



วารสารเกษตร

ปีที่ 8 เล่มที่ 1

มกราคม-เมษายน 2535

บทบรรณาธิการ

การศึกษาผลของกระบวนการก่อนการอบแห้งและอุณหภูมิ ต่อการทำลินจือบแห้ง สิงหนาท พวงจันทร์แดง	1
สายพันธุ์ลูกพลับที่เหมาะสมต่อการผลิตลูกพลับกิ่งแห้ง ไพโรจน์ วิริยจารี	11
สัดส่วนน้ำผลไม้และสายพันธุ์ของยีสต์ที่ใช้ผลิตไวน์ สตรอเบอรี่ ไพโรจน์ วิริยจารี และจันทร์หอม สมสงวน	22
เชื้อราที่ติดมากับเมล็ดข้าวพันธุ์บาสมати และการควบคุม เชื้อ ชาตรี สิทธิกุล, สมบัติ ศรีชูวงศ์ และ ไศรยา ต๊ะรังษี	31
การใช้สารเคมีกับกาแฟอราบิก้าเพื่อความทนแล้ง นริศ ยิ้มแย้ม และ พิทยา สรรวมศิริ	41
การเปรียบเทียบพันธุ์มะม่วงเพื่อพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืน บนที่ดอนอาศัยน้ำฝน รัชชัย รัตน์เชลล์ และ อติสร กระแสชัย	50
การใช้ถั่วมะแฮะเป็นอาหารสัตว์ 2. การย่อยได้ของใบและเมล็ดในสัตว์เคี้ยวเอื้อง บุญล้อม ชีวะอิสระกุล	69
การใช้ถั่วมะแฮะเป็นอาหารสัตว์ 3. สัตว์เคี้ยวเอื้องและกระต่าย บุญล้อม ชีวะอิสระกุล ศิริลักษณ์ พรสุขศิริ และ สุชน ตั้งทวีพัฒน์	85
การผลิตแอนติบอดีต่อต้านฮอริโมนเพื่อการวิเคราะห์เรติ- โออิมมูโนโนเอสเซซ 1. การเปรียบเทียบการผลิตแอนติบอดีต่อต้านฮอริโมน- โปรเจสเตอโรนในไก่, กระต่าย และหนูตะเภา เพทาย พงษ์เพียรจันทร์ และ พันธิพา พงษ์เพียรจันทร์	104

วารสารเกษตร

Journal of Agriculture

ISSN : 0857-0841

เจ้าของ

คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50002

โทร. (053) 221828 หรือ (053) 221699

ต่อ-4009, 4013

แฟกซ์ (053) 210000

Publisher

Faculty of Agriculture

Chiang Mai University

Chiang Mai 50002, THAILAND

Tel. (053) 221828 or (053) 221699

ext. 4009, 4013

Fax (053) 210000

วัตถุประสงค์

1. เผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความทางวิชาการสาขาเกษตรศาสตร์ และ
ชีววิทยา
2. เผยแพร่เกียรติคุณของนักวิจัย
3. สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักวิจัย

บรรณาธิการ

เพทาย พงษ์เพียรจันทร์

รองบรรณาธิการ

เทอดชัย เวียร์ศิลป์

กองบรรณาธิการ

เฉลิมพล แคมเพชร, นิรันดร์ โพธิ์กานนท์, ประสาทพร สมิตะมาน,
คุณหญิง ถ้ำปาง, ปรัชญา สุกุมอนันท์, สุพจน์ ไตรระกูล,
รัชชัย ไชยตระกูลทวีชัย, พิชิต ธานี, บุญเสริม ชีวะอิสระกุล,
เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม, ปัทมา สมิตะมาน, พันทิพา พงษ์เพียรจันทร์,
อรุณี อภิชาติสร้างกุล, อารี วิบูลย์พงศ์, นิธิยา รัตนานันท์,
ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ, ภมรทิพย์ อักษรทอง, ชุมพร สีวะศิลป์, จิตติ ปิ่นทอง,
นันทิยา วรธนะภุติ, วิไลดี พันธ์ไธ, นิตยา สุวรรณรัตน์,
สุวิมล รัตนธนาชาติ, นันทนา สุวรรณธาดา

ที่ปรึกษา

สง่า สรรพศรี, เชื้อ ว่องสงสาร, ศีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ,
อนันต์ โกเมศ, นคร ถ้ำปาง, ทิม พรหมศิริ, จินดา จันทร์อ่อน,
มณี เชื้อวิโรจน์

กำหนดออก

เดือนมกราคม พฤษภาคม และกันยายน ปีละ 3 เล่ม

แจ้งรับวารสาร

ถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร หรือ

คุณสาเกันย์ สุวรรณการ

งานบริการงานวิจัยและพัฒนา

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เชียงใหม่ 50002

พิมพ์ที่ หน่วยพิมพ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50002 โทร. (053) 221699 ต่อ 4016

การศึกษาผลของกระบวนการก่อนการอบแห้งและอุณหภูมิต่อการทำ ลื่นจีอบแห้ง

สิงหนาท พวงจันทร์แดง¹

A STUDY ON THE EFFECTS OF PRETREATMENT AND TEMPERATURE ON LYCHEE BY DRYING

Singhanat Phoungchandang¹

ABSTRACT : A Study on processing method to solve the problems of keeping an excessive amount of fruits such as lychee in the growing districts in the north of Thailand. The method included processing technique and storage. We proposed to study drying method to store the excessive production of the lychee.

The lychee were pretreated by different blanching methods prior to drying under the three temperature levels of 60°C, 70°C and 80°C. Pretreatments did not effect on the quality of dried lychee. Quality evaluation by sensory tests and storage life showed best quality for lychee pretreated by blanching in boiling sodium hydroxide solution. Sulphuring and drying at 60°C and the Munsell system of color notation of dried lychee and storage for 6 months changed from yellow-orange of 7.5 YR 6/10 and 10 YR 7/10 to orange-yellow of 7.5 YR 4/6 and 7.5 YR 6/8.

บทคัดย่อ : การศึกษากระบวนการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เช่น ลิ้นจี่ ซึ่งปลูกมากทางภาคเหนือของประเทศไทย ได้คำนึงถึงวิธีการถนอมแปรรูปและการเก็บรักษาผลผลิตที่มากขึ้นความต้องการไว้ได้นานที่สุด โดยการอบแห้งลิ้นจี่ ประกอบด้วยการศึกษาผลของกระบวนการก่อนการแปรรูปและอุณหภูมิต่อคุณภาพของลิ้นจี่อบแห้งและการเก็บรักษาลิ้นจี่อบแห้ง.

นำลิ้นจี่มาผ่านกระบวนการอบแห้งโดยการลวกด้วยวิธีการต่างๆ การทดสอบการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส การทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบ พบว่า กระบวนการก่อนการอบแห้งไม่ทำให้คุณภาพของลิ้นจี่อบแห้งเปลี่ยนแปลงไป โดยผู้ชิมยอมรับลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผ่านการรมควันกำมะถัน และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มากที่สุด การศึกษาอายุการเก็บรักษาลิ้นจี่อบแห้งที่อุณหภูมิห้อง ลิ้นจี่อบแห้งมีการเปลี่ยนแปลงสีในระหว่างการเก็บรักษา ลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการรมควันกำมะถัน และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงสีน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ และเมื่อเทียบสีกับระบบสีแมงกานีสมีการเปลี่ยนสีจากเหลืองส้ม 7.5 YR 6/10 ถึง 10 YR 7/10 เป็นสีส้มเหลือง 7.5 YR 4/6 ถึง 7.5 YR 6/8 เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน 6 เดือน.

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น 40002.

² Department of Food Technology, Faculty of Technology, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002.

คำนำ

การศึกษาการถนอมและการแปรรูปสินค้าโดยการอบแห้ง จะช่วยแก้ปัญหาสินค้าที่มีปริมาณมากจนล้นตลาดและยังสามารถเก็บรักษาไว้บริโภคคนนอกฤดูกาล เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตและเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรอีกทางหนึ่งด้วย.

อาหารที่คนเรารับประทานจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ ซึ่งจุลินทรีย์ในอาหารจะเจริญเติบโตได้และเอนไซม์ในอาหารจะทำงานได้ดีเมื่อมีน้ำเพียงพอ ดังนั้นวิธีหนึ่งที่จะป้องกันกระบวนการดังกล่าวคือ การทำให้อาหารแห้งหรือการดึงน้ำออกจากอาหาร จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณความชื้นที่ป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์โดยทั่วไปจะดึงน้ำออกจนเหลือต่ำกว่าร้อยละ 10 ถ้าจะป้องกันการเสื่อมเสียเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีควรจะลดให้ต่ำลงอีกประมาณร้อยละ 5 (บุญหลง, 2521) ผักมีส่วนประกอบของน้ำตาลอยู่ต่ำมากจึงสามารถทำให้แห้งสนิท ความชื้นจึงต้องต่ำกว่า 5% ซึ่งแตกต่างจากผลไม้ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลสูง จึงไม่สามารถทำให้แห้งสนิทได้ ความชื้นจึงอยู่ระหว่าง 10-15% (หุทัยธนาสันต์, 2518).

การทำแห้งไม่ว่าจะโดยวิธีการทำแห้งด้วยแสงแดดหรือการทำแห้งด้วยเครื่องจะมีหลักการอยู่ 2 ประการคือ จะต้องให้ความร้อนแก่อาหารและจะต้องระเหยความชื้นออกจากอาหาร ซึ่งข้อสำคัญคือ (1) ให้อากาศอุ่นล้อมรอบอาหารเนื่องจากอากาศอุ่นจุความชื้นได้มากกว่าอากาศเย็น (2) ให้มีการหมุนเวียนอากาศ (3) ให้ความชื้นในสูญญากาศซึ่งจะเป็นการเพิ่มการระเหยน้ำได้ที่อุณหภูมิต่ำ (4) ตัดอาหารเป็นชิ้นเล็กเพื่อเพิ่มผิวหน้าสัมผัสกับอากาศร้อน (5) จุ่มอาหารลงในน้ำต่าง เพื่อให้ น้ำระเหยผ่านเปลือกได้ง่ายขึ้น (6) รมควันกำมะถัน เพื่อชะลอการทำงานของเอนไซม์ที่จะทำให้เกิดสีคล้ำในอาหาร ทั้งยังมีผลต่อเชื้อจุลินทรีย์ทำให้ น้ำที่อยู่ภายในเคลื่อนที่สู่ผิวอาหารได้เร็วขึ้น (สินธวาลัย, 2525).

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลของกระบวนการก่อนการอบแห้งและอุณหภูมิต่อคุณภาพของสินค้าอบแห้ง ตลอดจนอายุการเก็บรักษาของสินค้าอบแห้ง.

อุปกรณ์และวิธีการ

ตู้อบแห้ง โดยใช้ตู้อบไฟฟ้าแบบถาด (Cabinet tray dryer) Type HA 40 มีขนาดกว้าง 1.22 เมตร สูง 1.68 เมตร และลึก 0.79 เมตร มีปริมาตร 1.62 ลูกบาศก์เมตร ช่วงอุณหภูมิสูงสุด 200 องศาเซลเซียส ประกอบด้วยตัวควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) สามารถตั้งเวลาทำงานของขดลวดความร้อนได้ ด้านในมีตะแกรงโปร่ง 6 ชั้น เพื่อวางผลไม้ที่จะอบแห้ง มีพัดลมกระจายความร้อนและระเหยความชื้นด้วยอัตรา 3.82 ลบ.เมตร/นาทิจ หรือมีความเร็วลม 311.5 เมตร/นาทิจ ด้านบนมีช่องระบายความชื้นออกจากตู้อบ เส้นผ่าศูนย์กลาง 12.5 ซม. อากาศอุณหภูมิจากหน้าปัดด้านหลังของตู้อบ.

วัตถุประสงค์ เส้นจ๊อบแห้งสายพันธุ์ซึ่งช่วยให้จากภาควิทยาศาสตร์เทคโนโลยีทางพืช สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ โดยนำเส้นจ๊อบมาทำความสะอาดก่อนนำไปทำการทดลอง.

การศึกษาผลของกระบวนการก่อนการอบแห้งดังนี้คือ :

1. ลวกในน้ำเดือด นาน 2 นาที
2. ลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5% นาน 2 นาที
3. ลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5% นาน 2 นาที และนำไปรมควันกัมมะถัน 0.5% (น้ำหนัก/น้ำหนัก) นาน 1 ชั่วโมง

โดยกระบวนการก่อนการอบแห้งทั้ง 3 วิธี เพื่อช่วยเพิ่มอัตราการอบแห้งและกระบวนการในข้อ 3. มีการรมควันกัมมะถันเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพด้านสีของเส้นจ๊อบแห้ง (พวงจันทร์แดง, 2533).

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการอบแห้ง

1. โดยวางเส้นจ๊อบที่ผ่านกระบวนการก่อนการอบแห้งตามข้อ 3. บนตะแกรงภายในตู้อบขนาด 2 กิโลกรัม และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในขณะที่อากาศภายนอกตู้อบมีอุณหภูมิประมาณ 25-32 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60-70 แล้วนำเส้นจ๊อบออกมาปอกเปลือกและควั่นเมล็ดเส้นจ๊อบ เมื่ออบไปได้ 8, 8 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ.

2. อบแห้งเส้นจ๊อบในตู้อบไฟฟ้าแบบถาด โดยใช้เวลาในการอบแห้ง 14, 13 และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ (พวงจันทร์แดง, 2533).

การวิเคราะห์ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ส่วนที่เหลือ โดยการนำเส้นจ๊อบแห้งที่ผ่านกระบวนการก่อนการอบแห้งในข้อที่ 3. มาวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ส่วนที่เหลือ โดยวิธีการกลั่น.

การทดสอบคุณภาพด้านสี โดยเปรียบเทียบกับสีมาตรฐาน Munsell Book of Color.

การทดสอบคุณภาพ ประเมินผลคุณภาพของเส้นจ๊อบแห้งด้วยการทดสอบชิม ซึ่งมีวิธีการให้คะแนนแบบ Hedonic Scale 5 ระดับ วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลโดยสุ่มตลอดในบล็อก (Factorial in Randomized Block Design) ใช้ผู้ทดสอบที่ชำนาญ (Trained taste panel) จำนวน 10 คน ทดสอบรวม 3 ซ้ำ โดยแบ่งคะแนนใน Hedonic Scale เป็นดังนี้คือ :

ระดับคะแนน 1, 2, 3, 4 และ 5 หมายถึง ไม่ชอบมาก, ไม่ชอบ, รู้สึกเฉยๆ, ชอบ และชอบมากตามลำดับ.

ศึกษาอายุการเก็บของลันจ๊อบแห้ง โดยนำลันจ๊อบแห้งบรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรฟิลีน แล้วศึกษาการเปลี่ยนสี โดยเปรียบเทียบกับสีมาตรฐาน Munsell Book of Color ที่อายุการเก็บ 0, 3 และ 6 เดือน.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของกระบวนการก่อนการอบแห้งและอุณหภูมิต่อการทดสอบคุณภาพ

จากข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 1. พบว่ากระบวนการก่อนการอบแห้ง ได้แก่ การลวกลันจ๊อบในน้ำเดือดและลวกลันจ๊อบในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของลันจ๊อบแห้ง ส่วนการลวกลันจ๊อบในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์แล้วผ่านการรมควันกำมะถัน จะช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลได้ ส่วนอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมีผลกระทบต่อคุณภาพของลันจ๊อบแห้งในด้านรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้ทดสอบโดยตรง.

ในด้านสีของลันจ๊อบแห้งพบว่า กระบวนการก่อนการอบแห้งและอุณหภูมิไม่มีผลต่อการยอมรับ ลันจ๊อบแห้งจะมีสีออกเหลืองปนน้ำตาล ผู้ทดสอบยอมรับลันจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

ในด้านกลิ่นของลันจ๊อบแห้งพบว่า กระบวนการก่อนการอบแห้งและอุณหภูมิไม่มีผลต่อการยอมรับ ลันจ๊อบแห้งจะมีกลิ่นเฉพาะที่แตกต่างออกไปจากกลิ่นลันจ๊อบสด โดยผู้ทดสอบยอมรับลันจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

ในด้านรสชาติของลันจ๊อบแห้งพบว่า ลันจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ จะมีคะแนนการยอมรับสูงกว่าลันจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง ผู้ทดสอบยอมรับลันจ๊อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส มากกว่าและแตกต่างจากการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การที่ลันจ๊อบแห้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส มีรสชาติดีกว่าลันจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส อาจเป็นผลจากปฏิกิริยาการเมลลเซชัน (Caramellization) ซึ่งกล่าวได้ว่า น้ำตาลเมื่อถูกความร้อนสูงจะทำให้เกิดการไหม้ จึงพบว่าน้ำตาลไหม้จะให้รสขมเล็กน้อย ซึ่งเป็นสารที่เรียกว่าไอโซมชกโตรซาน นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเนื่องจากการทำแห้ง มักจะทำให้กลิ่นรสเดิมของผักผลไม้เปลี่ยนแปลงไป สารที่ให้กลิ่นรสส่วนใหญ่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดและปฏิกิริยาอื่นๆ (ทัตเชพานิชกุล, 2532) อย่างไรก็ตามลันจ๊อบที่ผ่านการลวกในน้ำเดือดและผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ได้รับคะแนนสูงสุดโดยได้รับคะแนนเฉลี่ย 3.60 คะแนน เพราะว่ามีน้ำในเซลล์จะค่อยๆ ระเหยออกมาอย่างช้าๆ ที่อุณหภูมิต่ำและมีปริมาณน้ำตาลไหม้ต่ำ.

Table 1. Sensory scores of color, flavor, taste, texture and general acceptability of dried Lychee.

Quality* treatment	Color	Flavor	Taste	Texture	General acceptability
1	3.40 ^{a**}	3.23 ^a	3.60 ^a	3.70 ^a	3.43 ^{ab}
2	3.33 ^a	2.83 ^a	3.10 ^{abc}	3.13 ^{abc}	3.30 ^{ab}
3	3.43 ^a	3.33 ^a	3.37 ^{ab}	3.63 ^a	3.67 ^a
4	3.77 ^a	3.40 ^a	3.17 ^{abc}	3.43 ^{ab}	3.37 ^{ab}
5	3.40 ^a	3.47 ^a	3.47 ^a	2.83 ^{bc}	3.40 ^{ab}
6	3.27 ^a	3.36 ^a	3.13 ^{abc}	3.27 ^{abc}	3.20 ^{ab}
7	3.01 ^a	3.66 ^a	2.73 ^{bc}	2.87 ^{bc}	2.93 ^{ab}
8	3.33 ^a	2.90 ^a	2.53 ^c	2.70 ^{bc}	2.50 ^b
9	2.93 ^a	2.97 ^a	2.90 ^{abc}	2.63 ^c	2.63 ^b

- * 1 = Blanching in boiling water and drying at 60 °C
 2 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution and drying at 60 °C
 3 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution, sulphuring and drying at 60 °C
 4 = Blanching in boiling water and drying at 70 °C
 5 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution and drying at 70 °C
 6 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution, sulphuring and drying at 70 °C
 7 = Blanching in boiling water and drying at 80 °C
 8 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution and drying at 80 °C
 9 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution, sulphuring and drying at 80 °C

** Values within a column with no common superscripts are significantly different (P < .05)

ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นจ๊อบแห้งพบว่า เส้นจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่มีอุณหภูมิต่ำจะมีคะแนนการยอมรับสูงกว่าเส้นจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่มีอุณหภูมิสูง ผู้ทดสอบยอมรับเส้นจ๊อบแห้งที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มากกว่าที่อุณหภูมิอื่นโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การที่เส้นจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีเนื้อสัมผัสดีกว่าเพราะว่าปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเซลล์จะระเหยออกมาอย่างช้าๆ และมีความสม่ำเสมอทำให้เส้นจ๊อบแห้งมีเนื้อสัมผัสดี นอกจากนี้พบว่าที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะได้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งกระด้างและเกิดการเหี่ยวยุบมาก โดยปกติเซลล์โครงสร้างของผนังเซลล์มีลักษณะแข็งและยืดหยุ่นได้ เมื่อเนื้อเยื่อผ่านกระบวนการบางอย่างเช่น การลวก พบว่า จะทำให้ผนังเซลล์อ่อนตัวลง (Meyer, 1973) ซึ่งจะเป็นผลทำให้การระเหยของน้ำเร็วขึ้น ถ้าอุณหภูมิในระยะเริ่มต้นสูงขึ้นจะทำให้ผิวหน้าของอาหารแห้งเร็วจนเกินไป ทำให้ความชื้นภายในอาหารระเหยออกมาได้ยากขึ้น นอกจากนี้อาหารจะแห้งช้าลง (โทรกิ และบุญญศิริกุล, 2532) ซึ่งเป็นผลให้ผิวหน้าของอาหารแห้ง

และแข็ง การอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้อัตราการระเหยน้ำช้าและใช้เวลานานกว่า แต่จะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีและไม่แข็งกระด้างจนเกินไป การลวกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อให้อัตราการระเหยน้ำเร็วขึ้น แต่ไม่ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นจ๊อบแห้งเปลี่ยนแปลง.

ในด้านการยอมรับของเส้นจ๊อบพบว่า เส้นจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำได้รับการยอมรับสูงกว่าเส้นจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง ผู้ทดสอบยอมรับเส้นจ๊อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส มากกว่าและแตกต่างจากการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบยอมรับเส้นจ๊อบแห้งที่ผ่านการลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ผ่านการรมควันกัมมะถันและอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เนื่องจากมีรสชาติและลักษณะสัมผัสดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ.

การทดสอบคุณภาพด้านสีของเส้นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 6 เดือน โดยเทียบสีกับสีมาตรฐาน Munsell Book of Color พบว่า เส้นจ๊อบแห้งมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลทุกกรรมวิธี แต่กรรมวิธีที่ผ่านการรมควันและอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ.

เส้นจ๊อบที่ผ่านการลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ผ่านการรมควันกัมมะถัน และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงสีน้อยที่สุด หลังการอบแห้งจะมีสีเหลืองส้มคือ 7.5 YR 6/10 ถึง 10 YR 7/10 เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นสีจะค่อยๆ เปลี่ยนไปโดยเมื่อเก็บรักษาไว้ 6 เดือน จะเปลี่ยนเป็นสีส้มเหลืองคือ 7.5 YR 4/6 ถึง 7.5 YR 6/8 ซึ่งเป็นผลดีในด้านการยอมรับเรื่องสีเพราะว่า หลังการอบแห้งเส้นจ๊อบจะมีสีจืดและเมื่อเก็บรักษาไว้ 6 เดือน จะทำให้สีเข้มขึ้นเป็นสีส้มเหลืองซึ่งจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ส่วนเส้นจ๊อบที่ไม่ผ่านการรมควันกัมมะถันจะมีการเปลี่ยนแปลงสีมากกว่า เมื่อเก็บรักษาไว้ 6 เดือน เส้นจ๊อบแห้งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 7.5 YR 4/2 ถึง 7.5 YR 4/4 ดังแสดงในตารางที่ 2. ทั้งนี้เนื่องจากว่าการใช้ซิลเวอร์ไดออกไซด์จะช่วยยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลกับกรดอะมิโน เมื่อปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นในอาหารจะทำให้อาหารมีสีดำและสร้างกลิ่นรสต่างๆ ขึ้น.

เส้นจ๊อบที่ผ่านการลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ผ่านการรมควันกัมมะถัน และอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หลังการอบแห้งจะมีสีคล้ำกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แม้ว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ผ่านการรมควันกัมมะถันและอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ก็ตาม แต่จะมีสีดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่อบแห้งที่อุณหภูมิเดียวกัน เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น จะเกิดการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำขึ้น โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ไม่ผ่านการรมควันกัมมะถัน โดยจะเปลี่ยนจากสีส้มคือ 5 YR 6/10 ถึง 5 YR 7/10 เป็นสีน้ำตาลคล้ำคือ 5 YR 4/2 ถึง 5 YR 4/6 ส่วนเส้นจ๊อบที่ไม่ผ่านการรมควันกัมมะถันจะมีการเปลี่ยนแปลงสีมากกว่าเมื่อเก็บรักษาไว้ 6 เดือน เส้นจ๊อบจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำคือ 5 YR 3/2 ถึง 5 YR 4/4 ดังแสดงในตารางที่ 3. ทั้งนี้เกิดเนื่องจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดนั่นเอง การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเร็วขึ้น.

Table 2. The Munsell system of color notation of dried Lychee at 60 °C and storage for 6 months.

Storage time (months)	Treatment replication	1*	2*	3*
0	a	7.5 YR 7/10	7.5 YR 6/8	7.5 YR 6/10
	b	10 YR 7/8	7.5 YR 7/10	10 YR 7/10
	c	7.5 YR 6/10	7.5 YR 7/8	10 YR 7/8
3	a	7.5 YR 4/6	7.5 YR 4/6	7.5 YR 6/6
	b	7.5 YR 5/8	7.5 YR 5/6	7.5 YR 6/8
	c	7.5 YR 6/6	7.5 YR 5/8	7.5 YR 6/8
6	a	7.5 YR 4/2	7.5 YR 4/2	7.5 YR 6/8
	b	7.5 YR 4/4	7.5 YR 4/4	7.5 YR 5/6
	c	7.5 YR 4/4	7.5 YR 4/4	7.5 YR 4/6

* 1 = Blanching in boiling water

2 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution

3 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution and sulphuring

Table 3. The Munsell system of color notation of dried Lychee at 70 °C and storage for 6 months.

Storage time (months)	Treatment replication	1*	2*	3*
0	a	5 YR 6/6	5 YR 6/10	5 YR 7/10
	b	5 YR 6/8	5 YR 6/10	5 YR 6/10
	c	5 YR 6/8	5 YR 6/10	5 YR 6/12
3	a	5 YR 4/6	5 YR 5/4	5 YR 5/6
	b	5 YR 4/6	5 YR 4/6	5 YR 5/4
	c	5 YR 4/6	5 YR 5/4	5 YR 5/6
6	a	5 YR 3/2	5 YR 3/2	5 YR 4/2
	b	5 YR 3/2	5 YR 3/2	5 YR 4/4
	c	5 YR 4/4	5 YR 3/2	5 YR 4/6

* 1 = Blanching in boiling water

2 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution

3 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution and sulphuring

สำหรับลิ้นจี่ที่ผ่านการลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ผ่านการรมควันกัมมะถันและอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียส หลังการอบแห้งจะมีสีเหลืองแดงคือ 2.5 YR 5/8 ถึง 2.5 YR 6/4 เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นสีจะเปลี่ยนแปลงไป โดยลิ้นจี่อบแห้งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเกือบดำเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 6 เดือน นอกจากนี้ยังพบว่าลิ้นจี่ทุกกรรมวิธีที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จะมีการเปลี่ยนแปลงสีเร็วมาก ลิ้นจี่ที่ผ่านกระบวนการก่อนการอบแห้งจะมีการเปลี่ยนแปลงสีเท่ากันทุกกระบวนการ ดังแสดงในตารางที่ 4.

Table 4. The Munsell system of color notation of dried Lychee at 80 °C and storage for 6 months.

Storage time (months)	Treatment replication	1*	2*	3*
0	a	2.5 YR 6/14	2.5 YR 6/12	2.5 YR 5/10
	b	2.5 YR 6/10	2.5 YR 5/10	2.5 YR 5/8
	c	2.5 YR 6/10	2.5 YR 5/10	2.5 YR 6/4
3	a	2.5 YR 4/8	2.5 YR 5/6	2.5 YR 4/8
	b	2.5 YR 4/6	2.5 YR 4/6	2.5 YR 5/6
	c	2.5 YR 4/4	2.5 YR 5/6	2.5 YR 5/6
6	a	2.5 YR 4/2	2.5 YR 4/2	2.5 YR 4/2
	b	2.5 YR 4/2	2.5 YR 4/2	2.5 YR 4/2
	c	7.5 YR 4/2	2.5 YR 4/2	2.5 YR 4/2

* 1 = Blanching in boiling water

2 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution

3 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution and sulphuring

แสดงให้เห็นว่า การใช้อุณหภูมิสูงในการอบแห้ง แม้จะมีการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก็ไม่สามารถยับยั้งการเปลี่ยนแปลงสีที่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ส่วนที่เหลือมีปริมาณค่อนข้างต่ำ กล่าวคือพบว่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ส่วนที่เหลือหลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 เดือน ในลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการรมควันกัมมะถันและอบแห้งที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางที่ 5. เนื่องจากการรมควันทั้งเปลือกซึ่งจะเห็นได้ว่าลิ้นจี่ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์น้อยกว่าที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 และ 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นสารที่ระเหยง่ายและไปรวมตัวกับสารอื่นกลายเป็นสารที่อยู่ตัวหรือสลายไปโดยการออกซิเดชัน.

Table 5. Residual sulphurdioxide after storage at room temperature for 1 month.

Treatment*	Residual sulphurdioxide (mg/kg)
1	170.6
2	136.5
3	128.0

- * 1 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution, sulphuring and drying at 60 °C
 2 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution, sulphuring and drying at 70 °C
 3 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution, sulphuring and drying at 80 °C

สรุป

1. กระบวนการก่อนการอบแห้งไม่มีผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบ.
2. อุณหภูมิมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของล้นจืดอบแห้งในด้านรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้ทดสอบ.
3. ผู้ทดสอบยอมรับล้นจืดที่ลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ผ่านการรมควันกำมะถันและอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มากที่สุด.
4. ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ล้นจืดอบแห้งมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล โดยล้นจืดอบแห้งที่ลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ผ่านการรมควันกำมะถันและอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงสีน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ.
5. ถ้าไม่ต้องการซัลเฟอร์ไดออกไซด์ส่วนที่เหลือ ควรแปรรูปล้นจืดอบแห้งโดยผ่านการลวกในน้ำเดือดและอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส.

เอกสารอ้างอิง

- บุญทอง, นฤดม. (2521). วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คั่นทะพานิชกุล, วิชัย. (2532). เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษรไทย.
- หุทัยธนาเสน, วิชัย. (2518). หลักการถนอมและแปรรูปผักผลไม้เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สินธุวณิช, ศิริลักษณ์. (2525). เทคโนโลยีอาหาร. เล่ม 1 หลักการประกอบอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : บริษัท วรวิสาหกิจ.
- สินธุวณิช, ศิริลักษณ์. (2522). เทคโนโลยีอาหาร. เล่ม 2 หลักการถนอมและการควบคุมคุณภาพอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์บำรุงนุกิจ.

- พวงจันทร์แดง, สิงหนาท. (2533). รายงานการวิจัย เรื่อง การแปรรูปเส้นเจ๊อบแห้งระดับหมู่บ้านเกษตรกร, เชียงใหม่ : สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.
- โทวกี, อรวินท์., แอชัญญศิริกุล, ปรัชชา. (2532). อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท บี.อี.ไอ.
- Desrosier, N.W. and Desrosier, J.N. (1977). The Technology of Food Preservation 4th ed. Westport, Connecticut : The AVI Publ. Co. Inc.
- Meyer, L.H. (1973). Food Chemistry. New Delhi : Affiliated East - West Press PVT. Ltd.
- Ranganna, S. (1978). Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. New Delhi : Tata McGraw-Hill. Co. Ltd.
- Woodroof, J.G. and Luh, B.S. (1975). Commercial Fruit Processing. Westport, Connecticut : The AVI Publ. Co. Inc.
-

สายพันธุ์ลูกพลับที่เหมาะสมต่อการผลิตลูกพลับกึ่งแห้ง

ไพโรจน์ วิริยะวี¹

SUITABLE VARIETY OF PERSIMMON FOR INTERMEDIATED MOISTURE PERSIMMON PRODUCTION

Pairote Wiriyacharee¹

ABSTRACT : Four varieties of persimmon, all astrigen types, could be produced to intermediated moisture persimmon such as Hachiya, Nightingale, Ang Sai (P3) and Niu Scin (P4). In addition, the astrigen persimmon should be treated by carbondioxide before production in order to reduce soluble tannin. Fresh persimmon being suitable for intermediated moisture persimmon production should have 17-18% total soluble solid. The weight lost of fresh persimmon was 37-54% when the process was over. Intermediated moisture persimmons were composed of moisture content (30-44%), total acidity as citric acid (0.08-0.44%), reducing sugars (34-41%) and sulfurdioxide (21-135 ppm). In terms of sensory evaluation, the best variety for intermediated moisture persimmon production was Hachiya. Also panelists accepted the finished persimmon which was produced from Nightingale, Ang Sai (P3) and Niu Scin (P4). Additionally, raw materials must to be treated before production.

บทคัดย่อ : ลูกพลับสด 4 สายพันธุ์ที่เป็นชนิดผ่าคสามารถนำมาผลิตเป็นลูกพลับกึ่งแห้งได้ เช่น พันธุ์ Hachiya, Nightingale, Ang Sai (P3) และ Niu Scin (P4) โดยลูกพลับสดดังกล่าวควรผ่านกรรมวิธีการลดความฝาด โดยวิธีบรรจุในบรรยากาศของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อลดปริมาณแทนนินที่ละลายได้ ก่อนที่จะนำมาผลิตเป็นลูกพลับกึ่งแห้ง จากผลการทดลองพบว่าลูกพลับสดที่สามารถนำมาผลิตเป็นลูกพลับกึ่งแห้งควรมีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดประมาณร้อยละ 17-18 เมื่อนำมาผลิตเป็นลูกพลับกึ่งแห้งแล้วน้ำหนักจะลดลงร้อยละ 37-54 โดยมีความชื้นในผลิตภัณฑ์สุดท้ายร้อยละ 30-44 ความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดซิตริกร้อยละ 0.08-0.44 น้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 34-41 และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 21-135 ส่วนในล้านส่วน ในด้านความนิยมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลูกพลับกึ่งแห้ง พบว่าลูกพลับสายพันธุ์ที่มีการยอมรับมากที่สุดคือ Hachiya นอกจากนี้ยังมีสายพันธุ์อื่นๆ ที่มีการยอมรับสูงเช่นกัน เช่น พันธุ์ Nightingale, Ang Sai (P3) และ Niu Scin (P4) และสายพันธุ์ที่นำมาผลิตจะต้องผ่านการลดความฝาดมาก่อนด้วย.

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

¹ Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50002.

คำนำ

ลูกพลับ (Persimmon) เป็นผลไม้เมืองหนาว ซึ่งอยู่ในตระกูล Ebenaceae อยู่ใน genus *Diospyres* มีอยู่หลายสายพันธุ์มากมายในโลกนี้ เช่น ลูกพลับอเมริกา (*D. virginiana*) ลูกพลับเทพพลับ (*D. lotus*) และพลับประมาท *D. kaki* เป็นต้น ถิ่นกำเนิดเบื้องต้นในประเทศจีนและประเทศญี่ปุ่น สำหรับในประเทศไทยนั้นมีปลูกกันทางภาคเหนือ เช่นลูกพลับพันธุ์กล้วยถาญี (*D. glandulosa*) พันธุ์ตะโกนา (*D. rhodocalyx*) พันธุ์ตะโกสวน (*D. malabarica*) พันธุ์จันเข่า (*D. dasyphylla*) และมะพลับดง (*D. schmidtii*) เป็นต้น.

เนื้อผลลูกพลับจะแข็ง เมื่อผลสุกเต็มที่จะเปลี่ยนเป็นสีแดงส้ม เนื้อผลนุ่มเมล็ดมีสีน้ำตาลแก่ พลับบางสายพันธุ์มีรสฝาด (Astringen) บางพันธุ์มีรสหวาน (Non-astringen) พันธุ์ที่มีรสฝาดเมื่อผลยังไม่สุกจะมีรสฝาด ถ้าหากต้องการบริโภคสดต้องผ่านขั้นตอนการลดความฝาดก่อน เมื่อผลสุกเต็มที่จะมีสีแดงส้ม เนื้อผลนุ่ม รสหวาน ได้แก่ พันธุ์ Hachiya, Tanenashi, Nightingale, Hong Sue, Xichu, Ang Sai และ Niu Scin เป็นต้น ส่วนพันธุ์ที่มีรสหวานกรอบไม่ฝาด เก็บทานได้เลย ได้แก่พันธุ์ Fuyu เป็นต้น.

โดยทั่วไปลูกพลับที่มีรสหวานมักจะนำมารับประทานสดได้ มีรสหวานหอม ราคาค่อนข้างแพง ส่วนพันธุ์ที่มีรสฝาดเป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพไม่ค่อยดีนัก ซึ่งปลูกมากในประเทศไทยขณะนี้ ราคาค่อนข้างถูก ดังนั้นในสายพันธุ์ที่ฝาดมักนำมาลดความฝาดก่อนที่จะนำมาบริโภคได้ อย่างไรก็ตามการนำลูกพลับมาทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ลูกพลับกึ่งแห้งน่าจะมีแนวโน้มที่ดีเนื่องจากในฤดูกาลมีปริมาณมาก การนำเทคโนโลยีการผลิตอาหารกึ่งแห้งมาใช้จะทำให้สามารถเก็บลูกพลับไว้บริโภคได้นานและราคาก็สามารถจำหน่ายได้ดีพอสมควร เป็นการลดการสั่งเข้าลูกพลับจากต่างประเทศเข้ามาบริโภคซึ่งมีราคาจำหน่ายที่สูงมาก อีกทั้งเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกพลับ เพื่อให้มีคุณภาพในการส่งออกจำหน่ายต่างประเทศได้อีกด้วย (Scow et. al., 1988).

การทดลองครั้งนี้ต้องการที่จะทราบว่าลูกพลับสายพันธุ์ใดมีความเหมาะสมที่จะนำมาผลิตเป็นลูกพลับกึ่งแห้งให้มีคุณภาพที่ดีเหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกพลับกึ่งแห้งในอนาคต.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การเตรียมวัตถุดิบ ลูกพลับที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นลูกพลับที่ได้รับจากโครงการหลวง มีทั้งหมด 7 สายพันธุ์ ดังนี้ :

1. สายพันธุ์ Hachiya (Treated)
2. สายพันธุ์ Tanenashi (Treated)
3. สายพันธุ์ Nightingale (Treated)
4. สายพันธุ์ Hong suc (P1) (Untreated และ Treated)
5. สายพันธุ์ Xichu (P2) (Treated)
6. สายพันธุ์ Ang Sai (P3) (Untreated และ Treated)
7. สายพันธุ์ Niu Scin (P4) (Untreated และ Treated)

ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้ จึงแบ่งการทดลองเป็น 10 สิ่งทดลอง โดยมีลูกพลับสายพันธุ์ต่างๆ ทั้งที่ผ่านขั้นตอนการลดความฝาดมาแล้ว และไม่ผ่านขั้นตอนการลดความฝาดมาทำการทดลอง.

กรรมวิธีการผลิตลูกพลับกิ่งแห้ง นำลูกพลับสดที่มีค่าความสุก (Maturity) ประมาณร้อยละ 80 จะเป็นลูกพลับสดที่เหมาะสมที่จะนำมาทำลูกพลับกิ่งแห้งได้เป็นอย่างดี โดยจะนำมาคัดเลือกเอาผลที่ไม่สมบูรณ์หรือผลดิบเกินไปออกเสียตลอดจนผลที่เป็นโรค และมีการนำเสียออกก่อน ถ้าเป็นลูกพลับฝาดนี้จำเป็นต้องผ่านกรรมวิธีการลดความฝาดโดยการเปลี่ยน Soluble tannin เป็น Insoluble tannin โดยวิธีการบรรจุในถุงพลาสติกที่อัดด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (แต่การทดลองนี้มีสิ่งทดลองบางสิ่งทดลองที่ใช้วัตถุดิบที่ไม่ผ่านกรรมวิธีการลดความฝาดมาทดลองเพื่อหาข้อมูลเปรียบเทียบกับลูกพลับที่ผ่านการลดความฝาด).

ลูกพลับที่ทำการคัดเลือกแล้วจะนำมาปอกเปลือกด้วยมีดปอกเฉพาะซึ่งคว่ำใบมีดควรทำด้วยทองเหลือง ห้ามใช้มีดที่ทำจากเหล็กมาปอก เพราะอาจเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวได้ อีกทั้งอาจเกิดสีดำเนื่องจากเหล็กทำปฏิกิริยากับสารประกอบ Tannin ได้ เสร็จแล้วควรวางบนภาชนะที่สะอาดสานด้วยไม้ไผ่จะดีกว่าการวางบนถาดเหล็ก ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับข้างต้น จากนั้นจะนำผลลูกพลับไปเก็บไว้ในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 16-24 ชั่วโมง แล้วนำมารมกำมะถัน (Sulfuring) โดยใช้ก้อนกำมะถัน 10 กรัม ต่อดูบที่มีขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร การรมควันนี้เพื่อต้องการฆ่าแมลงที่ติดมากับผลไม้ ไข่แมลงที่ติดมากับผลไม้ ป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันของผลไม้ ชะงักการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะพวกเชื้อรา อีกทั้งมีประโยชน์ต่อการทำให้สีผลิตภัณฑ์ดีด้วยเมื่อทำแห้ง ตลอดจนป้องกันการเกิดสีน้ำตาลแก่ผลลูกพลับได้ โดยในขั้นตอนนี้จะทำการรมควันนาน 20 นาที.

เมื่อได้ทีแล้วจะนำมาอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส จนได้ลูกพลับกึ่งแห้ง ซึ่งในระหว่างการอบควรมีการเปิดลิ้นลูกพลับหรือฉีกผลลูกพลับให้อ่อนตัวลง โดยทำ 2-3 ครั้งต่อวัน โดยมีเทคนิคช่วยในการทำให้เนื้อนุ่มในลูกพลับ โดยนำลูกพลับออกมาจากตู้อบแล้ววางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 6-8 ชั่วโมง จะทำให้น้ำในเนื้อผลซึมผ่านมายังเนื้อผลด้านนอก ทำให้การระเหยของน้ำดีขึ้น ลดปัญหาการเกิด Case hardening ลงได้เป็นอย่างดี หลังจากนั้นอาจจะมีขั้นตอนการรมกำมะถันอีกครั้งก่อนเสร็จสิ้นการผลิต 1 วัน เพื่อฆ่าเชื้อโรคที่อาจปนเปื้อนในระหว่างการผลิต การทดสอบนี้จะใช้เวลาในการอบแห้ง 5 วัน แล้วนำมาบรรจุในภาชนะที่สะอาด (ถ้าสามารถบรรจุในถุงบรรจุสุญญากาศซึ่งมีคุณภาพการเก็บรักษาดีขึ้น) อาจทำการเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (ประมาณ 10 องศาเซลเซียส) แผนภาพกรรมวิธีการผลิตลูกพลับกึ่งแห้ง ดังแสดงในแผนภาพที่ 1.

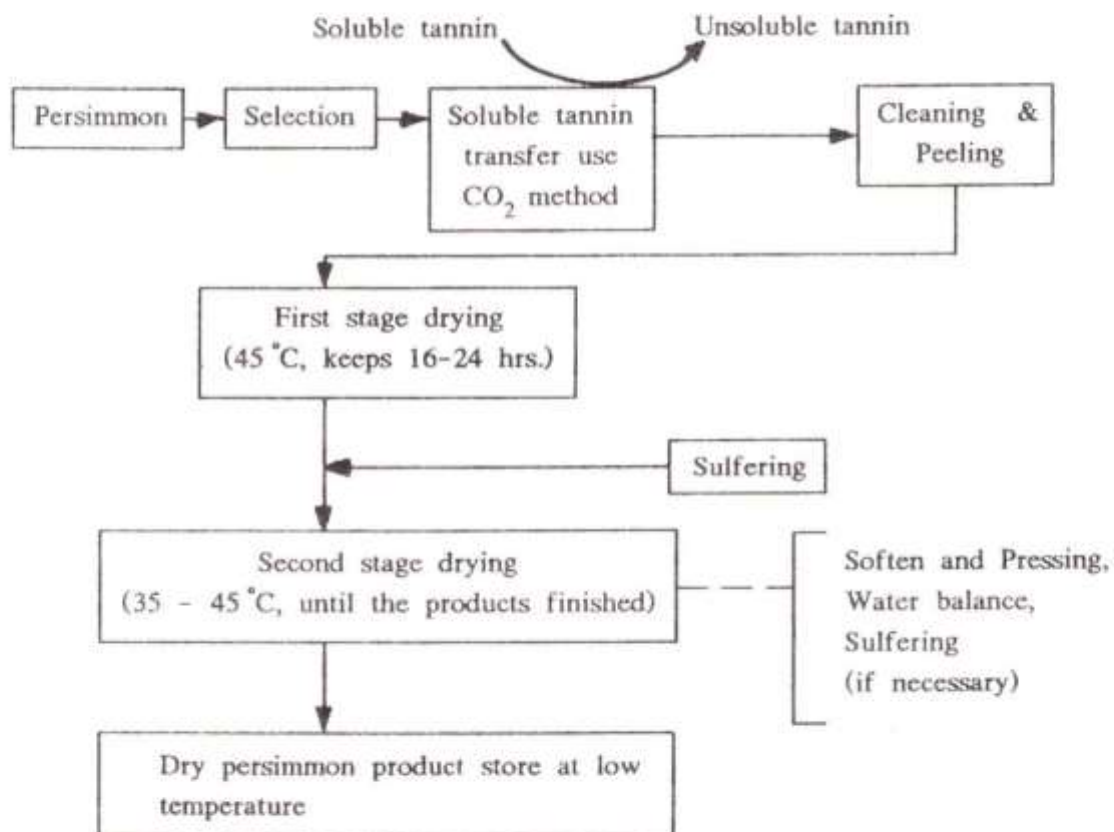


Figure 1. Dry persimmon product processing.

การวิเคราะห์ทางเคมี ลูกพลับกิ่งแห้งที่ผลิตได้ 10 ตัวอย่างจะนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี เช่น ความชื้น (Moisture) ปริมาณกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดซิตริก (Total acidity as citric acid) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugars) และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide) ตามวิธีของ AOAC (1984), Miller (1959), Pearson (1976) และ วิจัยจารี กับหนังสือที่กิตติคุณ (2533).

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส การทดสอบครั้งนี้จะเป็นการทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลูกพลับกิ่งแห้ง ในด้านสีที่ปรากฏ (Colour) กลิ่น (Flavour) รสชาติ (Taste) ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) และความนิยม (Overall acceptability) โดยนำตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่างมาทำการทดสอบชิม โดยการให้คะแนนตามความชอบในลักษณะต่างๆ ของแต่ละท่านโดยหลักการให้คะแนนจะใช้แบบ Hedonic scaling method ซึ่งการทดลองชิมครั้งนี้จะใช้ผู้บริโภคทั่วไป 12 ท่าน ทำการทดสอบและประเมินค่าดังกล่าว (Gatchalian, 1981; Institute of Food Technologists, 1981).

การวิเคราะห์ผลและแปรผล ข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะนำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบ F-test โดยเฉพาะการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ Stat-Pack Package (Walonic, 1987).

ผลการทดลองและวิจารณ์

ลูกพลับสดที่นำมาทดลองมีความชื้นประมาณร้อยละ 81.90 ± 0.04 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ประมาณ 4.99 ± 0.10 ค่าปริมาณกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดซิตริกคิดเป็น ร้อยละ 0.097 ± 0.029 และประมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ประมาณร้อยละ 17.6 ± 0.5 ขนาดของผลลูกพลับแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของลูกพลับ ซึ่งมีน้ำหนักตั้งแต่ 85-200 กรัม จากการทดลองครั้งนี้ค่าที่น่าจะนำมาใช้เป็นดัชนีในการบ่งชี้ถึงลูกพลับที่เหมาะสมต่อการนำมาผลิตเป็นลูกพลับกิ่งแห้งซึ่งควรมีความสุกประมาณร้อยละ 80 นั่นคือ ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total soluble solid) ซึ่งควรมีค่าประมาณร้อยละ 17-18 จะได้ลูกพลับกิ่งแห้งที่มีคุณภาพดี ถ้าจะใช้วิธีการสังเกตจากสีผิวของผลลูกพลับแล้ว สีผิวควรมีสีออกเหลืองส้ม.

จากผลการทดลองหาอัตราส่วนน้ำหนักผลสดต่อน้ำหนักผลพลับกิ่งแห้งจะเห็นได้ว่ามีอัตราส่วน ตั้งแต่ 4:1 ถึง 6:1 (ตาราง 1.) ซึ่งลูกพลับกิ่งแห้งจะมีน้ำหนักเป็น ร้อยละ 17.60-27.80 ของน้ำหนักผลสดจากการวิเคราะห์ทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกพลับกิ่งแห้งแสดงในตารางที่ 2.

Table 1. Weight ratio between fresh persimmon and intermediated moisture (IM) persimmon.

Varieties	Fresh persimmon (g)	IM persimmon		Ratio Fresh : IM fruit
		(g)	(%) ^a	
Hong Sue (P1)	1,500	265	17.67	6:1
Xichu (P2)	3,400	790	23.24	4:1
Ang sai (P3)	2,100	510	24.28	4:1
Niu Scin (P4)	2,500	695	27.80	4:1
Nightingale	5,000	1,040	20.80	5:1
Tanenashi	5,000	880	17.60	6:1

^a as percentage of fresh fruit**Table 2.** Chemical results of IM persimmon.

IM persimmon varieties	Moisture content (%)	Total acidity (%) ^a	Reducing sugars (%)	SO ₂ (ppm)
Hachiya	37.91±0.24 ^b	0.44±0.01	44.09±0.14	37.50±3.53
Tanenashi	34.86±0.13	0.11±0.03	43.57±0.47	22.50±3.53
Nightingale	33.67±1.03	0.23±0.01	45.20±0.84	21.00±1.41
Hong Sue (Untreated)	34.34±0.44	0.29±0.01	34.38±0.44	38.00±2.83
Hong Sue (Treated)	30.30±0.18	0.20±0.03	41.79±0.45	135.00±7.07
Xichu (Treated)	44.44±0.76	0.11±0.01	35.35±0.13	98.00±2.83
Ang Sai (Untreated)	30.71±1.64	0.09±0.01	41.16±0.35	37.50±3.53
Ang Sai (Treated)	35.66±1.77	0.08±0.01	44.78±0.09	45.00±7.07
Niu Scin (Untreated)	36.91±0.86	0.14±0.02	40.91±0.73	40.00±7.07
Niu Scin (Treated)	35.16±0.15	0.16±0.02	52.97±0.01	40.00±7.07

^a as citric acid^b mean ± standard deviation

จากผลการทดลองความชื้นของผลิตภัณฑ์ลูกพลับทั้งแห้งจะอยู่ในช่วงร้อยละ 30.30-44.44 ซึ่งลดลงจากลูกพลับสดลงมาถึงร้อยละ 40-54 จากค่าความชื้นที่ได้ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายน่าจะเป็นลักษณะผลิตภัณฑ์กึ่งแห้ง (Intermediated moisture persimmon) มากกว่าเป็นผลิตภัณฑ์แห้ง เนื่องจากความชื้นดังกล่าว ปัญหาที่น่าจะต้องระวังคือ การปนเปื้อนจากเชื้อราและเชื้อยีสต์ที่อาจมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาได้ (Davies *et. al.*, 1976).

ความเป็นกรดทั้งหมดที่คิดเทียบกับการดซิดริคในผลิตภัณฑ์ลูกปลั้กกึ่งแห้ง จะอยู่ในช่วงร้อยละ 0.08-0.44 แต่ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงร้อยละ 0.08-0.29 มีผลิตภัณฑ์ลูกปลั้กกึ่งแห้งที่ผลิตมาจากสายพันธุ์ Hachiya จะมีความเป็นกรดทั้งหมดค่อนข้างสูง (ร้อยละ 0.44).

ลูกปลั้กกึ่งแห้งที่ผลิตมาจากสายพันธุ์ที่ทำการลดความฝาดแล้ว จะมีค่าน้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 35.35-52.97 และเป็นที่น่าสนใจกว่าลูกปลั้กกึ่งแห้งที่ผลิตมาจากสายพันธุ์ที่ผ่านขั้นตอนการลดความฝาดมาก่อนการผลิตจะมีค่าน้ำตาลรีดิวซ์ มากกว่าลูกปลั้กกึ่งแห้งที่ผลิตมาจากสายพันธุ์เดียวกันแต่ไม่ผ่านการลดความฝาด เช่นลูกปลั้กกึ่งแห้งที่ผลิตจากสายพันธุ์ Niu Scin (Untreated) มีค่าน้ำตาลรีดิวซ์ ร้อยละ 40.91 ± 0.73 แต่พันธุ์เดียวกันที่ผ่านการลดความฝาดมีค่าร้อยละ 52.97 ± 0.01 เป็นต้น (ตารางที่ 2.) และสายพันธุ์ Niu Scin นี้มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุด มากกว่าลูกปลั้กกึ่งแห้งที่ผลิตจากสายพันธุ์อื่นๆ เช่น Hachiya, Tancnashi และ Nightingale เมื่อทำการผ่านการลดความฝาดมาแล้ว.

ปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการรวมกันกำมะถัน ในระหว่างการผลิตลูกปลั้กกึ่งแห้ง มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันไข่แมลงหรือแมลง ตลอดจนการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจติดมากับผลลูกปลั้กสดในสวน ตลอดจนสามารถช่วยในแง่ลักษณะสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์กึ่งแห้งที่ต้องการ จากผลการทดลองปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์ลูกปลั้กกึ่งแห้งมีค่าในช่วง 21.00-135.00 ส่วนในล้านส่วน (ppm; mg/kg) โดยเฉพาะในลูกปลั้กกึ่งแห้งที่ผลิตมาจากสายพันธุ์ Hong Suc (P1) ที่ผ่านการลดความฝาดมาแล้วมีค่าปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ได้ให้อาหารนั้นตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขนั้นอนุญาตให้ใช้ซิลเฟอร์ไดออกไซด์โดยคิดเป็นปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลไม้แห้งได้ในปริมาณสูงสุดไม่เกิน 2500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522) ความปลอดภัยในการใช้หรืออันตรายที่จะได้รับจากสารประกอบชนิดนี้นั้นทราบว่ามีบริโภคน้ำเข้าไป ซิลเฟอร์ไดออกไซด์และซิลไฟด์จะถูกออกซิไดซ์ไปเป็นซิลเฟตแล้วขับถ่ายออกมาทางปัสสาวะ แต่ถ้าหากได้รับในปริมาณมากเกินไป สารนี้จะตกค้างอยู่ในร่างกายและจะไปลดการใช้โปรตีนและไขมันในร่างกาย อีกทั้งจะไปทำลายสาร Thiamine ในผลิตภัณฑ์อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามถ้าหากมีการใช้มากเกินไป อาจเกิดกลิ่นและรสกำมะถันหลงเหลือ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีการยอมรับที่ลดลงได้ (คิวเวซซ, 2524) ดังนั้นจึงจำกัคที่ควรจะให้ใช้ซิลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์ลูกปลั้กกึ่งแห้ง ควรมีค่าประมาณ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจากผลการทดลองลูกปลั้กกึ่งแห้งสายพันธุ์ Hong Suc (Treated), Xichu (Treated) มีค่าค่อนข้างมากไป ควรทำการลดปริมาณลงในขั้นตอนการรวมกันกำมะถัน แต่สายพันธุ์อื่นๆ มีค่าที่เหมาะสม โดยเฉพาะลูกปลั้กกึ่งแห้งสายพันธุ์ Tancnashi และ Nightingale.

จากผลการทดลองทางด้านประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไป 12 ท่าน ทำการทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ลูกปลั้กกึ่งแห้งที่ผลิตจากสายพันธุ์ต่างๆ 7 สายพันธุ์ ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3. และ ที่ 4.

Table 3. Sensory evaluation of IM persimmon for colour flavour and taste attributes.

IM persimmon varieties	Colour	Flavour	Taste
Hachiya	8.17±0.94 ^a	7.83±0.72 ^a	7.58±0.51 ^a
Tanenashi	4.42±2.31 ^c	6.50±1.31 ^b	7.08±1.24 ^a
Nightingale	7.50±1.09 ^a	6.17±1.34 ^b	6.75±1.21 ^a
Hong Sue (Untreated)	6.00±1.41 ^b	5.25±1.60 ^c	5.08±1.38 ^c
Hong Sue (Treated)	6.33±1.43 ^b	5.33±1.82 ^c	4.08±2.10 ^c
Xichu (Treated)	3.25±1.71 ^c	5.75±1.21 ^b	5.83±1.64 ^b
Ang Sai (Untreated)	6.50±2.02 ^b	5.00±1.41 ^c	3.58±2.39 ^d
Ang Sai (Treated)	6.92±1.24 ^b	5.75±1.71 ^b	6.42±1.88 ^a
Niu Scin (Untreated)	6.08±1.50 ^b	5.25±1.71 ^c	4.75±1.60 ^c
Niu Scin (Treated)	7.00±0.95 ^a	6.75±1.05 ^b	7.42±0.99 ^a

Note :

1. use 12 general panelists
2. mean within column with different superscripts differ significantly at $P < 0.05$
3. large score means better attribute than small score

จากผลการทดลองความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลูกพลับกิ่งแห้งสายพันธุ์ Hachiya, Nightingale และ Niu Scin (Treated) มีลักษณะสีปรากฏที่ดีกว่าลูกพลับกิ่งแห้งสายพันธุ์อื่นๆ กล่าวคือมีสเกลความชอบในแง่สีผลิตภัณฑ์เท่ากับ 7.00-8.17 ส่วนลูกพลับกิ่งแห้งสายพันธุ์ Tanenashi และ Xichu (Treated) มีลักษณะสีที่ปรากฏไม่ดีเลยต่อสายตาผู้บริโภค คือมีสเกลความชอบที่ค่อนข้างต่ำ (3.25-4.42) และจากการเปรียบเทียบลูกพลับกิ่งแห้งที่ผ่านและไม่ผ่านการลดความฝาดจะมีค่าความแตกต่างในแง่สีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเฉพาะลูกพลับกิ่งแห้งสายพันธุ์ Niu Scin (ตารางที่ 3.) ลูกพลับกิ่งแห้งที่ผลิตจากสายพันธุ์ Hachiya เป็นลูกพลับกิ่งแห้งที่ดีที่สุดในแง่กลิ่นของผลิตภัณฑ์ (มีค่าสเกลความชอบเท่ากับ 7.83±0.72) ส่วนลูกพลับกิ่งแห้งสายพันธุ์ที่ให้กลิ่นรองลงมาคือ Tanenashi, Nightingale, Xichu (Treated), Ang Sai (Treated) และ Niu Scin (Treated) กล่าวคือมีสเกลความชอบกลิ่นของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 5.75-6.50 จากการเปรียบเทียบลูกพลับกิ่งแห้งที่ผ่านการลดความฝาดจะมีกลิ่นที่แตกต่างจากลูกพลับกิ่งแห้งที่ไม่ผ่านการลดความฝาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเฉพาะลูกพลับกิ่งแห้งสายพันธุ์ Ang Sai และ Niu Scin (ตารางที่ 3.).

ลูกพลับกิ่งแห้งที่ผลิตจากสายพันธุ์ Hachiya, Tanenashi, Nightingale, Ang Sai (Treated) และ Niu Scin (Treated) เป็นลูกพลับกิ่งแห้งที่มีรสชาติที่ดีที่สุด กล่าวคือ มีสเกล

ความชอบในแร่ธาตุในช่วง 6.42-7.58 ส่วนลูกปลั้กแก่งที่ผลิตจากสายพันธุ์ Ang Sai (Untreated) มีความชอบในแร่ธาตุที่ไม่ดีเลย (3.58 ± 2.39).

ลูกปลั้กแก่งที่ผลิตจากสายพันธุ์ Hachiya, Tanenashi, Nightingale, Ang Sai (Treated) และ Niu Scin (Treated) เป็นผลิตภัณฑ์ลูกปลั้กแก่งที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุด คือ มีสเกลความชอบลักษณะเนื้อสัมผัสในช่วง 6.00-7.25 ส่วนลูกปลั้กแก่งที่ผลิตจากสายพันธุ์อื่นๆ นอกเหนือจากสายพันธุ์ข้างต้นจะมีความชอบลักษณะเนื้อสัมผัสที่รองลงมา แต่มีสเกลค่อนข้างต่ำ ($4.08-5.42$).

ผลิตภัณฑ์ลูกปลั้กแก่งที่ผลิตจากสายพันธุ์ Hachiya, Tanenashi, Ang Sai (Treated) และ Niu Scin (Treated) เป็นลูกปลั้กแก่งที่มีความนิยมนิยมบริโภคมากที่สุด คือมีสเกลความนิยมนิยมเป็น 6.50-7.25 ส่วนลูกปลั้กแก่งสายพันธุ์ Nightingale และ Hong Sue (Untreated) จะมีความนิยมนิยมที่รองลงมา โดยเฉพาะลูกปลั้กแก่งสายพันธุ์ Ningtingale มีคะแนนสูงมากกว่า (6.33 ± 1.50) และลูกปลั้กแก่งที่ผลิตจากสายพันธุ์ที่ลดความฝาดมาแล้ว จะมีความนิยมนิยมที่ดีกว่าลูกปลั้กแก่งที่ผลิตจากสายพันธุ์ที่ไม่ได้ลดความฝาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยเฉพาะสายพันธุ์ Ang Sai และ Niu Scin อย่างไรก็ตาม ลูกปลั้กแก่งที่ผลิตจากสายพันธุ์ Hong Sue ที่ผ่านการลดความฝาดมีค่าความนิยมนิยมที่ต่ำกว่าลูกปลั้กแก่งสายพันธุ์ที่ไม่ลดความฝาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$).

จากลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ลูกปลั้กแก่งทั้ง 10 ตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าลูกปลั้กสายพันธุ์ Hachiya, Nightingale, Ang Sai (Treated) และ Niu Scin (Treated) เป็นสายพันธุ์ที่ดีในการที่จะนำมาผลิตเป็นลูกปลั้กแก่งได้อย่างมีคุณภาพทั้งในด้านสีที่ปรากฏ กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความนิยมนิยม ส่วนลูกปลั้กแก่งที่ผลิตจากสายพันธุ์ Tanenashi มีความนิยมนิยมที่ดี แต่มีปัญหาเรื่องสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีความชอบลักษณะดังกล่าวที่ค่อนข้างต่ำมาก (4.42 ± 2.31) กล่าวคือมีสีค่อนข้างเป็นสีน้ำตาลดำมากกว่าที่จะเป็นสีเหลืองแดง.

Table 4. Sensory evaluation of IM persimmon for texture and overall acceptability attributes.

IM persimmon	Texture	Overall acceptability
Hachiya	7.25±1.14 ^a	7.75±0.45 ^a
Tanenashi	7.08±1.16 ^a	6.67±1.67 ^a
Nightingale	6.50±1.31 ^a	6.33±1.50 ^b
Hong Sue(Untreated)	4.92±1.98 ^b	5.33±1.67 ^b
Hong Sue (Treated)	5.42±1.73 ^b	4.50±2.58 ^c
Xichu (Treated)	4.42±2.06 ^b	4.75±1.76 ^c
Ang Sai (Untreated)	5.33±1.92 ^b	4.17±2.33 ^c
Ang Sai (Treated)	6.67±1.97 ^a	6.50±1.57 ^a
Niu Scin (Untreated)	4.08±1.68 ^b	4.50±1.78 ^c
Niu Scin (Treated)	6.00±2.66 ^a	7.00±1.54 ^a

Note : 1. use 12 general panelists
 2. mean within column with different supercripts differ significantly at P < 0.05
 3. large score means better attribute than small score

สรุปผลการทดลอง

ลูกพลับสดสายพันธุ์ Hachiya, Nightingale, Ang Sai และ Niu Scin เป็นสายพันธุ์ที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ลูกพลับกึ่งแห้งได้เป็นอย่างดี แต่ต้องทำการผ่านขั้นตอนการลดความเฝื่อนมาก่อนซึ่งจะได้ลูกพลับกึ่งแห้งที่มีลักษณะที่ดี นุ่ม สีสเหลืองแดง มีความนิยมของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการหลวงที่ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านวัตถุดิบ และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ และคุณอำพัน กันธิยะ ที่ช่วยในการวิเคราะห์ทางเคมี ตลอดจนผู้บริโภคที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบชิมทุกท่าน ณ โอกาสนี้ด้วย.

เอกสารอ้างอิง

- พระวาทย์อุทัยอาหาร. (2522). กฎกระทรวงและประกาศกระทรวง. นิติเวช. กรุงเทพมหานคร.
- วิริยะ, ไพโรจน์. และ หันพงศ์กิตติคุณ, อรุณ. (2535). ปฏิบัติการอุตสาหกรรมอาหารหมัก. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สิมวาท, ศิวพร. (2524). วัตถุเจือปนในอาหาร (เล่ม 1). ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis (13th ed.) Association of official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Daveis, R., Birch, G.G., and Parker, K.J. (1976). Intermediated Moisture Foods. Applied Science Publishers, Ltd., London.
- Gatchalian, M.M. (1981). Sensory Evaluation Methods with Statistical Analysis. Collage of Home Economics, University of the Philippines, Philippines.
- Institute of Food Technologists. (1981). Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. Food Technology, 35(11) : 50-59.
- Miller, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. Analytical Chemistry, 31: 426-428.
- Pearson, D. (1976). The Chemical Analysis of Foods. Churchill Livingstone. London and New York.
- Scow, C.C., Teng, T.T. and Quah, C.H. (1988). Food Preservation by Moisture Control. Elsevier Applied Science, London and New York.
- Walonick, D.S. (1987). Stat-Packets. Walonick Associates Inc., Minneapolis, MN.

สัดส่วนน้ำผลไม้และสายพันธุ์ของยีสต์ที่ใช้ผลิตไวน์สตรอเบอรี่

ไพโรจน์ วิริยจารี¹ และฉันทน์หอม ส้มสวน¹

RATIO OF JUICE AND STRAIN OF YEAST FOR STRAWBERRY WINE PRODUCTION

Pairote Wiriyacharee¹ and Chanhom Somsaguan¹

ABSTRACT : Strawberry juice was prepared and divided into three parts i.e. the ratio of strawberry pulp and water were 1:1, 1:2 and 1:3. They were also adjusted in total soluble solid to 20°Brix. The system was fermented by three kinds of yeast such as *Saccharomyces ellipsoideus*, *Saccharomyces burgandy* and *Saccharomyces sake*. For this experiment, it was found that strawberry juice, prepared for the ratio of 1:2 and fermented with *S. ellipsoideus* for 1 month, comprised total soluble solid (4.67 ± 0.10 °Brix), pH (3.62 ± 0.08), total acidity as citric acid ($0.29 \pm 0.03\%$), alcohol ($7.56 \pm 0.06\%$) and tannin (222.43 ± 8.65 ppm). Additionally, the panelists accepted the product which was produced by use of the ratio of strawberry pulp and water (1:2) and fermented with *S. ellipsoideus*. It was also to be high quality in terms of colour, body, clearing and overall acceptability.

บทคัดย่อ : น้ำสตรอเบอรี่ถูกเตรียมขึ้นเป็น 3 สัดส่วน คือ อัตราส่วนน้ำสตรอเบอรี่ต่อน้ำกรองเป็น 1:1, 1:2 และ 1:3 และทำการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเป็น 20 องศาบริกซ์ในทุกสัดส่วน ทำการหมักด้วยเชื้อยีสต์ 3 สายพันธุ์ คือ *Saccharomyces ellipsoideus*, *Saccharomyces burgandy* และ *Saccharomyces sake* ผลการทดลองพบว่าในสัดส่วนน้ำผลไม้ 1:2 โดยทำการหมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces ellipsoideus* ทำให้ไวน์สตรอเบอรี่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้คือเฉลี่ย 4.67 ± 0.10 องศาบริกซ์ หลังจากหมักได้นาน 1 เดือน และมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 3.62 ± 0.08 ความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดซิตริกร้อยละ 0.29 ± 0.03 ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 7.56 ± 0.06 และปริมาณแทนนิน 222.43 ± 8.65 ส่วนในล้านส่วน นอกจากนี้ผู้ดื่มไวน์ยังมีความนิยมในผลิตภัณฑ์ไวน์สตรอเบอรี่ที่ใช้สัดส่วนน้ำผลไม้ 1:2 และใช้เชื้อ *S. ellipsoideus* ในการหมัก ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีคุณภาพทั้งในด้านสีที่ปรากฏ รูปร่าง ความใส และทกวนนิยมนรสด้วย.

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 50002.

¹ Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50002.

คำนำ

ผลไม้ในประเทศไทยมีมากมายหลายชนิด ซึ่งมีทั้งที่สามารถจำหน่ายสดหรือนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มากมาย สตรอปเบอรี่เป็นผลไม้ประเภทหนึ่งที่มีการส่งเสริมการปลูกมากในเขตภาคเหนือ ผลผลิตมีแนวโน้มที่มากขึ้น เช่น ผลผลิตปี 2528-2529 จากดอยอินทนนท์จำนวน 51,983.50 กิโลกรัม นำมาขายสดคิดเป็นร้อยละ 65.50 ส่งครัวการบินไทยร้อยละ 11.18 และส่งเข้าโรงงานเพื่อแปรรูปร้อยละ 23.38 ส่วนในปี 2529-2530 จำนวน 79,265.33 กิโลกรัม นำมาขายสดและส่งการบินไทย ตลอดจนเข้าโรงงานในอัตราส่วนเช่นเดียวกับปี 2528-2529 แต่ผลผลิตรวมมากขึ้น ในจำนวนที่ส่งเข้าโรงงานผลผลิตถึงร้อยละ 20-22 มีมาตรฐานต่ำ การนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น แยม หรือลอยแก้ว จะทำให้ได้คุณภาพที่ไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นผลผลิตที่ไม่ได้ขนาดดังกล่าวจะนำมาผลิตเป็นไวน์สตรอปเบอรี่ การศึกษาวิธีการเตรียมน้ำผลไม้ให้มีสัดส่วนที่เหมาะสม ตลอดจนการใช้สายพันธุ์ของเชื้อยีสต์จึงมีความสำคัญ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับของผู้ดื่ม ตลอดจนความสามารถผลิตแอลกอฮอล์ได้ในระดับที่เหมาะสม.

ยีสต์เป็นตัวการที่สำคัญในการผลิตไวน์ โดยเปลี่ยนน้ำตาลในน้ำผลไม้ให้เป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสายพันธุ์ของยีสต์จะมีความเหมาะสมต่อการผลิตไวน์นั้น ขึ้นอยู่กับยีสต์สายพันธุ์นั้นๆ สามารถผลิตแอลกอฮอล์มากน้อยเพียงไร ทนต่อสภาพสิ่งแวดล้อมนั้นๆ เพียงไร อีกทั้งมีความสามารถในการตกตะกอนและทำให้ไวน์ใส่ง่ายได้ดีเพียงไร นอกจากนี้แอลกอฮอล์ที่ยีสต์ผลิตได้สามารถทำปฏิกิริยากับกรดอินทรีย์ที่มีในน้ำผลไม้ให้สารให้กลิ่นที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์.

สัดส่วนของน้ำผลไม้มีความสำคัญในแง่ลักษณะสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ ความมีน้ำมีเนื้อ หรือรูปร่างของผลิตภัณฑ์ ตลอดจนมีผลต่อการเจือจางสิ่งที่สามารถละลายได้ในน้ำผลไม้ ซึ่งอาจจะมีผลต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ได้เช่นกัน การศึกษาถึงสัดส่วนของน้ำผลไม้ต่อการผลิตไวน์จึงมีความจำเป็น เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพและการยอมรับที่ดีของผู้ดื่ม.

การวิจัยครั้งนี้จึงต้องการที่จะศึกษาถึงสัดส่วนที่เหมาะสมของเนื้อสตรอปเบอรี่ต่อน้ำ และสายพันธุ์ของยีสต์ที่ดีในการผลิตไวน์สตรอปเบอรี่ให้มีคุณภาพมาตรฐานที่ดีและเป็นที่ยอมรับของผู้ดื่มไวน์.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

แผนการทดลอง การวิจัยครั้งนี้ได้วางแผนการทดลองเป็น 3 x 3 Factorial design ซึ่งประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ สัดส่วนของน้ำผลไม้และสายพันธุ์ของยีสต์ โดยมีแผนการทดลองดังนี้ :

ปัจจัย A = สัดส่วนของน้ำผลไม้

a_1 = 1:1 (เนื้อสตรอเบอรี่ต่อน้ำกรอง)

a_2 = 1:2

a_3 = 1:3

ปัจจัย B = สายพันธุ์ของยีสต์

b_1 = *Saccharomyces ellipsoideus* (SE)

b_2 = *Saccharomyces burgandy* (SB)

b_3 = *Saccharomyces sake* (SS)

ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงประกอบด้วย 9 สิ่งทดลอง (ตารางที่ 1.) ในแต่ละสิ่งทดลองจะทำ 2 ข้ำ รวมเป็น 18 หน่วยทดลอง ที่ต้องจัดเตรียม.

Table 1. 3 x 3 Factorial design for this experiment.

Treatments	Ratio of Juice (Pulp : Water)	Strain of Yeast
$a_1 b_1$	1:1	<i>S. ellipsoideus</i>
$a_1 b_2$	1:1	<i>S. burgandy</i>
$a_1 b_3$	1:1	<i>S. sake</i>
$a_2 b_1$	1:2	<i>S. ellipsoideus</i>
$a_2 b_2$	1:2	<i>S. burgandy</i>
$a_2 b_3$	1:2	<i>S. sake</i>
$a_3 b_1$	1:3	<i>S. ellipsoideus</i>
$a_3 b_2$	1:3	<i>S. burgandy</i>
$a_3 b_3$	1:3	<i>S. sake</i>

การเตรียมน้ำสตรอปเบอรี่ น้ำสตรอปเบอรี่ 12 กิโลกรัม ตัดข้าวออกเหลือสตรอปเบอรี่ 9 กิโลกรัม นำไปล้างน้ำให้สะอาด แบ่งออกเป็น 6 ส่วนๆ ละ 1.5 กิโลกรัม น้ำสตรอปเบอรี่แต่ละส่วนมาตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่นแล้วแบ่งออกเป็น 3 ชุด โดยวิธีการดังนี้ :

ชุดที่ 1 น้ำสตรอปเบอรี่ส่วนที่ 1 มาผสมกับน้ำกรอง 1.5 ลิตร (1:1) ในส่วนที่ 2 ก็ผสมทำนองเดียวกัน แต่ทำคนละครั้งจากส่วนที่ 1.

ชุดที่ 2 น้ำสตรอปเบอรี่ส่วนที่ 3 มาผสมกับน้ำกรอง 3.0 ลิตร (1:2) ในส่วนที่ 4 ก็ผสมทำนองเดียวกัน แต่ทำคนละครั้งจากส่วนที่ 3.

ชุดที่ 3 น้ำสตรอปเบอรี่ส่วนที่ 5 มาผสมกับน้ำกรอง 4.5 ลิตร (1:3) ในส่วนที่ 6 ก็ผสมทำนองเดียวกัน แต่ทำคนละครั้งจากส่วนที่ 5.

แต่ละส่วนจะถูกแบ่งย่อยออกเป็นอีก 3 ส่วนย่อย เพื่อใช้ทดลองกับเชื้อยีสต์ 3 สายพันธุ์ (รวมทั้งหมด 18 หน่วยทดลอง).

น้ำสตรอปเบอรี่แต่ละชุด (18 หน่วยทดลอง) มาปรับความหวานให้ได้ 20 องศาบริกซ์ และเติมโปแตสเซียม เมตาไบซัลไฟต์ (Potassium metabisulfite) 100 ppm ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จึงถ่ายเชื้อยีสต์ที่เตรียมไว้ลงไป.

การเตรียมเชื้อยีสต์ เชื้อยีสต์ 3 สายพันธุ์ คือ *Saccharomyces ellipsoideus*, *Saccharomyces burgandy* และ *Saccharomyces sake* ถูกเพาะในอาหารเหลวสำเร็จรูป (Nutrient broth) ผสมกับน้ำตาลกลูโคสร้อยละ 2 ของน้ำกลั่น ดังสูตร :

อาหารเหลวสำเร็จรูป	8	กรัม
กลูโคส	20	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

ทำการเพาะเชื้อที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง แล้วจึงเติมลงในน้ำสตรอปเบอรี่ที่เตรียมไว้ข้างต้น จำนวนร้อยละ 10 ของน้ำสตรอปเบอรี่ในแต่ละสัดส่วน.

การหมัก เมื่อเติมเชื้อยีสต์แต่ละสายพันธุ์ในน้ำสตรอปเบอรี่แล้ว นำไปทำการหมักที่อุณหภูมิ 29-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน ในแต่ละวันให้ทำการวิเคราะห์ทางเคมีและวัดอุณหภูมิ จนกระทั่งวันที่ 9 ของการหมัก ทำการกรองไวน์ และหมักต่อไปอีกที่สภาพสิ่งแวดล้อมเดิมเป็นเวลานาน 1 เดือน นำมาตกตะกอนทำให้ใส และวิเคราะห์ค่าทางเคมี พร้อมทั้งทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส.

การวิเคราะห์ทางเคมี ในระหว่างการหมัก 9 วัน (วันแรกถึงวันที่ 9) จะทำการวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังนี้คือ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total soluble solid) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดซิตริก (Total acidity as citric acid) ปริมาณแอลกอฮอล์ (Alcohol) ตามวิธีของ AOAC (1984) และ Pearson (1976) ปริมาณแทนนิน (Tannin) ตามวิธีของไฟโรจน์ วิริยจारी (2535).

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในลักษณะสี่ที่ปรากฏ, กลิ่นและรสชาติ, รูปร่าง, ความใส, และความนิยมนิยม โดยใช้ผู้ทดสอบเต็มวันทั่วไป จำนวน 12 ท่าน ทำการทดลอง 2 ครั้ง ในตัวอย่างเดียวกัน โดยการให้คะแนน 1 ถึง 5 ซึ่งคะแนนที่ให้ความหมายว่า คะแนน 1 ไม่ชอบเลย คะแนน 5 ชอบมากที่สุด นำคะแนนของ 2 ครั้งในแต่ละลักษณะของแต่ละท่านมาทำการเฉลี่ยเป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อการวิเคราะห์ต่อไป (Gatchalian, 1981; Institute of Food Technologists, 1981 และ Larmond, 1977).

การวิเคราะห์ผลและแปรผล ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง จะนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ เช่น Analysis of variance และ Stepwise Regression Analysis โดยใช้ Stat-Pack Package (Walonick, 1987) ซึ่งปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ Stepwise Regression Analysis จะทำการ Coding ดังนี้ สัดส่วนน้ำผลไม้ 1:1, 1:2 และ 1:3 ให้รหัสว่า 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ส่วนเชื้อยีสต์สายพันธุ์ *S. ellipsoideus*, *S. burgandy* และ *S. sake* ให้รหัสเป็น 1, 2 และ 3 ตามลำดับเช่นกัน ส่วนเวลาให้รหัสเป็นวัน (0-9).

ผลการทดลองและวิจารณ์

น้ำสตรอเบอร์รี่ที่เตรียมมีความเข้มข้นของของแข็งที่สามารถละลายน้ำเบื้องต้นเป็น 19.67 ± 0.33 องศาบริกส์ pH ประมาณ 3.40-3.43 และความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดซิตริกมีค่าในช่วงร้อยละ 0.2-0.5 เมื่อทำการหมักได้ 9 วัน พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงตามระยะเวลาของการหมักที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการในตารางที่ 2. ซึ่งตรงกันข้ามกับค่าความเป็นกรดทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ทำการหมักเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2.) นอกจากนี้สัดส่วนของน้ำผลไม้ยังมีผลต่อค่าความเป็นกรดทั้งหมดของน้ำสตรอเบอร์รี่อีกด้วย กล่าวคือ ยิ่งเจือจางน้ำสตรอเบอร์รี่มากเท่าใด (1:3) ยิ่งทำให้ค่าความเป็นกรดทั้งหมดลดลงมากเท่านั้น ดังจะเห็นได้จากสมการค่าความเป็นกรดทั้งหมดในตารางที่ 2.

ส่วนปริมาณของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้ทั้งหมด พบว่าจะลดลงตามระยะเวลาที่ทำการหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ตลอดจนสัดส่วนน้ำผลไม้และสายพันธุ์ของเชื้อยีสต์ที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 2.).

Table 2. Response variables equation during strawberry wine fermentation.

Response variables	Coded equation	R	R ²
Total soluble solid	= 18.2780 + 0.3400 (Ratio of juice) + 0.2000 (Stain of yeast) - 0.9791 (Time)	0.9425	0.8884
pH	= 2.9101 + 0.4619/(Time + 1)	0.7547	0.5696
Total acidity (as citric acid)	= 0.4019 - 0.0502 (Ratio of juice) + 0.0128 (Time)	0.6702	0.4492

เมื่อทำการหมักครบ 1 เดือน ผลปรากฏว่าไวน์สตรอเบอร์รี่ที่ได้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดขึ้นอยู่กับสัดส่วนน้ำผลไม้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กล่าวคือ สัดส่วนน้ำผลไม้ (1:1) มีความแตกต่างในปริมาณของของแข็งที่ละลายได้จากสัดส่วนน้ำผลไม้ (1:2 และ 1:3) (ตารางที่ 3.) และปริมาณกรดทั้งหมดและปริมาณแทนนินก็ขึ้นอยู่กับสัดส่วนน้ำผลไม้เช่นกัน คือ สัดส่วนน้ำผลไม้ที่ 1:1 มีความเป็นกรดทั้งหมด (ร้อยละ 0.35 ± 0.08) และปริมาณแทนนิน (258.76 ± 31.78 ppm) มากกว่าสัดส่วนน้ำผลไม้ที่เป็น 1:2 และ 1:3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3.

Table 3. Chemical values for strawberry wine after a month fermentation.

Factors	Total soluble solid (°Brix)	pH	Acidity* (%)	Alcohol (%)	Tannin (ppm)
Ratio of juice					
1:1	$4.90 \pm 0.17^{***}$	3.62 ± 0.04	0.35 ± 0.08^a	7.66 ± 0.26	258.76 ± 31.78^a
1:2	4.67 ± 0.10^b	3.62 ± 0.08	0.29 ± 0.03^b	7.56 ± 0.06	222.43 ± 8.65^b
1:3	4.72 ± 0.18^b	3.52 ± 0.26	0.26 ± 0.02^b	7.68 ± 0.15	168.39 ± 14.61^c
Strain of yeast					
<i>S. ellipsoideus</i>	4.70 ± 0.21	3.67 ± 0.04	0.30 ± 0.03	7.75 ± 0.20	216.11 ± 47.90
<i>S. burgandy</i>	4.83 ± 0.15	3.47 ± 0.23	0.32 ± 0.09	7.54 ± 0.16	217.50 ± 49.60
<i>S. sake</i>	4.63 ± 0.20	3.62 ± 0.03	0.28 ± 0.03	7.16 ± 0.11	215.97 ± 38.79

* as citric acid

** Mean within column with different superscripts differ significantly ($P < .05$)

จากการทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มไวน์สตรอเบอรี่ทางด้านประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะสีที่ปรากฏ กลิ่น และรสชาติ รูปร่าง ความใส และความนิยมนิยม พบว่า สัดส่วน น้ำผลไม้ที่ใช้ในการผลิตไวน์มีผลต่อทุกลักษณะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.) ยกเว้นลักษณะกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ ส่วนสายพันธุ์ของยีสต์ที่ใช้ในการผลิตไวน์ทั้ง 3 สายพันธุ์ ที่ไม่มีผลต่อลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์เลย อย่างไรก็ตาม Interaction ระหว่าง สัดส่วนน้ำผลไม้และสายพันธุ์ของเชื้อยีสต์มีผลต่อความนิยมนิยมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 5.).

Table 4. Sensory evaluation results of strawberry wine for some attributes.

Factors	Color	Flavour and Taste	Body	Clearing
Ratio of juice				
1:1	$3.26 \pm 0.69^{a*}$	2.68 ± 0.58	2.72 ± 0.54^a	2.53 ± 0.71^c
1:2	3.40 ± 0.74^a	2.61 ± 0.51	2.58 ± 0.51^{ab}	3.60 ± 0.72^a
1:3	2.68 ± 0.58^b	2.43 ± 0.75	2.38 ± 0.69^b	3.03 ± 0.62^b
Strain of yeast				
<i>S. ellipsoideus</i>	3.00 ± 0.75	2.67 ± 0.63	2.66 ± 0.57	3.10 ± 0.74
<i>S. burgandy</i>	3.08 ± 0.74	2.43 ± 0.68	2.50 ± 0.69	3.21 ± 0.87
<i>S. sake</i>	3.26 ± 0.72	2.62 ± 0.54	2.51 ± 0.53	2.85 ± 0.77

* Mean within column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$)

Table 5. Consumer acceptability for strawberry wine.

Factors	Acceptability	Interactions	Acceptability
Ratio of juice		Ratio of juice and	
1:1	2.76 ± 0.58^b	Strain of yeast	
1:2	3.08 ± 0.73^a	1:1 & <i>S. ellipsoideus</i>	2.71 ± 0.62^c
1:3	2.76 ± 0.59^b	1:1 & <i>S. burgandy</i>	2.71 ± 0.66^c
Strain of yeast		1:1 & <i>S. sake</i>	2.88 ± 0.48^c
<i>S. ellipsoideus</i>	2.96 ± 0.60	1:2 & <i>S. ellipsoideus</i>	3.25 ± 0.58^a
<i>S. burgandy</i>	2.78 ± 0.71	1:2 & <i>S. burgandy</i>	3.20 ± 0.72^b
<i>S. sake</i>	2.88 ± 0.64	1:2 & <i>S. sake</i>	2.79 ± 0.84^c
		1:3 & <i>S. ellipsoideus</i>	2.92 ± 0.51^b
		1:3 & <i>S. burgandy</i>	2.42 ± 0.56^c
		1:3 & <i>S. sake</i>	2.96 ± 0.58^b

* Mean within column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$)

จากลักษณะสีที่ปรากฏ และรูปร่างของผลิตภัณฑ์ไวน์สตอร์เบอรี่พบว่า ที่สัดส่วนน้ำผลไม้ 1:1 และ 1:2 ผู้บริโภคมีความชอบมากกว่าสัดส่วนน้ำผลไม้ที่ 1:3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$).

ส่วนความใสและความนิยมนรวมของผลิตภัณฑ์ไวน์สตอร์เบอรี่พบว่า ที่สัดส่วนน้ำผลไม้ 1:2 ผู้บริโภคมีความชอบมากกว่าสัดส่วนน้ำผลไม้ที่ 1:1 และ 1:3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีสเกลคะแนนความชอบในเรื่องความใสและความนิยมนรวมเป็น 3.60 ± 0.72 และ 3.08 ± 0.73 ตามลำดับ.

เมื่อพิจารณาถึงความนิยมนรวมยังพบอีกว่า สัดส่วนน้ำผลไม้ที่ 1:2 โดยใช้เชื้อ *Saccharomyces ellipsoideus* มีความนิยมนรวมที่ดีกว่าการใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ ซึ่งมีสเกลความนิยมนรวมเป็น 3.25 ± 0.58 ซึ่งเห็นได้ว่าการเจือจางสัดส่วนน้ำผลไม้ ไม่ควรเจือจางให้มากกว่า 1:2 เพราะจะทำให้รสชาติ กลิ่น ตลอดจนลักษณะอื่นๆ เจือจางลง แต่การเจือจางเพียง 1:1 อาจเป็นการสิ้นเปลืองวัตถุดิบได้ สัดส่วนที่เหมาะสมจากการทดลองนี้พอที่จะสรุปได้ว่าควรเป็น 1:2 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่ทำให้สามารถผลิตไวน์สตอร์เบอรี่ได้อย่างมีคุณภาพ โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 7.56 ± 0.06 ความเป็นกรดปานกลาง คือร้อยละ 0.29 ± 0.03 ตลอดจนปริมาณแทนนินปานกลางประมาณ 220 ppm เท่านั้น.

สรุปผลการทดลอง

ในการผลิตไวน์สตอร์เบอรี่ สิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่ควรคำนึงถึง คือ เรื่องของสัดส่วนน้ำผลไม้ที่จะต้องเตรียม ส่วนเรื่องของสายพันธุ์ของยีสต์แทบจะไม่มีมีความสำคัญมากเท่าที่ควร แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าต้องการให้ไวน์สตอร์เบอรี่ที่ผลิตมีคุณภาพและมีความนิยมนสูง ก็ควรให้สัดส่วนน้ำผลไม้เป็น 1:2 และหมักโดยใช้ *Saccharomyces ellipsoideus*.

เอกสารอ้างอิง

- วิริยจารี, ไพโรจน์. (2534). วิธีทางอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Alison, L. (1983). Do It Yourself, Wine and Beer Making. Marshall Cavendish Books Limited, London.
- Amerine, M.A., Berg, H.W., and Cruess, W.V. (1972). Technology of Wine Making. AVI Publishing, Connecticut.
- AOAC. (1984). Official Methods of Analysis (13th ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

- Gatchalian, M.M. (1981). Sensory Evaluation Method with Statistical Analysis. Collage of Home Economics, University of Phillipines, Phillipines.
- Institute of Food Technologists. (1981). Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. Food Technol., 35(11) : 50-59.
- Larmond, E. (1977). Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Canada Department of Agriculture, Ottawa.
- Pearson, D. (1976). The Chemical Analysis of Foods. Churchill Livingstone. London and New York.
- Walonick, D.S. (1987). Stat-Packets. Walonick Associates Inc., Miancapoils, MN.
-

เชื้อราที่ติดมากับเมล็ดข้าวพันธุ์บาสมาติ และการควบคุมเชื้อ

ชาตรี สิทธิกุล¹, สombat ศรีสุวรรณ¹ และ ไชยยา ต๊ะรังสี¹

SEED BORNE FUNGI OF BASMATI RICE VARIETY AND TREATMENTS FOR THEIR CONTROL

Chutree Sittigul¹, Sombat Srichuwong¹ and Soraya Tarungsri¹

ABSTRACT : Seed samples of Basmati rice variety from Chiang Rai, Mae Tang and Mae Hea were examined by Blotter method to detect for seedborne fungi. Sixteen species in 12 genera of fungi were obtained from the test. The most frequent species found were *Aspergillus* spp., *Trichoconis padwickii* and *Penicillium* spp. respectively. Within the 16 species found, there were some important seedborne pathogens, for instance, *Bipolaris oryzae*, *T. padwickii* and *Fusarium moniliforme*. Hot water and chemical seed treatments were proposed in the test for controlling seedborne fungi. In hot water, there were included of 3 ranges of temperature treatments (50-53, 53-56 and 56-59°C) and 3 dipping durations (5, 10 and 15 minutes). At 50-56°C in all dipping durations, no satisfactory results of growth inhibition of important seedborne pathogens were observed. Only one treatment when dipping the seeds in 56-59°C water for 15 min, resulted in elimination of at least six species of fungi. But hot water in the same treatment did reduce the percent of germination as high as 62%. Four fungicides namely benomyl, captan, MCB + mancozeb and mancozeb with 2 levels of concentrations were used for seed treatment in the study. MBC + mancozeb 0.5% was proved to be the best when compared with the other. All tested chemicals were good for improving the percentage of seed germination.

บทคัดย่อ : การตรวจสอบเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดข้าวพันธุ์บาสมาติด้วยวิธี Blotter โดยนำตัวอย่างเมล็ดข้าวมาจาก เชียงราย แม่แตง และแม่เหิยะ พบเชื้อราทั้งหมด 16 ชนิด มาจาก 12 genera เชื้อที่พบบ่อย ได้แก่ *Aspergillus* spp., *Trichoconis padwickii* และ *Penicillium* spp. พบเชื้อราที่สำคัญที่ทำให้เกิดโรคติดมากับเมล็ด ได้แก่ *Bipolaris oryzae*, *T. padwickii* และ *Fusarium moniliforme* งานทดลองครั้งนี้ได้ทดสอบ ฆ่าเมล็ดข้าวในน้ำร้อน และใช้สารเคมีกลุ่มเมล็ด เพื่อกำจัดเชื้อราที่ติดมากับเมล็ด การแช่เมล็ดในน้ำร้อนใช้อุณหภูมิ 3 ระดับคือ 50-53, 53-56

¹ ภาควิชาโรคพืช, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

¹ Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

และ 56-59 เซลเซียส แต่ละอุณหภูมิแช่เมล็ดในเวลาที่ต่างกันได้แก่ 5, 10, และ 15 นาที การใช้ไนโตรเจนพบว่า ที่อุณหภูมิ 50-56 เซลเซียส แช่นานทั้ง 3 ระยะเวลา ไม่สามารถระงับการเจริญของเชื้อราที่สำคัญที่ติดมากับเมล็ดได้ สำหรับอุณหภูมิ 56-59 เซลเซียส ระยะเวลาแช่ 15 นาที มีผลในการระงับการเจริญของเชื้อรา 6 ชนิด แต่ใน Treatment นี้ทำให้การงอกของเมล็ดลดลงมากถึง 62% สำหรับการทดสอบสารเคมี 4 ชนิดได้แก่ Benomyl, Captan, MCB + Mancozeb และ Mancozeb ที่อัตราความเข้มข้น 2 ระดับ สรุปได้ว่า MCB + Mancozeb ที่ความเข้มข้น 0.5% มีประสิทธิภาพดีกว่าสารเคมีชนิดอื่น และสารเคมีทั้ง 4 ชนิดช่วยทำให้การงอกของเมล็ดดีขึ้น.

คำนำ

ข้าวพันธุ์บาสมาดิจัดเป็นข้าวหอมชนิดหนึ่ง อยู่ในตระกูล Indica (ฝ่ายวิชาการธนาคารกสิกรไทย, 2530) มีแหล่งกำเนิดอยู่ในประเทศอินเดีย (สุทธิผลไพบุลย์ และ ตราชู, 2530) เมื่อไม่นานมานี้บริษัทเอกชนนำข้าวพันธุ์นี้มาทดลองส่งเสริมให้เกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูนปลูก (วรรณวาทกุล, 2530) ปัจจุบันทราบว่ามีการขยายพื้นที่เพาะปลูกไปในแหล่งต่างๆ ทั้งในภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (เกศวายุทธ, 2530) ผลผลิตของข้าวพันธุ์บาสมาดินี้ส่วนใหญ่ส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ.

การปลูกข้าวพันธุ์บาสมาดินี้ มีปัญหาเกี่ยวกับโรค ซึ่งมีรายงานว่าพบโรคหลายชนิดเกิดขึ้นในแปลงปลูก เช่น ที่สถานีทดลองข้าวพิมาย และพาน พบโรคยอดผักดาบ (*Fusarium moniliforme*) ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ และสถานีทดลองข้าวสันป่าตอง พบโรคใบจุดสีน้ำตาล (*Bipolaris oryzae*) และโรคเมล็ดด่างที่เกิดจากเชื้อ *Curvularia lunata*, *B. oryzae*, *F. semitectum* และ *Trichoconis padwickii* และที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณ พบโรคไหม้ (*Pyricularia oryzae*) ในระยะแตกกอ (วรรณวาทกุล, 2530) เชื้อสาเหตุของโรคต่างๆ ที่กล่าวมานั้นสามารถติดไปกับเมล็ดได้ และเมื่อนำเมล็ดที่มีเชื้อราปนเปื้อนไปปลูก อาจทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดลดลง (Imolehim, 1983) หรือถ้าเมล็ดงอกเจริญขึ้นมา ต้นกล้าที่ยังเล็กและอ่อนแออาจถูกเชื้อเข้าทำลายทำให้ต้นกล้าตายได้ หรืออาจจะเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ ฉะนั้นก่อนนำเมล็ดข้าวไปขยายพันธุ์จึงจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ก่อน เพื่อป้องกันเชื้อราที่อาจเข้าทำลายเมล็ดข้าวก่อนการงอก และช่วยลดความสูญเสียเนื่องจากโรคในระยะกล้า และในแปลงปลูกต่อไป การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิด และปริมาณของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดข้าวพันธุ์บาสมาดิ และวิธีการป้องกันกำจัด.

อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

เริ่มการทดลองตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2530 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2531 ที่ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยเริ่มศึกษาชนิด และปริมาณของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดข้าวพันธุ์บาสมาดิจาก 3 แห่ง ได้แก่เมล็ดพันธุ์จาก 1) อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ 2) ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ และ 3) จังหวัดเชียงราย.

เชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวบาสมати

นำเมล็ดข้าว 200 เมล็ด จาก 3 แห่งดังกล่าวมาตรวจสอบหาเชื้อราที่ติดมากับเมล็ด ตามมาตรฐานของ International Seed Testing Association (Chidambaram *et al.*, 1976) ด้วยวิธีเพาะเมล็ดบนกระดาษขึ้น (Blotter method) ใช้เมล็ดพันธุ์ 25 เมล็ดต่อจานอาหารเลี้ยงเชื้อ 1 จาน นำจานที่เพาะเมล็ดแล้วไปบ่มเชื้อภายใต้แสง Near Ultra Violet (NUV) 12 ชั่วโมงสลับกับความมืด 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากบ่มเชื้อนาน 7-8 วัน นำตัวอย่างเมล็ดข้าวมาตรวจ และจำแนกชนิดของเชื้อราที่เจริญบนเมล็ดภายใต้ Stereo microscope และ Compound microscope.

การป้องกันกำจัดเชื้อราที่ติดมากับเมล็ด

แช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำร้อน โดยการสุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวจากจังหวัดเชียงรายมาทำการทดลอง นำเมล็ดข้าวไปแช่น้ำร้อนโดยปรับอุณหภูมิของน้ำใน Water bath เป็น 3 ระดับคือ 50-53, 53-56 และ 56-59 องศาเซลเซียส แต่ละอุณหภูมิแช่เมล็ดในเวลาที่ต่างกันคือ 5, 10 และ 15 นาทีตามลำดับ เมล็ดที่ใช้เป็นตัวควบคุม (Control) แช่ในน้ำที่บรรจุ Beaker ที่อุณหภูมิปกติ หลังจากแช่เมล็ดในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ แล้วแบ่งเมล็ดมาทดสอบความงอกตัวอย่างละ 200 เมล็ด อีก 200 เมล็ดนำไปเพาะบนกระดาษขึ้นแล้วบ่มเชื้อภายใต้แสง NUV สลับกับความมืด 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้น 7-8 วัน นำตัวอย่างเมล็ดทั้งหมดมาตรวจและจำแนกชนิดของเชื้อราที่เจริญบนเมล็ด.

คลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมี ใช้เมล็ดพันธุ์จากเชียงรายมาทดสอบคลุกเมล็ดด้วยสารเคมี 4 ชนิด ได้แก่ Benomyl, Captan, MCB + Mancozeb และ Mancozeb โดยใช้อัตราความเข้มข้นของสารเคมี 2 ระดับคือ 0.2% และ 0.5% (ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว 1 กิโลกรัม คลุกด้วยสารเคมี 2 และ 5 กรัม ตามลำดับ) หลังจากนั้นนำเมล็ดที่คลุกสารเคมีแล้ว รวมทั้ง Control treatment มาเพาะบนกระดาษขึ้น แล้วนำไปบ่มเชื้อภายใต้แสง NUV สลับกับความมืด 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิปกติหลังจากบ่มเมล็ดพันธุ์ไว้ 7-8 วัน จึงนำเมล็ดมาตรวจ และจำแนกชนิดของเชื้อราที่เจริญบนเมล็ด และการทดลองครั้งนี้ แบ่งตัวอย่างเมล็ดข้าวจากทุก Treatment ไปบางส่วน เพื่อทดสอบความงอกโดยวิธี Between paper บ่มเมล็ดไว้ในตู้เพาะ (Incubator) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้น 95% พอลบ 7 วัน นำเมล็ดมาตรวจหาเปอร์เซ็นต์ความงอก.

ผลการทดลองและวิจารณ์

เชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวบาสมาดิ

การตรวจสอบเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวบาสมาดิทั้ง 3 แห่ง พบเชื้อราปนเปื้อนมากับเมล็ด 10 ชนิด จากจังหวัดเชียงราย และ 11 ชนิดจากอำเภอแม่แตง และตำบลแม่เหิยะ จังหวัดเชียงใหม่ รวมทั้ง 3 แห่ง พบเชื้อราทั้งหมด 12 genera และสามารถแบ่งย่อยลงได้อีก เพราะบาง genera พบถึง 2-3 species เช่น genus *Curvularia* มี 3 species ได้แก่ *Curvularia lunata*, *C. geniculata* และ *C. pallescens* ส่วน *Bipolaris* และ *Fusarium* แต่ละ genus พบ 2 species ที่เหลือแต่ละ genus พบ 1 species (Table 1.) เชื้อราที่พบบนเมล็ดพันธุ์มากที่สุดคือ *Aspergillus* spp. เฉลี่ยทั้ง 3 แห่งประมาณ 17.0% และที่พบน้อยที่สุดได้แก่ *Nigrospora oryzae* พบเพียง 0.22% เท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบเมล็ดพันธุ์ที่นำมาจากจังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่ พบว่าเมล็ดพันธุ์จากเชียงรายมีเชื้อสาเหตุของโรคข้าวที่สำคัญติดมากับเมล็ด 3 ชนิดด้วยกันได้แก่ *Bipolaris oryzae* (Brown spot) พบจำนวน 12% *Fusarium moniliforme* (Bakanae) 10% และ *Trichoconis padwickii* (Panicle blight) มากถึง 45% เมล็ดพันธุ์ที่นำมาจากอำเภอแม่แตงไม่พบเชื้อราสาเหตุของโรคใบจุดสีน้ำตาลเลย ส่วนเมล็ดจากตำบลแม่เหิยะพบในปริมาณที่น้อยมากเพียง 1% เท่านั้น สำหรับเมล็ดพันธุ์จากอำเภอแม่แตงและตำบลแม่เหิยะตรวจพบเชื้อ *F. moniliforme* ประมาณ 3% และไม่พบเชื้อ *T. padwickii* บนเมล็ดพันธุ์จากทั้ง 2 แห่งของจังหวัดเชียงใหม่ (Table 1.).

เชื้อราที่สำคัญทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว Ou (1985) รายงานว่า เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีเชื้อ *B. oryzae* ติดมากับเมล็ดไปเพาะ ต้นกล้าข้าวที่เจริญขึ้นมาอาจเป็นโรคแสดงอาการ Seedling blight และ Conidia ของเชื้อสาเหตุที่ผลิตขึ้นมาบนต้นกล้าข้าวนี้อย่างสามารถแพร่ระบาดไปทั่วแปลงปลูกหลังจากปักดำข้าวได้ด้วย หรืออีกนัยหนึ่งอาจกล่าวได้ว่า Conidia ที่เกิดขึ้นบนต้นกล้านี้ทำหน้าที่เป็นแหล่งของ Secondary inoculum นอกจากนั้นโรคใบจุดสีน้ำตาลนี้ยังทำให้ต้นกล้า และต้นข้าวที่เจริญเต็มที่แล้วอ่อนแอลง ทำให้ผลผลิตที่ได้ลดลง และถ้าหากเมล็ดข้าวในแปลงปลูกเกิดติดเชื้อ แสดงอาการของโรคบนเมล็ดจะทำให้คุณภาพ และน้ำหนักของเมล็ดข้าวลดลงด้วย ในกรณีของโรคยอดฝักดาบ ดิสถาพร (2522) รายงานว่าพบระบาดมากในภาคเหนือของประเทศ สำหรับเชื้อที่ติดมากับเมล็ดนั้น Ou (1985) กล่าวว่ามาจากแปลงที่เป็นโรค โดยข้าวจะเริ่มติดเชื้อตั้งแต่ระยะออกดอก และดอกที่ติดเชื้อมันจะผลิตเมล็ดข้าวที่มีเชื้อติดไปด้วย เมื่อนำเมล็ดข้าวที่มีเชื้อไปหว่าน ต้นกล้าที่เจริญขึ้นมาจะแสดงอาการของโรค ต้นกล้าอาจตายก่อนที่จะทำการย้ายปลูก หรือต้นข้าวอาจอยู่รอดจนถึงระยะเก็บเกี่ยวแต่จะไม่มีเมล็ดเลย นอกจากนั้น Ou (1985) ยังได้รายงานอีกว่าเชื้อ *T. padwickii* ที่ติดไปกับเมล็ดนั้น เมื่อนำไปเพาะจะทำให้เมล็ด

ข้าวมีอัตราการงอกลดลง ทำให้เมล็ดเน่า รากและใบเลี้ยงเน่า และตายในที่สุด และเชื้อนี้ยังสามารถเข้าทำลาย Endosperm ของเมล็ดได้ด้วย ซึ่งจะทำให้คุณภาพของเมล็ดลดลง ในการทดลองครั้งนี้ เชื้อราที่พบแต่ละชนิดมีปริมาณที่แตกต่างกัน จึงมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง ได้แก่ พันธุ์ข้าว สภาพแวดล้อมเช่นอุณหภูมิ และความชื้นในแปลงขณะที่เก็บเกี่ยวและวิธีการเก็บรักษามะลัดพันธุ์ในโรงเก็บด้วย ส่วนเชื้อสาเหตุของโรคเมล็ดด่างที่สำคัญบางชนิดตรวจพบบนเมล็ดในปริมาณที่สูง Imolchin (1983) กล่าวว่าอาจเนื่องมาจากสภาพของโรคนั้นๆ เกิดขึ้นรุนแรงหลังจากที่ต้นข้าวในแปลงออกดอกจนกระทั่งถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยว จึงทำให้เชื้อติดไปกับเมล็ดในปริมาณสูง.

Table 1. Fungi and their percentages detected on seeds of Basmati rice variety derived from three sources.

Fungal species	Seed source			Mean
	Chiang Rai	Mac Tang	Mac Hca	
<i>Alternaria tenuis</i>	0.00	1.50	6.50	2.66
<i>Aspergillus</i> spp.	17.00	2.00	32.00	17.00
<i>Curvularia lunata</i>	1.50	13.50	5.50	6.67
<i>Curvularia geniculata</i>	2.00	15.00	0.00	5.66
<i>Curvularia pallescens</i>	0.00	2.00	1.00	1.00
<i>Cladosporium</i> spp.	0.50	1.50	4.00	2.00
<i>Bipolaris oryzae</i>	12.00	0.00	1.00	4.33
<i>Bipolaris hawaiiensis</i>	0.00	2.00	0.00	0.67
<i>Fusarium moniliforme</i>	10.00	3.50	3.00	5.50
<i>Fusarium semitectum</i>	0.00	3.00	1.50	1.50
<i>Nigrospora oryzae</i>	0.00	0.50	0.50	0.33
<i>Phaeotrichoconis crotalariae</i>	0.00	0.00	2.00	0.67
<i>Phoma</i> spp.	1.50	0.00	0.00	0.50
<i>Penicillium</i> spp.	14.00	1.00	10.50	8.50
<i>Trichoconis padwickii</i>	45.00	0.00	0.00	15.00
<i>Verticillium</i> spp.	4.00	0.00	0.00	1.33
Mean $\pm$ SE	6.7 $\pm$ 2.9	2.8 $\pm$ 1.1	4.2 $\pm$ 2.0	
Germination (%)	95.50	94.50	90.50	

การป้องกันกำจัดเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดข้าวพันธุ์บาสมาดิ

แช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำร้อน เมื่อแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่ต่างกัน พบว่าอุณหภูมิสูงที่สุดในการทดลองนี้คือ 56-59 องศาเซลเซียส และระยะเวลาแช่นาน 10 และ 15 นาที สามารถทำให้เชื้อที่ติดมากับเมล็ดลดลงได้มากที่สุด เช่นเชื้อ *T. padwickii* ลดลงจาก 62.5% จนกระทั่งตรวจไม่พบเชื้อเจริญขึ้นบนเมล็ดเลย แต่อุณหภูมิของน้ำร้อนที่เพิ่มขึ้น และระยะเวลาที่แช่เมล็ดนานขึ้นมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดอย่างเด่นชัด ตัวอย่างเช่น ใน Control treatment เมล็ดงอก 91.5% และเมื่อเปรียบเทียบกับแช่เมล็ดในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 56-59 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดลดลงเหลือเพียง 34.5% เท่านั้น (Table 2. และ Figure 1.) การศึกษาวิธีนี้ Agarwal and Sinclair (1987) กล่าวว่าผลเสียของการใช้น้ำร้อนในการกำจัดเชื้อที่ติดมากับเมล็ดมีหลายประการได้แก่ 1) ทำให้อัตราการงอกของเมล็ดลดลง 2) เป็นการยากที่จะทำให้อุณหภูมิของน้ำคงที่ และยากในการกำหนดเวลาในการแช่ที่เหมาะสม 3) ประสิทธิภาพในการกำจัดโรคอาจไม่ดีเท่ากับการใช้สารเคมี 4) ยากต่อการปฏิบัติ 5) ขบวนการกำจัดเชื้อบนเมล็ดโดยน้ำร้อนนี้ยังไม่ทราบแน่ชัด และ 6) ไม่สามารถกำจัดเชื้อที่แฝงลึกเข้าไปในเมล็ดได้หมด.

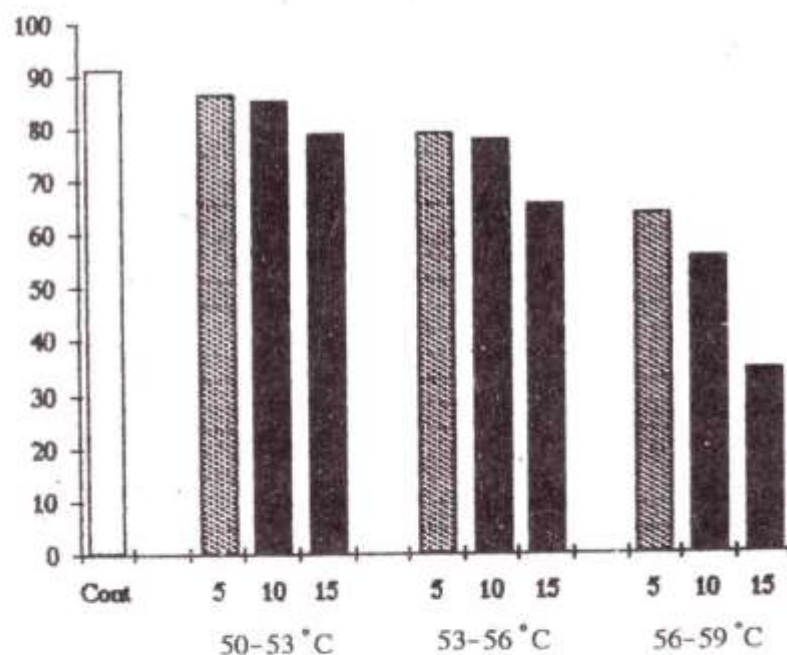


Figure 1. Effect of hot water treatment on percentages of seed germination. Treatments included of 3 ranges of temperatures (50-53 °C, 53-56 °C and 56-59 °C) and 3 dipping durations (5, 10 and 15 minutes).

Table 2. Fungal species and their percentages detected on seeds of Basmati rice variety after treated with hot water at different times and varying levels of temperatures.

Fungal species	Treatment Control	50-53 °C			53-56 °C			56-59 °C		
		5 min	10 min	15 min	5 min	10 min	15 min	5 min	10 min	15 min
<i>Aspergillus</i> spp.	20.0	19.5	18.7	16.5	14.0	4.0	3.5	3.0	2.0	0.0
<i>Curvularia lunata</i>	1.5	0.5	0.0	2.0	0.0	0.5	0.5	1.5	1.5	1.0
<i>Curvularia geniculata</i>	1.5	1.0	1.0	2.0	0.5	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
<i>Bipolaris oryzae</i>	10.0	7.5	7.5	7.5	4.0	4.5	4.0	1.0	0.0	0.0
<i>Fusarium moniliforme</i>	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	3.0	1.5	1.0	0.5	0.5
<i>Phoma</i> spp.	1.5	1.5	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Trichococonis padwickii</i>	62.5	41.5	35.5	26.5	36.5	20.0	14.5	6.5	0.0	0.0
<i>Verticillium</i> spp.	4.5	3.5	3.0	2.0	2.5	2.5	1.5	0.0	0.0	0.0
Mean $\pm$ SE	13.6 $\pm$ 7.3	10.1 $\pm$ 4.9	9.0 $\pm$ 4.4	7.8 $\pm$ 3.3	7.9 $\pm$ 4.4	4.4 $\pm$ 2.3	3.2 $\pm$ 1.7	1.7 $\pm$ 0.8	0.5 $\pm$ 0.3	0.2 $\pm$ 0.1
Seed germination (%)	91.5	87.0	85.5	79.0	79.0	78.0	65.5	64.0	55.5	34.5

คลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมี ประสิทธิภาพของสารเคมี 4 ชนิดที่ใช้คลุกเมล็ดเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนเมล็ด พบว่า MBC + Mancozeb ที่ความเข้มข้น 0.5% ทำให้เปอร์เซ็นต์ของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดลดลงมากที่สุด ($\text{Mean} \pm \text{SE} = 0.7 \pm 0.4$) เมื่อเปรียบเทียบกับสารเคมีชนิดอื่นๆ และ Control รองลงมาได้แก่ Mancozeb ที่ความเข้มข้น 0.5% สามารถควบคุมเชื้อที่ติดมากับเมล็ดได้ผล 100% ได้ 4 ชนิด ($\text{Mean} \pm \text{SE} = 1.6 \pm 0.7$) สำหรับ Benomyl ในอัตรา 0.5% มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการลดปริมาณเชื้อ *T. padwickii* โดยตรวจพบเชื้อ 0.5% หลังการใช้สารเคมีคลุกเมล็ด เมื่อเปรียบเทียบกับ Control treatment พบเชื้อชนิดนี้ 45% การใช้สารเคมีคลุกเมล็ด Agarwal and Sinclair (1987) สรุปไว้ว่า เป็นการยากที่จะกำจัดเชื้อที่ติดมากับเมล็ดให้ได้ผล 100% นอกจากนั้น Benomyl ยังสามารถใช้ป้องกันเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดได้ผล 100% อีกหลายชนิด อาทิเช่น *Aspergillus* spp., *F. semitectum* และ *Phoma* spp. แต่ใช้ควบคุมเชื้อ *B. oryzae* ได้ไม่ดีเท่าที่ควร เพราะการตรวจเชื้อพบในปริมาณที่ใกล้เคียงกับ Control. ส่วน Captan ใช้ได้ดีกับเชื้อราบางชนิดเช่นกัน แต่มีประสิทธิภาพต่อเชื้อ *T. padwickii* ค่อนข้างต่ำ (Table 3.) ในการใช้สารเคมีคลุกเมล็ดเพื่อกำจัดเชื้อรา Agarwal and Sinclair (1987) กล่าวว่า เป็นวิธีที่ประหยัด ปลอดภัย และได้ผลดีในการกำจัดเชื้อส่วนใหญ่ที่ติดมากับเมล็ด และยังทำหน้าที่ป้องกันเชื้อที่อยู่ภายนอกเมล็ด (Seed protectant) ด้วย ซึ่งจะช่วยป้องกันโรคเมล็ดเน่า (Seed decay) และโรค Seedling blight ที่เกิดจากเชื้อราที่อาศัยอยู่ในดิน ทำให้ต้นกล้าที่งอกขึ้นมาใหม่แข็งแรง และสมบูรณ์.

Agarwal and Sinclair (1987) รายงานการใช้สารเคมีที่ใช้คลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวไว้ว่า Captan 0.25% และ Mancozeb 0.3% สามารถใช้ในการป้องกันกำจัด โรค Seedling blight ที่เกิดจากเชื้อ *B. oryzae* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนอกจากนั้น Captan 0.25% และ 1% Organomercurial 0.25% ยังมีผลต่อเชื้อราในดินหลายชนิดที่อยูรอบๆ เมล็ด ซึ่งเชื้อเหล่านี้อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคเมล็ดเน่าก่อนการงอก หรือโรคโคนเน่าหลังการงอกได้ (Premergence or postemergence damping-off) ในการทดลองครั้งนี้ สารเคมีทั้ง 4 ชนิดไม่มีผลทำให้อัตราการงอกของเมล็ดลดลง แต่ในทางตรงข้ามกลับทำให้ผลของการงอกดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ Control (Table 3.).

Table 3. Fungal species and their percentages detected on seeds of Basmati rice variety after treated with different kinds of fungicides.

Fungal species	Treatment Control	Benomyl		Captan		MBC+mancozeb		Mancozeb	
		0.2%	0.5%	0.2%	0.5%	0.2%	0.5%	0.2%	0.5%
<i>Aspergillus</i> spp.	5.5	0.0	0.0	1.5	1.5	0.0	0.0	5.5	5.5
<i>Curvularia lunata</i>	1.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
<i>Bipolaris oryzae</i>	12.0	12.0	11.5	11.5	2.5	3.5	2.5	5.0	3.0
<i>Fusarium moniliforme</i>	4.5	4.5	4.5	4.5	2.5	0.0	0.0	0.5	0.0
<i>Fusarium semitectum</i>	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
<i>Phoma</i> spp.	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
<i>Trichoconis padwickii</i>	45.0	1.0	0.5	35.5	34.5	4.5	1.5	3.2	2.8
<i>Verticillium</i> spp.	10.0	1.5	1.0	2.5	2.5	2.5	1.5	3.0	1.3
Mean $\pm$ SE	10.3 $\pm$ 5.2	2.6 $\pm$ 1.4	2.3 $\pm$ 1.4	6.9 $\pm$ 4.3	5.4 $\pm$ 4.2	1.3 $\pm$ 0.7	0.7 $\pm$ 0.4	2.3 $\pm$ 0.8	1.6 $\pm$ 0.7
Seed germination (%)	83.5	97.5	90.0	87.0	86.5	87.5	89.0	85.0	87.0

เอกสารอ้างอิง

- เกษมบุษ, กมลศักดิ์. (2530). การปลูกข้าวพันธุ์บาธมาตีในประเทศไทย. เกษตรอุตสาหกรรม. 2(23) : 41-43.
- คิธภาพ, สมจิต. (2524). การแพร่ระบาด และผลงานวิจัยใหม่ล่าสุดของโรคข้าวที่สำคัญในประเทศไทย ปี พศ. 2523 ข้าวสารโรคพืช ประจำเดือน เมษายน-มิถุนายน หน้า 1-6.
- ฝ่ายวิชาการธนาคารกสิกรไทย. (2530). ข้าวบาธมาตี : ความหวังใหม่ของชาวนา เกษตรอุตสาหกรรม. 2(23) : 35-40.
- วรรณวาทกุล, พิภพ. (2530). อนาคตของข้าวหอมบาธมาตีในประเทศไทย. ข้าวสารเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 72(2) : ประจำเดือน เมษายน-พฤษภาคม.
- สุทธิผลโพธิ์, สุชนันต์. และ ทราซู, โพธิ์. (2530). ข้าวบาธมาตีข้าวพันธุ์ดีที่ความอง กสิกร. 58(5) : 375-378.
- Agarwal, V.K. and Sinclair, J.B. (1987). Principles of seed pathology Volumn II. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA. 168 pp.
- Chidambaram, P., Mathur, S.B. and Neergaard, P. (1976). Identification of seedborne fungi. The International Seed Testing Association. p. 176-177.
- Imolehin, E.D. (1983). Rice seedborne fungi and their effect on seed germination. Plant Disease 67: 1334-1336.
- Ou, S.H. (1985). Rice diseases. The Cambrian News (Aberystwyth) Ltd., Great Britain. 380 pp.

การใช้สารเคมีกับกาแฟอาราบิก้าเพื่อความทนแล้ง

นริศ ยิ้มแย้ม¹ และ พิตยา สรวาสศิริ¹

CHEMICAL APPLICATION FOR DROUGHT RESISTANCE IN ARABICA COFFEE

Narit Yimyam¹ and Pittaya Srumsiri¹

ABSTRACT : Three chemicals, i.e. $ZnSO_4$, KNO_3 and Adenine were applied on Arabica coffee (Catimor, 1662) to increase drought resistance. The chemicals were sprayed to coffee trees after they had been exposed to complete water stress for 5 months. It was found that coffee trees sprayed with $ZnSO_4$, KNO_3 and Adenine at a concentration of 0.2, 7 and 0.01% respectively had higher growth rates, both in terms of plant height and stem diameter, than those sprayed with distilled water. Furthermore, the chemicals had induced higher stomatal conductance, leaf water potential and chlorophyll content in the leaves. Nevertheless, proline content in the leaf showed no significant difference between control and chemical treatments.

บทคัดย่อ : จากการทดลองใช้สารเคมี 3 ชนิด กับกาแฟอาราบิก้าเพื่อเพิ่มความทนแล้ง ได้แก่ $ZnSO_4$, KNO_3 และ Adenine โดยทำการฉีดพ่นต้นกาแฟอาราบิก้าสายพันธุ์คาติมอร์ เบอร์ 1662 ซึ่งปลูกในสภาพแห้งแล้ง ขาดน้ำติดต่อกันนาน 5 เดือน พบว่าชนิดของสารเคมีและความเข้มข้นที่เหมาะสมได้แก่ $ZnSO_4$, KNO_3 และ Adenine ที่ความเข้มข้น 0.2, 7 และ 0.01% ตามลำดับ การใช้สารเคมีดังกล่าวจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นกาแฟทั้งด้านความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้น้ำกลั่นอย่างเดียว นอกจากนี้สารเคมียังทำให้ค่าการเปิดของปากใบ และค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงจนใกล้เคียงหรือต่ำกว่าในกรณีที่ไม่ได้ใช้สารเคมีอีกด้วย อย่างไรก็ตามปริมาณโพรลีน (Proline) ในใบจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > .05$) ในระหว่างทั้ง 2 กรณี.

¹ ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

วิธีการทดลอง

ทำการทดลองกับต้นกาแฟอาราบิก้าสายพันธุ์คาร์ติมอร์เบอร์ 1662 ที่มีอายุประมาณ 3 ปี ปลูกกลางแจ้งระยะปลูก 2 x 2 เมตร ณ สถานีทดลองเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน จ.เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) มี 5 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ต้น แบ่งต้นกาแฟออกเป็น 8 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะได้รับสารเคมีที่แตกต่างกัน โดยทำการพ่นทางใบทุกๆ 15 วัน เป็นระยะเวลา 3 เดือนติดต่อกัน โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 30 พฤศจิกายน 2533 ถึงวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2534 ตามกรรมวิธีดังต่อไปนี้ :

1. พ่นด้วยน้ำกลั่น
2. พ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.2%
3. พ่นด้วย KNO_3 เข้มข้น 7%
4. พ่นด้วย Adenine เข้มข้น 0.01%
5. พ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.2% + KNO_3 เข้มข้น 7%
6. พ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.2% + Adenine เข้มข้น 0.01%
7. พ่นด้วย KNO_3 เข้มข้น 7% + Adenine เข้มข้น 0.01%
8. พ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.2% + KNO_3 เข้มข้น 7% + Adenine เข้มข้น 0.01%

การบันทึกข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของแปลงทดลอง, การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ และพฤติกรรมการตอบสนองทางสรีรวิทยา.

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของแปลงทดลอง และผลกระทบที่อาจมีต่อต้นกาแฟ

จากการตรวจวัด พบว่าความเข้มแสงจะมีค่าสูงมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายนคือมีค่าถึง $1,600 \mu Em^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่อุณหภูมิอากาศจะสูงถึง 26.5-30.0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใบจะมีค่า 33-34 องศาเซลเซียส ซึ่งจะมีค่าสูงเกินกว่าสภาพที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสง และการเปิดปากใบของกาแฟตามรายงานของ Kumar (1979) ซึ่งพบว่าอุณหภูมิอากาศที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง $600 \mu Em^{-2}s^{-1}$ ความเข้มแสงสูงเกินไปนี้จะมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มของอุณหภูมิใบ และก่อให้เกิดสภาพที่เรียกว่า Photoinhibition และ Chlorophyll Bleaching นอกจากนี้อุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ระบบราก

พืชทำงานผิดปกติ เช่น ตูดน้ำและแร่ธาตุได้น้อยลงและยังไปทำให้อัตราการสังเคราะห์ไซโตไคนินลดลงซึ่งจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตลดลงได้ ทั้งนี้เพราะไซโตไคนิน (Cytokinin) นี้จะมีคุณสมบัติในการช่วยให้การเคลื่อนย้ายสารอาหารไปยังส่วนต่างๆ เป็นไปได้ดีขึ้น.

ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

จากการทดลองพบว่าการใช้ $ZnSO_4$ หรือ KNO_3 ทำการฉีดพ่นนั้นจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตในด้านความสูงสะสมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะมีค่ามากกว่าการใช้ Adenine ฉีดพ่น (ภาพที่ 1A.) ในขณะที่ $ZnSO_4$, KNO_3 และ Adenine จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตทั้งในด้านเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ภาพที่ 1B.) และอัตราการร่วงของใบไม่แตกต่างกัน และมีค่าต่ำกว่าการใช้ น้ำกลั่นฉีดพ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 1C.) เหตุผลที่ทำให้สารเคมีทั้ง 3 ชนิดสามารถช่วยให้ต้นกาแฟมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการใช้ น้ำกลั่นนั้น น่าจะมาจากการที่สารเคมีแต่ละชนิดไปช่วยทำให้ระบบเมตาโบลิซึมภายในต้นกาแฟดีกว่าตามปกติ ถึงแม้จะมีการกระทบกับสภาวะเครียดเนื่องจากอุณหภูมิสูงและขาดน้ำ กล่าวคือ $ZnSO_4$ ซึ่งมีสังกะสีเป็นองค์ประกอบน่าจะไปช่วยในด้านการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต Machskmer (1986) พบว่าสังกะสีเป็นธาตุที่จำเป็นในขบวนการสังเคราะห์ Tryptophan ซึ่งเป็นสารเริ่มต้นสำหรับการสังเคราะห์ (Indole acetic acid, IAA) และ IAA นี้เองก็เป็นออกซินชนิดหนึ่งที่เป็นตัวช่วยในการเจริญเติบโต นอกจากนี้ธาตุสังกะสียังควบคุมการสร้างโปรตีน และกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบด้วย เชื่อกันว่าธาตุสังกะสี (Zn) จะช่วยรักษาประสิทธิภาพของ Ribosome ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน แม้ในสภาวะขาดน้ำและอุณหภูมิสูง (สรวมศิริ, 2531) ผลของ KNO_3 ต่อการเจริญเติบโตของต้นนั้นน่าจะมาจากการที่ไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพืชที่จะช่วยในการเจริญเติบโต ซึ่งจะตรงกับรายงานของคัมภีรนนท์ (2525) ที่กล่าวว่าไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็น และพืชต้องการใช้ในปริมาณสูง ซึ่งธาตุนี้จะเป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโน, โปรตีน, โคเอนไซม์ และฮอร์โมนบางชนิด ส่วนโปแตสเซียมซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญใน KNO_3 ยังมีผลช่วยเกี่ยวกับความเต่งของเซลล์ด้วย ดังรายงานของสุวรรณฤทธิ์ (2525) ที่กล่าวว่าเมื่อพืชได้รับโปแตสเซียมเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำในพืชและความเต่งของเซลล์จะเพิ่มขึ้น.

สำหรับ Adenine จะช่วยในขบวนการสร้างโปรตีน ดังรายงานของฟูตระกูล (2528) พบว่า Adenine มีโครงสร้างเป็นพวก Purine ชนิดหนึ่งในกรดนิวคลีอิก (Nucleic acid) ซึ่งตามธรรมชาติพบในโมเลกุลของ DNA และ RNA นอกจากนี้ Adenine ยังช่วยรักษาคอโรฟิลล์ไม่ให้ถูกทำลายได้ง่าย ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น ดังรายงานของ Steponkus (1981) ที่พบว่าใบยาสูบไซโตไคนินหรืออนุพันธ์ของ Adenine สามารถชะลอการแก่ของใบยาสูบที่ปลูกภายใต้อุณหภูมิสูงได้.

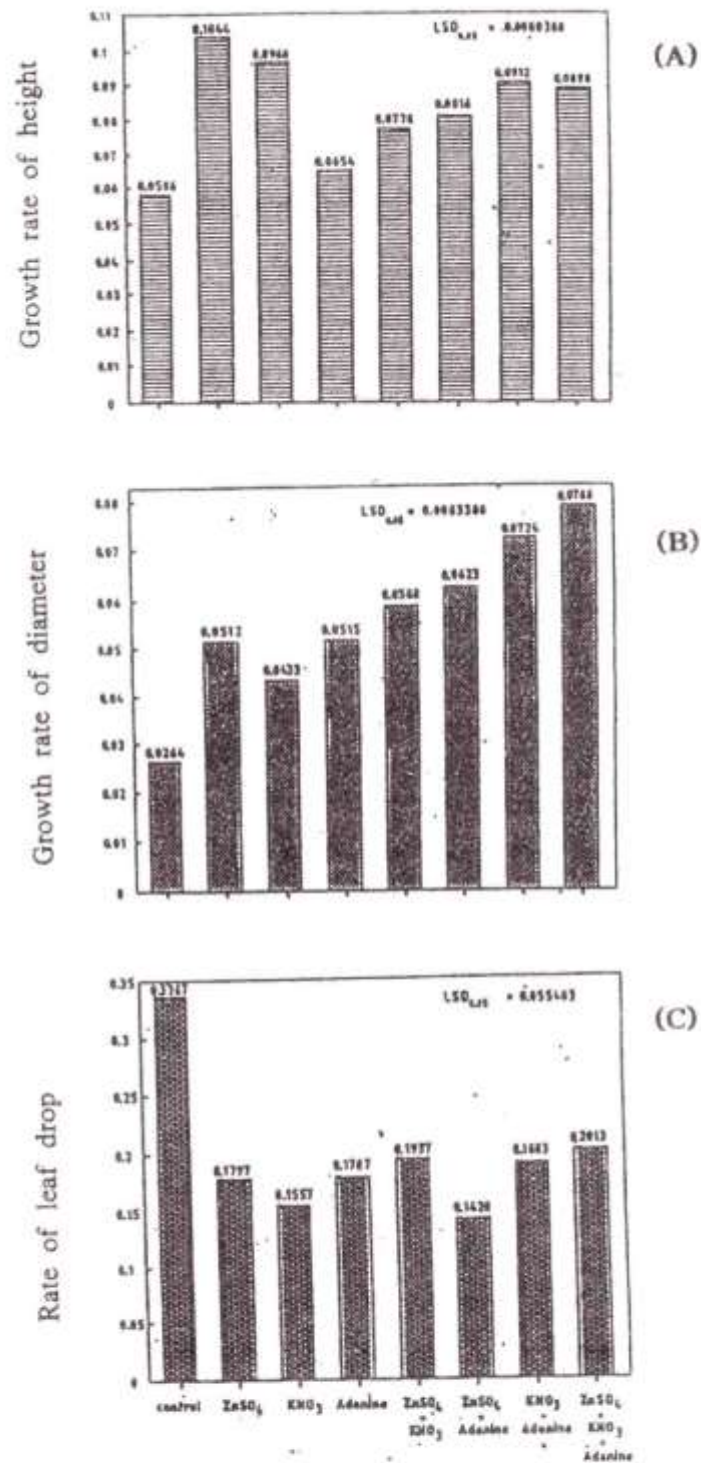


Figure 1. Growth rate of Arabica coffee tree with 5 months chemicals sprayed.

จากเหตุผลดังกล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าการใช้ $ZnSO_4$, KNO_3 หรือ Adenine จะไปทำให้เซลล์ของพืชมีขบวนการทางสรีระที่ติดอยู่ได้ตามปกติ แม้จะอยู่ในสภาวะที่ขาดน้ำและอุณหภูมิสูง ผลกระทบที่มีต่อการขยายตัวของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จะส่งผลให้การลำเลียงน้ำและอาหารภายในท่อน้ำและท่ออาหารเป็นไปได้ตามปกติหรือดีขึ้น ต่างจากกรณีที่ไม่ได้รับสารเคมี ส่วนในกรณีที่ต้นกาแฟเมื่อได้รับสารเคมีจะทำให้มีจำนวนใบติดอยู่กับต้นมาก (ร่วงช้า) จะเป็นผลดีต่อต้นคือไปทำให้ต้นกาแฟมีใบมากกว่า ทำให้เกิดใบที่อยู่ภายใต้ร่มเงาได้ จึงช่วยเป็นร่มเงาต่อกันได้ดี เป็นการลดความเข้มแสงที่สูงเกินไป ผลที่ตามมาทำให้มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงที่มากขึ้นด้วย จากที่กล่าวมาทั้งหมดซึ่งน่าจะทำให้ต้นกาแฟที่ได้รับ $ZnSO_4$ หรือ KNO_3 หรือ Adenine มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการใช้กากถั่วลิสงอย่างเดียว.

ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของต้นกาแฟ

ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของปากใบและค่าศักย์ของน้ำในใบ จากผลการทดลองที่ได้รับเมื่อทำการทดลองฉีดพ่นสารเคมีอย่างต่อเนื่องให้กับต้นกาแฟที่ปลูกอยู่ภายใต้สภาวะแห้งแล้งติดต่อกันนาน 5 เดือน จะเห็นได้ว่าลักษณะภายนอกของต้นกาแฟที่ไม่ได้รับสารเคมีจะมีใบที่มีลักษณะเหี่ยวเฉา ในขณะที่ต้นที่ได้รับสารเคมีกลับยังมีใบที่สดชื่นและมีจำนวนที่มากกว่า และเมื่อทำการวัดค่าการเปิดของปากใบในช่วงเวลาดังกล่าว พบว่าต้นที่ไม่ได้รับสารเคมีมีค่าการเปิดปากใบสูงกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 2.) และสาเหตุที่ทำให้ต้นกาแฟมีการเปิดปากใบได้น้อยกว่าประการสำคัญอย่างหนึ่งคือ การที่พืชมีค่าศักย์ของน้ำในใบลดลง ซึ่งจะมีผลทำให้ความตึงของเซลล์ลดลงด้วย จากการตรวจวัดค่าศักย์ของใบในช่วงเวลาดังกล่าว พบว่าในต้นที่ไม่ได้รับสารเคมีฉีดพ่นจะมีค่าอยู่ต่ำมาก อยู่ในช่วง -20 ถึง -22 บาร์ ในขณะที่ต้นที่ได้รับสารเคมีจะมีค่าสูงกว่า คืออยู่ในช่วง -16 ถึง -17 บาร์ จากค่าศักย์ของน้ำในใบที่ต่ำนี้เองจะทำให้มีการเปิดของปากใบน้อยกว่าและมีการสังเคราะห์แสงที่น้อยกว่าด้วย ดังรายงานของ Kumar (1979) ซึ่งทำการศึกษาความสัมพันธ์ของการสังเคราะห์แสงกับสภาวะของน้ำในต้นกาแฟโดยวัดในรูปของค่าศักย์ของน้ำในใบ พบว่า เมื่อค่าศักย์ของน้ำในใบไม่ต่ำกว่า -10 บาร์ ระดับการสังเคราะห์แสงจะเป็นปกติ แต่ถ้าค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงจนอยู่ในช่วง -12 ถึง -20 บาร์ อัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลงเหลือ 75% ของอัตราปกติ แต่เมื่อค่าศักย์ของน้ำในใบต่ำกว่า -20 บาร์ จะมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเหลือเพียง 10-20% ของอัตราปกติเท่านั้น.

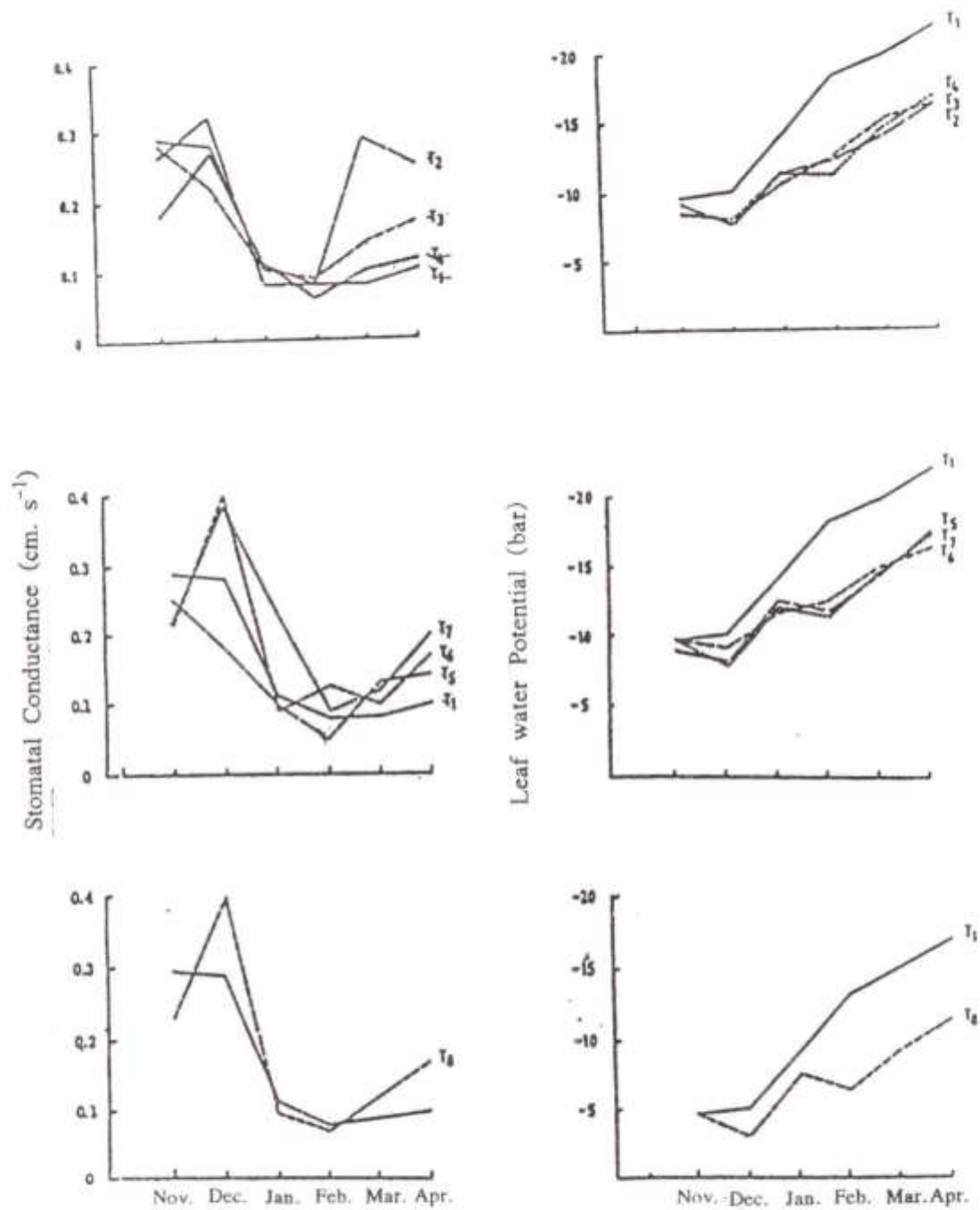


Figure 2. Effect of chemical on stomato conductance and leaf water potential in the Arabica (T₁ = control, T₂ = ZnSO₄, T₃ = KNO₃, T₄ = Adenine, T₅ = ZnSO₄ + KNO₃, T₆ = Adenine, T₇ = KNO₃ + Adenine, T₈ = ZnSO₄ + KNO₃ + Adenine).

การฉีดพ่น ZnSO_4 หรือ KNO_3 ทำให้ต้นกาแฟทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีกว่าการใช้ น้ำกลั่นฉีดพ่น น่าจะมาจากการที่สารทั้ง 2 ชนิด ไปทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบมีค่ามาก เป็นเหตุ ทำให้เซลล์คงตึงอยู่ได้ ในขณะที่เดียวกันก็ยิ่งทำให้ปากใบเปิดได้มากกว่าในสภาพที่ขาดน้ำ การส่ง ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อการสังเคราะห์แสงจึงเกิดได้ดีด้วย ทำให้ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโต ที่ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Tesha and Kumar (1978) ที่พบว่าการใช้ไนโตรเจนทำให้ ต้นกาแฟทนแล้งได้ดี เนื่องมาจากเมื่อพืชอยู่ในสภาวะที่ขาดน้ำ ในโตรเจนจะช่วยให้มีการสร้าง และสะสมโปรตีนชนิดที่สามารถดูดซับน้ำได้ดีเพิ่มขึ้น ทำให้เซลล์คงความตึงได้ดี และนานกว่า ปกติ ซึ่งเป็นเหตุให้ต้นกาแฟทนแล้งได้ดีขึ้น ส่วนโปแตสเซียมนั้นจะไปทำให้ความสัมพันธ์ ของน้ำที่มีต่อพืชดีขึ้นคือ เมื่อพืชได้รับโปแตสเซียมเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำในพืชและความตึงของพืชก็ จะเพิ่มขึ้น (สุวรรณฤทธิ์, 2525) และรายงานของ Tesha and Kumar (1976) พบว่าการใช้ ZnSO_4 เข้มข้น 0.2% พ่นทางใบติดต่อกันเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนปล่อยให้ขาดน้ำ จะทำให้ต้น กาแฟทนแล้งได้ดีขึ้นกว่าปกติ.

สำหรับ Adenine นั้นถึงแม้จะให้ค่าศักย์ของน้ำในใบสูงกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นก็ ตาม แต่ค่าการเปิดปากใบจะไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งน่าจะเป็นเหตุผลที่ทำให้การใช้ Adenine ฉีดพ่นต้นกาแฟแล้วมีการเจริญเติบโตที่น้อยกว่าการใช้ ZnSO_4 และ KNO_3 .

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้ ZnSO_4 และ KNO_3 น่าจะมีความสามารถช่วยใน การเพิ่มความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งให้กับต้นกาแฟได้ดี โดยจะทำให้การเปิดปากใบของต้นกาแฟ มีค่ามากขึ้นกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น หรือ Adenine โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อช่วงเวลา 14:00 น. นอกจากนี้สารเคมียังช่วยรักษาความตึงของเซลล์ได้ด้วย ดังจะเห็นได้จากใบกาแฟที่ได้รับสารเคมี จะมีค่าศักย์ของน้ำในใบสูงสุดอยู่ระหว่าง -16 ถึง -17 บาร์ ซึ่งจะส่งผลให้กิจกรรมเกี่ยวกับ เมตาโบลิซึมของเซลล์ยังคงปกติอยู่ได้ แม้ว่าจะตกอยู่ภายใต้สภาวะเครียดอย่างรุนแรง.

ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรตีน ในการทดลองครั้งนี้ ได้สังเกตพบว่า ต้นกาแฟจะมีสีของใบแตกต่างกันออกไป โดยต้นที่ไม่ได้รับสารเคมีจะมีสีเหลือง ใน ขณะที่ต้นที่ได้รับสารเคมีจะมีสีเขียวเข้มกว่า ซึ่งเมื่อนำใบมาวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณคลอโร- ฟิลล์ก็พบว่า ใบจากต้นที่ได้รับ ZnSO_4 , KNO_3 และ Adenine จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าใบ จากต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1.) ซึ่งตรงกับรายงานของ Cannell (1985) ที่ว่าอุณหภูมิอากาศที่สูงเกินกว่า 25 องศาเซลเซียส จะทำให้ใบสูญเสียคลอโร- ฟิลล์ เป็นที่น่าสังเกตว่าความเข้มแสงที่สูงเกินไปของแปลงทดลองน่าจะมีผลในการลดลงของ ปริมาณคลอโรฟิลล์ด้วย เนื่องจากสภาพ Chlorophyll bleaching ตามรายงานของ Kumar (1979) ซึ่งทั้ง ZnSO_4 , KNO_3 และ Adenine จะช่วยชะลอการถูกทำลายคลอโรฟิลล์ได้.

Table 1. Content of Chlorophyll a, b and proline (mg.fw⁻¹) in coffee leaves with 5 months chemicals sprayed.

Treatment	Volumn		
	Chlorophyll a (1 x 10 ⁻³)	Chlorophyll b (1 x 10 ⁻³)	Proline
Control	2.531b	6.371c	26.89
ZnSO ₄	4.044a	8.457ab	54.41
KNO ₃	3.772a	9.068ab	76.19
Adenine	4.356a	9.293a	68.89
ZnSO ₄ + KNO ₃	4.351a	7.540b	71.11
ZnSO ₄ + Adenine	4.087a	8.076abc	30.80
KNO ₃ + Adenine	3.824a	8.611ab	52.72
ZnSO ₄ + KNO ₃ + Adenine	4.520a	7.810abc	53.23
LSD _{0.05}	0.826	1.7033	NS

การใช้สารเคมีทั้ง ZnSO₄, KNO₃ และ Adenine จะไม่ทำให้ต้นกาแฟมีปริมาณโปรตีนแตกต่างไปจากต้นที่ใช้ น้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญ ต่างจากรายงานของ Hanson (1980) ที่พบว่าในพืชตระกูลหญ้าจะสะสมโปรตีนเพิ่มขึ้นถึง 20-100 เท่าของระดับน้ำปกติ ถ้าปล่อยให้ขาดน้ำติดต่อกันสามวัน ในกรณีของกาแฟจะเห็นว่าแม้ว่ามีความเครียดจากการขาดน้ำและอุณหภูมิสูง พืชยังคงมีการสะสมโปรตีนเช่นกัน แต่มีจุดจำกัดอยู่ในระดับหนึ่งเท่านั้น หากสภาวะเครียดของน้ำรุนแรงเกินไป ในใบกาแฟจะมีการสะสมโปรตีนน้อยลง ซึ่งตรงกับรายงานของไพชยนต์ (2532) โดยโปรตีนที่หายไปใบสภาพดังกล่าว Aspinall and Paleg (1981) รายงานว่าอาจเป็นเพราะสภาพการขาดน้ำที่รุนแรงและอุณหภูมิสูงมาก จะส่งผลทำให้ขบวนการเมตาโบลิซึมที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันตนเองจากสภาวะเครียดเสื่อมประสิทธิภาพลง สำหรับกาแฟซึ่งเป็นพืชที่มีแหล่งกำเนิดในเขตป่าร้อนชื้น โอกาสที่จะเกิดปัญหากับขบวนการเมตาโบลิซึมดังกล่าวข้างต้นยิ่งจะเป็นไปได้มากขึ้นเมื่อกระทบกับสภาวะเครียด จึงทำให้ปริมาณของโปรตีนที่พบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังที่กล่าวมาแล้ว.

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองอาจกล่าวได้ว่า สารเคมีและความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มความทนแล้งให้กับกาแฟราบีเกา ได้แก่ ZnSO₄, KNO₃ และ Adenine ที่ความเข้มข้น 0.2, 7

และ 0.01% ตามลำดับ การใช้สารเคมีดังกล่าวจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นกาแฟทั้งด้านความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้น้ำกลั่นอย่างเดียวนอกจากนี้สารเคมียังทำให้ปากใบเปิดได้มากกว่า ค่าศักย์ของน้ำในใบสูงกว่า ตลอดจนปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงกว่าด้วย.

เอกสารอ้างอิง

- โพชนงค์, พัฒนพันธุ์. (2532). การตอบสนองทางสรีรวิทยาของกาแฟอาราบิก้าต่อสภาวะเครียดของการขาดน้ำและอุณหภูมิสูง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สาขาวิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 87 หน้า.
- สรวมศิริ, พัทธยา. (2531). ภัยกับการทนแล้งของกาแฟ. จดหมายข่าวโครงการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูง, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 5(3) : 6-7.
- กัมมวรินทร์, ยืนพันธุ์. (2527). สอริโมเนฟิซ. ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 136 หน้า.
- ฟูตระกูล, สุวิทย์. (2528). ชีวเคมีพื้นฐาน 1. ภาควิชาเคมี, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 301 หน้า.
- สุวรรณฤทธิ์, อานาจ. (2525). ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืช เล่มที่ 2. ภาควิชาปฐพีศาสตร์, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 355 หน้า.
- Aspinall, D. and Paleg, L.G. (1981). Proline Accumulation : Physiological Aspect. In : The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants. Paleg, L.G. and Aspinall, D. (eds.). Academic Press, New York, 492 pp.
- Cannell, M.G.R. (1985). Physiology of Coffee Crop. In : Coffee Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. Clifford, M.N. and Willson, K.C. (eds.). The AVI Publishing Company, Inc. Connecticut. 457 pp.
- Hanson, A.D. (1980). Interpreting the metabolic responses of plants to water stress. Proceeding of the Symposium on Plant Microclimate and Stress. Hort. Science 15(5) : 623-629.
- Kumar, D. (1979). Some aspects of the physiology of *Coffea arabica* L. : A review. Kenya Coffee, 44 : 9-40.
- Machshner, H. (1986). Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, New York. 674 pp.
- Steponkus, P.L. (1981). Response to Extreme Temperature. In : Encyclopedia of Plant Physiology. Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, C.B. and Ziegler, H. (eds.). 12A : Springer-verlag Berlin, New York, 635 pp.
- Tesha, A.J. and Kumar, D. (1976). Nitrogen and zinc increasing drought resisting capacity of coffee. Kenya Coffee 41 : 227-228.
- Tesha, A.J. and Kumar, D. (1978). Effects of fertilizer nitrogen on drought resistance in Coffee arabica L. J. Agri. Sci. Camb. 90 : 625-631.

วารสารเกษตร 8(1) : 50-68 (2535)

Journal of Agriculture 8(1) : 50-68 (1992)

การเปรียบเทียบพันธุ์มะม่วงเพื่อพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืนบน ที่ดอนอาศัยน้ำฝน

ทวีชัย รัตนศาสตร์¹ และ อิศร กระแสชัย¹

COMPARISON OF PERFORMANCE OF MANGO CULTIVARS FOR DEVELOPING SUSTAINABLE AGRICULTURE IN THE RAINFED UPLANDS

Tavatchai Radanachaless¹ and Adisorn Krasaechai¹

ABSTRACT : The integrating of mango into the traditional soybean on the farmer's field in the Chom Tong Land Reform Project area, Chiang Mai was studied since 1989. The purpose was to identify the suitable mango cultivars by comparing the performance of 16 commercial cultivars under the upland rainfed conditions. Results of the first two year (1989-1991) indicated that mango generally had a rapid growth. Particularly, the Pim-Sen and Nong-Sang cultivars, while Kaew-Hua-Chook and Salaya grew with the relative low rate. The highest number of harvested fruits per tree in the second year was obtained from Chok-A-Nan cultivar. Higher mortality rate was found in mango planting on the termite mound. Occasional storm also damaged by uprooting the young trees. Other production constraints found during the first two years were gummosis disease infestation and insect damaging by green weevil (*Hypomeces squamosus*). The effect of the integrated mango tree on the traditional soybean production as well as the impact of this on-farm research on the expanding of multipurpose food tree growing in the surrounding area were also discussed.

บทคัดย่อ : การศึกษาการปลูกมะม่วงผสมผสานกับถั่วเหลืองที่มีอยู่เดิมแล้วในท้องถิ่น บนแปลงของเกษตรกรในพื้นที่โครงการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมปางกมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 เพื่อคัดเลือกหาพันธุ์มะม่วงที่เหมาะสมจากที่คัดเลือกไว้แล้วในเบื้องต้นจำนวน 16 พันธุ์ ในสภาพที่ดอนอาศัยน้ำฝน ผลการศึกษาในช่วง 2 ปีแรก (2532-2534) พบว่ามะม่วงมีการเติบโตโดยทั่วไปค่อนข้างเร็ว และพันธุ์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างสูงต้นมีอย่างน้อย 2 พันธุ์ได้แก่ พันธุ์พิมเสน และพันธุ์ทองแดง ขณะที่พันธุ์แก้วไว้อุกและพันธุ์ศุภายา มีอัตราการเติบโตในเกณฑ์ที่ต่ำสุด ทางด้านผลผลิต

ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

พบว่าพันธุ์โชคอนันต์มีการติดผลดีที่สุดในปีที่ 2 การตายของมะม่วงในระยะแรกเป็นปัญหาที่สำคัญของการปลูกมะม่วงในระยะที่มีการสร้างแปลงปลูกใหม่ พบว่าสาเหตุการตายที่สำคัญเกิดจากการปลูกบนจอมปลวก และถูกลมพายุพัดล้ม ส่วนข้อจำกัดในการผลิตมะม่วงในปีแรกๆ ในลำดับถัดมาที่พบได้แก่ปัญหาการระบาดของโรคยางไหลและการกัดทำลายของแมลงท่อมทอง (green weevil : *Hypomeces squamosus*) นอกจากนี้ ในการศึกษาครั้งนี้ยังได้มีปราชญ์ถึงผลของการปลูกมะม่วงที่มีต่อการผลิตข้าวเหลืองที่ปลูกร่วมกันในฤดูฝน รวมทั้งได้กล่าวถึงผลกระทบของแปลงศึกษาพันธุ์มะม่วงที่มีต่อความเสียหายของแปลงปลูกมะม่วงของเกษตรกรในบริเวณข้างเคียงอีกด้วย.

คำนำ

ที่ดอนได้ถูกจัดเป็นระบบการเกษตรนิเวศน์ (Agroecosystem) ที่สำคัญสำหรับภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยสำหรับการพัฒนาการเกษตรบนที่ดอนนั้น รัตน์ชลศ และ ยิบมันตะสิริ (2534) ได้เสนอว่าต้องมุ่งเน้นการผสมผสานการเกษตรหลายกิจกรรม ที่ทำให้เกิดผลตอบแทนทั้งระยะสั้นและระยะยาว เพื่อสามารถคำนวณการดำรงชีพของครัวเรือน พร้อมทั้งสามารถฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติที่จะผลุงการผลิตทางเกษตรระยะยาวได้ การผสมผสานไม้ยืนต้นเข้าไปในพืชล้มลุกที่มีอยู่แล้วในพื้นที่ เป็นแนวทางที่นับว่าสอดคล้องกับความมุ่งหมายดังกล่าว Radanachalless and Krasaechai (1991) ได้ใช้เวลา 4 ปี ศึกษาความเป็นไปได้ของการนำไม้ยืนต้นในกลุ่มที่เรียกว่าไม้เอนกประสงค์ (Multipurpose tree) จำนวน 10 ชนิด เข้าไปปลูกผสมผสานกับข้าวเหลืองปลายฝน ซึ่งเป็นพืชล้มลุกที่ปลูกอยู่เดิมแล้วในพื้นที่ พบว่าไม้ยืนต้นบางชนิดมีปัญหาในการปรับตัวต่อสภาพของที่ดอนแม้จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มพืชทนแล้งแล้วก็ตาม ขณะที่บางส่วนเป็นพันธุ์ไม้ที่เกษตรกรไม่ยอมรับ มะม่วงเป็นไม้ผลยืนต้นที่แสดงศักยภาพสำหรับการผสมผสานกับข้าวเหลืองปลายฝน และเป็นที่ต้องการสำหรับเกษตรกรมากที่สุด การศึกษานี้ค่อนข้างสอดคล้องกับ Raintree (1991) ที่ได้พบว่าเกษตรกรในเอเชียมีความต้องการที่จะปลูกมะม่วงมากกว่าไม้ยืนต้นเอนกประสงค์อื่นๆ อย่างไรก็ตามมะม่วงในประเทศไทยมีมากกว่า 170 พันธุ์ (วังไธ, 2533) โดยที่ยังไม่นับพันธุ์จากต่างประเทศที่นำเข้ามาในภายหลัง เฉพาะพันธุ์ที่เป็นการค้าและตลาดมีความต้องการสูงที่ส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศได้น้อยมีจำนวนถึง 13 พันธุ์ (จินตนาวงศ์ และคณะ, 2533) การศึกษาถึงพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับที่ดอนอาศัยน้ำฝนนั้นมีน้อยมาก นอกจากงานศึกษาของกรมวิชาการเกษตร (2531) ซึ่งได้ศึกษาที่สถานีทดลองพืชสวนห้างฉัตร จังหวัดลำปาง.

ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ คัดเลือกหาพันธุ์มะม่วงที่เหมาะสมกับที่ดอนอาศัยน้ำฝนโดยเฉพาะบนพื้นที่ของเกษตรกร โดยการเปรียบเทียบจากมะม่วงที่คัดเลือกเบื้องต้นแล้วจำนวน 16 พันธุ์.

อุปกรณ์และวิธีการ

ได้เลือกพื้นที่ของเกษตรกรจากบ้านห้วยน้ำขาวหมู่ที่ 1 ตำบลยางคราม ซึ่งเป็นพื้นที่ทำกินบนที่ดอน ในโครงการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมป่าจอมทอง ตำบลยางคราม อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ตามที่ได้มีรายงานไว้ใน Radanachaless and Krasaechai (1990, 1991) ประมาณ 5 ไร่ ลักษณะองค์ประกอบทางเคมีของดินได้รายงานไว้ใน Radanachaless (1987) มะม่วงกิ่งทาบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 16 พันธุ์ ปลูกตามผังการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ให้พันธุ์เป็นวิธีการ และ 1 ต้นเป็น 1 ซ้ำ มีจำนวน 5-14 ต้นต่อพันธุ์ ปลูกเมื่อวันที่ 12-13 สิงหาคม 2532 ระยะปลูก 8 x 8 เมตร ในหลุมขนาด 1 x 1 x 1 เมตร ที่มีการปรับดินกันหลุมด้วยเศษซากถั่วเหลืองที่ตากแห้งอยู่ในบริเวณและปุ๋ยคอกจากมูลโคในหมู่บ้าน หลังกลบดินปลูก ทำการค้ำยันต้นอ่อนขวางทิศทางลมด้วยไม้รวก และฝังค้ำน้ำดินเหนียวขนาดความจุประมาณ 7 ลิตร ชนิดไม่เคลือบไวซีไดโคนตันเพื่อใช้กักเก็บน้ำในฤดูแล้งโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เป็นแหล่งของความชื้นแก่ต้นมะม่วง พร้อมกับทำร่มให้กับมะม่วงต้นอ่อนด้วยแผงใบตองตึง มีการให้น้ำเสริมเฉพาะช่วงฤดูแล้งในปีแรก ไม่เกิน 3 ครั้งต่อเดือน จนเข้าฤดูฝนในปีถัดไป จึงหยุดการให้น้ำ มีการให้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอกแก่มะม่วง ตามคำแนะนำในอัตราต่ำสุด มะม่วงทั้ง 16 พันธุ์ จำนวน 128 ต้น จะปลูกผสมผสานอย่างเป็นแถวเป็นแนวเข้าไปในถั่วเหลืองปลายฝน ซึ่งปกติเกษตรกรจะปลูกในช่วงต้นเดือนจนถึงปลายสัปดาห์ที่สามของเดือนสิงหาคม ขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นในดินแต่ละปี รายละเอียดของวิธีการปลูกและจัดการถั่วเหลืองของเกษตรกรปรากฏในรายงานของ Radanachaless (1987) ถั่วเหลืองที่ใช่คือพันธุ์เชียงใหม่ 60.

ข้อมูลที่บันทึกเป็นประจำทุกเดือนในปีแรก และทุกสองเดือนในปีที่สองของมะม่วงประกอบด้วย ความสูง ขนาดของทรงพุ่ม และเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่โคน ที่สูงจากผิวดินขึ้นมาประมาณ 10 ซม. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์การเติบโต โดยใช้ Regression technique นอกจากนั้นจะสังเกตพร้อมบันทึกการติดดอกออกผลในแต่ละพันธุ์ทุก 2 สัปดาห์ โดยนับการติดผลตั้งแต่เมื่อผลมีขนาดความยาวประมาณ 5 ซม. บันทึกวันที่ติดผล การติดผลในแต่ละต้น จำนวนผลที่ร่วง ผลที่เก็บเกี่ยวได้ รวมทั้งอัตราการตายพร้อมสาเหตุ การถูกรบกวนด้วยโรค แมลง หรือสาเหตุจากธรรมชาติอื่นๆ นอกจากนั้นปัจจัยและแรงงานที่ใช้ในการทำสวนมะม่วงทั้งหมดได้บันทึกไว้อย่างละเอียด เพื่อใช้เสนอเป็นข้อมูลต้นทุนการผลิตมะม่วงบนที่ดอนตั้งแต่แรกปลูก เช่นเดียวกับในถั่วเหลือง นอกจากในเรื่องต้นทุนการผลิตแล้ว ยังได้สุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตของถั่วเหลืองในพื้นที่ขนาด 2 x 2 เมตร จำนวน 8 จุดในช่วงการเก็บเกี่ยว เพื่อทำการวัดผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งซาก (กากถั่ว) ที่เหลือไว้ในแปลงในแต่ละปี เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาภาพรวมการปลูกไม้ยืนต้นผสมผสานกับพืชล้มลุกทั้งระบบต่อไป.

ผลการทดลองและวิจารณ์

อัตราการเติบโต

การเติบโตของมะม่วงทั้ง 16 พันธุ์ที่ปลูกจากกิ่งทาบกิ่งทั้งหมดในช่วง 2 ปีแรกนี้ แม้ว่าต้นพันธุ์จะผ่าน Juvenile stage มาแล้ว แต่ก็พบว่าการเติบโตที่รวดเร็ว จากการติดตามการเติบโตของมะม่วงโดยการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่โคน ความสูง และความกว้างของทรงพุ่ม พบว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นเส้นตรงหรืออาจเขียนได้เป็นสมการ $Y = a + bX$ ขณะที่ความแตกต่างอัตราการเจริญเติบโตของมะม่วงแต่ละพันธุ์นั้นสามารถใช้ b (ค่าความชันของสมการเส้นตรง) เป็นตัวเปรียบเทียบลักษณะการเติบโตที่ติดตามจากความกว้างของทรงพุ่มดังปรากฏในภาพที่ 1. ได้เป็นตัวแทนที่ดีในการแสดงลักษณะเติบโตโดยทั่วไปของมะม่วงในช่วง 2 ปีแรก อีกทั้งการขยายตัวที่รวดเร็วของทรงพุ่มจะมีบทบาทค่อนข้างมากต่อระบบการปลูกพืชที่จะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 5 ถัดไป ตารางที่ 1. ได้แสดงค่าอัตราการเจริญเติบโต (ค่า b ของสมการเส้นตรง) เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างระหว่างมะม่วงทั้ง 16 พันธุ์.

กลุ่มที่มีอัตราการขยายตัวของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นสูงโดดเด่นในรอบ 2 ปีนั้น ประกอบด้วยพันธุ์พิมเสน หนองแซง และหนังกวางวัน ซึ่งมีอัตราการเติบโต 2.52 2.30 และ 2.14 มม. ต่อเดือนตามลำดับ แต่ทั้ง 3 ค่านี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ขณะที่พันธุ์ศาลายา (1.15 มม./เดือน) และแก้วหัวจู (1.25 มม./เดือน) อยู่ในกลุ่มที่มีอัตราการขยายตัวของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นช้า กลุ่มที่มีอัตราการเพิ่มความสูงอย่างโดดเด่นนั้นประกอบด้วยพันธุ์พิมเสน หนองแซง และทองดำ ซึ่งมีความสูงเพิ่มขึ้น 7.07 6.70 และ 6.55 ซม. ต่อเดือนตามลำดับ แต่ค่าทั้ง 3 ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ศาลายาจะเป็นพันธุ์ที่มีอัตราการเพิ่มความสูงน้อยอย่างเห็นได้ชัด ส่วนหนึ่งเป็นเพราะการแตกกิ่งของพันธุ์นี้มีลักษณะเลื้อยไม่แผ่ตั้งขึ้นเหมือนพันธุ์อื่นๆ และกลุ่มที่มีอัตราการขยายตัวของทรงพุ่มในแต่ละเดือนสูงโดดเด่นนั้น ประกอบด้วยพันธุ์พิมเสน (7.51 ซม./เดือน) และ หนองแซง (7.03 ซม./เดือน) โดยที่ค่าอัตราการขยายตัวของทรงพุ่มทั้ง 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน ขณะที่พันธุ์แก้วหัวจู (4.28 ซม./เดือน) มีการขยายตัวของทรงพุ่มค่อนข้างน้อยอย่างเห็นได้ชัด.

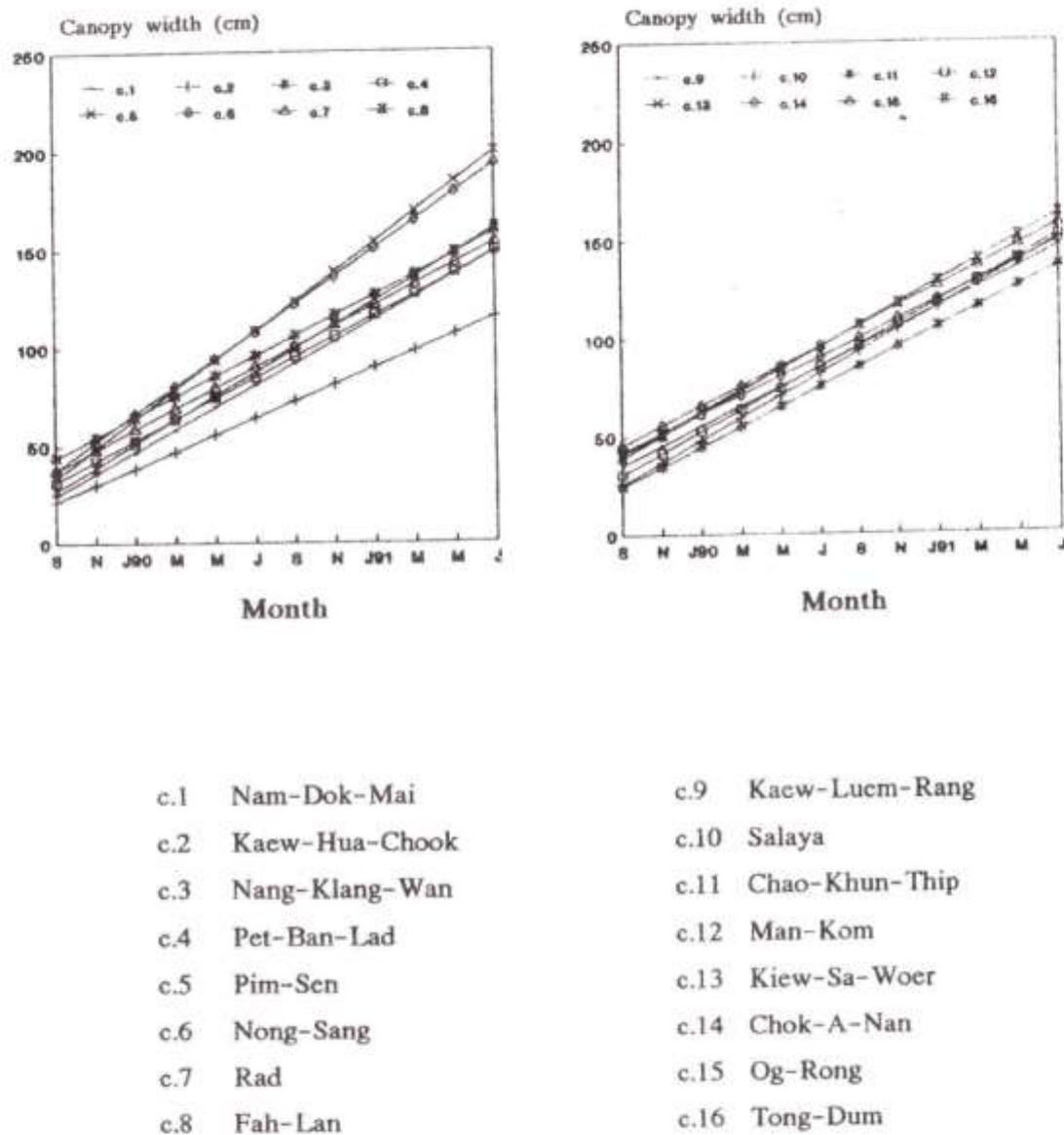


Figure 1. Canopy width of mango trees which integrated into the traditional up-land rainfed soybean in the Chom Tong Land Reform Project area, 1989-91.

Table 1. Growth rate of stem diameter, height and canopy width of the 2 year-old mango trees which integrated into the traditional upland rainfed soybean during 1989-1991.

Mango cultivar	Rep.	Growth rate of		
		Stem diameter (mm/month)	Height (cm/month)	Canopy width (cm/month)
1 Nam-Dok-Mai	8	1.68	4.44	5.62
2 Kaew-Hua-Chook	8	1.25	3.82	4.28
3 Nang-Klang-Wan	8	2.14	5.59	5.19
4 Pet-Ban-Lad	7	1.54	5.64	5.30
5 Pim-Sen	7	2.52	7.07	7.51
6 Nong-Sang	8	2.30	6.70	7.03
7 Rad	8	1.96	5.88	5.27
8 Fah-Lan	7	1.77	4.16	6.05
9 Kaew-Luem-Rang	8	1.52	3.52	5.03
10 Salaya	8	1.15	1.67	5.64
11 Chao-Khun-Thip	7	1.75	5.71	5.08
12 Man-Kom	8	1.52	5.94	5.49
13 Kiew-Sa-Woer	7	1.95	5.47	5.53
14 Chok-A-Nan	8	1.72	3.83	4.84
15 Og-Rong	8	1.59	3.95	5.06
16 Tong-Dum	5	1.79	6.55	5.59
Mean	1.76	5.00	5.53	
F-test	*	*	*	
CV. (%)	41.24	35.18	31.86	
LSD(0.05)				
n1	n2			
8.00	8.00	0.74	1.75	1.75
8.00	7.00	0.76	1.81	1.81
8.00	5.00	0.84	1.99	1.99
7.00	7.00	0.79	1.87	1.87
7.00	5.00	0.86	2.05	2.05

ในภาพรวม กลุ่มมะม่วงที่มีอัตราการเติบโตค่อนข้างสูงเด่นในช่วง 2 ปีแรกหลังปลูก บนที่ดอนอาศัยน้ำฝน ภายใต้การจัดการของเกษตรกรตามปกติ จะมีพันธุ์พิมเสน และหนองแขงรวมอยู่ ขณะที่พันธุ์ศาลายา และแก้วหัวจูจะอยู่ในกลุ่มที่มีอัตราการเติบโตต่ำสุด.

อัตราการตายและสาเหตุ

มะม่วงของเกษตรกรในพื้นที่โครงการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมป่าจอมทอง มักมีอัตราการตายค่อนข้างสูงในปีแรก (Radanachalee and Krasacchai, 1991) และเมื่อปฏิบัติตามข้อแนะนำโดยเฉพาะในเรื่องการให้ร่มเงา การทำค้ำยัน การฝังต้นน้ำ และการให้น้ำเสริมประมาณ 3 ครั้งต่อเดือนในช่วงฤดูแล้งหลังเดือนพฤศจิกายนไปแล้วพบว่า การตายของมะม่วงทุกพันธุ์รวมกันในช่วงปีแรก (สิงหาคม 2532 - กรกฎาคม 2533) มีอัตราที่ต่ำมากเพียงร้อยละ 2 เทียบกับของเกษตรกรทั่วไปซึ่งสูงตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป (Radanachalee and Timm, 1991) อย่างไรก็ตามแม้ว่าต้นมะม่วงทุกพันธุ์ทั้งหมดที่เหลือจะตั้งตัวแล้วเป็นอย่างดีเมื่อเข้าปีที่ 2 แต่ก็พบว่าในช่วงปีที่ 2 การตายของมะม่วงยังปรากฏเพิ่มขึ้น มีจำนวนถึงร้อยละ 6 (8 ต้น) ของจำนวนที่ปลูกในปีแรก (ตารางที่ 2.).

จากจำนวนมะม่วงที่ตายทั้งหมด 11 ต้นในช่วง 2 ปีแรกนั้นมาจากจำนวน 7 พันธุ์ หากจำแนกต้นที่ตายออกตามสาเหตุแล้ว พบว่ามี 3 กลุ่มด้วยกัน (ตารางที่ 3.) (1) การตายเนื่องจากปลูกบนบนจอมปลวกนั้น ยังไม่ทราบถึงสาเหตุเบื้องต้นแน่ชัด พบการตายในลักษณะเดียวกันนี้ในต้นขนุนเช่นกัน (Radanachalee and Krasacchai, 1989) Pendleton (1941) ก็ได้สังเกตพบว่า พืชที่ขึ้นบนจอมปลวกทั่วไปมีการเจริญไม่ปกติ ขณะที่ Lee and Wood (1971) ได้อธิบายว่าดินจอมปลวกโดยทั่วไปจะแตกต่างจากดินโดยรอบ กล่าวโดยสรุปคือ ดินจอมปลวกมักจะเป็นดินเหนียวมากขึ้น เกาะรวมกันแน่นขึ้น มีความเป็นด่างหรือค่า pH ของดินสูงขึ้น มีปริมาณแคลเซียมสูงขึ้นกว่าดินโดยรอบๆ ตั้งแต่ 3-5 เท่า และอาจมีสารที่เป็นพิษต่อพืชปรากฏอยู่ แต่อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตว่าหลุมปลูกมะม่วงในการศึกษานี้ถูกขุดขึ้นมาพร้อมปรับปรุงดินกันหลุม โดยการผสมกากถั่วเหลืองลงไป ดังนั้นดินบริเวณหลุมปลูกจะไม่รวมกันแน่นเช่นเดิม นอกจากนั้นยังไม่พบการทำลายของปลวกบนต้นที่ตายบนจอมปลวกแต่อย่างใด (2) การถูกลมพายุ เนื่องจากเกิดลมพายุที่รุนแรงที่สุดในบริเวณดังกล่าว ในรอบ 4 ปี เมื่อวันอาทิตย์ที่ 26 พฤษภาคม 2534 ซึ่งได้ทำความเสียหายทั้งทรัพย์สินบ้านเรือนอย่างกว้างขวางในพื้นที่ และพบการล้มของมะม่วงบางต้นในทุกพันธุ์ (ตารางที่ 2.) สังเกตได้ว่าพันธุ์ที่มีการล้มในอัตราที่ค่อนข้างสูงนั้นจะรวมทั้งมันหอม (75%) พาลัน (71%) และหนองแขง (66%) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่จัดว่ามีขนาดทรงพุ่มกว้างและลำต้นค่อนข้างสูงด้านลม จึงล้มง่าย โดยเฉพาะพันธุ์หนองแขงซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มที่มีอัตราการเติบโตสูงโดดเด่นในกลุ่ม อย่างไรก็ตามการค้ำยันต้นที่ภายหลังต้นล้ม ทำให้ต้นดังกล่าวเจริญตามปกติต่อไปเกือบทั้งหมด มีเพียง 2 ต้นที่ถูกลมพัดหักทำให้ต้นตาย และอีก 3 ต้นที่ตายในระยะเวลาต่อมา

การเปรียบเทียบพันธุ์มะม่วงเพื่อพัฒนาการเกษตรแบบอินทรีย์บนที่ดินดอนอาหิณห์

ซึ่ง 2 ใน 3 ต้นหลังนี้พบการทำลายของปลวกที่บริเวณรากร่วมด้วย (3) มีเพียง 1 ต้นที่ตายโดยไม่ทราบสาเหตุ การตายของมะม่วง 11 ต้น จาก 7 พันธุ์ ในช่วง 2 ปีแรก ที่มีสาเหตุมาจาก 3 ประการข้างต้น ยังไม่อาจสรุปได้ว่าเป็นเพราะความแตกต่างระหว่างพันธุ์ การตายอันเนื่องมาจากการปลุกบนดินจอมปลวกนั้นน่าที่จะป้องกันแก้ไขได้ในโอกาสต่อไป.

Table 2. Mortality rate and percentage of falling trees because of storm of the two year-old mango trees grown in the Chom Tong Land Reform Project area, 1989-1991.

Mango cultivar	Number tree observed	Mortality			Falling tree (%)
		First-year 1989-90	Second year 1990-91	Total	
1. Nam-Dok-Mai	9	-	-	-	2 (22)
2. Kaew-Hua-Chook	8	-	-	-	1 (12)
3. Nang-Klang-Wan	8	-	1	1	5 (62)
4. Pet-Ban-Lad	7	-	-	-	3 (42)
5. Pim-Sen	7	-	1	1	3 (42)
6. Nong-Sang	9	-	-	-	6 (66)
7. Rad	14	-	2	2	3 (21)
8. Fah-Lan	7	-	-	-	5 (71)
9. Kaew-Luem-Rang	9	2	-	2	2 (22)
10. Salaya	8	-	-	-	3 (37)
11. Chao-Khun-Thip	7	1	2	3	4 (57)
12. Man-Kom	8	-	-	-	6 (75)
13. Kiew-Sa-Woer	7	-	-	-	3 (42)
14. Chok-A-Nan	8	-	1	1	4 (50)
15. Og-Rong	8	-	1	1	2 (25)
16. Tong-Dum	5	-	-	-	2 (40)
Total	129 (100%)	3 (2%)	8 (6%)	11 (8%)	54

Table 3. Causes of mortality of the two year-old mango trees which integrated into the traditional upland rainfed soybean during 1989-1991.

Cause of mortality	Number of dead tree	
	First year (1989-90)	Second year (1990-91)
Planting on the termite mound	2	2
Storm perturbation	-	5
Unknown	1	1
Total	3	8

ผลผลิต

มีมะม่วงจำนวน 13 พันธุ์จากทั้งหมด 16 พันธุ์ ที่ติดผลให้เห็น (ขนาดความยาวประมาณ 5 ซม. ขึ้นไป) ในช่วงปีที่ 2 (สิงหาคม 2533 - กรกฎาคม 2534) มะม่วงส่วนใหญ่จำนวน 11 พันธุ์ได้ติดผลให้เห็นเป็นชุดแรกช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน 2534 ซึ่งจะถือว่าเป็นการติดผลในฤดูตามปกติบนที่ดอนของภาคเหนือตอนบน มะม่วงพันธุ์แก้วลิ้มรัง โชคอนันต์ และน้ำดอกไม้ ได้แสดงการเป็นมะม่วงทะวาย มีการติดผลให้เห็นก่อนพันธุ์อื่นเล็กน้อย และมี 2 พันธุ์ได้แก่หัวกลางวัน และหนองแขง ที่แสดงการเป็นพันธุ์หนักโดยติดให้ผลเห็นครั้งแรกในเดือนเมษายน ซึ่งช้ากว่าพันธุ์อื่นๆ ส่วนพืชมะเขือ และทองดำ จัดอยู่ในกลุ่มติดผลช้าคือไม่มีการติดผลให้เห็นเลยแม้ในช่วงปีที่ 2 ตารางที่ 4. ได้แสดงจำนวนต้นในแต่ละพันธุ์ที่มีการติดผลในปีที่ 2 จำนวนการติดผลในแต่ละต้น ผลที่ยังคงเหลืออยู่บนต้นขณะเก็บเกี่ยว และผลผลิตเฉลี่ยของมะม่วงแต่ละพันธุ์ที่พิจารณาจากจำนวนต้นทั้งหมดในพันธุ์นั้นๆ ซึ่งเป็นข้อมูลที่รวบรวมระหว่างวันที่ 12 กุมภาพันธ์ - 26 มิถุนายน 2534 จะเห็นได้ว่ากลุ่มพันธุ์ที่มีการติดผลได้เร็วโดยพิจารณาจากสัดส่วนของต้นที่ติดผลต่อต้นที่ไม่ติดผลในปีที่ 2 เป็นเกณฑ์ ประกอบด้วยอย่างน้อย 2 พันธุ์ คือ แก้วหัวจุก (3:1) และสาละยา (3:1) ส่วนกลุ่มพันธุ์ที่ติดผลมากนั้น (คิดเฉลี่ยจากต้นที่ติดผลทั้งหมด) ได้แก่ โชคอนันต์ (18 ผล/ต้น) อกร่อง (11 ผล/ต้น) และน้ำดอกไม้ (10 ผล/ต้น) พันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มติดผลได้ดี ซึ่งหมายถึงมีการติดผลมากแต่จะร่วง แตก เน่า หรือเสียหายไปโดยวิธีใดวิธีหนึ่งตามธรรมชาติบ่อย (คิดเฉลี่ยจากต้นที่ติดผลทั้งหมด) แม้ในสภาพที่ดอนอาศัยน้ำฝนได้แก่ พันธุ์โชคอนันต์ (13 ผล/ต้น) น้ำดอกไม้ (9 ผล/ต้น) และอกร่อง (8 ผล/ต้น) อย่างไรก็ตาม เมื่อคิดเป็นผลผลิตเฉลี่ยแต่ละพันธุ์ ซึ่งจะต้องเอาจำนวนต้นที่ปลูกทั้งหมดมาเป็นตัวเฉลี่ยจำนวนผลที่ได้รวมกันทั้งหมดก็พบว่าเหลือเฉพาะพันธุ์โชคอนันต์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยดีที่สุดในกลุ่ม (7 ผล/ต้น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

Table 4. Fruit bearing tree, fruit set, harvested fruit and mean yield at harvesting of the two year-old mango trees grown in the Chom Tong Land Reform Project area, Chiang Mai, 1991.

Mango cultivar	No. tree observed	No. fruit bearing tree	No. fruit set/tree	No. fruit harvested/tree	Mean yield fruit/tree
1 Nam-Dok-Mai ^a	9	3	9.67	9.00	3.00
2 Kaew-Hua-Chook ^b	8	6	6.17	4.67	3.50
3 Nang-Klang-Wan ^a	7	1	4.00	3.00	0.43
4 Pet-Ban-Lad ^c	7	2	1.00	0.00	0.00
5 Pim-Sen ^c	7	0	0.00	0.00	0.00
6 Nong-Sang ^c	9	1	1.00	0.00	0.00
7 Rad ^c	14	3	8.33	4.33	0.93
8 Fah-Lan ^c	7	3	7.00	3.33	1.43
9 Kaew-Luem-Rang ^c	7	4	8.50	6.00	3.43
10 Salaya ^c	8	6	5.17	4.50	3.38
11 Chao-Khun-Thip ^c	5	1	9.00	2.00	0.50
12 Man-Kom ^c	8	3	2.00	1.67	0.63
13 Kiew-Sa-Woer ^c	7	0	0.00	0.00	0.00
14 Chok-A-Nan ^a	7	4	17.75	13.00	7.43
15 Og-Rong ^a	7	3	11.33	8.33	3.57
16 Tong-Dum ^c	5	0	0.00	0.00	0.00
Mean					1.76
F-test					*

^a eating preference: ripe

^b processing mango

^c eating preference: green

จากรายงานที่กล่าวไว้ พื้นที่โดยทั่วไปที่ความชื้นในดินมีอย่างเพียงพอตลอดปี มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ (ศรีบัวเผื่อน, 2528) และศาลายา (วังโน, 2533) จะเป็นพันธุ์ที่ติดดอกให้ผลหลายครั้งในรอบปี สำหรับในที่ดินอาศัณน้ำฝน ก็พบมะม่วงทั้งสองพันธุ์บางต้นที่ติดดอกในเดือนมิถุนายน กันยายน และพฤศจิกายน ของปี 2533 นอกเหนือไปจากการติดดอกตามปกติของมะม่วงของจังหวัดเชียงใหม่ในเดือนมกราคม (2534) แต่ก็ไม่พบการติดผลนอกฤดูของมะม่วงทั้งสองพันธุ์แต่อย่างใด จินตนาวงศ์ และคณะ (2533) รายงานว่าปกติแล้วมะม่วงพันธุ์แก้วลิ้มรังเป็นพันธุ์หนัก แต่ก็พบว่ามีติดดอกและให้ผลอย่างดีพร้อมๆ กับพันธุ์อื่น ส่วนน้ำดอกไม้เนื่องจากเป็นพันธุ์เบา (ชายสุวรรณ, 2523) จึงพบมีการติดดอกและให้ผลอย่างดีตั้งแต่ต้นฤดู.

ปัญหาโรคและแมลง

โรคน้ำยางไหล (Gummosis) เป็นโรคที่มีการระบาดอย่างเด่นชัดมากที่สุดในแปลงในช่วงปีที่ 2 อาการยางไหลของมะม่วงได้แสดงให้เห็นจนเป็นที่สังเกตได้ครั้งแรกในเดือนมกราคม 2534 นับเป็นเวลา 17 เดือนหลังปลูก ซึ่งเป็นช่วงแห้งแล้งของที่ดอนอาศัยน้ำฝนแห่งนี้ ซึ่งเกือบไม่มีฝนตกเลย (3.1 มม.) และมีอุณหภูมิต่ำสุดในรอบปี (อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยเดือนมกราคม 2534 : 13°C) คูอาริยะกุล (2532) เชื่อว่าโรคน้ำยางไหลนั้นเกิดจากเชื้อรา *Botryodiplodia theobromae* อาการที่พบ มีลักษณะตั้งแต่เป็นจุดขนาดเล็กประมาณ 0.1-0.2 ซม. ที่เป็นแผลจะมีขนาดเปิดกว้างขึ้นเล็กน้อย - จะมีทั้งที่เป็นแผลเรียบและนูน ตามลักษณะผิวนอกของลำต้นมะม่วงในแต่ละพันธุ์ ที่แผลโดยทั่วไปจะมียางสีน้ำตาลปนแดงซึมแห้งปิดอยู่คล้ายหยดเทียนไข พบกระจายตั้งแต่โคนต้นขึ้นไปจนถึงกิ่งแขนง อาการยางไหลบนลำต้นและกิ่งของมะม่วงบนที่ดอนอาศัยน้ำฝน พบหมดทั้ง 16 พันธุ์ (ตารางที่ 5.) ความรุนแรงของโรคน้ำยางไหลดังกล่าวจะแตกต่างกัน แล้วแต่สายพันธุ์ พันธุ์เขียวสวย เจ้าคุณทิพย์ พิมเสน แสดงอาการค่อนข้างเด่นชัด เมื่อเริ่มสังเกตเห็นในเดือนมกราคม 2534 จึงตรงกับที่ วิจิตรานนท์ และคณะ (2532) ได้รายงานว่าปกติจะพบในพันธุ์ เขียวสวย พิมเสนมัน น้ำดอกไม้ อกร่อง และมรด เป็นที่น่าสังเกตว่าสำหรับที่ดอนอาศัยน้ำฝนแล้ว ความรุนแรงของโรคได้ลดลงเป็นอย่างมากในอีก 5 เดือนต่อมา พบอาการรุนแรงเหลือเฉพาะในพันธุ์เจ้าคุณทิพย์ สำหรับพันธุ์ฟ้าลั่น มรด แก้วหัวจุก และหนองแซง นับว่าค่อนข้างจะปลอดภัยจากการระบาดของโรคน้ำยางไหลชนิดธรรมดาใน ช่วง 2 ปีแรกหลังปลูก.

แมลงศัตรูมะม่วงที่พบค่อนข้างกว้างขวาง และสังเกตเห็นได้ชัดในที่ดอนอาศัยน้ำฝน ได้แก่ แมลงค่อมทอง (*Hypomeces squamosus* : green weevil) ซึ่ง Radanachalee (1987) ได้เคยรายงานไว้ว่าเป็นแมลงที่สร้างความเสียหายให้กับไม้ยืนต้นอื่นๆ ด้วย นอกเหนือไปจากมะม่วง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับขี้เหล็กบ้าน เจริญสม (2533) กล่าวว่าสำหรับมะม่วงนั้น การทำลายเกิดจากตัวเต็มวัย ที่จะกัดกินใบอ่อน อาการที่พบในแปลงศึกษาคือการเกิดใบร่วงแห้ง หรือขาดวัน ที่รุนแรงที่สุด พบว่าช่อใบมะม่วงจะถูกกัดจนไม่เหลือแม้แต่ก้านใบ คงเหลือแต่เฉพาะก้านช่อใบโดดๆ เท่านั้น ช่วงการทำลายที่รุนแรงที่สุดในรอบ 2 ปี พบระหว่างเดือนที่ 19-22 หลังปลูก (มีนาคม-มิถุนายน) โดยเฉพาะในเดือนมีนาคม 2534 ซึ่งเป็นช่วงกลางฤดูแล้ง ดังนั้นพันธุ์มะม่วงที่มีการแตกช่อใบง่าย หรือมีการแตกใบอ่อนในระยษนั้น (ซึ่งเป็นระยะที่พืชอื่นๆ มีตใบแก่) จะตกเป็นเป้าหมายการถูกทำลายได้โดยง่าย เช่นพันธุ์พิมเสน หนองแซง น้ำดอกไม้ และมรด (ตารางที่ 6.) เป็นต้น มะม่วงที่ถูกทำลายโดยแมลงค่อมทองบางต้น ได้แสดงอาการชะงักการเจริญเติบโต ไม่มีการแตกช่อใบอ่อนตามปกติ ถึงแม้จะเข้าสู่ช่วงฤดูฝนแล้ว.

Table 5. Severity^a of the gummosis diseases on the mango trees which integrated into the traditional upland rainfed soybean in the Chom Tong Land Reform Project area, 1991.

Mango cultivar	Rep.	Severity (score 0-5)					
		17 MAP ^b	18 MAP	19 MAP	20 MAP	21 MAP	22 MAP
1 Nam-Dok-Mai	4	1.00	1.25	0.75	1.25	0.50	0.75
2 Kaew-Hua-Chook	4	0.25	0.25	0.25	0.00	1.00	0.00
3 Nang-Klang-Wan	4	1.00	1.25	1.00	0.67	0.67	0.33
4 Pet-Ban-Lad	4	0.75	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
5 Pim-Sen	4	2.50	3.25	3.25	3.25	1.50	1.50
6 Nong-Sang	4	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
7 Rad	4	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
8 Fah-Lan	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
9 Kaew-Luem-Rang	4	1.25	1.50	0.75	0.75	0.75	0.00
10 Salaya	4	1.50	1.50	1.50	1.25	1.25	1.00
11 Chao-Khun-Thip	3	3.33	4.33	3.33	1.00	3.67	3.50
12 Man-Kom	4	0.50	0.50	0.25	0.25	0.25	0.00
13 Kiew-Sa-Woer	4	3.50	4.00	2.25	0.50	0.25	0.00
14 Chok-A-Nan	4	0.50	0.75	0.25	1.25	2.25	1.50
15 Og-Rong	4	1.25	2.00	1.00	1.00	1.25	0.00
16 Tong-Dum	-	-	-	-	-	-	-
Mean		1.19	1.42	0.97	0.74	0.92	0.57
F-test		*	*	*	*	*	*
LSD (0.05)							
n1	n2						
4	4	1.40	1.48	1.53	1.27	1.55	1.00
4	3	1.51	1.60	1.66	1.37	1.68	1.08

* 0 : no symptom 1 : slightly 2 : low 3 : moderately
4 : severe 5 : very severe

^b MAP : Months after planting

Table 6. Damage severity caused by green weevil on the mango trees which integrated into the traditional upland rainfed soybean in the Chom Tong Land Reform Project area, 1991.

Mango cultivar	Rep.	Severity (Score 0-5) ^a	
		19 MAP ^b	22 MAP
1 Nam-Dok-Mai	4	2.25	0.25
2 Kaew-Hua-Chook	4	0.25	0.00
3 Nang-Klang-Wan	4	0.50	0.00
4 Pet-Ban-Lad	4	0.25	2.50
5 Pim-Sen	4	3.25	0.75
6 Nong-Sang	4	2.50	1.00
7 Rad	4	1.75	0.75
8 Fah-Lan	4	2.00	0.00
9 Kaew-Luem-Rang	4	0.75	0.50
10 Salaya	4	1.25	1.50
11 Chao-Khun-Thip	3	0.67	0.00
12 Man-Kom	4	0.25	0.75
13 Kiew-Sa-Woer	4	1.50	0.50
14 Chok-A-Nan	4	0.25	0.25
15 Og-Rong	4	1.00	0.00
16 Tong-Dum	-	-	-
Mean		1.23	0.58
F-test		*	*
LSD (0.05)			
	n1	n2	
	4	4	1.59
	4	3	1.72

^a 0 : no damage 1 : slightly 2 : low 3 : moderately
 4 : severe 5 : very severe

^b MAP : Months after planting

ผลกระทบต่อระบบการปลูกพืช

1. การนำมะม่วงผสมผสานเข้าไปในแปลงปลูกกล้วยเหลืองตอนปลายฤดูฝน ซึ่งมีการปฏิบัติอยู่แล้วในพื้นที่ดังกล่าว Radanachalee and Krasacchai (1991) เคยรายงานว่าทรงพุ่มของมะม่วง (พันธุ์น้ำดอกไม้) มีผลกระทบต่อผลผลิตกล้วยเหลืองค่อนข้างน้อยในปีที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ไม้ยืนต้นบางอย่าง เช่น จี้เหล็ก ไข่ เพราะทรงพุ่มของมะม่วงมีขนาดเล็กและไม่สูง ตารางที่ 7. ได้แสดงผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของกล้วยเหลืองที่เก็บเกี่ยวได้ฤดูปลูกพ.ศ. 2532-33 (ค.ศ. 1989-90) พบว่าผลผลิตของกล้วยเหลืองในแปลงที่มีมะม่วงผสมผสานอยู่ยังไม่ลดต่ำลงแม้ในปีที่ 2 ในทางตรงกันข้ามผลผลิตของกล้วยเหลืองในแปลงที่ไม่มีมะม่วงกลับลดต่ำกว่าแปลงที่มีมะม่วง เป็นเพราะในแปลงดังกล่าวนี้ประสบปัญหาฝนทิ้งช่วง ทำให้อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ต่ำลงมากและมีการเจริญผิดปกติไป แม้จะได้รับการแก้ไขโดยการปลูกทดแทน แต่ก็ยังมีผลทำให้มีจำนวนฝักสืบสูง หรือมีจำนวนเมล็ดต่อฝักน้อยในเวลาต่อมา.

2. การจัดการต่อกล้วยเหลืองบางประการ เช่น การใส่ปุ๋ย และการฉีดพ่นสารกำจัดแมลง เกษตรกรมักปฏิบัติให้กับมะม่วงไปพร้อมๆ กันด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุมวัชพืช ซึ่งถือว่าได้ประโยชน์ทั้งไม้ผลยืนต้น และพืชล้มลุก การควบคุมวัชพืชก่อนถึงฤดูปลูกกล้วยเหลืองนั้น เกษตรกรส่วนใหญ่จะเลือกวิธีไถกลบ จะช่วยลดปัญหาในแปลงมะม่วงได้เป็นอย่างดี เพราะช่วงดังกล่าววัชพืชมีการแพร่กระจายอย่างหนาแน่น เนื่องจากได้รับฝนในต้นฤดู หากเกษตรกรไม่ปลูกกล้วยเหลืองด้วยเหตุผลใดก็ตาม ก็จะต้องลงทุนควบคุมวัชพืชสำหรับมะม่วงเป็นการเฉพาะเช่นกัน.

Table 7. Yield, yield components and crop residues of the upland rainfed soybean^a cultivated between rows of mango tree in the Chom Tong Land Reform Project area, 1989-1990.

Item	First year (1989)		Second year (1990)	
	Without mango	With mango	Without mango	With mango
Yield kg/rai	-	169	120	178
Plant /rai	-	42,916	36,000	36,800
Pod/plant	-	22	22	21
100-seed weight (g.)	-	12	13	12
Crop residues DM (kg/rai)	-	137	240	218

^a Soybean cultivar : CM 60

3. สำหรับต้นทุนการผลิตมะม่วงในพื้นที่ 5 ไร่ ซึ่งเป็นขนาดพื้นที่ถือครองโดยเฉลี่ยของเกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าว และปลูกในอัตราประมาณ 25 ต้นต่อไร่ หรือมีระยะปลูก 8 x 8 เมตร แสดงในตารางที่ 8. ค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินสดนั้นจะรวมทั้งค่าวัสดุ และค่าจ้างที่เป็นเงินสด ส่วนค่าใช้จ่ายที่ไม่เป็นเงินสดนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นค่าแรงงานในครัวเรือน ซึ่งจะเห็นว่าการปลูกมะม่วงจากกิ่งทาให้เต็มพื้นที่ถือครองนั้น ต้องใช้เงินสดมากกว่า 6,300 บาท และเป็นการใช้ในระยะต้นฤดูปลูกเกือบทั้งหมด และหลังการปลูกจะต้องมีแรงงานสำหรับบำรุงรักษา ซึ่งคิดเป็นมูลค่ากว่า 5,500 บาทตลอดปี ซึ่งย่อมกระทบต่อระบบการปลูกพืชทั้งหมด อย่างไรก็ตามการะดังกล่าวได้บรรเทาถึง 1 ใน 3 ในปีที่ 2 โดยเฉพาะค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินสด ซึ่งจะเหลือเพียงประมาณ 1,400 บาทต่อปี ในขณะที่ผลผลิตที่ได้ในช่วงปีที่ 2 ยังอยู่ในระดับต่ำมาก ไม่เพียงพอที่จะนำออกสู่ตลาดเป็นรายได้ตอบแทนคืนมาแต่อย่างใด.

Table 8. Input costs (Baht /5 rai) of 128 mango trees which integrated into the upland rainfed soybean in the Chom Tong Land Reform Project area, 1989-91.

Item	First year (1989-1990)			Second year (1990-91)		
	Cash	Non-cash	Total	Cash	Non-cash	Total
Land preparation	680	320	1,000	-	-	-
Grafted material	2,816	-	2,816	-	-	-
Planting	780	1,159	1,939	-	-	-
Pot burying	1,696	520	2,216	-	-	-
Watering	-	2,230	2,230	-	-	-
Weeding	-	880	880	810	1,890	2,700
Fertilization	240	440	680	473	220	693
Tree supporting	128	-	128	147	220	367
Total	6,340	5,549	11,889	1,430	2,330	3,760

ผลกระทบต่อการขยายพื้นที่ปลูกมะม่วง

การที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้นำไม้เอนกประสงค์ซึ่งรวมทั้งมะม่วงไปทดสอบผสมผสานกับถั่วเหลืองในแปลงของเกษตรกร ตั้งแต่ปี 2530 (Radanachaless, 1987) รวมทั้งแปลงเปรียบเทียบพื้นที่มะม่วงในปัจจุบัน ได้สังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแปลงเกษตรกรมาเป็นลำดับ นับตั้งแต่มีการปลูกไม้ผลผสมผสานในถั่วเหลืองมากขึ้น (Radanachaless and Timm,

1991) พบว่ามะม่วงได้เป็นที่ยอมรับของเกษตรกรมากขึ้น มากกว่าไม้ผลชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะลำไยซึ่งเคยเป็นพืชที่เคยได้รับความสนใจมากเป็นลำดับแรก (Radanachaless and Krasaechai, 1988) อย่างไรก็ตามการขยายตัวนี้ยังไม่สามารถกล่าวว่าเป็นผลโดยตรงจากการทำแปลงทดสอบบนพื้นที่เกษตรกร รวมกับการพบปะ สอบถาม และแลกเปลี่ยนความเห็นกับเกษตรกรอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 4 ปีเต็มก็ตาม ตารางที่ 9. ชี้ให้เห็นว่าแปลงมะม่วงที่ปลูกผสมผสานกับพืชล้มลุกฤดูฝน มีการเพิ่มจำนวนมากขึ้น ตั้งแต่ได้มีการสำรวจครั้งแรกในปี 2532 (ค.ศ. 1989) โดยเพิ่มขึ้นจาก 68 แปลง (ครัวเรือน) เป็น 118 แปลงในปีถัดมา อย่างไรก็ตามในปี 2534 (ค.ศ. 1991) นี้ ถึงแม้จะมีพื้นที่ปลูกมะม่วงเพิ่มขึ้นใหม่จำนวนหนึ่ง แต่จำนวนแปลงที่พบกลับลดลงเหลือเพียง 78 แปลง เหตุที่จำนวนแปลงที่ปลูกมะม่วงลดลงไปนั้นเป็นเพราะมีการสูญเสียของต้นพันธุ์เกิดขึ้นในอัตราที่สูงมาก โดยเฉพาะกับแปลงเดิมที่มีการปลูกไว้ในปีก่อนๆ จนไม่สามารถนับเป็นแปลงมะม่วงได้ (ต่ำกว่า 10% ของพื้นที่) ในช่วงที่เข้าไปสำรวจระหว่างเดือนสิงหาคม - กันยายน ของปี 2534 ซึ่งสอดคล้องกับ Radanachaless and Krasaechai (1991) ที่ได้รายงานว่ามีแปลงของเกษตรกรในพื้นที่ดอนมีอัตราการสูญเสียก่อนข้างสูงในปีแรกหลังปลูก และมีบางรายที่สูญเสียต้นมะม่วงไปถึงกว่าร้อยละ 80 (Radanachaless and Timm, 1991) สาเหตุหนึ่งที่เกษตรกรส่วนใหญ่ปล่อยให้มะม่วงสูญเสียในปริมาณสูงนั้น เป็นเพราะเห็นว่าต้นพันธุ์ที่ได้จากการเพาะเมล็ดมีราคาถูกจึงไม่มีการเตรียมหลุมปลูกที่ดีพอ และต้นที่ปลูกโดยวิธีดังกล่าวจะโตช้า เกษตรกรเห็นว่าไม่คุ้มกับการเข้าไปดูแล ต่างกับการใช้กิ่งทาบที่มีราคาสูงกว่า 7-8 เท่า (กิ่งละ 20-25 บาท) ซึ่งจะมีแรงจูงใจมากกว่า แต่ในปัจจุบันการปลูกจากกิ่งทาบก็ยังมีสัดส่วนที่น้อยมากในพื้นที่แห่งนี้.

Table 9. Total growing area^a of mango trees (rai)^b and types of propagating materials used by the farmers in the Chom Tong Land Project area, Chiang Mai, 1989-91.

Year	Planting material				Total (rai)
	Grafted	Seeded	Both	Total	
1989	5	63	-	68	160.0
1990	8	109	1	118	375.0
1991	9	68	1	78	300.0

^a Data was surveyed during August-September of each year.

^b 1 rai = 1,600 sq.m.

สรุปผลการทดลอง

การปลูกมะม่วงจากกิ่งทาใบในช่วง 2 ปีแรก ในสภาพที่ดอนอาศัยน้ำฝนในแปลงของเกษตรกร ร่วมกับถั่วเหลืองฤดูฝน มีการเติบโตค่อนข้างดี เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 16 พันธุ์ที่ศึกษาพบว่า พันธุ์พิมเสน และพันธุ์หนองแขง จะอยู่ในกลุ่มที่มีอัตราการเติบโตทางกิ่งก้านสาขาสูงมต้นที่สุด ขณะที่พันธุ์แก้วหัวจู๊กและศาลายาจะอยู่ในกลุ่มที่มีอัตราการเติบโตช้าสุด มะม่วงส่วนใหญ่ (11 พันธุ์) เริ่มติดผลให้เห็นในปีที่ 2 และพันธุ์ที่มีการติดผลดี เมื่อพิจารณาทั้งจากการติดผลต่อต้น และผลผลิตเฉลี่ยจากต้นที่ปลูกทุกต้นในพันธุ์เดียวกัน ได้แก่พันธุ์โชคอนันต์ แม้ว่าจะไม่มีผลผลิตตลอดทั้งปีซึ่งเป็นคุณสมบัติของพันธุ์นี้ก็ตาม แต่พันธุ์โชคอนันต์ก็ได้แสดงการเป็นมะม่วงที่หวานที่ติดผลง่ายในต้นฤดู และก่อนพันธุ์อื่นเล็กน้อย โรคของมะม่วงที่ปรากฏค่อนข้างเด่นชัดและทุกพันธุ์เริ่มพบในปีที่ 2 ได้แก่โรคน้ำไหม โดยพันธุ์เขียวสวย เจ้าคุณพิชัย และพิมเสน มีอาการของโรครุนแรงกว่าพันธุ์อื่น ขณะที่พันธุ์ฟ้าถัน แรด แก้วหัวจู๊ก และหนองแขง ค่อนข้างจะทนทานต่อการระบาดของโรคนี้ แมลงที่พบเป็นปัญหาสำคัญในแปลงมะม่วงคือ แมลงค่อมทอง ซึ่งจะเข้าทำลายต้นที่มีการผลิใบอ่อนในตอนกลางฤดูแล้ง เช่นพันธุ์พิมเสน หนองแขง น้ำดอกไม้ และ แรด.

การตายของมะม่วงในช่วง 2 ปีแรกมีเพียงร้อยละ 8 ซึ่งนับว่าค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับในแปลงของเกษตรกรทั่วไป สาเหตุของการตายนับพบว่ามาจากการปลูกบนจอมปลวกและถูกลมพายุพัดล้ม การเจริญของมะม่วงใน 2 ปีแรก มีผลกระทบต่อการผลิตถั่วเหลืองน้อย พบว่าการศึกษาการเปรียบเทียบพันธุ์มะม่วงบนพื้นที่ดอนอาศัยน้ำฝนนี้ มีส่วนทำให้เกษตรกรในพื้นที่โครงการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมป่าจอมทอง เพิ่มการปลูกมะม่วงผสมผสานกับถั่วเหลืองมากขึ้น.

ข้อเสนอแนะ

การให้ผลผลิตของมะม่วง (ตารางที่ 4.) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องจำนวนต้นที่มีการติดผลในปีแรกๆ ในแต่ละพันธุ์ บนที่ดอนอาศัยน้ำฝนของอำเภोजอมทอง จะเห็นว่ามีความแปรปรวนค่อนข้างสูง ซึ่งอาจมีความเป็นไปได้ 2 ทาง 1. เป็นลักษณะประจำพันธุ์ เช่น น้ำดอกไม้ ในปี ที่ 2 ประมาณ 1 ใน 3 ของต้นที่ปลูกทั้งหมดเท่านั้นจะติดผล 2. เป็นเพราะความไม่สม่ำเสมอในพันธุ์นี้คือ มีทั้งต้นพันธุ์ที่ติดผลได้เร็วและช้าปะปนในกิ่งพันธุ์ที่วางจำหน่ายในตลาดสูง ประเด็นที่กล่าวมานี้ควรได้รับความสนใจทำให้เกิดความกระฉ่งชัดต่อไป.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร (Multiple Cropping Center) ที่ได้สนับสนุนการวิจัย อาจารย์พฤกษ์ ยิบมันตะศิริ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ และคุณสมใจ นันทนาการ ผู้ช่วยนักวิจัยที่ทำให้การทำงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีทุกประการ.

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. (2531). รายงานประจำปี 2531 สถาบันวิจัยพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 45.
- เจริญสม, โกศล. (2533). แผลงศัตรู. ใน : การทำสวนมะม่วง (บรรณาธิการ : ไพฑูย์ ไพรพ่ายฤทธิ์) หน้า 152-175. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.
- รัตนไชยเดช, ธวัชชัย. และยิบมันตะศิริ, พฤกษ์. (2534). ปัญหาและโอกาสของระบบการเกษตรแบบผสมผสานบนที่ดอนอาศัยน้ำฝน. เอกสารนำเสนอในการสัมมนาแบบการทำครั้งที่ 8 : ระบบการเกษตรที่ยั่งยืน. วันที่ 20-22 มีนาคม 2534. คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 13 หน้า.
- ชาญสุวรรณ, ถวิล. (2523). พันธุ์มะม่วง. กสิกร 53 (1) : 12-27.
- ศรีบัวเผื่อน, บัณฑิต. (2528). ไซคอนันต์ พันธุ์ไม้ใจ 50 ปี มะม่วงหิขจรพันธุ์ใหม่ของเมืองไทย. วารสารแม่ใจ 8(3) : 34-38.
- วังโน, วิจิตร. (2533). พันธุ์มะม่วง. ใน : การทำสวนมะม่วง. (บรรณาธิการ : ไพฑูย์ ไพรพ่ายฤทธิ์) หน้า 1-17. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.
- จินตนาวงศ์, ศิวพร., ผลประสิทธิ์, ไพโรจน์. และ หิรัญประสิทธิ์, หิรัญ. (2533). ลักษณะมะม่วงพันธุ์กาแก้ว. ข่าวสารเกษตรส่งออก 2(3) : 4-8.
- คูอารียะกุล, สุชาติ. (2532). ความเสียหายของสายพันธุ์ต่างๆ ของเชื้อรา *Botryodiplodia theobromae* Pat. กับการเกิดโรคยางไหลของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยและการควบคุมด้วยสารเคมี. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 143 หน้า.
- วิจิตรานนท์, สุชาติ., ภวภู, ขวสัทธ์. และพวงสุวรรณ, คารา. (2532). โรคของมะม่วง. ใน : เอกสารวิชาการที่ 1 เรื่อง มะม่วง. หน้า 47-58. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Lee, K.E. and Wood., T.G. (1971). Termite and soils. Academic Press, London and New York. 251 p.
- Pendleton, R.L. (1941). Some results of termite activity in Thailand soils. Thai Sci. Bull. 3(2) : 29-53.
- Radanachalee, T. (1987). Woody perennial systems for rainfed uplands. Technical Report ACNARP-URPG, 1987, Chiang Mai University.
- Radanachalee, T. and Krasaechai, A. (1988). Woody perennial systems for rainfed uplands: The performance of the multipurpose trees during the second year. Technical Report ACNARP-URPG, 1988. Chiang Mai University.
- Radanachalee, T. and Krasaechai, A. (1990). Woody perennial systems for rainfed uplands : The performance of the multipurpose trees during the third year. Paper presented at the University Research Grants Programme ACNARP-CMU Workshop. Chiang Mai University. 51 p.

- Radanachaless, T. and Krasaechai, A. (1991). Integrating woody perennial species for sustainable agriculture in a rainfed upland 1. Assessing woody perennial species. MCC Agricultural Technical Report No. 12. 23 p.
- Radanachaless, T. and Timm, P.W. (1991). Mango growing's problems and needs of the farmers in the rainfed upland. MCC Agricultural Technical Report No. 13. 27 p.
- Raintree, J. (1991). Asian farmers prefer multipurpose food trees. Farm Forestry News (Network News) 4(4) : 1-2.
-

การใช้ถั่วมะแฮเป็นอาหารสัตว์
2. การย่อยได้ของใบและเมล็ดในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล¹

THE USE OF PIGEON PEA AS ANIMAL FEED
2. DIGESTIBILITY OF LEAVES AND SEEDS IN RUMINANTS

Boonlom Cheva-Isarakul¹

ABSTRACT : Digestibility of dry pigeon pea leaves (PPL) and pigeon pea seeds (PPS) was determined in sheep by differential and regression methods respectively, with rice straw (RS) as a basal diet. It revealed that PPS contained higher nutritive value and palatability than PPL. On dry matter (DM) basis, both feeds contained 19.8 and 20.0% CP, 7.3 and 2.3% EE, 23.2 and 9.6% CF, 6.0 and 4.4% ash, 43.7 and 63.7% NFE, 61.0 and 51.7% NDF, and 29.4 and 17.5% ADF. The trypsin inhibitor activity in the seed was 3 times of that in the leaves (19.5 vs 7.0 mg TIA/g DM). Their digestibility were 50.2 and 72.2% DM, 52.7 and 73.3% OM, 51.0 and 65.1% CP, 45.8 and 34.4% EE, 30.8 and 28.0% CF, 0 and 84.2% NFE, 47.3 and 75.8% NDF, and 0.5 and 38.2% ADF, respectively. With increasing level of PPS intake from 200 to 800 g air dry/day, DM intake increased from 3.0 to 3.6% live weight. Digestibility of most nutrients also increased with the exception of CF, ADF and EE. Digestible energy (DE), Total digestible nutrient (TDN) and N-balance of sheep fed solely PPS estimated by regression method was 3.2 kcal/g, 71.1% and 6.3 g/d respectively.

บทคัดย่อ : ได้ศึกษาการย่อยได้ของใบแห้งและเมล็ดถั่วมะแฮในแกะโดยวิธีทางผลต่างและใช้สมการถดถอยตามลำดับ โดยใช้ฟางข้าวเป็นอาหารฐาน ผลปรากฏว่า เมล็ดมีคุณค่าทางอาหารและความน่ากินมากกว่าใบ โดยมีโภชนาการต่างๆ คิดเป็นร้อยละของวัตถุดิบดังนี้ :- โปรตีน 19.8 และ 20.0%, ไขมัน 7.3 และ 2.3%, เยื่อใย 23.2 และ 9.6%, เถ้า 6.0 และ 4.4%, คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (NFE) 43.7 และ 63.7%, ฟีโนลิก (NDF) 61.0 และ 51.7% และเอ็กโซ-เซลลูโลส (ADF) 29.4 และ 17.5% เมล็ดมีสารยับยั้งการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีน (Trypsin inhibitor) มากกว่าใบ 3 เท่า (19.5 เทียบกับ 7.0 มก/กรัม วัตถุดิบแห้ง) การย่อยได้ของโภชนาการในใบและเมล็ดมีค่าดังนี้คือ วัตถุดิบแห้ง 50.2 และ 72.2%, อินทรีย์วัตถุ 52.7 และ 73.3%, โปรตีน 51.0 และ 65.1%, ไขมัน 45.8 และ 34.4%, เยื่อใย 30.8 และ 28.0%

¹ ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

¹ Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

NFE 0 และ 84.2%, NDF 47.3 และ 75.8% และ ADF 0.5 และ 38.2% ตามลำดับ เมื่อให้แกะได้รับเมล็ดถั่วมั่วและเพิ่ม ขึ้นจาก 200 เป็น 800 กรัม/วัน มันจะกินอาหารคิดเป็นวัตถุดิบได้เพิ่มขึ้นจาก 3.0 เป็น 3.6% น้ำหนักตัว การย่อยได้ ของโภชนะส่วนใหญ่จะเพิ่มขึ้นตามระดับเมล็ดถั่วมั่วและ ยกเว้นเมื่อใช้ ไซวัน และ ADF พลังงานย่อยได้ (DE) และยอด โภชนะย่อยได้ (TDN) ตลอดจนเนยคูลยีน ไตรเจนของแกะที่ได้รับเมล็ดถั่วมั่วและใช้เป็นอาหารแต่เพียงอย่างเดียวที่ให้น้ำ โดย ใช้ เสมการถดถอยมีค่า 3.2 กิโลแคลอรี/กรัม, 71.1% และ 6.3 กรัม/วัน ตามลำดับ.

คำนำ

ปัญหาการขาดแคลนอาหารทั้งในด้านอาหารหยาบและอาหารข้น ได้ทวีความรุนแรงขึ้น เป็นลำดับเนื่องจากการผลิตสัตว์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะ 10 ปีที่ผ่านมา นักวิจัยได้พยายามศึกษาถึงศักยภาพในการนำวัตถุดิบชนิดใหม่ๆ ที่ไม่นิยมใช้เป็นอาหารมนุษย์มา ใช้เป็นอาหารสัตว์ เพื่อลดปัญหาการแย่งแย่งตลอดจนปรับปรุงอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เช่น ฟาง ข้าว และวัสดุเศษเหลืออื่นๆ ในไร่นา เพื่อให้สามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้น.

ถั่วมั่วและเป็นพืชที่น่าสนใจชนิดหนึ่ง ซึ่งอาจนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดี เนื่องจากมี โปรตีนสูงทั้งในส่วนของใบและเมล็ด มันเป็นพืชค้างปีที่มีลำต้นเป็นพุ่มขนาดกลาง สามารถปรับตัว ได้ดีในสภาพที่แล้ง ดินเค็ม นิยมปลูกกันในหลายประเทศเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ช่วย ป้องกันการชะล้างหน้าดิน เพื่อเลี้ยงครั่ง และเพื่อใช้เป็นอาหารมนุษย์ ในประเทศไทยปลูกกันบนที่ สูง ชาวเขาใช้ฝักอ่อนเป็นอาหารบ้าง.

ปัจจุบันมีการศึกษาคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมให้เหมาะกับการนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ ลูกผสมส่วนใหญ่มีโปรตีนในใบและเมล็ดคิดเป็นร้อยละของวัตถุดิบ 20 และ 21% ตามลำดับ ซึ่งเทียบเท่ากับครึ่งหนึ่งของที่มีในกากถั่วเหลือง แต่เนื่องจากมันมีข้อจำกัดบางประการ เช่น โปรตีนมีคุณภาพไม่สู้ดีนัก คือ มีสัดส่วนของกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่ในสภาพไม่สมดุล มีสาร ยับยั้งการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีน เช่น Trypsin และ Chymotrypsin inhibitors เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ต่ำและใบมีเชื้อราสูงอีกด้วย จึงทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ ประโยชน์ในสัตว์กระเพาะเดี่ยวในระดับสูงได้ถ้าไม่นำไปผ่านความร้อนเสียก่อน (Falvey and Visitpanich, 1980a, b; Visitpanich *et al.*, 1985; Tangtaweewipat and Elliott, 1989; อ้างอิงโดย ชีวะอิสระกุล และคณะ 2534 และ ตั้งทวีวิวัฒน์ และชีวะอิสระกุล 2534).

ถั่วมั่วและน่าจะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เดี่ยวเองได้ดีกว่า ทั้งนี้เนื่องจากสัตว์เดี่ยวเองมี จุลินทรีย์ในกระเพาะส่วนหน้าที่สามารถสร้างกรดอะมิโนที่จำเป็นได้ ทำให้ไม่ต้องห่วงเรื่องคุณภาพ โปรตีนมากนัก นอกจากนี้จุลินทรีย์ยังสามารถย่อยเยื่อใยได้ดี และมีรายงานว่าสามารถทำลายสาร พิษในอาหารได้หลายชนิดอีกด้วย.

มีการศึกษาถึงคุณค่าทางอาหารของใบถั่วมั่วและ ระยะการปลูก และการตัดที่เหมาะสม (หิตะโกเศศ และคณะ, 2533) การปลูกต้นถั่วมั่วและเพื่อให้สัตว์ลงแทะเล็ม (Whiteman and

Norton, 1981; Akinola *et al.*, 1975; Wijnberg and Whiteman, 1985) หรือการนำใบถั่วมะแฮมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Parades *et al.*, 1986; ศีตะโกเศศ และศิริ, 2529; Brown *et al.*, 1988; Park *et al.*, 1989; สรวทศิริ และศีตะโกเศศ, 2531) พบว่า ได้ผลดีพอสมควร (อ้างอิงโดยชีวะอิสระกุล และคณะ, 2534) อย่างไรก็ตามก็ตีข้อมูลเกี่ยวกับคุณค่าทางอาหารของใบและเมล็ดถั่วมะแฮยังมีอยู่ค่อนข้างจำกัด จึงเห็นควรทำการศึกษาถึงการย่อยได้ของโภชนะในใบและเมล็ด โดยใช้วิธีหาผลต่าง (Differential method) และวิธีใช้สมการถดถอย (Regression method) ตามลำดับ โดยใช้ฟางข้าวเป็นอาหารฐาน ทั้งนี้เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องตามความเป็นจริงมากขึ้น เพราะในการใช้เลี้ยงโดยทั่วไป มักต้องໃใบ และ/หรือเมล็ดร่วมกับอาหารหยาบอื่นอยู่แล้ว.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

เนื่องจากขาดแคลนสัตว์ทดลอง คอก และอุปกรณ์ที่จะทำการทดลองกับวัวโดยตรง จึงได้ทำการทดลองกับแกะแทน โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ :

การทดลองที่ 1 หากการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ในใบถั่วมะแฮโดยวิธีหาผลต่าง ใช้แกะตัวผู้โตเต็มที่จำนวน 6 ตัว เลี้ยงขังเดี่ยวในกรง Metabolism cage ที่มีรางรองรับมูลและปัสสาวะแยกออกจากกันได้กรง ให้แกะได้รับฟางเป็นอาหารฐานตัวละ 100 กรัม/วัน และให้ได้รับใบถั่วมะแฮแห้งเต็มที่ ให้แร่ธาตุผสมเสริมในอัตรา 5 กรัม/ตัว/วัน แบ่งการทดลองออกเป็นระยะปรับตัว (Preliminary period) 14 วัน และระยะเก็บข้อมูล (Collection period) 10 วัน.

ใบถั่วมะแฮได้จากต้นถั่วมะแฮที่ปลูกในแปลง โดยใช้พันธุ์ที่ถูกผสมที่ทดสอบและคัดเลือกพันธุ์ โดยสถานีวิจัยพืชไร่ เชียงใหม่ ทำแห้งโดยรวบใบถั่วออกจากกิ่ง ตากบนผ้าใบผืนใหญ่ ประมาณ 2 แดดจนแห้งดี เก็บใส่กระสอบไว้ใช้โดยไม่บด.

ซึ่งนำหนักตัวแกะติดต่อกัน 3 วัน เมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง ให้อาหารแกะวันละ 2 ครั้ง เวลา 8:30 และ 15:30 น. บันทึกปริมาณอาหารที่ให้ อาหารที่เหลือ บันทึกปริมาณมูลทั้งหมดที่ถ่ายออกวันละ 2 ครั้งก่อนให้อาหารครั้งถัดไป สุ่มเก็บตัวอย่างครั้งละ 10% นำไปแช่แข็ง ส่วนปัสสาวะใช้ขวดที่ใส่กรดกำมะถัน 18 N 15 มล./วัน รองรับไว้เพื่อป้องกันการสูญเสียไนโตรเจน บันทึกปริมาณปัสสาวะวันละครั้ง สุ่มเก็บตัวอย่าง 10% แช่แข็งสะสมไว้ตลอดการทดลองเช่นเดียวกับตัวอย่างมูล สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่ให้ และมูลมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM), เถ้า (Ash), โปรตีน (Crude protein, CP), ไขมัน (Ether extract, EE) เยื่อใย (Crude fiber, CF) โดยวิธี Proximate analysis (AOAC, 1980) ปริมาณไนโตรเจนในมูลและปัสสาวะ วิเคราะห์โดยใช้ตัวอย่างสดทั้งนี้เพื่อป้องกันการสูญเสียไนโตรเจน นอกจากนี้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยกลาง (Neutral detergent fiber, NDF)

และ ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) โดยวิธี Detergent method (Goering and Van Soest, 1970) วิเคราะห์หาปริมาณพลังงาน (Gross energy, GE) โดยใช้เครื่อง Adiabatic bomb calorimeter, IKA-C400 และวิเคราะห์หาปริมาณ Trypsin inhibitor activity (TIA) โดยวิธีของ Kakade *et al.* (1974).

คำนวณปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ (Digestible nutrient) ของอาหารทั้งสูตร (ฟาง + ถั่วมะแฮะ) และการย่อยได้ของใบถั่วมะแฮะ โดยใช้สูตร :

ปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ = ปริมาณโภชนาที่กินจากฟางและใบถั่วมะแฮะ - โภชนาที่ขับออกในมูล

% การย่อยได้ของโภชนาในใบถั่วมะแฮะ

$$= \frac{\text{โภชนาที่ย่อยได้เนื่องจากฟางและใบถั่วมะแฮะ} - \text{โภชนาที่ย่อยได้จากฟาง}}{\text{โภชนาที่กินจากใบถั่วมะแฮะ}} \times 100$$

การทดลองที่ 2 หากการย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ในเมล็ดถั่วมะแฮะด้วยวิธีใช้สมการถดถอย ใช้แกะพื้นเมืองเพศผู้โตเต็มที่ 10 ตัว เลี้ยงในกรงขังเดี่ยวแบบ Metabolism cage แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ครั้ง แต่ละครั้งแบ่งแกะออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว รวม 2 การทดลองเป็นแกะ 4 กลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มได้รับฟางข้าวเป็นอาหารฐาน (Basal diet) และเมล็ดถั่วมะแฮะบดเป็นอาหารเสริมในปริมาณต่างๆ กัน ดังนี้คือ กลุ่ม 1 = 900 + 200, กลุ่ม 2 = 800 + 400, กลุ่ม 3 = 700 + 600 และกลุ่ม 4 = 600 + 800 กรัม/ตัว/วัน.

ฟางข้าวที่ใช้เป็นฟางข้าวเหนียว หั่นเป็นท่อนยาวประมาณ 2-3 นิ้ว ด้วยเครื่องหั่นไฟฟ้า เมล็ดถั่วมะแฮะที่ใช้เป็นลูกผสมจากออสเตรเลียสายพันธุ์ Hunt บดผ่านตะแกรงขนาด 3 มม. การให้อาหาร การเลี้ยงดูแกะ การเก็บตัวอย่างอาหาร ตัวอย่างสิ่งขับถ่าย และการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 โดยทำในช่วงเดือนธันวาคม 2532 ถึงมิถุนายน 2533.

การคำนวณการย่อยได้ของโภชนาในถั่วมะแฮะ โดย Regression equation ใช้สูตร $Y = a + bX$ เมื่อ Y = สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาในสูตรอาหารทั้งหมด, X = ปริมาณโภชนาที่แกะได้รับจากถั่วมะแฮะเมื่อคิดเป็น % ของโภชนานั้นในอาหารทั้งหมด, คำนวณหา % การย่อยได้ของโภชนาในถั่วมะแฮะ (Y) โดยแทนค่า X ในสมการ = 100.

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การหาการย่อยได้ของใบถั่วมะแฮโดยวิธีหาผลต่าง

องค์ประกอบทางเคมี องค์ประกอบทางเคมีของใบถั่วมะแฮและฟางที่วิเคราะห์ได้ในการทดลองนี้ เปรียบเทียบใบถั่วมะแฮ ใบกระถิน และเมล็ดถั่วมะแฮในงานทดลองอื่น แสดงไว้ในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า ใบถั่วมะแฮมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าฟาง โดยมีปริมาณโภชนาที่เป็นประโยชน์คือ อินทรีย์วัตถุ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (Nitrogen free extract, NFE) สูงกว่าฟาง แต่มีเยื่อใย (CF) ผนังเซลล์ (NDF) และลิกโนเซลลูโลส (ADF) ต่ำกว่าองค์ประกอบทางเคมีของใบถั่วมะแฮที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับที่ ศีตะโกเศศ และคณะ (2533) ได้รายงานไว้ แต่มีโปรตีนต่ำกว่าใบกระถินเล็กน้อย และมีผนังเซลล์ ตลอดจนถึงลิกโนเซลลูโลสสูงกว่ามาก นอกจากนี้ยังมีโปรตีนใกล้เคียงกับเมล็ดของมัน แต่มีไขมัน แ้ว เยื่อใย และองค์ประกอบของผนังเซลล์ (NDF, ADF) และพลังงานรวม (GE) สูงกว่า.

Table 1. Chemical composition (% DM basis) of pigeon pea leaves compared to rice straw, dry leucaena leaves and pigeon pea seeds (PPS).

	Pigeon pea leaves		Leucaena ^{3/}	Rice ^{1/}	PPS ^{1/}
	1/	2/	leaves	straw	
DM	96.7	34.1	89.1	96.9	87.5
CP	19.8	21.1	24.3	5.0	20.0
EE	7.3	7.2	8.8 ^a	2.3	2.3
CF	23.2	25.6	11.2 ^a	36.5	9.6
NFE	43.7	40.0	45.5 ^a	35.8	63.7
Ash	6.0	6.0	8.3	20.5	4.4
NDF	61.0	-	28.4	77.9	51.7
ADF	29.4	-	16.5	55.5	17.5
ADL	-	-	8.4	-	-
AIA	1.1	1.7	-	14.5	-
GE (kcal/g)	5.1	-	-	3.7	4.5
TIA (mg TI/g)	7.0	-	-	-	19.5

^{1/} Values investigated in this experiment

^{2/} Fresh leaves and tops (ศีตะโกเศศ และคณะ, 2533)

^{3/} ชีวะอิสระกุล (2531)

^a Cheva-Isarakul (1982, unpublished data)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ การย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ในใบถั่วมะแฮที่คิดโดยวิธี Differential method ในการทดลองนี้เทียบกับค่าที่ทดลองในวัวสุกผสมบราห์มัน x พื้นเมือง โดยวิธีใช้ AIA เป็นตัวบ่งชี้ภายใน (ศิระโกเศศ และคณะ, 2533) แสดงไว้ในตารางที่ 2. พบว่าการย่อยได้ของโภชนาส่วนใหญ่ใกล้เคียงกับฟาง ยกเว้นการย่อยได้ของโปรตีนซึ่งใบถั่วมะแฮมีค่าสูงกว่าฟางอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากใบถั่วมะแฮมีโปรตีนสูงกว่า จึงช่วยให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนได้รับไนโตรเจนเพื่อการเจริญเติบโตและย่อยอาหารได้ดีกว่า จากการคำนวณปริมาณวัตถุดิบที่กินและปริมาณโปรตีนที่ได้รับเมื่อแกะกินใบถั่วมะแฮเสริมฟาง ในอัตรา 700 : 100 กรัม/ตัว/วัน พบว่า ปริมาณโปรตีนที่ได้รับคิดเป็น 19.7% ของสูตรอาหาร ขณะที่เมื่อแกะกินฟางเพียงอย่างเดียวได้รับโปรตีนเพียง 4.8% เท่านั้น ผลอันนี้สอดคล้องกับรายงานของ Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1990) ที่พบว่า การทำให้ฟางมีไนโตรเจนเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะโดยการเสริมในรูปของ Natural protein, Multi-nutrient block หรือการปรุงแต่งฟางด้วยยูเรียก็ตาม มีผลทำให้การย่อยได้ของโปรตีนดีขึ้น.

Table 2. Digestibility coefficients of nutrients in pigeon pea leaves calculated by differential method and digestibility of rice straw.

	Pigeon pea leaves		Rice ^c straw	Leucaena leaves ^c
	a	b		
DM	50.2	65.6	48.6	60.8
OM	52.7	-	53.9	63.6
CP	51.0	69.4	16.7	61.5
EE	45.8	63.8	43.8	42.7
CF	30.8	46.1	60.5	44.3
NFE	-	77.4	50.0	76.3
NDF	47.3	-	49.8	35.9
ADF	0.5	-	49.0	-
TDN	-	-	43.1	62.8

^a Values investigated in this experiment by differential method

^b Determined in cattle by AIA method (ศิระโกเศศ และคณะ, 2533)

^c Cheva-Isarakul (1982, 1986 ; unpublished data)

อย่างไรก็ดีพบว่า การย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ในใบถั่วมะแฮต่ำกว่าใบกระถิน แม้ว่าพืชทั้ง 2 ชนิดนี้ จะอยู่ในตระกูลถั่วเหมือนกันและมีโปรตีนใกล้เคียงกันก็ตาม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากใบถั่วมะแฮมีปริมาณเยื่อใยและผนังเซลล์สูงกว่าใบกระถิน ผลอันนี้มีแนวโน้มว่าจะสอดคล้องกับการทดลองในไก่เนื้อของดิงทวีวัฒน์ และชีวะอิสระกุล (2534) ที่ประเมินให้ใบถั่วมะแฮมีพลังงานใช้

ประโยชน์ (ME) ระดับเดียวกับใบกระถิน แต่เมื่อนำสูตรอาหารผสมใบถั่วมะแฮไปทดลองเลี้ยงไก่แล้ว ปรากฏว่า ไก่มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราแลกเนื้อลดลงตามการเพิ่มระดับใบถั่วมะแฮในสูตรอาหาร ซึ่งสันนิษฐานว่าอาจเนื่องมาจากใบถั่วมะแฮมีการย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ต่ำกว่าใบกระถินนั่นเอง.

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของใบถั่วมะแฮที่ได้จากการทดลองนี้ต่ำกว่าที่ ศิยะโกเศศ และคณะ (2533) ได้รายงานไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของวิธีการศึกษา ชนิดของสัตว์ทดลอง หรืออาจเนื่องจาก Associative effect คือการที่ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบตัวหนึ่งเปลี่ยนไปอันเป็นผลเนื่องมาจากการกินร่วมกับวัตถุดิบอีกตัวหนึ่ง ซึ่งผลอันนี้มักพบในการกินของสัตว์เคี้ยวเอื้องก็ได้.

ปริมาณอาหารที่กินได้ น้ำหนักตัว และปริมาณอาหารที่กินได้ของแกะ เมื่อได้รับฟางเป็นอาหารฐาน (100 กรัม/ตัว/วัน) เสริมด้วยใบถั่วมะแฮแห้ง (700 กรัม/ตัว/วัน) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าการใช้ใบถั่วมะแฮเสริมฟางข้าวมีผลทำให้แกะมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ดีกว่าการให้แกะได้กินฟางแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งรายงานว่าน้ำหนักตัวลดลง.

Table 3. Body weight and feed intake of sheep fed 100 g rice straw (RS) plus *ad libitum* dry pigeon pea leaves (PPL).

	Avg	SD
Initial weight	30.1	3.7
Final weight	31.2	4.0
Dry matter intake (DMI, g/head/day)	750.0	23.2
% BW	2.5	0.2
g/kg $W^{0.75}$	57.9	3.8
from PPL (g)	653.1	21.2
from RS (g)	96.9	0

การใช้ใบถั่วมะแฮเสริมฟางข้าว ที่มีผลทำให้แกะมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น และมีการย่อยได้ของโปรตีนดีขึ้นนี้ สอดคล้องกับการทดลองของชีวะอิสระกุล (2531) ที่ใช้ใบกระถินเสริมฟางในระดับต่างๆ กันแล้วพบว่า การเพิ่มน้ำหนักตัวและการย่อยได้ของโปรตีนจะดีขึ้นตามลำดับ.

ปริมาณอาหารที่แกะกินได้ในงานทดลองนี้ คิดเป็น 2.5% ของน้ำหนักตัว หรือ 57.9 กรัม/กก. (น้ำหนักตัว)^{0.75} ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าเมื่อแกะได้รับฟางแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่ง Cheva-

Isarakul and Cheva-Isarakul (1985) รายงานว่ามีค่าประมาณ 2% ของน้ำหนักตัว ที่เป็นนี้อาจเนื่องมาจากบทบาทของอินโดรเจนในใบถั่วมะแฮะที่ช่วยกระตุ้นให้แกะกินอาหารเพิ่มขึ้น Crabtree and Williams (1971) พบว่า อาหารขัณฑ์ที่มีโปรตีน 19.1% สามารถกระตุ้นให้แกะกิน ฟางข้าวโอตที่มีโปรตีน 3.9% เพิ่มขึ้นได้ อย่างไรก็ตามก็พบว่า ปริมาณอาหารที่แกะกินได้ดังกล่าวยังต่ำกว่าเมื่อให้ได้รับใบกระถินเสริมฟาง (ชีวะอิสระกุล, 2531) หรือให้ได้รับใบกระถินแห้งแต่เพียงอย่างเดียว (ชีวะอิสระกุล, 2529, ข้อมูลไม่ได้ตีพิมพ์) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความน่ากินของใบถั่ว มะแฮะเอง ซึ่งมีกลิ่นที่สัตว์อาจไม่คุ้นเคย แม้ว่าจะให้มีการปรับตัวมาช่วงหนึ่งแล้ว (Preliminary period) ก่อนถึงระยะเก็บข้อมูลจริงก็ตาม ปริมาณ TIA ที่แกะได้รับจากใบถั่วมะแฮะในการทดลองนี้เท่ากับ 4.6 กรัม/ตัว/วัน น้อยกว่าปริมาณที่แกะได้รับในการทดลองหาค่าการย่อยได้ของเมล็ดถั่ว มะแฮะ โดยวิธีใช้สมการถดถอย (ตารางที่ 4.).

การทดลองที่ 2 การหาการย่อยได้ของเมล็ดถั่วมะแฮะโดยวิธีใช้สมการถดถอย

องค์ประกอบทางเคมี องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ให้ คือ เมล็ดถั่วมะแฮะบด (PPS) และฟางข้าว (RS) เทียบกับค่าในรายงานอื่น และของเมล็ดถั่วเหลือง แสดงไว้ในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าเมล็ดถั่วมะแฮะมีไขมันใกล้เคียงกับฟางข้าว แต่ต่ำกว่าพืชตระกูลถั่วโดยทั่วไป เช่น ถั่วเหลือง และถั่วลิสงมาก ปริมาณโปรตีนในถั่วมะแฮะสูงกว่าฟางข้าวประมาณ 5 เท่า นอกจากนี้ยังมีโภชนาอื่นเช่น อินทรีย์วัตถุ คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย และพลังงานรวมสูงกว่าฟางข้าว แต่มีปริมาณเยื่อใย ผนังเซลล์ (NDF) และลิกโนเซลลูโลส (ADF) ต่ำกว่า.

Table 4. Chemical composition (% DM basis) of pigeon pea seeds, soybean seed and rice straw.

	1/	Pigeonpea seeds			Soybean seed	Rice straw ^{1/}
		Malaysia (Gohl, 1981)	India (Visitpanich et al. (1985)	Visitpanich et al. (1985)	(NRC, 1984)	
DM	87.5	89.0	91.8	88.3	92.0	93.6
CP	20.0	23.4	20.2	23.1	42.8	4.4
EE	2.3	0.9	1.9	1.6	18.8	2.0
CF	9.6	10.6	6.2	8.5	5.8	35.4
NFE	63.7	60.8	67.7	61.9	27.1	41.1
Ash	4.4	4.3	4.0	4.9	5.5	17.0
NDF	51.7	-	-	-	-	74.5
ADF	17.5	-	-	-	10.0	52.8
ADL	-	-	-	-	-	4.8
Ca	-	0.14	-	-	0.27	-
P	-	0.45	-	-	0.65	-
GE (kcal/g)	4.5	-	-	-	-	3.8
TIA (mg TI/g)	19.5	-	-	29.4	-	-

^{1/} Values investigated in this experiment

ปริมาณโภชนะของเมล็ดถั่วมดและการทดลองนี้ ใกล้เคียงกับรายงานของมาเลย์เซียและอินเดีย (อ้างอิงโดย Gohl, 1981) และ Visitpanich *et al.* (1985) สารพิษ TIA ที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณ 19.5 mg TI/g DM ใกล้เคียงกับสายพันธุ์ Hunt จากออสเตรเลีย ซึ่งได้นำเข้ามาก่อนหน้านี้ แต่ต่ำกว่าตัวอย่างที่ได้จากสถานีวิจัยพืชไร่มะลิที่รายงานไว้โดยตั้งทวีวัฒน์ และ ชีวะอิสระกุล (2532) คือ 19.7 และ 30.3 mg TI/g air dry ตามลำดับ.

ปริมาณอาหารที่กินได้และน้ำหนักตัวแกะ แสดงไว้ในตารางที่ 5 พบว่า เมื่อแกะได้รับถั่วมดเพิ่มขึ้นจะกินฟางได้ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการแทนที่ฟางด้วยถั่วมดในทางเดินอาหาร (Substitution effect) ผลอันนี้สอดคล้องกับ Mulholland *et al.* (1976), Devendra (1978) Bamualim (1986) และชีวะอิสระกุล (2531) อย่างไรก็ตามปริมาณฟางที่ลดลงนี้ยังน้อยกว่าปริมาณถั่วมดที่แกะกินเพิ่มขึ้น จึงมีผลทำให้วัตถุดิบที่กินได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้น 9.2, 11.9 และ 12.5% ของเมื่อได้รับถั่วมดในระดับต่ำ (200 กรัม/ตัว/วัน) ตามลำดับ การที่กินวัตถุดิบได้เพิ่มขึ้นนี้เป็นผลเนื่องมาจากถั่วมดมีโภชนะต่างๆ สูงกว่าฟางดังได้กล่าวมาแล้ว จึงมีผลทำให้จุลินทรีย์ได้รับสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มกิจกรรมต่างๆ มากขึ้น ทำให้อาหารย่อยได้ดีขึ้น มีการเคลื่อนที่ของอาหารผ่านทางเดินอาหารเร็วขึ้น (Rate of passage เพิ่มขึ้น) มีที่ว่างในกระเพาะที่จะจุอาหารได้มากขึ้น ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Wongsrikeao and Wanapat (1985) และชีวะอิสระกุล (2531) ที่ใช้ใบกระถินเสริมฟางเป็นอาหารกระป๋องและแกะตามลำดับ และยังสอดคล้องกับรายงานของ Siebert and Kennedy (1972) ที่พบว่า การเสริมยัลฟาลฟา หรือยูเรียและซัลเฟตลงในอาหาร จะทำให้วัวกินอาหารได้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการเสริมดังกล่าวเป็นการเพิ่มโภชนะที่เป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน.

ปริมาณวัตถุดิบที่แกะกินได้เมื่อเสริมฟางด้วยถั่วมดในระดับต่างๆกัน คิดเป็น 2.9, 3.1, 3.3 และ 3.6% ของน้ำหนักตัว หรือเท่ากับ 71.5, 76.1, 80.5 และ 87.7 กรัม/กก. (น้ำหนักตัว)^{0.75} ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าเมื่อให้แกะกินฟางแต่เพียงอย่างเดียว (Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul, 1985) หรือให้แกะกินฟางเสริมด้วยใบถั่วมดแห้ง (ตารางที่ 3.) แสดงว่าเมล็ดถั่วมดมีความน่ากินสูง สามารถใช้เสริมอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เช่น ฟางข้าวได้เป็นอย่างดี.

ปริมาณ TIA ที่แกะได้รับ เพิ่มขึ้นตามระดับถั่วมด โดยกลุ่มที่ได้รับถั่วมดระดับ 800 กรัม/วัน จะได้รับ TIA ถึง 13.7 กรัม/วัน หรือเท่ากับ 0.4 กรัม/กก.น้ำหนักตัว/วัน แต่ไม่พบว่าแกะแสดงอาการผิดปกติแต่อย่างใด.

Table 5. Body weight and feed intake of sheep fed rice straw (RS) plus various levels of ground pigeon pea seeds (PPS).

	Level of PPS (g air dry/head/day)			
	200	400	600	800
Avg. body weight (kg)	34.4	35.3	35.6	34.1
Dry matter intake (g/head/day)	1009.6	1098.9	1166.5	1224.8
- %BW	2.9	3.1	3.3	3.6
- g/kg W ^{0.75}	71.5	76.1	80.5	87.7
Dry matter intake from				
- RS (g/head/day)	834.5	748.8	641.3	524.5
- PPS (g/head/day)	175.1	350.1	525.2	700.3
- PPS (% of total ration)	17.3	31.9	45.0	57.2
TIA intake (g/head/day)	3.4	6.8	10.3	13.7

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาต่างๆ พลังงานย่อยได้ (DE) และยอดโภชนาการย่อยได้ (TDN) ในอาหารทั้งสูตร ตลอดจนสมมูลย์ของไนโตรเจนเมื่อแกะทดลองได้รับฟางข้าวและถั่วมะแฮะในสัดส่วนต่างๆกัน แสดงไว้ในตารางที่ 6.

จะเห็นได้ว่าเมื่อแกะได้รับถั่วมะแฮะบดในสัดส่วนที่สูงขึ้น มีผลทำให้โภชนาส่วนใหญ่คือ วัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย พลังเซลล์ และพลังงาน มีการย่อยได้ดีขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากถั่วมะแฮะมีโภชนาต่างๆ สูงกว่าฟางข้าว จึงช่วยทำให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน สามารถเพิ่มจำนวนประชากร และสามารถมีกิจกรรมในการย่อยได้ดีขึ้น ผลอันนี้สอดคล้องกับ รายงานของ Devendra (1983) และ Cheva-Isarakul (1988) และแสดงให้เห็นว่า ปริมาณ TIA ที่แกะได้รับจากเมล็ดถั่วมะแฮะไม่มีผลขัดขวางการย่อยได้ของโภชนาในสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถทนต่อ TIA ได้ดี.

ส่วนการย่อยได้ของเยื่อใยรวม (CF) และผนังเซลล์ส่วนที่ย่อยได้ยาก (ADF) เป็นไปในทางตรงกันข้าม คือ มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มสัดส่วนของถั่วมะแฮะในอาหารขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ถั่วมะแฮะมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (NFE) สูงกว่าฟาง จึงมีผลทำให้จุลินทรีย์จำพวก Amylolytic bacteria เพิ่มมากขึ้น ผลิกรดไขมันระเหยได้ในอัตราที่รวดเร็วเกินกว่าที่จะดูดซึมได้ทัน เป็นเหตุให้ pH ในกระเพาะรูเมนลดต่ำลง ไม่เหมาะกับการเจริญของพวก Cellulolytic bacteria จึงทำให้การย่อยได้ของเซลลูโลสลดลง (El-shazly *et al.*, 1961 และ Dixon, 1986) ซึ่งสอดคล้องกับ Mould and Oskov (1983/84) และ Hoover (1986) ที่สรุปว่า การเสริมแป้ง

Table 6. Digestibility of nutrients in rations with different levels of rice straw (RS) and ground pigeon pea seeds (PPS).

	PPS level (g air dry/head/day)			
	200	400	600	800
Dry matter intake (g/day)	1009.6	1098.9	1166.5	1224.8
- RS	834.5	748.8	641.3	524.5
- PPS	175.1	350.1	525.2	700.3
Digestibility coefficients				
Dry matter (DM)	57.4	62.0	62.1	64.9
Organic matter (OM)	62.4	66.7	66.0	68.3
Crude protein (CP)	45.9	57.7	58.4	58.1
Ether extract (EE)	79.6	60.8	59.5	57.7
Crude fiber (CF)	61.9	63.7	57.0	55.5
Nitrogen free extract (NFE)	64.8	70.5	72.2	76.2
Neutral detergent fiber (NDF)	54.5	58.1	59.7	63.5
Acid detergent fiber (ADF)	48.3	49.5	46.1	46.4
Energy	60.1	65.2	64.5	66.7
Digestible energy (DE, kcal/g)	2.4	2.6	2.7	2.8
Total digestible nutrient (TDN, %)	55.6	65.6	70.1	77.4
N - balance (g N/head/day)	0.74	2.25	3.22	5.39

หรือคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (Readily fermentable carbohydrate, RFC) แม้เพียงเล็กน้อยก็มีผลทำให้จุลินทรีย์ประเภทที่ย่อยเยื่อใยลดลง เป็นเหตุให้การย่อยได้ของเยื่อใยลดลง ซึ่งผลนี้จะเห็นได้ชัดยิ่งขึ้นเมื่อ pH ในรูเมนต่ำกว่า 6.0 จากการทดลองของ Mulholland *et al.* (1976) ที่เสริมฟางข้าวไธต์ด้วยอาหารชั้นระดับต่างๆ พบว่า จะทำให้การกินได้ของวัตถุดิบแห้ง (DMI) และของอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ (DOMI) เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณฟางข้าวที่กินได้และการย่อยได้ของ Cellulose ลดลงตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Devendra (1978) ที่เสริมฟางด้วยรำ.

สำหรับการย่อยได้ของไขมันที่ลดลง เมื่อเพิ่มระดับถั่วมะแฮขึ้นนั้น ยังไม่สามารถอธิบายได้แน่ชัดนัก ปริมาณพลังงานย่อยได้ (DE) และยอดโภชนาการย่อยได้ทั้งหมด (TDN) มีค่าสูงขึ้นตามระดับถั่วมะแฮที่ได้รับ นอกจากนี้ยังพบว่าสมมูลย์ของไนโตรเจน (NB) มีค่าสูงขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องมาจากถั่วมะแฮมีปริมาณโปรตีนสูง เมื่อสัตว์ได้รับเพิ่มขึ้นก็จะทำให้มีการสะสมไนโตรเจนหรือโปรตีนในร่างกายสูงขึ้น.

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ในเมล็ดถั่วมะแฮที่คิดโดยวิธี Regression method ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 โดยให้ค่าสัดส่วนของโภชนาที่ได้รับจากถั่วมะแฮเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของโภชนาที่ได้รับจากอาหารทั้งหมดเป็น X และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนา นั้นๆ ในสูตรอาหารเมื่อมีเมล็ดถั่วมะแฮในสัดส่วนต่างๆ กัน เป็น Y พบว่าค่าดังกล่าวมี สหสัมพันธ์กันสูงมาก (r เข้าใกล้ 1.0) แสดงให้เห็นถึงความแม่นยำของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ที่ หาได้โดยวิธีนี้.

จากการใช้สมการ Regression ในการทำนายสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของถั่วมะแฮ ได้ ผลพลอยได้คือสามารถทำนายสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟางข้าวได้ด้วย โดยคำนวณค่า Y เมื่อ $X = 0$ นั่นคือเมื่อแกะไม่ได้รับโภชนาจากถั่วมะแฮเลย แต่ได้รับจากฟางเพียงอย่างเดียว.

จากสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเมล็ดถั่วมะแฮที่คำนวณได้โดยวิธีนี้พบว่า ถั่วมะแฮมี การย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ในอัตราค่อนข้างสูง ประมาณ 70% โดยมีการย่อยได้ของโภชนาส่วน ใหญ่สูงกว่าฟางข้าว ยกเว้นไขมัน เยื่อใย และลิกโนเซลลูโลส (ADF) ซึ่งมีการย่อยได้ลดลงเมื่อได้ รับเมล็ดถั่วมะแฮสูงขึ้น การที่ถั่วมะแฮมีการย่อยได้สูงแสดงว่าสามารถใช้เป็นประโยชน์สำหรับ สัตว์เคี้ยวเอื้องได้ดี.

ปริมาณพลังงานย่อยได้ (DE) มีค่า 3.2 กิโลแคลอรี/กรัมวัตถุแห้ง และมีค่า TDN = 71.1% ซึ่งต่ำกว่ากากถั่วเหลืองที่สกัดด้วยสารละลาย (44% โปรตีน) ที่ NRC (1984) ได้รายงาน ไว้ (DE = 3.7 kcal/g DM และ TDN = 84%) เพียง 13.5 และ 15.4% ตามลำดับ.

สมดุลไนโตรเจนมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับของเมล็ดถั่วมะแฮในสูตรอาหาร ทั้งนี้เนื่องมาจาก ถั่วมะแฮมีโปรตีนสูง ทำให้แกะได้รับโปรตีนเพิ่มขึ้น สมดุลของไนโตรเจนเมื่อแกะกินถั่วมะแฮ เพียงอย่างเดียว จึงทำนายโดยใช้สมการ Regression มีค่าเป็น +6.3 ขณะที่เมื่อให้แกะกินฟาง เพียงอย่างเดียว มีค่าเป็น -5.2 กรัม N/ตัว/วัน ตามลำดับ แสดงว่าถั่วมะแฮมีโปรตีนและการย่อย ได้สูงเพียงพอที่จะทำให้สัตว์เกิดการสะสมโปรตีนในร่างกาย สามารถนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Egan (1986) ที่สรุปว่า การเสริมโปรตีนจะช่วยเพิ่มไนโตรเจน ใน Reticulo-rumen ทำให้จุลินทรีย์มีการสังเคราะห์โปรตีนเพิ่มขึ้น ช่วยให้การย่อยเยื่อใยดีขึ้น และยังช่วยเพิ่มกรดอะมิโนให้ถูกดูดซึมในลำไส้เล็กมากขึ้น ซึ่งจะช่วยชดเชยกรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential amino acids, EAA) ที่ขาดแคลนในอาหารอันเป็นตัวจำกัดการสร้างผลผลิต อีกทั้ง ยังอาจดูดซึมและสลายตัวให้พลังงาน Gluconeogenic substrate และ/หรือไนโตรเจนที่สามารถ หมุนเวียนกลับมาใช้ในรูเมนได้ (Recycleable N) ขณะที่เมื่อได้รับฟางเพียงอย่างเดียวเกิดการสูญเสีย ไนโตรเจน กล่าวคือ ได้รับโปรตีนไม่พอสำหรับการดำรงชีพ ต้องมีการย่อยสลายโปรตีนหรือเนื้อ เยื่อในร่างกายมาใช้ ซึ่งมีผลทำให้สัตว์มีน้ำหนักตัวลดลง ผลอันนี้สอดคล้องกับ Wongsrikeao and Wanapat (1985) ที่รายงานว่า กระบือมีน้ำหนักตัวลดลงเมื่อได้รับฟางข้าวเป็นอาหารแต่ เพียงอย่างเดียว.

Table 7. Digestion coefficients of nutrients in pigeon pea seeds (PPS) and rice straw (RS) predicted by regression equation

Dig (%)	PPS ^{1/}	RS ^{2/}	Regression equation $y = a + b x$
DM	72.2	55.1	$y = 55.1 + 0.17 x$; $r = 0.95$
OM	73.3	60.7	$y = 60.7 + 0.12 x$; $r = 0.89$
CP	65.1	31.0	$y = 31.0 + 0.34 x$; $r = 0.90$
EE	34.4	84.9	$y = 84.9 - 0.50 x$; $r = -0.87$
CF	28.0	65.2	$y = 65.2 - 0.37 x$; $r = -0.87$
NFE	84.2	58.9	$y = 58.9 + 0.25 x$; $r = 0.99$
NDF	75.8	51.6	$y = 51.6 + 0.24 x$; $r = 0.99$
ADF	38.2	49.6	$y = 49.6 - 0.11 x$; $r = -0.73$
GE	72.3	58.3	$y = 58.3 + 0.14 x$; $r = 0.88$
DE (kcal/g)	3.2	2.2	$y = 2.23 - 0.009 x$; $r = -0.99$
TDN (%) ^{3/}	71.1	52.5	
N balance (g N/head/day)	6.3	-5.2	$y = -5.16 + 0.11 x$; $r = 0.95$

^{1/} Predicted from regression equation when $x = 100$ ^{2/} Predicted from regression equation when $x = 0$ ^{3/} Calculated by conventional method y = Digestion coefficient of nutrient (%) x = Nutrient intake from PPS as % of that from total ration r = Regression coefficient

การย่อยได้ของฟางที่คำนวณโดยวิธีนี้มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของฟางข้าว 5 พันธุ์ ที่นิยมปลูกกันในภาคเหนือ ที่ Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1985a; อ้างอิงโดยชีวะอิสระกุล, 2531) ได้รายงานไว้เล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นผลของ Positive associative effect ซึ่งมักเกิดขึ้นเมื่อให้อาหารหยาบที่ขาดโภชนาบางอย่าง เช่น ไนโตรเจนที่สลายตัวได้ง่าย หรือ ซัลเฟอร์ (Fermentable N or S) ร่วมกับอาหารชั้นที่สามารถเสริมโภชนาการนั้นให้แก่สัตว์ได้ (Dixon, 1986) ผลดังกล่าวนี้อาจมีส่วนทำให้การย่อยได้ของฟางดีขึ้นกว่าเมื่อให้สัตว์กินฟางมั่วเพียงอย่างเดียว.

สรุป

ใบและเมล็ดถั่วมวนมีโปรตีนใกล้เคียงกันประมาณ 20% แต่ใบมีโภชนาที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าเมล็ดของมันและต่ำกว่าใบกระถินเล็กน้อย.

การย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ในใบถั่วมะแฮใกล้เคียงกับฟางข้าว ยกเว้นโปรตีน ซึ่งมีการย่อยได้สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาที่คำนวณโดยวิธีหาผลต่างต่ำกว่าค่าที่คำนวณโดยใช้แก้วที่ไม่ละลายในกรด (AIA) และต่ำกว่าการย่อยได้ของใบกระถินแห้งที่มีผู้รายงานไว้.

การเสริมฟางข้าวด้วยเมล็ดถั่วมะแฮบดจะทำให้แมกนินฟางได้ลดลง แต่กินวัตถุแห้งทั้งหมดได้เพิ่มขึ้น โดยปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้คิดเป็น 2.9, 3.1, 3.3 และ 3.6% ของน้ำหนักตัวเมื่อได้รับเมล็ดถั่วมะแฮในอัตรา 200, 400, 600 และ 800 กรัม/วัน หรือเท่ากับ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% น้ำหนักตัว ตามลำดับ.

การย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ส่วนใหญ่ในอาหารทั้งสูตรเพิ่มขึ้น เมื่อแกะได้รับถั่วมะแฮสูงขึ้น ยกเว้นเยื่อใย (CF), ผนังเซลล์ส่วนที่ย่อยได้ยาก (ADF) และไขมัน (EE) นอกจากนี้ยังพบว่าพลังงานย่อยได้ (DE), ยอดโภชนาย่อยได้ (TDN) และสมดุลไนโตรเจน มีค่าสูงขึ้นตามปริมาณถั่วมะแฮที่เพิ่มขึ้น ซึ่งค่าดังกล่าวมีสหสัมพันธ์กันอย่างสูงกับเปอร์เซ็นต์โภชนาที่แกะได้รับจากเมล็ดถั่วมะแฮ.

การย่อยได้ของโภชนาในเมล็ดถั่วมะแฮที่คำนวณโดยใช้สมการ Regression มีค่าค่อนข้างสูง ประมาณ 70% แสดงให้เห็นว่าถั่วมะแฮสามารถย่อยได้ค่อนข้างดี พลังงานย่อยได้ และยอดโภชนาย่อยได้ทั้งหมด มีค่า 3.2 kcal/กรัม และ 71.1% ซึ่งต่ำกว่ากากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันด้วยสารเคมีเพียง 13.5%, 15.4% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า แกะที่ได้รับถั่วมะแฮเป็นอาหารเดี่ยว มีสมดุลของไนโตรเจนเป็น +6.3 g N/ตัว/วัน.

การย่อยได้ของฟางข้าวซึ่งทำนายโดยใช้สมการ Regression มีค่าสูงกว่ารายงานอื่นเล็กน้อย คือ มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งประมาณ 55% มี DE 2.2 kcal/กรัม TDN 52.5% และ NB -5.2 g N/ตัว/วัน.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยฯ ขอขอบคุณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย และขอขอบคุณศูนย์วิจัยด้านการเกษตรระหว่างประเทศของออสเตรเลีย (ACIAR) ที่สนับสนุนเมล็ดถั่วมะแฮเพื่อการวิจัยในครั้งนี้.

เอกสารอ้างอิง

- ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2531). ผลการเสริมฟางข้าวด้วยกรดอินทรีย์ระดับต่างๆ และความแม่นยำของการใช้ค่าที่ไม่ละลายในกรดเป็นตัวบ่งชี้ภายในเพื่อหาการย่อยได้. วทนศร 4(2):95-107.
- ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม., คังทวีวัฒน์, สุชน. และ พรสุขศิริ, ศิริลักษณ์. (2534). การใช้ถั่วมวนและพดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสัตว์. รายงานการวิจัย, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- คังทวีวัฒน์, สุชน. และ ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2532). การใช้ถั่วพรีเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารไก่เนื้อ. วทนศร 5(2):137-150.
- คังทวีวัฒน์, สุชน. และ ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2534). การใช้ถั่วมวนเป็นอาหารสัตว์ 1. ใบถั่วมวนในอาหารไก่เนื้อ. วทนศร 7(2):118-133.
- ศิระโกเศศ, ปราโมช และ ศิริ. (2529). การใช้ดินถั่วมวนเป็นอาหารเสริมในกุนเชียง. รายงานการวิจัย, สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่.
- ศิระโกเศศ, ปราโมช., สรวศิริ, ธนปอง. และ เสือ, กริสน์. (2533). การใช้ประโยชน์จากใบถั่วมวนเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ 1. การเจริญเติบโต การให้ผลผลิต คุณค่าทางอาหารและต้นทุนการผลิต. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 28, สาขาสัตว์ สัตวแพทย์และปศุสัตว์, หน้า 103-112. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สรวศิริ, ธนปอง และ ศิระโกเศศ. (2531). การใช้ใบถั่วมวนแห้งในสูตรอาหารชั้นเลี้ยงโคขุน. รายงานการประชุมนการวิชาการ. ครั้งที่ 26, สาขาสัตว์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ หน้า 25-40.
- A.O.A.C. (1980). Association of Official Analytical Chemists, 13th ed. Washington, DC: USA.
- Bamualim, A. (1986). Effect of *Leucaena* fed as a supplement to ruminants on low quality roughage diets. In : Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues-1985. Dixon, R.M. (ed.) IDP, Canberra, Australia. pp. 107-114.
- Cheva-Isarakul, Bl. and Cheva-Isarakul, Bs. (1985). Variation in the nutritive value of rice straw in Northern Thailand. 2 Voluntary feed intake and digestibility by sheep. In : Proc. Relevance of Crop Residues as Animal Feeds in Developing Countries. Wanapat, M. and Devendra, C. (eds.). Funny Press, Bangkok, Thailand. pp. 43-52.
- Cheva-Isarakul, Bl. (1988). Performance of sheep fed urea-treated or urea- molasses supplemented straw with or without fresh leucaena supplement as compared with fresh grass. In : The Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues-1987. Dixon, R.M. (eds.). IDP, Canberra, Australia. pp. 225-238.
- Cheva-Isarakul, Bs. and Cheva-Isarakul, Bl. (1990). Multi-nutrient block for cattle raised under poor feeding conditions. Research report submitted to Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) and Deutsche Gesellschaft fuer technische Zusammenarbeit (GTZ). Goettingen Univ. W. Germany. 46 p.
- Crabtree, J.R. and Williams, G.L. (1971). The voluntary intake and utilization of roughage-concentrate diets by sheep. I. Concentrate supplements for hay and straw. Animal Production 13: 71-82.
- Devendra, C. (1978). Studies on the utilization of rice straw by sheep. V. The effect of different protein sources on voluntary feed intake. Malaysian J. of Agric. 51:280-290.
- Devendra, C. (1983). Physical treatment of rice straw for goats and sheep and the response to substitution with variable levels of cassava (*Manihot esculenta* Crants), leucaena (*Leucaena leucocephala*) and gliricidia (*Gliricidia maculata*) forages. Mardi Res. Bull. 11(3):272-290.

- Dixon, R.M. (1986). Increasing digestible energy intake of ruminants given fibrous diets using concentrate supplements. In : Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues-1985. Dixon, R.M. (ed.). IDP, Canberra, Australia. pp 59-76.
- Egan, A.R. (1986). Principles of supplementation of poor quality roughages with nitrogen. In : Ruminant Feeding System Utilizing Fibrous Agricultural Residues-1985. Dixon, R.M. (ed.). IDP, Canberra, Australia. pp 49-58.
- El-Shazly, K., Dehority, B.A. and Johnson, R.R. (1961). Effect of starch on the digestion of cellulose *in vitro* and *in vivo* by rumen microorganisms. J. of Anim. Sci. 20:268-273.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. (1970). Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedure and some applications). Agriculture Handbook No. 379, Agricultural Research Service, USDA.
- Gohl, B. (1981). Tropical feeds. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- Hoover, W.H. (1986). Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. J. Dairy Sci. 69:2755-2766.
- Kakade, M.L., Rackis, J.J., McGhee, J.E. and Puski, G. (1974). Determination of trypsin inhibitor activity of soy products. A collaborative analysis of an improved procedure. Cereal Chem. 51:376-383.
- Mould, F.L. and Oskov, E.R. (1983/84). Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulosis in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. Anim. Feed Sci. Technol. 10:1-4.
- Mulholland, J.G., Coombe, J.B. and McManus, W.R. (1976). Effect of starch on the utilization by sheep of a straw diet supplemented with urea and minerals. Australian J. of Agric. Res. 27 :139-153.
- National Research Council (NRC). (1984). Nutrient requirements of dairy cattle, 6th ed. National Academy Press, Washington, DC., USA.
- Siebert, B.D. and Kennedy, P.M. (1972). The utilization of spear grass (*Heteropogon contorus*) I. Factors limiting intake and utilization by cattle and sheep. Australian J. Agric. Res. 23:35-44.
- Visitpanich, T., Batterham, E.S. and Norton, B.W. (1985). Nutritional value of chickpea (*Cicer arietinum*) and pigeonpea (*Cajanus cajan*) meals for growing pigs and rats. I. Energy content and protein quality. Australian J. Agric. Res. 36:327-335.
- Wongsrikeao, W. and Wanapat, M. (1985). A comparison of untreated or urea-treated rice straw when supplemented with fresh leucaena for buffaloes. In : Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues-1985. Dixon, R.M. (eds.) School of Agriculture and Forestry, University of Melbourne, Australia. pp. 49-58.

การใช้ถั่วแระเป็นอาหารสัตว์
3. สัตว์เคี้ยวเอื้องและกระต่าย

บุญล้อม ชีวะอิสรากุล¹ ศิริลักษณ์ พรสุศิริ¹ และ สุชน ตั้งทวีพัฒน์¹

THE USE OF PIGEON PEA AS ANIMAL FEED
3. RUMINANTS AND RABBITS

Boonlom Cheva-Isarakul¹ Siriluck Pornsuksiri¹ and Suchon Tangtaweeewipat¹

Abstract : The potential use of pigeon pea seeds (PPS), substituted for soybean meal (SBM) in concentrate ration for ruminants and rabbits or directly supplemented to low quality feed, was carried out in sheep and rabbits. Three groups of 18 sheep with initial liveweight 13.5 kg was fed *ad libitum* rice straw (RS), plus 500 g/day fresh para grass and supplemented with 1 of the 3 concentrate feeds at 250 g/day. There were SBM as a main protein source, 50% of SBM was substituted with PPS, or PPS plus minerals. Feeding trial lasted 16 weeks, followed by a 10 days digestibility trial which total collection method was compared to internal indicator (Acid insoluble ash, AIA) method. No significant difference was found on DM intake (3.0% liveweight/day), nutrient digestibility, feed conversion ratio (FCR; 8.4, 8.2 and 8.7) and average daily gain (ADG; 58.9, 63.6 and 64.3 g). The result indicated the potential use of PPS as ruminant feed. The digestibility determination using acid insoluble ash (AIA) as internal indicator was similar to that of the total fecal collection method.

In the study with growing rabbits, 30 heads of both sexed cross bred zika-Z x NZ white were randomly allocated to 5 treatments each with 6 replicates. They were penned individually and fed every morning with concentrate diet containing 0, 10, 20, 30 and 40% of PPS at 90% of their *ad libitum* intake, while the afternoon feed was fresh para grass (*ad lib*). It was found that PPS could be used at 40% of concentrate ration, equal to the substitution of SBM at 43%.

¹ ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

¹ Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

บทคัดย่อ : การใช้เมล็ดถั่วมะแฮะเป็นแหล่งอาหารโปรตีนเพื่อทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารชั้นสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องและแกะดำ ได้ทำการศึกษาในแกะรุ่นเพศเมียจำนวน 12 ตัว แดงเพศผู้จำนวน 6 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 13.5 กก. แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม เติบโตบนเคคอกพื้นแบบขังเดี่ยว ให้ได้รับฟางข้าว (โพธิ์แดง) และหญ้าขนสดวันละ 500 กรัม/ตัว เป็นอาหารหยาบ ส่วนอาหารข้นให้ได้รับชนิดใดชนิดหนึ่ง ดังต่อไปนี้ คือ 1) ชนิดที่ใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน ชนิดที่ใช้เมล็ดถั่วมะแฮะแทนที่กากถั่วเหลือง 50% หรือเทียบเท่ากับใช้เมล็ดถั่วมะแฮะ 24% ในอาหาร และชนิดที่ใช้เมล็ดถั่วมะแฮะเป็นแหล่งโปรตีนล้วน (97% ของสูตรอาหาร) โดยให้ในอัตราวันละ 250 กรัม/ตัว ทำการเลี้ยงและเก็บข้อมูลด้านสมรรถภาพในการผลิต เป็นเวลา 16 สัปดาห์ หลังจากนั้นทำการย่อยได้ของอาหารทุกสูตร โดยใช้วิธีเก็บข้อมูลทั้งหมดเปรียบเทียบกับค่าที่ไม่ละลายในกรด (AIA) เป็นตัวบ่งชี้ภายใน ส่วนในการถ่ายใช้แกะดำถูกผสมผสมเพศพันธุ์ศึกษาเพศกับนิวซีแลนด์ขาว หลังหย่านม จำนวน 30 ตัว แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ตัว เลี้ยงในกรงขังเดี่ยว ให้อาหารข้นที่มีส่วนผสมของเมล็ดถั่วมะแฮะในสูตรอาหารระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40% โดยให้ในช่วงเช้าในอัตรา 90% ของปริมาณที่กินได้เต็มที่เมื่อเทียบกับอายุและน้ำหนักตัว ส่วนในช่วงบ่ายให้กินหญ้าขนสดอย่างเต็มที่ ปรากฏว่าแกะที่ได้รับอาหารข้นทั้ง 3 สูตร กินอาหารได้คิดเป็นปริมาณร้อยละ (รวมอาหารหยาบและข้น) ไม่แตกต่างกัน (3% นน.ตัว/วัน) มีการย่อยได้ของโภชนาในอาหาร และอัตราการผลิตน้ำนม (8.4, 8.2 และ 8.7) ตลอดจนอัตราการเจริญเติบโต (58.9, 63.6 และ 64.3 กรัม/วัน) ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าเมล็ดถั่วมะแฮะสามารถใช้เป็นแหล่งของโปรตีนและพลังงานทดแทนส่วนหนึ่งของกากถั่วเหลือง รำ และข้าวโพดในสูตรอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ หรือใช้ผสมกับเกล็ดและแร่ธาตุเสริมอาหารหยาบคุณภาพต่ำพวกฟางข้าวได้โดยตรง โดยไม่มีผลเสียต่อปริมาณอาหารที่กินได้ การย่อยได้ และสมรรถภาพการผลิต ในขณะที่การถ่ายสามารถให้เมล็ดถั่วมะแฮะได้ถึงระดับ 40% ของสูตรอาหาร หรือแทนที่กากถั่วเหลืองได้ในระดับ 43% โดยมีแนวโน้มว่า อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการผลิตน้ำนมจะลดลงเล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบว่า การหาการย่อยได้ในแกะโดยใช้วิธี AIA ได้ผลไม่ต่างจากริธีในแกะทั้งหมด.

คำนำ

การลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์เป็นหัวใจสำคัญของการผลิตสัตว์ทั้งในระดับอุตสาหกรรมและระดับเกษตรกรรายย่อย การนำวัตถุดิบชนิดใหม่ที่ยังไม่นิยมใช้เป็นอาหารกันแพร่หลายมาใช้เป็นอาหารสัตว์ ก็เป็นวิธีทางหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตสัตว์ให้ต่ำลงได้ ในกรณีของสัตว์เคี้ยวเอื้องการปรับปรุงอาหารหยาบคุณภาพต่ำโดยเสริมด้วยอาหารที่มีคุณภาพสูงกว่า เป็นทางหนึ่งที่จะช่วยให้การกิน และการย่อยได้ของอาหารหยาบนั้นดีขึ้น ทำให้สัตว์ได้รับโภชนาที่สูงขึ้น ช่วยให้สมรรถภาพในการผลิตสัตว์ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูกาลที่ขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดี.

ถั่วมะแฮะ (*Pigeon pea; Cajanus cajan*) เป็นพืชชนิดหนึ่งที่น่าจะมีความเหมาะสมในการแทนที่กากถั่วเหลืองในอาหารข้น และ/หรือเสริมอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพของอาหารนั้นให้ดีขึ้นได้ มันสามารถปลูกได้ทั้งในสภาพที่ราบและที่สูง สามารถปรับตัวได้ดีในเขตที่แล้ง ดินเลว ใบและเมล็ดมีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างสูง มีโปรตีนประมาณ 20% ของวัตถุดิบ สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ปีก (Tangtaweeewipat และ Elliott, 1989; ตั้งทวีพัฒน์ และชีวะอิสระกุล 2532; 2534) และสุกรได้ดีพอสมควร (Falvey and Visitpanich, 1980a, b; Visitpanich *et al.*, 1985).

ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง ได้มีรายงานถึงผลการปล่อยวัวเข้าไปแทะเล็มในทุ่งหญ้าที่มีต้นถั่วมะแฮะ (Akinola *et al.*, 1975) หรือผลของอัตราการปล่อยสัตว์ลงแทะเล็มที่มีต่อผลผลิตของต้นถั่ว และอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์ (Wijnberg และ Whiteman, 1985) ระยะการปลูกและ

การตัดที่มีผลต่อผลผลิตและคุณค่าทางอาหารของใบถั่วมะแฮ (หัตตะโกเทศ และคณะ, 2533) ตลอดจนการย่อยได้ของใบถั่วมะแฮในสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Park *et al.*, 1989, และชีวะอิสระกุล, 2534) และการนำใบถั่วมะแฮมาใช้เป็นอาหารหยาบและอาหารข้น (Brown *et al.*, 1988; หัตตะโกเทศ และศิริ, 2529; Parades *et al.*, 1986; สรวมศิริ และหัตตะโกเทศ, 2531).

ในกระต่าย Aduku *et al.* (1989) รายงานว่า ใบถั่วมะแฮมีความน่ากินสูงพอควร ใกล้เคียงกับใบมันสำปะหลัง ซึ่งสูงกว่าใบผักโขมและใบมะละกอ แต่ต่ำกว่าต้นข้าวโพด ใบถั่วฝัก (Cow pea) ใบถั่วฮามาต้า และใบกระถิน.

เมล็ดถั่วมะแฮมีคุณค่าทางอาหารและการย่อยได้สูงกว่าใบ โดยมีโภชนะต่างๆ คิดเป็นร้อยละของวัตถุดิบแห้ง (DM) คือ โปรตีน (CP) 20.0%, ไขมัน (EE) 2.3%, เถ้า (Ash) 4.4%, เยื่อใย (CF) 9.6%, คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (NFE) 63.7% (ชีวะอิสระกุล, 2534) และมีการย่อยได้ของโภชนะในกระต่ายและแกะดังนี้คือ วัตถุดิบแห้ง 75.4 และ 72.2%, อินทรีย์วัตถุ 76.9 และ 73.3%, โปรตีน 70.4 และ 65.1%, ไขมัน 76.8 และ 34.4%, เยื่อใย 50.9 และ 28.0% และ NFE 89.1 และ 84.2% (ปัญจทวี, 2527; และชีวะอิสระกุล 2534) แต่การนำเมล็ดถั่วมะแฮมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องและกระต่ายยังไม่พบรายงานในปัจจุบัน จึงเห็นควรทำการศึกษาถึง :

1. การใช้เมล็ดถั่วมะแฮทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารข้นหรือใช้ผสมแร่ธาตุเพื่อเป็นอาหารเสริมฟางข้าวสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยตรง.
2. หาระดับที่เหมาะสมของเมล็ดถั่วมะแฮที่สามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้นสำหรับกระต่ายขุน โดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิต.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 : การศึกษาในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากขาดแคลนวัวสำหรับใช้ทดลอง จึงใช้แกะเป็นสัตว์ทดลองแทน โดยได้แบ่งแกะรุ่นเพศเมีย จำนวน 12 ตัว และเพศผู้ จำนวน 6 ตัว รวม 18 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยประมาณ 13.5 ก.ก. ออกเป็น 3 กลุ่ม เลี้ยงแบบขังเดี่ยวในคอกยกพื้น ให้ทุกกลุ่มได้รับอาหารซึ่งประกอบด้วยฟางข้าวหั่นยาวประมาณ 3-4 นิ้ว ให้กินเต็มที่ (*ad libitum*) และให้หญ้าขนสดวันละ 500 กรัม (เริ่มให้ในสัปดาห์ที่ 7) เพื่อเป็นแหล่งวิตามินและแร่ธาตุ ส่วนอาหารข้นให้ได้รับตัวละ 250 กรัม โดยมีสูตรต่างกันดังนี้ : กลุ่มที่ 1 มีกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน, กลุ่มที่ 2 ใช้เมล็ดถั่วมะแฮทดแทนที่กากถั่วเหลือง 50%, กลุ่มที่ 3 ใช้เมล็ดถั่วมะแฮทดแทน (97%) ผสมเกลือและแร่ธาตุ 3%. อาหารข้นทุกสูตรมีโปรตีนใกล้เคียงกัน ส่วนประกอบของอาหารข้นแสดงไว้ในตารางที่ 1.

ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 8:30 และ 16:30 น. เก็บตัวอย่างอาหารหยาดทุกเดือน และอาหารชั้นทุกครั้งที่ผสม สะสมไว้เพื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเมื่อสิ้นสุดการทดลอง.

ชั่งน้ำหนักตัวแกะ 3 วันติดต่อกันเมื่อเริ่มต้น และสิ้นสุดการทดลอง และชั่งน้ำหนักตัวแกะทุกสัปดาห์ในระหว่างการทดลอง ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ คือ ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ ถึงมิถุนายน 2533 โดยทำการทดลองที่หน่วยสัตว์ทดลอง ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 16 ข้ายแกะทดลองทั้งหมดไปยังกรงหาการย่อยได้ (Metabolism cage) ทำการเก็บมูล ปัสสาวะ และบันทึกข้อมูล ตลอดจนวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่างอาหาร, มูล และปัสสาวะ เช่นเดียวกับที่ได้รายงานไว้โดยชีวะอิสระกุล (2534).

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ และหาความแตกต่างระหว่างพวก โดยวิธี Least significant difference (จันทลักษณ์, 2523).

Table 1. Composition of experimental concentrate rations.

Ingredients	Group 1	Group 2	Group 3
Ground corn	41.0	25.5	-
Rice bran	30.0	30.0	-
Soybean meal	17.0	8.5	-
Kapok seed meal	10.0	10.0	-
Ground pigeon pea seed	-	24.0	97.0
Salt	0.5	0.5	1.0
Limestone	0.5	0.5	1.0*
Mineral Premix	1.0	1.0	1.0
Total	100.0	100.0	100.0

* Use dicalcium phosphate instead of limestone due to the absence of rice bran, a phosphorus source.

นอกจากนี้ยังได้ทำการเก็บมูลเป็นเวลา 12:00 น. จำนวน 20 กรัมทุกวัน สะสมไว้ในตู้แช่แข็ง -20°C เพื่อเป็นตัวแทนของมูลทั้งหมด นำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุที่ไม่ละลายในกรด (AIA) โดยวิธีของ Van Keulen and Young (1977) เพื่อศึกษาถึงความแม่นยำในการใช้เป็น ตัวบ่งชี้ภายใน (Internal indicator) เปรียบเทียบกับการเก็บข้อมูลทั้งหมด.

การคำนวณหาการย่อยได้ของวัตถุดิบโดยวิธี AIA ใช้สูตร :

$$C_i = \frac{(C_1 \times I_1) + (C_2 \times I_2) + (C_3 \times I_3)}{I_1 + I_2 + I_3}$$

$$\text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ} (\% \text{ DMD}) = \frac{C_f - C_i}{C_f} \times 100$$

เมื่อ C_i คือ เปอร์เซ็นต์ AIA ในอาหารทั้งหมด C_1 , C_2 , และ C_3 คือ % AIA (DM basis) ในฟาง หญ้า และอาหารข้น ตามลำดับ C_f คือ เปอร์เซ็นต์ AIA ในมูล.

และคำนวณหาความแม่นยำของวิธีใช้ถ้าไม่ละลายในการเทียบกับวิธีเก็บมูลทั้งหมด โดยใช้สูตร :

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\% \text{ การย่อยได้ของวัตถุดิบโดยวิธี AIA}}{\% \text{ การย่อยได้ของวัตถุดิบโดยวิธีเก็บมูลทั้งหมด}} \times 100$$

Table 2. Composition of concentrate rations for rabbits containing different levels of pigeon pea seed.

In ration	Level of pigeon pea seed (%)				
	0	10	20	30	40
Substitute soybean meal	0	11	21	32	43
Soybean meal	23.7	21.13	18.62	16.12	13.62
Pigeon pea seed	0	10	20	30	40
Yellow corn	48.3	40.87	33.38	25.88	18.38
Rice bran	25	25	25	25	25
Vitamins-Minerals	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Oyster shell	1	1	1	1	1
Dicalcium phosphate	1	1	1	1	1
Vegetable oil	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Calculated chemical composition (% Air dry basis)					
Crude protein	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
ME (kcal/kg)	2750	2700	2570	2470	2370
Crude fibre	6.44	6.71	6.99	7.27	7.54
Ether extract	5.18	5.01	4.84	4.68	4.51

การทดลองที่ 2 : การศึกษาในกระต่าย ใช้กระต่ายลูกผสมพันธุ์จากเซด (Zika-Z) กับ นิวซีแลนด์ขาว (New Zealand White) หลังหย่านม อายุประมาณ 8 สัปดาห์ จำนวน 30 ตัว เป็นเพศผู้และเมียอย่างละครึ่ง แบ่งโดยสุ่มเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ตัว เลี้ยงในกรงขังเดี่ยว ขนาด 2 x 3 ตารางฟุต ให้ได้รับอาหารขี้ที่มีโปรตีน 18% เท่ากันทุกกลุ่ม โดยมีส่วนผสมของ เมล็ดถั่วและแฉะซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีตามที่ได้รายงานไว้โดย Tangtawceewipat and Elliott (1989) ผสมที่ระดับ 0, 10, 20, 30 หรือ 40% ของสูตรอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 2 ให้อาหาร วันละ 2 เวลา โดยช่วงเช้าให้อาหารขี้คิดเป็นปริมาณ 90% ของที่กระต่ายกินได้อย่างเต็มที่เมื่อเทียบกับอายุและน้ำหนักตัว (แสดงปริมาณไว้ในตารางที่ 3.) สำหรับช่วงบ่ายให้กินหญ้าสดอย่างเต็มที่ สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าสดและอาหารขี้สัปดาห์ละครั้ง อบแห้ง และสะสมไว้ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโภชนาการอย่างหยาบเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองตามวิธีการของ AOAC (1980) บันทึกน้ำหนักตัวเพิ่มของกระต่ายทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 10 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) และหาลำดับความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยวิธี Duncan's new multiple range test (จันทลักขณา, 2523).

งานทดลองกระทำที่ฟาร์มกระต่าย และห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ของภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2532 - มีนาคม 2533.

Table 3. Amount of feed consumed by rabbits at different age and weight.

Age (weeks)	Liveweight (g)	<i>ad libitum</i> (g/day)	90% of <i>ad libitum</i> (g/day)
6	700-900	60	54.0
7	900-1100	65	58.5
8	1100-1300	70	63.0
9	1300-1700	75	67.5
10	1500-1700	80	72.0
11	1700-1900	85	76.5
12	1900-2100	90	81.0
13	2100-2300	95	85.5
14	2300-2500	100	90.0

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

องค์ประกอบทางเคมี องค์ประกอบทางเคมีของ ฟาง หญ้าสด อาหารข้นสูตร 1 (ใช้กากถั่วเหลืองและกากนุ่นเป็นแหล่งโปรตีน) อาหารข้นสูตร 2 (ใช้เมล็ดถั่วหมักทดแทนที่กากถั่วเหลือง 50% หรือเท่ากับปริมาณเมล็ดถั่วหมัก 24% ในสูตรอาหาร) และอาหารข้นสูตร 3 (ใช้ถั่วหมักล้วนผสมเกลือแร่) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าอาหารข้นทุกสูตรมีโปรตีนและอินทรีย์วัตถุใกล้เคียงกัน คือประมาณ 20 และ 93% ของวัตถุแห้งตามลำดับ แต่มีปริมาณไขมัน เยื่อใย และองค์ประกอบของผนังเซลล์ต่างกันมาก โดยสูตร 3 จะมีไขมันต่ำเพียง 2.5% เทียบกับ 10.5 และ 9.5% ในสูตร 1 และ 2 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดถั่วหมักมีไขมันต่ำเพียง 2.3% (ชีวะอิสระกุล, 2535) ขณะที่รำ และข้าวโพด ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในอาหารสูตร 1 และ 2 มีไขมัน 15.1% และ 4.2% ตามลำดับ (NRC, 1984) ปริมาณเยื่อใย ผนังเซลล์ (NDF) และลิกโนเซลลูโลส (ADF) เพิ่มขึ้นตามระดับเมล็ดถั่วหมักในสูตรอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดถั่วหมักมีองค์ประกอบดังกล่าวสูง หญ้าสดที่ใช้มีวัตถุแห้ง 18.8% โปรตีน 12.1% และองค์ประกอบของผนังเซลล์ 72.7% ซึ่งใกล้เคียงกับที่รายงานโดย Cheva-Isarakul (1989) ขณะที่ฟางมีองค์ประกอบดังกล่าว 96.4, 4.5 และ 74.9% ตามลำดับ.

สมรรถภาพในการผลิต จากการทดลองให้แกะรุ่นได้รับฟางอย่างเต็มที่ และหญ้าสด 500 กรัม/ตัว/วัน โดยเริ่มให้ในสัปดาห์ที่ 7 แล้วเสริมด้วยอาหารข้นที่มีกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน (กลุ่ม 1) หรือมีเมล็ดถั่วหมักทดแทนกากถั่วเหลือง 50% (กลุ่ม 2) หรือใช้เมล็ดถั่วหมักล้วนเสริมด้วยเกลือและแร่ธาตุ (กลุ่ม 3) โดยอาหารข้นทุกสูตรมีโปรตีนใกล้เคียงกันประมาณ 20% เลี้ยงในคอกขังเดี่ยวเป็นเวลา 16 สัปดาห์ ได้ผลดังนี้ :

ปริมาณอาหารที่กินได้ แกะทุกกลุ่มกินอาหารข้นคิดเป็นวัตถุแห้งประมาณ 1.2% ของน้ำหนักตัว กินหญ้าประมาณ 0.3% น้ำหนักตัว และกินฟางประมาณ 1.5% น้ำหนักตัว รวมปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ คิดเป็นวัตถุแห้งประมาณ 3% น้ำหนักตัว หรือ 62 กรัม/กก. น้ำหนักตัว^{0.75} (ตารางที่ 4.) ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณวัตถุแห้งที่แกะกินได้ เมื่อได้รับฟางเสริมใบกระถินแห้ง 0.5% ของน้ำหนักตัว (ชีวะอิสระกุล, 2531) และสูงกว่าเมื่อแกะกินฟางแต่เพียงอย่างเดียว Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1985) แกะกลุ่มที่ได้รับเมล็ดถั่วหมัก (กลุ่ม 2 และกลุ่ม 3) มีแนวโน้มในการกินฟางเพิ่มขึ้น แม้ว่าความแตกต่างนี้จะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม.

Table 4. Chemical composition (% DM basis) of concentrate mixture, rice straw and para grass.

	Conc.1	Conc.2	Conc.3	Rice straw	Para grass
Dry matter	88.9	88.7	89.4	96.4	18.8
Organic matter	92.4	92.9	93.7	80.5	87.1
Crude protein	20.6	19.1	19.7	4.5	12.1
Ether extract	10.5	9.5	2.5	2.5	3.1
Crude fiber	7.5	11.3	9.8	35.2	31.6
NFE	53.7	53.1	61.7	38.4	40.4
Ash	7.6	7.1	6.3	19.5	12.9
NDF	21.4	27.6	34.6	74.9	72.7
ADF	11.3	14.7	17.1	54.1	43.0

Conc. 1 = used soybean meal (SBM) as a main protein source

Conc. 2 = substituted 50% of SBM with pigeon pea seeds (PPS) ; the level of PPS in the ration was 24%

Conc. 3 = 97% of PPS + 3% mineral mixtures.

อัตราการเพิ่มน้ำหนักของแกะ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 16 สัปดาห์ (112 วัน) ในการทดลองนี้เฉลี่ยประมาณ 62 กรัม/วัน ซึ่งนับว่าสูงกว่าการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดปีของแกะที่เลี้ยงแบบพื้นบ้าน ซึ่ง Cheva-Isarakul (1988a) ได้รายงานไว้ (54 กรัม/วัน) เล็กน้อย และสูงกว่าการเจริญเติบโตของแกะรุ่นน้ำหนักเริ่มต้น 26.5 กก. ที่ได้รับฟางเสริมด้วยใบกระถินแห้งใน ระดับ 0.5, 1.0 และ 1.5% ของน้ำหนักตัวที่เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ซึ่งชีวะอิสระกุล (2531) ได้รายงานไว้ว่ามีการเจริญเติบโตต่อวัน 24.5, 39.5 และ 54.5 กรัม ตามลำดับ.

ค่าการเจริญเติบโตของแกะในการทดลองนี้ ใกล้เคียงกับแกะน้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 20 กก. ที่เลี้ยงด้วยฟางหมักหรือฟางสดด้วยยูเรีย-กากน้ำตาล และเสริมด้วยใบกระถินสดวันละ 1 กก. เป็นเวลา 10 สัปดาห์มาก แสดงว่าการให้แกะได้รับฟางเสริมด้วยอาหารชั้นที่ผสมกาก ถั่วเหลืองและ/หรือเมล็ดถั่วมะแฮะบด หรือใช้เมล็ดถั่วมะแฮะบดผสมแร่ธาตุเสริมฟางโดยตรงใน อัตรา 1% ของน้ำหนักตัว สามารถทำให้สัตว์เติบโตได้ในระดับเดียวกับการใช้ฟางที่ปรับปรุง คุณภาพแล้วเสริมด้วยใบกระถินสด ซึ่งดีกว่าการเลี้ยงพื้นบ้านโดยทั่วไป หรือดีกว่าการใช้ฟาง ธรรมชาติเสริมด้วยใบกระถินแห้งเล็กน้อย.

Djanegara and Ranguti (1989) ได้รวบรวมข้อมูลจากการทดลองอาหาร และพบว่าการเลี้ยงแกะด้วยหญ้าในเขตร้อนเพียงอย่างเดียว หรือคิดเป็นปริมาณวัตถุดิบที่ย่อยได้ (Digestible dry matter) ที่แกะได้รับ 200-250 กรัม/วัน จะเพียงพอแก่เพื่อการดำรงชีพเท่านั้น การจะ

ให้แกะมีการเจริญเติบโต หรือให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น จำเป็นต้องให้ได้รับอาหารเสริมด้วย แกะน้ำหนักตัว 12-21 กก. ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เป็นอาหารหยาบ และเสริมด้วยใบพืชที่มีโปรตีนสูง เช่น กระถิน แคลฟรัง แคไทย หรือใบมันสำปะหลัง เป็นต้น สามารถเติบโตได้วันละ 35-100 กรัม ในขณะที่กลุ่มไม่ได้เสริมเติบโตวันละประมาณ 20-35 กรัม ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับการทดลองนี้ คือ ปริมาณวัตถุดิบที่ย่อยได้ที่แกะทั้ง 3 กลุ่ม ได้รับมีปริมาณสูงกว่า 250 กรัม คือ = 295.3, 313.5 และ 349.4 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 6.).

อัตราแลกน้ำหนักของแกะทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5.) คือ เท่ากับ 8.4, 8.2 และ 8.7 กก.วัตถุดิบแห้ง/กก.น้ำหนักตัว สำหรับแกะกลุ่ม 1 กลุ่ม 2 และกลุ่ม 3 ตามลำดับซึ่งใกล้เคียงกับแกะที่เลี้ยงด้วยฟางหมักยูเรียเสริมใบกระถินสด (Cheva-Isarakul, 1988b) แต่ดีกว่าพวกที่ได้รับฟางธรรดาเสริมใบกระถินแห้งในอัตรา 0.5-1.5% น้ำหนักตัวมาก (FCR = 32.4-17.9) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอาหารชั้นในงานทดลองนี้มีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าในการทดลองดังกล่าวมาก ดังจะเห็นได้จากสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ในงานทดลองทั้ง 2 (การย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง = 61.3-64.0% เทียบกับ 49.2-48.0%) และเปอร์เซ็นต์โปรตีนของอาหารที่ได้รับทั้งสูตรรวมอาหารหยาบและอาหารชั้น (ตารางที่ 5.) ซึ่งในการทดลองนี้พบว่า ปริมาณโปรตีนที่แกะได้รับคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบแห้งที่กินทั้งหมดประมาณ 12% เทียบกับ 7.2-11.7% ในการทดลองเสริมฟางด้วยใบกระถินแห้ง (ชีวะอิสระกุล, 2531) ซึ่งระดับดังกล่าวสูงกว่าที่ Milford and Minson (1968; อ้างอิงโดย Devendra, 1989) ได้รายงานไว้ คือ ถ้าแกะได้รับโปรตีนต่ำกว่า 7% จะทำให้การกินอาหารได้ลดลง.

จากการที่เมล็ดถั่วมะแะบดสามารถใช้ทดแทนส่วนหนึ่งของกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารชั้น สำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง หรือใช้ผสมกับเกล็ดและแร่ธาตุแล้วเสริมอาหารหยาบให้แกะกินโดยตรงในอัตรา 1% ของน้ำหนักตัว โดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตนี้ สามารถเสนอแนะให้เป็นทางเลือกอันหนึ่งของเกษตรกรในการใช้ปรับปรุงคุณภาพของอาหารหยาบในฤดูแล้ง โดยถ้าเกษตรกรสามารถปลูกถั่วมะแะมาใช้เสริมอาหารหยาบคุณภาพต่ำได้ ก็จะทำให้สัตว์เคี้ยวเอื้องไม่ต้องสูญเสียน้ำหนักตัวในฤดูแล้ง อันเกิดมาจากการได้รับโภชนาไม่เพียงพอ อาหารมีการย่อยได้ดี และมีความน่ากินน้อยได้.

Table 5. Weight change, dry matter intake and feed conversion ratio of sheep fed 3 different concentrate rations.

	Group 1 ¹	Group 2 ¹	Group 3 ¹
Initial weight (kg)	13.5 ^a ±2.1	13.5 ^a ±1.4	13.4 ^a ±1.3
Final weight (kg)	20.1 ^a ±2.3	20.6 ^a ±2.3	20.6 ^a ±2.7
Live weight gain (kg) (112 days)	6.6 ^a ±1.2	7.1 ^a ±1.3	7.2 ^a ±1.5
Average daily gain (g)			
- Week 0-6, 42 days	51.6±13.9	73.8±16.7	69.0±19.0
- Week 7-16, 70 days	63.10±11.2	57.1±8.6	62.8±12.9
- Week 0-16, 112 days	58.9±10.7	63.4±11.6	64.3±13.4
Total dry matter intake (DMI)			
- g/head/day	482.7 ^a ±39.8	508.8 ^a ±43.3	547.1 ^a ±39.8
- % BW	2.9±0.3	3.0±0.1	3.2±0.3
- g/kgW ^{0.75}	58.4±4.2	60.8±2.3	65.6±3.7
Dry matter intake (g/head/day)			
- from rice straw	201.8±39.8	228.1±43.3	264.8±39.8
- from grass	58.8±0	58.8±0	58.8±0
- from concentrate	222.2±0	221.9±0	223.5±0
Feed conversion ratio	8.4 ^a ±1.1	8.2 ^a ±1.1	8.7 ^a ±1.1
(kg DM feed/kg weight gain)			
Crude protein (% of DMI)	12.8	11.7	11.5

¹ Fed with concentrate ration 1, 2, 3, respectively (see table 1)

การศึกษาการย่อยได้ของโภชนาโดยวิธีใช้หญ้าไม่ละลายในกรด

การย่อยได้ของวัตถุดิบแห้งที่คำนวณโดยอาศัยหญ้าที่ไม่ละลายในกรด (AIA) เป็นตัวบ่งชี้ภายในเทียบกับค่าที่คำนวณได้โดยวิธีเก็บมูลทั้งหมด แสดงไว้ในตารางที่ 6. พบว่าค่าที่ได้จากวิธี AIA มีค่าต่ำกว่าที่ได้จากวิธีเก็บมูลทั้งหมดเพียงเล็กน้อย คือ 60.3, 59.9 และ 61.9 เทียบกับ 61.3, 61.8 และ 64.0% สำหรับแกะกลุ่ม 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็น 98.4, 96.0 และ 96.7% ของวิธีปกติ แสดงว่าการใช้ AIA ในการทดลองหาการย่อยได้ครั้งนี้มีความแม่นยำสูง สอดคล้องกับรายงานการเสริมฟางข้าวด้วยใบกะเทินแห้ง 3 ระดับ (ชีวะอิสระกุล, 2531) ที่พบว่ามีความแม่นยำ 96.6, 102.8 และ 103% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับรายงานของ Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1985) ด้วย.

สัมประสิทธิภาพย่อยได้ ของโภชนะในอาหารที่กินทั้งสูตร (รวมอาหารหยาบและอาหารข้น) ของแกะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น ซึ่งใช้เมล็ดถั่วพุ่มแทนที่กากถั่วเหลือง (กลุ่ม 2) หรือใช้เมล็ดถั่วพุ่มเป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานเพียงอย่างเดียวในอาหารข้น (กลุ่ม 3) มีแนวโน้มดีกว่ากลุ่มที่ได้รับกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารข้น (กลุ่ม 1) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของเยื่อใย และผนังเซลล์ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มควบคุม (กลุ่ม 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.).

Table 6. Nutrient intake and digestible nutrient consumed by sheep fed rice straw, and para grass supplemented with 3 different concentrate rations and digestibility of dry matter calculated from AIA method compared to that of conventional method.

		DM	OM	CP	EE	CF	NFE	NDF	ADF
Total nutrient intake (g/head/day)									
Group ¹	I	482.8 ^a	418.8 ^a	62.0 ^{ab}	30.1 ^a	106.4 ^b	220.5 ^b	241.4 ^b	159.6 ^b
	II	508.8 ^a	440.8 ^a	59.7 ^b	28.4 ^a	123.8 ^{ab}	229.0 ^b	275.0 ^{ab}	173.8 ^{ab}
	III	547.1 ^a	473.7 ^a	62.9 ^a	13.8 ^b	133.7 ^a	263.3 ^a	318.6 ^a	206.7 ^a
Digestibility coefficient of nutrient (%)									
Group	I	61.3 ^a	65.7 ^a	82.7 ^a	78.4 ^a	51.3 ^b	65.7 ^a	48.5 ^c	41.5 ^a
	II	61.8 ^a	66.1 ^a	81.6 ^a	76.1 ^a	58.9 ^a	64.1 ^a	52.6 ^b	42.5 ^a
	III	64.0 ^a	68.0 ^a	84.4 ^a	68.2 ^b	61.5 ^a	67.1 ^a	57.9 ^a	45.2 ^a
Digestible nutrient consumption (g/head/day)									
Group	I	295.3 ^b	274.5 ^b	51.3 ^a	23.6 ^a	54.5 ^b	144.5 ^b	116.3 ^c	66.2 ^b
	II	313.5 ^b	290.6 ^b	48.7 ^b	21.6 ^b	73.1 ^a	146.3 ^b	144.6 ^b	73.8 ^b
	III	349.4 ^a	321.4 ^a	53.0 ^a	9.5 ^c	82.1 ^a	176.3 ^a	183.8 ^a	93.0 ^a
		Group I			Group II		Group III		Average
DM digestibility (AIA method)		60.3±3.2			59.9±4.1		61.9±2.8		60.7
% Recovery		98.4			96.0		96.7		97.0

^{a-c} Mean within column with different superscripts are significantly different (P<0.05)

¹ Fed with concentrate ration 1,2,3 respectively (see table 1)

การย่อยได้ของโภชนะส่วนใหญ่ที่ดีขึ้นในแกะกลุ่ม 2 และ 3 สอดคล้องกับปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ ที่มีแนวโน้มว่าเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับรายงานของ Blaxter (1962) ที่กล่าวว่ายิ่งอาหารมีการย่อยได้ดีขึ้น สัตว์เคี้ยวเอื้องยิ่งกินอาหารได้มากขึ้น ในทางตรงกันข้าม ไขมันในกลุ่มที่ได้รับถั่วพุ่มเป็นอาหารข้น (กลุ่ม 3) มีการย่อยได้น้อยกว่าอีก 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมล็ดถั่วพุ่มมีไขมันต่ำ.

ปริมาณโภชนาที่กิน และปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ ที่ได้รับแสดงไว้ในตารางที่ 6 แกะทุกกลุ่มได้รับวัตถุดิบ และอินทรีย์วัตถุทั้งหมด (รวมอาหารหยาบ และอาหารข้น) ในปริมาณไม่ต่างกัน แต่เนื่องจากสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของกลุ่มที่ 3 มีแนวโน้มดีกว่า 2 กลุ่มแรกเล็กน้อย จึงทำให้ปริมาณวัตถุดิบ และอินทรีย์วัตถุย่อยได้ที่แกะกลุ่ม 3 ได้รับสูงกว่า 2 กลุ่มแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

ปริมาณโปรตีนที่กินของแกะกลุ่ม 2 ต่ำกว่ากลุ่ม 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากแกะกลุ่ม 3 กินฟางได้มากกว่า อีกทั้งอาหารข้นสูตรที่ 3 ก็มีโปรตีนสูงกว่าสูตรที่ 2 เล็กน้อย (ตารางที่ 4.) จึงทำให้แกะกลุ่มที่ 3 ได้รับโปรตีนสูงกว่า การย่อยได้ของโปรตีนในแกะทั้ง 3 กลุ่มไม่ต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่ากลุ่ม 2 มีการย่อยได้ต่ำกว่าเล็กน้อย จึงเป็นเหตุให้แกะกลุ่ม 2 ได้รับโปรตีนย่อยได้ต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ.

ปริมาณไขมันที่กิน การย่อยได้ของไขมัน และปริมาณไขมันย่อยได้ที่แกะกลุ่ม 3 ได้รับต่ำกว่ากลุ่ม 2 และกลุ่ม 1 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณไขมันของเมล็ดถั่วมะพร้าวที่ต่ำกว่าข้าวโพด และรำตงได้กล่าวมาแล้ว.

ในทางตรงกันข้ามแกะกลุ่ม 3 ได้รับ CF, NFE, NDF และ ADF สูงกว่า เนื่องจากแกะกลุ่มนี้กินฟางได้มากกว่ากลุ่มอื่น อีกทั้งถั่วมะพร้าวซึ่งเป็นส่วนผสมหลักของอาหารข้นสูตร 3 มีปริมาณโภชนาดังกล่าวมากกว่าข้าวโพด ถั่วเหลือง และรำซึ่งเป็นส่วนผสมหลักในอาหารข้นสูตร 1 และ 2 ประกอบกับปริมาณ CF และ NDF ในเมล็ดถั่วมะพร้าวอาจมีองค์ประกอบที่ย่อยได้ง่าย (มีลิกนินต่ำ) จึงทำให้การย่อยได้ของโภชนาดังกล่าวในอาหารสูตร 3 ดีกว่าสูตร 2 และ 1 ตามลำดับ เป็นผลให้แกะกลุ่ม 3 ได้รับโภชนาที่ย่อยได้สูงกว่ากลุ่ม 2 และ 1.

น้ำหนักเพิ่มและอัตราแลกน้ำหนัก จากการที่แกะกลุ่ม 3 ได้รับโภชนาทุกตัวสูงกว่า มีการย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ดีกว่า และได้รับโภชนาที่ย่อยได้ทุกตัวมากกว่าแกะอีก 2 กลุ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่ม 1 ทั้งนี้ยกเว้นไขมัน จึงเป็นผลให้แกะกลุ่ม 3 มีแนวโน้มในการเพิ่มน้ำหนักตัวได้สูงกว่าแกะกลุ่ม 1 แม้ว่าความแตกต่างนี้จะไม่มีความสำคัญก็ตาม (ตารางที่ 5.).

Table 7. Chemical composition (% DM basis) of concentrates and para grass.

	Level of pigeon pea seed in diet (%)					para grass
	0	10	20	30	40	
Dry matter	93.22	94.35	94.00	93.54	94.44	18.57
Crude protein	24.16	23.37	24.20	23.86	23.56	17.40
Ether extract	6.92	6.94	6.76	6.44	7.50	5.19
Crude fibre	5.92	6.62	6.54	7.56	8.08	27.56
Ash	6.61	6.84	6.24	7.18	7.07	14.14
Organic matter	93.39	93.16	93.76	92.82	92.93	85.86

การศึกษาในกระต่าย

จากผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของอาหารข้นสำหรับกระต่ายขุน ซึ่งมีเมล็ดถั่วมะแฮะเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารระดับ 0, 10, 20, 30 หรือ 40% ผลแสดงในตารางที่ 7 ปรากฏว่าอาหารทั้ง 5 สูตร มีโปรตีนสูงมาก (23-24%) โดยสูงกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณ (ตารางที่ 2.) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกากถั่วเหลืองและรำละเอียดมีคุณภาพดีกว่าค่าที่ใช้สำหรับคำนวณ อย่างไรก็ตามพบว่า อาหารทั้ง 5 สูตร มีโภชนะใกล้เคียงกัน ยกเว้นเยื่อใยที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มระดับเมล็ดถั่วมะแฮะในอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดถั่วมะแฮะมีเยื่อใยสูง นอกจากนี้หญ้าขนสดก็มีคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะโปรตีนสูงกว่าหญ้าขนทั่วไป เช่น ที่ Cheva-Isarakul (1988b, 1989) รายงานว่า หญ้าขนมีโปรตีนคิดเป็นร้อยละของวัตถุดิบแห้ง 14.8 และ 11.8% ตามลำดับ และ Gohl (1981) ซึ่งพบว่าหญ้าขนมีปริมาณโปรตีนผันแปรระหว่าง 4.5-15.4% ของวัตถุดิบแห้ง ทั้งนี้แล้วแต่ความแก่อ่อนของหญ้าและสภาพการเพาะปลูกด้วย การที่หญ้าขนในงานทดลองนี้มีโปรตีนสูง อาจเนื่องมาจากเป็นหญ้าที่ปลูกใช้เองแถวบริเวณข้างคอกเลี้ยงสัตว์ทดลองของภาควิชาสัตวบาล ซึ่งในบริเวณดังกล่าวมีการใส่ปุ๋ยจำพวกมูลสัตว์ตลอดเวลา ประกอบกับในระหว่างการปลูกมีการดูแลอย่างดี หญ้าขนจึงมีความอุดมสมบูรณ์กว่าปกติ.

จากการที่ให้กระต่ายได้รับอาหารข้นในช่วงเช้าคิดเป็นปริมาณ 90% ของปริมาณที่กินได้เต็มที่ตามขนาดน้ำหนักตัว (ตารางที่ 3.) แล้วช่วงบ่ายให้กระต่ายได้กินหญ้าขนสดอย่างเต็มที่ตลอดระยะเวลาทดลอง 10 สัปดาห์ ปรากฏว่า ปริมาณอาหารที่กระต่ายทุกกลุ่มกินได้ทั้งหมดตลอดการทดลองคิดเป็นปริมาณวัตถุดิบแห้งไม่ต่างกัน ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากวิธีการให้อาหารที่คำนวณให้ในปริมาณ 90% ของปริมาณที่คาดว่าจะกินได้เต็มที่ตามขนาดของน้ำหนักตัว และเนื่องจากกระต่ายในทุกกลุ่มการทดลองมีการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกัน (ผลแสดงในตารางที่ 8.)

กระต่ายจึงได้รับอาหารชั้นในแต่ละวันปริมาณใกล้เคียงกัน ส่วนกรณีที่อาหารชั้นมีเยื่อใยเพิ่มขึ้นตามปริมาณเมล็ดถั่วมะแฮะที่ผสม พบว่าไม่มีผลต่อการกินอาหารของกระต่าย อาจเป็นเพราะกระต่ายกินอาหารตามระดับพลังงาน โดยอาหารที่มีพลังงานสูงกระต่ายจะกินอาหารได้น้อย แต่ถ้าอาหารมีพลังงานต่ำจะกินได้มาก อย่างไรก็ตามพบว่ากระต่ายชอบกินอาหารที่มีพลังงานต่ำมากกว่าอาหารที่มีระดับพลังงานสูง ดังเห็นได้จากกระต่ายกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมถั่วมะแฮะ 30 และ 40% มีแนวโน้มกินอาหารชั้นได้มากกว่า ในขณะที่กินหญ้าขนได้น้อยกว่ากลุ่มอื่น ซึ่ง Cheeke and Patton (1980) รายงานว่า อาหารที่มีพลังงานสูงเมื่อไปอยู่ในทางเดินอาหารส่วนท้าย (Hind gut) ของกระต่าย จะเป็นแหล่งอาหารสำหรับจุลินทรีย์พวกที่เป็นโหนดร่งกาย ทำให้จุลินทรีย์เหล่านี้แพร่พันธุ์และผลิตสารพิษเพิ่มมากขึ้น ทำให้กระต่ายมีการเจริญเติบโตลดลง นอกจากนี้ยังอาจทำให้เกิดท้องร่วงและอาจเสียชีวิตได้.

ปริมาณโปรตีนที่กระต่ายได้รับมีปริมาณใกล้เคียงกัน (20-22 กรัม) แต่เนื่องจากเมล็ดถั่วมะแฮะมีสารยับยั้งการนำโปรตีนไปใช้ประโยชน์ชนิดสารยับยั้งทริปซิน (Visitpanich *et al.*, 1985) และสารยับยั้งโคโมทริปซิน (Jumbunathan and Singh, 1981) จึงอาจเป็นเหตุให้การเจริญเติบโตของกระต่ายในกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นที่มีเมล็ดถั่วมะแฮะผสมอยู่ มีแนวโน้มให้น้ำหนักตัวเพิ่มต่ำกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ (14.5-16.4 เปรียบเทียบกับ 17.8 กรัมต่อตัวต่อวัน) แต่ไม่พบนัยสำคัญ (ตารางที่ 8.) ซึ่งมีส่วนสอดคล้องกับรายงานของ Cheeke *et al.*, (1982) ที่รายงานว่ากระต่ายเมื่อได้รับถั่วเหลืองดิบที่มีสารยับยั้งการนำโปรตีนไปใช้ประโยชน์ มีการย่อยได้ของโปรตีนลดลง ตัวอ่อนขยายขนาดเพิ่มขึ้น และยังมีอาการเจริญเติบโตลดลง.

สำหรับผลด้านประสิทธิภาพการใช้อาหารปรากฏว่า ในกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นที่มีเมล็ดถั่วมะแฮะผสมอยู่ 40% มีแนวโน้มว่า มีอัตราแลกน้ำหนักทั้งในด้านปริมาณอาหารที่ใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัวหรือปริมาณโปรตีนที่ใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ที่ได้รับเมล็ดถั่วมะแฮะระดับต่ำ ทั้งนี้อาจมีผลมาจากสารยับยั้งการนำโปรตีนไปใช้ประโยชน์ที่มีในเมล็ดถั่วมะแฮะดังได้กล่าวมาแล้ว (ตารางที่ 8).

Table 8. Nutrient intake, weight change and feed conversion ratio of rabbits fed diets containing various levels of pigeon pea seeds (PPS) during 10 weeks¹.

	Level of PPS in concentrate ration (%)					$\bar{X} \pm SD$
	0	10	20	30	40	
DM intake (g/head/day)	103.66 $\pm$ 15.22	98.01 $\pm$ 14.43	93.50 $\pm$ 10.92	101.85 $\pm$ 9.07	102.81 $\pm$ 9.30	100.10 $\pm$ 11.88
Concentrate	62.71 $\pm$ 12.59	57.84 $\pm$ 16.76	53.62 $\pm$ 9.05	63.05 $\pm$ 7.43	64.57 $\pm$ 7.74	60.45 $\pm$ 11.34
Para grass	40.95 $\pm$ 3.46	40.17 $\pm$ 4.87	39.88 $\pm$ 2.44	38.80 $\pm$ 2.31	38.24 $\pm$ 2.13	39.65 $\pm$ 3.18
CP intake (g/head/day)	22.28	20.51	19.92	21.79	21.87	21.27 $\pm$ 1.01
OM intake (g/head/day)	247.9 $\pm$ 25.66	239.6 $\pm$ 18.31	234.7 $\pm$ 18.30	237.9 $\pm$ 15.97	236.8 $\pm$ 15.60	239.6 $\pm$ 18.40
Initial BW (g/head)	995.0 $\pm$ 300.4	988.3 $\pm$ 195.7	850.0 $\pm$ 144.0	985.0 $\pm$ 331.0	1120 $\pm$ 210.6	987.9 $\pm$ 246.0
Final BW (g/head)	2242 $\pm$ 533.3	2100 $\pm$ 432.4	1950 $\pm$ 447.2	2133 $\pm$ 422.7	2140 $\pm$ 216.2	2118 $\pm$ 407.2
BW gain g/head	1247 $\pm$ 389.6	1112 $\pm$ 352.8	1100 $\pm$ 557.4	1148 $\pm$ 346.3	1020 $\pm$ 260	1130 $\pm$ 367.4
g/head/day	17.81 $\pm$ 5.57	15.88 $\pm$ 5.04	15.71 $\pm$ 7.96	16.40 $\pm$ 4.95	14.57 $\pm$ 3.71	16.14 $\pm$ 5.25
Feed conversion ratio						
Feed/LW gain	5.82	6.17	5.95	6.21	7.06	6.24 $\pm$ 0.48
CP/LW gain	1.25	1.29	1.27	1.33	1.50	1.33 $\pm$ 0.10

¹ No Significant differences.

สรุปผลการทดลอง

การใช้เมล็ดถั่วมะแฮะเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

การใช้เมล็ดถั่วมะแฮะทดแทนที่ครึ่งหนึ่งของกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร (เทียบเท่ากับปริมาณเมล็ดถั่วมะแฮะในสูตรอาหาร 24%) หรือใช้เมล็ดถั่วมะแฮะเป็นส่วนประกอบหลักของอาหารข้น (97% ของสูตรอาหาร) ทำให้อาหารมีองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ใกล้เคียงกับสูตรอาหารข้นปกติที่มีข้าวโพด รำ และกากถั่วเหลืองเป็นหลัก โดยมีโปรตีนประมาณ 20% ของวัตถุดิบแห้ง แต่มีปริมาณไขมันลดลง และมีผนังเซลล์ (NDF, ADF) เพิ่มขึ้นตามปริมาณเมล็ดถั่วมะแฮะในสูตรอาหาร.

แกะที่ได้รับฟางธรรมชาติเสริมด้วยหญ้าสดวันละ 500 กรัม และได้รับอาหารข้นปกติที่มีกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน (กลุ่ม 1) หรือที่มีเมล็ดถั่วมะแฮแทนที่ 50% ของกากถั่วเหลือง (กลุ่ม 2) หรือที่มีเมล็ดถั่วมะแฮล้วน (กลุ่ม 3) กินอาหารคิดเป็นวัตถุดิบแห้งได้ ประมาณ 3% น้ำหนักตัว* หรือ 62 กรัม/กก. น้ำหนักตัว^{0.75} โดยกินอาหารข้น 1.2% น้ำหนักตัว หญ้า 0.3% น้ำหนักตัว และฟาง 1.5% น้ำหนักตัว แกะกลุ่ม 2 และ 3 มีแนวโน้มว่ากินอาหารคิดเป็นปริมาณวัตถุดิบแห้ง และอินทรีย์วัตถุได้สูงกว่ากลุ่ม 1 เล็กน้อย ในขณะที่แกะกลุ่ม 2 ได้รับโปรตีนต่ำกว่ากลุ่ม 3 อย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณเฉลี่ย การโยเยตรงที่ข่อยได้ง่าย และองค์ประกอบของผนังเซลล์ที่แกะกลุ่ม 3 ได้รับสูงกว่าแกะกลุ่ม 1 อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ไขมันเป็นไปในทางตรงกันข้าม.

การย่อยได้ของโภชนะส่วนใหญ่ในแกะกลุ่ม 3 มีแนวโน้มว่าดีกว่ากลุ่ม 2 และ 1 ตามลำดับ ยกเว้นไขมันเป็นผลให้แกะกลุ่ม 3 ได้รับโภชนะย่อยได้ดีกว่ากลุ่ม 1 อย่างมีนัยสำคัญ.

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของแกะทั้ง 3 กลุ่ม ตลอดการทดลอง 16 สัปดาห์ เท่ากับ 58.9, 63.4 และ 64.3 กรัม โดยมีอัตราแลกน้ำหนัก 8.4, 8.2 และ 8.7 ตามลำดับ.

ปริมาณโปรตีนที่ได้รับคิดเป็นร้อยละของอาหารที่กินทั้งหมด (รวมอาหารหยาบ และอาหารข้น) เท่ากับ 12.8, 11.7 และ 11.5%.

การใช้หญ้าไม่ละลายในกรดเป็นตัวป้องกันภายใน ในการหาการย่อยได้ ได้ผลใกล้เคียงกับการใช้วิธีการเก็บมูลทั้งหมด โดยมีความแม่นยำประมาณ 97%.

จากข้อมูลทั้งหมดพอสรุปได้ว่า เมล็ดถั่วมะแฮสดสามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีน และพลังงานทดแทนส่วนหนึ่งของกากถั่วเหลือง รำ และข้าวโพด ในสูตรอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ หรือใช้ผสมกับเกลือ แร่ธาตุเสริมอาหารหยาบคุณภาพต่ำได้โดยตรง โดยไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพในการผลิตแต่อย่างใด.

การใช้เมล็ดถั่วมะแฮเป็นอาหารกระต่าย

การใช้เมล็ดถั่วมะแฮทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารข้นของกระต่าย เมื่อให้กินในปริมาณ 90% ของ *ad lib* และให้หญ้าขนสดกินเต็มที่ พบว่า สามารถใช้เมล็ดถั่วมะแฮได้สูงถึงระดับ 40% โดยมีแนวโน้มว่าอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยลงเล็กน้อย แต่ไม่พบนัยสำคัญ แสดงว่า เมล็ดถั่วมะแฮสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานและโปรตีนแทนข้าวโพด และกากถั่วเหลืองในอาหารกระต่ายได้ โดยสามารถใช้แทนกากถั่วเหลืองได้ประมาณ 43%.

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยฯ ขอขอบคุณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนอุดหนุน การวิจัย และขอขอบคุณศูนย์วิจัยด้านการเกษตรระหว่างประเทศของออสเตรเลีย (ACIAR) ที่สนับสนุนเมล็ดถั่วมด เพื่อการวิจัยในครั้งนี้.

เอกสารอ้างอิง

- จันทลักษณ์, จริญญา. (2523). สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพฯ.
- ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2531). ผลการเสริมฟางข้าวด้วยกากถั่วเหลืองระดับต่างๆ และความแม่นยำของการใช้เอ็นทีโมเอสใน การคบเป็นส่วฟางชีกภายในเพื่อหาการย่อยได้. ว.เกษตร. 4(2):95-107.
- ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2535). การใช้ถั่วมดเป็นอาหารสัตว์ 2. การย่อยได้ของใบและเมล็ดในสัตว์เคี้ยวเอื้อง. ว.เกษตร. 8(1):71-86.
- คังทวีวัฒน์, สุชน. และ ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2532). การใช้เมล็ดถั่วมดเพื่อเป็นอาหารสัตว์ปีก. 4. การเสริมเมทไธ- ไนโนในสูตรอาหารที่มีถั่วมดระดับสูง. ว.เกษตร. 5(3):157-170.
- คังทวีวัฒน์, สุชน. และ ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2534). การใช้ถั่วมดเป็นอาหารสัตว์ 1. ใบถั่วมดในอาหาร ไก่น้ำ. ว.เกษตร. 7(2):118-133.
- ปัญจทวี, สุภาวดี. (2527). การศึกษาความสามารถในการย่อยได้ของอาหารท้องถิ่นสำหรับแกะดำ. ปัญหาพิเศษปริญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศิษย์โกศล, ปราโมช. และ ศิริ, ธนุชา. (2529). การใช้ถั่วมดเป็นอาหารเสริมในฤดูแล้ง. รายงานการวิจัย, สำนัก วิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่.
- ศิษย์โกศล, ปราโมช., สรวมศิริ, เพลียง. และ เสือภู, กรณ์. (2533). การใช้ประโยชน์จากใบถั่วมดเป็นแหล่งโปรตีน ในอาหารสัตว์ 1. การเจริญเติบโต การให้ผลผลิต คุณค่าทางอาหารและต้นทุนการผลิต. รายงานการประชุม ทางวิชาการ ครั้งที่ 28, สาขาสัตว์ สัตวแพทย์และประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 103-112.
- สรวมศิริ, เพลียง. และ ศิษย์โกศล, ปราโมช. (2531). การใช้ถั่วมดแห้งในสูตรอาหารขี้เถ้าโคขุน. รายงานการ ประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 26, สาขาสัตว์ สัตวแพทย์และประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 25-40.
- Aduku, A.O., Dim, N.I. and Hassan, W. (1989). Evalaution of tropical green forages for dry season feeding of rabbits. J. Appl. Rabbit Res. 12(2):113-115.
- Akinola, J.O., Birch, C.J., Whiteman, P.C. and Wallis, E.S. (1975). Grazing evaluation of pigeon pea. In : Proc. Aust. Conf. on Tropical Pastures. Townsville. Australia. pp 7-46.
- A.O.A.C. (1980). Association of Official Analytical Chemists, 13th ed. Washington, DC. USA.
- Blaxter, K.L. (1962). The energy metabolism of ruminants. Hutchinson, London. U.K.
- Brown, D., Salim, M., Chavalimu, E. and Fitzhugh, H. (1988). Intake, selection, apparent digestibility and chemical composition of *Pennisetum purpureum* and *Cajanus cajan* foliage as utilized by lactating goats. Small Ruminant Res. 1(1):59-65.
- Cheeke, P.R. and Patton, N.M. (1980). Carbohydrate overload of the hindgut : A probable cause of enteritis. J. Appl. Rabbit Res. 3(3):20.

- Cheeke, P.R., Patton, N.M. and Templeton, G.S. (1982). Rabbit production. 5th ed. The Interstate Printers Publishers Inc., Danville, Illinois. USA.
- Cheva-Isarakul, Bl. and Cheva-Isarakul, Bs. (1985). Variation in the nutritive value of rice straw in Northern Thailand. 2 Voluntary feed intake and digestibility by sheep. In : Proc. Relevance of Crop Residues as Animal Feeds in Developing Countries. Wanapat, M. and Devendra, C. (eds.). Funny Press, Bangkok, Thailand. pp. 43-52.
- Cheva-Isarakul, Bs. (1988a). Small ruminants in northern Thailand : Present systems and outlook. In : Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues 1987. Dixon, R.M. (ed.). IDP, Canberra, Australia. pp 57-64.
- Cheva-Isarakul, Bl. (1988b). Performance of sheep fed urea-treated or urea- molasses supplemented straw with or without fresh leucaena supplement as compared with fresh grass. In : The Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues-1987. Dixon, R.M. (eds). IDP, Canberra, Australia. pp. 225-238.
- Cheva-Isarakul, Bl. (1989). Performance and digestibility of sheep fed sweet corn stover silage compared with fresh para grass. Thai J. Agric. Sci. 22(3):263-269.
- Devendra, C. (1989). Nutrition of and feeding strategies for sheep in Asia. In : Sheep Production in Asia. Proc. of the Workshop of PCARRD at Los Banos, Laguna, Philippines, April 18-23, 1988. Devendra, C. and Faylon, P.S. (eds.). IDRC. pp. 21-42.
- Djanegara, A. and Rangkuti, M. (1989). Sheep production and development in Indonesia. In : Sheep Production in Asia. Proc. of the Workshop of PCARRD at Los Banos, Laguna, Philippines, April 18-23, 1988. Devendra, C. and Fayloned, P.S. (eds.) IDRC. pp. 126-137.
- Falvey, L. and Visitpanich, T. (1980a). Nutrition of highland swine. 2. Preparation of pigeon pea seed fed in conjunction with rice bran and banana stalk. Thai J. Agric. Sci. 13:29-34.
- Falvey, L. and Visitpanich, T. (1980b). Nutrition of highland swine. 3. Grain legume supplementation and growth potential. Thai J. Agric. Sci. 13:109-118.
- Gohl, B. (1981). Tropical feeds. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- Jambunathan, R. and Singh, U. (1981). Grain quality of pigeon pea. In : Proc.of the Int. Workshop on Pigeon peas. ICRISAT, Patancheru, India. VI, pp 351-356.
- National Research Council (NRC). (1984). Nutrient requirements of dairy cattle, 6th ed. National Academy Press, Washington, DC., USA.
- Parades, L., Acevedo, F., Capriles, M., Paz, M., Fernandez, L. and Rivero, A. (1986). Pigeon pea (*Cajanus cajan*) foliage and concentrate as a supplement to grazing for dual purpose heifers. Nutr. Abstr. Rev. (Ser. B), 57(5):283.
- Park, Y.W., Reynolds, G.A. and Stanton, T.L.(1989). Comparison of dry matter intake and digestibility of sun-cured pigeon pea, alfalfa and coastal bermuda grass by growing dairy goats. Small Ruminant Res. 2(1):11-18.
- Tangtaweewipat, S. and Elliott, R. (1989). Nutritional value of pigeon pea (*Cajanus cajan*) meal in poultry diets. Anim. Feed Sci. Technol. 25(1-2):123-135.
- Van Keulen, J. and Young, B.A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. J. Anim. Sci. 44:282-287.

- Visitpanich, T., Batterham, E.S. and Norton, B.W. (1985). Nutritional value of chickpea (*Cicer arietinum*) and pigeonpea (*Cajanus cajan*) meals for growing pigs and rats. I. Energy content and protein quality. *Australian J. Agric. Res.* 36:327-335.
- Wijnberg, C. and Whiteman, P.C. (1985). Effect of stocking rate of goats and stage of crop growth when grazed on grain yield and goat production from pigeonpea (*Cajanus Cajan*). *Australian J. Exp. Agric. and Anim. Husb.* 25(4):796-805.
-

การผลิตแอนติบอดีต่อต้านฮอร์โมนเพื่อการวิเคราะห์
เรดิโออิมมูโนโนแอสเซ

1. การเปรียบเทียบการผลิตแอนติบอดีต่อต้านฮอร์โมน
โปรเจสเตอโรนในไก่, กระจ่าง และหนูตะเภา.

พทช พงษ์พิชัยจันทร์ ¹ และ พศก พงษ์พิชัยจันทร์ ¹

ANTIBODY PRODUCTION AGAINST HORMONES FOR
RADIOIMMUNOASSAY
I. COMPARISON AMONG CHICKEN, RABBIT AND
GUINEA PIG IN ANTIBODY PRODUCTION AGAINST
PROGESTERONE.

Petai Pongpiachan ¹ and Puntipa Pongpiachan ¹

ABSTRACT : The current experiment aim to raise antisera against progesterone in chicken, rabbit and Guinea pig by 11 Alpha-Hydroxyprogesterone-hemisuccinate-Bovine Serum Albumin to which self-prepared (Conjugate P) and external source (Conjugate S) were also assessed. The experiment were conducted at Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. Nine each of ISA Brown layer, Native x New Zealand White rabbit and Guinea pigs were used. Within each species, 3 animals per group were immunized with Freund's Complete Adjuvant (FCA) only, FCA + 20 microgram Conjugate P, and FCA + 20 microgram Conjugate S by subcutaneous injection at 3 points along the mid-line of the back. Number of immunization were 4 times at 2 weeks interval. The result showed that rabbits were capable of producing the antibody better than chicken and Guinea pig. Rabbit and chicken produced greater amount of antibody when immunized with Conjugate P in comparison with Conjugate S while Guinea pig responded better to Conjugate S. However, there was individual variation within species in the antibody production. The

¹ ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

¹ Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002, THAILAND.

achievement of the present experiment are as : (1) availability of antibody to progesterone for further radioimmunoassay (2) conjugation technique between steroid and protein for future active immunization experiment.

บทคัดย่อ : เป้าหมายของการทดลองเป็นการพัฒนาเทคนิคการผลิตแอนติบอดี (Antibody) ต่อต้านฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (Progesterone) จากไก่ไข่, กระต่าย และ หนูตะเภา (Guinea pig) ด้วยแอนติเจน (Antigen) ชนิด 11 Alpha-Hydroxyprogesterone hemisuccinate-Bovine Serum Albumin ที่เตรียมขึ้นเองในห้องปฏิบัติการ และที่สั่งซื้อจากบริษัท. ทำการทดลองที่ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สัตว์ทดลองเป็นไก่ไข่สายพันธุ์ ISA Brown 9 ตัว, กระต่ายลูกผสมพื้นเมือง x นิวซีแลนด์ไวท์ 9 ตัว และ หนูตะเภา (Guinea pig) 9 ตัว. แบ่งสัตว์ทดลองแต่ละชนิดเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 3 ตัว กลุ่มการทดลองประกอบด้วย กลุ่มควบคุม, กระตุ้นด้วยแอนติเจนที่เตรียมขึ้นเอง (Conjugate P) และแอนติเจนที่สั่งซื้อจากบริษัท (Conjugate S). การกระตุ้นใช้แอนติเจน 20 ไมโครกรัม ในสารละลาย PBS + Freund's Complete Adjuvant (FCA) (อัตราส่วน 1:2) ต่อครั้ง จำนวน 4 ครั้ง ระยะเวลาห่างกัน 2 สัปดาห์. ผลปรากฏว่า กระต่ายมีการผลิตแอนติบอดีได้มากกว่าไก่ไข่และหนูตะเภา. กระต่ายและไก่ไข่ตอบสนองต่อ Conjugate P ได้ดีกว่า Conjugate S แต่หนูตะเภาตอบสนองต่อ Conjugate S ได้ดีกว่า Conjugate P. อย่างไรก็ตามโดยภาพรวมสัตว์แต่ละชนิดมีความเหมือนกันที่บางตัวตอบสนองต่อแอนติเจนได้ดี ในขณะที่บางตัวตอบสนองน้อยมาก.

คำนำ

โปรเจสเตอโรน (Progesterone) เป็นฮอร์โมนที่จัดอยู่ในกลุ่มสเตอรอยด์ (Steroid hormone) มีแหล่งผลิตจากรังไข่ (Ovary), รก (Placenta), อัณฑะ (Testis) และต่อมหมวกไตส่วนนอก (Adrenal cortex) ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Mammal) (Zarrow, Yochim, McCarthy และ Sanborn, 1964). เป็นฮอร์โมนที่มีฤทธิ์กระตุ้นให้มดลูก (Uterus) เตรียมพร้อมสำหรับการตั้งครรภ์ โดยเพิ่มความหนาของมดลูกชั้น Endometrium และชะงักการบีบตัวของชั้น Myometrium (Reeves, 1987) จึงเป็นฮอร์โมนที่สำคัญในการควบคุมรอบการสืบพันธุ์ (Reproductive cycle) ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม. ดังนั้น ถ้าสามารถวัดความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในเลือดหรือในน้ำนม จะเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์สัตว์ในแง่ช่วยตรวจสอบความแม่นยำในการตรวจการแสดงการเป็นสัด (Oestrus) ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม, ศึกษาการเป็นสัด (Oestrous cycle), ตรวจการตั้งครรภ์ (อ้างอิงโดย พงษ์เพียจันทร์ และ อภิชาติสร่างกูร, 2533) และ การตรวจการทำงานของรังไข่หลังคลอด. เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของโปรเจสเตอโรนในพลาสมา (Plasma) ของโควันที่ 10 และ 16 ของรอบการเป็นสัดมีค่า 5 และ 7 นาโนกรัม/มล. และต่ำกว่า 1 นาโนกรัม/มล. ในช่วงการเป็นสัด (อ้างอิงโดย Henricks และ Mayer, 1977) จะเห็นได้ว่าระดับโปรเจสเตอโรนในร่างกายสัตว์มีค่ามาก. วิธีการหนึ่งที่สามารถวัดระดับฮอร์โมนที่มีในความเข้มข้นต่ำมากคือ เรดิโออิมมูโนแอสเซ (Radioimmunoassay, RIA) ที่อาศัยความจำเพาะของปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจน (Antigen) และแอนติบอดี (Antibody) (Antigen-antibody complex) (Dobson, 1983 และ IAEA, 1984). ในการกระตุ้นการสร้างแอนติบอดีต่อต้านฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนเพื่อการวิเคราะห์ RIA นั้น โปรเจสเตอโรนโดยตัวมันเองไม่สามารถกระตุ้นการสร้างแอนติบอดีได้เพราะเป็นแฮพเทน (Hapten) จะ

ต้องเชื่อมต่อ (Conjugate) กับสารโมเลกุลใหญ่ เช่น Bovine Serum Albumin (BSA) เสียก่อน จึงจะสามารถกระตุ้นการสร้างแอนติบอดีต่อต้านตัวมันได้ (Erlanger, Borek, Beiser และ Lieberman, 1957 และ 1959; Lindner, Perel, Friedlander และ Zeithlin, 1972; Dobson, 1983).

ดังนั้น การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะเปรียบเทียบการผลิตแอนติบอดีต่อต้านฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนระหว่าง ไก่, กระต่าย และหนูตะเภา (Guinea pig) เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาเทคนิคเรดิโออิมมูโนแอสเซซต่อไป.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สัตว์ทดลองประกอบด้วย ไก่ไข่สาวสายพันธุ์ ISA Brown อายุ 22 สัปดาห์, กระต่าย ลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมือง กับนิวซีแลนด์ ขาว (New Zealand White) และ หนูตะเภา (Guinea pig) อย่างละ 9 ตัว รวม 27 ตัว ไก่และกระต่ายถูกเลี้ยงในกรงเดี่ยว (Individual cage) ส่วนหนูตะเภาเลี้ยงแบบขังฝูงมีวัสดุรองพื้นคอก (Litter) น้ำและอาหารมีให้กินตลอดเวลา การทดลองเริ่มวันที่ 13 สิงหาคม 2533 เสร็จวันที่ 29 ตุลาคม 2533 สัตว์แต่ละชนิดถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 3 ตัว สุ่มเข้าสู่วิจัยการทดลองประกอบด้วย กลุ่มควบคุม (Control) กระตุ้นภูมิคุ้มกันด้วย Adjuvant เพียงอย่างเดียว, กระตุ้นด้วย Adjuvant + 11 Alpha-Hydroxyprogesterone hemisuccinate-Bovine Serum Albumin หรือ Progesterone-11-HS-BSA ที่ Conjugate ระหว่าง 11 Alpha-Hydroxy progesterone hemisuccinate กับ Bovine Serum Albumin ขึ้นเองต่อไป เรียกว่า Conjugate P และกลุ่มสุดท้ายเป็น Adjuvant + Progesterone-11-HS-BSA ที่สั่งซื้อจากบริษัทต่อไปนี้เรียก Conjugate S.

การเตรียมแอนติเจนใช้วิธีของ Erlanger *et al.* (1957 และ 1959); Lindner *et al.* (1972) และ Dobson (1983) กล่าวโดยสรุปดังนี้ : จากแผนผังวิธีการในรูปที่ 1 ละลาย 11-Alpha-Hydroxyprogesterone Hemisuccinate (Sigma) 25 มก. ใน Dimethyl formamide (Sigma) 2.25 มล. จากนั้นเติม 1-ethyl-3-(3-dimethyl-aminopropyl-carbodiimide) (Sigma) 25 มก. ในน้ำกลั่น 2.5 มล. เสร็จแล้วปั่นด้วยเครื่องผสมวอร์เทกซ์ (Vortex mixer, Vortex-Genie; โมเดล K550-GE; LABINCO) นาน 20 นาที ต่อมาเติม Bovine Serum Albumin (BSA) 50 มก. ที่ซึ่งละลายในสารละลาย Phosphate Buffer Saline (PBS) (พวงษ์เพียจันทร์ และอภิชาติสรวงกูร, 2533) 2.5 มล. แล้วแช่หลอดสารละลายในกล่องน้ำแข็ง (Ice-bath) เขย่าด้วยเครื่องเขย่า (Shaker, GFL; Labortechnik M.B.H. & Co.; Germany) เป็นเวลา 3 วัน ทำให้แอนติเจนบริสุทธิ์ด้วยการ Dialyse ใน 0.05 M NaHCO₃ (pH 8) 2 ลิตร 1 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C และในน้ำกลั่น 2 ลิตร, 4 °C อีก 5 วัน โดยเปลี่ยนน้ำกลั่นทุกวัน จากนั้นทำให้แอนติเจนแห้งที่ความดันบรรยากาศต่ำ (Lyophilization).

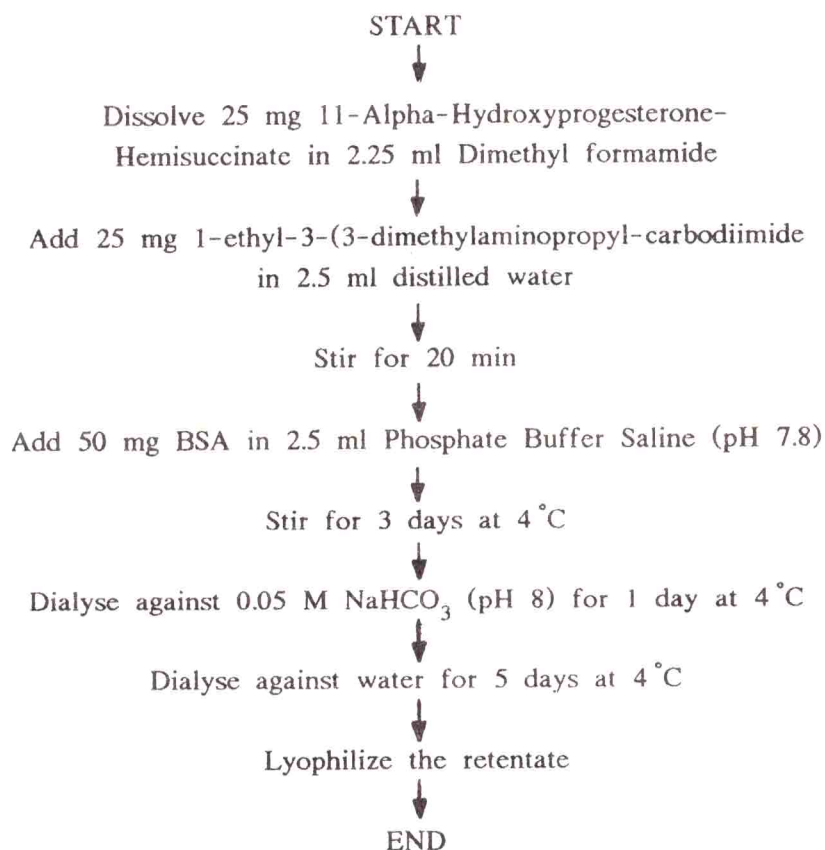


Figure 1. Flow diagram depicted the preparation of Progesterone-11-HS-BSA. (After Lindner *et al.*, 1972).

การกระตุ้นภูมิคุ้มกัน (Immunization) : เตรียมแอนติเจนสำหรับกระตุ้น โดยการผสม (Emulsified) สารละลาย PBS 3.3 มล. กับ Freund's Complete Adjuvant (FCA) 6.6 มล. Progesterone-11-HS-BSA ที่เตรียมขึ้นเอง และที่ซื้อจากบริษัท 200 ไมโครกรัม ใน PBS 3.3 มล. กับ FCA 6.6 มล. สำหรับกลุ่มควบคุม, Conjugate P และ Conjugate S ตามลำดับ. วิธีผสมใช้กระบอกฉีดขนาด 10 มล. ผสมสารละลายแล้วฉีดกลับขึ้นหลอดแก้ว ทำซ้ำเช่นนี้หลายๆ ครั้งจนกว่าของเหลวจะดูเป็นสีนํ้านมเนื้อเดียวกัน. จากนั้นฉีดให้สัตว์ตามกลุ่มทดลอง ตัวละ 1 มล. สัตว์ในกลุ่ม Conjugate P และ S ได้รับแอนติเจนตัวละ 20 ไมโครกรัม (Vaitukaitis, Robbins, Nieschlag และ Ross, 1971) โดยการแบ่งฉีดตามแนวกลางหลัง 3 จุด คือ หัวไหล่, กลางหลัง และส่วนท้าย. จากนั้นฉีดซ้ำอีก 4 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 2 สัปดาห์ การเตรียมแอนติเจนทำเหมือนครั้งแรก ต่างกันที่ใช้ Freund's Incomplete Adjuvant (FIA) แทน.

มีการเก็บตัวอย่างเลือดในวันแรกของการทดลอง และทุกๆ สัปดาห์ จนครบ 12 สัปดาห์ เลือดจากกระต่ายเจาะจากเส้นเลือดที่ใบหู, ส่วนไก่ไข่เจาะจากเส้นเลือดที่ปีก สำหรับหนูตะเภากรีดจากเส้นเลือดที่ใบหู ตัวอย่างเลือดมี Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) 2 มก./เลือด 1 มล. เก็บพลาสมา (Plasma) ด้วยเครื่องปั่นแยก (MISTRAL 3000; MSE : ประเทศอังกฤษ) ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 15 นาที นำพลาสมามาไตเตรท (Titrate) หาอัตราการแข่งขันที่เหมาะสมเมื่อทำปฏิกิริยากับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนที่ติดฉลากด้วยไตรเทียม [(1, 2, 6, 7-³H)-Progesterone, ³H-P4; Amersham UK] (พงษ์เพ็ญจันทร์ และ อภิชาติสรารังกูร, 2533) ได้อัตราที่เหมาะสมของพลาสมา : PBS เท่ากับ 1 : 2000.

การวัดปฏิกิริยาของแอนติบอดีในพลาสมา กับ ³H-P4 ทำเช่นเดียวกับงานของ พงษ์เพ็ญจันทร์ และอภิชาติสรารังกูร, (2534) โดยยี่ห้อ : ผสม ³H-P4 ที่มี Activity ประมาณ 6,000 cpm, พลาสมาที่เจือจาง 1 : 2000, และ PBS ในปริมาตร 100, 100 และ 300 ไมโครลิตร ตามลำดับ. ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง แชนเจอร์ใส่หลอดแก้วสำหรับปั่นในเครื่องปั่นไว้ที่อุณหภูมิ -15 °C แชนเจอร์ในอ่างน้ำแข็งเพื่อให้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0 ° ถึง 5 °C เติมน้ำละลายกับมันคาร์บอน (Charcoal suspension) 200 ไมโครลิตร/หลอดทดลอง ทิ้งไว้ 20 นาที บรรจุหลอดแก้วลงในตะกร้านำเข้าเครื่องปั่นแยกที่ปรับอุณหภูมิไว้ที่ 4 °C ปั่นที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 15 นาที จากนั้นแยกส่วนของเหลวลงในขวดที่ใช้สำหรับการวัดพลังงานของสารรังสี (Vial) เติมน้ำละลายซินติเลเตอร์ (Scintillator) 4 มล. ทิ้งไว้ข้ามคืน นำเข้าเครื่องวัดรังสี 1209 RACKBETA (LKB WALLAC : ประเทศฟินแลนด์) ค่า ซีพีเอ็ม ที่วัดได้นี้นำมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของซีพีเอ็มที่เติม ³H-P4 เพียงอย่างเดียว และเรียกค่านี้ว่า % Binding.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลจากการกระตุ้นการสร้างแอนติบอดีต่อต้านฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนด้วย Progesterone-11-HS-BSA ในไก่ไข่สายพันธุ์ ISA Brown (รูปที่ 2.) ปรากฏว่า การตอบสนองมีความแปรปรวนขึ้นกับสัตว์แต่ละตัว กล่าวคือ หนึ่งในสามของสัตว์ทดลอง (a, เบอร์ C4 และ C7) ตอบสนองต่อแอนติเจนต่ำสุด ในขณะที่ 2/3 ของสัตว์ทดลองตอบสนองเป็นอย่างดี ไก่ที่ได้รับ Conjugate P มีการผลิตแอนติบอดีในปริมาณสูงสุด 4 สัปดาห์หลังการกระตุ้น (เบอร์ C5 และ C6) ในขณะที่ไก่ที่ถูกกระตุ้นด้วย Conjugate S มีการผลิตแอนติบอดีสูงสุดเมื่อ 10 และ 12 สัปดาห์หลังกระตุ้น ในไก่เบอร์ C9 และ C8 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า Conjugate P มีระยะเวลาระหว่างการเชื่อมต่อโมเลกุล (Conjugate) กับการนำไปใช้กระตุ้นภูมิคุ้มกันสั้นกว่า Conjugate S ก็เป็นไปได้. ส่วนการผลิตแอนติบอดีของกระต่ายมีการตอบสนองต่อ Conjugate P มากกว่า Conjugate S อย่างเด่นชัด (รูปที่ 3.) โดยเฉพาะกระต่ายเบอร์ R5 (a) เริ่มผลิต

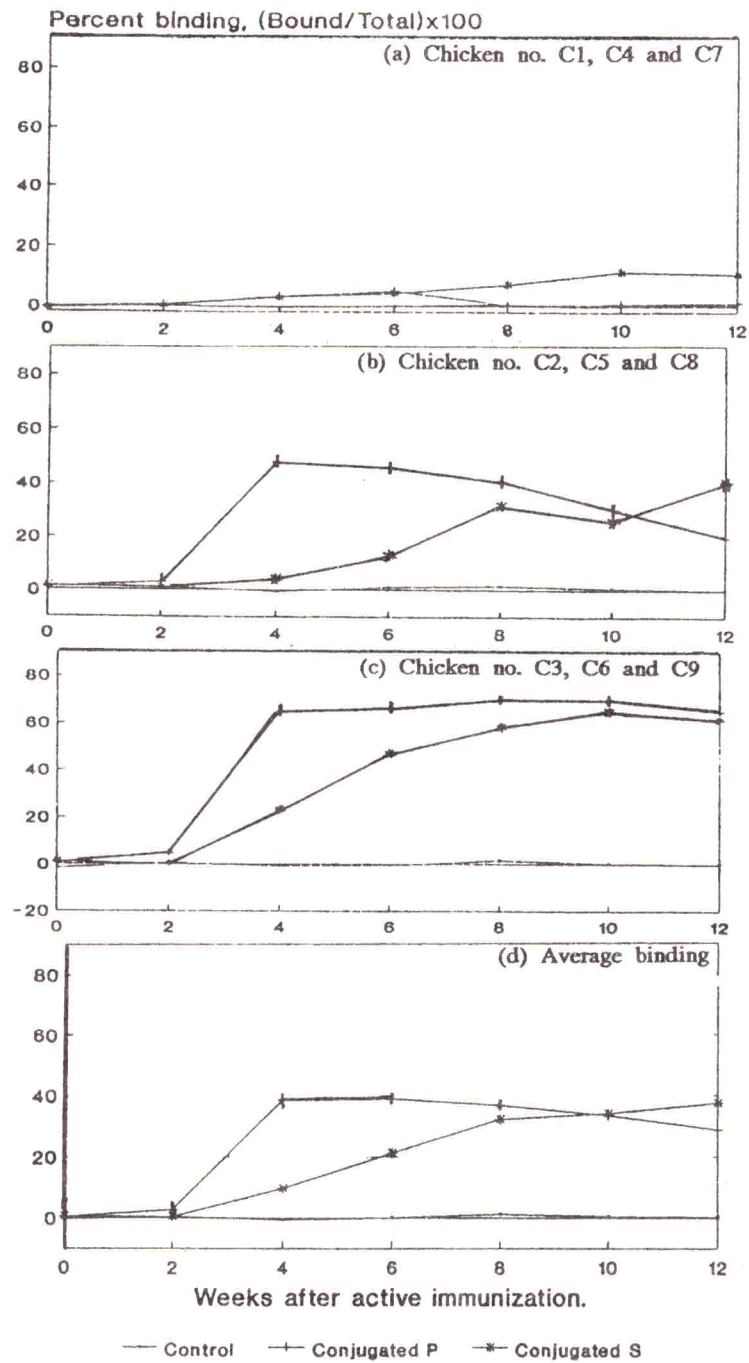


Figure 2. Antigen-antibody complex between ^3H -P4 and antibody from progesterone-11-HS-BSA immunized chicken : Conjugated P = self preparation; Conjugate S = External source; (a) (b) and (c) = individual response; (d) = average response.

แอนติบอดีตั้งแต่ 2 สัปดาห์หลังการกระตุ้น และมีค่าสูงสุดเมื่อ 8 สัปดาห์หลังการกระตุ้น ในขณะที่กระต่ายเบอร์ R8 ที่ได้รับ Conjugate S มีการผลิตแอนติบอดีใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมในกลุ่ม (b) กระต่ายที่ได้รับ Conjugate P (เบอร์ R6) ผลิตแอนติบอดีได้มากกว่า Conjugate S (เบอร์ R9) และมีการผลิตแอนติบอดีสูงที่สุดเมื่อ 6 และ 12 สัปดาห์หลังกระตุ้นในกระต่ายที่ได้รับ Conjugate P และ S ตามลำดับ โดยภาพรวมจะเห็นได้ว่ากระต่ายตอบสนองต่อแอนติเจนที่เตรียมใหม่ๆ ได้ดีกว่าแอนติเจนที่เตรียมไว้นานแล้ว. สำหรับหนูตะเภา (รูปที่ 4.) การตอบสนองแตกต่างจากไก่ไข่และกระต่ายสองประการ ประการแรก มีการผลิตแอนติบอดีต่อต้านแอนติเจนอย่างรวดเร็วมากเกิดขึ้นเพียง 3 วันหลังการกระตุ้น (กราฟ a และ b) โดยมี Interaction ระหว่างชนิดของ Conjugate และ หนูตะเภาแต่ละตัว หมายความว่า หนูตะเภาตัวหนึ่งตอบสนองต่อ Conjugate ชนิดหนึ่ง อาจจะไม่ตอบสนองต่อ Conjugate อีกชนิดหนึ่งก็ได้ ประการที่สอง หนูตะเภาตอบสนองต่อ Conjugate S ได้ดีกว่า Conjugate P. จากการเปรียบเทียบการผลิตแอนติบอดีต่อต้านฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในไก่ไข่, กระต่าย และหนูตะเภา จึงให้เห็นถึงความเหมือนกับตรงจุดที่ว่า สัตว์แต่ละตัวมีความสามารถในการผลิตแอนติบอดีไม่เท่ากัน นอกจากนั้นยังขึ้นกับความใหม่ในการเตรียมแอนติเจนอีกด้วย อีกประการหนึ่ง โดยภาพรวมกระต่ายมีแนวโน้มที่จะผลิตแอนติบอดีได้เร็วและมากกว่าไก่ไข่และหนูตะเภา เมื่อเปรียบเทียบความง่ายในการจะเลือกแล้วน่าจะเลือกใช้กระต่ายเป็นสัตว์ผลิตและแอนติบอดีสำหรับงานเรดิโออิมมูโนโนแอสเซซ.

งานทดลองครั้งนี้ นอกจากเป็นการพัฒนาการเตรียมแอนติบอดีเพื่อการวิเคราะห์ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน เพื่องานปรับปรุงประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของสัตว์เลี้ยงแล้ว ยังเป็นพื้นฐานสำหรับการประยุกต์เทคนิคการเชื่อมต่อสเตอรอยด์ฮอร์โมน (Steroid hormones) กับโปรตีนขนาดใหญ่ ในทำนองเดียวกันกับงานทดลองครั้งนี้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของสัตว์เลี้ยง ดังผลงานของ Cox และ Wilson (1976) ที่ลดผลเสียอันเกิดกับแกะ เนื่องจากการกินเอสโตรเจนที่มีอยู่ในพืชอาหารสัตว์ (Phyto-oestrogen) ด้วยการกระตุ้นด้วยแอนติเจนที่มี Phyto-oestrogen Haptens; Cox *et al.* (1982) ใช้แอนติเจนชนิด Oestrone-6-Carboxymethyloximino : human serum albumin, Oestrone-3-carboxymethylether : HSA และ Testosterone-3-carboxymethylo-ximino : HSA ในการเพิ่มอัตราการเกิดลูกแฝดในแกะ, Kamonpatana *et al.* (1985) ใช้ Testosterone-3-CMO-HSA เป็นแอนติเจนในการปรับปรุงความสมบูรณ์พันธุ์ของกระบือปลักเพศเมีย กลุ่มที่มีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำ (Subfertile buffalo) ให้ดีขึ้น และ Quirke *et al.* (1986) ที่ใช้ Androstenedione-7-human serum albumin เป็นแอนติเจนกระตุ้นให้แกะมีการตกไข่เพิ่มขึ้น.

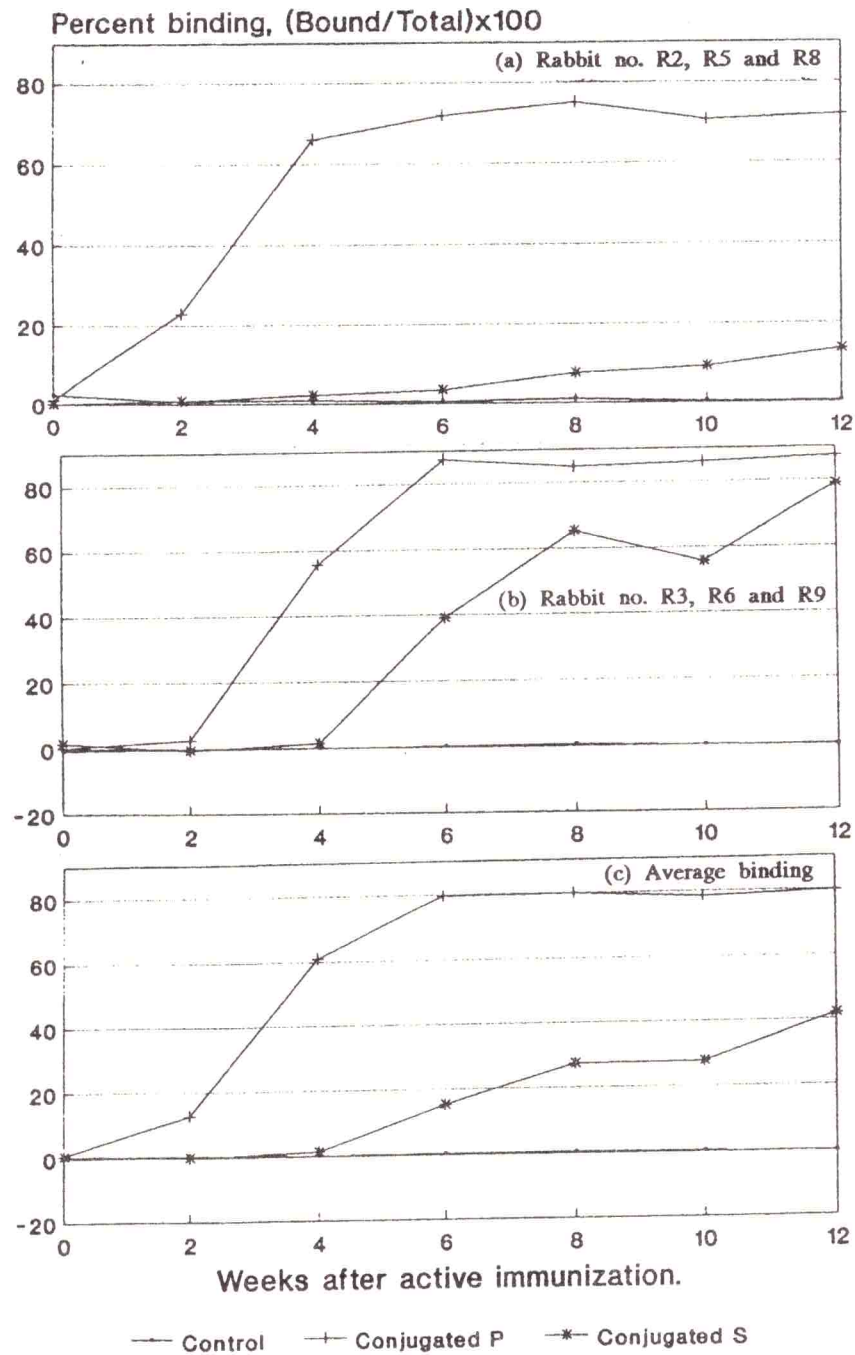


Figure 3. Antigen-antibody complex between ^3H -P4 and antibody from progesterone-11-HS-BSA immunized rabbit : Conjugated P = self preparation; Conjugate S = External source; (a), (b) and (c) = individual response; (d) = average response.

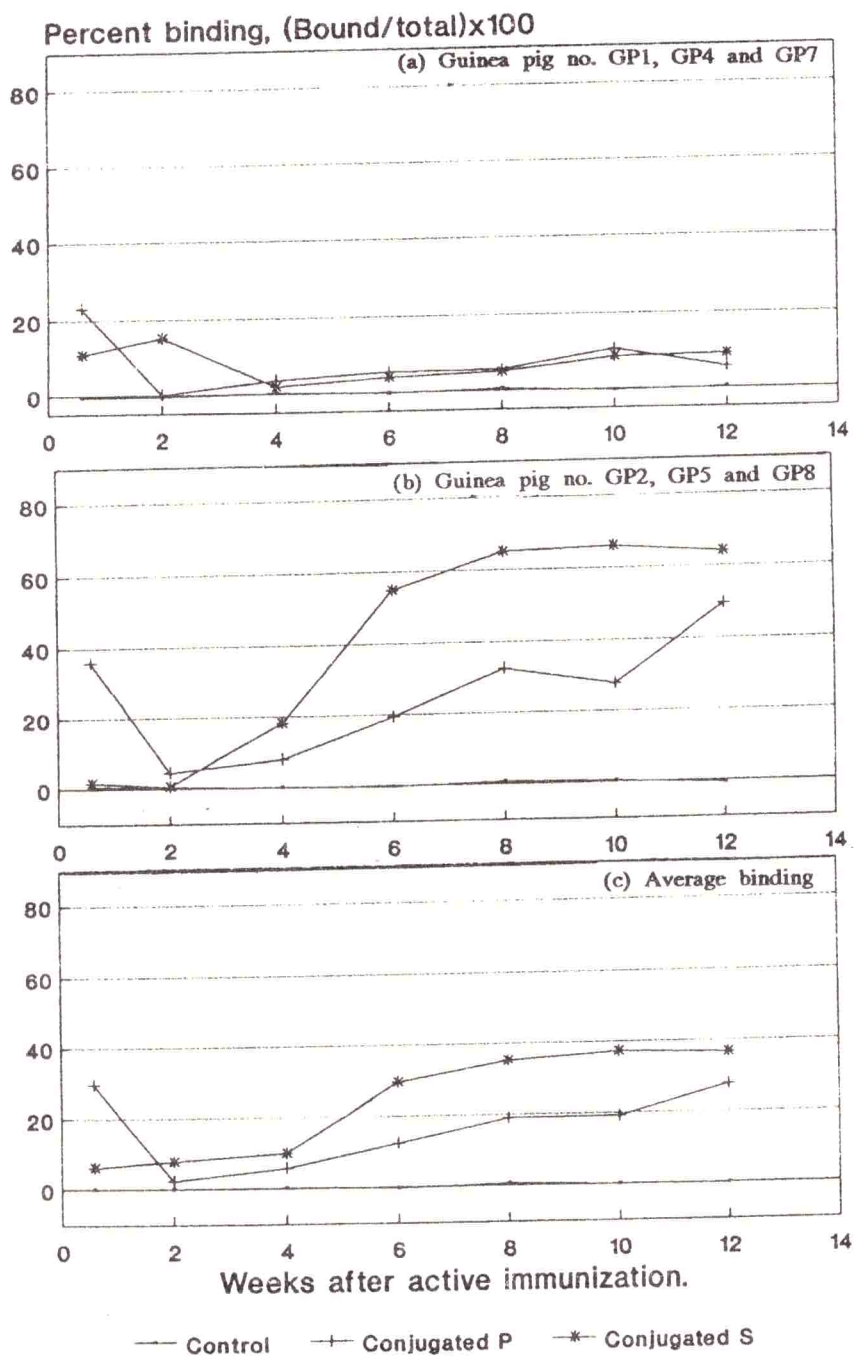


Figure 4. Antigen-antibody complex between ^3H -P4 and antibody from progesterone-11-HS-BSA immunized Guinea pig : Conjugated P = self preparation; Conjugate S = External source; (a), (b) and (c) = individual response; (d) = average response.

สรุปผลการทดลอง

จากการใช้แอนติเจน Progesterone-11-HS เชื่อมกับ BSA ในห้องปฏิบัติการของภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และแอนติเจนชนิดเดียวกันที่ส่งจากบริษัทกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน ปรากฏว่า มีการผลิตแอนติบอดีได้ดีในกระจ่าง, ไก่ไข่ และหนูตะเภา ตามลำดับ โดยที่กระจ่างและไก่ตอบสนองต่อแอนติเจนที่เตรียมขึ้นเองได้ดีกว่าชนิดที่ส่งเข้ามา ส่วนหนูตะเภาที่ตอบสนองต่อแอนติเจนจากบริษัทได้ดีกว่าที่เตรียมขึ้นเอง. โดยภาพรวมการทดลองครั้งนี้สามารถผลิตแอนติบอดีได้เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน โดยวิธี RIA.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย, ประจำปี 2533, จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. โดยการสนับสนุนของภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. มีสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ และคุณอดุง ศิลป์ประเสริฐ อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์. คุณชาติ ทองอินทร์ ผู้ช่วยงานวิจัยตลอดการทดลอง คุณอัญชลี นากา ผู้ช่วยงานพิมพ์ต้นฉบับ จึงขอขอบคุณสถาบันและบุคคลที่ได้เอื้อถึงมา ณ ที่นี้.

เอกสารอ้างอิง

- พงษ์เพ็ญจันทร์, เพทาย และ อภิชาติสว่างกูร, พศนัย. (2533). การประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคนมโดยวิธีเรดิโออิมมูโนโนแอสเซ. วารสารเกษตร 6(1):21-40.
- Cox, R.I. and Wilson, P.A. (1976). Effects of immunizing sheep to steroid oestrogens and phyto-oestrogens. J. Reprod. Fert. 46:524.
- Cox, R.I. and Wilson, P.A., Scaramuzzi, R.J., Hoskinson, R.M., George, J.M. and Bindon, B.M. (1982). The active immunization of sheep against oestrone, androstenedione or testosterone to increase twinning. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. 14:511-514.
- Dobson, H. (1983). A Radioimmunoassay Laboratory Handbook. Liverpool University Press, Liverpool.
- Erlanger, B.F., Borek, F., Beiser, S.M. and Lieberman, S. (1957). Steroid-protein conjugates. I. Preparation and characterization of conjugates of bovine serum albumin with testosterone and with cortisone. J. Biol. Chem. 228:713-727.
- Erlanger, B.F., Borek, F., Beiser, S.M. and Lieberman, S. (1959). Steroid-protein conjugates. II. Preparation and characterization of conjugates of bovine serum albumin with progesterone, deoxycorticosterone, and estrone. J. Biol. Chem. 234:1090-1094.

- Henricks, D.M. and Mayer D.T. (1977). Gonadal hormones and uterine factors. In : *Reproduction in Domestic Animals*. Cole, H.H. and Cupps, P.T. (eds.). Academic Press, New York. p. 79-117.
- International Atomic Energy Agency. (1984). *Laboratory Training Manual on Radioimmunoassay in Animal Reproduction*. Technical Reports Series No. 233. IAEA, Vienna.
- Kamonpatana, M., Timsard, V., Pansin, C. and Cox, R.I. (1985). Steroid immunization in the swamp buffalo : Potential for subfertile recovery. *Buffalo J.* 1:53-60.
- Lindner, H.R., Perel, E., Friedlander, A. and Zeitlin, A. (1972). Specificity of antibodies to ovarian hormones in relation to the site of attachment of the steroid hapten to the peptide carrier. *Steroids* 19:357-375.
- Quirke, J.F., Hanrahan, J.P., Tait, A.J. and Kilpatrick, M.J. (1986). Effects of active immunization against androstenedione on ovulation rate and fecundity in Galway and Finish Landrace sheep. *Livest. Prod. Sci.* 15:27-37.
- Reeves, J.J. (1987). Endocrinology of reproduction. In : *Reproduction in Farm Animals*. Hafez, E.S.E. (ed.). Lea and Febiger, Philadelphia. p. 85-129.
- Vaitukaitis, J., Robbins, J.B., Nieschlag, E. and Ross, G.T. (1971). A method for producing specific antisera with small doses of immunogen. *J. Clin. Endocr.* 33:988-991.
- Zarrow, M.X., Yochim, J.M., Mc Carthy, J.L. and Sanborn, R.C. (1964). *Experimental Endocrinology : A Sourcebook of Basic Techniques*. Academic Press, New York. p. 65-108.
-

หนังสือที่มีจำหน่าย

ภาควิชาสัตวบาล

การเลี้ยงไก่ในชนบท สังเวียน โพธิ์ศรี	25	บาท
การเลี้ยงกระต่าย สังเวียน โพธิ์ศรี	25	บาท
โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง เทอดชัย เวียรศิลป์	100	บาท
การเลี้ยงโคกระบือ สังเวียน โพธิ์ศรี	35	บาท
การเลี้ยงโคทดแทนในกิจการเลี้ยงโคนม โครงการอาหารสัตว์ไทย-เยอรมัน	35	บาท
การเลี้ยงสุกร บุญลือ เผือกผ่อง	25	บาท
การใช้วัสดุท้องถิ่นเป็นอาหารสัตว์ เทอดชัย เวียรศิลป์	200	บาท
สถิติสำหรับการวิจัยเบื้องต้น สุวัฒน์ รัตนธนาชาติ	80	บาท
หลักการผลิตสัตว์ทั่วไป ธีระ วิสิทธิ์พานิช	110	บาท
การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ศิริพงษ์ สุขนธสรรพ	70	บาท
หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 1 : โภชนะ พันทิพา พงษ์เพียรจันทร์	140	บาท
โรคของสัตว์เลี้ยงในฟาร์ม สุรลักษณ์ สมุทรประภูติ	160	บาท
การดูแลสุขภาพแพะ บุญเสริม ชีวะอิสระกุล	50	บาท

ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร

การวิเคราะห์การตลาดเกษตร อารี วิบูลย์พงศ์	275	บาท
เศรษฐศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติ เบญจพรรณ ชินวัตร	50	บาท

ภาควิชาโรคพืช

การวินิจฉัยโรคพืช ปัจฉิมา สมิตะมาน	120	บาท
โปรโตพลาสต์ : เทคนิคการเลี้ยงและการประยุกต์ใช้ ประสพพร สมิตะมาน	60	บาท

สั่งซื้อได้ที่

คุณสากัญญา สุวรรณการ
งานบริการงานวิจัยและพัฒนา
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อ.เมือง
จ.เชียงใหม่ 50002



เป็นหนังสือที่รวบรวมรายชื่อวัชพืชไว้ 1,097 ชนิด ที่รายงานพบในประเทศไทย พร้อมทั้งได้เก็บข้อมูลไว้ในคอมพิวเตอร์เป็นครั้งแรกของประเทศ เหมาะที่จะใช้เป็นคู่มือตรวจสอบความถูกต้องในการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ ชื่อสามัญทั้งไทยและอังกฤษของวัชพืช นอกจากนั้นรายชื่อทั้งหมดยังได้บรรจุไว้ใน Diskette (5.25 นิ้ว - DD) จำหน่ายสำหรับผู้ต้องการใช้กับคอมพิวเตอร์ ราคาเล่มละ 150.- บาท

This List of Weeds Reported in Thailand includes 1,097 species which is the first computerized offering of this kind in the Kingdom. It is useful for checking the names included in 43 weed publications relevant to Thailand. Since many of these names were inaccurate origin need of updating, this computerized list will be an invaluable reference when dealing with Thai weeds. The computerized Diskette (5.25 inches DD) is available along with printed copies of the weed list.

การสั่งซื้อ ให้กรอกข้อความลงในแบบฟอร์ม และส่งพร้อมกับธนาคติ หรือคั้วแลกเงิน ส่งจ่ายมายัง

คุณ ปราดนา ใจภานิตย์
ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร
คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50002

จำนวน (เล่ม)	ราคาต่อเล่ม (บาท)	ค่าส่งทางไปรษณีย์ ต่อเล่ม (บาท)	จำนวนเล่ม ที่สั่งซื้อ	จำนวนเงินรวม (บาท)
1	150.-	ฟรี		
5 ขึ้นไป	120.-	5.-		
Diskette 1 แผ่น	400.-	ฟรี		

ชื่อผู้สั่งซื้อ
ที่อยู่

วันเดือนปี

ใบสมัครเป็นสมาชิกวารสารเกษตร

วันที่ เดือน พ.ศ.

ข้าพเจ้า

ที่อยู่ อำเภอ จังหวัด รหัสไปรษณีย์

โทรศัพท์ อาชีพ/ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน

มีความต้องการสมัครเป็นสมาชิก "วารสารเกษตร" ตั้งแต่ ฉบับที่ ปีที่ เดือน

พ.ศ. เป็นต้นไป

เป็นจำนวน ฉบับ หรือ ปี

พร้อมนี้ได้ส่งเงินค่าสมาชิกจำนวน บาท (.....) มาโดยทาง

☐ ธนาคารดี

☐ เช็คไปรษณีย์

ส่งจ่าย ณ ที่ทำการไปรษณีย์โทรเลข มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002

ลงชื่อ ผู้สมัคร
(.....)

กรุณา ส่งแบบฟอร์มไปที่

บรรณาธิการ วารสารเกษตร

หรือ คุณสากัลย์ สุวรรณการ

งานวิจัยและพัฒนา

คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เชียงใหม่ 50002

อัตราค่าสมัครปีละ 120.- บาท ท่านจะได้รับ วารสารเกษตร ราย 4 เดือน รวม 3 ฉบับ

ค่าส่งทางไปรษณีย์ฟรี และท่านสามารถสมัครครั้งละกี่ปีก็ได้ เช่น 2 ปี 240 บาท 3 ปี

360 บาท เป็นต้น

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

วารสารเกษตร เป็นวารสารราย 4 เดือน ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งพิมพ์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการเกษตร และชีววิทยา ทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

1. เรื่องที่รับตีพิมพ์

1.1 ผลงานวิจัย

1.2 บทความปริทัศน์

2. การเตรียมต้นฉบับ

2.1 ต้นฉบับ : ควรส่งต้นฉบับที่เตรียมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในแผ่นบันทึกข้อมูล บรรทัดหนึ่งกำหนดให้มี 65 ตัวอักษร และหน้าละ 32 บรรทัด โดยพิมพ์วันบรรทัดห่างและพิมพ์หน้าเดียว พร้อมกับพิมพ์ลงบนกระดาษ A4 อย่างละ 1 ชุด

2.2 ตาราง : เสนอเป็นภาษาอังกฤษล้วน พิมพ์แยกไว้ต่างหากจากเนื้อเรื่อง แต่ระบุให้เห็นตำแหน่งที่ควรปรากฏในเนื้อเรื่องอย่างชัดเจน

2.3 ภาพประกอบ : เสนอเป็นภาษาอังกฤษทั้งในภาพและคำอธิบายภาพ ระบุให้เห็นตำแหน่งที่ควรปรากฏในเนื้อเรื่องอย่างชัดเจน ภาพถ่าย (ขาวดำ) มีขนาด 9.00 x 13.5 ซม. ภาพเขียนใช้หมึกสีดำเขียนบนกระดาษอาร์ตหนา หรือกระดาษเขียนแบบ ส่วนกราฟให้ส่งข้อมูลดิบแนบมาด้วย

2.4 เอกสารอ้างอิง : นำด้วยเอกสารภาษาไทยตามด้วยเอกสารภาษาอังกฤษ

2.4.1 ในเนื้อเรื่อง : การอ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องในระบบนามสกุล และปี (พศ.) เช่น สิทธิพรชัย (2526) รายงานว่า หรือ ... (สิทธิพรชัย, 2526) ในกรณีที่เป็นภาษาอังกฤษก็เช่นเดียวกัน ใช้นามสกุลและปี (คศ.) เช่น Jones and Smith (1980) ในกรณีที่มีผู้แต่งสามคนขึ้นไปให้ใช้และคณะ หรือ *et al.* ต่อท้ายผู้แต่งคนแรก แต่ในบัญชีเอกสารอ้างอิงใส่ชื่อหมดทุกคน

2.4.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง : ให้เรียงอักษรตามชื่อสกุลของผู้แต่งคนแรก ไม่ต้องใส่เลขที่

1) สำหรับวารสารควรเรียงลำดับดังนี้ :-

ผู้แต่ง (ชื่อสกุล, ชื่อต้น) ปี (พ.ศ. แต่ถ้าเป็นภาษาอังกฤษใช้ ค.ศ.)

ชื่อเรื่อง (ตามที่ปรากฏในวารสาร) ชื่อวารสาร (ย่อถ้ามี) ปีที่ : หน้า

ตัวอย่าง : เสงสวัสดิ์, วิเชียร. (2524). การบริหารศัตรูพืชกับระบบการปลูกพืชหลายชนิด. ว. วิทย์. กษ. 14(4) : 193-196.

2) สำหรับตำราควรเรียงลำดับดังนี้ :-

ชื่อผู้แต่ง (ชื่อสกุล, ชื่อต้น) ปี (พ.ศ. หรือ ค.ศ. สำหรับวารสารภาษาอังกฤษ) ชื่อหนังสือ สำนักพิมพ์ เมืองที่พิมพ์.

ตัวอย่าง : แซมเพอร์, เกลิมพล. (2527). หลักการเขียนรายงานการวิจัยและวิทยานิพนธ์ทางวิทยาศาสตร์. ท่าแพการพิมพ์, เชียงใหม่.

3. การเสนอเรื่อง

เรื่องลงพิมพ์ส่งได้ตลอดเวลา ถึง

บรรณาธิการ วารสารเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เชียงใหม่ 50002



JOURNAL OF AGRICULTURE

VOLUME 8 NO. 1

JANUARY-APRIL 1992

Editorial Notes

- A STUDY ON THE EFFECTS OF PRETREATMENT
AND TEMPERATURE ON LYCHEE BY DRYING 1

Singhanat Phoungchandang

- SUITABLE VARIETY OF PERSIMMON FOR INTERME-
DIATED MOISTURE PERSIMMON PRODUCTION 11

Pairote Wiriyacharee

- RATIO OF JUICE AND STRAIN OF YEAST FOR
STRAWBERRY WINE PRODUCTION 22

Pairote Wiriyacharee and Chanhom Somsaguan

- SEED BORNE FUNGI OF BASMATI RICE VARIETY
AND TREATMENTS FOR THEIR CONTROL 31

*Chatree Sittigul, Sombat Srichuwong
and Soraya Tarungsri*

- CHEMICAL APPLICATION FOR DROUGHT RESIST-
ANCE IN ARABICA COFFEE 41

Narit Yimyam and Pittaya Sruamsiri

- COMPARISON OF PERFORMANCE OF MANGO
CULTIVARS FOR DEVELOPING SUSTAINABLE
AGRICULTURE IN THE RAINFED UPLANDS 50

Tavatchai Radanachaless and Adisorn Krasaechai

- THE USE OF PIGEON PEA AS ANIMAL FEED
2. DIGESTIBILITY OF LEAVES AND SEEDS IN RUMINANTS 69

Boonlom Cheva-Isarakul

- THE USE OF PIGEON PEA AS ANIMAL FEED
3. RUMINANTS AND RABBITS 85

*Boonlom Cheva-Isarakul, Siriluck Pornsuksiri and
Suchon Tangtaweewipat*

- ANTIBODY PRODUCTION AGAINST HORMONE FOR
RADIOIMMUNOASSAY

- I. COMPARISON AMONG CHICKEN, RABBIT AND
GUINEA PIG IN ANTIBODY PRODUCTION AGAINST
PROGESTERONE 104

Petai Pongpiachan and Puntipa Pongpiachan