ำ (ราคาต่ำกว่า 30 บาท)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร อิสระทั้งหมดกับการชำระคืนเงินเชื่อ พบว่าระดับ การศึกษาจำนวนสมาชิกในครัวเรือน การฝึกอบรม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับการ ติดตามผลของเจ้าหน้าที่ และคณะกรรมการ กองทุนฯ พบว่า อายุ การศึกษา จำนวนบุตร การฝึกอบรม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทั้งหมด กับความคิดเห็นของเกษตรกรต่อกองทุนหมุนเวียน พบว่าระดับการศึกษา และประสบการณ์ในการ ปลูกกาแฟ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05

ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหา

ปัญหาด้านการผลิต

1. ควรสนับสนุนส่งเสริมให้ความรู้การปลูก กาแฟอย่างสม่ำเสมอ และครบวงจร เริ่มตั้งแต่ การผลิตถึง การตลาด โดยสนับสนุนปัจจัยการผลิต ได้แก่ ปุ๋ย ยาป้องกันศัตรูกาแฟอย่างต่อเนื่อง

2. ปุ๋ยและยาปราบศัตรูกาแฟมีราคาสูง ทำให้ต้นทุนกาแฟผลิตสูงแต่ราคากาแฟตกต่ำ ขายไม่ได้ราคา หน่วยงานที่รับผิดชอบควรหาแนวทางต่างๆ ในการแก้ไขปัญหา โดยการรวมกลุ่ม ซื้อปุ๋ยและยาปราบศัตรูกาแฟในราคาถูก

3. หน่วยงานของรัฐควรสนับสนุนพันธุ์พืชอื่น เช่น พืชผัก ไม้ดอก ปลุกเพื่อเป็นรายได้ นอกเหนือจากการปลุกกาแฟ ในขณะที่ต้นทุนกาแฟยังไม่ให้ผลผลิต (1-3 ปีแรก)

4. หน่วยงานส่งเสริมควรปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตกาแฟให้เหมาะสมกว่านี้ เช่น พันธุ์กาแฟที่เหมาะสม การลดต้นทุนการผลิต ฯลฯ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้เกษตรกรได้ผลตอบแทนจากการปลุกกาแฟมากยิ่งขึ้น

5. คณะกรรมการหมู่บ้านควรวางมาตรการในการเลี้ยงสัตว์ในหมู่บ้านให้รัดกุมและถูกวิธีไม่ให้สัตว์เลี้ยงทำลายพืชผักที่ปลุก

ปัญหาด้านการตลาด

1. หามาตรการการรักษาเสถียรภาพในด้านราคากาแฟ ได้แก่ การประกันราคา การพยุงราคา ฯลฯ เพื่อเกษตรกรจะได้ตัดสินใจลงทุนผลิตกาแฟได้อย่างถูกต้องให้ได้ผลตอบแทนมากขึ้น

2. พื้นที่ปลุกห่างไกลจากผู้รับซื้อและเกษตรกรที่ปลุกกาแฟอยู่กระจัดกระจาย ควรส่งเสริมให้หน่วยงาน หรือพ่อค้าเข้ารวบรวมซื้อกาแฟในหมู่บ้าน จึงทำให้เกษตรกรขายได้ราคาดี เพราะไม่ต้องเสียค่าขนส่ง

3. ส่งเสริมเกษตรกรผลิตกาแฟเองโดยให้ถูกต้องตามหลักวิชาการเพื่อให้ได้สารกาแฟที่มีคุณภาพ ขายได้ราคาดีและสามารถชลอการขายได้ถ้าราคาสารกาแฟไม่ดี

ปัญหาด้านเจ้าหน้าที่

1. เจ้าหน้าที่ต้องการศึกษา/ติดตามความเคลื่อนไหวเรื่องตลาดกาแฟ และนำข้อมูลข่าวสารนั้นไปให้เกษตรกรเพื่อต่อรองราคากับพ่อค้า

2. เจ้าหน้าที่ควรฝึกอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกรในเรื่องการทำบัญชีและบริหารกองทุน

3. เจ้าหน้าที่ควรกระตุ้นให้คณะกรรมการทำการติดตามหนี้สินอย่างมีประสิทธิภาพ

4. รัฐบาลควรจัดหาสวัสดิการต่าง ๆ เช่น พานะ เบี้ยเลี้ยง ที่พัก ให้เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานส่งเสริมอย่างเพียงพอ

ปัญหาด้านกองทุน

1. จัดตั้งกรรมการชุดใหม่ โดยคัดเลือกบุคคลที่มีความรู้ความสามารถเสียสละ และประกอบอาชีพอยู่ในหมู่บ้านขึ้นมา เพื่อบริหารกองทุนให้มีประสิทธิภาพ ที่แล้วมามีปัญหามากมาย

2. การให้สินเชื่อควรให้ในรูปเงินสด เพราะที่ผ่านมาให้ในรูปแบบสิ่งของ เช่น ปุ๋ย ยาปราบศัตรูกาแฟ กาแฟราคาตกต่ำ เกษตรกรจึงไม่กล้าลงทุนยืมวัสดุเหล่านี้ แต่วัสดุเหล่านี้ถูกซื้อและขนส่งไปในหมู่บ้านเกษตรกรแล้ว เนื่องจากในช่วงฤดูฝนไม่สามารถขนสินค้าเหล่านี้ได้ เพราะการคมนาคมไม่ดี จึงมีผลทำให้วัสดุการเกษตรที่ใช้ผลิตกาแฟไม่ได้ถูกใช้ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ทำให้ปุ๋ยและยาเสื่อมคุณภาพและเสียหาย ทำให้กองทุนขาดทุน

3. กระตุ้นให้สมาชิกกองทุนให้ความร่วมมือในการประชุมและช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ของกองทุนให้มากกว่าเดิม

4. ควรมีการเปิดหลักสูตรฝึกอบรมให้ความรู้ทุกด้านแก่เกษตรกรและเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นแนวทางเดียวกัน ควรจัดฝึกอบรมอยู่เสมอเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

5. ควรเปลี่ยนแปลงรูปแบบบัญชีให้กระชับและง่ายต่อการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง เช่น บัญชีคุมวัสดุ บัญชีเงินสด บัญชีชำระหนี้ ฯลฯ และปรับปรุง เพื่อกรรมการจะได้จับบันทึกข้อมูลได้สะดวกและถูกต้อง

6. ควรให้กรรมการกองทุนได้รับค่าตอบแทน เพราะจะทำให้การบริการงานกองทุนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น หรือสรรหาหรือคัดเลือกกรรมการที่มีฐานะดีในหมู่บ้านมารับผิดชอบในการบริหารกองทุน

7. เจ้าหน้าที่ส่งเสริมควรสนับสนุนแนะนำเกษตรกรรุ่นเก่าในด้านการยอมรับเด็กรุ่นใหม่เข้ามาบริหารกองทุน

8. คณะกรรมการกองทุนตลอดจนเจ้าหน้าที่ส่งเสริมควรเน้นการใช้สินเชื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการกู้ยืม มีการติดตามการใช้สินเชื่ออย่างสม่ำเสมอ ตลอดจนการทวงหนี้ชำระคืนจากสมาชิกกองทุน

9. คณะกรรมการต้องสร้างเงื่อนไขในการชำระคืนสินเชื่อที่เป็นรูปธรรม เพื่อว่ากองทุนจะได้มีเงินหมุนเวียนตลอดไป ทั้งนี้เจ้าหน้าที่ควรให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

บรรณานุกรม

- พงษ์ศักดิ์ อังกลสิทธิ์ และธีระเดช พรหมวงศ์. 2537. "การส่งเสริมและพัฒนาการปลูกกาแฟพันธุ์สูง" ในอักษร เสกธีระ และพงษ์ศักดิ์ อังกลสิทธิ์, บรรณาธิการ. การปลูกและผลิตกาแฟอาราบิก้าบนที่สูงเชียงใหม่. : โรงพิมพ์ พีอาร์ คอมพิวเตอร์. ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟพันธุ์สูง, โครงการ. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2530. คู่มือการปลูกกาแฟ อราบิก้าในภาคเหนือของประเทศไทย. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์คาราวิน. กานดา พูนลาภทวี. 2530. สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : พิสิสเซ็นเตอร์การพิมพ์. โครงการพัฒนาเขตพื้นที่สูงไทย-ออสเตรเลีย. 2533. คู่มือปฏิบัติงาน กองทุนหมุนเวียนหมู่บ้าน. (ตุลาคม) โครงการพัฒนาเขตพื้นที่สูงไทย-ออสเตรเลีย. 2536. บันทึกการปฏิบัติงานโครงการ. กองส่งเสริมฯ ชาวเขากรมประชาสัมพันธ์ กระทรวงมหาดไทย. โครงการพัฒนาเขตพื้นที่สูงไทย-ออสเตรเลีย. 2534. คู่มือแนะนำโครงการ ธีระเดช พรหมวงศ์. 2536. การศึกษาเปรียบเทียบการส่งเสริมการปลูกและผลิตกาแฟอาราบิก้าของโครงการพัฒนาที่สูงไทย-นอร์เว และโครงการพัฒนาเขตพื้นที่สูงไทย-ออสเตรเลีย" วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาเสริมการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ระยะเวลาในการทำแห้งที่เหมาะสม
สำหรับการผลิตพลับกึ่งแห้ง

Optimal Drying Time for Intermediate
Moisture Persimmon Production

ไพโรจน์ วิริยจารี^{1/} ทารา ศรีสกุล^{1/} และ สุจินดา ศรีวัฒนะ^{1/}
Pairote Wiriycharee^{1/} Tara Srisakul^{1/} and Sujinda Sriwattana^{1/}

Abstract : Astringent varieties of persimmon could be produced to an intermediate moisture persimmon. The suitable varieties were Ang Sai (P3) and Niu Scin (P4) which they should be treated by carbondioxide condition and stored at 28-32 °C for 3 days in order to decrease in astringent compound (soluble tannin). And then, kept at room temperature for 2-3 days until the maturity of the fruit became to 80 %.

An optimal drying time of both varieties of persimmon was also investigated, used initial temperature 45°C for 24 hrs and decreased to 40°C until moisture content 30 %. It was found that the suitable drying time of P3 persimmon until the final 30 % moisture content was 60 hours and 34 minutes. In fact that, 1 fruit (100.75 g) of P3 could be reduced the weight until 31.83 g at the end of process. However, P4 persimmon was also studied on the suitable drying time for the same condition of P3. It was considered that the time should be 77 hours and 37 minutes that was 1 fruit (191.63 g) of P4 could be decreased in weight until 59.11 g on the finished product. Both could be packed in closed packaging material and kept at low temperature to prolong the shelf-life and still maintain the good quality of the products.

^{1/} ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลูกภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

^{2/} Product Development Technology Department, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

บทคัดย่อ : พลับสดพันธุ์ฝาดสามารถนำมาผลิตเป็นพลับกึ่งแห้งได้ ซึ่งสายพันธุ์ที่เหมาะสม คือ พันธุ์อิงไส (Ang Sai ; P3) และ นูชิน (Niu Scin ; P4) โดยนำพลับสดดังกล่าวมาผ่านกรรมวิธีการลดความฝาด ด้วยวิธีบรรจุในบรรยากาศของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน เพื่อลดปริมาณแทนนินที่ละลายน้ำได้ ทำให้ความฝาดลดลง หลังจากนั้นนำมาเก็บรักษา ในบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิเดิมนาน 2-3 วัน จนกระทั่งมีความสุกประมาณร้อยละ 80

การศึกษาหาเวลาในการทำแห้งที่เหมาะสมโดยการทำแห้งพลับกึ่งแห้งใช้อุณหภูมิเริ่มต้นช่วง 24 ชั่วโมงแรกที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจะทำแห้งต่อที่อุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส จนกระทั่งพลับมีความชื้นประมาณร้อยละ 30 จากการศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการผลิตพลับกึ่งแห้งพบว่า เวลาในการทำแห้งพลับพันธุ์อิงไส (P3) คือ 60 ชั่วโมง 34 นาที จึงได้ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งที่มีความชื้นร้อยละ 30 โดยการทำแห้งพลับ 1 ผล (100.75 กรัม) ของพันธุ์ P3 ให้มีความชื้นดังกล่าวนี้ ต้องทำแห้งจนกระทั่งมีน้ำหนัก เป็น 31.83 กรัม และเวลาในการทำแห้งของพลับพันธุ์นูชิน(P4) คือ 77 ชั่วโมง 37 นาที จึงได้ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งที่มีความชื้นร้อยละ 30 โดยการทำแห้งพลับ 1 ผล(191.63 กรัม) ของพันธุ์ P4 ให้มีความชื้นตามที่ต้องการนั้น ต้องทำแห้งจนกระทั่งมีน้ำหนักเป็น 59.11 กรัม โดยที่ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งที่ได้ควรเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่ดีและเก็บรักษาได้ยาวนาน

Index words : พลับ พลับกึ่งแห้ง การทำแห้ง

Persimmon, Intermediate Moisture Persimmon, Drying technique

คำนำ

พลับที่นำมาทำการผลิตเป็นพลับกึ่งแห้งอาศัยหลักการของการระเหยน้ำออกไปจากผลพลับจนกระทั่งมีปริมาณความชื้นประมาณร้อยละ 30 (Davies et al., 1976) ซึ่งการนำเทคโนโลยีผลิตอาหารกึ่งแห้งมาใช้นั้นจะสามารถเก็บพลับไว้บริโภคได้นาน (Seow et al., 1988)ปกติในพลับมีปริมาณน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 80 ดังนั้นคงใช้ระยะเวลานานพอสมควรในการทำให้แห้ง ประกอบกับอุณหภูมิที่ใช้มันจะอยู่ในช่วงต่ำ คือ ในช่วงอุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสที่แข็งกระด้างได้ (ไพโรจน์, 2539; Deman,1990; William, 1976) และขนาดของผลพลับที่มีขนาดเล็ก-ใหญ่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นเวลาในการทำแห้ง จนอยู่ในลักษณะกึ่งแห้งก็ย่อมแตกต่าง

กันบ้าง ประกอบกับปัจจัยอื่นๆอีก เช่น ความเป็นรูปพรุนของอาหารที่ต่างกัน และพื้นที่ผิวในการที่จะสัมผัสอากาศร้อนที่แตกต่างกัน ปริมาณของอาหารที่จัดเรียงในตู้อบแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ความเร็วลมของตู้อบ และสภาพความดันที่แตกต่างกันก็ย่อมจะทำให้เวลาในการทำแห้งแตกต่างกันออกไปด้วย (สมบัติ ,2529 ; Potter, 1968) การทำแห้งในอาหารนั้นมีหลักการในการเคลื่อนที่ของน้ำอยู่ 2 ลักษณะคือ เมื่อตอนเริ่มการทำแห้งพบว่าเคลื่อนที่ของน้ำภายในเนื้อสารอาหารนั้นจะเป็นแบบ Capillarity mechanism ก่อน ทั้งนี้เนื่องจากในตอนเริ่มการให้ความร้อนนั้นน้ำในสารยังมีปริมาณมากอยู่และสารอาหาร นับว่าเป็นสารพวกที่มีรูปพรุนมากมาย ดังนั้นเมื่อได้รับความร้อน หรือเมื่อมีอากาศร้อนผ่านไปทีผิวของสารจะเกิดการขยายตัวของอากาศคล้ายกับว่ามีท่อขนาดเล็กๆ ติดอยู่ตรงรูนั้น พบว่ายิ่งอากาศขยายตัว

มากขึ้นเท่าไรจะทำให้มีแรงดึงดูดในท่อเล็กๆ นี้อีกขึ้นเท่านั้น หลังจากน้ำที่อยู่ตามรูพรุนของ สารอาหารนั้นหมดแล้ว การเคลื่อนที่ของน้ำภายใน สารจะเปลี่ยนเป็นแบบ Diffusion mechanism นั่นก็คือต่อไปการเคลื่อนที่ของน้ำภายในจะเป็นแบบ Molecular diffusion ซึ่งเกิดเนื่องมาจากมีความแตกต่างของความดันไอนั่นเอง โดยจะเริ่มจากเซลล์ ที่อยู่ติดกับรูพรุนหรือท่อเล็กๆ ก่อน เมื่อได้รับความร้อนทำให้อากาศขยายตัว ทำให้น้ำเริ่มซึมตัว ออกจากเซลล์ขึ้นไปตามรูพรุนเล็กๆ จึงทำให้ภายใน เซลล์นั้นมีความเข้มข้นมากขึ้น จึงเกิดแรงดึงดูด ทำให้เกิดการซึมผ่านของน้ำ จากเซลล์ที่อยู่ติดกัน ซึมเข้าไปในเซลล์ที่ติดกับรูพรุน แล้วจะระเหย ออกไปทางรูพรุนนั้น ซึ่งจะเกิดแรงดึงดูดต่อเนื่อง ไปเรื่อยๆ จนทำให้อาหารนั้นแห้งขึ้น (Fellow, 1990; Potter, 1968)

ดังนั้นในการศึกษาหาเวลาในการทำแห้ง ที่เหมาะสม เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตปลั๊บกึ่งแห้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะแสดงผลการทดลองของค่าปริมาณความชื้น น้ำหนัก และอัตราการแห้งที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการทำแห้งที่ เวลาต่างๆ การทดลองนี้ต้องการที่จะทราบถึงการใช้เวลาในการทำแห้งปลั๊บกึ่งแห้งที่เหมาะสม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้นอยู่ที่ประมาณร้อยละ 30 หรืออยู่ในลักษณะของปลั๊บกึ่งแห้งนั่นเอง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การเตรียมวัตถุดิบ

ปลั๊บน้ำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นปลั๊บน้ำพันธุ์อั้งไฮ (Ang Sai ; P3) และ นูชิน(Niu Scin ; P4) ซึ่งเป็นปลั๊บน้ำที่เหมาะสมต่อการผลิตปลั๊บกึ่งแห้ง

กึ่งแห้ง(ไพโรจน์, 2535) นำปลั๊บน้ำที่มีความสดประมาณร้อยละ 70 โดยพิจารณาจากค่าทางเคมีที่เหมาะสมของปลั๊บน้ำ คือ ความชื้นควรมีค่าร้อยละ 82-83 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดควรมีค่าประมาณร้อยละ 17-18 ความเป็นกรดคิดเทียบกรดซิตริก มีค่าประมาณร้อยละ 0.08-0.10 ถ้าจะใช้วิธีสังเกตจากสีผิวของผลปลั๊บน้ำแล้ว สีผิวควรมีสีออกเหลืองส้ม จากนั้นทำการลดความฝาดของปลั๊บน้ำโดยวิธีบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนขนาด 49 X 28 นิ้ว วางเรียงปลั๊บน้ำ 2 ชั้น (ชั้นละ 38-40 ผล) ทำการดูดอากาศออกจากถุงด้วยเครื่องดูดอากาศจากนั้นอัดด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความดัน 1 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เป็นเวลานาน 50 วินาที นำไปเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน หลังจากนั้นนำออกจากถุงแล้วมาเก็บรักษาในบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิเดิมนาน 2-3 วัน (เก็บไว้ในตู้ที่ป้องกันการกัดของแมลง) จนกระทั่งมีความสดประมาณร้อยละ 80 ทำการปอกเปลือกปลั๊บน้ำ

การทำแห้งปลั๊บน้ำ

ปลั๊บน้ำที่ผ่านการลดความฝาดเรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนแรกจะนำปลั๊บน้ำไปทำให้แห้งในตู้อบไฟฟ้าแบบถาด (Pilot scale) โดยใช้ถาดที่มีขนาด 7.2 X 11.2 นิ้ว วางเรียงปลั๊บน้ำจำนวน 8 ผล นำไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทำให้แห้งต่อที่อุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส โดยในช่วงเวลาดังกล่าวจะทำการบีบคั้นปลั๊บน้ำ 2 ครั้งต่อวัน ด้วยการใช้นิ้วมือที่สวมถุงมือสะอาดค่อยๆ บีบคั้นเนื้อปลั๊บน้ำโดยรอบจากซ้ายให้แบนลง ปิดไฟตู้อบเพื่อปรับสมดุลความชื้น (Water balance) ในตู้อบ ทุกๆ 8 ชั่วโมง โดยทำนานครั้งละ 2 ชั่วโมง เพื่อลดปัญหาการเกิด

Case hardening จากนั้นในขั้นตอนที่สองนำปลั๊กไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส จนกระทั่งมีความชื้นในปลั๊กเท่ากับร้อยละ 30 จะได้ปลั๊กในลักษณะของปลั๊กกึ่งแห้ง

การหาเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งปลั๊ก

ในระหว่างการทำปลั๊กให้แห้งนั้น ทำการหาเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งปลั๊กกึ่งแห้ง โดยการชั่งน้ำหนักของปลั๊กที่เปลี่ยนแปลงไปในระยะเวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส จนกระทั่งมีปริมาณความชื้นในปลั๊กเท่ากับร้อยละ 30 ณ ความชื้นสัมพัทธ์ในสภาวะการทดลองที่ร้อยละ 70 ความเร็วลมของตู้อบแบบถาดที่ 1.4 เมตรต่อวินาที

การวิเคราะห์และแปลผล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะนำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Stat-packets (Walonic, 1987) ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจากการศึกษาทั้งสอง นำมาวิเคราะห์เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งของปลั๊กต่อการนำไปใช้ในกระบวนการผลิตปลั๊กกึ่งแห้ง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปลั๊กที่นำมาทำการผลิตเป็นปลั๊กกึ่งแห้ง โดยหลักการของการระเหยน้ำออกไปจากผลปลั๊ก จนกระทั่งมีปริมาณความชื้นประมาณร้อยละ 30 ปกติในปลั๊กมีปริมาณน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 80 ดังนั้นจึงใช้ระยะเวลานานพอสมควรในการทำแห้ง

ประกอบกับอุณหภูมิที่ใช้นั้นจะอยู่ในช่วงต่ำ คือ ในช่วงอุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสที่ไม่ดีดังที่ได้กล่าวมาแล้ว และขนาดของผลปลั๊กที่มีขนาดเล็ก-ใหญ่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นเวลาในการทำแห้งจึงอยู่ในลักษณะกึ่งแห้งที่ย่อมแตกต่างกันบ้าง ทั้งนี้การศึกษาวเวลาในการทำแห้งที่เหมาะสมในการผลิตเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตปลั๊กกึ่งแห้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แสดงผลการทดลองเป็นค่าปริมาณความชื้น และน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการทำแห้งที่เวลาต่างๆ ของปลั๊กกึ่งแห้งพันธุ์ P3 แสดงในตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 และกราฟภาพที่ 1 และ 2 พบว่า ปลั๊กพันธุ์ P3 มีการระเหยของน้ำไปอย่างต่อเนื่อง โดยมีอัตราการแห้งในช่วงแรกที่สูงที่สุด ได้จากความชันของเส้นกราฟที่มีอยู่มาก ทั้งนี้ เนื่องจากน้ำที่เป็นองค์ประกอบยังมีอยู่มาก การแพร่ ซึมผ่านของน้ำมีได้อย่างต่อเนื่อง โดยจากกราฟภาพที่ 1 น้ำหนักของปลั๊กมีการลดลงไปมากในช่วง 30 ชั่วโมงแรก จากน้ำหนัก 806 กรัม ไปเป็น 334 กรัม ด้วยองค์ประกอบของน้ำที่มีอยู่มาก และการใช้อุณหภูมิในการทำแห้งสูงที่ 45 องศาเซลเซียส และในกราฟภาพที่ 2 แสดงผลที่สอดคล้องกันคือ เมื่อน้ำหนักของปลั๊กมีการลดลงไปมากแสดงว่า การระเหยไปของน้ำจึงมีอยู่มาก ความชื้นของปลั๊ก จึงมีการลดลงอย่างมากโดยใน 30 ชั่วโมงแรกมี การลดลงของปริมาณความชื้นจาก 4.30 กรัม น้ำต่อกรัมของแข็งไปเป็น 1.32 กรัม น้ำต่อกรัมของแข็ง จากกราฟทั้งสองภาพจะสังเกตได้ว่า ปลั๊กมีการระเหยไปของน้ำอย่างต่อเนื่องและกระทำได้อย่างง่าย เพราะรูพรุนของเนื้อปลั๊กมีลักษณะที่ใหญ่ การเคลื่อนที่ของน้ำและการ

Table 1 Moisture content and changed weight during drying of P3-IM-Persimmon at different time.

Time (hrs)	Weight (g)	Moisture content (g H2O/g solid)		$\frac{W_t \times 100}{W_o}$
		Average		
0	806	4.31	-	-
0.083	803	4.29	4.30	99.77
0.17	800	4.27	4.28	99.30
0.25	796	4.25	4.26	98.84
0.33	793	4.23	4.24	98.38
0.42	790	4.21	4.22	97.91
0.50	788	4.19	4.21	97.45
0.67	782	4.15	4.17	96.75
8.83	776	4.11	4.13	95.82
1	770	4.07	4.09	94.90
1.5	755	3.98	4.03	93.50
2	739	3.87	3.93	91.50
3	724	3.77	3.82	88.63
4	698	3.60	3.69	85.61
5	671	3.42	3.51	81.44
6	652	3.30	3.36	77.96
7	643	3.24	3.27	75.87
8	623	3.11	3.18	73.78
9	599	2.95	3.03	70.30
12	561	2.7	2.83	65.66
15	520	2.43	2.57	59.63
16	503	2.31	2.37	54.99
18	477	2.17	2.26	51.74
21	441	1.91	2.03	47.10
24	409	1.70	1.81	42.0
27	370	1.44	1.57	36.43
30	334	1.20	1.32	30.83
32	324	1.14	1.17	27.15
33	317	1.09	1.12	25.99
36	294	0.94	1.02	23.67
39	283	0.87	0.91	21.11
40	277	0.83	0.85	19.72
42	268	0.77	0.80	18.56
45	255	0.68	0.73	16.94
48	246	0.62	0.65	15.08
54	235	0.55	0.59	13.69
56	229	0.51	0.53	12.30
60	217	0.43	0.47	10.91
64	208	0.37	0.40	9.28
66	204	0.34	0.36	8.35
72	196	0.29	0.32	7.42
76	186	0.23	0.26	6.03

Remark : Initial temperature 45°C for 24 hrs ; decreased to 40°C until finished. Condition : 70 % RH of room temperature, 1.4 m/s of air velocity. RH of air inlet (45°C) = 34 %, (40°C) = 40 %. RH of air outlet (45°C) = 34 %, (40°C) = 40 %. Water balance 1 time/8 hrs. (1 time = 2 hrs)

Calculation : Moisture content = $\frac{\text{Weight of sample at different time} - \text{Dry weight of sample}}{\text{Dry weight of sample}}$

Dry weight of sample

W_t = Moisture content of sample at different time ; W_o = Moisture content of sample at start time

ระยะเวลาในการทำแห้งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพื้งแห้ง

สัมผัสกับอากาศร้อนจึงเกิดได้โดยตรง ทำให้เส้นกราฟไม่มีลักษณะของ Constant rate period โดยที่เส้นกราฟแสดงในส่วนของลักษณะ Falling rate period ได้เลยและเมื่อเวลานานมากขึ้นการระเหยไปของน้ำในพื้งจะต่ำ สังเกตได้จากเส้นกราฟมีความชันที่น้อย ทั้งนี้เนื่องจากน้ำในพื้งเริ่มลดน้อยลงและมีการซึมผ่านได้ยาก ประกอบกับการลดอุณหภูมิของการทำแห้งมาที่ 40 องศาเซลเซียสเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ทั้งนี้เทคนิคในการทำน้ำสมุนไพรที่ทุกๆ 8 ชั่วโมง (นานครั้งละ 2 ชั่วโมง) จะช่วยลดความแข็งกระด้างของเนื้อพื้งได้ และทำให้การระเหยน้ำออกเป็นไปได้ง่ายขึ้น โดยที่เมื่อเวลานานขึ้นน้ำหนักของพื้งจะลดน้อยลงและน้ำหนักของพื้งก็จะมีน้ำหนักน้อยลงจนเกือบคงที่ในที่สุด อนึ่งเนื่องจากความชื้นของตัวอย่าง พื้งแต่ละผลมีปริมาณที่แตกต่างกัน อัตราการระเหยของน้ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นที่มีในพื้งจึงแตกต่างกันไปด้วย ดังนั้นเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกันได้จึงเทียบกับร้อยละของปริมาณความชื้นที่คงเหลือในสารตัวอย่าง นั่นคือ

$$\frac{W_t \times 100}{W_0}$$

(W_t หมายถึง ความชื้นของพื้ง ณ เวลาใดๆ ;
 W_0 หมายถึง ความชื้นของพื้งเริ่มต้น)

ซึ่งจะทำให้เห็นได้ว่าร้อยละของการลดลงไปของน้ำในพื้ง P3 มีการลดลงจากร้อยละ 99.77 ไปเป็น 30.63 (ใน 30 ชั่วโมงแรก) (พื้ง P3 มีปริมาณน้ำเฉลี่ยที่เป็นองค์ประกอบเริ่มแรกเท่ากับร้อยละ 81.17)

ทั้งนี้เมื่อนำค่าของความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไป ณ เวลาต่างๆมาหาสมการเชิงเส้นตรงเพื่อหาความสัมพันธ์ของการทำให้แห้งได้คือ

$$\begin{aligned} \log(\text{ความชื้น ; กรัมต่อกรัมของแห้ง}) &= 1.4438 - 0.0373 \\ &(\text{เวลา ; ชั่วโมง}) \\ R^2(\text{ร้อยละ}) &= 99.65 \end{aligned}$$

จากสมการดังกล่าวจึงนำมาทำนายเวลาที่เหมาะสมต่อการทำให้แห้งของพื้งแห้งพันธุ์ P3 ได้ คือ

ความชื้นที่ต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์พื้งแห้งคือที่ความชื้นร้อยละ 30 เมื่อคิดในค่าของความชื้นที่มีหน่วยเป็น กรัมต่อกรัมของแห้ง (Dry basis) ได้จากความชื้น (กรัมต่อกรัมของแห้ง) = $30 / (100 - 30) = 0.42857$

ดังนั้นเมื่อแทนค่าในสมการเพื่อหาเวลาในการทำแห้ง ได้คือ

$$\log(0.42857) = 1.4438 - 0.0373(\text{เวลา ; ชั่วโมง})$$

เพราะฉะนั้นเวลาในการทำแห้งของพื้งพันธุ์ P3 คือ 48.57 ชั่วโมง แต่ในทุก 8 ชั่วโมงจะทำน้ำสมุนไพร 1 ครั้ง โดยทำนานครั้งละ 2 ชั่วโมง ดังนั้นการทำให้แห้งของพื้ง P3 ที่ใช้เวลา 48.57 ชั่วโมงจะต้องทำน้ำสมุนไพรถึง 5 ครั้งโดยประมาณ คิดเป็นเวลาในการทำน้ำสมุนไพรทั้งหมด 6×2 เท่ากับ 12 ชั่วโมง เวลาในการทำแห้งทั้งหมดจึงเป็น 60.57 ชั่วโมง หรือ 60 ชั่วโมง 34 นาที จึงได้ผลิตภัณฑ์พื้งแห้งที่มีความชื้นร้อยละ 30

ทั้งนี้เมื่อนำค่าของน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป ณ เวลาต่าง ๆ มาหาสมการเชิงเส้นตรงเพื่อหาความสัมพันธ์ของการทำให้แห้งได้ คือ

$$1/(\text{น้ำหนัก ; กรัม}) = 0.0012 + 5.6165 \times 10^{-5} (\text{เวลา ; ชั่วโมง})$$

$$R^2 (\text{ร้อยละ}) = 99.52$$

จากสมการดังกล่าว จึงนำมาทำนายเวลาที่เหมาะสมต่อการทำให้แห้งของปลั๊กแห้งพันธุ์ P3 ได้ คือ จากการคำนวณจากสมการเชิงเส้นตรงของ

ความชื้นกับเวลาต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปในการทำให้แห้งของปลั๊กข้างต้น ทำให้ทราบว่าเวลาที่ใช้ในการทำแห้งจนมีความชื้นเป็นร้อยละ 30 คือใช้เวลาในการทำแห้งนาน 48.57 ชั่วโมง

ดังนั้นเมื่อแทนค่าในสมการเพื่อหาน้ำหนักสุดท้ายในการทำแห้งได้คือ

$$1/(\text{น้ำหนัก ; กรัม}) = 0.0012 + 5.6165 \times 10^{-5} (48.57)$$

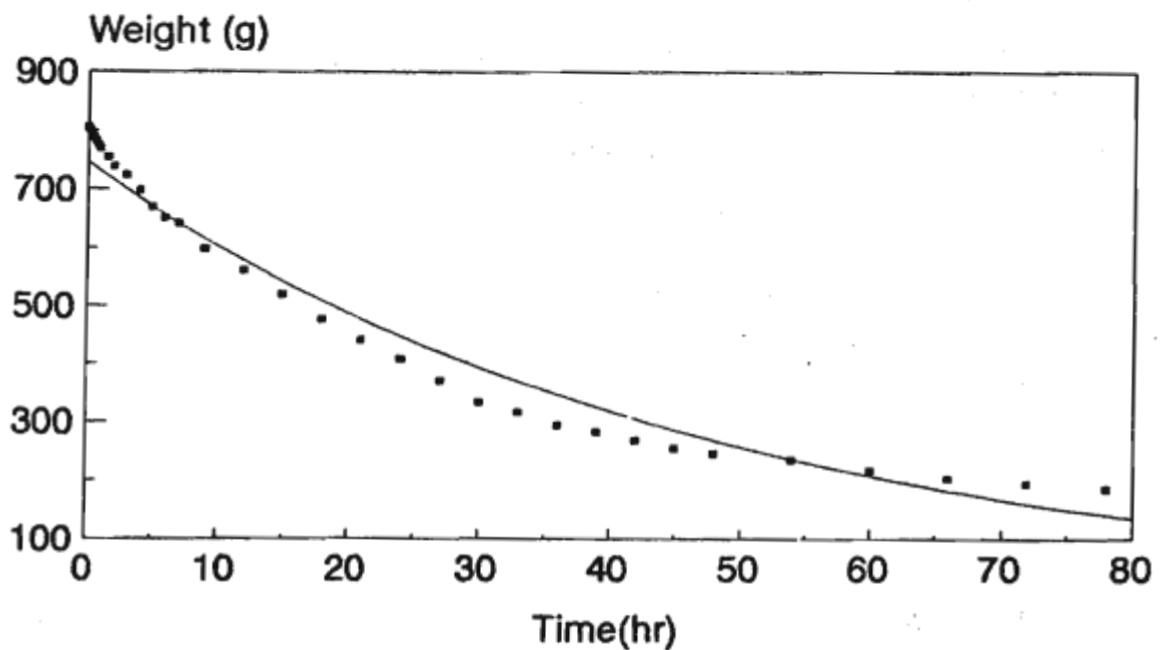


Figure 1 Relationship between weight and time during drying of P3-IM-Persimmon

Remark : Initial temperature 45°C for 24 hrs ; decreased to 40°C until finished. Condition : 70 % RH of room temperature, 1.4 m/s of air velocity. RH of air inlet (45°C) = 34 %, (40°C) = 40 %. RH of air outlet (45°C) = 34 %, (40°C) = 40 %. Water blance 1 time/8 hrs. (1 time = 2 hrs)

Calculation : Moisture content = $\frac{\text{Weight of sample at different time} - \text{Dry weight of sample}}{\text{Dry weight of sample}}$

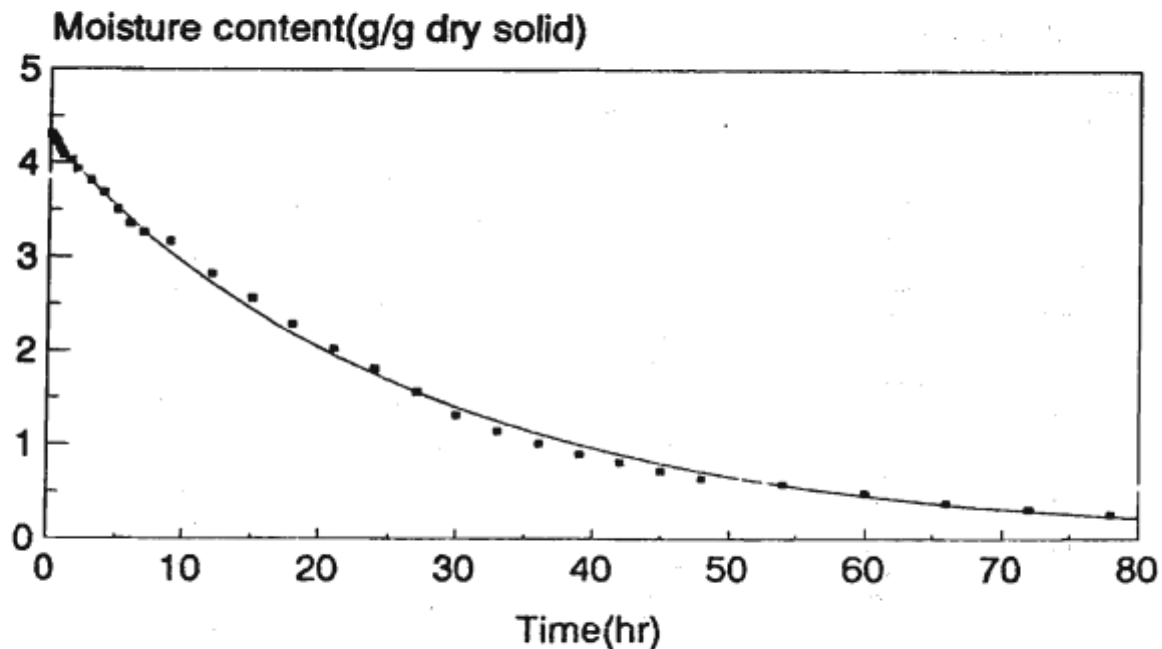


Figure 2 Relationship between moisture and time during drying of P3-IM-Persimmon

Remark : Initial temperature 45°C for 24 hrs ; decreased to 40°C until finished. Condition : 70 % RH of room temperature, 1.4 m/s of air velocity. RH of air inlet (45°C) = 34 %, (40°C) = 40 %. RH of air outlet (45°C) = 34 %, (40°C) = 40 %. Water blance 1 time/8 hrs. (1 time = 2 hrs)

$$\text{Calculation : Moisture content} = \frac{\text{Weight of sample at different time} - \text{Dry weight of sample}}{\text{Dry weight of sample}}$$

เพราะฉะนั้นน้ำหนักสุดท้ายในการทำแห้งของพลับพันธุ์ P3 เพื่อให้มีความชื้นร้อยละ 30 คือ 254.59 กรัม ในการทดลองได้ใช้พลับในการทำแห้ง 8 ผล ดังนั้นน้ำหนักเฉลี่ยของพลับต่อ 1 ผลคือ $806/8 = 100.75$ กรัม ซึ่งการทำแห้งของพลับพันธุ์ P3 ให้มีความชื้นเป็นร้อยละ 30 ต่อ 1 ผลนั้นต้องทำแห้งจนกระทั่งมีน้ำหนัก เป็น 31.83 กรัม

ตารางที่ 2 และภาพที่ 3 และ 4 เป็นข้อมูลและกราฟการทำแห้งของพลับพันธุ์ P4 โดยมีน้ำหนักและความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปในลักษณะเดียวกันกับพลับกิ่งแห้งพันธุ์ P3 ดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่จะมีเวลาในการทำแห้งที่นานกว่า เพราะพันธุ์นี้จะมีขนาดของพลับที่ใหญ่กว่าพันธุ์ P3 ทำให้มีพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศร้อนได้น้อยกว่า (พลับ P4 มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 81.95)

Table 2 Moisture content and changed weight during drying of P4-IM-Persimmon at different time.

Time (hrs)	Weight (g)	Moisture content		$W_t \times 100$ W_0
		(g H ₂ O/g solid)	Average	
0	1533	4.54	-	-
0.083	1527	4.52	4.53	99.78
0.17	1524	4.51	4.52	99.56
0.25	1519	4.49	4.50	99.12
0.33	1514	4.47	4.48	98.68
0.42	1510	4.46	4.47	98.46
0.50	1506	4.44	4.45	98.02
0.67	1498	4.41	4.43	97.58
0.83	1488	4.38	4.40	96.92
1	1481	4.35	4.37	96.26
1.5	1456	4.26	4.31	94.93
2	1433	4.18	4.22	92.96
3	1392	4.03	4.11	90.53
4	1353	3.89	3.96	87.22
5	1319	3.77	3.83	84.36
6	1290	3.66	3.72	81.94
7	1269	3.55	3.61	79.52
8	1238	3.47	3.51	77.31
9	1210	3.37	3.42	75.33
12	1165	3.21	3.29	72.47
15	1100	2.98	3.10	68.28
16	1080	2.90	2.94	64.76
18	1034	2.74	2.82	62.12
21	961	2.47	2.61	57.49
24	889	2.21	2.34	51.54
27	809	1.92	2.07	45.59
30	765	1.76	1.84	40.53
32	732	1.65	1.71	37.67
33	711	1.57	1.61	35.46
36	663	1.40	1.49	32.82
39	636	1.30	1.35	27.74
40	629	1.27	1.29	28.41
42	612	1.21	1.24	27.31
45	565	1.04	1.13	24.89
48	535	0.93	0.99	21.81
54	488	0.76	0.85	18.72
56	481	0.74	0.75	18.52
60	467	0.69	0.72	15.86
64	449	0.62	0.66	14.54
66	440	0.59	0.61	13.44
72	409	0.48	0.54	11.89
78	389	0.41	0.45	9.91
80	385	0.39	0.40	8.81
84	378	0.36	0.38	8.37
88	369	0.33	0.35	7.71
90	366	0.32	0.33	7.37
96	360	0.30	0.31	6.83
102	350	0.26	0.28	6.17

Remark : Initial temperature 45°C for 24 hrs ; decreased to 40°C until finished. Condition : 70 % RH of room temperature, 1.4 m/s of air velocity. RH of air inlet (45°C) = 34 %, (40°C) = 40 %. RH of air outlet (45°C) = 32 %, (40°C) = 40 %. Water balance 1 time/8 hrs. (1 time = 2 hrs)

Calculation : Moisture content = $\frac{\text{Weight of sample at different time} - \text{Dry weight of sample}}{\text{Dry weight of sample}}$

Dry weight of sample

W_t = Moisture content of sample at different time ; W_0 = Moisture content of sample at start time

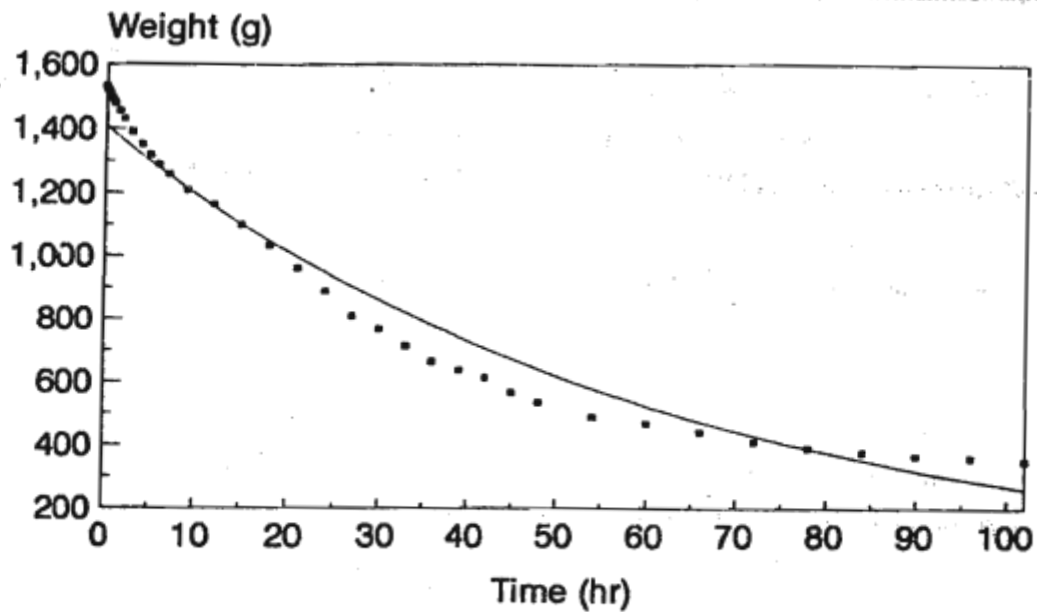


Figure 3 Relationship between weight and time during drying of P4-IM-Persimmon

Remark : Initial temperature 45°C for 24 hrs ; decreased to 40°C until finished. Condition : 70 % RH of room temperature, 1.4 m/s of air velocity. RH of air inlet (45°C) = 34 %, (40°C) = 40 %. RH of air outlet (45°C) = 32 %, (40°C) = 40 %. Water balance 1 time/8 hrs. (1 time = 2 hrs)

Calculation : Moisture content = $\frac{\text{Weight of sample at different time} - \text{Dry weight of sample}}{\text{Dry weight of sample}}$

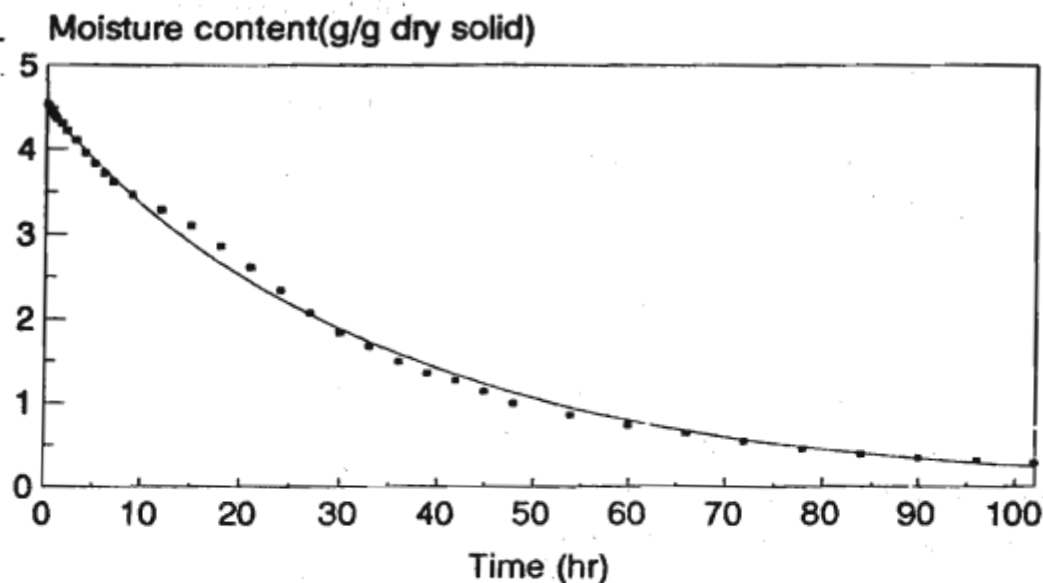


Figure 4 Relationship between moisture and time during drying of P4-IM-Persimmon

Remark : Initial temperature 45°C for 24 hrs ; decreased to 40°C until finished. Condition : 70 % RH of room temperature, 1.4 m/s of air velocity. RH of air inlet (45°C) = 34 %, (40°C) = 40 %. RH of air outlet (45°C) = 32 %, (40°C) = 40 %. Water balance 1 time/8 hrs. (1 time = 2 hrs)

Calculation : Moisture content = $\frac{\text{Weight of sample at different time} - \text{Dry weight of sample}}{\text{Dry weight of sample}}$

ทั้งนี้เมื่อนำค่าของความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไป ณ เวลาต่างๆมาหาสมการเชิงเส้นตรงเพื่อหาความสัมพันธ์ของการทำแห้งได้คือ

$$\begin{aligned} \log(\text{ความชื้น ; กรัมต่อกรัมของแข็ง}) &= 1.4960 - 0.0293 \\ &(\text{เวลา ; ชั่วโมง}) \\ R^2(\text{ร้อยละ}) &= 99.59 \end{aligned}$$

จากสมการดังกล่าวจึงนำมาทำนายเวลาที่เหมาะสม ต่อการทำแห้งของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ได้ คือ

ความชื้นที่ต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งคือที่ความชื้นร้อยละ 30 เมื่อคิดในค่าของความชื้นที่มีหน่วยเป็น กรัมต่อกรัมของแข็ง (Dry basis) ได้จาก

$$\text{ความชื้น (กรัมต่อกรัมของแข็ง)} = 30 / (100 - 30) = 0.42857$$

ดังนั้นเมื่อแทนค่าในสมการเพื่อหาเวลาในการทำแห้งได้คือ

$$\log(0.42857) = 1.4960 - 0.0293(\text{เวลา ; ชั่วโมง})$$

เพราะฉะนั้นเวลาในการทำแห้งของพลับพันธุ์ P4 คือ 63.617 ชั่วโมง แต่ในทุก 8 ชั่วโมง จะทำน้ำสมดุล 1 ครั้ง โดยทำนานครึ่งละ 2 ชั่วโมง ดังนั้นการทำแห้งของพลับ P4 ที่ใช้เวลา 63.617 ชั่วโมงจะต้องทำน้ำสมดุลถึง 7 ครั้งโดยประมาณ คิดเป็นเวลาในการทำน้ำสมดุลทั้งหมด 7×2 เท่ากับ 14 ชั่วโมง เวลาในการทำแห้งทั้งหมดจึงเป็น 77.617 ชั่วโมง หรือประมาณ 77 ชั่วโมง 37 นาที จึงได้ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งที่มีความชื้นร้อยละ 30

ทั้งนี้เมื่อนำค่าของน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง ไป ณ เวลาต่างๆมาหาสมการเชิงเส้นตรงเพื่อหาความสัมพันธ์ของการทำแห้งได้คือ

$$\begin{aligned} 1/(\text{น้ำหนัก ; กรัม}) &= 0.0006 + 2.3813 \times 10^{-5} (\text{เวลา ; ชั่วโมง}) \\ R^2(\text{ร้อยละ}) &= 99.27 \end{aligned}$$

จากสมการดังกล่าวจึงนำมาทำนายเวลาที่เหมาะสม ต่อการทำแห้งของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ได้ คือ จากการคำนวณจากสมการเชิงเส้นตรงของความชื้นกับเวลาต่างๆที่เปลี่ยนแปลงไปในการทำแห้งพลับข้างต้น ทำให้ทราบว่าเวลาที่ใช้ในการทำแห้งจนมีความชื้นเป็นร้อยละ 30 คือใช้เวลาในการทำแห้งนาน 63.617 ชั่วโมง

ดังนั้นเมื่อแทนค่าในสมการเพื่อหาน้ำหนักสุดท้ายในการทำแห้งได้คือ

$$1/(\text{น้ำหนัก ; กรัม}) = 0.0006 + 2.3813 \times 10^{-5} (63.617)$$

เพราะฉะนั้นน้ำหนักสุดท้ายในการทำแห้งของพลับพันธุ์ P4 เพื่อให้มีความชื้นร้อยละ 30 คือ 472.83 กรัม ในการทดลองได้ใช้พลับในการทำแห้ง 8 ผล ดังนั้นน้ำหนักเฉลี่ยของพลับต่อ 1 ผลคือ $1533/8 = 191.63$ กรัม ซึ่งการทำแห้งของพลับพันธุ์ P4 ให้มีความชื้นเป็นร้อยละ 30 ต่อ 1 ผลนั้นต้องทำแห้งจนกระทั่งมีน้ำหนักเป็น 59.11 กรัม แต่อย่างไรก็ตามเวลาในการทำแห้งที่ได้นั้นคงเป็นเพียงแนวทางในการนำไปปฏิบัติจริง เพราะว่าในตู้อบลมร้อน ในระดับอุตสาหกรรม จะมีความเร็วลม ตลอดจนอุณหภูมิในตู้ที่ไม่คงที่ เหมือนกับเครื่องมือในระดับ Pilot scale การจัดเรียงและขนาดของผลพลับที่แตกต่างกัน ก็จะส่งผล ในเวลาในการทำแห้งนั้นแตกต่างกันบ้างพอสมควร

สรุปผลการทดลอง

การทำแห้งปลั๊กแห้งได้ใช้อุณหภูมิในการทำแห้งช่วง 24 ชั่วโมงแรก ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจะทำแห้งต่อที่อุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส จนกระทั่งปลั๊กมีความชื้นประมาณร้อยละ 30 ทั้งนี้เวลาในการทำแห้งของปลั๊กพันธุ์อัสไฮ (P3) คือ 60 ชั่วโมง 34 นาที จึงได้ผลิตภัณฑ์ปลั๊กแห้งที่มีความชื้นร้อยละ 30 โดยการทำแห้งของปลั๊กพันธุ์ P3 ให้มีความชื้นเป็นร้อยละ 30 ต่อ 1 ผล (100.75 กรัม) นั้นต้องทำแห้งจนกระทั่งมีน้ำหนักเป็น 31.83 กรัม และเวลาในการทำแห้งของปลั๊กพันธุ์นูชิน (P4) คือ 77 ชั่วโมง 37 นาที จึงได้ผลิตภัณฑ์ปลั๊กแห้งที่มีความชื้นร้อยละ 30 โดยการทำแห้งของปลั๊กพันธุ์ P4 ให้มีความชื้นเป็นร้อยละ 30 ต่อ 1 ผล (191.63 กรัม) นั้นต้องทำแห้งจนกระทั่งมีน้ำหนักเป็น 59.11 กรัม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวงที่ได้สนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้มา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. สายพันธุ์ปลั๊กที่เหมาะสมต่อการผลิตปลั๊กแห้ง. วารสารเกษตร. 8 (1) : 11-21.
- ไพโรจน์ วิริยจารี. 2539. อาหารกึ่งแห้ง. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย เชียงใหม่.
- สมบัติ ขอบวิวัฒนา. 2529. กรรมวิธีการอบแห้ง. ภาควิชาพัฒนาลิขสิทธิ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- Davies, R., G.G. Birch, and K.J. Parker, 1976. Intermediate Moisture Foods. Applied Science Publishers, Ltd., London.
- Deman, J.M. 1990. Principle of Food Chemistry. 2nd edition, AVI Book, London.
- Fellow, P.J. 1990. Food Processing Technology : Principal and Practice. 2nd edition, Ellis Horwood, West Sussex.
- Potter, N.N. 1968. Food Science : Food Dehydrate and Concentration. AVI publishing .Westport, Connecticut.
- Seow, C.C., T.T. Teng, and C.H. Quah. 1988. Food Preservation by Moisture Control. Elsevier Applied Science, London and New York.
- Walonic, D.S. 1987. Stat-Packets. Walonick Associates Inc. Minneapolis, MN.
- William, J.C. 1976. Chemical and non-enzymic changes in intermediate moisture foods. p. 100-120. Edited by Birch, G.G., Davies, R., and Parker, K.G. In: Intermediate Moisture Foods. Applied Science, London.

การใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในการผลิตพลับกึ่งแห้ง

Using Sulfurdioxide for Intermediate Moisture Persimmon Production

ไพโรจน์ วิริยจรี^๑ ทารา ศรีสกุล^๑ และ สุจินดา ศรีวัฒนะ^๑

Pairote Wiriyaicharee^๑ Tara Srisakul^๑ and Sujinda Sriwattana^๑

Abstract : Astringent varieties of persimmon could be produced to an intermediate moisture persimmon. The suitable varieties were Ang Sai (P3) and Niu Scin (P4) which they should be treated by carbondioxide condition and stored at 28-32 °C for 3 days in order to decrease in astringent compound (soluble tannin). And then, kept at room temperature for 2-3 days until the maturity of the fruit became to 80 %.

The investigation of sulfur compound used on intermediate moisture persimmon was studied. It was found that the optimal amount of the compound on sulfuring method for Ang Sai (P3) and Niu Scin (P4) was 10 grams per 1 m³ of smoking room for 20 minutes. This was carried out twice as before and after drying process. As a result of this process, it was found that the sulfurdioxide absorption content on P3 was 745.59 ppm, and also color property of the fruit was L (43.02) a* (12.60) and b* (15.24). Additionally, P4 was 655.91 ppm of sulfurdioxide absorption content and L a* b* were 48.35, 14.75 and 23.69 respectively, and found that the optimal concentration of sodium bisulfite and sodium metabisulfite solution on sulfiting method for Ang Sai (P3) and Niu Scin (P4) was 0.55 % for 20 minutes. This was carried out twice as before and after drying process. As a result of this process, it was found that the sulfurdioxide absorption content on P3 was 982.08 ppm, and also color property of the fruit was L (50.45) a* (11.61) and b* (27.32). Additionally, P4 was 834.13 ppm of sulfurdioxide absorption content and L a* b* were 47.71, 15.79 and 22.85 respectively.

^๑ ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนากสิกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

^๑ Product Development Technology Department, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

บทคัดย่อ : ปลั๊กพันธุ์ฝาดสามารถนำมาผลิตเป็นปลั๊กแห้งได้ ซึ่งสายพันธุ์ที่เหมาะสมคือ พันธุ์อั้งไฮ (Ang Sai ; P3) และนูชิน (Niu Scin ; P4) โดยนำปลั๊กดังกล่าวมาผ่านกรรมวิธีการลดความฝาด ด้วยวิธีบรรจุในบรรยากาศของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน เพื่อลดปริมาณแทนนินที่ละลายน้ำได้ ทำให้ความฝาดลดลง หลังจากนั้นนำมาเก็บรักษาในบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิเดิม นาน 2-3 วัน จนกระทั่งมีความสุกประมาณร้อยละ 80 จากการทดลองศึกษาการใช้สารประกอบกำมะถันร่วมในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลั๊กแห้งพันธุ์อั้งไฮ(P3) และนูชิน (P4) พบว่า การใช้วิธีการรมควันกำมะถัน (Sulfuring method) ใช้ปริมาณกำมะถันเหมาะสมที่ 10 กรัม ต่อตูบที่มีขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร นาน 20 นาที จำนวน 2 ครั้ง (ก่อนและหลังการทำแห้ง) โดยจะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลั๊กพันธุ์ P3 ดูดซับไว้ได้เท่ากับ 745.59 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 43.02 ค่าสี a* เท่ากับ 12.60 และค่าสี b* เท่ากับ 15.24 ส่วนค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลั๊กพันธุ์ P4 ดูดซับไว้จะเท่ากับ 655.91 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 48.35 ค่าสี a* เท่ากับ 14.75 และค่าสี b* เท่ากับ 23.69 และการใช้วิธีการแช่สารละลายซัลไฟต์ (Sulfiting method) พบว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสมของการแช่ในสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ คือ ร้อยละ 0.55 นาน 20 นาที จำนวน 2 ครั้ง (ก่อนและหลังการทำแห้ง) โดยปลั๊กแห้งพันธุ์ P3 ให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 982.08 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 50.45 ค่าสี a* เท่ากับ 11.61 และค่าสี b* เท่ากับ 27.32 และปลั๊กแห้งพันธุ์ P4 ให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 834.13 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 47.71 ค่าสี a* เท่ากับ 15.79 และค่าสี b* เท่ากับ 22.85 ตามลำดับ

Index words : ปลั๊ก ปลั๊กแห้ง การรมควันกำมะถัน

Persimmon, Intermediate moisture persimmon, Sulfuring

คำนำ

กระบวนการผลิตปลั๊กแห้งนั้น เป็นกระบวนการนำปลั๊กมาทำการอบแห้ง จนกระทั่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 30 ซึ่งจัดได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์กึ่งแห้ง (Davies *et al.*, 1976) การนำเทคโนโลยีการผลิตอาหารกึ่งแห้งมาใช้ จะทำให้สามารถเก็บปลั๊กไว้บริโภคนอกฤดูกาล ปลั๊กที่มีความฝาดจะต้องนำไปผ่านกรรมวิธีลดความฝาดก่อน จึงจะรับประทานได้ ความฝาดของปลั๊กเกิดจากสาร Leucodelphinidin-3-glucoside โดยโมเลกุลนี้จะประกอบไปด้วย Gallic acid, Gallocatechin และ Gallocatechin gallate หรือมีชื่อสามัญว่า Diospyrin ซึ่งเป็นแทนนินที่ละลายน้ำได้ชนิดหนึ่ง (Ito, 1986) การลดความฝาดด้วยการจัดปลั๊กให้อยู่ในสภาวะที่ไม่มี

อากาศ (Anaerobic condition) หรือการให้อยู่ในสภาพที่มีการหายใจแบบไม่มีอากาศ (Anaerobic respiration) โดยการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) อะซีตัลดีไฮด์ (Acetaldehyde) และเอทานอล (Ethanol) (Pesis, 1986) ซึ่งเป็นผลให้เกิดปฏิกิริยาในขั้นที่สองด้วยการเปลี่ยน Soluble tannin ไปเป็น Insoluble tannin (Gazit and Adato, 1972) ในระหว่างขั้นตอนของการผลิตจะมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ เช่น ในขั้นตอนของการปอกเปลือก การทำให้แห้ง การบีบคั้น เป็นต้น ประกอบกับจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติเองปนเปื้อนร่วมด้วย ดังนั้นจึงทำการศึกษาการใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร่วมในการผลิตปลั๊กแห้ง เพื่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ที่ดีและส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น ทั้งนี้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์นี้จะมีผลในการป้องกันการเจริญของ

จุลินทรีย์(Giese,1994;Ough,1993) โดยไปทำลายกระบวนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ด้วยการสามารถเข้าไปจับกับสารคาร์โบไฮเดรต ทำให้จุลินทรีย์นำไปเป็นอาหารไม่ได้ และไปมีผลต่อพันธะไดซัลไฟด์ของเอนไซม์ในจุลินทรีย์ ทำให้การเมตาบอลิซึมเกิดขึ้นไม่ได้ และปฏิกิริยาระหว่างซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับหมู่ไทโอนทำให้ได้ Hydroxysulfonates ที่เป็นผลต่อการหายใจของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับ Nicotinamide dinucleotide (Tanner and Chiechester,1983) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์นี้ยังเป็นสารที่มีประสิทธิภาพ ในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล โดยจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวซ์ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในอาหารนั้นๆ ทำให้การเข้าทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโน ที่เป็นผลให้เกิดสารเมลานอลดินไม่สามารถฟอร์มขึ้นมาได้ (ไพโรจน์, 2539 ; Deman,1990; William,1976) แต่ทั้งนี้ปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารอบแห้งนั้นจำกัดไว้ตามกฎหมายอาหารที่มีได้ในปริมาณไม่เกิน 2,000 ส่วนในล้านส่วน (ศิวพร, 2529) การนำสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เข้ามาร่วมในกระบวนการผลิตนั้นสามารถกระทำได้ใน 2 วิธีการ คือ อาจเป็นวิธีการรมควันกำมะถัน (Sulfuring) และการแช่ในสารละลายกำมะถัน (Sulfiting) สารประกอบกำมะถันเป็นสารช่วยในการถนอมรักษาอาหาร โดยเกี่ยวข้องกับการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ และป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลตามที่ได้อธิบายมาแล้วข้างต้น ดังนั้นจึงนำสารประกอบ กำมะถันนั้นมาใช้ถนอมรักษาผลไม้ในระหว่างกระบวนการผลิตได้ แต่จะต้องมีปริมาณและความเข้มข้น ตลอดจนความสะอาดสวกสวกต่อการนำไปปฏิบัติการผลิตจริงได้อย่างเหมาะสม

การทดลองนี้ต้องการที่จะทราบว่าวิธีการใช้

สารประกอบกำมะถันร่วมในกระบวนการผลิตผลไม้แห้งนั้นจะใช้วิธีการใด ระหว่างการรมควันกำมะถันและการแช่สารละลายกำมะถัน ประกอบกับการคัดเลือกระดับสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหมาะสมต่อการผลิตผลไม้แห้งต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การเตรียมวัตถุดิบ

ผลไม้นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผลไม้น้ำส้ม (Ang Sai ; P3) และ นูซิน (Niu Scin ; P4) ซึ่งเป็นผลไม้ที่เหมาะสมต่อการผลิตผลไม้แห้ง (ไพโรจน์, 2535) นำผลไม้ที่มีความสุกประมาณร้อยละ 70 โดยพิจารณาจากค่าทางเคมีที่เหมาะสมของผลไม้ คือ ความชื้นควรมีค่าร้อยละ 82-83 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดควรมีค่าประมาณร้อยละ 17-18 ความเป็นกรดคิดเทียบกรดซิตริกมีค่าประมาณร้อยละ 0.08-0.10 ถ้าจะใช้วิธีสังเกตจากสีผิวของผลไม้แล้วสีผิวควรมีสีออกเหลืองส้ม ทำการคัดเลือกผลที่ไม่สมบูรณ์หรือผลดิบเกินไปออกเสีย ตลอดจนผลที่เป็นโรคและมีการเน่าเสียออกก่อน จากนั้นทำการลดความฝาดของผลไม้โดยวิธีบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนขนาด 49 x 28 นิ้ว วางเรียงผลไม้ 2 ชั้น (ชั้นละ 38-40 ผล) ทำการดูดอากาศออกจากถุงด้วยเครื่องดูดอากาศ จากนั้นอัดด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความดัน 1 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เป็นเวลานาน 50 วินาที นำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน หลังจากนั้นนำออกจากถุงแล้วมาเก็บรักษา ในบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิประมาณ 2-3 วัน (เก็บไว้ในตู้ที่ป้องกันการกดของแมลง) จนกระทั่งมีความสุกประมาณร้อยละ 80 ทำการปอกเปลือกผลไม้ศึกษาวิธีการ

รม ควันทันกำมะถันมาใช้ร่วมในกระบวนการผลิตปลั๊กแก๊ส

ปลั๊กที่ผ่านการลดความฝาดเรียบร้อยแล้ว นำมารวมควันทันกำมะถัน(Sulfuring) เพื่อศึกษาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลั๊กดูดซับไว้ได้ โดยผันแปรปริมาณกำมะถันเป็น 3 ระดับ คือ 10, 20 และ 30 กรัม ต่อตูบที่มีขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งใช้ระยะเวลาในการรวมควันทันกำมะถันนาน 20 นาที ปลั๊กที่ผ่านการรวมกำมะถันในปริมาณต่างๆ จะนำไปทำให้แห้งในตูบไฟฟ้าแบบถาดที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทำให้แห้งต่อที่อุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส โดยในช่วงเวลาดังกล่าวจะทำการบีบคลึงปลั๊ก 2 ครั้งต่อวัน ด้วยการใช้นิ้วมือที่สวมถุงมือสะอาด ค่อยๆบีบกดเนื้อปลั๊กโดยรอบจากข้อให้แบนลง ปิดไฟตูบเพื่อปรับสมดุลความชื้น (Water balance) ในตูบ เป็นเวลา 6 ชั่วโมงต่อวัน(3 ครั้งต่อวัน) เพื่อลดปัญหาการเกิด Case hardening ทำให้แห้งต่อจนกระทั่งปลั๊กมีความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 30 ทำการรวมกำมะถันปลั๊กเป็นครั้งที่สองเพื่อทำลายจุลินทรีย์ ที่ปนเปื้อนในระหว่างการนวดและการทำให้แห้ง ด้วยการใช้ปริมาณกำมะถัน เท่ากับการรวมกำมะถันครั้งแรก การศึกษาวิธีการแช่สารละลายโซเดียมโบรไมด์และโซเดียม เมตาโบรไมด์มาใช้ร่วมในกระบวนการผลิตปลั๊กแก๊ส

ปลั๊กที่ผ่านการลดความฝาดเรียบร้อยแล้ว นำมาแช่ในสารละลายซัลไฟต์ (Sulfiting) เพื่อศึกษาหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลั๊กดูดซับไว้ได้ โดยปัจจัยในการทดลองคือ ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายซัลไฟต์

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมโบรไมด์

ระดับต่ำ = ร้อยละ 0.1 ระดับสูง = ร้อยละ 1.0

ปัจจัย B คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมเมตาโบรไมด์

ระดับต่ำ = ร้อยละ 0.1 ระดับสูง = ร้อยละ 1.0

โดยมีระยะเวลาในการแช่สารละลายโซเดียมโบรไมด์ และสารละลายโซเดียมเมตาโบรไมด์ 20 นาที ใช้ปลั๊กจำนวน 6 ผลต่อการแช่สารละลายหนึ่งครั้ง ปลั๊กที่ผ่านการแช่สารละลายซัลไฟต์ในปริมาณต่างๆจะนำไปทำให้แห้งในตูบไฟฟ้าแบบถาดที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทำให้แห้งต่อที่อุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส โดยในช่วงเวลาดังกล่าวจะทำการบีบคลึงปลั๊ก 2 ครั้งต่อวัน ด้วยการใช้นิ้วมือที่สวมถุงมือ สะอาดค่อยๆบีบกดเนื้อปลั๊กโดยรอบจากข้อให้แบนลง ปิดไฟตูบเพื่อปรับสมดุลความชื้น (Water balance)ในตูบ เป็นเวลา 6 ชั่วโมงต่อวัน (3 ครั้งต่อวัน) เพื่อลดปัญหาการเกิด Case hardening ทำให้แห้งต่อจนกระทั่งปลั๊กมีความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 30 ทำการแช่ในสารละลายโซเดียมโบรไมด์และสารละลายโซเดียมเมตาโบรไมด์เป็นครั้งที่สอง เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในระหว่างการนวดและการทำให้แห้ง ด้วยการใช้ความเข้มข้นของสารละลายซัลไฟต์เท่ากับการปฏิบัติครั้งแรก

ดังนั้นจึงมีแผนการทดลองแบบFactorial experiment จะมีทั้งหมด $2^2 = 4$ สิ่งทดลอง และทำการสร้างสิ่งทดลองซ้ำที่จุดกึ่งกลางของระดับของปัจจัยดังกล่าวทั้งสองดังแสดงในตารางที่ 1

Table 1 Factorial experiment for persimmon treated by sodium bisulfite and sodium metabisulfite.

Treatment	Solution concentration (%)	
	Sodium bisulfite	Sodium metabisulfite
(1)	0.1	0.1
a	1.0	0.1
b	0.1	1.0
ab	1.0	1.0
cp1	0.55	0.55
cp2	0.55	0.55

(1)= Control ; a= Sodium bisulfite (NaHSO_3) ; b= Sodium metabisulfite ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) ; cp= Center point.

การวิเคราะห์ทางเคมี

พลับทั้งแห้งที่ผลิตได้นำมาวิเคราะห์ค่าทางเคมี คือ ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตามวิธีของลักขณา และ นิธิยา (2533) และ ค่าสีระบบ Hunter (L a* และ b* color) ตามวิธีของ Minolta camera Co.Ltd. (1991)

การวิเคราะห์และแปลผล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะนำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Stat-packets (Walonic, 1987) ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจากการศึกษาทั้งสอง นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดต่อการนำไปใช้ในกระบวนการผลิตพลับทั้งแห้ง

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาการนำวิธีรมควันกำมะถันมาใช้ร่วมในกระบวนการผลิตพลับทั้งแห้งพลับที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นพลับพันธุ์อั้งไส (Ang Sai ;P3) และ นูชิน (Niu Scin ;P4) นำพลับสดที่มีความสุกประมาณร้อยละ 70 จากนั้นทำการลดความฝาดของพลับโดยวิธีบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนขนาด 49 x 30 นิ้ว ที่อัดด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน แล้วจากนั้นนำมาเก็บรักษาในสภาวะอากาศปกติที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส นาน 2-3 วัน จนกระทั่งพลับมีความสุกเป็นร้อยละ 80 ทำการปอกเปลือกพลับที่คัดเลือกและลดความฝาดเรียบร้อยแล้ว พลับทั้งสองพันธุ์ที่เตรียมได้นำไปผ่านการรมควันกำมะถันที่ปริมาณ 10 20 และ 30 กรัม ต่อตู้อบที่มีขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร เป็นเวลา 20 นาที โดยกระทำในขั้นตอนก่อนและหลังการทำแห้ง จากนั้น นำไปวิเคราะห์ ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่พลับดูดซับไว้ได้ และผลของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีผลต่อค่าของสี L a* และ b* ของพลับทั้งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 แสดงในตารางที่ 2 และ 3 และผลการเชิงเส้นตรงของค่าทางเคมีดังกล่าวแสดงในตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ จากตารางที่ 2 และ 3 จะพบว่าพลับทั้งแห้งสายพันธุ์ P3 และ P4 เมื่อมีการใช้ปริมาณกำมะถัน 10 กรัม จะมีปริมาณของซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 835.42 ± 2.92 และ 621.42 ± 4.36 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ ส่วนที่ใช้ปริมาณกำมะถัน 20 กรัม จะมีปริมาณของซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 1249.25 ± 4.27 และ 1041.25 ± 4.36 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ และที่ใช้ปริมาณ

กำมะถัน 30 กรัม จะมีปริมาณของซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 2202.08 ± 2.98 และ 1254.17 ± 0.76 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการใช้ปริมาณกำมะถันในการรมควันมากขึ้น ปริมาณ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลั๊กดูดซับจะมากขึ้นตามลำดับ โดยที่ปริมาณกำมะถันในแต่ละระดับให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าปลั๊กสองพันธุ์ที่ใช้ปริมาณกำมะถันที่เท่ากันมีปริมาณของ

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ถูกดูดซับแตกต่างกัน โดยที่ปลั๊กพันธุ์ P3 ให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลั๊กดูดซับไว้ได้มากกว่า ทั้งนี้อาจเกี่ยวข้องกับขนาดของปลั๊กพันธุ์ P3 ที่มีขนาดเล็กกว่าปลั๊กพันธุ์ P4 ทำให้มีปริมาณเนื้อที่ที่สามารถสัมผัสกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มากกว่า ประกอบกับลักษณะตามธรรมชาติของปลั๊กแต่ละพันธุ์เองด้วย ที่มีความสามารถในการดูดซับสารต่างๆ ได้แตกต่างกันออกไป

Table 2 Sulfurdioxide content and L a* b* of P3-IM-Persimmon treated by sulfuring method.

Amount of Sulfur (g)	Sulfurdioxide content (ppm)	L	a*	b*
10	$835.42 \pm 2.92a$	$1249.25 \pm 4.27b$	$2202.08 \pm 2.98c$	$43.60 \pm 0.87a$
20	$44.14 \pm 0.36a$	$48.15 \pm 1.79b$	12.37 ± 1.11	13.41 ± 0.16
30	13.08 ± 0.55	$15.97 \pm 0.14a$	$16.60 \pm 0.52a$	$21.60 \pm 0.64b$

Note : data shown were mean $\pm$ SD

mean within column with different superscripts are different significantly at $P < 0.05$

Table 3 Sulfurdioxide content and L a* b* of P4-IM-Persimmon treated by sulfuring method.

Amount of Sulfur (g)	Sulfurdioxide content (ppm)	L	a*	b*
10	$621.42 \pm 4.36a$	$1041.25 \pm 4.36b$	$1254.17 \pm 0.76c$	$47.99 \pm 0.31a$
20	$50.53 \pm 1.25b$	$50.94 \pm 0.26c$	13.52 ± 0.08	14.24 ± 0.66
30	14.06 ± 0.02	23.75 ± 1.90	24.29 ± 0.64	25.21 ± 0.41

Note : data shown were mean $\pm$ SD

mean within column with different superscripts are different significantly at $P < 0.05$

เมื่อพิจารณาในค่าของสีจากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการใช้ปริมาณของกำมะถันมากขึ้นค่าของสี L a* และ b* จะมีค่าที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ โดยพลิกกึ่งแห่งพันธุ์ P3 ให้ค่าสี L อยู่ในช่วง 43.60-48.15 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 12.37-13.08 และค่าสี b* อยู่ในช่วง 15.97-21.60 พลิกกึ่งแห่งพันธุ์ P4 ให้ค่าสี L อยู่ในช่วง 47.99-50.94 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 13.52-14.06 และค่าสี b* อยู่ในช่วง 23.75-25.21 โดยค่าของสี L ที่มีมากขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการใช้สารกำมะถันที่ทำให้พลิกกึ่งแห่งนั้นมียีสที่สว่างขึ้น ค่าสี a* ที่มีค่ามากขึ้นก็ทำให้มีสีออกแดงมากขึ้น และค่าสี b* มากขึ้นจะทำให้มีสีน้ำเงินมากขึ้น โดยค่าสีทั้งสามดังกล่าวทำให้พลิกกึ่งแห่งมียีสที่สว่างและมีสีออกเหลืองส้มมากขึ้น กล่าวคือไม่มีการหมองคล้ำจากการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ในพลิกกึ่งแห่ง P3 ที่ระดับของกำมะถันที่ 10 และ 20 กรัม จะมีค่าสี L และ b* ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P > 0.05$) แต่ที่ระดับการใช้กำมะถัน 30 กรัม จะให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) และค่าสี a* ให้ค่าของสีที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P > 0.05$) ในทุกๆ ระดับของปริมาณกำมะถันที่ใช้ในการรมควัน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาค่าทางเคมีโดยใช้สมการเชิงเส้นตรงในตารางที่ 4 พบว่าการใช้ปริมาณของกำมะถันในการรมควันพลิกกึ่งแห่งที่มากขึ้นนั้น จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L a* และ b* ที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ต้องการให้เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ แต่ต้องพิจารณาถึงปริมาณของสารประกอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์รวมด้วย โดยที่ให้มีปริมาณที่ไม่มากเกินไปที่กฎหมายกำหนดที่ 2,000 ส่วนในล้านส่วน ดังนั้นพลิกกึ่งแห่งพันธุ์ P3

จึงควรใช้ปริมาณกำมะถันที่ 10 กรัม ต่อตู้อบที่มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร เป็นเวลา 20 นาที โดยกระทำการรมควันกำมะถัน 2 ครั้งในช่วงหลังจากปอกเปลือกและหลังจากทำแห้งแล้ว โดยจะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ 835.42 ± 2.92 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L ที่ 43.60 ± 0.87 ค่าสี a* ที่ 12.37 ± 1.11 และค่าสี b* ที่ 15.97 ± 0.14 และถ้าพิจารณาการเชิงเส้นตรงจากตารางที่ 4 เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าทางเคมีดังกล่าวเมื่อมีการใช้ปริมาณกำมะถันที่ 10 กรัมต่อตู้อบที่มีขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร จากการคำนวณจะได้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 745.59 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 43.02 ค่าสี a* เท่ากับ 12.60 และค่าสี b* เท่ากับ 15.24 จากตารางที่ 3 พลิกกึ่งแห่งพันธุ์ P4 จะมีค่าสี L ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) แต่ค่าสี a* และ b* ให้ค่าของสีที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P > 0.05$) ในทุกๆ ระดับของปริมาณกำมะถันที่ใช้ในการรมควัน การใช้ปริมาณของกำมะถันในการรมควันพลิกกึ่งแห่งที่มากขึ้นนั้น จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L a* และ b* ที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ต้องการให้เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับพลิกพันธุ์ P3 แต่ต้องพิจารณาถึงปริมาณของสารประกอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์รวมด้วย โดยที่ให้มีปริมาณที่ไม่มากเกินไปที่กฎหมายกำหนดและเหตุผลร่วมดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้นพลิกกึ่งแห่งพันธุ์ P4 จึงควรใช้ปริมาณกำมะถันที่ 10 กรัม ต่อตู้อบที่มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร เป็นเวลา 20 นาที โดยกระทำการรมควันกำมะถัน 2 ครั้ง ในช่วงหลังจากปอกเปลือกและหลังจากทำแห้งแล้ว โดยจะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ 621.42 ± 4.36 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L ที่ 47.99 ± 0.31 ค่าสี a* ที่

14.06±0.02 และค่าสี b^* ที่ 23.75±1.90 และ
 ดำนำสมการเชิงเส้นตรงจากตารางที่ 5 เพื่อใช้
 ในการคำนวณค่าทางเคมีและกายภาพดังกล่าว
 เมื่อมีการใช้ปริมาณกำมะถันที่ 10 กรัม ต่อตูบ
 ที่มีขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร จากการคำนวณจะได้ค่า
 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 655.91
 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 48.35 ค่าสี a^*
 เท่ากับ 14.75 และค่าสี b^* เท่ากับ 23.69 ค่าสี L

a^* และ b^* มีค่าที่สูงขึ้นนั่นก็ทำให้พลับมีสีที่สวย
 ใกล้เคียงกับธรรมชาติ หรือกล่าวได้ว่าไปมีผลต่อ
 การป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ดี
 แต่ทั้งนี้ปริมาณกำมะถันที่คัดเลือกในการนำไปใช้
 ในพลับทั้งสองพันธุ์ คือที่กำมะถัน 10 กรัม ถึงแม้
 ยังเป็นปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่น้อยกว่า
 กฎหมายกำหนดที่มีได้ไม่เกิน 2,000 ส่วนใน
 ล้านส่วน เพราะการใช้ปริมาณกำมะถันที่

Table 4 Linear equations and R^2 of P3-IM-Persimmon treated by sulfuring method

Linear equations		R^2 (%)
SO_2 (ppm)	= 62.2567+68.3330 (S)	95.07
L	= 40.7467+0.2275 (S)	83.76
a^*	= 12.2433+0.0355 (S)	44.62
b^*	= 12.4267+0.2815 (S)	83.28

S = Amount of sulfur (g)

Table 5 Linear equations and R^2 of P4-IM-Persimmon treated by sulfuring method

Linear equations		R^2 (%)
SO_2 (ppm)	= 339.53+31.6375 (S)	96.56
L	= 46.87+0.1475 (S)	85.20
a^*	= 14.48+0.0270 (S)	51.92
b^*	= 22.9633+0.0725 (S)	97.88

S = Amount of sulfur (g)

มากเกินไปอาจทำให้มีกลิ่นตกค้างได้ และทำให้มีผล
 ต่อกรดอะมิโน บางชนิดที่ทำให้สูญเสียคุณค่าทาง
 อาหารได้ (ศิวัพร, 2529) และอาจนำสารอนุม
 อาหารอื่นๆมาใช้ร่วมกับกำมะถันก็ได้ เพื่อเพิ่ม
 ประสิทธิภาพ ในการป้องกันการเจริญของ
 จุลินทรีย์ได้มากยิ่งขึ้น

การศึกษาวิธีการแช่สารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์
 และสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ มาใช้ร่วม
 ในกระบวนการผลิตพลับทั้งแห้ง

พลับพันธุ์ P3 และ P4 ที่เตรียมเรียบร้อยแล้ว
 นำมาศึกษาการแช่ในสารละลายซัลไฟต์ (Sulfuring)
 ต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่พลับดูดซับไว้ได้

โดยปัจจัยในการทดลอง คือ ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายซัลไฟด์ สารละลายที่ทำการศึกษามีสองชนิดคือ สารละลายโซเดียมไบซัลไฟด์ และโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ที่แปรระดับความเข้มข้นในระดับต่ำเป็นร้อยละ 0.1 ระดับสูงเป็นร้อยละ 1.0 และจุดกึ่งกลางเป็นร้อยละ 0.55 โดยมีระยะเวลาในการแช่สารละลายซัลไฟด์นาน 20 นาที จากนั้นนำไปผ่านการทำให้แห้งและแช่สารละลายซัลไฟด์เป็นครั้งที่สองเช่นเดียวกับการปฏิบัติในตอนการศึกษาการรณควันกัมมะธันค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่พลับดูดซับไว้ได้ และผลของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีผลต่อค่าของสี L a* และ b* ของพลับกิ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 แสดงในตารางที่ 6 และ 7 และสมการเชิงเส้นตรงของค่าทางเคมีและกายภาพดังกล่าวแสดงในตารางที่ 8 และ 9 ตามลำดับ จากตารางที่ 6 และ 7 จะพบว่าพลับกิ่งแห้งทั้งพันธุ์ P3 และ P4 ที่มีการใช้ปริมาณกัมมะธันมากขึ้น ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะสูงมากขึ้นตามลำดับ โดยพลับพันธุ์ P3 และ P4 มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อยู่ในช่วง 210.00-1890.42 ส่วนในล้านส่วน และ 204.17-1465.50 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าพลับสองพันธุ์ที่ใช้ปริมาณความเข้มข้นของสารละลายกัมมะธันที่เหมือนกัน มีปริมาณของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่แตกต่างกันโดยที่พลับพันธุ์ P3 ให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่พลับดูดซับไว้ได้มากกว่า ดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้ว และเป็นข้อสังเกตได้ว่าในปัจจัยการทดลองที่มีความเข้มข้นรวมของสารละลายกัมมะธันที่เท่ากันนั้น ปัจจัยการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ที่มีความเข้มข้นสูงกว่า จะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่พลับดูดซับไว้ได้สูงกว่า โดยพลับกิ่งแห้งพันธุ์ P3 ให้ค่าที่สูงจาก 843.67 ± 7.48 ส่วนในล้านส่วน ไปเป็น

1052.42 ± 8.09 ส่วนในล้านส่วน และพลับกิ่งแห้งพันธุ์ P4 ให้ค่าที่สูงจาก 617.25 ± 3.78 ส่วนในล้านส่วนไปเป็น 1045.17 ± 3.79 ส่วนในล้านส่วน เนื่องจากร้อยละการแตกตัวของสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ มีค่าที่สูงกว่าสารละลายโซเดียมไบซัลไฟด์ (ไพบูลย์, 2532) ทั้งนี้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ดังกล่าวให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) ในทุกสิ่งทดลอง เมื่อพิจารณาในค่าของสีจากตารางที่ 6 และ 7 จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการใช้ปริมาณของกัมมะธันมากขึ้นค่าของสี L a* และ b* จะมีค่าที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ โดยพลับกิ่งแห้งพันธุ์ P3 ให้ค่าสี L อยู่ในช่วง 39.85-55.52 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 9.12-12.61 และค่าสี b* อยู่ในช่วง 18.88-34.07 พลับกิ่งแห้งพันธุ์ P4 ให้ค่าสี L อยู่ในช่วง 44.61-50.60 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 13.79-17.36 และค่าสี b* อยู่ในช่วง 18.21-30.14 โดยค่าของสี L ที่มีมากขึ้นนั้นเป็นผลให้คุณภาพ 17.36 และค่าสี b* อยู่ในช่วง 18.21-30.14 โดยค่าของสี L ที่มีมากขึ้นนั้นเป็นผลให้คุณภาพทางด้านสีของ ผลิตภัณฑ์พลับกิ่งแห้งที่ดีขึ้นจากตารางที่ 6 ค่าสี L ของพลับ P3 นั้นจะให้ค่าของสี L ที่มากขึ้นโดยการใช้ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียม เมตาไบซัลไฟด์ที่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาค่าทางเคมี โดย ใช้สมการเชิงเส้นตรงของค่าทางเคมีและกายภาพของพลับกิ่งแห้งพันธุ์ P3 ในตารางที่ 8 พบว่า การใช้ปริมาณสารละลายโซเดียมไบซัลไฟด์และสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ในการแช่พลับกิ่งแห้งที่มากขึ้นนั้น จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มากขึ้น โดยเป็นผลมาจากปฏิกิริยาสัมพันธระหว่าง

สารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ จากสมการเชิงเส้นตรงของค่าสี L จะเห็นว่าการเพิ่มขึ้นของความสว่างในผลิตภัณฑ์เป็นผลมาจากความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ และการเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ของสารละลายกัมมะถันทั้งสอง

การเพิ่มขึ้นของค่าสี b* เป็นผลมาจากการใช้สารละลายซัลไฟต์ทั้งสอง และในค่าสี a* พบว่าการเพิ่มขึ้นของสีแดงจะเกิดขึ้นจากการใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เท่านั้น

Table 6 Sulfurdioxide content and L a* b* of P3-IM-Persimmon treated by dipping in 0.1-1.0 % of sodium bisulfite and sodium metabisulfite.

	Treatment		Sulfurdioxide content (ppm)	L	a*	b*
	NaHSO ₃	Na ₂ S ₂ O ₅				
1.	0.1	0.1	210.00 ± 5.63a	39.85 ± 0.81a	9.12 ± 0.87a	18.88 ± 0.92a
2.	1.0	0.1	843.67 ± 7.48b	48.96 ± 0.21b	11.89 ± 0.27bc	28.62 ± 0.39b
3.	0.1	1.0	1052.42 ± 8.09c	51.94 ± 0.17c	12.61 ± 0.02b	31.11 ± 0.27c
4.	1.0	1.0	1890.42 ± 2.50d	55.52 ± 0.14d	12.51 ± 0.13b	34.07 ± 0.27d
5.	0.55	0.55	945.92 ± 4.85e	48.08 ± 0.32e	11.92 ± 0.42bc	26.42 ± 0.44e
6.	0.55	0.55	950.92 ± 12.13e	47.17 ± 0.40f	11.60 ± 0.18c	24.79 ± 0.12f

Note : data shown were mean ± SD

mean within column with different superscripts are different significantly at P < 0.05

Table 7 Sulfurdioxide content and L a* b* of P4-IM-Persimmon treated by dipping in 0.1-1.0 % of sodium bisulfite and sodium metabisulfite.

	Treatment		Sulfurdioxide content (ppm)	L	a*	b*
	NaHSO ₃	Na ₂ S ₂ O ₅				
1.	0.1	0.1	204.17 ± 7.77a	44.61 ± 0.07a	13.79 ± 0.60a	18.21 ± 0.32a
2.	1.0	0.1	617.25 ± 3.78b	45.68 ± 0.11b	14.60 ± 0.24b	23.78 ± 0.15b
3.	0.1	1.0	1045.17 ± 3.79c	47.40 ± 0.11c	17.05 ± 0.35cd	24.63 ± 0.13b
4.	1.0	1.0	1465.50 ± 1.00d	50.60 ± 1.07d	17.36 ± 0.02e	30.14 ± 0.28e
5.	0.55	0.55	836.50 ± 3.50e	48.14 ± 0.48c	15.32 ± 0.10e	19.87 ± 1.54d
6.	0.55	0.55	836.17 ± 2.74e	49.80 ± 0.20d	16.63 ± 0.30d	20.46 ± 1.48d

Note : data shown were mean ± SD

mean within column with different superscripts are different significantly at P < 0.05

ดังนั้นจึงสามารถนำสมการเชิงเส้นตรงมาทำนายค่าทางเคมีและกายภาพดังกล่าวได้ เพื่อหาความเข้มข้นของสารละลายซัลไฟด์ทั้งสองชนิดในระดับใด ที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ปลั๊กแห้งมีคุณภาพที่เหมาะสม แต่ต้องพิจารณาถึงปริมาณของสารประกอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วย โดยให้มีปริมาณที่ไม่มากเกินไปที่กฎหมายกำหนดด้วยเหตุผลในเรื่องกลิ่นรสและการสูญเสียคุณค่าสารอาหารบางชนิดไป ดังนั้นปลั๊กแห้งพันธุ์ P3 จึงควรใช้ที่ความเข้มข้นระดับจุดกึ่งกลางนำที่จะเหมาะสมกว่า คือ ที่ความเข้มข้นของสารละลายกำมะถันที่ร้อยละ 0.55 โดยจะให้ค่าปริมาณ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ 948.42 ± 8.66 ส่วนในล้านส่วนค่าสี L ที่ 47.63 ± 0.59 ค่าสี a* ที่ 11.76 ± 0.34 และค่าสี b* ที่ 25.61 ± 0.94 ตามลำดับ และเมื่อใช้สมการเชิงเส้นตรงในตารางที่ 8 มาคำนวณค่าทางเคมีและกายภาพของปลั๊กพันธุ์ P3 เมื่อทำการแช่ในสารละลายโซเดียมไบซัลไฟด์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.55 จากการคำนวณจะได้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 982.08 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 50.45 ค่าสี a* เท่ากับ 11.61 และค่าสี b* เท่ากับ 27.32 และกราฟสามมิติแสดงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลั๊กพันธุ์ P3 ดูดซับไว้ได้กับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไบซัลไฟด์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ แสดงในรูปที่ 1 จากกราฟจะเห็นได้ว่าถ้าใช้ความเข้มข้นของสารละลายกำมะถันทั้งสองที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.55 จะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ 955.92 ส่วนในล้านส่วน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาค่าทางเคมีโดยใช้สมการเชิงเส้นตรงของค่าทางเคมีและกายภาพของปลั๊กแห้งพันธุ์ P4 ในตารางที่ 9 พบว่า การใช้ปริมาณสารละลายกำมะถันในการแช่ปลั๊กแห้งที่มากขึ้นนั้น จะส่ง

ผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มากขึ้น โดยเป็นผลมาจากความเข้มข้นของสารละลาย โซเดียมไบซัลไฟด์ และโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ จากสมการเชิงเส้นตรงของค่าสี L และ b* จะเห็นว่าการเพิ่มขึ้นของความสว่างในผลิตภัณฑ์เป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ของสารละลายกำมะถันทั้งสอง ในค่าสี a* พบว่าการเพิ่มขึ้นของสีแดงจะเกิดขึ้นจากการใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ที่มีความเข้มข้นมากขึ้น โดยที่ไม่เกี่ยวข้องต่อสารละลายโซเดียมไบซัลไฟด์เลย ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมาแล้ว ปลั๊กแห้งพันธุ์ P4 จึงควรใช้ที่ความเข้มข้นระดับจุดกึ่งกลางนำที่จะเหมาะสมกว่า คือ ที่ความเข้มข้นของสารละลายกำมะถันที่ร้อยละ 0.55 โดยจะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ 836.33 ± 2.82 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L ที่ 48.97 ± 0.97 ค่าสี a* ที่ 15.98 ± 0.75 และค่าสี b* ที่ 20.16 ± 1.39 ตามลำดับ และเมื่อใช้สมการเชิงเส้นตรงในตารางที่ 4.8 มาคำนวณค่าทางเคมีและกายภาพของปลั๊กพันธุ์ P4 เมื่อทำการแช่ในสารละลายโซเดียมไบซัลไฟด์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.55 จากการคำนวณจะได้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 834.13 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 47.71 ค่าสี a* เท่ากับ 15.79 และค่าสี b* เท่ากับ 22.85 และกราฟสามมิติแสดงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลั๊กพันธุ์ P4 ดูดซับไว้ได้กับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไบซัลไฟด์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ แสดงในรูปที่ 2 จากกราฟจะเห็นได้ว่า ถ้าใช้ความเข้มข้นของสารละลายกำมะถันทั้งสองที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.55 จะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ 836.67 ส่วนในล้านส่วน แต่ทั้งนี้ จะเห็นว่าปลั๊กสองพันธุ์ให้ค่าทางเคมีและกายภาพจากสมการเชิงเส้นตรงที่เป็นผลจาก

สารละลายกัมมะถันสองชนิดที่แตกต่างกันออกไปบ้าง เพราะคุณลักษณะโดยธรรมชาติของพลับแต่ละพันธุ์นั่นเอง เมื่อเปรียบเทียบในแง่ของความสะดวกในการนำไปปฏิบัติจริงจะพบว่า การรมควันกัมมะถันจะสะดวกกว่า เนื่องจากการแช่พลับ

ในสารละลายนั้นจะทำให้ได้พลับที่มีเนื้อที่นุ่มและมากขึ้น และความชื้นก็เพิ่มขึ้นมาบ้างเล็กน้อย ตลอดจนการวางเรียงในตู้อบจะกระทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นการรมควันกัมมะถันจึงเป็น

Table 8 Linear equations and R^2 of P3-IM-Persimmon treated by sulfiting method.

Linear equations		R^2 (%)
$SO_2(\text{ppm})$	$= 578.2332 + 1335.019(\text{NaHSO}_3 * \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5)$	80.53
L	$= 6.9453 + 10.8049(\text{NaHSO}_3) + 14.1160(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5) - 6.8272(\text{NaHSO}_3 * \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5)$	97.69
a^*	$= 10.3525 + 2.2833 (\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5)$	51.60
b^*	$= 18.0322 + 7.0556 (\text{NaHSO}_3) + 9.8222(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5)$	84.58

NaHSO_3 = Solution of sodium bisulfite (%)

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ = Solution of sodium metabisulfite (%)

Table 9 Linear equations and R^2 of P4-IM-Persimmon treated by sulfiting method.

Linear equations		R^2 (%)
$SO_2(\text{ppm})$	$= 63.3139 + 463.0056(\text{NaHSO}_3) + 938.4722(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5)$	99.90
L	$= 46.1342 + 5.1926 (\text{NaHSO}_3 * \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5)$	65.97
a^*	$= 13.9522 + 3.3444 (\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5)$	87.16
b^*	$= 20.1211 + 9.0100(\text{NaHSO}_3 * \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5)$	56.87

NaHSO_3 = Solution of sodium bisulfite (%)

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ = Solution of sodium metabisulfite (%)

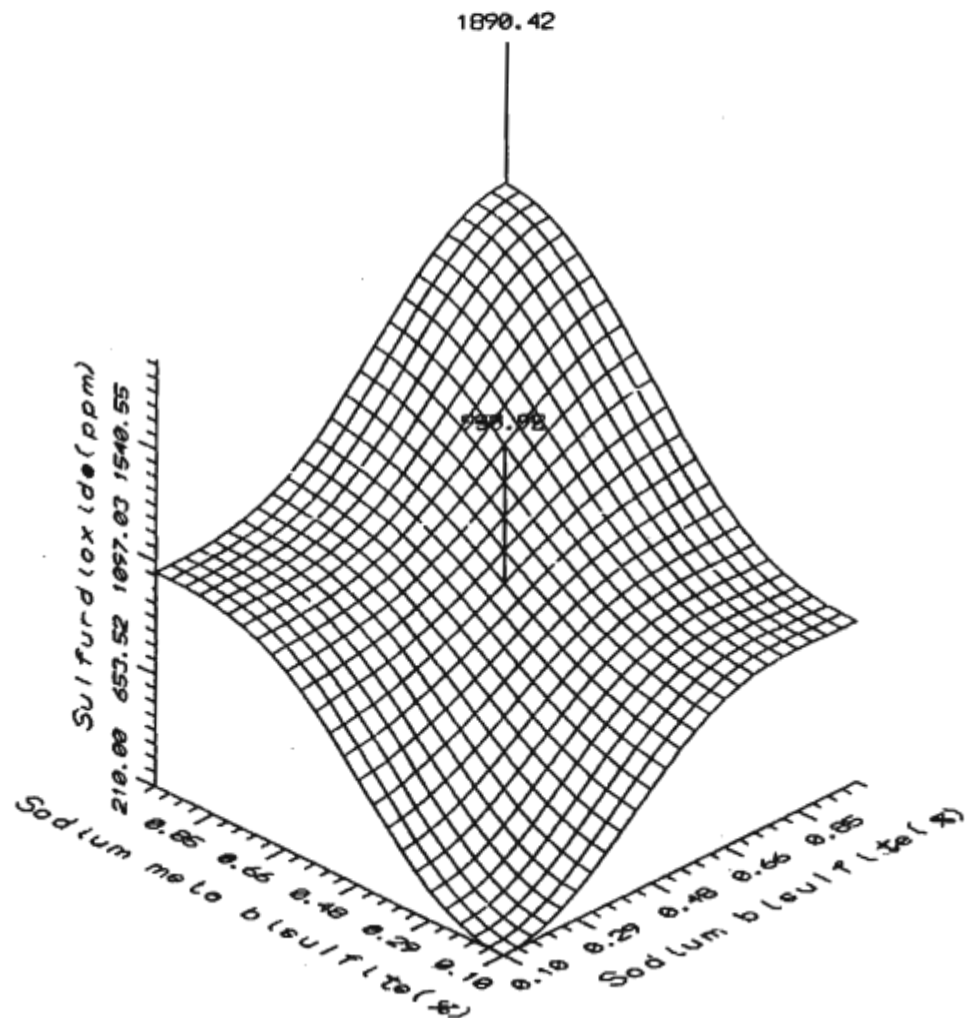


Figure 1 Absorbed Sulfur dioxide content of P3-IM-Persimmon treated by different concentration of sodium bisulfite and sodium metabisulfite.

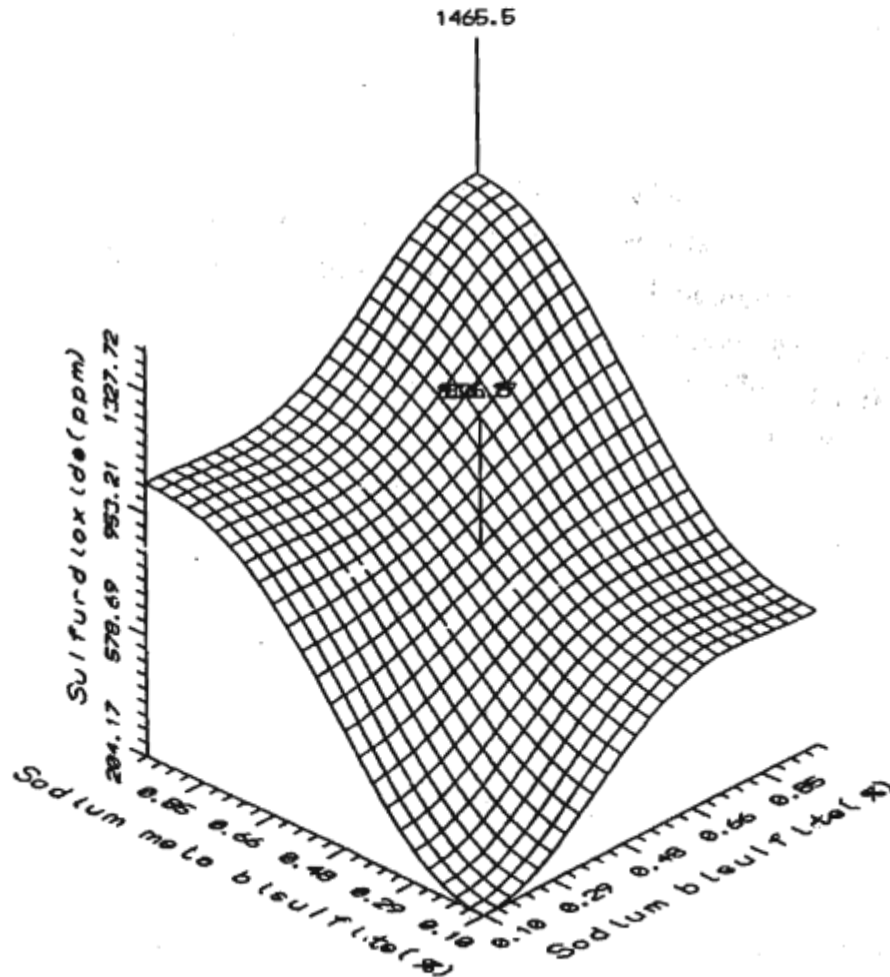


Figure 2 Absorbed Sulfur dioxide content of P4-IM-Persimmon treated by different concentration of sodium bisulfite and sodium metabisulfite.

วิธีที่เหมาะสมมากกว่า โดยใช้ที่ปริมาณกำมะถัน 10 กรัม ต่อตูบที่มีขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งปลั๊กกึ่งแห้งพันธุ์ P3 โดยจะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ 835.42 ± 2.92 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L ที่ 43.60 ± 0.87 ค่าสี a* ที่ 12.37 ± 1.11 และค่าสี b* ที่ 15.97 ± 0.14 และปลั๊กกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ 621.42 ± 4.36 ส่วนในล้านส่วนค่าสี L ที่ 47.99 ± 0.31 ค่าสี a* ที่ 14.06 ± 0.02 และค่าสี b* ที่ 23.75 ± 1.90 แต่ทั้งนี้ถ้าจะนำวิธีการแช่สารละลายซัลไฟด์มาใช้ในการผลิตปลั๊กกึ่งแห้งก็สามารถทำได้ โดยทำการแช่ในสารละลายโซเดียมไบซัลไฟด์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.55 จะเหมาะสมที่สุด โดยปลั๊กกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 982.08 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 50.45 ค่าสี a* เท่ากับ 11.61 และค่าสี b* เท่ากับ 27.32 และปลั๊กกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 834.13 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 47.71 ค่าสี a* เท่ากับ 15.79 และค่าสี b* เท่ากับ 22.85 ตามลำดับ

สรุปผลการทดลอง

การใช้สารประกอบกำมะถันรวมในกระบวนการผลิตปลั๊กกึ่งแห้งพันธุ์อั้งไฮ (P3) และนูชิน (P4) นั้น การใช้วิธีการรมควันกำมะถัน (Sulfuring method) ปริมาณกำมะถันที่เหมาะสมคือ 10 กรัม ต่อ ตูบที่มีขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร นาน 20 นาที จำนวน 2 ครั้ง (ก่อนและหลังการทำแห้ง) โดยจะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลั๊ก

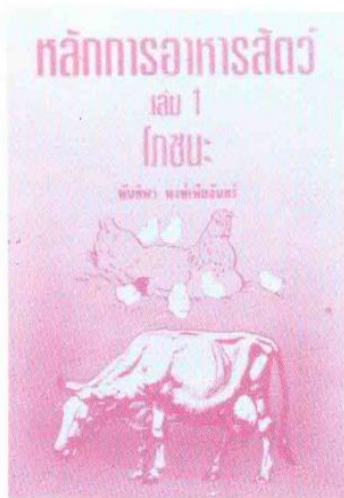
พันธุ์ P3 ดูดซับไว้ได้เท่ากับ 745.59 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 43.02 ค่าสี a* เท่ากับ 12.60 และค่าสี b* เท่ากับ 15.24 และค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลั๊กพันธุ์ P4 ดูดซับไว้ได้เท่ากับ 655.91 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 48.35 ค่าสี a* เท่ากับ 14.75 และค่าสี b* เท่ากับ 23.69 ส่วนการใช้วิธีการแช่สารละลายซัลไฟด์ (Sulfiting method) นั้น ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายโซเดียมไบซัลไฟด์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ คือ ร้อยละ 0.55 นาน 20 นาที จำนวน 2 ครั้ง (ก่อนและหลังการทำแห้ง) โดยปลั๊กกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 982.08 ส่วนในล้านส่วนค่าสี L เท่ากับ 50.45 ค่าสี a* เท่ากับ 11.61 และค่าสี b* เท่ากับ 27.32 และปลั๊กกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 834.13 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 47.71 ค่าสี a* เท่ากับ 15.79 และค่าสี b* เท่ากับ 22.85 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบในแง่ของความสะดวกในการนำไปปฏิบัติจริงจะพบว่า การรมควันกำมะถันจะสะดวกกว่าเนื่องจากการแช่ปลั๊กในสารละลายนั้นจะทำให้ได้ปลั๊กที่มีเนื้อที่นิ่มและมากขึ้น และความชื้นก็เพิ่มขึ้นมาบ้างเล็กน้อย ตลอดจนการวางเรียงในตูบจะกระทำได้ลำบาก เพราะฉะนั้นวิธีการรมควันกำมะถันจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมมากกว่า

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวงที่ได้สนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้มา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์ วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. โอเคียนสโตร์ สงขลา.
- ไพโรจน์ วิริยาริ. 2535. สายพันธุ์ผักกาดที่เหมาะสมต่อการผลิตผักกาด. วารสารเกษตร. 8(1) : 11-21.
- ไพโรจน์ วิริยาริ. 2539. อาหารกึ่งแห้ง. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ลักขณา รุ่งนะไกรกานต์ และ นิธิยา รัตนปณนท. 2533. หลักการวิเคราะห์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- ศิวพร ศิวเวช. 2529. วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม 1. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- Davies, R., G.G. Birch and K.J Parker. 1976. Intermediate Moisture Foods. Applied Science Publishers, Ltd., London.
- Demant, J.M. 1990. Principle of Food Chemistry. 2nd edition, AVI Book, London.
- Gazit, S. and I. Adato. 1972. Effect of carbondioxide atmosphere on the cause of astringency disappearance of persimmon (*Diospyros kaki L.*) fruit. J. Food Sci., 37 : 815-817.
- Giese, J.1994. Antimicrobials : assuring food safety. Food Technol., 46(6) : 101-110.
- Ito, S. 1986. Persimmon. p. 355-370. Edited by Monselise, S.P. In Handbook of Fruit Set and Development. CRC press, Florida.
- Minolta camera Co., Ltd. 1991. Chroma Meter CR-310 Instruction Manual Chuo-ku, Osaka, Japan.
- Ough, C.S. 1993. Sulfur Dioxide and Sulfites. Edited by Davidsa, M., and Branen, A.L. In : Antimicrobials in Foods. 2nd edition, Marcel Dekker, New York.
- Pesis, E. A.Levi and R. Ben-Arie. 1986. Deastringency of persimmon fruits by creating a modified atmosphere in polyethylene bags. J. Food Sci., 51(3) : 1014-1016, 1041.
- Tanner, J.R. and D.F. Cheischester. 1983. Antimicrobial Food Additive. Edited by Furia, T.E. In : Handbook of Food Additive. 2nd edition. CRC press, Florida.
- Walonic, D.S. 1987. Stat-Packets. Walonick Associates Inc. Minneapolis, MN.
- William, J.C. 1976. Chemical and non-enzymic changes in intermediate moisture foods. p. 100-120. Edited by Birch, G.G., Davies, R., and Parker, K.G. In : Intermediate Moisture Foods. Applied Science, London.



หลักโภชนาการสัตว์

เล่ม 1 : โภชนะ

เป็นหนังสือที่ให้ความรู้พื้นฐานด้านเคมีของ โภชนะแท้ (สารอาหารแท้) ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ ที่สัมพันธ์กับวัตถุดิบ อาหารสัตว์ และการเลี้ยงสัตว์ เพื่อให้ผู้อ่านได้รู้จักกับ โภชนะเหล่านี้เป็นอย่างดี ผู้เขียนได้พยายามรวบรวมข้อมูล ทางด้านการเลี้ยงสัตว์ มาเชื่อมโยงกับความรู้ทาง วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจและเลือกใช้ วัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ถูกต้องและดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อ สุขภาพที่ดีของสัตว์ เพื่อเพิ่มผลผลิตและเพื่อลดต้นทุน ในการผลิตสัตว์

208 หน้า

ราคา 99 บาท

หลักโภชนาการสัตว์

เล่ม 2 : หลักโภชนศาสตร์ และการประยุกต์

อธิบายถึงหลักทฤษฎีทางโภชนศาสตร์ และการนำ ทฤษฎีมาประยุกต์ ให้กลมกลืนกับการเลี้ยงสัตว์ภายใน ประเทศ โดยเน้นถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาหาร การกินของสัตว์ ระบบทางเดินอาหารและการย่อยอาหาร การประเมินคุณค่าทางพลังงานและโปรตีนของวัตถุดิบ อาหารสัตว์ แหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ สารพิษ สารชีวภาพ และสารกระตุ้นสมรรถภาพการผลิต ระบบการให้อาหาร การใช้แปลงหญ้า การคำนวณสูตรอาหารและการผสม อาหาร

576 หน้า

ราคา 225 บาท