



วารสารเกษตร

ปีที่ 4 เล่มที่ 1

มกราคม 2531

บทบรรณาธิการ

รายงานวิจัย

- ปริมาณน้ำนมโคขาวลำพูนที่ได้รับจากวิธีการรีดนมโดยให้ลูกโคกระตุ้น
และไม่ให้ลูกโคกระตุ้นก่อนการรีดนม 1
บุญชอบ เฟื่องจันทร์, นิรันดร โพธิกานนท์ และ พรศรี ชัยรัตนายุทธ
- การผลิตท่อเก็บตัวอย่างอาหารจากซิลิโคน เพื่อใช้ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง 8
เทอดชัย เวียรศิลป์ และทัศนีย์ อภิชาติสรางกูร
- สรีรวิทยาการเจริญเติบโตและผลผลิตของทานตะวันลูกผสม 19
เฉลิมพล แชมเพชร, ทรงเชาว์ อินสมพันธ์, อนันต์ อิสระเสนีย์ และศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ
- การตอบสนองของตัวเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ ต่อสภาพที่ขาดน้ำ 30
ทรงเชาว์ อินสมพันธ์, วีระชัย ศรีวัฒนพงศ์ และเฉลิมพล แชมเพชร
- คุณภาพน้ำของกลุ่มน้ำห้วยแก้ว 55
จรรยา สุขเกษม, ศุวศา กานตวนิชกุล และกนิษฐา ขัตติรัตน์
- การวิเคราะห์การตัดสินใจของเกษตรกรโดยการใช้แบบจำลองเพื่อหาศักยภาพ
การขยายพื้นที่ปลูกพืชน้ำมัน 69
เบญจพรหม ชินวัตร

วารสารเกษตร
Journal of Agriculture
ISSN : 0857-0841

เจ้าของ

คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50002
โทร. 221699 ต่อ 116, 118

Publisher

Faculty of Agriculture
Chiang Mai University
Chiang Mai 50002, Thailand
Tel. 053/221699 ext. 116, 118

วัตถุประสงค์

1. เผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความทางวิชาการสาขาเกษตรศาสตร์ และชีววิทยา
2. เผยแพร่เกียรติคุณของนักวิจัย
3. สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักวิจัย

บรรณาธิการ

เทอดชัย เวียร์ศิลป์

รองบรรณาธิการ

เฉลิมพล แชมเพชร

กองบรรณาธิการ

นิรันดร โพธิกานนท์, ประสาทพร สมิตะมาน, คุชฎี ณ ลำปาง,
ปรัชวาล สุกุมลนันท์, สุพจน์ โตตระกุล, ธวัชชัย ไชยตระกุลทรัพย์,
พิชิต ธานี, บุญเสริม ชั่วะอิสระกุล, เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม,
ปัจฉิมา สมิตะมาน, พันทิพา พงษ์เพ็ญจันทร์, อรุณี อภิชาติสร่างกูร,
อารี วิบูลย์พงศ์, นิธิยา รัตนานนท์, ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ, ภมรทิพย์ อักษรทอง,
ชุมพร ศิวะศิลป์, จิตติ ปั่นทอง, นันทิยา วรรณะภุติ, วิโชติ พัฒโร,
นิตยา สุวรรณรัตน์, สุวัฒน์ รัตนธชาติ, ฉันทนา สุวรรณธาดา

ที่ปรึกษา

สง่า สรรพศรี, เชื้อ ว่องส่งสาร, ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ, อนันต์ โกเมศ,
นคร ณ ลำปาง, ทิม พรรณศิริ, จินดา จันทร์อ่อน, มณี เชื้อวิโรจน์

กำหนดออก

เดือนมกราคม และกรกฎาคม ปีละ 2 เล่ม

แจ้งรับวารสาร

ถึง

คุณจินดา จันทร์เจนจบ

ตำแหน่งงานเลขานุการ

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50002

ใบสมัครเป็นสมาชิกวารสารเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ข้าพเจ้า.....

ที่อยู่.....อำเภอ.....

จังหวัด.....โทรศัพท์.....อาชีพ/ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน หรือสถานศึกษา.....

สาขาวิชาที่สนใจ.....

ขอสมัครเป็นสมาชิกวารสารเกษตร พร้อมนี้ได้ส่งเงินค่าสมาชิกจำนวน 60 บาท มาโดยทาง

ธนาคารใต้

เช็คไปรษณีย์

ส่งจ่าย ณ ที่ทำการไปรษณีย์โทรเลข มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลายเซ็น.....ผู้สมัคร

บทบรรณาธิการ

ประเทศไทยในขณะนี้ อยู่ในระหว่างการพัฒนาตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ฉบับที่ 6 โดยเริ่มตั้งแต่ปี 2530 เป็นต้นมา สารสำคัญประการหนึ่งในแผนพัฒนาฉบับดังกล่าวได้แก่ การพัฒนาการเกษตร ซึ่งการพัฒนาในด้านนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวิจัยค้นคว้าและทดลอง เพื่อให้ได้วิชาการที่เหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อวงการเกษตรมากที่สุด

วารสารเกษตร มีภาระหน้าที่ในการตีพิมพ์ผลงานวิจัยและบทความทางวิชาการที่จะเป็นประโยชน์ สามารถนำไปใช้พัฒนาการเกษตรของประเทศ โดยได้จัดพิมพ์อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอโดยตลอด และฉบับนี้ก็เป็นฉบับที่ก้าวหน้าเข้าปีที่ 4 แสดงให้เห็นถึงเจตจำนงอันแน่วแน่ที่จะทำหน้าที่ด้านการบริการทางวิชาการแก่สังคม ต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง

การที่จะให้วารสารเกษตรมีความมั่นคงและสามารถให้บริการได้ต่อไป อย่างมีเสถียรภาพ จำเป็นที่จะต้องได้รับความสนับสนุนจากสมาชิกและผู้อ่าน ในการนี้จึงใคร่ขอถือโอกาสเชิญชวนท่านที่สนใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมาชิกที่ได้รับวารสารเกษตรประเภทอภิชนนทานการกรุณาพิจารณาให้ความสนับสนุน โดยสมัครเป็นสมาชิกประจำ เพื่อให้วารสารเกษตรจะได้มีกำลังความสามารถดำเนินการต่อไปได้อย่างถาวร

เนื่องในวาระดิถีขึ้นปีใหม่ 2531 นี้ กองบรรณาธิการ ขออาราธนาคุณพระศรีรัตนตรัย จงดลบันดาลให้สมาชิกและผู้อ่านทุกท่าน จงประสบแต่ความสุขและความสำเร็จในทุกประการ

บรรณาธิการ

ปริมาณน้ำนมโคขาวลำพูนที่ได้รับจากวิธีการรีดนมโดยให้
ลูกโคกระตุ้นและไม่ให้ลูกโคกระตุ้นก่อนการรีดนม
บุญชอบ เฟื่องจันทร์¹ นรินทร์ โพธิกานนท์² และ พรศรี ชัยรัตนายุทธ³

MILK YIELDS OBTAINED FROM WHITE LAMPOON CATTLE
WITH AND WITHOUT SUCKLING STIMULATION BEFORE MILKING

B. Phuengchan¹, N. Potikanond² and P. Chairattanayuth³

ABSTRACT: Fourteen native cows of the White Lamphoon Cattle were used to conduct a milking experiment to identify effect of suckling stimulation on amount of milk obtained. One month after calving the cows were subjected to once a day morning milking lasting a whole week without their calves. During the next two weeks they were milked with their calves, suckling about one minute, before start of the routine milking in alternation with none-suckling, day after day. The amounts of milk obtained per week from both methods were compared. An average amount of 3656 ml/week were obtained from suckling stimulated milking which differed significantly ($p < .01$) from that of 1755 ml/week without the suckling stimulation. There after the cows experienced stimulation before each daily milking. The average amount of 3444 ml/week milk for this period was recorded which,

¹ วิทยาลัยเกษตรกรรมชลบุรี

Chonburi Agricultural College

² ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002

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

³ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

again, differed significantly ($p < .05$) from that of the previous none-suckling stimulated 1755 ml/week. It can be concluded that suckling stimulation to the White Lampon cows leads to ease of milking and a higher amount of milk per milking per animal.

บทคัดย่อ: การศึกษาเพื่อให้มีแหล่งนมบริโภคนในชนบท ได้ใช้แม่โคขาวลำพูนจำนวน 14 แม่ มาทดลองฝึกรีดนมหลังคลอดลูกแล้ว 1 เดือน เพื่อศึกษาว่า การใช้ลูกมาร่วมกระตุ้นและการไม่ใช้ลูกร่วมกระตุ้นแม่โคก่อนรีดนมนั้น จะมีผลต่อการปล่อยนมและต่อน้ำนมที่รีดได้อย่างไร หลังจากได้ฝึกรีดนมแม่โควันละครั้งเวลาเช้านาน 1 สัปดาห์ โดยไม่ใช้ลูกกระตุ้นมาแล้ว ได้รีดนมโดยใช้ลูกกระตุ้นกับไม่ใช้ลูกกระตุ้นต่อไป สลับกันวันต่อวันกับแม่โคเป็นรายตัว ทดสอบกันไปอีก 2 สัปดาห์ แล้วเปรียบเทียบผลผลิตน้ำนมที่ได้จากการจัดการรีดนมทั้งสองวิธี พบว่า การใช้ลูกกระตุ้นก่อนรีด ทำให้รีดนมได้เฉลี่ย 3656 มล./สัปดาห์ และวิธีไม่ใช้ลูกกระตุ้นได้น้ำนมเฉลี่ย 1755 มล./สัปดาห์ น้ำนมที่รีดได้จากทั้งสองวิธีนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.1$) และเมื่อนำผลรวมน้ำนมเฉลี่ย (3444 มล./สัปดาห์) จากวิธีการรีดโดยใช้ลูกกระตุ้นติดต่อกันทุกวันเป็นเวลาต่อไปอีก 1 สัปดาห์ ต่อจากการทดลอง ช่วงแรก มาวิเคราะห์เปรียบเทียบปรากฏว่าแตกต่างจากน้ำนมเฉลี่ย 1755 มล./สัปดาห์นั้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.5$) ด้วย จึงสรุปว่า แม่โคขาวลำพูนทั่วไปจะยอมปล่อยนมมากขึ้นและให้นมได้มากกว่า ถักรีดโดยใช้ลูกของมันร่วมกระตุ้นก่อนการรีด

คำนำ

โคพื้นเมืองในประเทศไทยเป็นโคใช้งานและไม่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้เหมาะสำหรับการรีดนมมาก่อน นิรันดร (2529) พบว่า การนำลูกโคมาร่วมกระตุ้นแม่โคก่อนรีดนม โดยให้ลูกคูดนมแม่ก่อนรีดประมาณไม่ถึงนาที แล้วแยกกลุ่มลูกโคไว้ให้แม่โคเห็นลูกได้ สามารถกระตุ้นให้แม่โคพื้นเมืองขาวลำพูนปล่อยนมให้

คนรีดได้ Mahadevan (1966) พบว่า โคเขตร้อนส่วนใหญ่ ต้องใช้ลูกกระตุ้น ก่อนรีดนมแม่ แต่ก็มีผู้พบว่า เพียงแต่นำลูกโคมาปรากฏตัวต่อหน้าแม่โคก่อนรีดและขณะรีดนม ก็สามารถช่วยกระตุ้นให้แม่โคอินทรีย์บางฝูง (McDowell 1972) หรือโคพื้นเมืองเขตร้อนอื่น (Villegas 1939) ยอมปล่อยนมให้รีดได้ การไม่ต้องจัด-

การเอาลูกมาดูคนแม่ก่อนรีด แล้วจึงดึงลูกโคแยกออกนั้น ทำให้สะดวกต่อการรีดนมประจำวันอย่างยิ่ง การทดลองที่กล่าวต่อไปในรายงานนี้มีวัตถุประสงค์ว่า ถ้าไม่เอาลูกมารวมกระตุ้นแม่โคขาล่าพุนก่อนรีดแล้ว จะมีผลต่อการปล่อยนม และ ต่อปริมาณน้ำนมที่จะได้เพื่อการบริโภค ใน ครอบครัว ของ ผู้เลี้ยง ใน ชนบทอย่างไร

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ใช้แม่โคพื้นเมืองขาล่าพุน ที่ทะยอยคลอดระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2529 ถึงมิถุนายน 2530 จำนวน 14 ตัว ในฟาร์มโคเนื้อของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่พร้อมกับลูกของมัน โคเหล่านี้ได้รับการเลี้ยงดูเป็นฝูงก่อนการทดลองมาตลอด และไม่เคยผ่านการฝึกรีดนมมาก่อน เมื่อโคคลอดลูกแล้ว แยกแม่โคพร้อมกับลูกโคออกจากฝูงใหญ่นำมาเลี้ยงในแปลงหญ้าและคอกที่จัดเตรียมไว้สำหรับทดลอง หลังคลอดประมาณ 1 เดือนก็เริ่มแยกลูกโคออกจากแม่โค ในตอนเย็นและเริ่มนำแม่โคมาฝึกรีดนมเฉพาะตอนเช้า ในเวลาประมาณ 7.00 น. ในชองรีดซึ่งมีที่หนีบคอก เริ่มแรกได้ฝึกรีดโดยไม่ปล่อยให้ลูกโคดูคนแม่ก่อนรีดอีกทั้งไม่ได้ให้อาหารใดๆ แก่แม่โคในขณะที่รีดนมตลอดการศึกษานี้ และเริ่มบันทึกปริมาณน้ำนมที่รีดได้ทุกวันเป็นต้นไป หลังรีดนมเสร็จแต่ละครั้งได้ปล่อยให้ลูกโคกับแม่โค อยู่ด้วยกันในแปลง-

หญ้าตลอดวัน

หลังจาก ที่โค คู้นเคย ต่อการ รีด นม 1 สัปดาห์แล้วก็เริ่มทดลอง โดยในวันแรกนำลูกโคมาดูคนแม่โคก่อนรีดประมาณ 1 นาที จากนั้นแยกลูกโคออกจากแม่ แล้วนำลูกโคขังไว้ในคอกซึ่งห่างจากแม่โคออกไปประมาณ 2 เมตร รีดนมแม่โคจนหมดเต้าแต่ไม่เกิน 10 นาที วันที่สองนำแม่โคมารีดนมโดยไม่นำลูกโคมากระตุ้นและรีดนมจนหมดเต้าในเวลาไม่เกิน 10 นาที เช่นกัน ในวันถัดๆ ไปได้รีดนมโดยนำลูกโคมากระตุ้น และไม่นำลูกโคมากระตุ้นสลับกันวันเว้นวัน รวมรีดนมโดยนำลูกโคมากระตุ้นและไม่นำลูกโคมากระตุ้นวิธีการละ 7 วัน แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณน้ำนมที่รีดได้รวมจากแต่ละวิธีการ โดยการเปรียบเทียบข้อมูลเป็นคู่ๆ ภายในแม่โคตัวเดียวกัน (Snedecor and Cochran 1967) รวม 14 แม่ หลังจากนั้นยังคงรีดนมต่อไป โดยวิธีนำลูกโคมากระตุ้นทุกวันเพื่อการศึกษาเรื่องอื่นต่อไป

ผลการทดลองและวิจารณ์

จาก การ รีด นม โค พื้นเมือง ขาล่าพุน โดยกระตุ้นก่อนรีดนม ด้วยการให้ลูกโคดูคนแม่ก่อนการรีด และไม่นำ ลูกโคมา กระตุ้น ก่อนรีดนม ปรากฏว่าปริมาณน้ำนมรวมใน 7 วันของการรีดนม โดยวิธีแรกได้น้ำนมมากกว่า วิธีหลัง ($P < .01$) ตามตารางที่ 1 สอดคล้องกับรายงานของ Olatoku (1974) ซึ่งรายงานว่าการ-

มาดหน้านม โคลิฟอร์มเมืองของประเทศโคลัมเบียที่
รีดโดยนำลูกโคมาคูดนมก่อนรีดนมให้นม 701
กก. ต่อระยะการให้นม โคลิที่รีดนมโดยไม่นำ
ลูกโคมากระตุ้นให้นมเพียง 322 กก. ต่อระยะ
การให้นม จากการศึกษาในโคลิฟอร์มเมืองชาวลา-
พูนนี้พบว่า การนำลูกโคมาคูดนมก่อนรีดนม
ก่อให้เกิดกลไก การปล่อยนม และรีดนม ได้ง่าย
เมื่อลูกคูดนมแม่โค แม่โคเกร็งและโยกลำตัวไป
ด้านหน้าพร้อมกบปัสสาวะออกมาใช้เวลากระตุ้น
15-60 วินาที หลังจากลูกโคกระตุ้นแล้วเต้านม
และหัวนมเต่งตึงขึ้นเนื่องจากมีน้ำนมขังอยู่ แม่
โคยินยอมให้รีดนม ออกแรงเพียงเล็กน้อยก็
รีดนมออกได้ ให้ความเร็วรีดนมจนหมดเต้า 4-7
นาที หลังรีดนมเต้านมและหัวนมยุบตัวอ่อน
และยานลง การกระตุ้นก่อนรีดนมเกิดผลอย่าง
มาก ทำให้เกิดการปล่อยนมกับโคลิส่วนใหญ่
น้ำนมที่ได้รับ จากการ รีด นม โดยนำลูกโค มา
กระตุ้น มากกว่าที่ได้รับจากการไม่นำลูกโคมา
กระตุ้นแตกต่างกันอย่างชัดเจน (ตารางที่ 1)
อย่างไรก็ตามมีโคบางตัว (เบอร์ 100) ที่การ
กระตุ้นมีผลต่อการปล่อยนมไม่มากนัก น้ำนม
ที่ได้จากการรีดนม โดยนำลูกโค มากระตุ้น และ
ไม่นำลูกโคมากระตุ้นเกือบไม่ต่างกัน แม้ไม่ได้
รับการกระตุ้นก็รีดนมออกได้ง่าย อารมณ์ดี
และเชื่องเมื่อเทียบกับโคตัวอื่น

การไม่นำลูกโคมากระตุ้นก่อนรีดนมทำ-
ให้รีดนมได้ยาก เนื่องจากไม่เกิดกลไกการปล่อย

นม ต้องออกแรงรีดนมมาก รุหัวนมไม่ขยาย
น้ำนมไหล ออกมา เป็นสาย เล็ก และพุ่ง ออกมา
แรง ใช้เวลารีดนมจนหมดเต้า 3-8 นาที
ลักษณะ เต้านมก่อน และหลัง รีดนม ไม่ต่างกัน
มากนัก โดยเต้านมหดแข็งเป็นก้อน ส่วน
หัวนมนั้นอ่อนลงหลังจากรีด

สำหรับโคบางตัว เช่น เบอร์ 136 คอบ
สนองต่อการกระตุ้นด้วยการคูดนมของลูก โดย
ยอมปล่อยนม ให้รีดได้บ้าง ในระยะแรก ๆ เท่า
นั้น การกระตุ้นให้ผลน้อยลงในระยะหลัง น้ำ
นมที่รีด ได้จากการ กระตุ้น ในสัปดาห์แรกมาก
กว่าในสัปดาห์หลังถึง 1 เท่าตัว จากตารางที่ 1
โคเบอร์ 136 ให้นมเมื่อนำลูกโคมากระตุ้นใน
ระหว่างการทดลอง 4410 มล. ส่วนหลังการ
ทดลอง ให้นมในระยะ 7 วันถัดไป โดยมีลูก
กระตุ้นเพียง 2220 มล. เท่านั้น ปรากฏว่าใน
ระยะหลังเมื่อนำลูกโคมากระตุ้นต่อไป แม่โค
นั้นก็กลับแสดงอาการตื่นตกใจฉับพลัน ไม่ยอมให้
ลูกคูดนม ยกขาเตะ โกงลำตัวขึ้น ไม่ปัสสาวะ
เมื่อลูกคูดนม ลักษณะเต้านมและหัวนมก่อน
นำลูกโคมากระตุ้นเต่งตึงกว่าหลังกระตุ้น ใน
ระหว่างรีดนมและหลังรีดนมแล้วเต้านมและหัว
นมมีลักษณะไม่ต่างกันมากนัก กล่าวคือเต้านม
หดแข็งหัวนมเหี่ยวอ่อน รีดนมออกยาก ใช้
เวลารีดนมสันประมาณ 2-4 นาทีนมก็หยุดไหล
แล้ว จากข้อมูลทั้งหมดดังกล่าวสันนิษฐานได้
ว่า สาเหตุที่โคไม่ปล่อยนม เป็นเพราะโคเรียน

Table 1 Milk yields from White Lampoo cows in each 7 day period, before, during and after stimulation experiment

Cow no.	Before		During experiment		After experiment
	experiment	no suckling	suckling	no suckling	suckling
100	4900		5240	4820	5460
113	1950		5590	1930	6150
136	4300		4410	3150	2220
130	880		2010	870	1860
109	980		4430	710	3640
129	820		5110	700	3930
134	950		750	730	800
118	2380		2060	1260	4190
133	3470		3630	2350	1670
162	900		920	550	520
165	1230		4980	920	4520
163	1100		1940	750	1680
101	2490		5110	2240	4710
137	3450		5000	3590	6860
Mean	2129		3656 ^a	1755 ^b	3444

Values with different subscripts are highly significant ($p < .01$)

รู้การอ่อนน้อมไว้เพื่อให้ลูกกินหลังรีตนม หรือ โคนไม่ชอบการกระตุ้นที่ปฏิบัติเนื่องจากหลังลูก คุณนมได้ แยกลูกออกไปข้างไว้ ในคอกต่างหาก ความกังวลห่วงใยลูกอาจเป็นสาเหตุให้ epinephrine หลั่งออกมาและขัดขวางการทำงานของ oxytocin นอกจากโคเบอร์ 136 แล้ว โคนเบอร์ 134,162 ก็แสดงพฤติกรรมอ่อนน้อมเช่นกัน นิสัยของโคนดังกล่าวปราศเปรี้ยวและตื่น ตกใจง่าย ซึ่งเป็นนิสัยที่เคยชินมาระหว่างอยู่ในฝูงรวม

เมื่อแยกลูกโคออกไปข้างหลังจากนำมาคูดนมก่อนรีตนม แม่โคทุกตัวแสดงอาการกังวล และห่วงใยลูก แม่โคที่เหลือมองตามขณะที่ลูก ถูกดึงแยกออกไป แม่โคบางตัวส่งเสียงขู่โดยการหายใจออกมาแรงจนเกิดเสียงดัง แสดงว่า โคนพื้นเมืองชาวลำพูนมีสัญชาตญาณของการเป็น แม่สูงคล้ายกับโคอินเดียน และโคพื้นเมืองในเขตร้อนตามที่ McDowell (1972) และ Barrett และ Larkin (1974) รายงานไว้ อย่างไรก็ตาม ในโคส่วนใหญ่อาการดังกล่าวค่อยๆ ลดลงและหายไปในเวลาประมาณ 7 วันหลังจากรีตนม โดยนำลูกมากระตุ้น

สำหรับโคที่ นำลูกมา กระตุ้นแล้วยังอ่อน นมอยู่ (เบอร์ 134, 162) ควรนำวิธีการอื่น มากระตุ้นแทน วิธีการใหม่ควรทำให้แม่โคลด ความกังวลลงด้วย อันได้แก่ นำลูกโคมาคูดนมแล้ว ผูกลูกโค ไว้ด้านหน้าแม่โค ขณะรีตนม

(McDowell, 1972; Barrett และ Larkin, 1974) หรือนำลูกโคมาผูกไว้ด้านหน้าแม่โค ขณะ รีตนม โดยไม่ ต้องนำลูก โคนมาคูดนมก่อน (Villigas, 1939; McDowell, 1972; Barrett และ Larkin 1974) การนำลูกโคมาผูกด้าน หน้าแม่โคอาจช่วยให้แม่โค คลายความกังวลลง McDowell (1974) กล่าวว่า การปรากฏตัวของ ลูกโคต่อหน้าแม่โคขณะรีตนมอาจมีผลทำให้แม่ โคนลดความกังวล ลงมากกว่าทำให้เกิดกลไกใน การปล่อยนมได้ดี

เนื่องจากอารมณ์ของโคนีผลต่อการปล่อย นม โคนที่เชื่องมักปล่อยนมได้ง่ายกว่าโคนที่มีนิสัย ตื่นตกใจง่าย ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง โคนที่ชาวบ้านเลี้ยงและโคที่ทดลอง โคนที่ชาว บ้าน เลี้ยงอาจ รีตนม ได้ง่ายกว่า เนื่องจาก โคนมี ความคุ้นเคยกับคนมากกว่า อย่างไรก็ตาม โคนที่ ทดลองเกือบ ทุกตัวสามารถ เรียนรู้ และ เคยชิน กับการรีตนมภายใน 3-7 วัน โคนที่เชื่องเรียน รู้ได้เร็วกว่าโคนที่มีนิสัยปราศเปรี้ยว

สรุป

โคพื้นเมืองชาวลำพูนมีนิสัยปล่อยนมยาก ก่อนรีตนมควรนำลูกโคมากระตุ้นก่อน การ กระตุ้น โดยนำลูกโค มาคูดนมก่อนรีต แล้วแยก ลูกโคออกไปข้างไว้ต่างหากในคอก เป็นวิธี กระตุ้นที่ได้ผลดีวิธีหนึ่ง โคนบางตัวไม่ตอบสนองการกระตุ้นให้ปล่อยนมอย่างเด่นชัด หรือ ไม่ตอบสนองการกระตุ้นอย่างสม่ำเสมอ ควรมี

การศึกษาวิธีการกระตุ้น ให้แม่โคปล่อยนมได้ดีขึ้นโดยวิธีอื่นต่อไป.

คำขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุน จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ส่วน นิสิตที่ร่วมปฏิบัติงานวิจัย ได้รับทุนการศึกษา จากโครงการอาหารสัตว์ไทย-เยอรมัน (TG-ANP) ผู้ร่วมงานใคร่ขอแสดงความขอบคุณ เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

ตันติศิรินทร์, ไกรสิทธิ์ (2525). อิทธิพลของนมต่อการพัฒนาเยื่อชน หน้า 17-28 ในนม นม สำหรับชาวบ้าน รวบรวม โดย จรัญ จันทลักษณ์ และ ศรเทพ ธีมวาศร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

พรหมพุกธา, เสวคนธ์ (2404). การศึกษาเกี่ยวกับการให้นม เปอร์เซ็นต์ไขมันของโคนมพันธุ์ต่างประเทศ พื้นที่เมืองและลูกผสม ณ หมวกโคนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน (วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

โพธิกานนท์, นิรันดร (2529). การผลิตนมดื่มในชนบท. เอกสารเผยแพร่วิชาการเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 14 หน้า.

Barrett, M.A. and P.J. Larkin. 1974. Milk and Beef Production in the Tropics. Oxford University Press, Oxford. 245 p.

Mhadevan, P. 1966. Breeding for milk production in tropical cattle. Commonwealth Agric. Bur., Farmham Royal, Bucks, England.

McDowell, R.E. 1972. Improvement of Livestock Production in Warm Climates. W.H. Freeman and Company, San Francisco. 711 p.

Olaloku, E.A. 1974. Problems and possibilities for milk production, pp. 43-65. In J. K. Loosli, V.A. Oyenuga and G.M. Babatunde (ed.). Animal Production in the Tropics. Heinemann Educational Books (Nigeria) Limited, Ibadan.

Snedecor, G.W. and W.G. Cochran. 1967. Statistical Methods. 6th ed., The Iowa State University Press, Ames, Iowa. 593 p.

Villegas, V. 1939. Livestock industries of Cochin China, Cambodia, Siam and Malaya. Philippine Agriculturist 27: 693-725.

การผลิตท่อเก็บตัวอย่างอาหารจากซิลิโคน เพื่อใช้ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

เทอดชัย เวียร์ศิลป์ และ ทศนีย์ อภิชาติสรางกูร

CANNULAS MADE OF SILICONE FOR DIGESTA COLLECTION IN RUMINANTS.

Therdchai Vearasilp and Tusanee Apeechartsarankoon

ABSTRACT : Silicone 5 mm and 3 mm thick was prepared for making rumen fistula and intestinal T-Shaped cannulas. Silicone was pressed and then shaped into forms using materials such as ceramic, metal and bamboo. The forms coated with silicone were placed in an autoclave at pressure 15 lbs/sq, in. for 2 hrs. After removing from the forms, the cannulas then were transferred to an oven at 200^o C for 2 hrs.

The bamboo form was more easily prepared than using metal and ceramic, respectively. Thickness stability, absence of water and air sacs in the silicone played an important role in the durability of the cannulas.

Cannulas made of silicone can be easily made in Thailand. The main advantage of this type of cannula is the minimal adverse effect produced if the animal lays on it or the animal catches the barrel or some object in the pen. Futhermore, damaged silicone-made cannulas can be replaced quickly without subjecting the animal to another surgical operation.

บทคัดย่อ: เตรียมซิลิโคนให้มีความหนา 5 มม. และ 3 มม. สำหรับใช้ผลิตท่อเก็บตัวอย่างอาหารจากกระเพาะรูเมน และลำไส้เล็กที่มีรูปตัวอักษรที (T-shaped) ตามลำดับ นำแผ่นซิลิโคนดังกล่าวมาวางทาบลงบนแบบพิมพ์และกดปรับรอยต่อให้เรียบ ต่อจากนั้นนำไปอบในหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 2 ชม. ถอดท่อเก็บตัวอย่างออกจากแบบพิมพ์แล้วอบในตู้อบ 200°ซ. 2 ชม. ทิ้งไว้ให้เย็น ใช้กรรไกรปรับแต่งส่วนละเอียดอีกครั้งหนึ่ง จากการทดลองใช้แบบพิมพ์ที่ทำจากดินเผาเคลือบ, แท่งเหล็กกล้าผิวเรียบ และไม้ไผ่ พบว่าการเตรียมแบบพิมพ์จากไม้ไผ่ทำได้ง่ายและมีราคาถูกที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแท่งเหล็กกล้าผิวเรียบ และดินเผาเคลือบตามลำดับ การเตรียมแผ่นซิลิโคนให้มีความหนาสม่ำเสมอ และไม่มีหยดน้ำ หรือ ฟองอากาศอยู่ภายใน จะทำให้ท่อเก็บตัวอย่างมีคุณภาพดี และทนทานต่อการใช้งาน

ท่อเก็บตัวอย่างที่ผลิตจากซิลิโคน สามารถผลิตได้เองภายในประเทศ และลดอันตรายที่จะเกิดจากการนอนทับหรือเสียดสีกับคอกของสัตว์ทดลอง และเมื่อท่อเก็บตัวอย่างชำรุดก็สามารถเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องทำการผ่าตัดใหม่.

คำนำ

ในการศึกษาเกี่ยวกับการย่อย และเมตาบอลิซึมของอาหาร ในสัตว์ เคี้ยวเอื้อง ให้ได้ผลชัดเจนในทุกส่วนของทางเดินอาหาร จำเป็นที่ต้องใช้สัตว์ ทดลองที่ได้รับ การผ่าตัด ผ่าท่อเก็บตัวอย่าง (cannula) ในส่วนต่างๆ ของทางเดินอาหาร ได้แก่ กระเพาะรูเมน (rumen) ลำไส้เล็กส่วนต้น (proximal duodenum) และลำไส้เล็กส่วนปลาย (terminal ileum) ท่อเก็บตัวอย่างที่ใช้ยู่ปัจจุบัน ส่วนมากจะเป็นท่อชนิดที่ผลิตมาจากวัสดุแข็ง และต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ เนื่องจากไม่ได้มีการผลิตเพื่อใช้ขึ้นเองในประเทศ

วัสดุที่นำมาใช้ผลิต ทำท่อเก็บ ตัวอย่างมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน แบ่งได้เป็นสองประเภท ได้แก่ วัสดุชนิดแข็ง เช่น พี.วี.ซี (P.V.C) และวัสดุชนิดที่มีความอ่อนตัว เช่น ยาง การที่จะนำวัสดุชนิดใดมาผลิต ท่อเก็บ ตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานทดลอง และพิจารณาณของผู้ทำการทดลองนั้นๆ

ซิลิโคน (silicone) เป็น โพลิเมอร์ (polymer) ของสารประกอบอินทรีย์ (organic compound) ที่มีซิลิคอน (silicon) จับตัวอยู่ด้วย เมื่อนำมาผ่านความร้อนจะให้สารที่มีคุณสมบัติอ่อนตัวเหมือน ยางแต่มีความ เหนียว สูง

กว่า สามารถคงรูปอยู่ได้ตลอดไป ทนต่ออุณหภูมิที่ผันแปร และไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีใดๆ ทำให้มีการสังเคราะห์ขึ้นมาใช้กิจการอุตสาหกรรม กันอย่าง กว้างขวาง (Bell and Lott, 1966)

จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้มีการนำซิลิโคนมาสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ ในงาน ทดลอง หลาย

ชนิดเนื่องจากผู้ทดลองสามารถ ออกแบบ ให้ได้รูปแบบต่างๆ กันตรงตามวัตถุประสงค์มากที่สุดด้วยตัวเอง ในการทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะนำซิลิโคนมาผลิตท่อเก็บตัวอย่างอาหารขึ้นใช้เองภายในประเทศ เพื่อใช้ในงานทดลองด้านอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การเตรียมซิลิโคน

ซิลิโคนที่ใช้มีชื่อการค้าว่า HTV Silicone rubber R 401/50, L 2B* สีขาวขุ่น ลักษณะการบรรจุจะอยู่ในลักษณะที่เป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือเป็นแผ่นหนาประมาณ 8 มม. น้ำหนัก 10 กก. แบ่งซิลิโคนมาในปริมาณที่พอเหมาะับขนาดของท่อเก็บตัวอย่างอาหารนำมาแผ่ให้เป็นแผ่นโดยวางก้อน ซิลิโคนลงบนพื้นที่รองรับด้วยแผ่นพลาสติกชนิดหนาเพื่อป้องกันไม่ให้ซิลิโคนติดแน่นกับพื้น ทำการแผ่ซิลิโคนให้เป็นแผ่นบางขนาดประมาณ 5 มม. สำหรับท่อเก็บตัวอย่างจากกระเพาะรูเมน (rumen fistula) และ 3 มม. สำหรับท่อเก็บตัวอย่างจากลำไส้เล็ก (small intestinal cannula) โดยใช้ลูกกลิ้งไม้สำหรับ นวดแป้ง รีดก้อนซิลิ-

โคนไปมาจนได้ขนาดที่ต้องการ ตามรูปที่ 1 ถ้าเป็นซิลิโคนที่เป็นแผ่นหนาขนาด 8 มม. จะกระทำได้ค่อนข้างง่าย แต่ถ้าเป็นซิลิโคนชนิดที่เป็นแท่ง จะต้องใช้เวลาและแรงงานพอสมควร ในการนี้มีวิธีการที่ประหยัดแรงงานและเวลา ได้ โดยใช้แผ่นเหล็กหนา 8 มม. ขนาด 30×30 ซม. จำนวน 2 แผ่น ประกบกันบนและด้านล่างของก้อนซิลิโคน ใช้แผ่นพลาสติก ชนิดหนา รองรับ ซิลิโคน ทั้งสองด้าน นำแผ่นเหล็กทั้งสองแผ่นที่ประกบ ก้อนซิลิโคน สอดไว้ในช่องที่สูงประมาณ 30 ซม. ช่องนี้จะต้องแข็งแรงพอที่จะต้านทานแรง อีกจำนวน มากๆ ได้ ใช้แม่แรงรถยนต์วางตรงกลางแผ่นเหล็กแผ่นบนแล้วอัด ส่วนปลาย ของแม่แรงเข้ากับเพดานบนของช่องนั้น แรงอัดจากแม่แรง

*Wacker-Chemie GmbH, 8000 Munchen 22, West-Germany.

ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย : บริษัท บางรักมาร์เก็ตติ้ง จำกัด.

จะกดแผ่นเหล็ก อัดก้อนซิลิโคนให้แบนราบ จนได้ขนาดความหนาที่ต้องการ ต่อจากนั้นนำแผ่นซิลิโคนมารีดตักแต่งด้วยลูกกลิ้ง ไม้อีกครั้ง หนึ่งจนได้ขนาดหนาที่ต้องการ

ชนิดกัน ได้แก่ ดินเผาเคลือบ, ไม้ไผ่ และ แท่งเหล็กกลิ้งผิวเรียบ ลักษณะของท่อเป็นแบบรูปตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวที (T-shaped) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขอบด้านนอก 2.2 ซม.

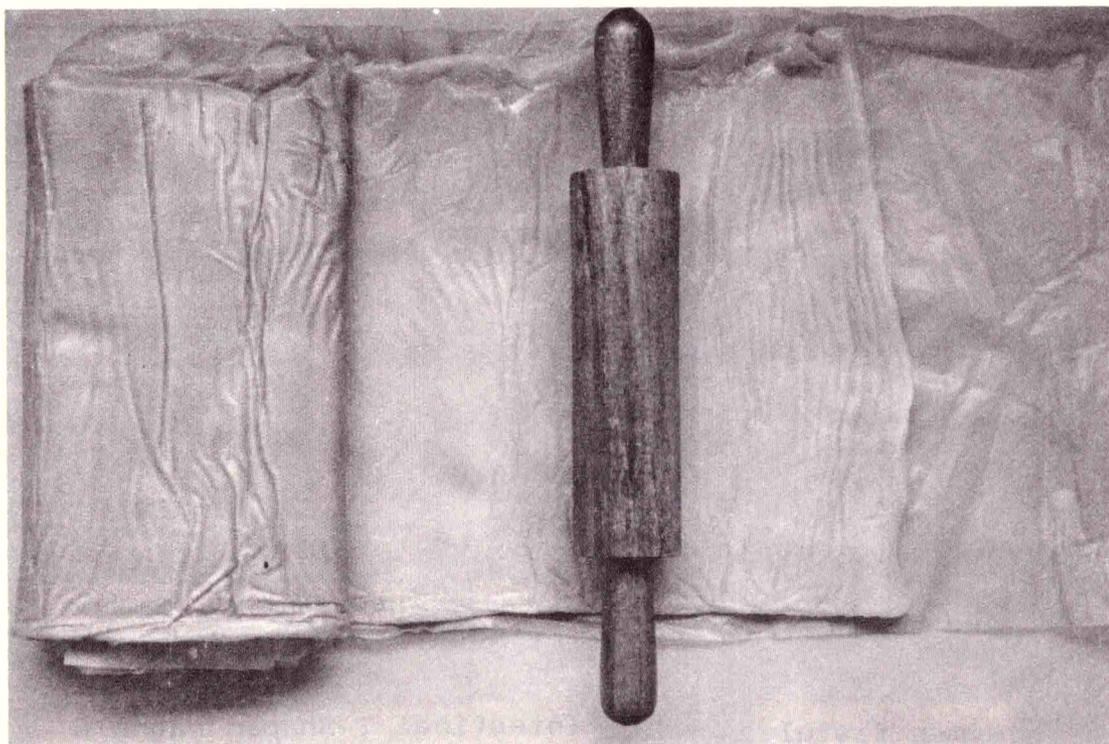


Figure 1 Preparing the silicone for a desired thickness.

แบบพิมพ์

ท่อเก็บตัวอย่างจาก กระเพาะ รูเมน : แบบพิมพ์ท่อชนิดนี้ ทำมาจากดินเผาเคลือบมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขอบด้านนอก 22 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลางขอบด้านใน 10 ซม. ระยะห่างระหว่างผิวผนังของท่อที่อยู่ภายในกระเพาะรูเมนกับผิวผนังด้านนอกลำตัว 4 ซม.

ท่อเก็บตัวอย่างจากลำไส้เล็ก: แบบพิมพ์ที่ใช้ ในการ ทดลอง ครั้งนี้ ทำมาจาก วัสดุหลาย

ความยาวของท่อส่วนด้านบนของตัวอักษรที ที่จะฝังในบริเวณลำไส้เล็ก 9 ซม. และความยาวของท่อที่ต่อจากลำไส้เล็กมายังภายนอกลำตัวที่เป็นส่วนด้านล่างของรูปตัวอักษร ที 14 ซม. แบบพิมพ์ชนิดนี้ถอดแบ่งได้เป็นสองส่วน ได้แก่ส่วนด้านบนของรูปตัวอักษร ที ที่เจาะรูตรงกึ่งกลางด้านความยาวส่วนหนึ่ง สำหรับให้อีกส่วน ได้แก่ส่วนล่างของ ตัวอักษร ทีสอดเข้า

ไปได้ เพื่อความสะดวกในการถอดแบบพิมพ์
ออกเมื่อทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว แบบพิมพ์ท่อ
เก็บตัวอย่าง จาก กระเพาะ รูเมน และ ลำไส้ เล็ก
แสดงไว้ในรูป 2

ความหนา 3 มม. หุ้มรอบแบบพิมพ์ท่อเก็บ
ตัวอย่างจากลำไส้เล็กให้รอบ ประสานรอยต่อ
ระหว่างแผ่นซิลิโคนให้เชื่อมสนิทอย่าให้มีรูรั่ว
ใช้นิ้วมือ ตกแต่ง บริเวณส่วนปลาย ทั้งสามด้าน

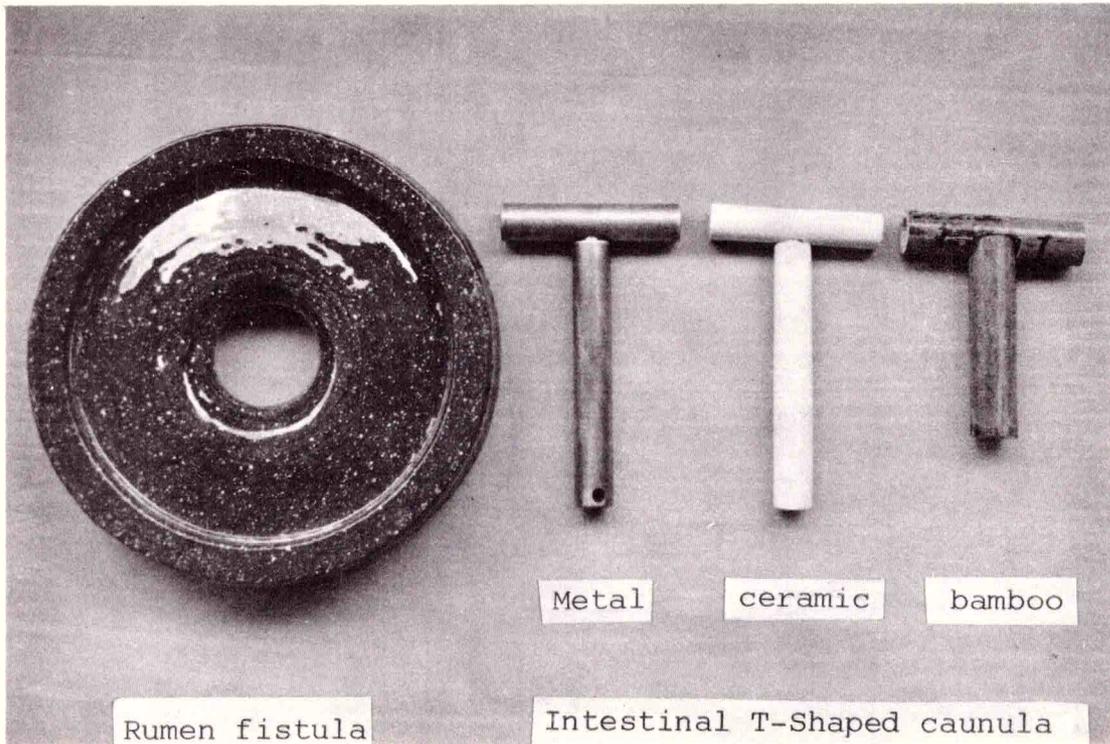


Figure 2 Forms made of different materials for making rumen fistula and intestinal cannula.

วิธีการ

นำแผ่นซิลิโคนที่รีดให้มีความหนา 5 มม.
ทาบและกดให้เรียบลงบนแบบพิมพ์ท่อเก็บตัว
อย่างจากกระเพาะรูเมน ใช้นิ้วกดประสาน
เชื่อมรอยต่อ ระหว่าง แผ่นซิลิโคน ทั้งด้านนอก
และด้านในของแบบพิมพ์ให้สนิท ตกแต่งผิว
และขอบทุกด้านให้เรียบร้อย สำหรับการทำท่อ
เก็บตัวอย่างจากลำไส้เล็ก ใช้แผ่นซิลิโคนที่มี

ของแบบพิมพ์ให้หนาขึ้นมาเล็กน้อย ปรับแต่ง
ผิวส่วน ที่เป็นรอยต่อ ระหว่างด้านบน และด้าน
ล่างของแบบพิมพ์ให้หนากว่าปกติเล็กน้อย แต่ง
ผิวให้เรียบ

แบบพิมพ์ที่หุ้มโดยซิลิโคนเรียบร้อยแล้ว
แสดงในรูปที่ 3

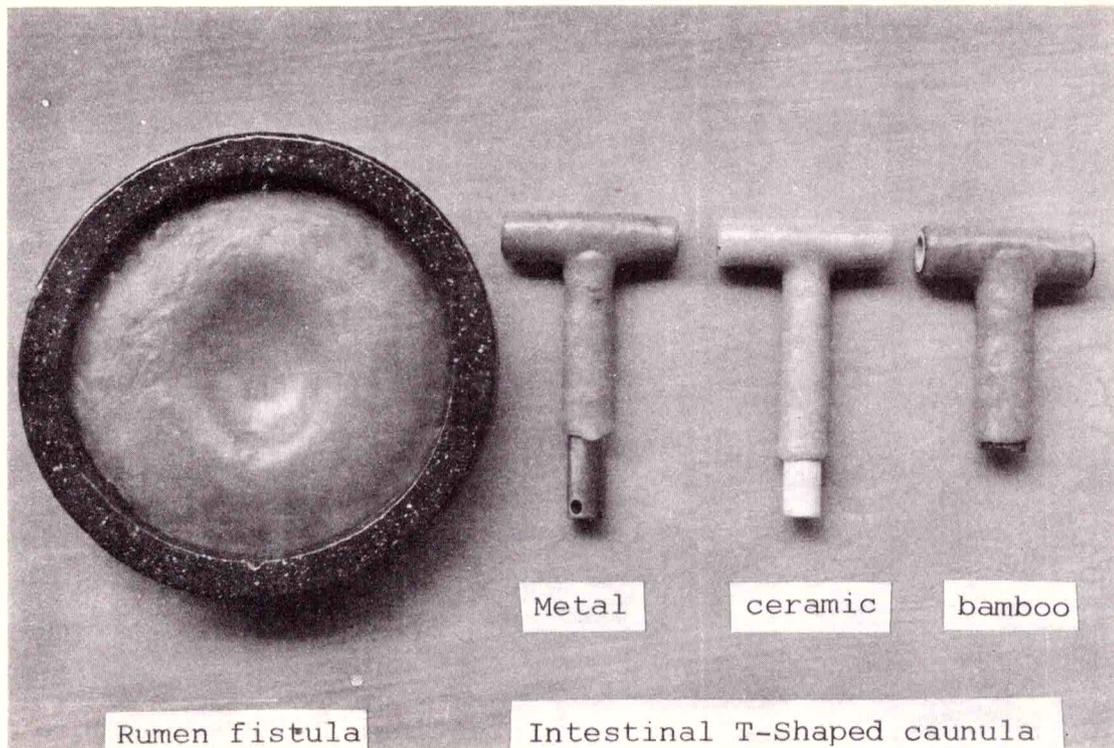


Figure 3 Forms coated with silicone for rumen fistula and intestinal cannula.

นำแบบพิมพ์ที่หุ้มด้วย ซิลิโคนเรียบร้อยแล้วเข้าไปในหม้อหนึ่ง ความดัน ที่อุณหภูมิ 130° ซ ความดัน 15 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 2 ชม. หลังจากนั้นถอดท่อเก็บตัวอย่างออกจากแบบพิมพ์ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 200° ซ เป็นเวลา 2 ชม. ทั้งนี้แล้วแต่คุณสมบัติ เฉพาะตัวของ ผลิตภัณฑ์ซิลิโคนที่ผลิตเป็นการค้าโดยบริษัทต่างๆ ต่อจากนั้นนำมาตกแต่งส่วนละเอียดบริเวณขอบ และผิวด้วยกรรไกรให้เรียบร้อย สวยงาม พร้อมทั้งจะนำไปใช้งานได้ที่ทันที ท่อเก็บตัวอย่างจากกระเพาะรูเมนและลำไส้เล็กที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว

แสดงไว้ในรูปที่ 4

วิธีนมหที่ทำกาการผ่าตัดใส่ท่อเก็บตัวอย่างจากกระเพาะรูเมนและลำไส้เล็กบริเวณส่วนต้น (Proximal duodenum) และส่วนปลาย (Terminal ileum) แสดงไว้ในรูปที่ 5 และ 6

ผลการทดลองและวิจารณ์

ในการทดลองครั้งนี้ใช้แบบพิมพ์ที่ทำมาจากดินเผาเคลือบเป็นแบบพิมพ์สำหรับ ทำ ท่อเก็บตัวอย่างจากกระเพาะรูเมน ในขณะที่การทำท่อเก็บตัวอย่างจากลำไส้เล็ก ทดลองใช้แบบพิมพ์ที่ทำมาจากวัสดุต่างชนิดกัน ได้แก่ ดินเผาเคลือบ, แก่งเหล็กกลึงผิวเรียบ และไม้ไผ่ ทั้ง

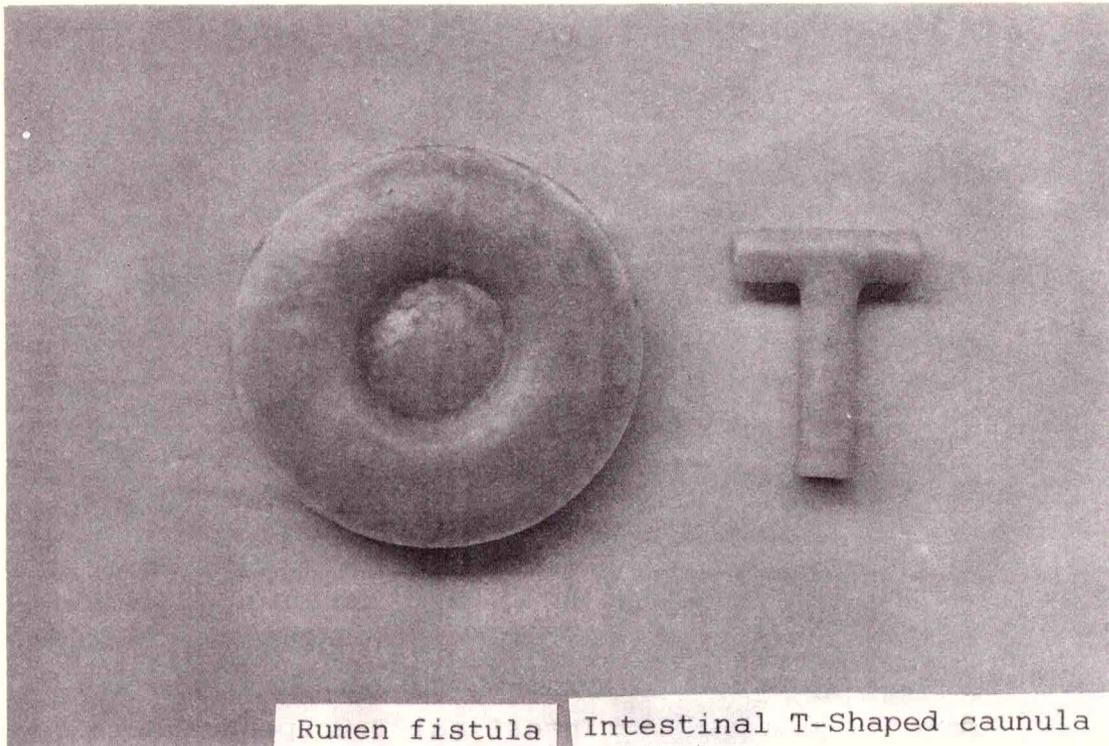


Figure 4 Rumen fistula and intestinal cannula made of silicone.

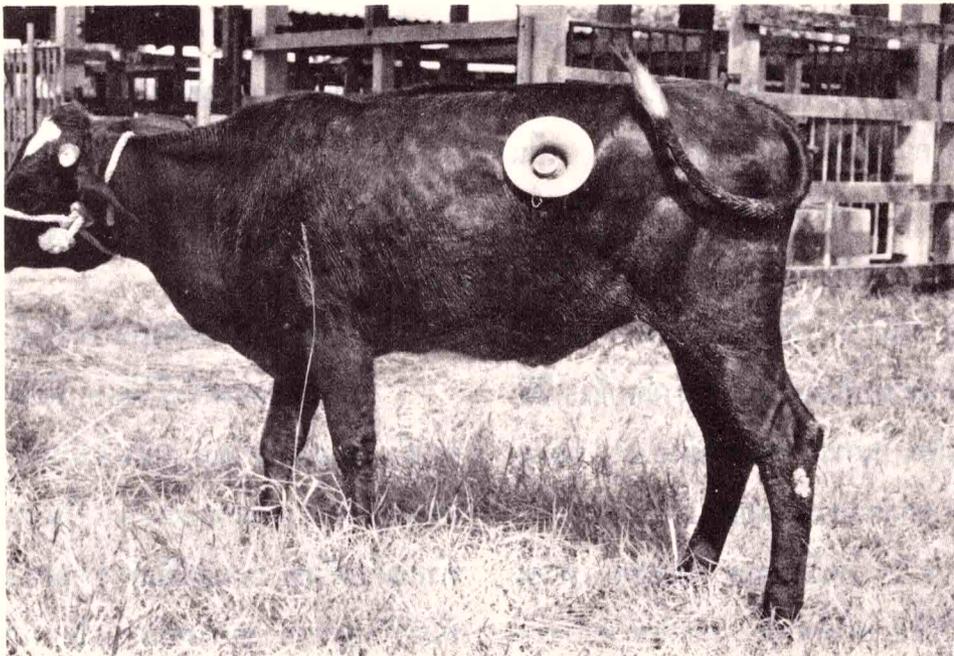


Figure 5 Cow fitted with rumen fistula.

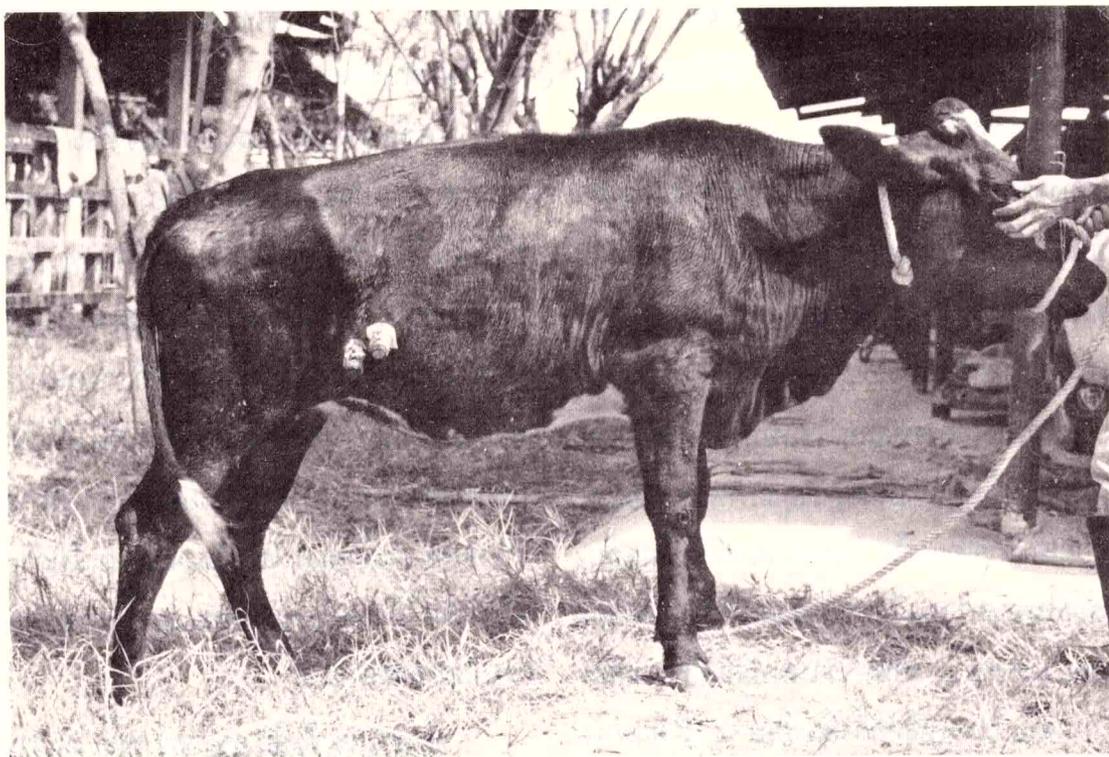


Figure 6 Cow fitted with intestinal cannulae.

นี้เนื่องจากว่าท่อเก็บตัวอย่างจากกระเพาะรูเมน มีขนาดค่อนข้างใหญ่ หนา และมีรูปร่างลักษณะ บางประการที่ต้องการมีการตกแต่งแบบพิมพ์ใน ระหว่างขั้นตอนการปั้นดินเหนียวให้ได้รูปแบบ ใกล้เคียงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการมากที่สุด ทำให้โอกาสที่จะใช้วัสดุชนิดอื่นมีจำกัด เมื่อเปรียบ เทียบกับแบบพิมพ์สำหรับทำท่อเก็บตัวอย่างจาก ลำไส้เล็กที่มีขนาดเล็กและรูปแบบง่ายกว่า

ในการเตรียมแบบพิมพ์สำหรับทำท่อเก็บ ตัวอย่างจากลำไส้เล็กพบว่า การใช้ไม้ไผ่มีราคา ถูกและง่ายที่สุด แต่อาจจะมีข้อจำกัดในด้าน ความสม่ำเสมอของขนาดไม้ไผ่ที่จะแตกต่างกัน

แต่การแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยนี้ ก็ไม่น่าที่จะมี ผลกระทบ ถึง การนำไปใช้ประโยชน์แต่อย่างใด การเตรียมแบบพิมพ์ที่ทำให้ได้ขนาดตรง ตามความต้องการมากที่สุดได้แก่ การเตรียม จากแท่งเหล็กกึ่งผิวเรียบ แต่เนื่องจากว่าใน หม้อหนึ่งความดันจะเปิดโอกาสให้อิฐน้ำมาสัมผัส กับผิวแท่งเหล็ก มีผลทำให้เกิดสนิมขึ้นได้ ดังนั้น หลังจากการนำมาใช้ทุกครั้งสมควร ที่จะ เช็ดแบบพิมพ์ให้แห้งแล้วชะโลมด้วยน้ำมัน เพื่อป้องกันการเกิดสนิมดังกล่าว หรือเปลี่ยน จาก เหล็กธรรมดา เป็น เหล็ก สแตนเลส ก็ จะ สามารถป้องกันสนิมได้เช่นกัน

แบบพิมพ์ที่ทำจากดินเผาเคลือบ จะต้องเตรียมแบบพิมพ์ด้วยดินเหนียว ให้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดที่ต้องการ 12.5 – 13.0 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากว่าภายหลังการนำแบบพิมพ์ไปเผาแล้ว ขนาดจะลดลงในอัตราส่วนดังกล่าว (กาญจนะ, คิตตอส่วนตัว) มีผลทำให้ได้แบบพิมพ์ขนาดเท่าที่ต้องการพอดี

ผลจากการทดลองใช้แบบพิมพ์ ที่ทำจากวัสดุต่างชนิดกัน ปรากฏว่าคุณภาพของท่อเก็บตัวอย่างใกล้เคียงกัน จะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยในด้านความเรียบของผิวผนัง ด้านใน ของท่อเก็บตัวอย่าง ที่พบว่าแบบพิมพ์ที่ทำจากดินเผาเคลือบและเหล็กกล้าผิวเรียบ จะให้ผิวผนังด้านในที่เรียบกว่าแบบพิมพ์ที่ทำจากไม้ไผ่ แต่อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างเพียงเล็กน้อยนี้ไม่มีผลต่อการนำไปใช้ประโยชน์แต่อย่างใด

วิธีการที่จะถอดท่อเก็บตัวอย่างจากแบบพิมพ์ที่สะดวกที่สุด กระทำโดยใช้แท่งเหล็กขนาดกว้างประมาณ 7–9 มม. หนา 1 มม. ปลายมนเรียบ สอดเข้าไปในช่องระหว่างผิวผนังด้านในของท่อเก็บตัวอย่าง กับผิวผนังด้านนอกของแบบพิมพ์ เพื่อทำการแยกผิวผนังทั้งสองให้ออกจากกัน อาจจะเทน้ำสบู่เข้าไปในช่องนี้ด้วยก็ได้ เพื่อหล่อลื่นทำให้ถอดท่อเก็บตัวอย่างได้ง่ายขึ้น ซึ่งตามปกติแล้วหลังจากผ่านการนั่งด้วย ไอน้ำร้อนในหม้อหนึ่ง ความดันจะมีแรงดึงดูดระหว่างผิวผนังทั้งสองส่วนนี้มาก

พอสมควร ทำให้การถอดท่อเก็บตัวอย่างจากแบบพิมพ์ทำได้ลำบาก

ปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่ง ที่จะทำให้การทำท่อเก็บตัวอย่างได้ผลดีก็คือ การเตรียมซิลิโคนที่ดี แผ่นซิลิโคนที่จะนำไปกดทาบลงบนแบบพิมพ์ จะต้องมีความหนาสม่ำเสมอทุกจุด จะมีผลทำให้ท่อที่ได้มีคุณภาพดีและทนทานต่อการใช้งาน การเตรียมซิลิโคนที่ทำให้เกิดการบางผิดปกติในบางจุด เมื่อนำมาทำเป็นท่อเก็บตัวอย่างแล้วจะทำให้บริเวณนั้นบางไปด้วย เมื่อนำไป ใช้งาน ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง จะเกิดการฉีกขาดเสียหายได้

ข้อควรระวัง อีก ประการ หนึ่ง ในการเตรียมซิลิโคนก็คือ หยดน้ำที่ติดอยู่กับซิลิโคน เนื่องจากว่า ถ้าเก็บซิลิโคนไว้ในที่ ที่มีอุณหภูมิสูงหรือในฤดูร้อน ซิลิโคนอาจจะอ่อนตัวมากเกินไป จึงได้ทำการเก็บไว้ในตู้เย็น ทำให้หยดน้ำมีโอกาสดูดติดอยู่กับผิวของซิลิโคนได้ เมื่อนำ ซิลิโคนไปนวดและรีดให้ เป็นแผ่นบางกรรมวิธีในการนวดอาจจะทำให้มีหยดน้ำแทรกตัวอยู่ภายในเนื้อของซิลิโคน และเนื่องจากว่าหยดน้ำเหล่านี้ไม่สามารถที่จะรวมตัวเข้ากับเนื้อซิลิโคนได้ เมื่อนำเอาซิลิโคนเข้าไปนั่งในหม้อหนึ่งความดัน ความร้อนจะทำให้หยดน้ำกลายเป็นไอและขยายตัวเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้เกิดเป็นโพรงอากาศแทรกอยู่ ในเนื้อของซิลิโคนที่ ทำเป็นท่อเก็บตัวอย่าง ทำให้ความหนาหรือ

ความแข็งแรงของท่อเก็บตัวอย่างลดน้อยลงไป
ได้ วิธีการป้องกันการเกิดโพรงอากาศ สามารถ
ทำได้ โดย ระวังอย่าให้มีหยดน้ำ เกาะ ติดอยู่กับ
ซิลิโคน ถ้าจำเป็นที่จะเก็บซิลิโคนไว้ในตู้เย็น
ก็ควรที่จะบรรจุซิลิโคนลงในถุงพลาสติกที่หนา
พอที่จะป้องกันน้ำไม่ให้เข้าไปได้ เมื่อนำ
ซิลิโคนออกมาจากตู้เย็น ก็ควรที่จะวางทิ้งเอาไว้
ช่วงระยะเวลาหนึ่ง ปล่อยให้โอกาสให้หยดน้ำ
ระเหยออกไปให้หมดเสียก่อน สถานที่ที่ใช้
เตรียมซิลิโคนก็ควรที่จะแห้ง ไม่มีน้ำเกาะติดอยู่
บนแผ่นพลาสติกหรือโต๊ะแต่อย่างใด

เศษของซิลิโคนที่เหลือ จากการ ตกแต่ง
แบบพิมพ์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อีก
โดยนำเศษเหลือเหล่านี้นามาคให้เป็นเนื้อเดียวกัน
จะมีคุณสมบัติเท่าเทียมและใช้ประโยชน์
ได้เหมือนกันทุกประการ

ท่อเก็บตัวอย่างที่ทำมาจากวัสดุแข็ง และ
ผ่าตัดฝังเข้ากับลำตัวสัตว์ทดลอง มีโอกาส
ที่จะทำอันตรายให้กับตัวสัตว์ได้ ถ้าสัตว์ล้มตัว
ลงนอนทับหรือเสียดสีกับคอก จะทำให้เกิดแรง
กดกระแทก โดยตรงกับตัวสัตว์ทดลองนั้น ๆ
(Dougherty, 1981) ด้วยสาเหตุนี้ ในสัตว์
ทดลองที่ได้รับการผ่าตัดท่อเก็บตัวอย่างทั้งสอง
ด้านของลำตัว ได้แก่ กระเพาะรูเมนทางด้าน
ซ้ายและลำไส้เล็กทางด้านขวา โอกาสที่จะหลัก
เลียงอันตรายดังกล่าวก็ลดน้อยลงไปอีก ดังนั้น
การใช้ท่อเก็บตัวอย่างที่ผลิตมาจากวัสดุที่มีความ

อ่อนตัว เช่น ซิลิโคน สามารถที่จะลดอันตราย
เหล่านั้นลงได้

ในส่วนของลำไส้เล็ก ท่อเก็บตัวอย่างที่
ฝังตัวอยู่ในบริเวณนี้ชนิด ที่ทำให้การ บีบรัดตัว
ของลำไส้เล็กเป็นไปโดยตลอดสม่ำเสมอ จะทำ
ให้ การ เคลื่อน ที่ของ อาหาร เป็น ไป ตาม ปกติ
(Wenham, 1979) การใช้ท่อเก็บตัวอย่างที่ทำ
จากวัสดุแข็งสอดเข้าไปในลำไส้เล็ก จะขัดขวาง
มิให้แรงที่เกิดจากการ บีบรัดตัวของ ผง ลำไส้
เล็ก ผ่านลงไปถึงอาหารที่อยู่ภายในบริเวณท่อ
เก็บตัวอย่าง ซึ่งอาจจะมีผลถึงการเคลื่อนที่ของ
อาหารได้ ในขณะที่ท่อเก็บตัวอย่างที่ทำจาก
ซิลิโคนมีความอ่อนตัว แรงบีบรัดจากผนัง
ลำไส้สามารถผ่านลงไปถึงอาหารที่อยู่ในบริเวณ
นั้นได้ การเคลื่อนที่ของอาหารก็ควร ที่จะ สม่่า
เสมอเป็นไปตามธรรมชาติมากกว่า

ในการเก็บตัวอย่างจาก ส่วนของทางเดิน
อาหาร บางครั้งมีความจำเป็นที่จะต้องตัดแปลง
รูปร่างหรือขนาดของท่อให้เหมาะสมกับลักษณะ
การทดลองและสภาพแวดล้อม การใช้ซิลิโคน
ทำให้มีโอกาสที่จะตัดแปลงให้สะดวกขึ้นโดยผู้
กระทำการทดลองนั้น ๆ เอง ซึ่งมีส่วนช่วยให้
การทดลองประสบผลสำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ประ-
การสำคัญ ในกรณีที่ท่อเก็บตัวอย่างอาหาร
ที่ผ่าตัดฝังอยู่ในลำตัวสัตว์ทดลองชำรุด ใช้งาน
ไม่ได้ตามวัตถุประสงค์ ท่อเก็บตัวอย่างชนิดนี้
สามารถถอดและเปลี่ยน ไม่ โดย ไม่ จำเป็นที่จะ

ต้องทำการผ่าตัดใหม่แต่อย่างใด

สรุปผลการทดลอง

ท่อเก็บตัวอย่างจากส่วนต่างๆ ของทางเดินอาหารที่จำเป็นต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ เพื่อใช้ในการทดลองนั้น สามารถผลิตได้เองภายในประเทศจากวัสดุที่มีความอ่อนตัว ได้แก่ ซิลิโคน โดยกรรมวิธีที่ค่อนข้างง่าย, สะดวก และรวดเร็ว แบบพิมพ์ที่ใช้สามารถเตรียมได้จากวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นตามความเหมาะสมในรูปแบบที่ต้องการ ท่อเก็บตัวอย่างชนิดนี้สามารถลดอันตรายที่จะเกิดกับสัตว์ทดลองได้เมื่อมีการชำระชุดที่เกิดจากการใช้งาน เป็นระยะเวลาเวลานาน ก็สามารถเปลี่ยนใหม่ได้โดยไม่ต้องทำการผ่าตัดแต่อย่างใด

คำขอขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ร.ศ. ดร. กาญจนะ แก้วกำเนิด แผนกซิลิเกตเทคโนโลยี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ช่วยกรุณา เตรียม แบบพิมพ์ ดินเผาเคลือบ สำหรับการทดลองครั้งนี้ และขอขอบคุณ โครงการวิจัยอาหารสัตว์ไทย-เยอรมัน ที่ได้สนับสนุนวัสดุและอุปกรณ์สำหรับใช้ในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Bell, C.F. and Lott, K.A.K. (1966). Modern approach to inorganic chemistry. 2nd Edition. Butterworths. London. 333 p.
- Dougherty, R.W. (1981). Experimental Surgery in Farm Animals. The Iowa State University Press, Ames, Iowa. 50010. USA p. 24-48.
- Wenham. G. (1979). Effects of cannulation on intestinal motility. Ann. Rech. Vet 10(2/3), 157-159.

สรีรวิทยาการเจริญเติบโตและผลผลิตของทานตะวันลูกผสม

เฉลิมพล เข้มเพชร ทรงเชาว์ อินสมพันธ์ อนันต์ อีสระเสนีย์ และ ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ

CROPPHYSIOLOGICAL STUDIES ON GROWTH AND YIELDS OF SUNFLOWER

C. Sampet, S. Insomphun, A. Isarasenee and S. Limpiti

ABSTRACT: A investigation in to the comparative productivity of three hybrids of sunflower, namely Hysun 33, HV 772 and AS 502 at three spacings, 25 × 50 cm, 50 × 50 cm and 100 × 50 cm, was carried out at the Fac. of Agriculture, Chiang-Mai University during November 1986-March 1987. The experimental design was a split-plot. The hybrids were used as main-plot and plant spacings as sub-plot.

There was no significant difference in seed yields due to the hybrids. The seed yields from all hybrids significantly increased as plant density increased. The dry seed yields of 1944-2510 kg/ha (variation due to plant densities) were observed from Hysun 33, while HV 772 and AS 502 yielded 1998-2563 kg/ha and 1593-2325 kg/ha respectively. Increasing plant densities caused a decrease in head diameter, the number of seed per head and seed weight. There was no significant difference in these yield components among the hybrids, except that the cultivar AS 502 gave a smaller seed than the other two. The highest seed oil content 49.0% was observed from Hysun 33 compared to 43.1% and 39.5% from HV 772 and AS 502 respectively. However AS 502 gave the highest seed protein content of 23.3% compared to 21.1% for HV 772 and 20.6% for Hysun 33. The relationship between LAI and growth are recorded in this report.

บทคัดย่อ : การศึกษาทดลองเปรียบเทียบผลผลิตทานตะวันลูกผสม 3 พันธุ์ คือ Hysun 33, HV 772 และ AS 502 ภายใต้ระยะปลูก 3 ระยะคือ 25×50 ซม, 50×50 ซม. และ 100×50 ซม. ได้ดำเนินการที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในระหว่าง เดือนธันวาคม 2528-มีนาคม 2529 วางแผนการทดลองแบบ Split-plot โดยให้พันธุ์เป็น main-plot และระยะปลูกเป็น sub-plot

ผลผลิตของทานตะวันทั้ง 3 พันธุ์ที่ระยะปลูกเดียวกันมีความแตกต่างกันไม่ถึงระดับมีนัยสำคัญ ทุกพันธุ์ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นของต้นปลูกเพิ่มขึ้น (ระยะปลูกลดลง) ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดของทั้ง 3 พันธุ์ อยู่ระหว่าง 2323-2563 กก/เฮกแตร์ การเพิ่มความหนาแน่นของต้นปลูกมีผลทำให้องค์ประกอบของผลผลิตอันประกอบด้วยขนาดของจานดอก จำนวนเมล็ดต่อดอก และขนาดของเมล็ดลดลง พันธุ์ AS 502 มีขนาดของเมล็ดเล็กกว่าพันธุ์อื่น ส่วนองค์ประกอบผลผลิตอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันเด่นชัดในระหว่างพันธุ์ เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดมีค่าเฉลี่ย 39.5-49.0% โดยพันธุ์ Hysun 33 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด และพันธุ์ AS 502 ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ในทางตรงกันข้ามพันธุ์ AS 502 ให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในเมล็ดสูงกว่าพันธุ์อื่นคือ 23.3% ในขณะที่ Hysun 33 ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 20.6% ผลผลิตของทั้ง 3 พันธุ์ มีส่วนสัมพันธ์กับดัชนีพื้นที่ใบกล่าวคือ ผลผลิตเพิ่มขึ้นตามดัชนีใบที่เพิ่มขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะปลูก ดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดของพันธุ์ทั้งสามจากการทดลองอยู่ระหว่าง 2.94-3.50 รายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวกับการเจริญได้รายงานไว้ในการศึกษาทดลองนี้

คำนำ

ทานตะวัน (Helianthus annuus) เป็นพืชน้ำมันที่มีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมน้ำมันพืชของโลกชนิดหนึ่ง นอกเหนือไปจากถั่วเหลือง ถั่วลิสง และเรปซีด (Rapeseed) ทานตะวันมีปลูกกันมาก ในแถบ ประเทศยุโรป สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และรัสเซีย สำหรับ

ประเทศไทย อาจกล่าวได้ว่าทานตะวัน มิใช่เป็นพืชใหม่แก่เกษตรกรเสียทีเดียว เพราะว่าได้มีการปลูกอยู่บ้าง โดยเฉพาะทางภาคเหนือของประเทศ แต่การปลูกนั้นมิได้ปลูกเพื่อสกัดน้ำมัน แต่ปลูกเพื่อบริโภคเมล็ดเป็นของขบเคี้ยวเล่น รวมทั้งปลูกประดับคูดอกเพื่อความสวยงาม

งาม และพันธุ์ที่ใช้ปลูกก็เป็นพันธุ์พื้นเมือง แต่การปลูกเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการสกัดน้ำมันนั้นอาจจะใหม่ หรือเกษตรกรอาจไม่คุ้นเคย เมื่อพิจารณาถึงสภาพภูมิอากาศทางภาคเหนือของประเทศไทย และการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมของทานตะวัน (Carter 1978) แล้ว เชื่อว่าจะสามารถ ปลูกทานตะวัน ได้ดีในส่วนของประเทศไทย ที่ผ่านมามงานศึกษาวิจัยพืชชนิดนี้ในบ้านเรามีอยู่น้อยมาก และไม่ต่อเนื่องกัน สำหรับที่เชียงใหม่ โดยคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ก็ได้มีการทดสอบพันธุ์ต่างๆ (ฤกษ์เกษม 2530, จุลศรีไกรวัล และ ยิบมันตะสิริ 2530) ปรากฏว่ามีบางพันธุ์ให้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจ จึงเป็นที่หวังว่าทานตะวันอาจจะเป็นพืช ความหวังใหม่ ของเกษตรกรในอนาคต หรือเป็นพืชน้ำมันอีกชนิดหนึ่งให้เกษตรกรเลือกปลูก ในพื้นที่ไม่เหมาะสมแก่การปลูกหรือเกษตรกรไม่ประสงค์ที่จะปลูกพืชน้ำมันชนิดอื่น ประกอบกับขณะนี้ทางรัฐบาลก็ได้มีนโยบายส่งเสริมการปลูกทานตะวันให้มากขึ้น โดยได้รับการสนับสนุน จาก ประชาคมเศรษฐกิจยุโรป หรือที่รู้จักกันในนาม EEC ด้วยเหตุนี้จึงน่าที่จะได้มีการศึกษา และวิจัยให้มากขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งจะ เป็นประโยชน์แก่เกษตรกร ดังนั้นวัตถุประสงค์ ของการศึกษาค้นคว้านี้ เพื่อหาข้อมูลพื้นฐานทางพืชไร่ และทางสรีรวิทยาการเจริญและให้ผล

ผลิตของทานตะวันลูกผสมบางพันธุ์ ภายใต้สภาพแวดล้อมของจังหวัดเชียงใหม่

อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

การศึกษาทดลองกระทำที่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในระหว่างเดือนธันวาคม 2528-มีนาคม 2529 พื้นที่ทดลองเป็นที่ดอน และดินเป็นชนิด loamy sand มี pH 5.50, OM 1.23%, P 22 ppm และ K 63 ppm.

วางแผนการทดลองแบบ split-plot มี 3 ซ้ำ โดยมีพันธุ์ลูกผสม 3 พันธุ์ คือ Hysun 33 (บริษัทแปซิฟิกเมล็ดพันธุ์) HV 772 และ AS 502 (บริษัทอัฟจอร์น) เป็น main-plot มีระยะปลูก 3 ระยะคือ 25×50 ซม. (80,000 ต้น/เฮกแตร์) 50×50 ซม. (40,000 ต้น/เฮกแตร์) และ 100×50 ซม. (20,000 ต้น/เฮกแตร์) เป็น Sub-plot แต่ละแปลงทดลองปลูก 5 แถว โดยมีระยะระหว่างแถว 50 ซม. คงที่ หลังจากพืชงอก และตั้งตัวดีแล้วถอนให้เหลือหลุมละต้น ก่อนปลูกใส่ปุ๋ย 12-14-12 ในอัตรา 300 กก/เฮกแตร์ และฉีดพ่นทางใบด้วยกรดบอริก 0.05% ทุกสัปดาห์ หลังจากที่พืชอายุได้ประมาณ 3 สัปดาห์

ทำการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อหาน้ำหนักแห้ง และพื้นที่ใบทุกๆ สัปดาห์ หลังจากที่พืชงอกแล้ว 15 วัน เพื่อวิเคราะห์ห้อถั่วการเจริญ

(CGR) คำนวณพื้นที่ใบ (LAI) และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ใบ (NAR) และบันทึกการรับแสงของพืชที่ระยะออกดอกด้วยเครื่องวัดแสงชนิด Photosynthetic photon flux density (Li-Cor Inc. Model 188 B) วัดผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต รวมทั้งการวิเคราะห์น้ำมันด้วยวิธี ether extract และโปรตีนด้วยวิธี Kjeldahl

ผลการทดลอง

ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิต

ผลผลิตของทานตะวันทั้ง 3 พันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติและทุกพันธุ์ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อความหนาแน่นของต้นปลูกเพิ่มขึ้น (ระยะปลูกลดลง) แต่ความแตกต่างของผลผลิตระหว่างสองความหนาแน่นสูงสุดไม่ถึงระดับมีนัยสำคัญ

(ตารางที่ 1) จากการวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความสัมพันธ์ร่วมระหว่างพันธุ์ \times ระยะปลูก ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ยของพันธุ์ทั้งสาม อยู่ระหว่าง 1959–2313 กก./เฮกแตร์ ผลผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 41% เมื่อความหนาแน่นของต้นปลูกเพิ่มขึ้นจากระยะปลูก 100 \times 50 ซม. เป็น 25 \times 50 ซม.

องค์ประกอบของผลผลิตอันประกอบด้วขนาดของจานดอก และจำนวนเมล็ดต่อดอก ในระหว่างพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกัน องค์ประกอบของผลผลิตทั้งสองดังกล่าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2) เส้นผ่าศูนย์กลางของจานดอกและจำนวนเมล็ดต่อดอกอยู่ระหว่าง 12.5–20.9 ซม. และ 724–1390 เมล็ด ตามลำดับ ขึ้นอยู่กับระยะปลูก สำหรับขนาดของเมล็ด (นน. 100 เมล็ด)

Table 1. Seed yield (kg/ha) of three sunflower hybrids at three plant spacings.

Hybrids	Plant spacing (cm)			Hybrids mean
	25 \times 50	50 \times 50	100 \times 50	
Hysun 33	2510	2486	1944	2313
HV 772	2563	2302	1698	2188
AS 502	2323	1960	1593	1959
Spacings mean	2465	2249	1745	interaction ^{NS}

S.d between spacings, 177.*; between hybrids, 107.5^{NS} ;

NS = non-significant at $p > 0.05$

* significant at $p < 0.05$

Table 2. Yield components of three sunflower hybrids at three plant spacings.

Hybrids	Plant spacing (cm)			Hybrids mean
	25 × 50	50 × 50	100 × 50	
	<u>Head diameter (cm)</u>			
Hysun 33	11.9	16.8	20.7	16.5
HV 772	12.6	17.0	22.0	17.2
AS 502	13.1	16.6	19.9	16.5
Spacing mean	12.5	16.8	20.9	interaction ^{NS}
S.d. between spacings,	0.672 ^{**} ;			between hybrids, 0.161 ^{NS}
	<u>No of seed/head</u>			
Hysun 33	649	1127	1499	1092
HV 772	799	1188	1332	1106
AS 502	937	1302	1339	1193
Spacing mean	724	1206	1390	interaction ^{NS}
S.d. between spacings,	100.48 ^{**} ,			between hybrids, 74.65 ^{NS}
	<u>100 seed wt. (g)</u>			
Hysun 33	4.83	5.52	6.47	5.61
HV 772	4.00	4.59	5.99	4.86
AS 502	3.10	3.57	4.83	3.83
Spacing mean	3.98	4.56	5.76	interaction ^{NS}
S.d. between spacings,	0.152 ^{**} ;			between hybrids, 0.168 [*]

NS = non-significant. $p > 0.05$ ^{*} and ^{**} = significant at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively

นี้พบว่ามีความแตกต่างกันในระหว่างพันธุ์ และระหว่างระยะปลูก ทุกพันธุ์มีขนาดของ เมล็ดลดลงเป็นลำดับเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น พันธุ์ AS 502 มีขนาดของเมล็ดเล็กกว่าพันธุ์ อื่น คือมีน้ำหนัก 100 เมล็ด 3.83 กรัม (เฉลี่ยจากทุกระยะปลูก) เปรียบเทียบกับ 4.86 กรัม และ 5.61 กรัมที่บันทึกได้จากพันธุ์ HV 772 และ Hysun 33 ตามลำดับ

ดัชนีพื้นที่ใบ และการรับแสง

ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) ของทานตะวันทั้งสาม

พันธุ์เพิ่มขึ้นเป็นลำดับตามอายุ และความหนาแน่นของพืชที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 3) ที่อายุ 50 วัน ซึ่งเป็นระยะที่พืชกำลังออกดอก พันธุ์ Hysun 33 ให้ดัชนีพื้นที่ใบ 2.0-3.2 เปรียบเทียบกับ 1.3-2.9 ของพันธุ์ HV 772 และ 1.0-3.5 สำหรับพันธุ์ AS 502 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะปลูก สำหรับเปอร์เซ็นต์ การรับแสงของ พืช ทำการ บันทึกที่ระยะออกดอกพบว่า เปอร์เซ็นต์การรับแสงของทุกพันธุ์เพิ่มขึ้นตามความหนาแน่น หรือดัชนีพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้น ทั้ง 3 พันธุ์มี

Table 3. Leaf area index (LAI) and light interception of three sunflower hybrids at three plant spacing grown during Oct. 1985 - Feb. 1986, Fac. of Agr. CMU.

Hybrids	Spacing Plt. × Row	LAI : DAE				Light interception (%)	
		15	22	29	36	50	
Hysun 33	25×50	0.20	0.97	1.34	2.38	3.15	88
	50×50	0.10	0.40	1.07	1.73	2.53	86
	100×50	0.05	0.18	0.56	1.23	1.97	78
HV 772	25×50	0.28	1.06	1.68	2.65	2.94	87
	50×50	0.19	0.39	1.25	1.77	2.17	83
	100×50	0.06	0.21	0.58	1.01	1.27	75
AS 502	25×50	0.24	0.85	1.63	2.70	3.50	88
	50×50	0.11	0.38	0.95	1.61	1.93	85
	100×50	0.06	0.22	0.40	0.86	1.03	71

DAE = days after emergence

เปอร์เซ็นต์ การ รับแสง สูงสุดใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 88 % (ตารางที่ 3) เปอร์เซ็นต์ การ รับแสงของพันธุ์ Hysun 33 อยู่ระหว่าง 78-88 % ของพันธุ์ HV 772 อยู่ระหว่าง 75-87 % และของพันธุ์ AS 502 อยู่ระหว่าง 71-88 %

น้ำหนักแห้ง

น้ำหนักแห้งของต้นและใบ อัตราการ สะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ดิน (CGR) และต่อ พื้นที่ใบ (NAR) ที่ระยะต่าง ๆ ของการเจริญ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 น้ำหนักแห้ง และ CGR ของทุกพันธุ์เพิ่มขึ้นเป็นลำดับตามอายุ และความหนาแน่นของพืชที่เพิ่มขึ้นที่อายุ 50 วัน (นับจากหลังจากวันงอก) ซึ่งเป็นระยะ ประมาณออกดอก น้ำหนักแห้ง สูงสุดของ พันธุ์ ทั้งสามอยู่ระหว่าง 4206-4559 กก/เฮกแตร์ โดยมีพันธุ์ Hysun 33 ให้น้ำหนักแห้งสูงสุด และพันธุ์ HV 772 ให้น้ำหนักแห้งต่ำสุด ค่าเฉลี่ย CGR ของทานตะวันทั้ง 3 พันธุ์ใน ระหว่าง การเจริญ ไม่แตกต่างกัน อย่างเด่นชัด แต่อย่างไร ก็ ตาม เมื่อ พิจารณา เปรียบ เทียบ CGR นี้ที่อายุของพืช 50 วัน พันธุ์ Hysun 33 และ AS 502 ให้อัตราใกล้เคียงกันคือ 19.1 และ 19.5 กก/ตร.ม/วัน ตามลำดับ เปรียบ เทียบกับ 15.8 กรัมของพันธุ์ HV 772 สำหรับ NAR ของทั้ง 3 พันธุ์จากทุกระยะปลูกลดลง เป็นลำดับตามอายุของพืช และพืชที่ปลูกถี่มี แนวโน้มลดลงมากกว่าที่ปลูกห่าง

น้ำมัน และโปรตีน

ปริมาณน้ำมัน และโปรตีนในเมล็ดที่ แสดงไว้ในตารางที่ 5 เป็นค่าเฉลี่ยจากทุกระยะ ปลูก โดยนำเมล็ดมารวมกันก่อนสุ่มไปวิเคราะห์ จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ทานตะวันแต่ละพันธุ์มีปริมาณน้ำมัน และโปรตีนแตกต่างกันในทางสถิติพันธุ์ Hysun 33 มีเปอร์เซ็นต์ ของ น้ำมัน สูง กว่า พันธุ์ อื่นคือเฉลี่ย 49.0 % เปรียบเทียบกับพันธุ์ HV 772 43.1 % และ พันธุ์ AS 502 39.5 % ในทางตรงกันข้ามเมื่อ พิจารณาปริมาณของโปรตีน พันธุ์ Hysun 33 มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่าพันธุ์อื่น คือเฉลี่ย 20.6 % เปรียบเทียบกับ 21.1 % และ 23.3 % สำหรับพันธุ์ HV 772 และ AS 502 ตามลำดับ

วิจารณ์ และสรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษา ทดลอง ครั้งนี้ กล่าวได้ ว่า ทานตะวันลูกผสมทั้ง 3 พันธุ์ให้ผลผลิตไม่ แตกต่างกันภายใต้สภาพภูมิอากาศของเชียงใหม่ และผลผลิตของทุกพันธุ์ ขึ้นอยู่กับความหนา แน่นของต้นปลูก ผลผลิตสูงสุดของพันธุ์ทั้ง สามอยู่ระหว่าง 1959-2313 กก/เฮกแตร์ การ เพิ่มความหนาแน่นมีผลทำให้องค์ประกอบของ ผลผลิต อัน ประกอบ ด้วย ขนาด ของ จาน ดอก จำนวนเมล็ดต่อดอก และขนาดของเมล็ดลดลง แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตก็ไม่ได้ลดลงตาม

Table 4 Dry matter-(DM) accumulation, crop growth rate (CGR) and net assimilation rate (NAR) of three sunflower hybrids at three plant spacings grown during Oct. 1985 - Feb. 1986, Fac. of Agr. CMU.

Hybrids	Spacing Plt.×Row	DM(kg/ha)			CGR (g/m ² /d)			NAR (g/dm ₂ /d)								
		22	29	36	50	15	22	29	36	50	15	22	29	36	50	
Hysun 33	25×50	99	717	1177	2064	4741	0.7	8.9	6.6	12.8	19.1	0.20	0.18	0.07	0.08	0.06
	50×50	43	270	875	1370	3684	0.3	3.6	8.3	7.1	16.5	0.19	0.16	0.11	0.05	0.04
	100×50	21	128	403	864	2617	0.1	1.5	3.9	6.6	12.5	0.17	0.11	0.12	0.09	0.09
HV 772	25×50	122	624	1091	1992	4206	0.8	6.7	7.2	12.9	15.8	0.19	0.13	0.08	0.06	0.06
	50×50	68	239	710	1340	3117	0.5	2.4	6.7	9.0	12.7	0.20	0.10	0.09	0.07	0.07
	100×50	29	124	374	764	1908	0.2	1.4	3.9	5.9	8.2	0.20	0.10	0.10	0.07	0.07
AS 502	25×50	102	558	1120	1832	4559	0.7	6.5	8.0	10.2	19.5	0.18	0.14	0.07	0.05	0.06
	50×50	53	241	615	1105	2522	0.4	2.7	5.4	7.0	10.1	0.20	0.12	0.08	0.06	0.06
	100×50	28	152	252	608	1550	0.2	1.8	2.2	5.1	6.7	0.17	0.15	0.06	0.07	0.07

Table 5. Seed oil and protein content of three sunflower hybrids.

Hybrids	oil (% DW)	Protein (% DW)
Hysun 33	49.0 a	20.6 a
HV 772	43.1 b	21.1 a
AS 502	39.5 c	23.3 b

Values with the same letter in the same column are not significantly different at $p > 0.05$

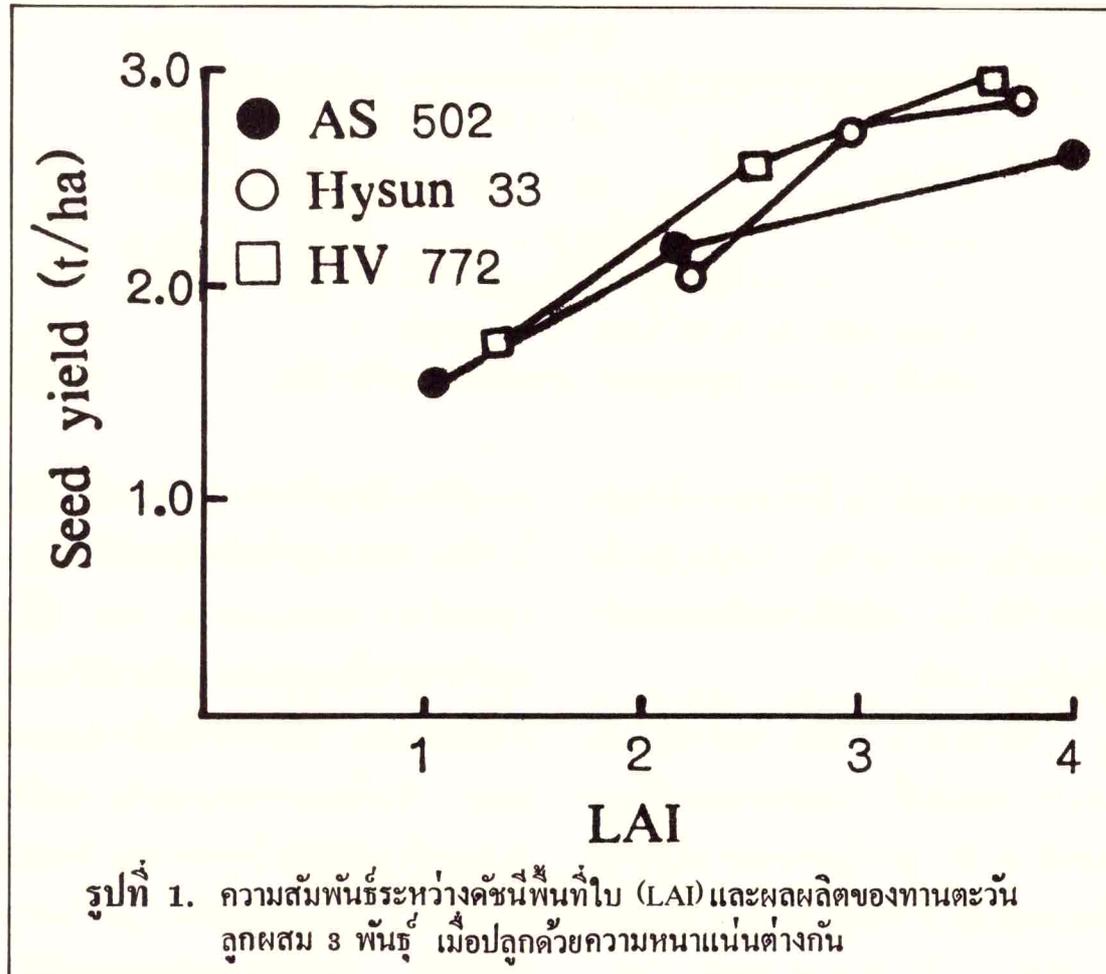
ไปด้วย แต่กลับเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมีจำนวนต้นเพิ่มขึ้น พันธุ์ AS 502 มีขนาดของเมล็ดเล็กกว่าพันธุ์อื่น แต่องค์ประกอบของผลผลิตอื่นไม่แตกต่างกัน

ทานตะวันทั้ง 3 พันธุ์ มีอัตราการเจริญเติบโต และเพิ่มพื้นที่ใบอย่างรวดเร็วหลังจากงอกได้ 15 วัน การที่ในช่วงระยะ 15 วันแรก การเจริญมีไม่มาก เนื่องจากพืชยังมีพื้นที่ใบน้อย (ตารางที่ 3) ส่วนอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ใบ (NAR) ลดลงตามอายุพืช ทั้งนี้เนื่องมาจากพืชมีพื้นที่ใบมากขึ้น จึงทำให้ใบชั้นล่างถูกบังแสงมากขึ้น และพืชที่ปลูกด้วยความหนาแน่นน้อยกว่า มีแนวโน้มให้ค่า NAR สูงกว่า ทั้งนี้เพราะใบมีการบังแสงน้อยกว่า เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ ระหว่าง ผลผลิตของทั้ง 3 พันธุ์กับน้ำหนักแห้งจะเห็นได้ว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวก จึงอาจกล่าวได้ว่ามี

โอกาสที่จะเพิ่มผลผลิตของทานตะวันทั้ง 3 พันธุ์ขึ้นได้อีก ถ้าสามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งได้ ตามกฎเกณฑ์ของ Nichiporovich (1960) ที่ได้สรุปไว้ว่าการเพิ่มผลผลิตสามารถทำได้ด้วยการเพิ่มน้ำหนักแห้ง หรือดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index) หรือทั้งสองส่วนประกอบกัน และในทำนองเดียวกัน เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและดัชนีพื้นที่ใบ (รูปที่ 1) อาจกล่าวได้ว่า เป็นไปได้ที่จะเพิ่มผลผลิตได้อีก ถ้าสามารถทำให้พืชมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นได้อีก ซึ่งอาจจะทำได้ด้วยการเพิ่มความหนาแน่นของต้นปลูก หรือเพิ่มปัจจัยการเจริญหรือขยายพื้นที่ใบ เช่น ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้มากขึ้น จะใช้วิธีใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับความสะดวกและเหมาะสม จากรูปที่ 1 แสดงว่าในการศึกษาทดลองครั้งนี้พืชอาจยังสร้างดัชนีพื้นที่ใบไม่ถึงระดับที่เหมาะสมหรือระดับวิกฤติตามหลักการของ Brougham

(1956) ที่ได้ชี้ให้เห็นว่าพืชจะมีอัตราการเจริญ
สูงสุดเมื่อมีดัชนี

ประเทศก็มีรายงานเกี่ยวกับเรื่องนี้ก็มีรายงานอยู่
บ้างว่าทานตะวันที่ให้ผลผลิตดีจะต้องมีดัชนีพื้นที่



พื้นที่ใบที่จะรับแสงได้ประมาณ 95% ของแสงทั้งหมดที่ส่องมายังต้นพืช แต่ในการทดลองนี้ทานตะวันทั้ง 3 พันธุ์ รับแสงได้สูงสุดเพียงประมาณ 88% ด้วยดัชนีพื้นที่ใบ 3.5 จึงกล่าวได้ว่าทานตะวันทั้ง 3 พันธุ์ ยังมีดัชนีพื้นที่ใบต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามจากเส้นกราฟนี้ การสร้างพื้นที่ใบของทุกพันธุ์ก็เริ่มจะมีแนวโน้มคงที่ ในต่าง

ที่ใบไม่ต่ำกว่า 4-5 ซึ่งน่าที่จะได้มีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพื้นที่ใบและผลผลิตเพื่อที่จะได้ทราบระดับดัชนีพื้นที่ใบที่เหมาะสม และจะได้นำไปประยุกต์เพื่อการปลูกให้ได้ผลผลิตสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองนี้กล่าวได้ว่าถ้าจะปลูกทานตะวันลูกผสมให้ได้ผลผลิตดีพอสมควรนั้นไม่ควรให้พืชมีดัชนีพื้นที่ใบต่ำกว่า 3.0 ในทางปฏิบัติแล้ว

อาจปลูกด้วยระยะ 50×50 ซม.— 50×75 ซม.
ถ้ามีการให้ปุ๋ยเร่งการเจริญของใบอย่างเพียงพอ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ โครงการพัฒนาพืช น้ำมันที่ได้ให้ การสนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้อำนวยความสะดวกในเรื่อง สถานที่ทำการทดลอง และห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์น้ำมัน และโปรตีน

เอกสารอ้างอิง

จุลศรีไคววัล, สุทัศน์ และ ยิบมันตะศิริ, พฤษ 2530. การประเมินเชื้อพันธุ์ลูกผสม ทานตะวัน, รายงานประชุมประจำปี ครั้งที่ 1 โครงการ พัฒนาพืช น้ำมัน

ณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 17-19 สิงหาคม 2530

ฤกษ์เกษม, เบญจวรรณ 2530. การเปรียบเทียบทานตะวันลูกผสมที่เชียงใหม่. วารสารเกษตร 3,2 : 101-113

Carter, J.F. 1978. Sunflower science and Technology. Amer. Soc. of Agron., Crop Sci. Soc. of Amer., Soil Sci. Soc. of Wisconsin.

Brougham, R.W. 1956. Effect of density of defoliation on regrowth of pasture. Aust. J. Agriz Pes. 7: 377-87.

Nichiporovich, A.A. 1960. Photosynthesis and the theory of obtaining high yield in crop. Field Crop Abstr. 13: 169-75.

การตอบสนองของถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ ต่อสภาพที่ขาดน้ำ

ทรงไชวี อินสมพันธ์, วีระชัย ศรีวัฒนพงศ์, และ เฉลิมพล เขมเพชร

GENOTYPIC VARIATION IN RESPONSE TO SOIL WATER DEFICIT IN SOYBEAN

Songchao Insomphun, Veerachai Sriwattanapongse and Chalermpon Sampet

ABSTRACT: Genotypic variation in response to soil water deficit in terms of dry matter growth, grain yield and its components of soybean were studied by growing plant under relatively low soil water deficit (wet treatment) and considerably high soil water deficit (dry treatment). The experiment was conducted at Faculty of Agriculture, Chiang Mai University during January to April, 1986. The varieties studied were SJ 1, SJ 2, SJ 4, SJ 5 and OCB

The dry treatment caused a reduction in seed yield of all varieties. The effects of the dry treatment were largely attributable to reduction in number of pods per plant and seed size, but there was no effect on number of seeds per pod. Although variety by watering treatment interaction had no effect on seed yield there was some difference in response to soil water deficit among varieties indicating variation of drought adaptation. SJ 2, SJ 4 and SJ 1 tended to show better performance under dry conditions than SJ 5 and OCB since they were less affected by soil water deficit in terms of seed yield production.

In terms of growth and development of soybean it was found that the dry treatment significantly reduced plant height, leaf area index, total dry matter and crop growth rate of all varieties but there was no effect on node number. It was also found that soil water deficit enhanced seed maturity of all varieties.

Although all varieties tended to show differences in response to drought in terms of growth, interaction effect of variety and watering treatment was found to be significant only on leaf area index and total dry matter production. OCB was more affected by soil water deficit in terms of LAI and dry matter production than the other varieties.

บทคัดย่อ : การศึกษาถึงการตอบสนองในแง่ของการเจริญเติบโต การสร้างผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ ที่มีต่อสภาพการขาดแคลนน้ำ โดยได้ทำการทดลองที่บริเวณแปลงทดลองของภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน 2529 โดยได้ทำการปลูกถั่วเหลือง 5 พันธุ์ คือ พันธุ์ สจ. 1, สจ. 2, สจ. 4, สจ. 5 และ OCB ภายใต้ระดับการให้น้ำ 2 ระดับคือ การให้น้ำอย่างพอเพียงและให้ในระดับที่ทำให้ต้นถั่วเหลืองขาดน้ำ

ผลจากการศึกษาในครั้งพบว่า การขาดน้ำทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองลดลงอย่างมาก อันเป็นผลเนื่องมาจากการถูกระทบของจำนวนฝักต่อต้น และขนาดของเมล็ด ถึงแม้ว่าจะไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างกรรมวิธีของการให้น้ำและพันธุ์ถั่วเหลืองในแง่ผลผลิตก็ตาม แต่ก็มีแนวโน้มให้เห็นว่ามีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในแง่การตอบสนองต่อการขาดน้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในการปรับตัวต่อสภาพที่ขาดน้ำ พันธุ์ สจ. 2, สจ. 4 และ สจ. 1 มีแนวโน้มว่าจะสามารถปรับตัวได้ดีกว่าพันธุ์ สจ. 5 และ OCB เมื่อขาดน้ำ ทั้งนี้เพราะว่าผลผลิตของพันธุ์ดังกล่าวถูกระทบน้อยกว่าของพันธุ์ สจ. 5 และ OCB นั่นเอง

ในแง่ของการเจริญเติบโตและพัฒนาการของถั่วเหลืองนั้น พบว่าการขาดน้ำมีผลทำให้ความสูง ต้นนี้พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งรวม และอัตราการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองทุกพันธุ์ลดลงอย่างเห็นได้ชัด ส่วนจำนวนข้อนั้นไม่ถูกระทบโดยการขาดน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าถั่วเหลืองที่ขาดน้ำมีการสุกแก่เร็วขึ้น

การตอบสนองของแต่ละพันธุ์ในแง่ของการเจริญเติบโตเมื่อเกิดการขาดน้ำ ก่อนข้างจะแตกต่างกันไป แต่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างกรรมวิธีของการให้น้ำและพันธุ์ถั่วเหลืองเฉพาะกรณีของดัชนีพื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งรวมเท่านั้น ดัชนีพื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งรวมของพันธุ์ OCB ถูกกระทบมากกว่าพันธุ์อื่นๆ เมื่อขาดน้ำ

คำนำ

ทางภาคเหนือของประเทศไทยโดยเฉพาะ จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดใกล้เคียงเกษตรกรมัก นิยม ปลูกถั่วเหลือง หลังนา หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ซึ่งบริเวณพื้นที่ที่ปลูกถั่วเหลืองดังกล่าวมีทั้งพื้นที่ในเขตชลประทาน และพื้นที่นอกเขตชลประทาน ปัญหาหนึ่งที่เป็นปัญหาหลักในการ จำกัด ผลผลิต ของถั่วเหลือง ในฤดูปลูกดังกล่าว คือการขาดแคลนน้ำโดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ปลูกนอกเขตชลประทาน หรือแม้แต่ในเขตชลประทาน ก็ตาม ในบางช่วงของฤดูปลูกก็อาจจะเกิดการขาดแคลนน้ำได้ ทั้งนี้เพราะว่าปริมาณ น้ำชลประทาน อาจจะไม่พอเพียง กับ พื้นที่ ทั้งหมด โดยเฉพาะ ช่วง ปลาย ๆ ของฤดูเพาะปลูกและ บางครั้งช่วง ระยะเวลาที่มีการปล่อยน้ำชลประทานผ่านพื้นที่เพาะปลูกอาจจะไม่ตรงตามเวลาที่ต้องให้น้ำถั่วเหลือง จากเหตุผล ดังกล่าวทำให้การ เพาะ ปลูก ถั่วเหลือง หลังนาของเกษตรกร ไม่ประสบผล สำเร็จเท่าที่ควร กล่าวคือผลผลิตยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำและผลผลิตในแต่ละปีก็ยังแปรปรวน

การขาดน้ำของพืชจะส่งผลกระทบต่อพืช

ในหลายๆ ด้าน เช่น ทำให้ความสูง การสร้างพื้นที่ใบ การสะสมน้ำหนักแห้ง และผลผลิตลดลง (Momen et al., 1979) สำหรับในกรณีของถั่วเหลืองนั้น Doss et al. (1974) และ Sionit and Kramer (1977) ได้รายงานว่าถั่วเหลืองจะตอบสนอง ต่อการขาดน้ำในแง่การสร้าง ผลผลิตในช่วงระยะ หลัง การ ออกดอกมากกว่า การขาด น้ำที่ ระยะก่อน ออก ดอก และผลผลิตจะลดลงมากที่สุด ถ้าเกิดการ ขาดน้ำในช่วงระยะการสร้างฝัก (ที่ระยะ R₆ และ R₇ ตามวิธีการ วัดชั้น การ เจริญ เติบโต ของ Fehr and Caviness, 1980) อย่างไรก็ตาม การลดลงของผลผลิตจะมาก หรือน้อย ยังขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของการขาดน้ำ และลักษณะความ ทนทานต่อการขาดน้ำ หรือความแห้งแล้งของถั่วเหลืองพันธุ์นั้น ๆ

ในเรื่องความ ทนทาน ต่อการ ขาดน้ำในถั่วเหลืองนั้น Merderski and Jeffers (1973) พบว่าพันธุ์ถั่วเหลืองต่างๆ มีการตอบสนองต่อการขาดน้ำและทนทานต่อสภาพดังกล่าวแตกต่างกันไป จากการศึกษาของ Wien et al., (1979).

กับถั่วเหลืองหลายพันธุ์ พบว่าเมื่อต้น ถั่วเหลือง เกิดความเครียดน้ำ (water stress) ผลผลิต จะลดลง 9-53% นอกจากนี้ในการศึกษาเกี่ยวกับ การตอบสนองของถั่วเหลือง สายพันธุ์ต่างๆ ต่อการขาดน้ำ นั้นยังพบว่ามักจะ มีปฏิสัมพันธ์ ร่วม (interaction) ระหว่างพันธุ์กับการขาด น้ำ (Boyer and McPherson, 1975; Merderski and Jeffers, 1973; Momen et al., 1979) ซึ่ง Momen et al. (1979) ได้ให้ ข้อคิดเห็นว่าถ้าสามารถพบปฏิสัมพันธ์ ร่วมระหว่าง พันธุ์กับสภาพการขาดน้ำในการทดลองก็จะเป็น ประโยชน์ ต่อ นัก ปรับปรุง พันธุ์ พืช ที่จะ นำ ลักษณะต่างๆ ที่ดีของถั่วเหลืองในสภาพตั้ง- กล่าวไปใช้ในโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อ หาพันธุ์ที่เหมาะสมที่จะใช้ปลูกในสภาพดังกล่าว การทดลองในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจะศึกษา ถึงการตอบสนองของถั่วเหลืองต่อสภาพการขาด น้ำ และวิเคราะห์ถึงลักษณะบางประการในถั่ว เหลืองบางพันธุ์ที่สามารถ ใช้เป็นเครื่องชี้บ่งถึง การทนทานต่อการขาดน้ำ ซึ่งถั่วเหลืองทั้ง 5 พันธุ์ที่นำมาศึกษาในครั้งนี้เป็นพันธุ์ที่ทางราช- การส่งเสริมอยู่ 4 พันธุ์ คือ สจ. 1, 2, 4 และ 5 ส่วนอีกพันธุ์หนึ่งเป็นพันธุ์ที่ทางสถาบันวิจัย พืชไร่กำลังทดสอบอยู่ และคาดว่าน่าจะออกส่งเสริมต่อไปคือพันธุ์ OCB

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

งานทดลองนี้ได้ดำเนินการที่แปลงทดลอง

ของภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์มหา- วิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมกราคมถึง เดือนเมษายน 2529 แปลงทดลองถูกจัดอยู่ใน รูปแบบของ split plot ใน randomized complete block ทำเป็น 4 ซ้ำ โดยมีระดับ การให้น้ำ 2 ระดับคือ การให้น้ำอย่างพอเพียง (W) และให้ในระดับที่ทำให้ต้นถั่วเหลืองขาด น้ำ (WD) เป็น Main plot และมีถั่วเหลือง พันธุ์ต่างๆ 5 พันธุ์คือ พันธุ์ สจ. 1, สจ. 2, สจ. 4, สจ. 5 และ OCB เป็น sub plot

แปลงทดลองย่อยแต่ละแปลงมีขนาดพื้นที่ 3x8 ตารางเมตร ทำการปลูกเมื่อวันที่ 4 มกราคม 2529 ใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 50 เซนติเมตร และระยะระหว่างหลุม 20 เซนติ- เมตร ปลูกหลุมละ 4-5 เมล็ด และทำการ ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 2 ต้น หลังออกได้ 7 วัน ก่อนปลูก 7 วัน ได้ทำการให้น้ำทุก แปลงและหลังปลูกได้ 3 วันก็ทำการให้อีกครั้ง ทุกแปลงเพื่อให้มีการงอกอย่างสม่ำเสมอ ใน การให้น้ำ แปลงทดลอง นั้นใช้ วิธีปล่อย น้ำเข้า แปลง ดังนั้นในการจัดการแปลงทดลองจึงได้ คำนึงถึงเรื่องการ ซึมของน้ำ เข้าแปลง ข้างเคียง จึงป้องกันด้วยการใช้คันดินกว้างระหว่างแปลง และใช้ผ้าพลาสติกปูผนังกันแปลง รายละเอียด ของการให้น้ำแปลงทดลองได้แสดงไว้ในตาราง ที่ 1

Table 1 Dates of irrigation to the soybean plants in the wet and dry treatments

Treatment	January				February				March			
	4	7	21	28	4	11	18	25	4	11	18	25
Wet (W) planting	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dry (WD) planting	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-

+ =Irrigation

- =No irrigation

ก่อนดำเนินการทดลองได้ทำการเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการหาความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดิน (available water capacity; AWCA) และในช่วงระหว่างดำเนินการทดลองก็ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินในระดับเดียวกันเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนัก โดยทำการเก็บตัวอย่างดินทุก ๆ สัปดาห์ก่อนทำการให้น้ำแปลงทดลอง ซึ่งรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงความชื้น ในดินของ แปลงทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 1 นอกจากนี้ก็ทำการวัดศักย์ภาพของน้ำในใบ (leaf water potential) ด้วยเครื่อง pressure bomb โดยทำการวัดจากใบย่อยตรง กลางของ ใบประกอบที่คลี่ เต็มที่ใบแรกนับจากยอดลงมา โดยทำการวัดทุก ๆ สัปดาห์ในช่วงเวลา 10.00-11.00 น. ในระหว่างการเจริญเติบโตต่าง ๆ เพื่อศึกษาขั้นการเจริญเติบโตตามหลักของ Fehr and Caviness

(1980) การสะสมน้ำหนักแห้ง อัตราการเจริญเติบโต ตัชนีพื้นที่ใบ จำนวนข้อ และความสูง โดยได้เริ่ม สุ่มครั้งแรก เมื่อต้น ถั่วออก ได้ สอง สัปดาห์และ การเก็บต่อเนื่องกันไปทุกๆ สัปดาห์รวมทั้งหมด 13 ครั้ง โดยสุ่มเก็บจากแถวที่อยู่ตรงกลางแปลงเป็นพื้นที่ 0.2 ตารางเมตร และเมื่อถั่วเหลืองในแต่ละแปลงสุกแก่ (ระยะ R_8) ก็ได้เก็บเกี่ยวต้นถั่วจาก 4 แถวในไม่รวมแถวคุ่มเพื่อวัดผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิต และลักษณะอื่นๆ

ทุกแปลงทดลองได้รับปุ๋ยสูตร 12-24-12 ในอัตรา 25 กก. ต่อไร่ โดยใส่รองกันหลุมพร้อมด้วยปุ๋ยราคาดาน 3 จีในอัตรา 5 กก. ต่อไร่ และทำการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืชออกคลอร์ในอัตรา 0.27 กก. ต่อไร่ ทันทีหลังปลูกในระหว่างการทดลองมีการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช กำจัดวัชพืชด้วยมือ และทำการเขตกรรมอื่นๆ ตามความเหมาะสม

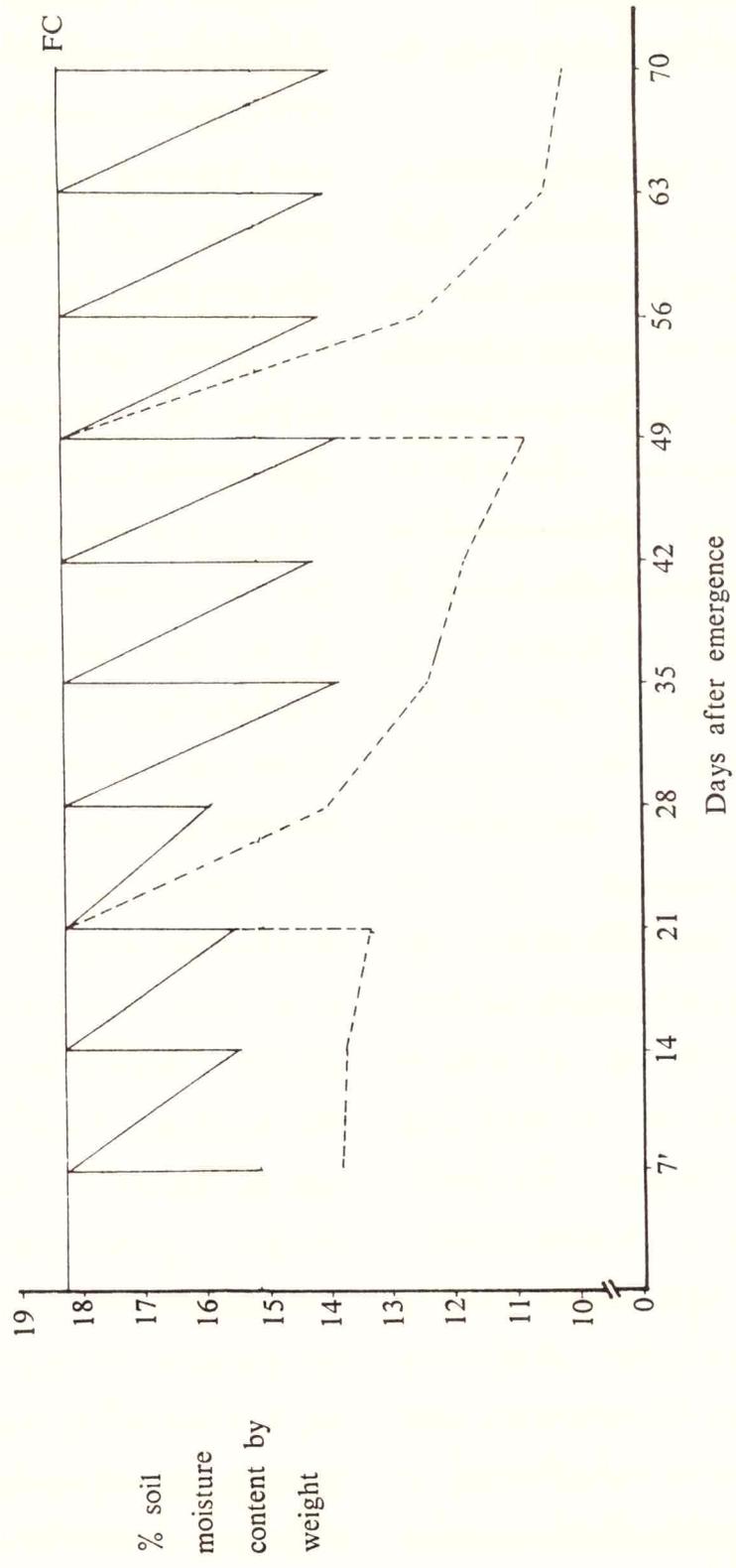


Figure 1 Change in soil moisture content with time for the wet and the dry treatment.

ผลการทดลอง

ศักยภาพของน้ำในใบ (Leaf Water Potential; ψ l.)

ตารางที่ 2 แสดงค่าศักยภาพของน้ำในใบที่ระยะเวลาต่างๆ ของถั่วเหลือง 5 พันธุ์ที่ปลูกในสภาพที่มีการให้น้ำอย่างพอเพียง และในสภาพที่มีการขาดน้ำ ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ในการวัดได้ทำการวัดก่อนการให้น้ำแปลงทดลองทุกครั้ง (ถ้ามีการให้น้ำในสัปดาห์นั้น) จากตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าตลอดระยะเวลาการทดลองถั่วเหลืองทุกพันธุ์ที่ได้รับน้ำอย่างพอเพียง (W) มีค่าเฉลี่ย ψ l สูงกว่าต้นถั่วที่เกิดการขาดน้ำ (WD) ค่า ψ l ที่วัดได้ ตลอด ระยะเวลา ที่ทำการวัดอยู่ในช่วง -6.85 ถึง -12.82 bars ในแปลงที่มีการให้น้ำอย่างพอเพียงและอยู่ในช่วง -8.60 ถึง -15.30 bars ในแปลงที่มีการขาดน้ำ และค่า ψ l ของถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ไม่แตกต่างกันมากภายใต้การให้น้ำปกติ แต่ภายใต้สภาพของการให้น้ำไม่เพียงพอ พบว่าพันธุ์ OCB มีค่า ψ l ต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ โดยเฉพาะเมื่อต้นถั่วมีอายุตั้งแต่ 42 วันหลังงอกเป็นต้นไป โดยที่มีค่า ψ l อยู่ระหว่าง -13 ถึง -15 bars ขณะที่ของพันธุ์อื่นๆ มีค่าอยู่ระหว่าง -10 ถึง -13 bars ซึ่งจากรายงานของ Lawn (1982) ที่ทำการศึกษากับถั่วเหลืองพันธุ์ CP 12667 นั้น พบว่าถั่วเหลืองเกิดความเครียด

น้ำในระดับ ψ l ลดลงถึง -27.3 bars ซึ่งถ้าเป็นดังนั้นแล้ว จะเห็นได้ว่าปากใบของพันธุ์ OCB ย่อมถูกกระทบมากกว่าพันธุ์อื่นๆ ซึ่งอาจส่งผลให้การผ่านเข้า ของ คาร์บอนไดออกไซด์ลดลงมากกว่าพันธุ์อื่นๆ เมื่อเกิดการขาดน้ำ

ขั้นการเจริญเติบโต

ขั้นการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองทั้ง 5 พันธุ์ที่ปลูกในสภาพที่มีการให้น้ำปกติ และที่ปลูกในสภาพที่ขาดน้ำได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 ซึ่งการวัดขั้นการเจริญเติบโตนี้ได้ใช้วิธีการของ Fehr and Caviness (1980) จากตารางดังกล่าวพบว่า วิธีการให้น้ำ ไม่มีผลกระทบต่อขั้นการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองทุกพันธุ์นับตั้งแต่เริ่มงอก (VE) จนกระทั่งถึงระยะ R₆ (ระยะติดเมล็ดเต็มที) ความแตกต่างในช่วงเวลาของพัฒนาการจากขั้นการเจริญเติบโตขั้นหนึ่งไปยังอีกขั้นหนึ่งระหว่างพันธุ์ต่างๆ เป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างของลักษณะประจำพันธุ์ อย่างไรก็ตามพัฒนาการตั้งแต่ระยะ R₆ (ไปสู่ระยะ R₇ (ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา) และจากรยะ R₇ ไปสู่ระยะ R₈ (ระยะสุกแก่ทางการเก็บเกี่ยว) ถูกกระทบโดยผลของการขาดน้ำ ถั่วเหลืองที่ขาดน้ำมีการสุกแก่ไวกว่าถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำตามปกติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ในแง่ตั้งแต่งอกไปสู่ระยะออกดอก และจากรยะออกดอก ไปสู่ระยะเก็บเกี่ยว จะพบว่าพันธุ์ OCB เป็นพันธุ์ที่มีช่วงระยะการเจริญ

Table 2. Leaf water potential (bar) of five soybean varieties grown under wet (W) and dry (WD) treatment.

DAE	Var.	SJ 1		SJ 2		SJ 4		SJ 5		OCB	
		W	WD								
21		- 7.70	-10.57	-6.85	- 8.60	- 7.45	-10.95	- 8.03	- 9.10	- 7.25	-9.47
28		- 9.50	-10.92	-8.75	- 9.17	-10.02	-10.47	- 9.97	-10.32	-10.32	-10.65
35		- 8.50	-10.82	-10.97	-11.20	-10.57	-12.00	-12.72	-12.97	-10.72	-10.70
42		- 6.92	- 9.80	-7.82	-11.02	- 7.77	-10.67	-10.00	-12.32	-11.65	-13.12
49		- 8.15	-10.02	-9.30	-11.27	- 8.90	-11.25	-12.27	-13.00	-12.82	- 13.9
56		- 7.12	-12.85	-8.12	-13.17	- 8.62	-11.32	-7.10	-10.10	-10.82	- 14.5
63		-11.55	-11.72	-11.42	-11.57	-11.67	-11.82	-10.77	-11.75	-10.77	-13.07
70		- 8.25	-12.17	-10.10	-12.20	-10.00	-12.35	- 7.05	-11.87	- 9.95	-15.30

DAE = Days after emergence.

Table 3 Growth stages of five soybean varieties grown under wet (W) and dry (WD) treatments

Variety	Growth stages and days after planting to each stage																
	VE	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	
SJ 1	W	10	17	24	29	31	36	41	43	45	52	55	57	68	75	85	111
	WD	10	17	24	29	31	36	41	43	45	52	55	57	68	75	80	106
SJ 2	W	10	17	24	29	34	36	41	43	45	48	55	57	60	75	88	111
	WD	10	17	24	29	34	36	41	43	45	48	55	57	60	75	83	109
SJ 4	W	10	17	24	29	36	38	43	—	45	48	57	60	68	75	90	115
	WD	10	17	24	29	36	38	43	—	48	50	57	60	68	75	85	111
SJ 5	W	10	17	24	29	34	36	41	45	48	50	57	60	68	75	88	111
	WD	10	17	24	29	34	36	41	45	48	50	57	60	68	75	83	106
OCB	W	10	17	24	29	34	36	—	—	38	41	48	50	57	70	79	98
	WD	10	17	24	29	34	36	—	—	38	41	48	50	57	70	75	92

เติบโตที่สั้นกว่าพันธุ์อื่นๆ

การเจริญเติบโต

1. จำนวนข้อ และความสูง

ภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่าในช่วงตั้งแต่ระยะ 21 วันหลังออกใบจนถึงระยะ 42 วันหลังออก การขาดน้ำมีแนวโน้มจะทำให้จำนวนข้อเฉลี่ยของถั่วเหลืองทุกพันธุ์ลดลง แต่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) เฉพาะที่ระยะ 28 และ 35 วันหลังออกเท่านั้น (ตารางที่ 4) และเมื่อพิจารณาระหว่างพันธุ์ก็พบว่าโดยส่วนใหญ่แล้วจะมีความแตกต่างระหว่างจำนวนข้อของแต่ละพันธุ์ ยกเว้นที่ระยะ 28 และ 42 วันหลังออก อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้ ไม่พบผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างกรรมวิธีการให้น้ำและพันธุ์ ต่อจำนวนข้อของถั่วเหลือง (ตารางที่ 4) และเมื่อพิจารณาที่ระยะการเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 5) จะพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) ระหว่างกรรมวิธีของการให้น้ำในแง่ของจำนวนข้อแต่จะมีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญระหว่างพันธุ์ถั่วเหลืองต่างๆ ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 1 มีจำนวนข้อเฉลี่ยสูงที่สุดรองลงมาได้แก่ สจ. 2, 4 และ 5 สำหรับพันธุ์ OCB มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่ำที่สุด

ภาพที่ 3 กับตารางที่ 4 และ 5 แสดงให้เห็นว่าหลังจากช่วงระยะเวลา 35 วันหลังออกไปจนกระทั่งถึงระยะเก็บเกี่ยว การขาดน้ำมีผล

กระทบต่อความสูงของถั่วเหลือง ทุกพันธุ์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ความสูงของถั่วเหลืองทุกๆ พันธุ์ลดลงเมื่อเกิดการขาดน้ำและเมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างพันธุ์ ในช่วงต่างๆ ก็พบว่ามีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ในแง่ของความสูง อย่างไรก็ตามตั้งแต่ช่วงระยะ 7 วันหลังออกจนถึง 42 วันหลังออก ไม่พบผลของปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่าง กรรมวิธีของการให้น้ำ และพันธุ์ ถั่วเหลืองที่มีต่อความสูง สำหรับที่ระยะเก็บเกี่ยวนี้ จะพบว่า มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในแง่ของความสูงในระหว่างกรรมวิธีของการให้น้ำและในระหว่างพันธุ์ต่างๆ การขาดน้ำมีผลทำให้ความสูงของถั่วเหลืองทุกพันธุ์ลดลงอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้ยังพบผลของปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างกรรมวิธีของการให้น้ำ และพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีต่อความสูง ($P < 0.01$) ทั้งนี้เพราะว่าถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ตอบสนองในแง่ของความสูงต่อการขาดน้ำแตกต่างกันไป

2. ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) นำหนักแห้งรวม และอัตราการเจริญเติบโต

ภาพที่ 4 และตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าตั้งแต่ช่วง 28 วันหลังออกเป็นต้นไปการขาดน้ำมีผลทำให้ LAI ของถั่วเหลืองทุกพันธุ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ที่ระยะ 42 วันหลังออกถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำอย่างเต็มที่ที่มี LAI เฉลี่ยถึง 5.40 ขณะที่ถั่วเหลืองที่ขาดน้ำให้ LAI

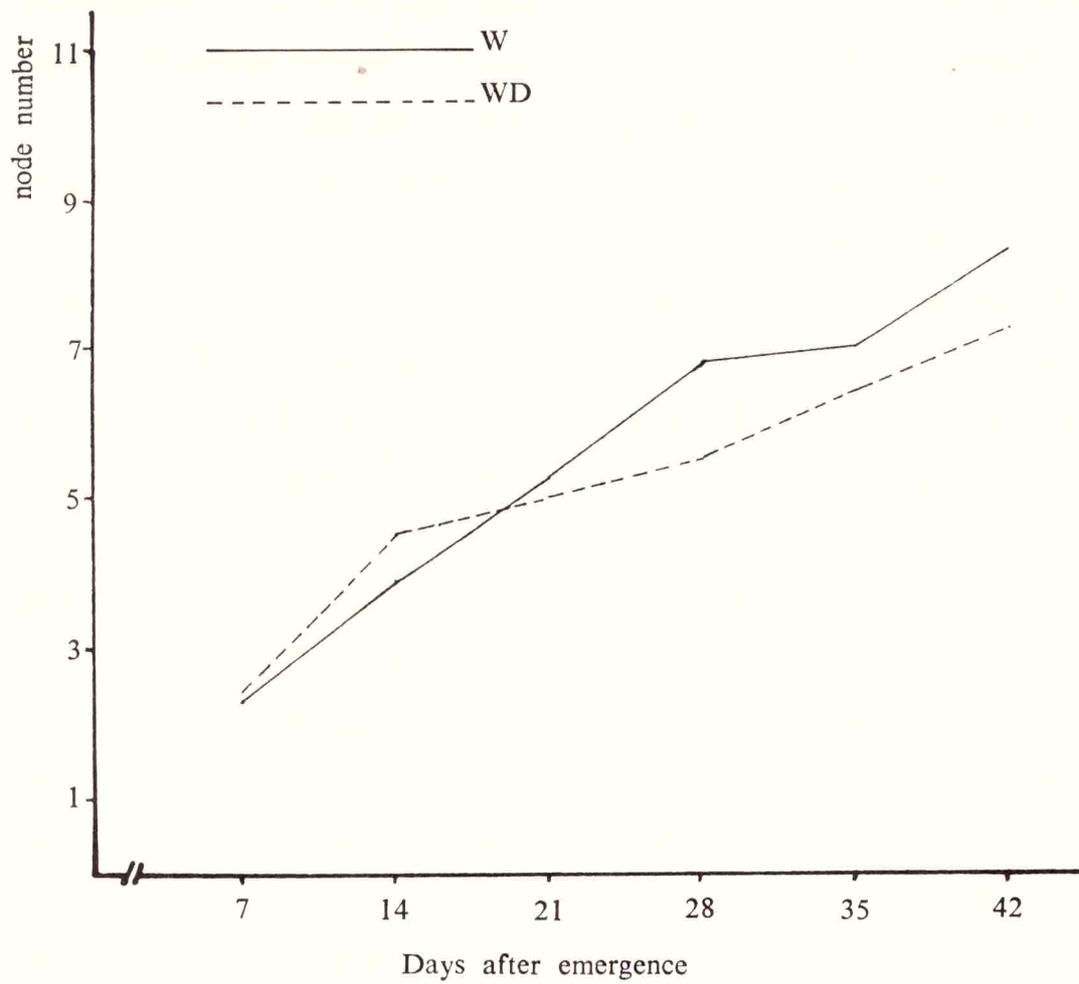


Figure 2 Changes in node numbers of soybean grown under wet (W) and dry (WD) treatment.

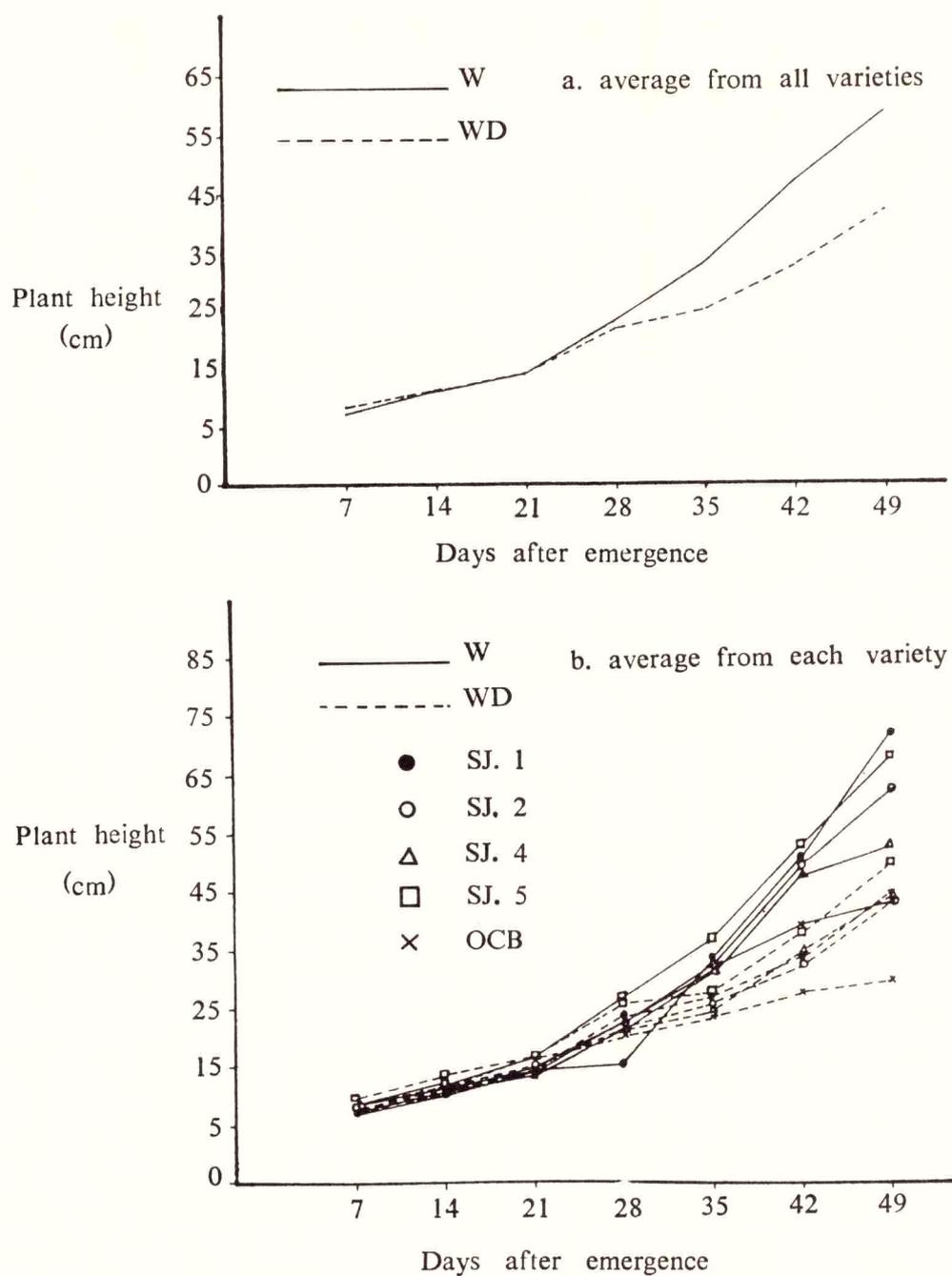


Figure 3 Change in plant height with time of five soybean varieties grown under wet (W) and dry (WD) treatments

Table 4 Summary of the statistical significance of watering treatment (W), variety (V) and watering x variety (W x V) interaction for node number, height, leaf area index (LAI), total dry matter and crop growth rate (CGR).

Days after	Node number		Height		LAI		Total dry matter		CGR		
	W	V	W	V	W	V	W	V	W	V	
7	NS	**	NS	*	**	NS	NS	**	NS	NS	NS
14	NS	*	NS	NS	**	NS	**	NS	**	NS	NS
21	NS	**	NS	NS	**	NS	**	**	*	*	NS
28	*	NS	NS	NS	**	NS	*	**	**	NS	*
35	*	**	NS	**	*	NS	**	**	*	**	**
at	NS	NS	NS	**	**	NS	*	**	**	NS	*
harvest	NS	**	NS	**	**	**	**	—	—	—	—

* P < 0.05; ** P < 0.01; NS=not significant.

Table 5 Node number and plant height at harvest, of five soybean varieties grown under wet (W) and dry (WD) treatment.

Varieties	Node number			Height (cm)		
	W	WD	Average	W	WD	Average
SJ 1	12.7	12.0	12.4	71.93	44.77	58.35
SJ 2	12.2	11.1	11.6	62.45	43.23	52.84
SJ 4	11.2	10.8	11.0	52.66	44.64	48.65
SJ 5	11.5	11.4	11.4	67.14	49.60	58.37
OCB	7.7	7.7	7.7	43.21	29.07	36.14
Average	11.1	10.6	10.8	59.47	42.26	50.87
LSD (.05) (variety)	1.1	1.1	0.8	6.04	6.04	4.28
(.01)	1.5	1.5	1.1	8.19	8.19	5.79
LSD (watering treatment)	(.05)	NS			10.82	
	(.01)				19.87	
LSD (interaction)		NS			11.88	
					20.22	
C.V. (a)		10.56			21.15	
(b)		7.02			8.14	

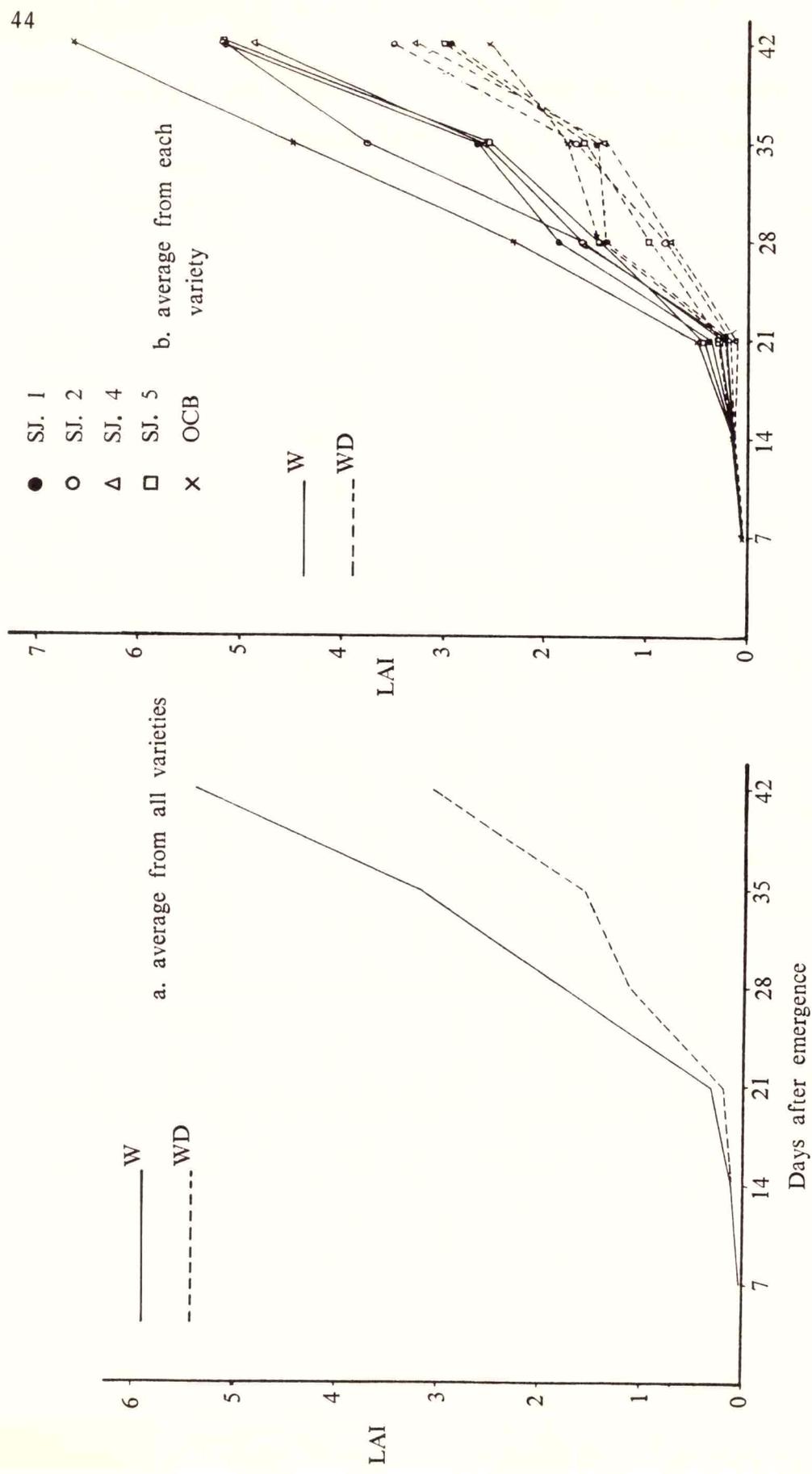


Figure 4 Change in leaf area index (LAI) with time of five soybean varieties grown under wet (W) and dry (WD) treatments

เพียง 3.08 เท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง พันธุ์ถั่วเหลืองต่าง ๆ ก็จะพบความแตกต่างของ LAI อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ตั้งแต่ระยะ 7 วันหลังออกเป็นตัวไป นอกจากนี้ยังพบต่อไปอีกว่าตั้งแต่ช่วง 14 วัน หลังออกเป็นตัวไป ผลของปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างกรรมวิธีของการให้น้ำและพันธุ์ต่อค่า LAI ทั้งนี้เพราะว่าถั่วเหลืองบางพันธุ์ เมื่อมีการให้น้ำอย่างเต็มที่ที่จะสร้าง LAI สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ แต่พอถูกกระทบโดยการขาดน้ำกลับมี LAI ที่ต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ ตัวอย่างเช่น ที่ระยะ 42 วันหลังออกพันธุ์ OCB เมื่อมีการให้น้ำอย่างเต็มที่ LAI สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ แต่พอขาดน้ำกลับมี LAI ต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ และเมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์ของการลดลงของ LAI อันเนื่องมาจากการขาดน้ำระหว่างพันธุ์ต่างๆ ที่ระยะ 42 วันหลังออกพบว่าแตกต่างกันไป ซึ่งพบว่า LAI ของพันธุ์ OCB ถูกกระทบมากที่สุด โดย LAI ลดลงถึง 60% พันธุ์ สจ. 1 และ 5 ลดลงราว 40% ขณะที่ สจ. 4 และ 2 ลดลงเพียง 30% เท่านั้น

3. น้ำหนักแห้งรวม

การขาดน้ำมีผลทำให้ การสร้างน้ำหนักแห้งรวม ของถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ ลดลงอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 5) ความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักแห้งรวม อันเป็นผลเนื่องมาจากกรรมวิธีของการให้น้ำเริ่มปรากฏให้เห็นตั้งแต่ระยะ 21 วันหลังออก (ตารางที่ 4) ที่ระยะ 42

วันหลังออก ถั่วที่ได้รับน้ำอย่างพอเพียงผลิตน้ำหนักแห้งรวมเฉลี่ยสูงถึง 198 กรัม/ตร.ม. ขณะที่ถั่วเหลืองที่ขาดน้ำ ผลิตน้ำหนักแห้งรวมเฉลี่ยเพียง 91 กรัม/ตร.ม. สำหรับความแตกต่างระหว่างพันธุ์ ในแง่ ของ การสร้าง น้ำหนักแห้งรวมพบว่ามีความแตกต่างตลอดช่วงของการวัด ยกเว้นที่ระยะ 42 วันหลังออกการตอบสนองของแต่ละพันธุ์ต่อการขาดน้ำในแง่ของการ สร้างน้ำหนักแห้งรวมแตกต่างกันไป ซึ่งทำให้พบผลของปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างกรรมวิธีของการให้น้ำและพันธุ์ที่มีต่อการสร้างน้ำหนักแห้งรวม ที่ระยะ 42 วันหลังออกพบว่าพันธุ์ OCB ถูกกระทบมากที่สุดโดยน้ำหนักแห้งลดลงถึง 60% เมื่อขาดน้ำ ขณะที่พันธุ์อื่นๆ ลดลงเพียง 50%

4. อัตราการเจริญเติบโต (CGR)

การขาดน้ำ มีผลกระทบ ทำให้ อัตราการเจริญเติบโต (CGR) ของถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ ลดลงอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 6) ความแตกต่างทางสถิติอันเป็นผลเนื่องมาจากกรรมวิธีของการให้น้ำเริ่มปรากฏตั้งแต่ช่วงระยะ 14 วันหลังออกเป็นตัวไป (ตารางที่ 4) เมื่อพิจารณาในช่วงระหว่าง 35 ถึง 42 วันหลังออกถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำอย่างพอเพียงจะมี CGR เฉลี่ย 15.03 กรัม/ตร.ม./วัน ขณะที่ถั่วเหลืองที่ขาดน้ำมี CGR เฉลี่ยเพียง 6.30 กรัม/ตร.ม./วัน สำหรับความแตกต่าง ระหว่าง พันธุ์ ในแง่ของ CGR นั้น พบว่ามีเฉพาะบางช่วงเท่านั้น (ตารางที่ 4)

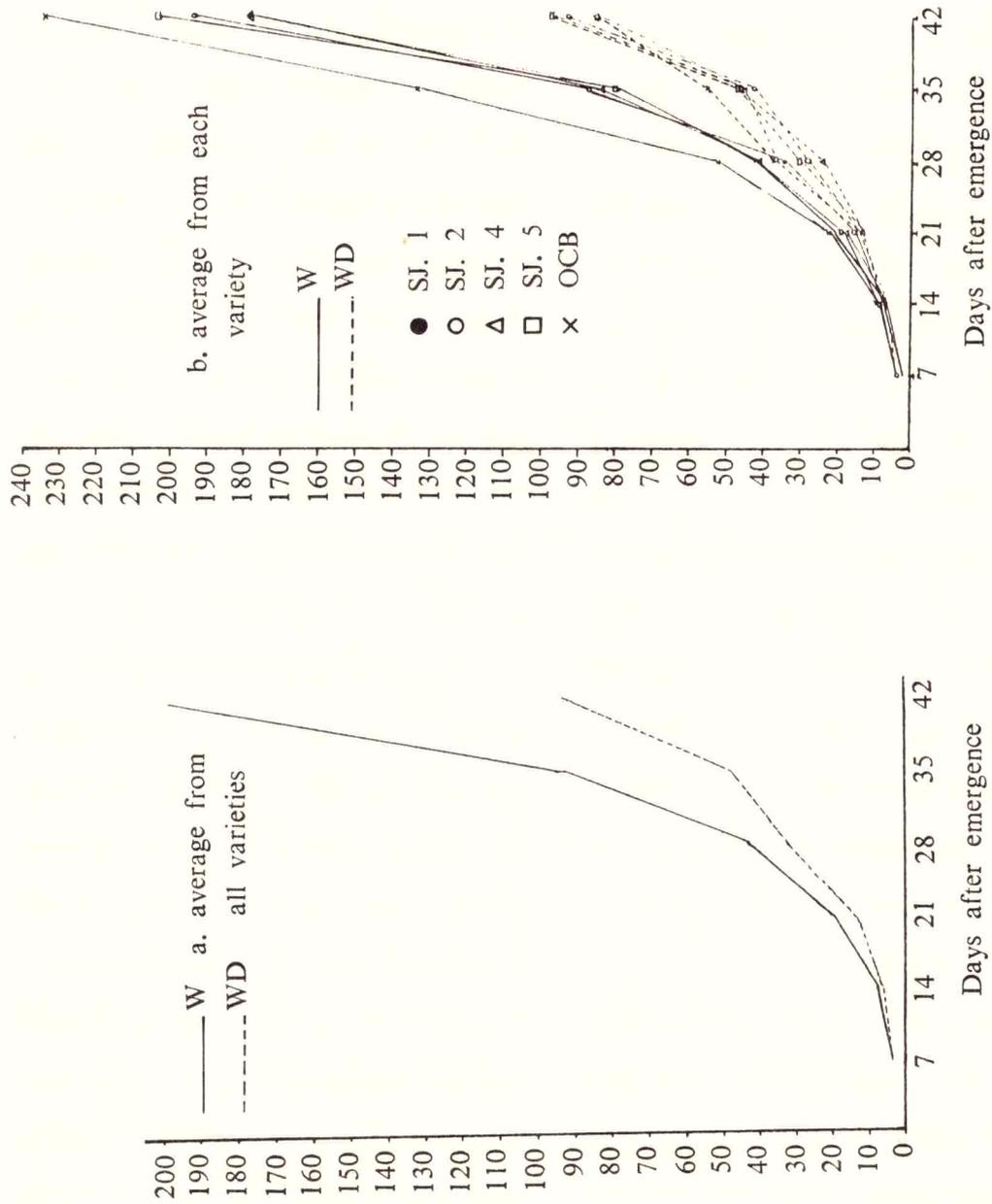


Figure 5 Change in total dry matter with time of five soybean varieties grown under wet (W) and dry (WD) treatments.

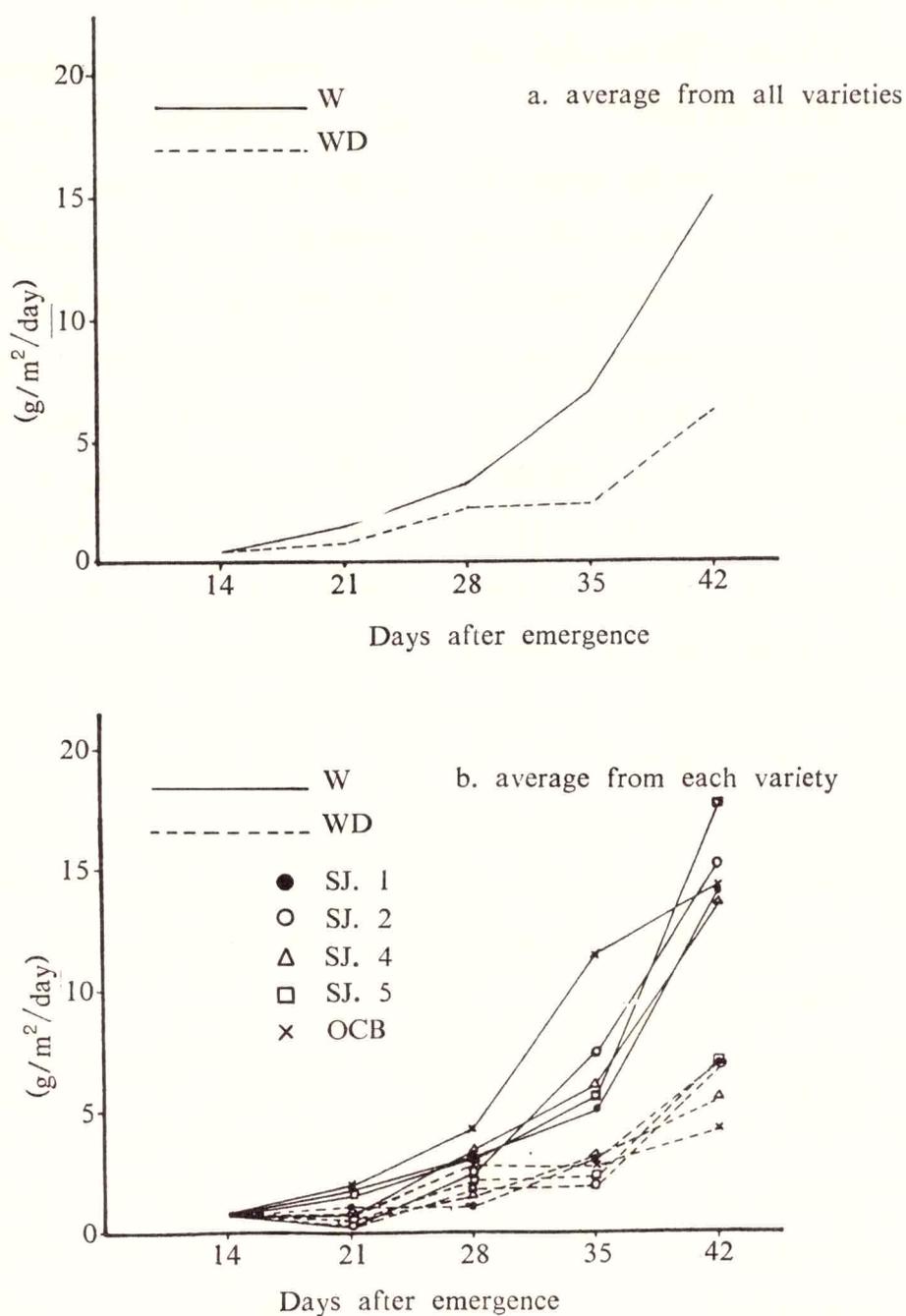


Figure 6 Change in crop growth rate (CGR) with time of five soybean varieties grown under wet (W) and dry (WD) treatments.

และ นอกจากนี้ ก็ พบว่าตลอดระยะเวลาของการวัด CGR ส่วนใหญ่แล้วจะไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างกรรมวิธีของการให้น้ำและพันธุ์ ยกเว้นที่ระยะ 28-35 วันหลังออก

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

ผลผลิต (น้ำหนักแห้งของเมล็ด) และองค์ประกอบของผลผลิต อันประกอบด้วยจำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และขนาดของเมล็ดได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติ (ตารางที่ 6) แสดงให้เห็นว่าผลผลิตมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างพันธุ์และในระหว่างกรรมวิธีการให้น้ำ แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างพันธุ์กับกรรมวิธีของการให้น้ำ ถั่วเหลืองทุกพันธุ์ให้ผลผลิตลดลงเมื่อเกิดการขาดน้ำ ถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำอย่างพอเพียงให้ ผลผลิตเฉลี่ย

310 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อขาดน้ำผลผลิตลดลงประมาณ 36%

การแสดงออกในแง่ผลผลิตของถั่วเหลืองที่ 5 พันธุ์คล้ายคลึงกันทั้งในสภาพที่มีการให้น้ำอย่างพอเพียง และ ในสภาพ ที่มีการ ขาดน้ำ กล่าวคือพันธุ์ OCB ให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัย สำคัญ ทาง สถิติ ไม่ ว่า ภายใต้สภาพที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ หรือขาดน้ำ ในขณะที่ความแตกต่างของ ผลผลิตของ อีก 4 พันธุ์ไม่ถึงระดับที่มีนัยสำคัญ ยกเว้นในกรณีของพันธุ์ สจ. 5 ในสภาพที่ขาดน้ำนั้นให้ผลผลิตที่ต่ำกว่าพันธุ์ สจ. 2 สจ. 1 และ สจ. 4 อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามพันธุ์ สจ. 2 ก็มีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ

เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบของผลผลิต (ตารางที่ 7) พบว่ากรรมวิธีการให้น้ำมีผล

Table 6 Summary of the statistical significance of watering treatment (W), variety (V) and watering x variety (WxV) interaction for yield and yield components.

Variable	W	V	WxV
Yield/rai	*	**	NS
Pod No./plant	*	**	NS
Seed No./pod	NS	NS	NS
100 seed weight	*	**	*

* P<0.05; ** P<0.01; NS=not significant.

Table 7 Yield (dry seed weight) and yield components of five soybean varieties grown under wet (W) and dry (WD) treatment

Variety	Dry seed weight (kg/rai)			Yield component								
	No. of pod/plant			No. of seed/pod			100 seed weight					
	W	WD	Average	W	WD	Average	W	WD	Average	W	WD	Average
SJ 1	325.18	217.10	217.14	44.40	30.89	37.64	1.98	2.08	2.03	12.64	11.46	12.05
SJ 2	355.86	247.48	301.67	54.58	39.39	46.99	1.75	1.90	1.82	13.00	11.02	12.01
SJ 4	311.99	213.27	262.63	39.73	31.45	35.59	1.68	1.58	1.63	15.76	15.16	15.46
SJ 5	326.95	189.02	257.98	41.50	29.79	35.64	1.71	1.68	1.70	15.20	11.92	13.56
OCB	234.98	126.26	180.62	25.25	17.24	21.24	1.88	1.80	1.84	16.15	14.05	15.10
Average	310.99	198.62	254.80	41.09	29.75	35.42	1.80	1.80	1.80	14.55	12.72	13.64
LSD .05 (variety)	45.94	45.94	32.49	6.07	6.07	4.29	NS	NS	NS	1.25	1.25	.88
.01	62.26	62.26	44.02	8.22	8.22	5.81				1.69	1.69	1.20
LSD (watering treatment)	.05	58.69		11.13			NS				1.11	
	.01	107.74		20.43			NS				2.03	
LSD (interaction)	.05	NS		NS			NS				1.54	
	.01										2.37	
C.V. (a)		22.89		31.23				8.69			8.06	
C.V. (b)		12.35		11.74				6.51			6.28	

กระทบต่อจำนวนฝักต่อต้นและขนาดของเมล็ด (น้ำหนัก 100 เมล็ด) อย่างเด่นชัด แต่ไม่มีผลกระทบต่อจำนวนเมล็ดต่อฝัก ถั่วเหลืองทั้ง 5 พันธุ์ ให้จำนวนฝักต่อต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อขาดน้ำเช่นเดียวกับที่สังเกตได้ในขนาดของเมล็ด ยกเว้นพันธุ์ สจ. 4 และพันธุ์ สจ. 1 ที่ขนาดของเมล็ดลดลงไม่ถึงระดับที่มีนัยสำคัญ จำนวนฝักต่อต้นและน้ำหนักเมล็ดลดลงโดยเฉลี่ย 29% และ 14% ตามลำดับ

สำหรับ ความแตกต่าง ระหว่างพันธุ์ บางพันธุ์นั้น พบว่าถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ให้จำนวนฝักต่อต้น และขนาดของเมล็ดไม่เท่ากัน พันธุ์ สจ. 2 ให้จำนวนฝักต่อต้นสูงสุด (เฉลี่ย 47 ฝัก/ต้น) และพันธุ์ OCB ให้จำนวนฝักต่ำสุด (เฉลี่ย 21 ฝัก/ต้น) สำหรับพันธุ์อื่นไม่แตกต่างกัน

ในกรณีของน้ำหนักเมล็ดนั้น พบว่าในสภาพที่มีน้ำอย่างพอเพียงนั้นพันธุ์ OCB พันธุ์ สจ. 4 และพันธุ์ สจ. 5 ให้น้ำหนัก 100 เมล็ดไม่แตกต่างกันแต่สูงกว่าพันธุ์ สจ. 2 และพันธุ์ สจ. 1 ส่วนในสภาพของการขาดน้ำนั้น พันธุ์ OCB และพันธุ์ สจ. 4 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ นอกจากนั้นผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ยังพบว่ามีความสัมพันธ์ร่วม ระหว่างกรรมวิธีการให้น้ำและพันธุ์ถั่วเหลืองต่อน้ำหนักเมล็ด ($P < 0.05$) กล่าวคือทุกพันธุ์ให้ขนาด

ของเมล็ดลดลงเมื่อเกิดการขาดน้ำ ยกเว้นพันธุ์ สจ. 4 และพันธุ์ OCB ที่การลดลงของขนาดเมล็ดไม่ถึงระดับที่มีนัยสำคัญ

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

จากการทดลองในครั้งนี้พบว่า การขาดน้ำ มีผลทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองลดลงอย่างมาก โดยผลผลิตลดลงโดยเฉลี่ยถึง 36% และก็พบว่าพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 5 พันธุ์ให้ผลผลิตแตกต่างกันไป ซึ่งพอจะแบ่งเป็น 3 พวกคือ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดได้แก่ พันธุ์ สจ. 2 กลุ่มที่ให้ผลผลิตรองลงมาซึ่งได้แก่ พันธุ์ สจ. 1, 4 และ 5 และพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตต่ำสุดคือ พันธุ์ OCB สำหรับ ความแตกต่าง ระหว่างพันธุ์ ในเรื่องผลผลิตในแง่การตอบสนองต่อการขาดน้ำนั้น ถึงแม้ว่าไม่พบ ปฏิสัมพันธ์ ร่วม ของกรรม วิธีของการใช้น้ำและพันธุ์ถั่วเหลืองก็ตาม แต่มีแนวโน้มให้เห็นความแตกต่าง ในแง่การตอบสนองต่อการขาดน้ำในระหว่างพันธุ์ ถั่วเหลืองเหล่านี้ กล่าวคือผลผลิตที่ถูกลดลงมากบ้างน้อยบ้างขึ้นอยู่กับพันธุ์ พันธุ์ OCB มีแนวโน้มว่าจะถูกกระทบมากที่สุด รองลงมาได้แก่ พันธุ์ สจ. 5 ส่วนพันธุ์ สจ. 1 สจ. 4 และ สจ. 2 พบว่าถูกกระทบน้อยที่สุด ซึ่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของการลดลงของผลผลิตก็จะเป็น 46 42 33 31 และ 30% ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 2 สจ. 1 และ สจ. 4 ในสภาพที่ขาดน้ำค่อนข้าง จะสูงกว่าของ พันธุ์

สจ. 5 และพันธุ์ OCB ซึ่งการลดลงของผลผลิตของถั่วเหลือง อันเนื่องมาจากการขาดน้ำที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ถ้าเราพิจารณาในแง่องค์ประกอบของผลผลิตจะเห็นได้ว่าการที่ผลผลิตลดลงเมื่อถั่วเหลืองขาดน้ำนั้น เนื่องมาจากผลกระทบที่ทำให้ จำนวนฝัก ต่อต้น และ น้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองลดลงอย่างเห็นได้ชัดนั่นเอง ส่วนจำนวนเมล็ดต่อฝักพบว่าไม่ได้ถูกทำให้ลดลง ซึ่งผลดังกล่าวก็คล้ายคลึงกับที่พบโดย Momen et al. (1979) ซึ่งเขาสรุปว่าเมื่อถั่วเหลืองเกิดความเครียดน้ำแล้ว จำนวนฝักต่อต้นจะถูกกระทบมากที่สุด ขณะที่น้ำหนักเมล็ดจะถูกกระทบรองลงมาขึ้นอยู่กับช่วงที่เกิดความเครียดน้ำ ถ้าเกิดความเครียดน้ำระหว่างช่วงติดเมล็ดน้ำหนักเมล็ดก็จะลดลง ถ้าเกิดความเครียดน้ำระยะก่อนติดเมล็ดพบว่าไม่มีผลต่อน้ำหนักเมล็ด และเขาก็พบต่อไปอีกว่าจำนวนเมล็ดต่อฝักนั้นไม่ตอบสนองต่อการขาดน้ำ ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้อย่างที่พิจารณาจากตารางการให้น้ำ (ตารางที่ 1) และตารางแสดงชั้นการเจริญเติบโต (ตารางที่ 3) นั้นจะพบว่าระยะที่มีการให้น้ำครั้งที่ 2 ของแปลงที่ขาดน้ำ น้ำจะอยู่ราวๆ ช่วง V_3 ของทุกพันธุ์ และช่วงที่ให้น้ำอีกครั้งหนึ่ง (การให้น้ำครั้งที่ 3) จะพบว่าอยู่ในราวช่วง R_5 (ระยะติดเมล็ด) ของพันธุ์ OCB และช่วง R_4 (ระยะติดฝักเต็มที่) ใน พันธุ์ อื่น ๆ เพราะ ฉะนั้น โอกาส ที่ ถั่ว

เหลืองทั้ง 5 พันธุ์จะถูกกระทบด้วยความเครียดน้ำในช่วงหลังจากการให้น้ำครั้งที่ 2 ก็จะอยู่ในช่วงการเจริญทางลำต้นและใบบางส่วนก่อนการออกดอก ในช่วงระยะออกดอก (R_1, R_2) และในช่วงเริ่มติดฝัก (R_3) และจะถูกกระทบอีกครั้งหลังการให้น้ำครั้งที่ 3 ก็จะเป็นตั้งแต่ระยะติดเมล็ดเป็นต้นไป ซึ่งระยะนี้ถูกพบว่า เป็นระยะวิกฤติสำหรับการขาดน้ำในถั่วเหลือง Doss et al. (1974); Sionit and Kramer (1977) และ Momen et al. (1979) ดังนั้นโอกาสที่ทั้งจำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดจะถูกทำให้ลดลงจึงมีมาก

สำหรับ ความแตกต่าง ระหว่าง พันธุ์ ในเรื่องขององค์ประกอบของผลผลิตทั้ง 3 นั้นพบว่ามีความแตกต่าง เฉพาะจำนวนฝัก ต่อต้นและน้ำหนัก 100 เมล็ด ผลผลิตที่สูงของพันธุ์ สจ. 2 เป็นผลเนื่องมาจากการที่มีจำนวนฝักต่อต้นสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ นั่นเอง ถึงแม้ว่าจะมีน้ำหนัก 100 เมล็ดที่ค่อนข้างต่ำกว่าพันธุ์อื่น ๆ ก็ตาม

ในกรณีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในแง่การตอบสนองต่อการขาดน้ำในเรื่องจำนวนฝักต่อต้นและน้ำหนัก 100 เมล็ดนั้นพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ ร่วม ระหว่าง กรรมวิธี การ ให้น้ำ และ พันธุ์ถั่วเหลืองที่มีต่อน้ำหนัก 100 เมล็ดเท่านั้น น้ำหนัก 100 เมล็ดของแต่ละพันธุ์ลดลงน้อยบ้าง มากบ้าง แตกต่างกันไป แต่ไม่ได้ สอด

คล่องกับผลผลิต ๕๕ เปอร์เซ็นต์เนื่องจากเหตุผลที่กล่าวไปแล้วว่าการที่น้ำหนัก 100 เมล็ดสูงกว่าไม่สามารถชดเชยการที่มีจำนวนฝักต่อต้นที่น้อยกว่า สำหรับจำนวนฝักต่อต้นนั้นถึงแม้ว่าจะไม่พบผลของปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างกรรมวิธีให้น้ำและพันธุ์ก็ตาม แต่ก็พบแนวโน้มของความแตกต่างในแง่การตอบสนองต่อการขาดน้ำ กล่าวคือพันธุ์ OCB และพันธุ์ สจ. 1 จะถูกระทบในเรื่องการลดลงของจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุด สจ. 5 และ สจ. 2 ถูกระทบรองลงมา และ สจ. 4 ถูกระทบน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาถึงผลของการขาดน้ำและความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในแง่ของการพัฒนาการและการเจริญเติบโตนั้น พอจะสรุปได้ว่าการทดลองนี้ผลกระทบของการขาดน้ำที่มีต่อพัฒนาการของถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ เฉพาะระยะหลังๆ ของการเจริญทางทางด้านการสุกแก่เท่านั้น กล่าวคือทำให้การสุกแก่เร็วขึ้น สำหรับในแง่ของการเจริญเติบโตนั้นพบว่า ความสูงต้นพันธุ์ที่ใบ น้ำหนักแห้งรวม และอัตราการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองทุกพันธุ์ ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเกิดการขาดน้ำ ส่วนจำนวนข้อเฉลี่ยนั้นไม่ถูกระทบโดยการขาดน้ำ ซึ่งตรงกับผลของการทดลองที่ผ่านมา (Momen et al., 1973)

การตอบสนองของแต่ละพันธุ์ในแง่ของ

การเจริญเติบโตเมื่อเกิดการขาดน้ำค่อนข้างจะแตกต่างกันไป แต่ว่าจะพบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างกรรมวิธีของการให้น้ำและพันธุ์ถั่วเหลืองเฉพาะในกรณีของ LAI และน้ำหนักแห้งรวมเท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าถ้าพิจารณาที่ระยะ 42 วันหลังออก ซึ่งเป็นระยะที่ถั่วเหลืองแทบทุกพันธุ์อยู่ในช่วงออกดอกเต็มทีนั้นจะเห็นได้ว่าการขาดน้ำมีผลทำให้น้ำหนักแห้งรวมและ LAI ของพันธุ์ OCB ลดลงมากกว่าพันธุ์อื่นๆ ซึ่งก็มีส่วนสัมพันธ์ในเรื่องของการกระทบของผลผลิตไปด้วย

ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้น พอจะสรุปจากผลการทดลองในครั้งนี้ได้ว่า การขาดน้ำมีผลทำให้การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในแง่ของความสูง การสร้างน้ำหนักแห้งรวม LAI และอัตราการเจริญเติบโตลดลง ซึ่งจะไปกระทบต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตในที่สุดนั่นเอง

สำหรับ ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ถั่วเหลืองต่างๆ ต่อการขาดน้ำในแง่ลักษณะต่างๆ ถึงแม้พบว่าปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างกรรมวิธีการให้น้ำและพันธุ์ถั่วเหลืองเฉพาะบางลักษณะแต่โดยทั่วไปแล้วส่วนใหญ่แต่ละพันธุ์ก็มีแนวโน้มว่าจะแสดงการตอบสนองต่อการขาดน้ำที่แตกต่างกันไป ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในแง่การปรับตัวของแต่ละพันธุ์เมื่อขาดน้ำพันธุ์ สจ. 2 สจ. 4 และ สจ. 1 มี

แนวโน้มน่าจะสามารถปรับตัวได้ดีกว่าพันธุ์ สจ. 5 และ OCB ในแง่ของการสร้างผลผลิต เมื่อกระทบกับการขาดน้ำ อย่างไรก็ตามผลกระทบของการขาดน้ำที่มีต่อลักษณะ บางอย่างของพันธุ์ถั่วเหลืองที่จะไปมีผลต่อผลผลิตยังไม่ค่อยเห็นเด่นชัด ในกรณีกลุ่มของพันธุ์ สจ. ต่างๆ แต่สำหรับในพันธุ์ OCB นั้น ก่อนข้างจะเห็นเด่นชัด ทั้งนี้เพราะพันธุ์ OCB ถูกกระทบในแง่ของ LAI น้ำหนักแห้ง จำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ดมากกว่าพันธุ์อื่นๆ ซึ่งมีผลทำให้ผลผลิตของพันธุ์ OCB ถูกกระทบอย่างมากและผลผลิตลดลงมากที่สุด ซึ่ง Blum (1973) ได้ชี้แนะว่าลักษณะการทนทานต่อความแห้งแล้งในพันธุ์พืช ในแง่การสร้างผลผลิต สามารถวัดได้จากการลดลงของผลผลิตน้อยกว่าพันธุ์ อื่นๆ ในกรณีที่กระทบกับการขาดน้ำ

อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตจากการทดลองในครั้งนี้ได้ว่าพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงในสภาพที่มีการให้น้ำอย่างพอเพียง เช่น พันธุ์ สจ. 2 และ สจ. 1 ก็มีแนวโน้มว่าจะให้ผลผลิตสูงกว่า พันธุ์อื่นๆ ไปด้วยเมื่อปลูกในสภาพที่ขาดน้ำ อันนี้ก็อาจจะเป็นเพราะว่าพันธุ์เหล่านี้มีศักยภาพในการให้ผลผลิต

คำขอขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้สนับสนุนให้ทุน

ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณภาควิชาพืชไร่ ที่ได้อนุเคราะห์ให้ใช้แปลงทดลอง เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ในการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Boyer, J.S. and McPherson, H.G. 1975. Physiology of water deficit in cereal crops. *Adv. Agron.* 27: 1-23.
- Blum, A. 1973. Components analysis of yield responses to drought of sorghum hybrids. *Expl. Agric.* 9: 159-167.
- Doss, B.D., Pearson, R.W. and Rogers, H.T. 1974. Effect of soil water stress at various growth stages on soybean yield. *Agron. J.* 66: 297-299.
- Fehr, W.R. and Caviness, C.E. 1980. Stages of soybean development. Special Report 80. Coop. Ext. Serv., Iowa State Univ., Logan, Utah, U.S.A.
- Lawn, R.J. 1982. Response of four grain legumes to water stress in South-Eastern Queensland. I Physiological response mechanisms. *Aust. J. Agric. Res.* 33: 481-496.
- Merderski, H.J. and Jeffers, D.L. 1973.

- Yield response of soybean varieties grown at two soil-moisture-stress level. *Agron. J.* 3 : 410-412.
- Momen, N.N., Carlson, R.E., Shaw, R.H. and Agjmand, O. 1979. Moisture-stress effects on the yield components of two soybean cultivars. *Agron. J.* 71 : 86-90.
- Sionit, N. and Kramer, P.J. 1977. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. *Agron. J.* 69 : 274-278.
- Wein, H.C., Littleton, E. J. and Ayanaba, A. 1979. Drought stress of cowpea and soybean under tropical conditions. In : Mussell, H. and Staples, R., eds. *Stress physiology in crop plants*, pp. 284-301. John Wiley and Sons. New York.
-

คุณภาพน้ำของกลุ่มน้ำห้วยแก้ว

จรรยา สุขเกษม¹ ศุวศา กานตวนิชกุล² และ กนิษฐา ขัตติรัตน์¹

WATER QUALITY OF HUAY KAEO WATERSHED

Charoon Sukkasame¹, Suwasa Kantavanichkul², and Kanitta Kattirat¹

ABSTRACT: Ang Kaeo reservoir is the source of the water supply in Chiang Mai University. Water from Ku-Kao brook and Kaeo flows into Ang Kaeo reservoir. Since the land in Huay Kaeo watershed is not correctly utilized, the water quality in Ang Kaeo is adversely affected.

The results of the water analyses showed that during the dry season when the water level was low, the biochemical oxygen demand (BOD) was higher than the standard level. The amount of nitrogen and phosphorus was not enough to create eutrophication in the reservoir. The hardness and alkalinity were relatively low but the amount of coliform bacteria in both brooks was very high which caused the high total coliform in Ang Kaeo reservoir at some times.

¹ ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002
Department of Soil Science and Conservation. Faculty of Agriculture Chiang Mai University,
Chiang Mai 50002.

² ภาควิชาวิศวกรรมสภาวะแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002
Department of Environmental Engineering. Faculty of Engineering. Chiang Mai University,
Chiang Mai 50002.

บทคัดย่อ: อ่างแก้วเป็นแหล่งน้ำสำหรับผลิตน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งได้รับน้ำจากห้วยแก้วและห้วยกู่ขาวของกลุ่มน้ำห้วยแก้ว ปัจจุบันมีการใช้ที่ดินของกลุ่มน้ำอย่างไม่เหมาะสม ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ ของกลุ่มน้ำห้วยแก้ว โดยเฉพาะในฤดูแล้งซึ่งปริมาณน้ำน้อย ไม่เพียงพอต่อการเจือจางสารอินทรีย์ในน้ำ ส่งผลให้ค่า ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (biochemical oxygen demand, BOD) ในอ่างแก้วสูงเกินกว่ามาตรฐาน ปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสยังไม่มากพอที่จะทำให้เกิด eutrophication ในอ่างแก้วได้ น้ำในอ่างแก้วยังจัดว่าเป็นน้ำอ่อนและมีค่าความเป็นด่าง (alkalinity) ไม่สูงมากนัก แต่ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในห้วยกู่ขาวและห้วยแก้วมีปริมาณสูงมากเกือบตลอดปี ส่งผลให้ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอ่างแก้วสูงขึ้นจนเกินมาตรฐานในบางเดือน

คำนำ

กลุ่มน้ำห้วยแก้วให้การระบายน้ำลงสู่อ่างแก้ว ซึ่งเป็นแหล่งน้ำสำหรับผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พื้นที่กลุ่มน้ำซึ่งปกคลุมด้วยป่าไม้ในอดีต ได้เปลี่ยนสภาพเป็นที่ทำการเกษตร แหล่งชุมชน สวนสัตว์ สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ เส้นทางคมนาคม และอื่นๆ เป็นเหตุให้เกิดผลกระทบ ทั้งทางตรง และทางอ้อมต่อ ปริมาณ คุณภาพ และช่วงเวลาการไหลของน้ำ ทั้งของลำน้ำที่ไหลลงสู่อ่างแก้วและในอ่างแก้ว กุศตะเทพและคณะ (2527) รายงานว่า ตะกอน ที่ตกทับถม ในอ่างแก้ว ตั้งแต่ปี 2505 ถึงปี 2522 ทำให้อ่างแก้วมีความจุลดลงจาก 400,000 ลูกบาศก์เมตร เป็น 320,800 ลูกบาศก์เมตร ในฤดูแล้งตั้งแต่ปี 2522 เป็นต้นมา มหาวิทยาลัยจึงมีกักขาดแคลนน้ำดิบสำหรับ

ผลิตน้ำประปา เนื่องจากน้ำในอ่างแก้วมีน้อย ทั้งยังมีปัญหาเรื่องคุณภาพอีกด้วย ดังเช่นในเดือนเมษายนปี 2526 น้ำเสียในอ่างแก้วทำให้ปลาเป็นโรคและตาย ปัจจุบันกิจกรรมของมนุษย์บนพื้นที่กลุ่มน้ำห้วยแก้วเพิ่มมากขึ้น เป็นที่น่าวิตกถึงผลกระทบที่มีต่อคุณภาพน้ำของกลุ่มน้ำ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต จึงได้ทำการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ปริมาณ ความเป็นกรดเป็นด่าง ความขุ่น อุณหภูมิ การนำไฟฟ้า สารแขวนลอย ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ออกซิเจนละลายน้ำ ฟอสฟอรัส ไนโตรเจนรวม และแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด และเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินซึ่งมีใช้ทะเล กำหนดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน

ลักษณะพื้นที่

ลักษณะทั่วไป

ลุ่มน้ำห้วยแก้ว ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ มีตำแหน่งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 18 องศา 48 ลิปดาเหนือ ถึงละติจูดที่ 18 องศา 49 ลิปดาเหนือ และระหว่างลองจิจูดที่ 98 องศา 53 ลิปดาตะวันออก ถึงลองจิจูดที่ 98 องศา 58 ลิปดาตะวันออก พื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด 12.81 ตารางกิโลเมตร จุดสูงสุดของลุ่มน้ำที่ค้อยปุย อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,680 เมตร จุดต่ำสุดที่อ่างแก้ว สูงจากระดับน้ำทะเล 330 เมตร พื้นที่ที่มีความลาดชันโดยเฉลี่ยมากกว่า 32 เปอร์เซ็นต์ มีทิศด้านลาดชันไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ลุ่มน้ำมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า หาค่า form factor ได้ 0.12 และค่า compactness coefficient ได้ 1.36 ลุ่มน้ำห้วยแก้วให้การระบายน้ำสู่อ่างแก้วด้วยลำน้ำชนิด perennial สองลำน้ำคือ ห้วยแก้ว และห้วยกู่ขาว หาดัตราส่วนของความยาวของลำน้ำต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ (drainage density) ได้ 1.35 แสดงถึงการระบายน้ำปานกลาง

ลักษณะภูมิอากาศ

ลุ่มน้ำตอนล่าง จะเริ่มมีฝนตกมากในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ปริมาณฝนโดยเฉลี่ย 1122.2 มิลลิเมตร ความชื้นของอากาศโดยเฉลี่ย 69.4 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิโดยเฉลี่ย 25.1° เซลเซียสต่ำสุดในเดือนมกร-

คม 12.2° เซลเซียส สูงสุดในเดือนเมษายน 39.3° เซลเซียส ความเร็วลมโดยเฉลี่ย 2.6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สำหรับลุ่มน้ำตอนบนเป็นภูเขาสูง ลักษณะอากาศแตกต่างออกไป กล่าวคืออากาศค่อนข้างเย็นตลอดปี ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ย 2006.0 มิลลิเมตร ความชื้นของอากาศโดยเฉลี่ย 78.3 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิโดยเฉลี่ย 20.0° เซลเซียส ต่ำสุดในเดือนธันวาคม 4.5° เซลเซียส สูงสุดในเดือนมีนาคม 35.5° เซลเซียส ความเร็วลมโดยเฉลี่ย 7.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความเร็วต่ำสุดในเดือนกันยายน 4.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สูงสุดในเดือนมีนาคม 10.9 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อัตราการระเหยน้ำจากผิวดินตลอดปี 1164.6 มิลลิเมตร(Chunkao and Niyom 1986)

ดินและหิน

ดินในลุ่มน้ำเกิดจากหินพื้นฐาน ที่มีคุณสมบัติเป็นกรดถึงกรดปานกลาง เช่น หินแกรนิต หินทราย และหินที่มีควอตซ์ มักจะเป็นดินสีแดง-เหลือง ค่อนข้างจะเป็นดินพอดซอล (red-yellow podzalic soil) บางแห่งเกิดจากหินพื้นฐานที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง เช่น หินดินดาน หินแอนดีไซต์ และหินบะซอล ส่วนใหญ่จะเป็นดินสีน้ำตาลอมแดง ค่อนข้างเป็นดินลูกรัง (reddish brown lateritic soils) ลักษณะของดินโดยทั่วไปเป็นดินที่มีสีแดง สีน้ำตาลปนแดง

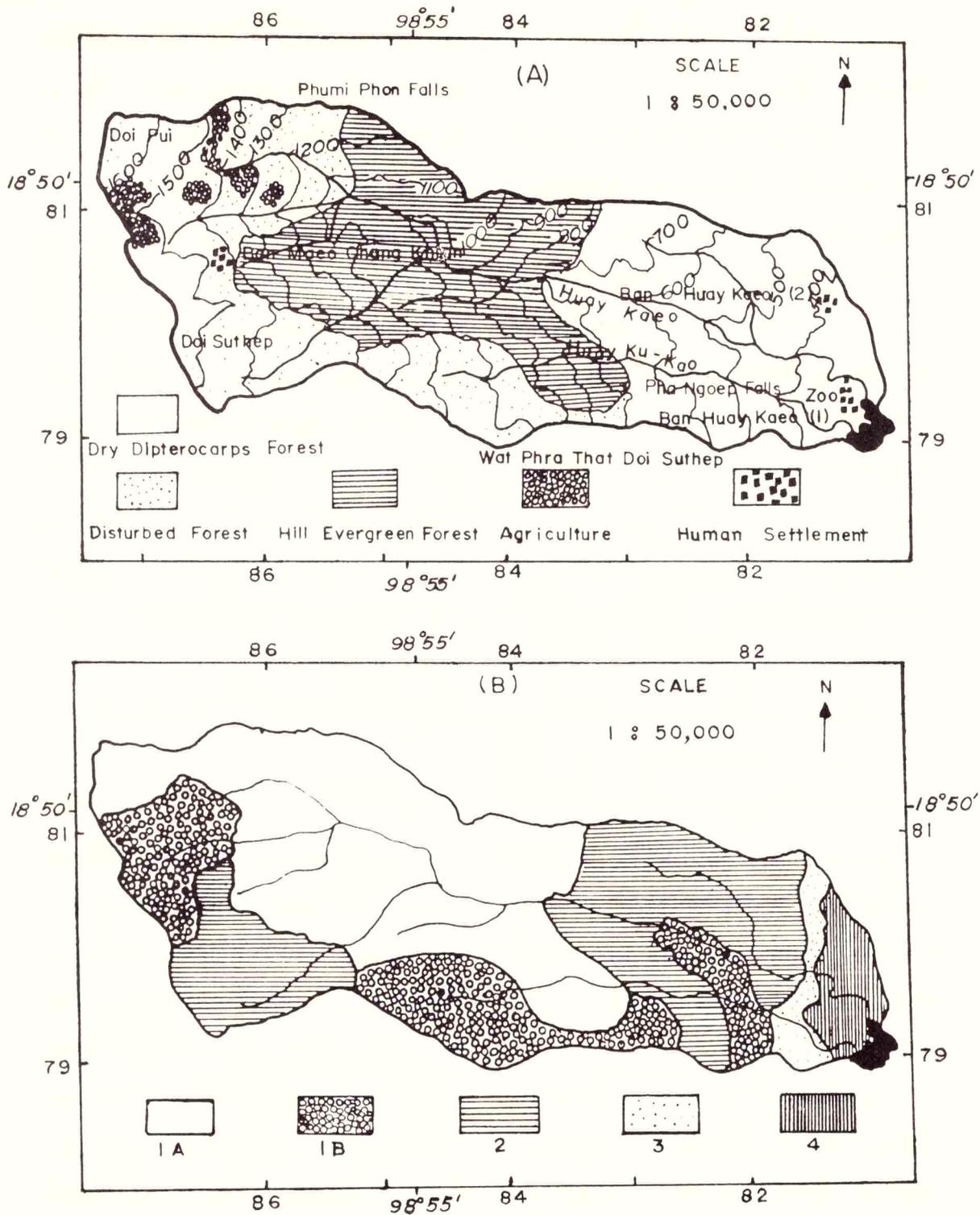


Figure 1 Map of Huay Kaeo watershed showing landuse (A) and watershed class (B)

หรือสีเหลืองปนแดง ดินลึกถึงลึกมาก การระบายน้ำดี เนื้อดินบนเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายถึงดินเหนียว ดินชั้นล่าง จะมีปริมาณดินเหนียวมากขึ้น คือเป็นดินร่วนเหนียวจนถึงเหนียว ความสามารถในการอุ้มน้ำอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง โครงสร้างของดินจัดว่ามีโครงสร้างดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดถึงกรดจัด (ถ้าเพาพวงค์ และคณะ 2528)

ลักษณะพืชพรรณและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

พันธุ์ไม้ที่ขึ้นปกคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างเป็นป่าโปร่ง พืชล่างมีหญ้าขึ้นปกคลุมต้นไม้อ่อนกระจ่ายกันห่างๆ ปกติเป็นไม้ขนาดกลางและไม้ขนาดเล็ก ไม้ยืนต้นจะผลัดใบในฤดูแล้ง พันธุ์ไม้สำคัญได้แก่ เต็ง รัง เหียง พลวง พยอม กราด กะบก มะขามป้อม และ ยอป่า เป็นต้น สำหรับตอนบนของลุ่มน้ำปกคลุมไปด้วยป่าดิบเขา นอกจากบริเวณสันเขาบางที่เคยถูกแผ้วถางทำลาย เพื่อใช้ประโยชน์ที่ดินมาก่อน จะมีหญ้าขึ้นทดแทนอย่างหนาแน่นสันเขาปกคลุมด้วยไม้ตระกูลก่อ (fagaciae) เช่น ก่อเตี้ย ก่อแดง ก่อแป้น ก่อแหลม ก่อหน้า ก่อตาหมู ฯลฯ ระดับต่ำลงมาเป็นพวกไม้ทะโล้และเหมือด บริเวณใกล้ริมน้ำจะมีพวกมณฑาทอยและกอน้ำ ส่วนบริเวณลำน้ำที่มีน้ำไหลผ่าน

ประกอบด้วยตองสาตและบอน ซึ่งเป็นพรรณไม้ที่ชอบน้ำขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น นอกจากนี้พื้นที่ลุ่มน้ำในระดับสูงบางส่วน ยังปกคลุมด้วยป่าสนเขากระจายอยู่เป็นหย่อมๆ โดยไม่มีต้นไม้อื่นขึ้นปะปน และขึ้นปะปนกับป่าดิบเขา (ตั้งธรรม 2513)

ปัจจุบัน ทรัพยากรป่าไม้ ในพื้นที่ลุ่มน้ำได้เปลี่ยนไปเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินหลายรูปแบบ ทางตอนล่างเป็นสวนสัตว์ ร้านค้า แหล่งชุมชน ตอนกลางตั้งแต่ระดับความสูง 800 ถึง 1200 เมตรจากระดับน้ำทะเลส่วนใหญ่ยังเป็นป่าดิบเขา และตอนบนเป็นไร่เลื่อนลอยพื้นที่เกษตร และป่าถูกแผ้วถางทำลาย

ขนาดพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

ประกอบด้วยลุ่มน้ำชั้นคุณภาพที่ 1A, 1B, 2,3 และ 4 ซึ่งมีพื้นที่ 5.25, 2.50, 3.85, 0.38 และ 0.83 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 41.0, 19.5, 30.1, 3.0 และ 6.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

วิธีการศึกษา

การเก็บตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำเดือนละครั้ง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2529 ถึงเดือนมกราคม 2530 ครั้งละ 3 ตัวอย่าง จากห้วยกู่ขาวและห้วยแก้วก่อนที่จะไหลลงสู่อ่างแก้ว และจากอ่างแก้วบริเวณที่สูบน้ำไปผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัย ทำการเก็บที่จุดกึ่งกลางของลำน้ำ ที่ระดับครึ่งหนึ่ง

ของความลึก โดยใช้ขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน ขนาด 1 ลิตร สำหรับเก็บน้ำตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาของแข็งแขวนลอย (suspended solid) ความเป็นกรด(pH) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (biochemical oxygen demand, BOD) ความเป็นด่าง(alkalinity) ความกระด้าง (hardness) และฟอสฟอรัส (phosphorus) โดยแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4° เซลเซียส สำหรับน้ำตัวอย่างที่ทำไนโตรเจนนั้น เติมกรดซัลฟูริกจนได้ pH น้อยกว่า 2 และแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4° เซลเซียส ในการวิเคราะห์หาแบคทีเรียใช้ขวดแก้วขนาด 120 มิลลิลิตรที่สะอาดห่อปากขวดด้วย กระดาษ อลูมิเนียมฟอยล์ และอบฆ่าเชื้อโรค หลังจากเก็บตัวอย่างแล้วแช่เย็นที่ 4° เซลเซียสเช่นกัน สำหรับตัวอย่างน้ำที่จะหาออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen, DO) เก็บตัวอย่างน้ำไว้ในขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตรแล้วตรึงไว้ (fix) ด้วยแมงกานีสซัลเฟต (MnSO₄) และ alkali-iodide azide (AIA) อย่างละ 2 มิลลิลิตร วิเคราะห์ทันทีเมื่อนำตัวอย่างมาถึงห้องปฏิบัติการ

วิธีการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์หาค่า pH โดยใช้ glass electrode (PHM 84 pH meter)
2. การวิเคราะห์ หาค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) โดยวิธี Azide Modification (APHA 1981)
3. การวิเคราะห์หาค่าปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ตามวิธี Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20° เซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกัน (APHA 1981)
4. การวิเคราะห์ความกระด้างในน้ำโดยวิธี EDTA titrimetric (APHA 1981)
5. การวิเคราะห์หาค่าความเป็นด่างของน้ำ โดยการใช้อินดิเคเตอร์ตามวิธีของ APHA (1981)
6. การวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส ตามวิธีของ Nakamuro (1980)
7. การวิเคราะห์หาค่าไนเตรท โดยใช้ Cadmium Reduction (Nakamuro 1983) และ APHA (1976)
8. การวิเคราะห์ หาค่าไนโตรเจนรวม (Kjeldahl Nitrogen) ตามวิธีของ Nakamuro (1983) และ APHA (1976)
9. การวิเคราะห์หาค่าของของแข็งแขวนลอยในน้ำ โดยใช้วิธีของ APHA (1981)
10. การวิเคราะห์ หาปริมาณแบคทีเรีย-โคลิฟอร์มทั้งหมดโดยวิธี Multiple Tube Fermentation Technique (APHA 1976)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

คุณภาพน้ำทางฟิสิกส์

อุณหภูมิ : แหล่งน้ำทั้งสามแห่งมีอุณหภูมิผันแปรไปตามฤดูกาล โดยอุณหภูมิของน้ำจะเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เดือนเมษายน และค่อยลดต่ำลงในเดือนกันยายน จนต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว น้ำในอ่างแก้วจะมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยสูงกว่าใน ห้วยกู่ขาว และห้วยแก้ว ทั้งนี้เนื่องจากน้ำในอ่างแก้วมีการไหลถ่ายเทช้ากว่าในลำน้ำซึ่งมีการไหลตลอดเวลา และปริมาณน้ำในอ่างแก้วมีมากกว่าจึงทำให้การถ่ายเทความร้อนมีน้อยกว่า อุณหภูมิของ น้ำในอ่างแก้ว จะ ผันแปร อยู่ ระหว่าง 20.00° – 29.50° เซลเซียส

สารแขวนลอย : จากการบุงกรุกทำลายป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ เมื่อฝนตกทำให้มีการชะล้างหน้าดินมาก น้ำในลำน้ำทั้งสองจึงมีสารแขวนลอยมากในฤดูฝน โดยเฉพาะห้วยกู่ขาวที่ไหลมาจากสวนสัตว์ ซึ่งมีการเปิดป่าทำคอกสัตว์และทำถนน ค่าสารแขวนลอยในเดือนสิงหาคมจึงสูงถึง 158 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้น้ำในอ่างแก้วมีสารแขวนลอยสูงตามไปด้วย

คุณภาพน้ำทางเคมี

BOD : ห้วยกู่ขาวไหลผ่านสวนสัตว์ ทำให้มีมูลสัตว์ และน้ำจากคอกสัตว์ปนเปื้อนอยู่ด้วย ส่วนห้วยแก้วก่อนจะไหลลงสู่อ่างแก้วได้

ไหลผ่านบริเวณน้ำตกห้วยแก้ว ซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวแห่งหนึ่ง แม้ว่าปัจจุบันจะมีผู้นิยมไปน้อย แต่ก็เป็นที่จอดรถประจำทาง และอยู่ใกล้กับอนุสาวรีย์พระครูบาศรีวิชัย ซึ่งมีคนไปนมัสการจำนวนมาก จึงมีผู้คนไปใช้น้ำในห้วยแก้วเสมอ ทั้งอาบน้ำ ซักล้าง และทิ้งสิ่งปฏิกูลจากบริเวณน้ำตก ห้วยแก้ว ลำน้ำนี้ ไหล ผ่านชุมชนใหญ่ บริเวณหน้าสวนสัตว์ลงมาถึงบริเวณก่อนที่จะไหลลงสู่อ่างแก้ว ซึ่งเป็นร้านอาหารเป็นส่วนมาก ห้วยแก้วจึงเป็นแหล่งรับของเสียจากชุมชนอีกครั้งหนึ่ง แม้ว่าค่า BOD ของน้ำจะไม่สูงมากนัก มีค่าเฉลี่ย 3.72, 2.34 และ 2.97 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับห้วยกู่ขาว ห้วยแก้ว และอ่างแก้วตามลำดับ ซึ่งถือว่ามีความสกปรกน้อยคือ มีค่า BOD ต่ำกว่า 7 มิลลิกรัมต่อลิตร (ศิริสิงห์ 2523) ค่า BOD สูงสุดที่วัดได้คือ 6.80 มิลลิกรัมต่อลิตรในห้วยกู่ขาว ซึ่งช่วงนี้เป็นช่วงที่มีน้ำน้อยค่า BOD จะสูงขึ้นทุกจุด เนื่องจากปริมาณน้ำไม่เพียงพอที่จะเจือจางสารอินทรีย์ในน้ำ อย่างไรก็ตาม ค่า BOD เฉลี่ยของน้ำทั้งสามแห่งยังสูงกว่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งกำหนดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และการพลังงาน คือสูงกว่า 1.50–2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับค่า DO โดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.66, 6.63 และ 7.21 มิลลิกรัมต่อลิตรสำหรับห้วยกู่ขาว ห้วยแก้ว และอ่างแก้วตามลำดับ โดย

Table 1 Quality of water from Ang-Kao

MONTH	TEMP. C	DO mg/l	BOD mg/l	pH	Alk mg/l-CaCO ₃	Hard. mg/l-CaCO ₃	Kje-N mg/l	NO ₃ -N mg/l	TP mg/l	SS mg/l	Total coli. cell/100 ml
FEB.	20	6.4	3.5	7.3	33.6	41.8	.284	.22	.043	2.6	400
MAR.	25	8.1	4.6	8.2	64	52.8	.504	.105	.045	6.2	4000
APR.	29.5	6	4.5	8.2	64	46.2	.894	.11	.08	18.7	2200
MAY.	29	7.3	3.8	7.2	59.9	72	.39	.24	.085	17.4	400
JUN.	30	7.4	3.6	8.7	59.9	50	.539	.135	.1	15.6	3300
JUL.	28.5	7.6	1.2	9.9	45.2	40	.539	0	.06	8.8	35000
AUG.	29	5.6	2.6	8.1	31.5	28	.205	0	.013	42	160000
SEP.	27	7.4	3.6	7.3	21.3	16	.834	0	.03	10.6	700
OCT.	25	7.9	2.9	7.7	34.8	19.8	1.033	.06	.09	29.6	140
NOV.	24.2	7.2	1.9	7.9	38.3	15.4	1.033	.06	.02	45	140
DEC.	22.8	6.9	2	7.4	40	18	1.09	.04	.03	5.9	2100
JAN.	23.5	8.7	1.4	7.7	52	37	.87	.06	.07	4.5	460
MAX	30	8.7	4.6	9.9	64	72	1.09	.24	.1	45	160000
MIN	20	5.6	1.2	7.2	21.3	15.4	.205	0	.02	2.8	140
MEAN	26.13	7.21	2.97	7.97	45.46	36.42	.68	.09	.06	17.26	17403.33

Table 2 Quality of water from Huay Ku-Kao.

MONTH	TEMP. C	DO mg/l	BOD mg/l	pH	Alk mg/l-CaCO ₃	Hard. mg/l-CaCO ₃	Kje-N mg/l	NO ₃ -N mg/l	TP mg/l	SS mg/l	Total coli. cell/100 ml
FEB.	20.5	6.9	4.8	7.2	45.6	48.4	1.456	.31	.203	66.9	24000
MAR.	22.5	6.8	6.7	7.7	49.6	46.2		.305	.255	30	240000
APR.	26.5	4.4	2.1	7.3	65.6	44	.475	.455	.05	4.7	14000
MAY.	25	4.9	6.8	7.7	47.1	48	.84	.36	.24	18.5	160000
JUN.	26	5.6	5	7.9	57.8	40	.447	.455	.29	57.7	240000
JUL.	24.5	9.3	1.2	9.4	25.2	20	.728	.11	.19	19	240000
AUG.	25.5	6.3	4.4	7.8	32.6	30	.882	.15	.243	158	2400000
SEP.	24.5	7.2	4	7.1	29.8	24	1.014	.1	.204	94.5	140000
OCT.	23	7.2	1.7	7.4	42.2	33	.865	.33	.09	18.9	70000
NOV.	21.5	7.8	1.6	7.9	45.7	22	1.252	.16	.09	35.3	33000
DEC.	20.5	7.9	2.6	7.6	50	20	.92	.14	.18	4.56	110000
JAN.			Sample was not collected								
MAX	26.5	9.3	6.7	9.4	65.6	56	1.456	.455	.29	158	2400000
MIN	20.5	4.4	1.2	7.1	25.2	20	.447	.11	.05	4.56	14000
MEAN	23.64	6.73	3.72	7.73	44.65	34.15	.89	.26	.19	46.19	333727.3

Table 3 Quality of water from Huay Kaeo.

MONTH	TEMP. C	DO mg/l	BOD mg/l	pH	Alk mg/l-CaCO ₃	Hard. mg/l-CaCO ₃	Kje-N mg/l	NO ₃ -N mg/l	TP mg/l	SS mg/l	Total coli. cell/100 ml
FEB.	20.5	6.2	2.6	7.1	40	76.4	.672	.33	.106	14.8	24000
MAR.	21.5	4.4	2.3	7.3	43.2	44	.616	.36	.12	2	240000
APR.	25.8	3.5	2.7	7.6	46.4	24.2	.67	.44	.177	4.3	1600
MAY.	24	5.3	5.9	6.2	12.8	50	.56	.66	.22	.9	4900
JUN.	25.5	5.4	4.3	7.9	40.2	26	.719	.77	.26	16.6	2400000
JUL.	22.8	7.5	1.4	9.4	14.7	14	.539	.46	.04	34	160000
AUG.	24	6.6	2.7	8	25.2	20	.997	.18	.103	52.7	3500000
SEP.	22	8.3	1.5	7.4	27.7	14	1.024	.06	.07	10.7	120000
OCT.	21	7.8	1.2	7.4	28.7	19.8	.975	.27	.04	21.2	4000
NOV.	19.2	8.5	.9	8	48.9	13.2	1.133	.18	.053	43.2	700
DEC.	18.9	8.3	1.3	7.5	37.5	14	.98	.19	.085	13.6	240000
JAN.	20.3	7.8	1.3	7.1	35.4	26	1.65	.34	.075	8.32	160000
MAX	25.8	8.5	5.9	9.4	48.9	76.4	1.65	.77	.177	52.7	2400000
MIN	18.6	3.5	.9	6.2	12.8	14	.539	.06	.04	2	100
MEAN	22.13	6.63	2.34	7.58	33.39	28.47	.88	.35	.11	18.53	571266.7

TEMP. = Temperature
 DO = Dissolved Oxygen
 BOD = Biochemical Oxygen Demand
 Alk = Alkalinity
 Hard. = Hardness

Kje-N = Kjeldahl Nitrogen
 NO₃-N = Nitrate Nitrogen
 TP = Total Phosphate
 SS = Suspended solids
 Total coli. = Total coliform

ในฤดูแล้งค่า DO จะลดต่ำลงเนื่องจากปริมาณน้ำน้อย ประกอบกับอุณหภูมิสูงขึ้น การใช้ออกซิเจนก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ค่า DO ต่ำสุดที่พบคือ ในห้วยแก้วเดือนเมษายน ค่า DO ลดต่ำถึง 3.50 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความกระด้าง : น้ำในแหล่งน้ำทั้งสามเป็นน้ำอ่อนที่มีความกระด้างต่ำกว่า 75 มิลลิกรัมต่อลิตร (Sawyer and Mc Carty 1987) โดยมีค่าเฉลี่ย 34.15, 28.47 และ 36.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของ CaCO₃ สำหรับห้วยกู่ขาว ห้วยแก้ว และอ่างแก้ว ตามลำดับ โดยค่าความกระด้าง จะ ค่อย ลด ต่ำ ลง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม จนถึงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งมีเพียง

13.20 – 22.00 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร ใน รูป ของ CaCO₃ เท่านั้น ทั้งนี้ น้ำในอ่างแก้วจึงไม่มีปัญหา เรื่องความกระด้างในการนำไปผลิตน้ำดื่ม

ความเป็นต่าง : พบว่ามีค่าสูงในฤดูร้อน และลดลงในฤดูฝนเช่นกัน โดยเฉลี่ยของห้วยกู่ขาว ห้วยแก้ว และอ่างแก้วเท่ากับ 44.65, 33.39 และ 45.46 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของ CaCO₃ ตามลำดับ ซึ่งตามปกติแล้วน้ำธรรมชาติก็มีความเป็นต่างคาร์บอเนตและไฮดรอกไซด์อยู่ โดยเฉพาะในแหล่งน้ำที่มีสาหร่ายอยู่ด้วย กุตตะเทพ และคณะ (2527) ก็ศึกษาพบว่า ในอ่างแก้ว มีสาหร่าย อยู่ มาก พอ สม ควร

สาหร่ายนี้ อาจ เป็น สาเหตุ หนึ่ง ที่ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลดลง และ pH ของน้ำสูงขึ้น ค่า pH และความเป็นด่างของแหล่งน้ำทั้งสามนี้ พบว่าในอ่างแก้วมีค่าสูงกว่าในลำน้ำทั้งสองเกือบทุกเดือนโดยมีค่า pH เฉลี่ย 7.73, 7.58 และ 7.79 สำหรับห้วยกู่ขาว ห้วยแก้ว และอ่างแก้วตามลำดับ อย่างไรก็ตามค่าความเป็นด่าง และค่า pH ของอ่างแก้วยังไม่ทำให้เกิดปัญหาในการนำไปผลิตน้ำดื่ม แต่อย่างไร

ไนโตรเจน : พบว่าความเข้มข้นของไนเตรทสูงในฤดูแล้งและต่ำลงในฤดูฝน และในห้วยแก้ว มี ปริมาณ ไนเตรท สูง กว่า ห้วยกู่ขาว ส่วนอ่างแก้วมีปริมาณต่ำสุด ซึ่งปริมาณไนเตรทส่วนหนึ่ง อาจจะมาจากการใช้ปุ๋ยของพื้นที่เกษตรบริเวณต้นน้ำของห้วยแก้ว อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของปริมาณไนเตรท มีค่า 0.26, 0.35 และ 0.09 มิลลิกรัมต่อลิตรสำหรับห้วยกู่ขาว ห้วยแก้วและอ่างแก้วตามลำดับ ซึ่งนับว่าเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน ที่กำหนดค่าไนเตรทในน้ำ ให้มีได้ไม่เกิน 5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนไนโตรเจนรวมนั้นมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในห้วยกู่ขาวเนื่องจากถูกแปดเปื้อน ด้วยสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ ในสวนสัตว์ จึงทำให้ไนโตรเจนรวมสูงกว่าแหล่งน้ำอีกสองแหล่ง ในห้วยแก้วนั้นพบว่า มีค่าไนโตรเจนรวมไม่น้อยกว่า ในห้วยกู่ขาว

เท่าใดนัก เนื่องจากได้รับน้ำเสียและสิ่งขับถ่ายจากบ้านเรือนเช่นกัน ซึ่งค่าเฉลี่ยในห้วยกู่ขาว ห้วยแก้ว และอ่างแก้ว คือ 0.89, 0.88 และ 0.68 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ

ฟอสฟอรัส : ในห้วยกู่ขาว และห้วยแก้ว มีปริมาณฟอสฟอรัสแปรผันสูง คือมีค่าระหว่าง 0.05-0.26 มิลลิกรัมต่อลิตรในห้วยกู่ขาว และ 0.04-0.26 มิลลิกรัมต่อลิตรในห้วยแก้ว แต่ในอ่างแก้วมีค่าน้อยและไม่เปลี่ยนแปลงมากนักในแต่ละเดือนคือมีค่าระหว่าง 0.02-0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นสารที่พบได้ทั้งในน้ำเสีย จากบ้านเรือน โดยเฉพาะการใช้ผงซักฟอกและสิ่งขับถ่าย ซึ่งมาจากการย่อยสลายของสารอาหารพวกโปรตีน ปริมาณฟอสฟอรัสที่พบโดยทั่วไป ยังมีค่าต่ำ โดยเฉพาะ ในอ่างแก้ว ดังนั้นทั้งฟอสฟอรัสและไนโตรเจนที่ลงสู่อ่างแก้วนั้น ยังไม่อยู่ในปริมาณที่สูงพอจะทำให้อ่างแก้วเกิดสภาพ eutrophication ได้ในปัจจุบัน

คุณภาพน้ำทางชีววิทยา

โคลิฟอร์มแบคทีเรีย : ห้วยกู่ขาวและห้วยแก้วมีปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย สูงมากดังที่กล่าวมาแล้วว่าห้วยกู่ขาว นั้นไหลผ่านสวนสัตว์ จึงมีมูลสัตว์ปนเปื้อนมาในน้ำ และห้วยแก้วก็ไหลผ่านแหล่งชุมชน จึงเป็นไปได้ว่าน้ำส่วนหนึ่งเป็นน้ำ จากส้วมซึมซึ่ง เป็นระบบ ส้วมที่ใช้กันแพร่หลายและซึมเข้าสู่แหล่งน้ำได้ อันเป็น

สาเหตุสำคัญ ของการมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำสูง นอกจากนั้นในดินเองก็เป็นที่อยู่อาศัยของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบางชนิด ดังนั้นเมื่อลำน้ำทั้งสองซึ่งไหลมาจากบนเขา ย่อมมีการชะดินลงมาด้วย ทำให้มีโคลิฟอร์มแบคทีเรียปนมาในน้ำมากยิ่งขึ้น เมื่อลำน้ำทั้งสองไหลลงสู่อ่างแก้วจึงทำให้มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอ่างแก้วสูงขึ้นด้วย แม้จะต่ำกว่าในลำน้ำทั้งสองมากก็ตาม จากมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมีใช้ทะเล กำหนดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงานกำหนดว่าแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถ เป็นประโยชน์ เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนหน้านี้ ไม่ควรมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมเกินกว่า 20,000 เซล ต่อ 100 มิลลิลิตร ซึ่งแม้ว่าน้ำในอ่างแก้วนั้นยังมีคุณภาพโดยเฉลี่ยเหมาะสมที่จะนำไปผลิตน้ำประปาได้ แต่น้ำในลำน้ำทั้งสองนั้นมีความสกปรกสูง อันเกิดจาก กิจกรรม ต่าง ๆ ที่ปล่อยของเสียลงสู่ลำน้ำซึ่งในไม่ช้าอาจ ทำให้คุณภาพน้ำ ในอ่างแก้วต่ำ

ลงจนเกิดปัญหาต่อการใช้ประโยชน์ในอนาคต

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษา ถึงการใช้ ที่ดิน ของลุ่มน้ำห้วยแก้ว ซึ่งมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในอ่างแก้ว พอจะสรุปได้ว่า

1. คุณภาพน้ำ ทางเคมี และ ฟิสิกส์ ของอ่างแก้วโดยทั่วไปยังอยู่ในมาตรฐานที่ดี เหมาะสำหรับการนำไปใช้ผลิตน้ำประปา แม้ว่าจะมีการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำในรูปแบบต่าง ๆ ที่ส่งผลให้ห้วยแก้ว และห้วยกู่ขาว เป็นแหล่งรองรับความสกปรกมากพอสมควร ในฤดูแล้งซึ่งปริมาณ น้ำ น้อย ไม่เพียง พอ ที่จะ เจือ จาง สารอินทรีย์ ค่าออกซิเจนละลายน้ำลดลงมาก แต่ปัญหายังไม่รุนแรง

2. คุณภาพน้ำทางชีววิทยาของห้วยแก้ว และห้วยกู่ขาวนั้น มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในปริมาณที่สูงมาก ทำให้ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในอ่างแก้ว สูงเกิน มาตรฐานในบางเดือน แม้ว่าโดยส่วนมากแล้วจะยังมีคุณภาพที่ใช้ได้ก็ตาม แต่ควรได้มีการวางแผนการใช้ ประโยชน์ที่ดิน ในพื้นที่ลุ่ม น้ำก่อนที่คุณภาพน้ำจะลดลงจนต่ำกว่ามาตรฐานในไม่ช้า

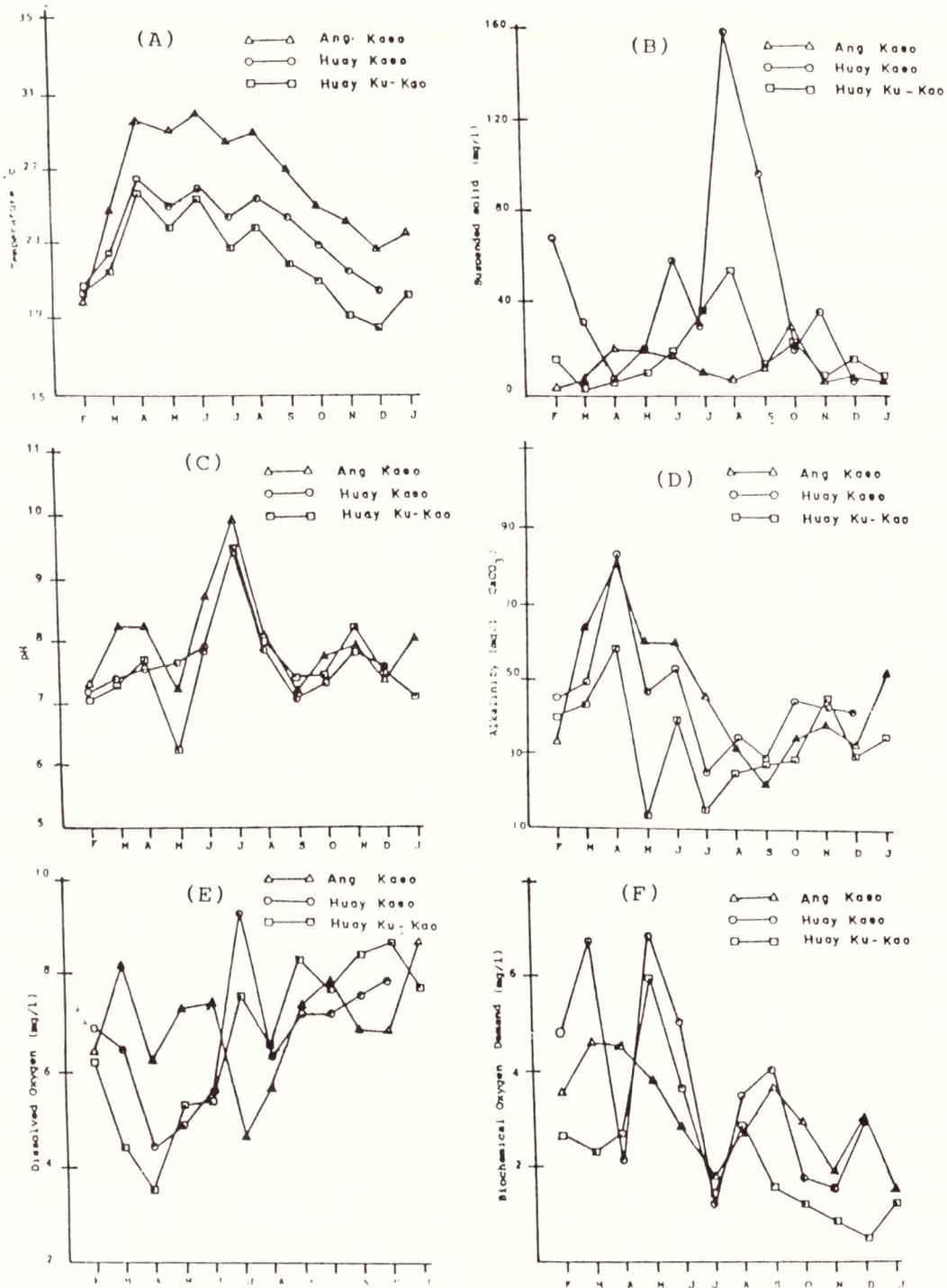


Figure 2 Comparison of temperature (A), suspended solid (B), pH (C), alkalinity (D), dissolved oxygen (E) and biochemical oxygen demand (F) of water from Ang Kaeo, Huay Kaeo and Huay Ku-Kao during February, 1986 to January, 1987

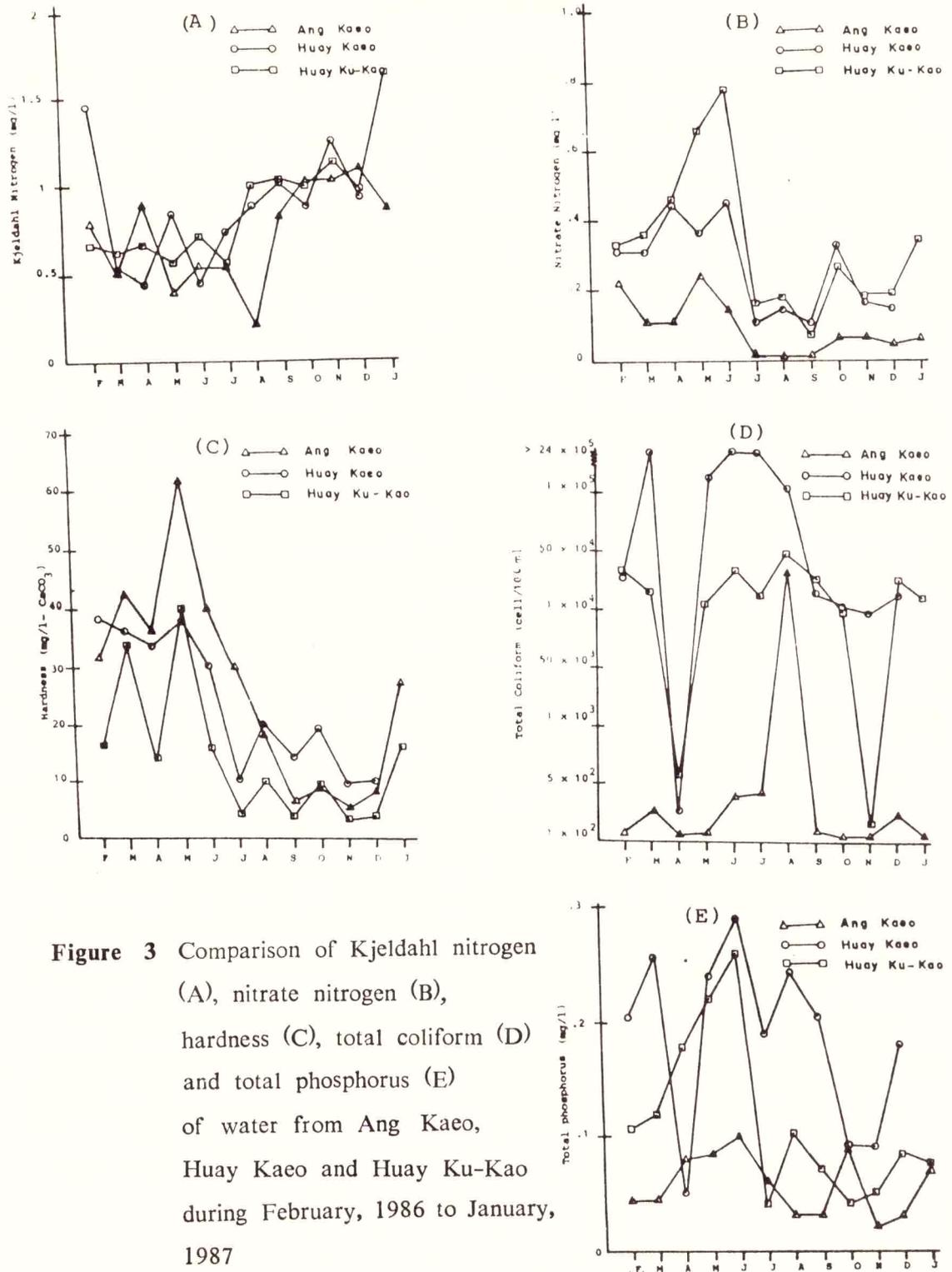


Figure 3 Comparison of Kjeldahl nitrogen (A), nitrate nitrogen (B), hardness (C), total coliform (D) and total phosphorus (E) of water from Ang Kao, Huay Kao and Huay Ku-Kao during February, 1986 to January, 1987

เอกสารอ้างอิง

- คุดตะเทพ, สุพร ; ตันรัตนกุล, วิไลลักษณ์ ; กาญจนวงศ์, เสนีย์ และ วงศ์ไชยสุวรรณ, สมกิต. (2527). การสำรวจแหล่งน้ำและการศึกษา คุณภาพน้ำประปาของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ภาควิชาวิศวกรรมสภาวะแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ตั้งธรรม, นิพนธ์. (2513). การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับปริมาณน้ำฝน และ ธาตุอาหารบางชนิด ใต้ต้นไม้ในป่าดิบเขา คอยปุย เชียงใหม่. การวิจัยลุ่มน้ำห้วยคอกม้า เล่มที่ 5 ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลำเพาพงศ์, บุญวาทย์ ; มานะจิติ, ศุภิต และ สุขเกษม, จรูญ. (2528). การศึกษาคุณสมบัติของดินที่ใช้ปลูกกาแฟ ในภาคเหนือของประเทศไทย. รายงานการประชุมวิชาการเพื่อพัฒนากาแฟอราบิก้า. โรงแรมเชียงใหม่ออรัคิต จังหวัดเชียงใหม่ 10-12 มกราคม 2528.
- สิริสิงห์, กรรณิการ์. (2523). เคมี่ของน้ำ ไสโครกและการวิเคราะห์, บริษัท สารมวลชน จำกัด กรุงเทพมหานคร.
- APHA; AWWA and WPCF. (1976). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA, Inc. 14th ed. New York.
- APHA; AWWA and WPCF. (1981). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA, Inc. 15th ed. New York.
- Chunkao, K. and Niyom, W. (1986). Water Flow of Hill-Evergreen Forest Watershed and its Management Implication. International Symposium on Tropical Forest Hydrology and Application. Chiang Mai Thailand. June 11-14, 1986.
- Nakamuro, K. (1983). Water Pollution and Control Laboratory Technology. Division of Environmental Quality Standard. Office of the National Environmental Board. Thailand.
- Sawyer, C.N. and Mc Carty, P.L. (1978). Chemistry for Environmental Engineering. McGraw-Hill. New York.

การวิเคราะห์การตัดสินใจของเกษตรกรโดยการใช้แบบจำลอง เพื่อหาศักยภาพการขยายพื้นที่ปลูกพืชน้ำมัน

เบญจพรณ ชินวัตร

REPRESENTATIVE MODEL OF FARM DECISION-MAKING IN OILSEED CROP DEVELOPMENT.

Benchaphun Shinawatra

ABSTRACT: A representative model of farm decision-making within 4 regions of Thailand, i.e., the Chiang Mai Valley, the Upper North, the Lower North and the Upper Central Plain, using linear programming, found that at existing relative prices, production costs and productivity of important oilseed crops, soybean was found to offer higher returns per rai than groundnut, castor bean or sunflower. This study points to the potential of expanding area of presently planted to maize, mung-bean and groundnut.

บทคัดย่อ: การวิเคราะห์การตัดสินใจของเกษตรกรในการเลือกปลูกพืชน้ำมันที่สำคัญบางชนิดใน 4 เขต คือ ที่ราบลุ่มเชียงใหม่ ภาคเหนือตอนบน ภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลางตอนบน โดยใช้แบบจำลองโปรแกรมเส้นตรง ณ ราคาต้นทุนการผลิต และผลผลิตใน

ระดับปัจจุบัน ผลปรากฏว่า ถั่วเหลืองเป็นพืชไร่ที่ให้รายได้ดีที่สุด เกษตรกรมักจะเลือกปลูกถั่วเหลืองก่อนพืชไร่ชนิดอื่น สำหรับถั่วลิสง ละครู่ง ทานตะวัน หรือพืชไร่อื่นนั้น ให้รายได้ในระบบเกษตรแก่เกษตรกรน้อยกว่าถั่วเหลือง ผลการศึกษานี้ จึงแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการขยายพื้นที่เพาะปลูกถั่วเหลือง และเมื่อพิจารณาในแง่ผลตอบแทนต่อเกษตรกรแล้ว การขยายพื้นที่เพาะปลูกถั่วเหลืองดังกล่าวนี้ อาจเกิดขึ้นได้ในเขตปลูกข้าวโพด ถั่วเขียว และถั่วลิสง

คำนำ

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาพืชน้ำมัน ที่ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ร่วมกับประเทศในเศรษฐกิจประชาคมยุโรป พืชน้ำมันหลักที่ศึกษาในโครงการนี้มีถั่วเหลือง ถั่วลิสง งา และทานตะวัน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพืชน้ำมันย่อยๆ อื่น เช่น ละครู่ง ลิ้นชืด เรปซีดคั่วย ส่วนมะพร้าวและปาล์มน้ำมันนั้น มีการศึกษาในแง่ของตลาด แต่ไม่ได้เจาะลงถึงระดับการผลิต การศึกษาในโครงการใหญ่นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณาศักยภาพในการพัฒนาพืชน้ำมันเหล่านั้น ในประเทศไทย ทั้งในแง่ของตลาดโลก ตลาดภายใน ความเป็นไปในการผลิตในระดับไร่นา และผลตอบแทนต่อเกษตรกร แต่งานวิจัยที่จะเสนอในบทความนี้ เป็นส่วนที่วิเคราะห์ การตัดสินใจของเกษตรกรในระดับไร่นา โดยมีรากฐานจากงานศึกษาการตัดสินใจของเกษตรกรในระบบฟาร์มของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ชินวัตร และคณะ, 2530) โดยได้ขยายขอบ

เขตการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมกรณี ที่เกษตรกรปลูกหลายพืช ทั้งในฤดูเดียวกัน และอย่างเป็นระบบพืชตลอดทั้งปี

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ทราบโอกาส การยอมรับ พืช น้ำมัน บางชนิด ในการเพาะปลูกของเกษตรกรในเขตต่างๆ ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริม โดยพิจารณาถึงผลตอบแทนของพืชน้ำมันเหล่านั้น เปรียบเทียบกับ ผลตอบแทน ที่เกษตรกร ได้รับจากพืชอื่น การพิจารณาการตัดสินใจเลือกพืชของเกษตรกร จะทำอย่างเป็นระบบ โดยคำนึงถึงสภาพข้อจำกัดทางเงินทุน แรงงาน และที่ดิน พร้อมๆ กับสภาพทางราคาของผลผลิต และต้นทุน ในการผลิตพืชต่างๆ ด้วย

วิธีการศึกษา

เนื่องจากพืชที่นำมาวิเคราะห์ มีหลายพืช ซึ่งเป็นทั้งพืชน้ำมัน และพืชอื่นๆ ที่มีใช้พืชน้ำมัน นอกจากนี้ยังต้องมีการพิจารณาถึงระบบการปลูกไปพร้อมๆ กับ ข้อจำกัดทางทรัพยากร

ของเกษตรกร เช่น ที่ดิน ทุน แรงงาน และ น้ำ ดังนั้นการวิเคราะห์จึงต้องอาศัยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ คือ โปรแกรมเชิงเส้นตรง ซึ่งเป็น โปรแกรม วิเคราะห์ หา กิจกรรม ที่ จะ สามารถหาผลตอบแทนสูงสุด ตามข้อจำกัด ต่างๆ ที่มีอยู่

ก. วิธีการวิเคราะห์

โปรแกรมเชิงเส้นตรงที่ใช้วิเคราะห์การตัดสินใจของ เกษตรกรมีส่วนประกอบ ที่สำคัญ ดังนี้

Maximize

$$C_1 X_1 + \dots + C_n X_n$$

Subject to

$$a_{11} X_1 + \dots + a_{1n} X_n \leq b_1$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$a_{m1} X_1 + \dots + a_{mn} X_n \leq b_m$$

เมื่อ C_j เป็น ราย ได้สุทธิของ กิจกรรม (gross margin)

X_j เป็นตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์, $j=i, \dots, n$

b_i เป็นข้อจำกัดต่างๆ, $i=1, \dots, m$

ในที่นี้

วัตถุประสงค์ หารายได้สุทธิ (Gross margin) ของครัวเรือนสูงสุดจากกิจกรรมการปลูกพืชต่างๆ

ตัวแปร มี 3 หมวด คือ

1. พื้นที่ปลูกพืชต่างๆ (ไร่)
 2. แรงงานจ้าง (วัน)
 3. เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ (ก.ก. หรือ ตัน)
- ข้อจำกัด มี 4 หมวด คือ

1. แรงงาน แรงงานที่ครัวเรือนใช้ในการปลูกพืช จะน้อยกว่าหรือเท่ากับแรงงานครอบครัว (และแรงงานแลกเปลี่ยน) รวมกับแรงงานจ้าง

2. ที่ดิน ที่ดิน ที่ ครัวเรือน ใช้ในการปลูกพืช จะน้อยกว่าหรือเท่ากับ ที่ดินที่มีอยู่ หรือหามาใช้ในการปลูกพืชได้

3. ทุน ทุนที่ใช้ในการปลูกพืช จะน้อยกว่าหรือเท่ากับทุนของตนเอง รวมกับทุนที่ไปหามาได้

4. เมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์พืชหรือพันธุ์พืชที่นำมาใช้ในการเพาะปลูก จะน้อยกว่าหรือเท่ากับเมล็ดพันธุ์ หรือพันธุ์ ของตนเองรวมกับ เมล็ดหรือพันธุ์ที่ซื้อ

5. อื่นๆ ข้อจำกัดอื่น ๆ ในการปลูกพืช เช่น ข้อจำกัดเรื่องน้ำ ข้อจำกัดด้านการตลาด หรือ ข้อจำกัดพิเศษอื่น ๆ แล้วแต่กรณี

ข. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลที่เก็บจากเกษตรกรตามแหล่ง ปลูก ต่าง ๆ โดยแบ่ง การ วิเคราะห์ ออกเป็น 4 กรณีใหญ่ ๆ คือ

1. กรณีของ เกษตรกร ที่ราบลุ่ม เชียง-ใหม่ (A)

2. กรณีของเกษตรกร ภาคเหนือ ตอนบน (B)
3. กรณีของเกษตรกร ภาคเหนือ ตอนล่าง (C)
4. กรณีของเกษตรกรภาคกลางตอนบน (D)

ข้อมูลที่ใช้ในแต่ละพืชก็มี การใช้แรงงาน ผลผลิต การใช้ปัจจัย ราคา ผลผลิต แรงงานครอบครัว ทุน และที่ดิน ฯลฯ ในแต่ละกรณี ที่เกษตรกรมีเป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ใช้เป็นสัมประสิทธิ์ ในแบบจำลองดังกล่าวข้างต้น แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์เช่นนี้สามารถใช้ศึกษาการตัดสินใจของเกษตรกรระดับครัวเรือน ระดับกลุ่มของครัวเรือน หรือระดับภูมิภาคแล้ว แต่ว่า ข้อมูลที่นำมาประเมินค่านั้น เป็นตัวแทนของเกษตรกรมากน้อยแค่ไหน

ก. ระบบพืชที่นำมาวิเคราะห์

ระบบพืชที่นำมาวิเคราะห์ ในแต่ละกรณี มีดังแสดงในตารางที่ 1

ในกรณีของที่ราบลุ่มเชียงใหม่ เกษตรกรส่วนใหญ่ ปลูกข้าว ในฤดูฝน เพื่อการบริโภคในครัวเรือน และเลือกปลูกพืชต่างๆ กันในฤดูแล้ง การวิเคราะห์จึงพิจารณาความแตกต่างในการเลือกปลูกพืช เฉพาะในฤดูแล้งเท่านั้น ส่วนในกรณีอื่นๆ การศึกษานี้พิจารณาการเพาะปลูกในฤดูฝน ซึ่งรวมทั้งต้นฝนและ

ปลายฝน

ข้อจำกัดที่ใช้ในแต่ละกรณี (เช่น ข้อจำกัดทางเงินทุน และขนาดของที่ดิน) ได้มาจากค่าเฉลี่ยของเกษตรกรในกลุ่มตัวอย่างในแต่ละเขต เมื่อป้อนข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ปัจจัยการผลิต และราคาของผลผลิต สำหรับพืชที่เกษตรกรสามารถเลือกปลูกได้ พร้อมทั้งข้อจำกัดของเกษตรกร โปรแกรมเส้นตรงจะให้ผลเกี่ยวกับชนิดพืชและพื้นที่การเพาะปลูกที่จะให้รายได้สูงสุดแก่เกษตรกร การวิจัยเกี่ยวกับการตัดสินใจของเกษตรกร ได้สนับสนุนว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อรายได้ค่อนข้างมาก (ชินวัตร และคณะ 2530) ดังนั้น ผลที่โปรแกรมเส้นตรงให้แต่ละกรณี จึงอาจใช้จำลองการตัดสินใจของเกษตรกรได้พอสมควร

ข้อดีของการใช้แบบจำลองนี้ คือสามารถสำรวจดู การเปลี่ยนแปลงในชนิดพืช และขนาดพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกร เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลอง เช่น เมื่อราคาเปลี่ยนไป หรือเมื่อผลผลิตต่อไร่ หรือ ต้นทุนการผลิตเปลี่ยนไป เป็นต้น ในกรณี ของ เกษตรกร ในที่ราบลุ่มเชียงใหม่ การศึกษานี้ได้พิจารณาทางเลือกกรณีต่างๆ 16 กรณี (ตารางที่ 2) เช่น เมื่อสามารถปลูกทานตะวันได้ เมื่อราคาของถั่วเหลืองลดลง หรือ เมื่อ ผลผลิต ต่อไร่ ของทานตะวันเพิ่มขึ้น เป็นต้น ในกรณีของเกษตรกรในภาคเหนือ

Table 1 Cropping systems analysed in the linear programming model.

CASE A: CHIANG MAI VALLEY	CASE B: UPPER NORTH	CASE C: LOWER NORTH	CASE D: UPPER CENTRAL PLAIN
1. rice-soybean (S)	1. maize (M)	1. soybean-soybean (S1S2)	1. maize (M1)
2. rice-shallot (SH)	2. castor bean (CB)	2. soybean-mungbean (S1MB)	2. maize-maize (M1M2)
3. rice-garlic (GL)	3. soybean (S)	3. soybean-sorghum (S1SG)	3. maize-sunflower (M1SUN)
4. rice-tobacco (TB)	4. groundnut (G)	4. soybean (S1)	4. maize-sorghum (M1SG)
5. rice-tomato (TM)	5. soybean intercropped with castor bean (S+CB)	5. maize (M)	5. maize-castor bean (M1CB)
6. rice-sunflower (SN)	6. groundnut intercropped with castor bean (G+CB)	6. maize-mungbean (MMB)	6. maize-maize intercropped with castor bean (M1MCB)
		7. maize-sorghum (MSG)	7. maize-soybean (M1S2)
			8. maize-cotton (M1COT)
			9. groundnut (G1)
			10. groundnut-groundnut (G1G2)
			11. groundnut-sunflower (G1SUN)
			12. soybean (S1)
			13. soybean-soybean (S1S2)
ASSUMED CONSTRAINTS			
6 rai per household	6 rai per household	30 rai per household	30 rai per household
5,000 baht of capital per household	2,000 baht of capital per household	20,000-40,000 baht of capital per household	30,000 baht of capital per household
3 working members	3 working members	3 working members	3 working members
DATA WERE OBTAINED FROM			
Chiang Mai Valley	amphoe Mae Chaem, amphoe Doi Toa, Chiang Mai	Kamphang Phet, Uttaradit, Sukhothai	Lopburi, Saraburi
APPROXIMATE NUMBER OF HOUSEHOLDS USED AS DATA BASE			
200	15	15	30

ตอนบน ได้พิจารณาทางเลือกของเกษตรกรไว้ 10 กรณี (ตารางที่ 3) เช่น เมื่อผลผลิตของละหุ่งสูงขึ้น หรือเมื่อราคาของถั่วเหลืองลดลงในกรณีของเกษตรกรในภาคเหนือ ตอนล่าง ได้พิจารณาทางเลือก 14 กรณี (ตารางที่ 4) เช่น เมื่อมีเงินทุนมากขึ้น เมื่อราคาของถั่วเหลืองลดลงเป็น ก.ก.ละ 5.00 บาท และ 4.00 บาท หรือเมื่อผลผลิตต่อไร่ของถั่วเหลืองได้ไม่สูงนัก เป็นต้น ในกรณีของ

เกษตรกรในภาคกลาง ตอนบนได้พิจารณาทางเลือก 13 กรณี (ตารางที่ 5) เช่น เมื่อปลูกฝ้ายและถั่วเหลืองไม่ได้ เมื่อผลผลิตทานตะวันได้สูงกว่า 250 ก.ก. ต่อไร่ เมื่อไม่สามารถปลูกพืชน้ำมันใดๆ ได้เลย เป็นต้น

ผลการศึกษา

การศึกษาทั้ง 4 กรณี ณ ระดับราคาผลผลิต ต้นทุนการผลิต การใช้แรงงาน และผลผลิตต่อไร่ของพืชชนิดต่างๆ ที่นำมาวิ-

Table 2 Linear programming analysis of a representative farm growing dry-season crops, the Chiang Mai Valley

Case A : A farm with 3 working members having an average capital of 5,000 baht, a farm size of 6 rai

	Alternative Crops						Optimal Planted Areas						Total Gross Margin	Notes	
	S	SH	GL	TB	TM	SN	S	SH	GL	TB	TM	SN			
Gross margin per rai (baht)	834	2,888	3,196	3,358	3,115	635									For Case A1-A13, due to a limit on labour requirement and market outlets, assume for tobacco and tomato that area planted < 1.5 rai
<u>Case</u>															
A1	N	Y	Y	(Y)	(Y)	N	-	1.13	-	1.5	1.5	-	12,973		
A2	Y	Y	Y	(Y)	(Y)	N	2.2	0.8	-	1.5	1.5	-	13,802		
A3	N	Y	Y	(Y)	(Y)	Y	-	1.13	-	1.5	1.5	-	12,973		
A4	Y	Y	Y	(Y)	(Y)	Y	2.2	0.8	-	1.5	1.5	-	13,802	For Cases A5-A6 assume soybean price is 6.00 and 5.00 baht/kg respectively.	
A5	729	Y	Y	(Y)	(Y)	Y	2.2	0.8	-	1.5	1.5	-	13,569		
A6	519	Y	Y	(Y)	(Y)	Y	2.2	0.8	-	1.5	1.5	-	13,101		
A7	N	Y(1)	Y(1)	(Y)	(Y)	N	-	1.0	0.9	1.5	1.5	-	15,468	For Cases 7-8, assume the farmer owns seeds for 1 rai of shallots and garlic each.	
A8	Y	Y(1)	Y(1)	(Y)	(Y)	N	1.4	1.0	0.6	1.5	1.5	-	15,602		
A9	Y	Y	Y	N	N	N	4.76	1.24	-	-	-	-	7,548		
A10	Y	Y	Y	(Y)	N	N	3.1	1.37	-	1.5	-	-	11,610	For Cases A13-A14 assume sunflower yields the same gross margin as soybean or about 5.7 baht/kg at 300 kg/rai	
A11	Y	N	N	N	N	N	6.0	-	-	-	-	-	5,004		
A12	N	Y	Y	(Y)	N	N	-	1.8	-	1.5	-	-	10,445		
A13	Y	Y	Y	(Y)	(Y)	834	2.2	0.8	-	1.5	1.5	-	13,802	For Cases A14-A15 assume soybean price drops to 5 and 4.5 baht/kg respectively.	
A14	519	Y	Y	(Y)	(Y)	834	-	0.5	-	1.5	1.5	2.5	13,179		
A15	414	Y	Y	(Y)	(Y)	635	-	1.13	-	1.5	1.5	-	12,973	For Case A16, assume soybean price drops to 4.00 baht/kg.	
A16	309	Y	Y	(Y)	(Y)	635	-	1.13	-	1.5	1.5	-	12,973		

Notes : Y = the crop in the column is an alternative crop, N = the crop is not an alternative crop, S = Soybean, SH = Shallots, GL = Garlic, TB = Tobacco, TM = Tomato, SN = Sunflower

Table 4 Linear programming analysis of a representative farm growing upland crops, Lower North

Case C: A farm with 3 working members having an average capital of 20,000-30,000 baht, a farm size of 30 rai

	Alternative Crops							Optimal Planted Areas							Total Gross Margin		
	S1	S1	S1	S1	M	M	M	S1	S1	S1	S1	M	M	M		F	
	S2	MB	SG	-	-	MB	SG	S2	MB	SG	-	-	MB	SG			
Gross margin per rai (baht)	861	861	861	861	335	335	335	(first crop)									
	709	499	403	-	-	499	403	(second crop)									
CASE C1: AVAILABLE CAPITAL = 30,000 BAHT																	
Case																	
C1.1	--PS=6.5,YS1=220--	Y	Y	Y	29.4	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46,975
	YS2=190--																
C1.2	--PS=5.00---	"	---	Y	Y	Y	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	30,900
C1.3	--PS=4.50---	"	---	Y	Y	Y	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	27,600
C1.4	--PS=4.00---	"	---	Y	Y	Y	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	25,020
C1.5	-PS=6.50,YS1=180--	Y	Y	Y	29.4	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,441
	YS2=160--																
C1.6	-PS=6.50,YS1=150--	Y	Y	Y	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	27,150
	YS2=130--																
CASE C2: AVAILABLE CAPITAL=20,000 BAHT																	
C2.1	-PS=6.5,YS1=220--	Y	Y	Y	13.7	1.8	-	-	0.5	14	-	-	-	-	-	-	35,823
	YS2=190--																
C2.2	-PS=5.00 -- "	---	Y	Y	Y	-	7.6	14.2	-	-	8.2	-	-	-	-	-	27,926
C2.3	-PS=4.50 -- "	---	Y	Y	Y	-	11.3	-	-	-	18.7	-	-	-	-	-	25,990
C2.4	-PS=4.00 -- "	---	Y	Y	Y	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	25,020
C2.5	-PS=6.50,YS1=180-	Y	Y	Y	-	15.8	5.95	-	-	-	8.2	-	-	-	-	-	29,450
	YS2=160-																
C2.6	-PS=6.50,YS1=150-	Y	Y	Y	-	11.3	-	-	-	-	18.7	-	-	-	-	-	25,821
	YS2=130-																
CASE C3: AVAILABLE CAPITAL= 40,000 BAHT																	
C3.1	-PS=6.5,YS1=220-	Y	Y	Y	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47,100
	YS2=190-																
CASE C4: AVAILABLE CAPITAL= 5,000 BAHT																	
C4.1	-PS=6.50,YS1=220-	Y	Y	Y	-	-	-	11.1	-	-	-	18.9	-	-	-	-	9,588
	YS2=190-																

Notes : Y = the crop in the column is an alternative crop,
 S1 = Soybean, early rain, S2=Soybean,late rain, MB=Mungbean, SG= Sorghum ,M = Maize
 PS = Price of soyabean, F = Fallow areas
 YS1 = Yield of early rain soybean, YS2= Yield of late rain soybean

Table 5 Linear programming analysis of a representative farm growing upland crops, the Upper Central region.

Case D: A farm of 3 working members having an average capital of 30,000 baht, and a farm of 30 rai.

	Alternative cropping system													Total gross margin	Notes
	M1	M1M2	M1SUN	M1SG	M1CB	M1MCB	M1S2	M1COT	G1	G1G2	G1SUN	S1	S1S2		
Gross	335	335	335	335	335	335	335	335	647	647	647	701	701	(1st crop)	
Margin/rai	-	200	417	403	545	800	710	1800	-	647	417	-	701	(2nd crop)	
Case D1	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	all choice	
Solution(S)	-	-	-	-	-	-	-	26.5	-	-	-	-	3.5	61,539	
Case D2	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y(10)	Y	Y	Y	Y	Y	COT=< 10 rai	
(S)	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	20	49,750	
Case D3	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y(10)	Y	Y	Y	Y	N	no S1S2 choice	
(S)	-	-	-	-	-	5.57	-	10	-	14.43	-	-	-	46,344	
Case D4	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	N	no S1S2, MICOT	
(S)	-	-	-	-	-	9.6	-	-	-	20.4	-	-	-	37,289	
Case D5	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	no S1,S2 CB,COT	
(S)	-	-	-	8.82	-	-	-	-	-	21.2	-	-	-	33,915	
Case D6	Y	Y	Y(300)	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y(300)	N	N	SUN= 300kg	
(S)	-	-	2.5	-	-	-	-	-	-	-	27.5	-	-	46,155	
Case D7	Y	Y	Y(250)	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y(250)	N	N	SUN= 250 kg	
(S)	-	-	2.5	-	-	-	-	-	-	-	27.5	-	-	38,662	
Case D8	Y	Y	Y(220)	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y(220)	N	N	SUN= 220 kg	
(S)	-	-	-	3.5	-	-	-	-	-	8.7	17.9	-	-	34,571	
Case D9	Y	Y	Y(220)	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y(220)	N	N	SUN=220 CB	
(S)	-	-	-	-	-	9.6	-	-	-	20.4	-	-	-	37,289	
Case D10	Y	Y	Y(250)	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y(250)	N	N	SUN=250 CB	
(S)	-	-	-	-	-	2.4	-	-	-	-	27.6	-	-	38,990	
Case D11	Y	Y	Y(250)	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y(250)	Y	Y	SUN=250 CB,S1,S2	
(S)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	42,600	
Case D12	Y	Y	Y(250)	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y(250)	Y	N	SUN=250 CB,S1	
(S)	-	-	-	-	-	2.4	-	-	-	-	27.6	-	-	38,990	
Case D13	Y	Y	N	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	no oil seed	
(S)	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,140	

Notes: M1=Maize,early rain, M2=Maize,late rain, SG=Sorghum, CB=Castor bean, MCB=Maize intercropped with castor bean, G1 = Groundnut,early rain, G2 = Groundnut,late rain, S1=Soybean,early rain, S2=Soybean,late rain
SUN = Sunflower, Y = Being alternative crop, N = not alternative crops.

เคราะห์ พบว่าถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีศักยภาพในการขยายพื้นที่เพาะปลูกมากกว่าพืชอื่น ๆ เนื่องจากให้ผลตอบแทนที่ดีที่สุด

กรณีของเกษตรกรในที่ราบลุ่มเชียงใหม่

เนื่องจากในเขตนี้มีระบบชลประทานที่ดี ทำให้มีพืชแข่งขันที่มีรายได้ดีหลายชนิดที่เช่น ยาสูบ กระเทียม หอมแดง และมะเขือเทศ ซึ่งล้วนเป็นพืชที่ให้รายได้ต่อไร่สูงกว่าถั่วเหลือง และทานตะวัน แต่พืชเหล่านี้ส่วนใหญ่ต้องการแรงงานและทุนมาก อีกทั้งมีตลาดจำกัด ทำให้มีราคาแปรปรวนและความเสี่ยงสูง ข้อจำกัดเหล่านี้ ทำให้ถั่วเหลืองเป็นพืชที่ได้รับความนิยมจากเกษตรกร ส่วนทานตะวันนั้นยังมีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่า และมีรายได้ต่อไร่ต่ำกว่าถั่วเหลือง เกษตรกรจึงมักจะเลือกถั่วเหลืองมากกว่าทานตะวัน (กรณี A4 ตารางที่ 2) ในกรณีที่ราคาถั่วเหลือง ลดลงจาก 6.50 บาท เป็น 6.00 บาท หรือ 5.00 บาทต่ออ.ก. เกษตรกรก็ยังคงเลือกปลูกถั่วเหลืองอยู่ แม้ว่ารายได้จะลดลง (กรณี A4-A6 ตารางที่ 2) แต่ถ้าราคาถั่วเหลืองลดเหลือ 5.00 บาทต่ออ.ก. และราคาของทานตะวันขึ้นสูงจาก 5.00 บาท เป็น 5.70 บาทต่อ อ.ก. แล้วเกษตรกรจึงจะหันมาปลูกทานตะวันแทนถั่วเหลือง (กรณี A14 ตารางที่ 2) และถ้าหากถั่วเหลืองมีราคาเหลือเพียง 4.50 บาทต่ออ.ก. เกษตรกรจึงจะเริ่มปลูกพืชอื่นทดแทนถั่วเหลือง หรืออาจจะปล่อย

ให้พื้นที่ว่างเปล่า (กรณี A15 ตารางที่ 2) จะเห็นได้ว่า ณ ราคาปัจจุบันถั่วเหลืองจึงยังคงเป็นพืชที่ยังมีบทบาทใน ที่ราบลุ่ม เชียงใหม่อยู่ แต่เนื่องจาก ได้มีการ ขยายพื้นที่ เพาะปลูก ถั่วเหลืองค่อนข้างเต็มที่แล้ว จึงทำให้จะไม่สามารถขยายพื้นที่เพาะปลูกถั่วเหลืองออกไปได้มากนัก และอีกทั้งยังมีพืชแข่งขันอื่น ๆ มาก

กรณีของเกษตรกรในภาคเหนือตอนบน

การวิเคราะห์การตัดสินใจของเกษตรกรในภาคเหนือตอนบนนั้น ปรากฏว่าเกษตรกรมีความต้องการขยายพื้นที่เพาะปลูกถั่วเหลืองมากกว่าพืชอื่น ๆ แต่ก็มีข้อจำกัดเรื่องทุนแรงงานและการจัดการ ซึ่งเป็นผลเนื่องจากเกษตรกรแถบนี้ค่อนข้างยากจนไม่ค่อยมีทุนซื้อเมล็ดพันธุ์หรือจ้างแรงงาน จึงพบว่าเกษตรกรมักจะปลูกถั่วเหลืองในพื้นที่เล็ก ๆ ประมาณ 2-3 ไร่เท่านั้น ส่วนที่ดินที่เหลือจึงจะปลูกข้าวโพด ถั่วลิสง ถ้าศึกษาถึงผลตอบแทนของระบบถั่วเหลือง หรือระบบ ถั่วเหลืองแซมละหุ่ง แล้วระบบเหล่านี้จะให้ผลตอบแทนมากกว่าระบบพืชอื่น เช่น ข้าวโพด ถั่วลิสงหรือถั่วลิสงแซมละหุ่ง สำหรับละหุ่งนั้นเกษตรกรจะไม่ปลูกเป็นพืชเดี่ยวเลย แต่อาจจะปลูกแซมกับถั่วเหลืองหรือถั่วลิสง ส่วนการที่จะให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกละหุ่งนั้น ละหุ่งจะต้องให้รายได้ที่ทัดเทียมกับข้าวโพดเป็นอย่างน้อย นั่นคือผลผลิตต่อไร่ของละหุ่งที่กระเพาะเปลือกแล้วจะ

ต้องมากเป็น 80-90 กกต่อไร่ หรือมีเงินนี้
ราคาละหุ่งที่ เกษตรกร ได้รับ จะต้อง สูง กว่า 5
บาท เป็น 6 บาทต่อกก.โดยประมาณ เกษตรกร
จึงจะหันมาปลูกละหุ่งเพิ่มมากขึ้น (กรณี B6
และ B10 ตารางที่ 3)

กรณีของเกษตรกรในภาคเหนือตอนล่าง

เกษตรกรในเขตนี้นักจะเลือกปลูกถั่วเหลือง
ต้นฝนตามด้วยถั่วเหลืองปลายฝน มากกว่าที่
จะเลือกปลูกพืชระบบอื่น แต่เนื่องจากเกษตร-
กรมีที่ดินขนาดใหญ่ ทำให้การปลูกถั่วเหลือง
ต้องใช้ทุนทั้งหมดมากกว่าการ ปลูกพืชไร่อื่นๆ
เช่น ข้าวโพด ถั่วเขียว หรือข้าวฟ่าง เกษตรกร
ในเขตนี้นจึง ไม่อาจ ขยายการ ปลูกถั่ว เหลือง ได้
เต็มที่ แต่ถ้าหากมีระบบสินเชื่อที่เอื้ออำนวย
ต่อการผลิตถั่วเหลือง จะทำให้อัตราการขยาย
พื้นที่เป็นไปได้รวดเร็วยิ่งขึ้น (กรณี C3. 1
ตารางที่ 4)

การศึกษานี้ยังพบว่า ถ้าราคาถั่วเหลือง
5 บาทต่อกก. เกษตรกรจะหันมาปลูกถั่วเขียว
แทนถั่วเหลือง ปลายฝน เพราะรายได้จาก ถั่ว-
เหลืองจะลดลงเมื่อเทียบกับถั่วเขียว (กรณี
C1.2 ตารางที่ 4) และถ้าถั่วเหลืองราคาลดลง
เหลือ 4 บาทต่อกก. จะทำให้เกษตรกรเลิกปลูก
ถั่วเหลืองต้นฝนและปลายฝนด้วย แล้วหันไป
ปลูกข้าวโพดและถั่วเขียวแทน (กรณี C 1. 4
ตารางที่ 4)

กรณีของเกษตรกรในเขตภาคกลาง

ตอนบน

ถ้าในเขตภาคกลางตอนบนสามารถปลูก
ถั่วเหลืองได้ เกษตรกรก็จะปลูกถั่วเหลืองโดยใช้
ระบบถั่วเหลือง-ถั่วเหลือง ซึ่งให้ผลตอบแทน
ดีกว่า ระบบถั่วลิสง-ถั่วลิสง ระบบข้าวโพด-
ละหุ่ง ระบบถั่วลิสง-ทานตะวัน หรือระบบข้าว
โพด-ทานตะวัน

ในปีที่ทำการศึกษานี้ ปรากฏว่าฝ้ายมี
ราคาดี ฝ้ายจึงเป็นพืชที่ให้ผลตอบแทนที่ดีกว่า
หลายๆ พืช (กรณี D 1 ตารางที่ 5) ถ้า
เกษตรกรไม่เลือกการปลูกระบบข้าวโพด-ฝ้าย
แต่เลือกระบบการปลูกถั่วเหลือง-ถั่วเหลืองจะ
ทำให้ได้รายได้รองลงมา (กรณี D.2 ตาราง
ที่ 5) อย่างไรก็ตาม ถั่วเหลืองในเขตนี้นยัง
ต้องมีการส่งเสริม ให้มีผลผลิตต่อไร่ที่ดีเสีย-
ก่อน ในระยะหลังนี้ได้ มีการทดลอง ปลูกพืช
น้ำมันใหม่หลายอย่าง เช่น ละหุ่งพันธุ์ลูกผสม
(H-22) และทานตะวันพันธุ์ลูกผสม การศึกษา
นี้พบว่า ถ้าพิจารณาผลตอบแทนของพืชน้ำมัน
ต่างๆ ณ ระดับผลผลิตต่อไร่ และราคาใน
ปัจจุบัน (2530) ลำดับการยอมรับของเกษตร-
กร จะเป็นดังต่อไปนี้คือ 1. ถั่วเหลือง 2. ถั่ว
ลิสง 3. ละหุ่ง (H-22) 4. ทานตะวัน (ตาราง
ที่ 5) สำหรับทานตะวันนั้นแม้ว่าผลผลิตเฉลี่ย
ต่อไร่ปัจจุบันยังได้ต่ำเพียง 150-200 กกต่อ
ไร่ ศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของทาน
ตะวันก็ยังมีอยู่ แต่ก็ต้องอาศัยความพยายาม

ของนักวิจัยและนักส่งเสริมเพิ่มขึ้นอีกในตารางที่ 5 จะเห็นว่ากรณี D1-D5 นั้นเกษตรกรไม่เลือกปลูกทานตะวัน แต่เมื่อผลผลิตทานตะวันสามารถมีสูงถึง 250-300 ก.ก. ต่อไร่ (กรณี D6-D7) เกษตรกรจึงจะเลือกปลูกทานตะวัน โดยจะเลือกระบบถั่วลิสง - ทานตะวันมากกว่าระบบข้าวโพด-ทานตะวัน ส่วนกรณี D3-D4 แสดงให้เห็นว่า ถ้าเกษตรกรไม่สามารถปลูกฝ้ายหรือถั่วเหลือง ก็จะเลือกปลูกถั่วลิสงและละหุ่งแซมข้าวโพด ส่วนกรณี D13 แสดงว่าถ้าไม่มีพืชน้ำมันให้ปลูกเลย เกษตรกรจะปลูกข้าวโพด-ข้าวฟ่างแทน โดยมีรายได้รวมต่ำลง (22,140 บาท เทียบกับ 38,990 บาท ในกรณี D12)

ส่วนการศึกษาศักยภาพ การขยายพื้นที่เพาะปลูกพืชน้ำมันอื่น ๆ เช่น งา ลินซีด เรปซีด นั้น ยังไม่อยู่ในขั้นที่ต้องใช้แบบจำลองโปรแกรมเส้นตรงเช่นนี้ เนื่องจากยังมีข้อมูลไม่พอ และระดับการผลิตในปัจจุบันยังต่ำอยู่ สำหรับงานนี้ปลูกต้นฝ่อนก่อนข้าวหน้าปี ซึ่งในช่วงเวลานั้น มีพืชแข่งขันน้อย การขยายพื้นที่ปลูกงานนี้มีข้อจำกัดที่เกิดจากการที่มีระดับผลผลิตต่อไร่ต่ำ

ส่วนการผลิตพืชน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นั้น พืชที่สำคัญและมีศักยภาพในการขยายพื้นที่ในเขตชลประทาน คือ ถั่วเหลือง และถั่วลิสง ปัจจุบันถั่วลิสงมีความสำคัญกว่า

ถั่วเหลือง แต่การขยายพื้นที่ถั่วเหลืองอาจเป็นไปได้โดยไม่ยาก ถ้าถั่วเหลืองสามารถให้ผลผลิตอย่างน้อย 160 ก.ก. ต่อไร่ขึ้นไป

วิจารณ์

แบบจำลองโปรแกรมเส้นตรงเช่นนี้ มีข้อสมมุติและข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น การมีค่าสัมประสิทธิ์คงที่ และการมีความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เป็นเชิงเส้นตรง ข้อสมมุติและข้อจำกัดดังกล่าว สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ แต่จะทำให้แบบจำลองมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ แบบจำลองเช่นนี้ ต้องการ ข้อมูลระดับไร่นามาก ข้อมูลบางอย่างจึงต้องมีการประเมินอย่างคร่าว ๆ ข้อจำกัดทางข้อมูลเช่นนี้อาจทำให้แบบจำลองถูกจำกัดเกี่ยวกับกิจกรรมที่สามารถนำมาพิจารณา เมื่อมีการเก็บและการใช้ ข้อมูล ในระดับ ไร่นาที่ละเอียดขึ้น จะสามารถทำให้แบบจำลองนี้ และผลการศึกษาดังกล่าวดีขึ้นได้

สรุป

การใช้แบบจำลอง โปรแกรมเส้นตรงนี้สำหรับวิเคราะห์ การตัดสินใจของเกษตรกรทำให้สามารถคาดคะเน การยอมรับของเกษตรกรที่จะปลูกหรือไม่ปลูกพืชที่เจ้าหน้าที่ หรือบริษัทนำไปส่งเสริมได้ล่วงหน้า เพราะเป็นการประมวลข้อมูล ข้อจำกัดของเกษตรกร ราคาผลตอบแทนของแต่ละพืชพร้อมๆกัน โดยการ ใช้สมการอย่างง่าย ที่แสดงว่าเกษตรกรจะแสวง

หากำไรสูงสุด ตามโอกาส และทางเลือก ที่มีอยู่ ผลการวิเคราะห์นี้ แสดงให้เห็นว่า ณ ราคา และระดับเทคโนโลยีในปัจจุบัน ของพืชต่าง ๆ ถั่วเหลืองเป็นพืชที่เกษตรกรสนใจที่จะปลูกมากกว่าพืชอื่น ๆ สำหรับพืชน้ำมันใหม่ ๆ นั้น อาจมีศักยภาพที่คิดขึ้นถ้าราคาผลผลิต หรือ ระดับผลผลิตที่เกษตรกรได้รับสูงกว่าเดิม

คำขอขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, the Crown Agents และสถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนในการวิจัย และขอขอบคุณ รศ.ดร. มิ่งสรรพ ขาวสะอาด ดร. กนก ฤกษ์เกษม และ ดร. เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม อาจารย์ อติศรี อิศรางกูร ณ อยุธยา ผู้วิจัยในโครงการวิจัยพืชน้ำมันที่มีส่วนร่วมทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ชินวัตร, เบญจพรรณ., ธานี, พิษิต., และ พิทักษ์วงศ์, จามะรี (2530) การตัดสินใจของเกษตรกร ใน ที่ราบลุ่ม เชียงใหม่. วารสารเศรษฐศาสตร์ธรรมศาสตร์ 5:129-166.
- ภาคอุทัย, วีระ. (2529) การตลาดเมล็ดงาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ วารสารเกษตร 14 (6): 335-348.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดขอนแก่น, (2529) ผลงานส่งเสริมการปลูกถั่วเหลืองฤดูแล้ง ปี 2528/2529 จ. ขอนแก่น.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2529) สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2528/2559. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 328.
- Calavan Michael M. (1977). Decisions Against Nature: An Anthropological Study of Agriculture in Northern Thailand. Center for Southeast Asian Studies Special Report No. 15, Northern Illinois.
- FAO. (1980). Farm Management Research for Small Farmer Development. FAO Agricultural Services Bulletin 41. Rome.
- Kaosa-ard, Mingsarn., Shinawatra, Benchaphun., Rerkasem, Benjavan., Rerkasem, Kanok., and Israngkura, Adis. (1987) Agronomic and Financial Aspects of the Inclusion of Oilseed Crops at Farm Level in Thailand. Chiang Mai University.

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

วารสารเกษตร เป็นวารสารราย 6 เดือน (ในขณะนั้น) ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งพิมพ์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการเกษตร และชีววิทยา ทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

1. เรื่องทรงบทความ

1.1 ผลงานวิจัย

1.2 บทความปริทัศน์

2. การเตรียมต้นฉบับ

2.1 ต้นฉบับ : พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดีดหรือเครื่องพิมพ์เลเซอร์ หากเตรียมต้นฉบับด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ บรรทัดหนึ่งกำหนดให้มี 65 ตัวอักษร และหน้าละ 23 บรรทัด

2.2 ตาราง : เสนอเป็นภาษาอังกฤษล้วน พิมพ์แยกไว้ต่างหากจากเนื้อเรื่อง แต่ระบุให้เห็นตำแหน่งที่ควรปรากฏในเนื้อเรื่องอย่างชัดเจน

2.3 ภาพประกอบ : เสนอเป็นภาษาอังกฤษทั้งในภาพและคำอธิบายภาพ ระบุให้เห็นตำแหน่งที่ควรปรากฏในเนื้อเรื่อง อย่างชัดเจน ภาพถ่าย (ขาวดำ) มีขนาด 9.00 × 13.5 ซม. ภาพเขียนและกราฟ ใช้หมึกสีดำเขียนบนกระดาษอาร์ตหนา หรือกระดาษเขียนแบบ

2.4 เอกสารอ้างอิง : นำด้วยเอกสารภาษาไทยตามด้วยเอกสารภาษาอังกฤษ

2.4.1 ในเนื้อเรื่อง : การอ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องใช้ระบบนามสกุล และปี (พ.ศ.) เช่น สิทธิพรชัย (2526) รายงานว่า..... หรือ.... (สิทธิพรชัย 2526) ในกรณีที่เขียนภาษาอังกฤษก็เช่นเดียวกัน ใช้นามสกุลและปี (ค.ศ.) เช่น Jones and Smith (1980) ในกรณีที่ผู้แต่งสามคนขึ้นไปให้ชื่อและคณะ 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 : เสงส์สวัสดิ์, วิเชียร (2524). การบริหารศัตรูพืชกับระบบการปลูกพืชหลายชนิด ว. วิทย. กษ. (14) 4 : 193-196

2) สำหรับตำราควรเรียงลำดับดังนี้ :-

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

ตัวอย่าง : ชมพูนุช, เฉลิมพล (2527) หลักการเขียนรายงานการวิจัยและวิทยานิพนธ์ทางวิทยาศาสตร์. ท่าแพการพิมพ์, เชียงใหม่

3. การเสนอเรื่อง

เรื่องลงพิมพ์ส่งได้ตลอดเวลา ถึง

บรรณาธิการ วารสารเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เชียงใหม่ 50002



JOURNAL OF AGRICULTURE

VOLUME 4 NO. 1

JANUARY 1988

Editorial Notes

Research Paper

- Milk Yields Obtained From White Lampon Cattle
with and without Suckling Stimulation before Milking 1
B.Phuengchan, N.Potikanond and P.Chairattanayuth
- Cannulas made of Silicone for Digesta Collection 8
in Ruminants.
T.Vearasilp and T.Apeechartsarankoon
- Cropphysiological Studies on Growth and Yields
of Sunflower 19
C.Sampet, S.Insomphun, A.Isarasenee and S.Limpiti
- Genotypic Variation in Response to Soil Water Deficit
in Soybean 30
S.Insomphun, V.Sriwattanapongse and C.Sampet
- Water Quality of Huay Kaeo Watershed 55
C.Sukkasame, S.Kantavanichkul and K.Kattirat
- Representative Model of Farm Decision-Making
in Oilseed Crop Development 69
B.Shinawatra