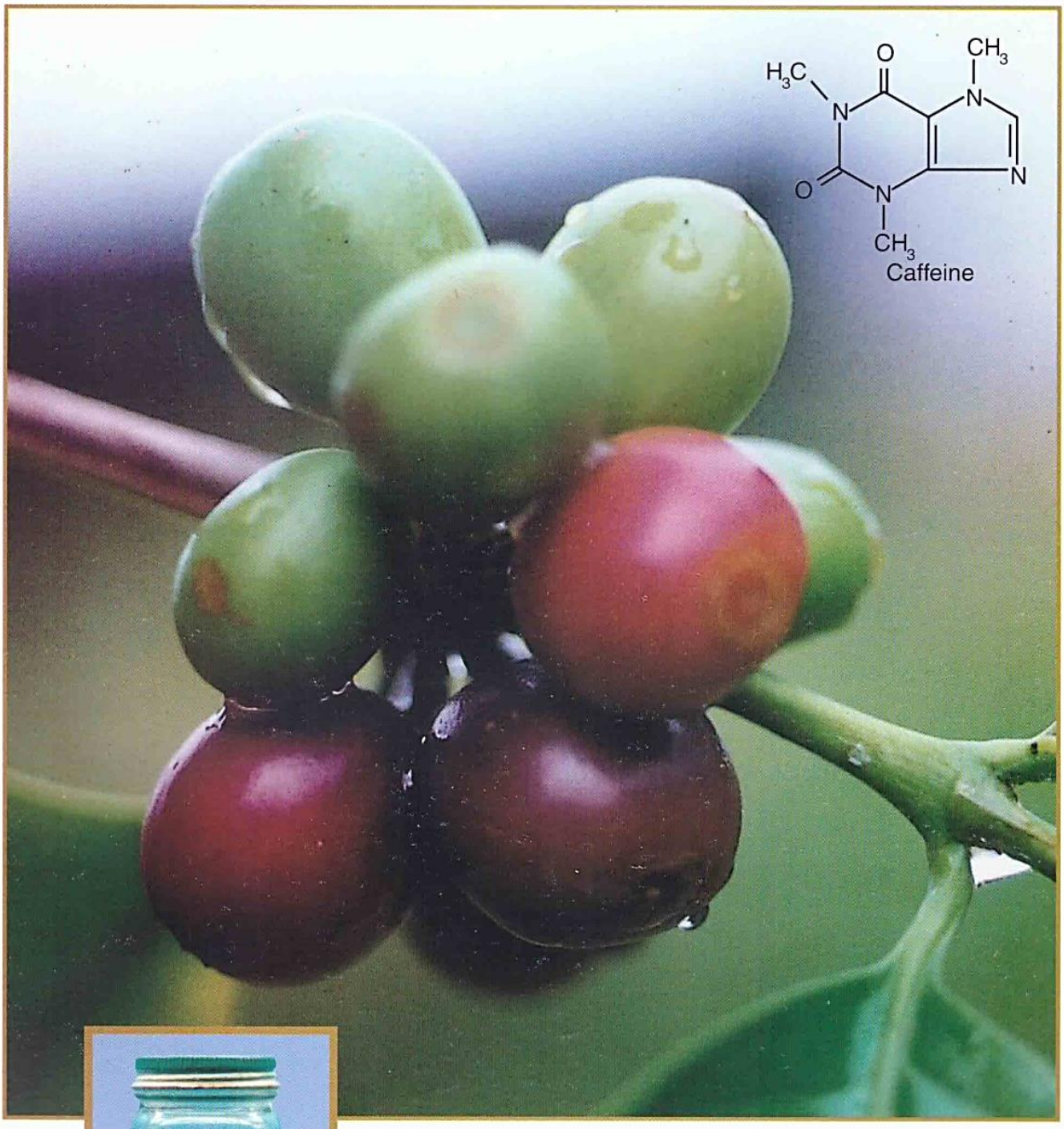
วารสารเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 กุมภาพันธ์ 2542 VOLUME 15 NO. 1 FEBRUARY 1999



ภาพที่ 1 ผลกาแฟอราบิก้า (*Coffea arabica*)
ภาพที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของสารคาเฟอีน
ภาพที่ 3 Plantlets ของกาแฟที่เพาะเลี้ยงจากเนื้อเยื่อใบ

ISSN 0857-0841

วารสารเกษตร

Journal of Agriculture

เจ้าของ
คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50200
โทร. (053) 944090
โทรสาร (053) 944666

Publisher
Faculty of Agriculture
Chiang Mai University
Chiang Mai 50200, THAILAND
Tel. (053) 944090
Fax. (053) 944666

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

กำหนดเผยแพร่ เดือนกุมภาพันธ์ มิถุนายน และตุลาคม ปีละ 3 ฉบับ

แจ้งรับวารสาร บรรณาธิการวารสารเกษตร หรือ
คุณวิไลพร ธรรมดา
งานบริการงานวิจัยและพัฒนา
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50200

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

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

วารสารเกษตร เป็นวารสารวิชาการราย 4 เดือน ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิชาการสาขาเกษตรศาสตร์ อุตสาหกรรมเกษตร สัตวแพทย์ และชีววิทยา ทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

1. เรื่องที่ตีพิมพ์

1.1 ผลงานวิจัย

1.2 บทความรีวิวปริทัศน์

2. การเตรียมต้นฉบับ

2.1 ต้นฉบับ : ควรส่งต้นฉบับที่จัดพิมพ์ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โปรแกรม Microsolf Word ความยาวไม่เกิน 10 หน้า บรรทัดหนึ่งกำหนดให้มี 70ตัวอักษร และหน้าละ 32 บรรทัดส่งต้นฉบับที่พิมพ์หน้าเดียวลงบนกระดาษ A4 1 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล

2.2 ต้นฉบับให้รวมถึงบทคัดย่อภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

2.3 ระบุคำย่อ (Index word) ของเรื่อง ทั้งที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

2.4 ตาราง : เสนอเป็นภาษาอังกฤษล้วน

2.5 ภาพประกอบ : เสนอเป็นภาษาอังกฤษทั้งในภาพและคำอธิบายภาพ ภาพถ่ายมีขนาด 9.00 x 13.50 ซม. ภาพเขียนใช้หมึกดำเขียนบนกระดาษอาร์ตหนาหรือกระดาษเขียนแบบ

2.6 กราฟ : จัดทำด้วยโปรแกรม Haward Graphic และแนบข้อมูลดิบไปด้วยเพื่อปรับแต่งด้วยไมโคร-คอมพิวเตอร์ทีหลัง

2.7 เอกสารอ้างอิง : นำด้วยเอกสารภาษาไทยตามด้วยเอกสารภาษาอังกฤษ

2.7.1 *ในเนื้อเรื่อง* อ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องในระบบชื่อต้นและปี(พ.ศ.) เช่น พรชัย (2538) รายงานว่า....หรือ... (พรชัย,2538) ในกรณีที่เป็นภาษาอังกฤษใช้ระบบนามสกุลและปี (ค.ศ.) เช่น Jone and Smith (1995) ในกรณีที่มีผู้แต่งสามคนขึ้นไปให้ใช้"และคณะหรือ *et al.*" ต่อท้ายผู้แต่งคนแรก แต่ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่องใส่ชื่อหมดทุกคน

2.7.2 *ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง* : ให้เรียงอักษรตามชื่อ-สกุลของผู้แต่งคนแรก ไม่ต้องใส่เลขที่ เริ่มจาก ชื่อไทยต่อด้วยชื่ออังกฤษ

1) สำหรับวารสารควรเรียงลำดับดังนี้.-

ผู้แต่ง(ชื่อต้น.ชื่อสกุล)ปี(พ.ศ.)แต่ถ้าเป็นภาษาอังกฤษใช้ชื่อสกุล.ชื่อต้นและปีค.ศ. ชื่อเรื่อง (ตามที่ปรากฏในวารสาร) ชื่อวารสาร (ย่อถ้ามี) ปีที่(ฉบับที่) : หน้า
ตัวอย่าง : วิเชียร เฮงสวัสดิ์(2524).การบริหารศัตรูพืชกับระบบการปลูกพืชหลายชนิด ว.วิทย.กษ.14(4) : 193-196

2) สำหรับตำราควรเรียงลำดับดังนี้

ชื่อผู้แต่ง พ.ศ.(ค.ศ.)ชื่อหนังสือ สำนักพิมพ์ เมืองที่พิมพ์.จำนวนหน้า
ตัวอย่าง : เฉลิมพล แซมเพชร.(2527).หลักการเขียนรายงานการวิจัย และวิทยานิพนธ์ทางวิทยาศาสตร์.ท่าแพการพิมพ์.เชียงใหม่.123 หน้า

3. การเสนอเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ส่งเรื่องพิมพ์ได้ตลอดเวลา

ถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริการงานวิจัยและพัฒนา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่เสนอเพื่อตีพิมพ์ ในกรณีที่จำเป็นจะขอความเห็นชอบจากผู้เขียนอีกครั้งก่อนตีพิมพ์

ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 (2542)
Volume 15 No.1 (1999)

วารสารเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURE
วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารบัญ

Contents

ISSN 0857-0841

บทบรรณาธิการ

งานวิจัยสาขาเกษตรศาสตร์กับความพร้อมในการเป็นครัวของโลก

ในระยะหลังๆ มานี้ มีการพูดกันค่อนข้างบ่อยถึงความสำเร็จของประเทศไทยในเวทีการค้าโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเป็นผู้ส่งออกอาหารเลี้ยงพลโลก ความสำเร็จดังกล่าวไม่ใช่แต่เฉพาะการส่งออกข้าวเป็นอันดับหนึ่งของโลก หรือการส่งออกยางพารา ผลไม้ กุ้งและสัตว์น้ำ และอาหารกระป๋องต่างๆ เท่านั้น แต่ที่น่ายินดีมากกว่านั้นก็คือ ปัจจุบันเรามีผลิตภัณฑ์เกษตรแปรรูปหลายๆ ชนิด ที่เราคงไม่คิดว่าจะเป็นไปได้ หรือไม่น่าจะมีความสำคัญทางเศรษฐกิจระดับโลกไปได้ ถ้าเราย้อนหลังไปสัก 4-5 ปี เช่น ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปประเภทน้ำพริกแกง น้ำพริกแมงดา ซาละเปา ดิมซัม หรือแม้แต่ น้ำซ็อสสำเร็จรูป สำหรับทำส้มตำ ซึ่งกำลังได้รับความนิยมมากทั้งในสหรัฐอเมริกา และยุโรป

นี่เป็นเพียงตัวอย่างขั้นต้นเท่านั้น ในอนาคต การพัฒนาธุรกิจอาหารสำเร็จรูปเหล่านี้ มีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นอย่างแน่นอน

อย่างไรก็ตาม ปัจจัยชี้วัดสำคัญ ที่จะส่งผลต่อความก้าวหน้าของอุตสาหกรรมอาหารของไทย น่าจะอยู่ที่ "วัตถุดิบ" ที่จะต้องมีคุณภาพสูง มีปริมาณสม่ำเสมอ และมีราคาต่ำ

ในฐานะนักวิจัยในสายวิทยาศาสตร์เกษตร เราจะใช้พัฒนาการเหล่านี้มาเป็นหัวข้อวิจัยได้อย่างไร เกษตรกรของเราจะได้ประโยชน์จากธุรกิจครัวของโลกนี้อย่างไร???

วารสารเกษตร 15(1) : 1 - 10 (2542)
Journal of Agriculture 15(1) : 1 - 10 (1999)

กาแฟสกัดคาเฟอีน

พัชนี สุวรรณวิศลกิจ [1/]
Patchanee Suwanwisonkit [1/]

กาแฟถือได้ว่าเป็นเครื่องดื่มประจำวันสำรับอาหารเช้าไม่ว่าจะเป็นข้าวต้ม หรือขนมปังก็มีกาแฟเป็นเครื่องดื่มประกอบที่สำคัญ อีกทั้งเวลาที่มีการปรึกษาหารือ หรือการประชุมที่ทำให้เกิดความเหนื่อยล้า หรือง่วงเหงาก็มักมีการหยุดพักเพื่อทำให้ผู้ร่วมปรึกษาหรือร่วมประชุมมีความสดชื่นขึ้นจากการพักดื่มกาแฟ หรือเรียกทับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า คอฟฟี่เบรค (Coffee Break) นั่นเอง ผู้ดื่มกาแฟส่วนใหญ่มิได้ดื่มกาแฟด้วยเหตุผลของการบริโภคสารอาหารในกาแฟ แต่ดื่มกาแฟด้วยความรู้สึกว่า กาแฟมีกลิ่นหอมชวนดื่ม และรสชาติเฉพาะตัวและทำให้เกิดความสดชื่นกระปี้กระเปร่า ทั้งร่างกายและจิตใจ ซึ่งเป็นผลเนื่องจากในกาแฟที่ดื่มนั้นมีสารที่สำคัญ คือ คาเฟอีน

ผงกาแฟสีน้ำตาลที่นำมาชงกับน้ำร้อนดื่มนั้น ได้มาจากเมล็ดของต้นกาแฟ ที่จัดว่าเป็นไม้ผลยืนต้น มีหลายสายพันธุ์ แต่ที่นิยมปลูกเพื่อการค้า คือ สายพันธุ์อราบีก้า (*Coffea arabica*) และสายพันธุ์โรบัสต้า (*Coffea canephora*) ในต้น ผล และเมล็ดกาแฟ ทั้งสองสายพันธุ์นี้ พบสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบภายในมากกว่า 100 ชนิด และหลายชนิดเป็นสารอัลคาลอยด์ที่เกี่ยวพันกับคาเฟอีน แต่มีความเข้มข้นน้อย ดังนั้น คาเฟอีน จึงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกาแฟ การนำเอาเมล็ดกาแฟดิบ (geen coffee) มาคั่ว หรือผ่านความร้อนจนถึงระดับที่เมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวอมเทา (greenish grey) มาเป็นสีน้ำตาล (brown) ของกาแฟคั่ว (roast coffee) ทำให้สารเคมีที่เป็นส่วนประกอบภายในเมล็ดเปลี่ยนแปลงไป กาแฟอราบีก้า และกาแฟโรบัสต้า นั้น มีปริมาณของสารคาเฟอีนแตกต่างกัน ทั้งในสภาพของเมล็ดกาแฟดิบและเมล็ดกาแฟที่คั่วแล้ว (ตารางที่ 1)

เครื่องดื่มประเภทกาแฟที่มีการใช้เมล็ดกาแฟสายพันธุ์อราบีก้า จะมีปริมาณคาเฟอีนต่างกับการใช้เมล็ดกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า (ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดร้อยละ 1 และร้อยละ 2 ตามลำดับ)

Index word : กาแฟ *Coffea arabica*, coffee, Deeafeinated coffea

[1/] ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1/] Highland Coffee Research and Development Centre, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

ในเครื่องดื่มกาแฟสด (กาแฟที่ชงแล้วเหลือกากทิ้ง) หนึ่งถ้วย จะมีปริมาณคาเฟอีนประมาณ 50-150 มิลลิกรัม ส่วนกาแฟสำเร็จรูป (กาแฟที่ชงแล้วไม่เหลือกาก)หนึ่งถ้วยจะมีปริมาณคาเฟอีนประมาณ 40-110 มิลลิกรัม ซึ่งจะขึ้นอยู่กับวิธีการเตรียมกาแฟ, อัตราส่วนผสม และขนาดของถ้วยกาแฟ (ขนาดถ้วยกาแฟโดยทั่วไปมีปริมาตร 150 180 มิลลิลิตร)

Table 1 Composition of arabica and robusta coffee.

Component	Arabica		Robusta	
	green bean	roasted bean	green bean	roasted bean
Moisture	5.0 - 13.0	1.0 - 3.0	5.0 - 13.0	1.0 - 3.0
Alkaloids				
Caffeine	0.8 - 1.4	1.0 - 1.6	1.7 - 4.0	1.2 - 2.6
Triconellin	0.6 - 1.2	0.1 - 1.2	0.3 - 0.9	0.1 - 0.2
Carbohydrates	55.0 - 65.5	16.2 - 37.5	40.0 - 55.5	16.2 - 37.5
Soluble	6.0 -12.5	6.2 - 16.5	6.0 - 12.5	6.2 - 16.5
Insoluble	34.0 - 53.0	10.0 - 21.0	34.0 - 53.0	10.0 - 21.0
Acids	8.0 - 11.0	1.2 - 7.1	9.0 - 14.0	1.2 - 7.1
Chlorogenic	7.0 - 9.0	0.2 - 3.5	7.0 - 12.0	0.2 - 3.5
Aliphatic	1.0 - 3.0	1.8 - 4.6	1.0 - 2.0	1.8 - 4.6
Proteins & amino acids	9.0 - 13.0	13.0 - 15.0	9.0 - 13.0	13.0 - 15.0
Fats	15.0 - 18.0	15.5 - 20.0	8.0 - 12.0	8.5 - 13.5
Ash	3.0 - 5.4	3.5 - 6.0	3.0 - 5.4	3.5 - 6.0

ที่มา : Viani, Rinantonio. 1985.

คาเฟอีนคืออะไร ?

คาเฟอีน หรือเทอีน (Theine) ทางเภสัชกรรมเรียก คาเฟอินา (Caffeina) หรือ คาเฟอีน (Caffein) ชื่อทางเคมีคือ 1,3,7-trimethylxanthine หรือ 1,3,7-trimethy1-2,6-dihydroxypurine เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่จัดอยู่ในประเภทอัลคาลอยด์ (alkaloids) จำพวกแซนทีน (xanthine) ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในกาแฟ คาเฟอีน ไม่มีกลิ่น มีรสขม สารละลายมีฤทธิ์เป็นกลาง สามารถรวมกับเกลือด่างของกรดอ่อนเป็นเกลือที่ถาวร และมีประโยชน์มากในทางยา ในสภาพที่เป็นคาเฟอีนบริสุทธิ์ มีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็มยาว เป็นมัน รวมกันเป็นปุยนุ่น เบาคล้ายปุยขนสัตว์ หรือเป็นผงสีขาว สามารถระเหิดได้ง่าย ละลายได้ในสารอินทรีย์ทั่วไป ยกเว้นไม่ละลายในปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) ละลายน้ำได้ร้อยละ 2 ในน้ำเย็นอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (68 องศาฟาเรนไฮต์) และละลายได้ ร้อยละ 18 ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส (176 องศาฟาเรนไฮต์) และละลายได้ดีมากในคลอโรฟอร์ม (chloroform)

คาเฟอีนมีอยู่ในพืชบางชนิด ในเมล็ดกาแฟมีประมาณร้อยละ 0.8 - 1.7 ในเมล็ดโกโก้ ประมาณร้อยละ 0.1 - 0.8 ในเมล็ดจำพวกโคล่า ประมาณร้อยละ 1.0 - 2.0 ในใบชาประมาณร้อยละ 2.0-5.0 และเมล็ดกัวรานา พืชในสกุลพอลลิเนีย (Paulinia) ประมาณร้อยละ 2.5 - 5.0

ประวัติการค้นพบคาเฟอีน

เฟอร์ดินันท์ รุงจ์ (Ferdinand Runge) เป็นคนแรกที่พบ และสามารถแยกสกัดเอาคาเฟอีนออกจากใบชา และทำให้บริสุทธิ์ได้ในปี พ.ศ. 2363 ต่อมา เปลเลอเตียร์ (Pelletier) กาวองตู (Caventou) และรูบิเกต์ (Roubiquet) สามารถเตรียมคาเฟอีนได้ในเวลาใกล้ๆ กันในปี พ.ศ. 2404 สเทรกเกอร์ (Strecker) ได้พิสูจน์ว่า คาเฟอีนเป็นเมทิลทีโอโบรมีน (methyltheobromine) โดยเพิ่มหมู่เมทิลเข้าไปในโมเลกุลของทีโอโบรมีนแล้วได้คาเฟอีน ต่อมาในปี พ.ศ. 2455 ชาวเยอรมนีอีกคนชื่อ ลุดวิค โรซีเลียส (Ludwig Roselius) ได้พัฒนากระบวนการสกัดคาเฟอีน จนถึงระดับที่สามารถทำเป็นการค้าและเขาได้เปิดบริษัทสกัดคาเฟอีน ภายใต้ชื่อ Sanka ขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา ทำให้กาแฟที่สกัดคาเฟอีนเริ่มเข้าสู่ตลาดผู้บริโภค

ผลจากการบริโภคเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนเป็นส่วนผสม

เมื่อกล่าวถึงเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน คนส่วนใหญ่มักนึกถึง กาแฟ ก่อนเครื่องดื่มอื่นๆ ความจริงแล้วเครื่องดื่มประเภท ชา หรือโคล่า (Cola beverage) หรือ เครื่องดื่มที่ดื่มเพื่อความสดชื่นอีกหลายชนิด (บางคนเรียกว่าเครื่องดื่มประเภทชูกำลัง) ก็มีคาเฟอีนผสมอยู่ ทำให้ผู้ดื่มรู้สึกหายอ่อนเพลีย สดชื่น และกระปรี้กระเปร่า แต่ปริมาณของคาเฟอีนที่ผสมอยู่มีไม่มากพอที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย ถ้าไม่ดื่มจนมากเกินกว่าปกติธรรมดา จึงมักมีคำเตือนถึงผลที่อาจเกิดต่อร่างกายหากบริโภคมากเกินไป ปรากฏอยู่บนฉลากของสินค้าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเหล่านั้นด้วย

โดยทั่วไปหลังการบริโภค คาเฟอีนจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตได้ง่าย มีผลทำให้ประสาทตื่นตัวอยู่ประมาณ 1 ชั่วโมง แต่บางคนอาจมีผลคงตัวอยู่นานถึง 3-7 ชั่วโมง คาเฟอีนสามารถกระตุ้นการทำงานของไต โดยคาเฟอีนจะมีผลในการเพิ่มอัตราการกรองของเสีย ทำให้การขับถ่ายปัสสาวะรวดเร็วและมีปริมาณมากขึ้น ในขณะที่คาเฟอีนอยู่ในร่างกาย จะไปกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางโดยเฉพาะสมอง ทำให้เกิดความตื่นตัวของประสาท ลดอาการง่วงนอน และความอ่อนเพลีย มีความคิดอ่านฉับไวและปลอดโปร่ง คาเฟอีนมีผลในการกระตุ้นระบบหัวใจ และหลอดเลือด ทำให้หัวใจเต้นเร็ว และสูบฉีดโลหิตได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังไปกระตุ้นกล้ามเนื้อลาย ทำให้ทำงานที่ต้องใช้แรงได้มากขึ้น และมีผลทำให้กระเพาะอาหารหลั่งกรดและน้ำย่อยมากขึ้นด้วย

ผู้ดื่มที่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับสุขภาพ เช่น คนที่เป็นโรคหัวใจ โรคแผลในกระเพาะอาหาร คาเฟอีนจะไปทำให้เกิดการนอนไม่หลับ กระสับกระส่าย หัวใจเต้นเร็ว และกระเพาะอาหารหลั่งกรดและน้ำย่อยมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ชื่นชอบกลิ่นรสของกาแฟ แต่ไม่สามารถดื่มกาแฟที่มีคาเฟอีนตามปกติได้ บุคคลเหล่านี้ยังคงมีความต้องการที่จะบริโภคกาแฟอยู่ ผลิตภัณฑ์กาแฟสกัดคาเฟอีน (Decaffeinated coffee) จึงเป็นทางเลือกในการบริโภคที่ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ และแน่นอนที่ราคาของผลิตภัฑณ์กาแฟสกัดคาเฟอีนย่อมจะมีราคาสูงกว่ากาแฟชนิดธรรมดา เนื่องจากต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากกระบวนการสกัดคาเฟอีนออกไปนั่นเอง

การสกัดคาเฟอีนออกจากเมล็ดกาแฟ

เป็นเวลาหลายปีทีเดียวที่มนุษย์พยายามคิดหาวิธีสกัดคาเฟอีน โดยการใช้ด่าง กรด กระแสไฟฟ้า สารเคมีต่างๆ เช่น เบนซอล (Benzol), คลอโรฟอร์ม (Chloroform) , อีเทอร์ อัลกอฮอล์ (Ether alcohol), อะซีโตน (Acetone) , แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide), กรดซัลฟูริค (Sulfuric acid) อุตสาหกรรมนี้ต้องการตัวทำละลายซึ่งสามารถละลายเฉพาะคาเฟอีน ได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ โดยไม่มีผลเสีย หรือผลตกค้างต่อผู้ผลิต หรือผู้บริโภค คาเฟอีนสามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) และเป็นตัวทำละลายประเภทมีขั้ว (polar) คลอโรฟอร์ม (Chloroform) และ ไตรคลอโรเอธิลีน (Trichloro ethylene) ได้ถูกนำมาใช้เป็นตัวทำละลายกว่า 60 ปีมาแล้ว ราวปี ค.ศ. 1960 และ ค.ศ. 1970 ก็ถูกแทนที่ด้วยไดคลอโรมีเธน (Dichloromethane) ระยะต่อมาจนถึงปี ค.ศ. 1994 ตัวทำละลายที่นิยมใช้ ได้แก่ เมทธิลีน คลอไรด์ (Methylene chloride) และเอทธิล อซิเตท (Ethyl acetate)

น้ำเป็นตัวทำละลายประเภทมีขั้วที่สามารถนำมาใช้ในกระบวนการสกัดคาเฟอีนได้ด้วยเช่นกัน น้ำมีความสามารถทำละลายคาเฟอีนได้น้อยกว่าใช้เวลาในกระบวนการสกัดมากกว่าและต้องใช้ในปริมาณที่มากกว่าการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์อื่นๆ แต่การสักดด้วยน้ำสามารถเรียกได้ว่าเป็นวิธีธรรมชาติ (natural process) และในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับโดยผู้บริโภคมากกว่า

การสกัดคาเฟอีนมีหลายวิธี ตามชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ และขั้นตอนของกระบวนการสกัด แต่ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ (ภาพที่ 1)

1) การแช่เมล็ดกาแฟดิบในน้ำ (soaking) หรือการอบด้วยไอน้ำ (steaming) ทำให้เมล็ดพองตัว (swelling) ขยายขนาดขึ้น โครงสร้างของเซลล์ภายในเมล็ดจะยืดขยายออก ช่องต่างๆ เปิดออก คาเฟอีนสามารถเคลื่อนที่ออกมาอยู่ในน้ำ จากนั้น จึงใช้วิธีการแยกคาเฟอีนออกด้วยวิธีที่ต่างกันไป
2) การสกัดเอาคาเฟอีนออกจากเมล็ดที่เปียก (extraction) กาแฟที่แช่น้ำ หรืออบไอน้ำแล้วจะผ่านสู่ปฏิกิริยากับตัวทำละลายเฉพาะอย่าง ซึ่งเป็นสารที่อนุญาตให้ใช้แช่เมล็ดได้ ขั้นตอนนี้จะมีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับตัวทำละลายที่ใช้เช่น น้ำ, เอทธิล อซีเตท, คาร์บอนไดออกไซด์ หรือ เมธิลีนคลอไรด์
3) การดึงตัวทำละลายกลับมาใช้ใหม่ (solvent recovery) สารตัวทำละลายเกือบทั้งหมดจะถูกดึงกลับมา และสามารถนำมาใช้ได้อีก ขั้นตอนนี้ดำเนินการด้วยเหตุผลทางการเงิน เนื่องจากตัวทำละลายที่ใช้มีราคาค่อนข้างสูงมาก จึงต้องพยายามให้สูญเสียน้อยที่สุด และด้วยเหตุผลทางกฎหมาย ที่ได้มีการกำหนดระดับสูงสุดของการตกค้างของสารตัวทำละลายในกาแฟ อีกทั้งเหตุผลเรื่องสิ่งแวดล้อม อันเนื่องจากกิจกรรมต่างๆ ของโรงงานนั่นเอง

4) การนำคาเฟอีนออกจากตัวทำละลาย เป็นการทำให้คาเฟอีนบริสุทธิ์จากไขมัน และสิ่งเจือปนอื่นๆ กระทำได้โดยการตกผลึก โดยการกลั่น หรือโดยการใช้ activated carbon
5) การลดความชื้นเมล็ดที่ผ่านการสกัดคาเฟอีน (moisture removal) เมล็ดกาแฟจะถูกทำให้มีปริมาณความชื้นเท่าเดิม โดยใช้อากาศหรือลมร้อนหรือเครื่องทำแห้งสุญญากาศ
6) การบรรจุ (packing) บรรจุกาแฟลงถุง
7) การตรวจสอบ (testing) เมล็ดกาแฟที่ผ่านกระบวนการสกัดคาเฟอีน เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะถูกตรวจสอบหาปริมาณคาเฟอีนที่คงเหลือ ปริมาณตัวทำละลายที่ตกค้าง และปริมาณความชื้นในเมล็ด ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้

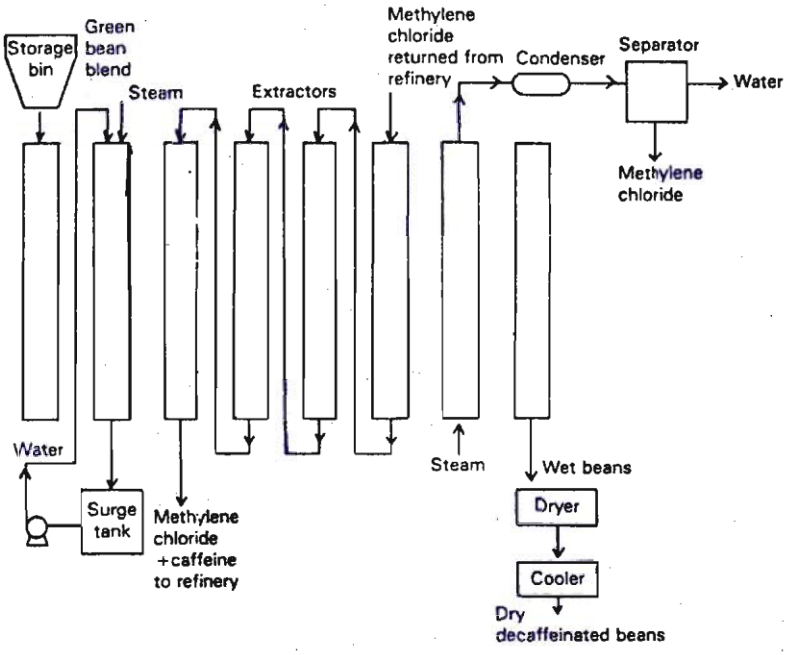


Figure 1 Solvent decaffeination (Clarke and Macrae, 1988).

กระบวนการสกัดคาเฟอีน
เท่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่

1. กระบวนการสกัดคาเฟอีน โดยใช้สารเคมีประเภทตัวทำละลาย (Chemical method) ทำได้ 2 วิธี คือ

วิธีตรง (direct method) เริ่มจากการแช่เมล็ดดิบในน้ำ แล้วใส่ตัวทำละลายลงไปสัมผัสกับเมล็ดกาแฟโดยตรง ตัวทำละลายนี้จะละลายแต่คาเฟอีน โดยไม่ละลายสารที่ให้กลิ่นรสอื่นๆ ในเมล็ดกาแฟ

วิธีอ้อม (indirect method/ European water process/ water process) เริ่มจากการแช่เมล็ดดิบในน้ำร้อนหรือใช้น้ำรินผ่านเมล็ดกาแฟ แล้วแยกน้ำที่มีคาเฟอีนละลายอยู่ออกจากเมล็ด นำน้ำนั้นมาผสมกับตัวทำละลายที่มีความสามารถที่จะไปจับเฉพาะคาเฟอีนแยกออกไป น้ำที่ปราศจากคาเฟอีนจะถูกนำไปใช้อีกหลายครั้ง ทำให้สารต่างๆ ที่มีผลต่อรสชาติกาแฟที่ละลายในน้ำมีความเข้มข้นมากขึ้น และนำไปฉีดพ่นกลับบนเมล็ดกาแฟที่ถูกสกัดคาเฟอีนแล้ว เพื่อให้คงกลิ่นรสเดิมไว้ สารเคมีประเภทตัวทำละลายที่ใช้ทั้งวิธีตรงและวิธีอ้อม ได้แก่

เมธิลิน คลอไรด์ (Methylene Chloride CH_2Cl) เป็นตัวทำละลายที่นิยมใช้ในกระบวนการสกัดคาเฟอีน เพราะมีราคาค่อนข้างถูกเมื่อเทียบกับตัวทำละเลายชนิดอื่น และเป็นสารที่จะทำปฏิกิริยาเฉพาะกับคาเฟอีน มีการระเหยได้สูง โดยระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส (104 องศาฟาเรนไฮต์) จึงทำให้ค่อนข้างง่ายในการกำจัดสารนี้ออกจากกาแฟโดยการอบด้วยไอน้ำ โดยไม่เหลือกลิ่นรสที่ไม่พึงปรารถนาต่อกาแฟคั่ว คุณภาพของเมล็ดกาแฟที่ใช้วิธีนี้ ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกาแฟดิบ และกลิ่นรสยังคงเดิมหลังจากการสกัดคาเฟอีนแล้ว ในเรื่องความปลอดภัยต่อผู้บริโภคนั้น เนื่องจากอุณหภูมิการระเหยได้ของตัวทำละลายนี้ ต่ำกว่าอุณหภูมิในการคั่วกาแฟประมาณ 200 องศาเซลเซียส (ประมาณ 392 องศาฟาเรนไฮต์) และอุณหภูมิในการชง ประมาณ 98 องศาเซลเซียส(ประมาณ 208 องศาฟาเรนไฮต์) การเหลือสารตกค้างอยู่ในน้ำกาแฟ จึงเป็นไปได้น้อยมาก ในปี พ.ศ. 2532 องค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา รายงานว่า ช่วงระยะเวลาของความเสี่ยงในการก่อมะเร็งของเมธิลีนคลอไรด์ นั้นน้อยกว่าหนึ่งในล้าน และความเข้มข้นในระดับที่ก่อให้เกิดมะเร็งในสัตว์ทดลอง จะต้องมีมากกว่าแสนเท่าของน้ำกาแฟที่ชงจากเมล็ดกาแฟดิบ การสกัดคาเฟอีนด้วยตัวทำละลายนี้จึงนับได้ว่ามีความปลอดภัย อย่างไรก็ตามตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 สารชนิดนี้ก็ถูกห้ามใช้ในการผลิตแล้วในยุโรป มิใช่เป็นเพราะผลที่มีต่อสุขภาพของผู้บริโภค แต่เป็นเพราะเหตุผลทางด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจาก กระบวนการผลิตที่ใช้ตัวทำละลายชนิดนี้ มีผลทำให้ชั้นโอโซนถูกทำลาย (Castle, 1991)

เอทธิล อซีเตท (Ethyl Acetate) ได้รับการรับรองในการใช้เป็นตัวทำละลายคาเฟอีน โดยองค์การอาหารและยา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2505 และไม่มีข้อกำหนดถึงระดับผลตกค้างของเอทธิล อซีเตท ที่อาจเหลืออยู่ในเมล็ดกาแฟดิบ แต่อย่างใด เอทธิล อซีเตท เป็นตัวทำละลายจากแหล่งธรรมชาติ พบเป็นจำนวนมากในผลไม้ เช่น กล้วย แอปเปิล แพร์ แต่อาจผลิตจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมได้ด้วย เมล็ดกาแฟที่สกัดคาเฟอีนโดยใช้ตัวทำละลายนี้ จึงเรียกว่ามาจากวิธีธรรมชาติ (natural method) และในปี พ.ศ. 2532 บริษัทผู้ผลิตกาแฟแห่งหนึ่งกล่าวว่า ปริมาณ เอทธิล อซีเตต ที่พบในกล้วย 1 ลูกสามารถเทียบได้กับการดื่มกาแฟที่สกัดคาเฟอีนถึง 500 แก้ว

2. กระบวนการสกัดคาเฟอีนด้วยน้ำแบบสวิส (Swiss Water Process)

เป็นวิธีการสกัดคาเฟอีนที่มีลักษณะเฉพาะ และใช้ชื่อวิธีการสกัดเป็นเครื่องหมายการค้า ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีในหมู่ผู้บริโภค การสกัดคาเฟอีนโดยวิธีนี้ จะไม่มีการสูญเสียองค์ประกอบพื้นฐานของกลิ่นรสจากเมล็ดกาแฟดิบ คาเฟอีนที่ละลายออกมาในน้ำที่แช่เมล็ดกาแฟ จะถูกนำไปผ่านตัวกรองคาร์บอนเพื่อแยกคาเฟอีนออกไป น้ำที่ปราศจากคาเฟอีนแล้วนั้น จะหมุนเวียนไปใช้ในกระบวนการสกัดอีก บริษัทผู้ผลิตกาแฟสกัดคาเฟอีนโดยวิธีนี้กล่าวว่าเป็นวิธีที่ไม่ทำให้สารประกอบต่างๆ ในเมล็ดสูญเสีย และเป็นวิธีที่ปราศจากสารเคมี แต่ใช้น้ำที่กรองด้วยคาร์บอน (carbon filtered water) สกัดคาเฟอีนออกจากเมล็ดดิบ เมล็ดจะถูกแช่ในน้ำหลายครั้ง เพื่อดึงเอาคาเฟอีนออก เมล็ดที่ผ่านกระบวนการแล้วจะมีสีดำ เนื่องจากคาร์บอนที่อยู่ในตัวกรองผลิตภัณฑ์กาแฟนี้จะแพงกว่าการใช้ตัวทำละลาย ทั้งวิธีตรงและวิธีอ้อม

3. กระบวนการสกัดคาเฟอีนด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ (Supercritical CO_2)

กระบวนการในการกำจัดคาเฟอีนออกจากเมล็ดกาแฟด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาจากยุโรป ตั้งแต่ปี ค.ศ 1970 วิธีนี้มีต้นทุนค่อนข้างสูง จึงต้องใช้กับการผลิตครั้งละปริมาณมากๆ และเป็นผลิตภัณฑ์กาแฟชนิดที่มีราคาสูง คาร์บอนไดออกไซด์ในสภาวะความดันบรรยากาศและอุณหภูมิปกติจะอยู่ในสภาพก๊าซ แต่เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความดันบรรยากาศมากกว่าความดันบรรยากาศปกติประมาณ 50 เท่า (hypercritical/supercritical state) จะเปลี่ยนสภาพไปเป็นของเหลว และมีความสามารถที่จะเป็นตัวทำละลายสารอื่นๆ ได้ ของเหลวนี้จะมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำประมาณ 80% แต่มีความหนืด (viscosity) เพียง 7% มีความสามารถทำละลายสูง (very penetrating) ง่ายต่อการนำกลับมาใช้อีก เป็นก๊าซที่ไม่ติดไฟ ไม่มีพิษ ไม่มีผลตกค้างและราคาไม่แพง แต่มีความยุ่งยากคือต้องรักษาระดับความดันให้คงอยู่ในสภาพของเหลว อุปกรณ์เครื่องมือ และท่อต่างๆ จึงต้องเป็นโลหะที่ไม่เป็นสนิม

กระบวนการสกัดคาเฟอีนวิธีนี้ เริ่มจากนำเมล็ดกาแฟไปแช่น้ำให้มีความชื้นของเมล็ดประมาณ 50% เมื่อเมล็ดพองตัวขึ้น ช่องต่างๆ (pores) เปิดออก คาเฟอีนจะเปลี่ยนมาอยู่ในสภาพเคลื่อนที่ได้ และสามารถจะแพร่ออกจากเมล็ดได้ บรรจุเมล็ดที่มีความชื้นเหล่านั้นลงในถังสแตนเลสที่มีความหนาปิดให้สนิท แล้วปั๊มคาร์บอนไดออกไซด์เหลว เข้าไปในตัวถังสกัดและละลายคาเฟอีน (extractor) ต่อมาจึงใช้น้ำเข้าไปดึง (scrubber) คาเฟอีน ออกจากคาร์บอนไดออกไซด์ เมล็ดกาแฟที่ผ่านกระบวนการสกัดคาเฟอีนแล้วจะมีคาเฟอีนเหลืออยู่ในเมล็ดเพียงร้อยละ 0.08 เท่านั้น (ภาพที่ 2)

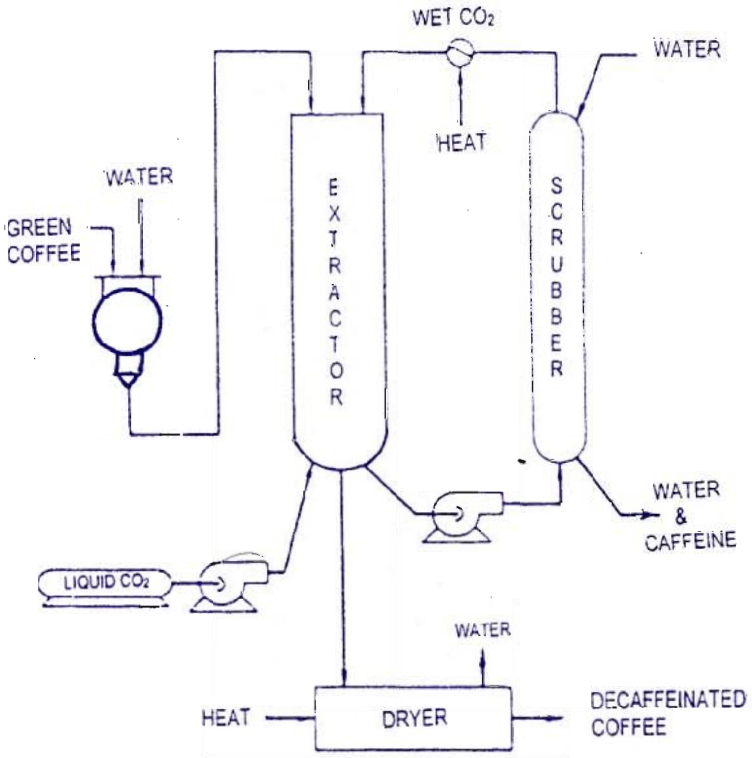


Figure 2 Natural effervescence decaffeination (Sims, 1990).

เมื่อสิ้นสุดกระบวนการ คาร์บอนไดออกไซด์ จะถูกปั๊มออกมาเก็บไว้ในถัง และจะนำกลับไปใช้สำหรับการสกัดคาเฟอีนในชุดต่อๆ ไปได้ ส่วนเมล็ดกาแฟก็จะถูกทำให้แห้งและระเหยคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหลืออยู่ออกไป โดยวิธีนี้เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่มีผลต่อคาร์โบไฮเดรต (สารประเภทน้ำตาลและแป้ง) และเปปไตด์ (โปรตีน) เมล็ดกาแฟสกัดคาเฟอีนด้วยวิธีนี้ เมื่อนำมาคั่วด้วยความร้อนจึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงรสชาติ

กระบวนการสกัดคาเฟอีน ส่วนใหญ่จะใช้เมล็ดกาแฟดิบมาสกัดคาเฟอีน ก่อนที่จะนำไปคั่ว เนื่องจากกลิ่นหอม และรสชาติของกาแฟที่ปรากฏในเครื่องดื่มกาแฟนั้น จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อเมล็ดกาแฟได้รับความร้อนจนถึงระดับที่มีการเปลี่ยนแปลงสารต่างๆ ภายในเมล็ด ดังนั้น การสกัดคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟดิบ จึงน่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นและรสชาติของกาแฟน้อยกว่าการใช้เมล็ดกาแฟที่คั่วแล้วมาสกัดคาเฟอีน อย่างไรก็ตาม กาแฟที่ผ่านกระบวนการสกัดคาเฟอีนแล้ว มิใช่ว่าจะปราศจากคาเฟอีนโดยสิ้นเชิง แต่ยังคงเหลือคาเฟอีนอยู่ในเมล็ดประมาณร้อยละ 0.1 - 0.3 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์กาแฟสกัดคาเฟอีนที่ได้กำหนดไว้ (ตารางที่ 2)

Table 2 Permitted caffeine content in decaffeinated products (Instant coffee).

Country	Percentage of caffeine content (maximun)
European Community	0.3
Kenya	0.3
Sweden	0.15
Switzerland	0.4

ที่มา : Clarke, 1988.

ผู้ผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์กาแฟสกัดคาเฟอีนที่มีจำหน่ายในตลาดนั้นทำการผลิตด้วยกระบวนการที่แตกต่างกันไปด้วยเหตุผลต่างๆ เช่น ต้นทุนการผลิต การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสใกล้เคียงกับกาแฟธรรมชาติ (กาแฟที่ไม่ได้สกัดคาเฟอีน) ที่สำคัญ คือ ผลทางตรงต่อสุขภาพของผู้บริโภค และผลทางอ้อมต่อสิ่งแวดล้อม

แม้ว่า เทคโนโลยีที่ใช้ในการสกัดคาเฟอีนจะได้มีการพัฒนาไปอย่างมากพอสมควร แต่ส่วนใหญ่ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยสารเคมีเป็นตัวแยกเอาคาเฟอีนออกจากเมล็ดกาแฟ นักวิจัย นักปรับปรุงพันธุ์กาแฟ และผู้ผลิตกาแฟสกัดคาเฟอีน จึงได้มีความพยายามที่จะพัฒนาทั้งกาแฟสายพันธุ์อราบีก้า และโรบัสต้า ที่มีคาเฟอีนน้อยหรือไม่มีคาเฟอีน ซึ่งเท่าที่พบได้แก่ พันธุ์ Mascarocoffee ของมาดากัสการ์ (Madagascar) และหมู่เกาะ มัสคาเรเนส (Mascarenes islands) หากได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านพันธุวิศวกรรม ก็อาจสามารถที่จะตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่ม ผู้บริโภคที่ให้ความสนใจเรื่องสุขภาพ ต้องการลดความเสี่ยง หรือความหวาดระแวงต่อกระบวนการที่มีการใช้สารเคมี หรือลดปัญหาเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพที่มีลักษณะไม่พึงประสงค์ต่างๆ เช่น ปัญหาผลตกค้างของสารเคมีที่ใช้เป็นตัวทำละลายที่อาจมีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค และปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อม

บริษัทของสหรัฐอเมริกาแห่งหนึ่ง มีการประชาสัมพันธ์ว่า ภายใน 5 ปีข้างหน้า บริษัทจะสามารถจำหน่ายลิขสิทธิ์วิธีการควบคุมระดับคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟโดยการใช้วิธีการทางเทคโนโลยีชีวภาพ ทำให้ยีนที่ผลิตคาเฟอีนในเซลของเมล็ดกาแฟ ลดระดับการผลิตคาเฟอีนลงได้ถึงร้อยละ 98 โดยไม่มีผลต่อองค์ประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวกับกลิ่นและรสชาติของกาแฟแต่อย่างใด

คงไม่นานนักที่ผู้บริโภคจะสามารถเลือกซื้อผลิตภัณฑ์กาแฟสกัดคาเฟอีน ที่ไม่มีความเสี่ยงต่อผลตกค้างของสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการสกัด และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาไม่แพงนัก อีกทั้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เรียกได้ว่าเป็นธรรมชาติอย่างแท้จริง ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคที่สนใจเรื่องสุขภาพมีทางเลือก และมีความมั่นใจในการบริโภคกาแฟสกัดคาเฟอีนมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กล้า อิศราภิรมย์. 2532. แคฟเฟอีนในชาและกาแฟที่จำหน่ายในท้องตลาด. โภชนาการสาร 23(4) : 192 - 201.

จิรวัฒน์ กันเกรียงวงศ์. 2537. กินเพื่อสุขภาพ ตอน กาแฟ คาเฟอีน. วารสารศูนย์บางพระ 11(3): 5 0- 51.

สังคม ศรีราชและศิริพร อินทรเชียรศิริ. 2523. สารานุกรมของเรา กาแฟอีน วารสารราชบัณฑิตยสถาน 6(1) : 55 - 57.

Anon. 1995. Decaf coffee via science in Germany. Tea & Coffee Trade Journal. August 1995. p. 5

Boxman, A.R. 1993. Swiss water decaf thrives in a Healthy Era Tea & Coffee Trade Jounk September 1993. p. 36 - 38.

Castle, T.J. 1990. Decaf update. Tea & Coffee Trade Journal September 1990 p. 12-15.

Castle, T.J. 1990. The Perfect Cup : A coffee Lover's Guide to Buying, Brewing, and Tasting. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. p. 29-32.

Castle, T.J. 1994. The future of decaf. Tea & Coffee Trade Journal. January 1994. p. 60-62.

Clarke, R.J. and R. Macrae (eds.). 1988. Coffee. Volume 2 : Technology. Elsevier Applied Science Publishers Ltd. p. 59-70.

Clarke, R.J. and R. Macrae (eds.). 1988. Coffee.Volume 6 : Commercial and Technico-Legal Aspects. Elsevier Applied Science Publishers Ltd. p. 138-140.

Coffex North America. 1990. Swiss water process offers marketing program. Tea & Coffee Trade Journal. September 1990. p. 19-20.

Coffee world 1998 U.K. Decaffeination the Green Way. Coffee and Cocoa International. March/April 1998. p. 4

Coffee World 1998 U.S. Genetically Modified Decaf on the Way. Coffee and Cocoa International. March/ April 1998. p.3.

Fabian, M. assimilliano. 1997. Solvent Solution. Coffee & Cocoa International. July/August 1997. p. 25-26

Mabbett, T. erry. 1995. Just How Natural Can You Get? Coffee & Cocoa International. March/April 1995. p. 43-44.

Mabbett, T. erry, 1996. The "Natural" quest. Coffee & Cocoa International. July/August 1996. p. 47.

Muhlnickel, T. homas. 1992. The Ins & Out of CO_2 Decaffination. Tea & Coffee Trade Journal. September 1992. p. 35-36.

Sims, M. 1990. Decaffeination with Carbon Dioxide. Tea & Coffee Trade Journal. September 1990. p.8

Sturdivant, S. 1990. Reflections of Decaf Avoider : This CO_2 Decaf is OK. Tea & Coffee Trade Journal. September 1990. p. 23-32.

Viani, R. Coffee. Nestec Ltd. Wsitzerland. p. 14-15.

วารสารเกษตร 15(1) : 11 - 22 (2542)
Journal of Agriculture 15(1) : 11 - 22 (1999)

การเปรียบเทียบอาหารสองชนิดต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของเนื้อเยื่อใบกาแฟอราบิก้า

Comparison between 2 Types of Media on Growth and Development of Arabica Coffee Leaf Tissue

นิธิ ไทยสันทัด[1/]
Nithi Thaisantad[1/]

Abstract : Leaf explants of Populacao 5 arabica coffee were cultured on 2 types of media namely: Sondahl and Sharp (1977) (SS) and Kahia and Owuor (1990) (KO) with some adjustments. Rate of survival, callus production, amount of callus and embryo production during 50 days, 70 days, 8 months and 16 months were estimated. Explants cultured on KO medium showed higher rate of survival, amount of proliferating callus and rate of somato embryonic production while SS medium had lower rate of those aspects but higher deformation of somatic embryos. All survived explants produced calli on both medium. Supplement of coconut liquid endosperm did not show significant effect on development of somatic embryos.

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของอาหาร 2 ชนิด ได้แก่อาหารตามวิธีการของ Sondahl and Sharp (1977) (SS) และอาหารตามวิธีการของ Kahia and Owuor (1990) (KO) ที่มีการดัดแปลงต่อการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อใบกาแฟพันธุ์ Populacao 5 ทำการศึกษาความแตกต่างของอัตราการรอดชีวิต อัตราการสร้างแคลลัส ปริมาณแคลลัสที่สร้าง และจำนวนโซมาติกเอมบริโอที่เกิดหลังการเพาะเลี้ยงนาน 50 วัน, 70 วัน, 8 เดือน และ 16 เดือน ชิ้นส่วนใบกาแฟที่เพาะเลี้ยงในอาหาร KO มีอัตราการรอดชีวิต ปริมาณแคลลัสและโซมาติกเอมบริโอสูงกว่าในอาหาร SS นอกจากนั้นอาหาร SS ยังทำให้เกิดต้นกาแฟที่มีลักษณะผิดปกติ ได้มากกว่า ส่วนอัตราการ

[1/] โครงการศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
[1/] Highland Coffee Research and Development Centre, Faculty of Agriculture, Chiangmai University, Chiangmai 50200, Thailand

สร้างแคลลัสในอาหารทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน คือชิ้นส่วนสามารถสร้างแคลลัสได้ทุกชิ้นส่วนที่รอดชีวิต การเติมน้ำมะพร้าวอ่อนลงในอาหารไม่ทำให้เกิดความแตกต่างที่เห็นได้ชัดในอาหารทั้งสองชนิด

Index words : กาแฟอราบิก้า, การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบ, อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, arabica coffee, leaf culture, tissue culture medium

คำนำ

กาแฟพันธุ์คาติมอร์ (Catimor) เป็นพันธุ์กาแฟต้านทานโรคราสนิมที่ได้มาจากการผสมระหว่างพันธุ์ที่เกิดจากการกลายพันธุ์ตามธรรมชาติ คือพันธุ์ไฮบริโด เดอ ติมอร์ (Hibrido de Timor) กับพันธุ์คาทูรา (Caturra) เป็นเวลาหลายชั่วจนได้ลูกผสมที่เสถียร โครงการศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ทำการคัดเลือกและส่งเสริมกาแฟอราบิก้าพันธุ์คาติมอร์ที่ได้รับเมล็ดจากหลายประเทศทั่วโลกอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน โดยพันธุ์ดีที่ผ่านการคัดเลือกแล้วเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะทรงพุ่มเล็ก ข้อสั้น ผลผลิตสูง ทนแล้ง ทนทานต่อโรคต่างๆ และมีคุณภาพในการดื่มดี การคัดเลือกพันธุ์และการส่งเสริมได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลากว่า 10 ปี ทำให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะดีหลายสายพันธุ์ เช่น สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกจากโคลัมเบียและเคนยา ได้แก่ Progeny 86, Progeny88 และ Progeny 90 พันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกจากโปรตุเกส เช่น Populacao 4, Populacao 5 สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกจากบราซิล เช่น LC1662 และ C1669-31 และสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกจากเคนยา เช่น H306 และ H528 หรือพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกจากออสเตรเลีย เช่น KM47, KM48 และ KM50 เป็นต้น (Op de Laak, 1992)

จากการคัดเลือกพันธุ์กาแฟคาติมอร์สายพันธุ์ต่างๆ โดยโครงการศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง ทำให้ได้ต้นแม่ที่มีลักษณะดีตรงตามความต้องการข้างต้น นำมาขยายพันธุ์ โดยใช้เมล็ด แต่อาจเป็นวิธีทำให้เกิดการกระจายตัว (segregation) ได้รุ่นลูกผิดไปจากต้นพ่อแม่จำนวนหนึ่ง ในภายหลังเริ่มนำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถเพิ่มจำนวนต้นกล้ากาแฟให้มีลักษณะเหมือนต้นพ่อแม่ทุกประการ การขยายพันธุ์ดังกล่าวใช้พื้นฐานจากการทดลองของ Kartha *et al.*. (1981) ที่ทำการเพาะเลี้ยงส่วนปลายยอดกาแฟอราบิก้า พันธุ์ Caturra Rojo และพันธุ์ Catuai บนอาหาร Murashige and Skoog (1962) (MS) ที่เพิ่มเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิด Benzyl adenine (BA) หรือ Zeatin ความเข้มข้น 10 μM จะได้หน่อใหม่ที่แตกออกจากปลายยอดมากกว่า 1 หน่อ (multiple shoot) ในทุกปลายยอดที่เพาะเลี้ยง การทดลองในลักษณะเดียวกันที่ได้ทำมาก่อนหน้านี้ประสบความสำเร็จในการปักชำข้อกิ่งตั้งในอาหาร (microcutting) ทำให้ตาที่ซอกใบเจริญเป็นหน่อและต้นใหม่โดยตรง (นิธิ, 2539) การเพาะเลี้ยงข้อกิ่งตั้งนี้ใช้อาหาร MS ผสม BA ในอัตรา 10 μM ทำให้ได้หน่อใหม่ข้อละหลายหน่อสามารถตัดไปเพาะเลี้ยงเป็นต้นกาแฟต่อไป โดยบางพันธุ์เกิดหน่อใหม่ ได้สูงถึง 17 ชิ้นต่อ explant ภายในเวลา 6-7 สัปดาห์ ปัญหาของการปักชำในสภาพ

ปลอดเชื้อนี้มี 3 ประการคือ (1) ความจำกัดทางปริมาณ กล่าวคือชิ้นส่วนของพืชที่นำมาเพาะเลี้ยงคือข้อกิ่งตั้ง ในกาแฟต้นหนึ่งๆจะสามารถมีกิ่งตั้งได้เพียง 1 กิ่ง จำนวนที่สามารถเพิ่มได้จากต้นกาแฟ 1 ต้นจึงมีได้จำกัด (2) ชิ้นส่วนยอดกิ่งตั้งนี้มีขนาดใหญ่และโครงสร้างซับซ้อน การฆ่าเชื้อที่ผิวให้ทั่วถึงจึงทำได้ยาก (3) อัตราการเกิดรากของชิ้นส่วนที่เกิดใหม่ค่อนข้างต่ำ จากเหตุผลที่กล่าวมานี้ การเพาะเลี้ยงข้อของกิ่งตั้งจึงมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำในการเพิ่มจำนวนต้นกาแฟใหม่ ดังนั้นจึงเกิดความสนใจศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบหรือข้อลำต้น เพื่อให้เกิดเป็นแคลลัสก่อน แล้วพัฒนาเป็นต้นกาแฟเล็กๆในภายหลัง ซึ่งมีความเหมาะสมมากกว่า เนื่องจากชิ้นส่วนที่สามารถนำมาเลี้ยงได้มีปริมาณมาก การฆ่าเชื้อทั่วถึงดีกว่า และสามารถเกิดต้นกาแฟใหม่ได้จำนวนมากกว่า

Starisky (1970) เป็นคนแรกที่ได้รายงานการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนลำต้นของกิ่งตั้งของกาแฟโรบัสตา (*C. canephora* var. *robusta*) โดยใช้อาหาร Linsmaier and Skoog (1965) ทำให้เกิดโซมาติกเอมบริโอและต้นกาแฟได้ภายในเวลา 2-3 เดือนโดยไม่มีการเปลี่ยนถ่ายอาหาร หลังจากนั้นจึงมีนักวิจัยหลายท่านทำการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบวิธีการ อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง พันธุ์และชิ้นส่วนที่เหมาะสมอย่างกว้างขวาง [Sharp *et al.* (1973), Herman and Hass (1975), Sondahl and Sharp (1977), Kahia and Owuor (1990)] โดยสรุปอาจกล่าวได้ว่า อาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบนอกจากจะมีส่วนประกอบของเกลือแร่ MS แล้ว ยังมีสารลดการเกิดออกซิเดชั่นของสารประกอบฟีนอล เช่น L-cysteine HCl, Thiamine HCl, น้ำตาลซูโครส และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มออกซิน (Auxins) เช่น Naphthalene acetic acid (NAA) หรือ 2, 4 Dichlorophenoxy acetic acid (2, 4-D) และกลุ่มไซโตไคนิน (Cytokinins) เช่น Benzyl adenine (BA) หรือไคเนติน (Kinetin) ในอัตราส่วนต่างๆกัน ในขั้นตอนการเพาะเลี้ยงอาจต้องใช้อาหารที่มีส่วนประกอบของสารเหล่านี้ต่างกัน 2-3 ชนิด ใช้เวลาตั้งแต่เริ่มเพาะจนถึงเกิดต้นกาแฟเล็กๆนาน 13-59 สัปดาห์

จากการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบกาแฟที่ผ่านมา นิธิ (2540) พบว่าอาหารตามวิธีการของ Sondahl and Sharp (1977) เมื่อใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบกาแฟ สามารถทำให้เกิดแคลลัสได้ปริมาณมาก แต่ประสบปัญหาในการกระตุ้นแคลลัสให้พัฒนาเป็นต้นใหม่ โดยในระยะหลังของการทดลองพบว่าแคลลัสจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลฉ่ำน้ำและตายในที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสภาพแวดล้อมคือแสงและอุณหภูมิในห้องเก็บเนื้อเยื่อไม่เหมาะสม หรือเกิดจากการขนถ่ายเนื้อเยื่อจากขวดอาหารหนึ่งไปอีกขวดหนึ่งเกิดในขณะมีอุณหภูมิสูง หรือทำให้เนื้อเยื่อเกิดการบอบช้ำ การศึกษาในครั้งนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อเปรียบเทียบการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบ โดยอาหารตามวิธีการของ Sondahl and Sharp (1977) และวิธีการของ Kahia and Owuor (1990) โดยพยามกำจัดปัจจัยที่ทำให้เนื้อเยื่อหยุดการเจริญเติบโตและตายดังกล่าวมาแล้วออกไปให้มากที่สุด ผลจากการศึกษาครั้งนี้คาดว่าจะสามารถพบชนิดอาหารที่เหมาะสมในการนำไปใช้ขยายพันธุ์กาแฟโดยเการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบเพื่อนำไปใช้ในขบวนการปรับปรุงพันธุ์ในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

นำใบจากข้อที่ 2-3 นับจากปลายยอดของกาแฟพันธุ์ Populacao 5 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ตอบสนองต่อการเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ได้ดี (นิธิ, 2540) อายุ 3 ปี ที่ปลูกในเรือนเพาะชำโครงการศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มาทำความสะอาดโดยล้างด้วยน้ำยาล้างจานผ่านน้ำประปาที่กำลังไหล แล้วใช้สำลีขัดถูเบาๆ เพื่อกำจัดเศษฝุ่นละอองและแมลงเล็กๆ ออกให้หมด จากนั้นฆ่าเชื้อที่ผิวด้วยการแช่สารละลายคลอร็อกซ์ (คลอรีน 6.25%) 20% นาน 45 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง นำมาตัดในสภาพปลอดเชื้อเป็นชิ้นขนาด 7X7 มม. โดยให้มีเส้นใบย่อยรวมอยู่ด้วย 1 เส้น แต่ไม่รวมขอบใบและเส้นกลางใบ แบ่งออกเป็น 2 กรรมวิธี กรรมวิธีหนึ่งเพาะเลี้ยงบนอาหาร Sondahl and Sharp (1977) (SS) อีกกรรมวิธีหนึ่งเพาะเลี้ยงบนอาหาร Kahai and Owuor (1990) (KO) ดังมีรายละเอียดดังนี้

SS0 ในอาหาร 1 ลิตรประกอบด้วยเกลือแร่ MS ความเข้มข้นครึ่งส่วน L-cysteine HCl 36.7 มก. Thiamine HCl 10 มก. Myo-inositol 100 มก. วุ้นผง (Difco Bacto agar) 10 กรัม

SS1 ในอาหาร 1 ลิตรมีส่วนประกอบเช่นเดียวกับ SS0 เพิ่มเติมไคเนติน 1.97 มก. NAA 8 มก. น้ำตาลซูโครส 40 กรัม

SS2 ในอาหาร 1 ลิตรมีส่วนประกอบเช่นเดียวกับ SS0 ยกเว้น KNO_3 ความเข้มข้นเป็น 2 เท่า เพิ่มเติมไคเนติน 0.49 มก. NAA 0.1 มก. น้ำตาลซูโครส 20 กรัม

KO0 ในอาหาร 1 ลิตรประกอบด้วยเกลือแร่ MS ความเข้มข้นครึ่งส่วน L-cysteine HCl 66 มก. Thiamine HCl 10 มก. Myo-inositol 100 มก. วุ้นผง (Difco Bacto agar) 10 กรัม

KO1 ในอาหาร 1 ลิตรมีส่วนประกอบเช่นเดียวกับ KO0 เพิ่มเติม BA 8 มก. 2,4-D 3 มก. น้ำตาลซูโครส 30 กรัม

KO2 ในอาหาร 1 ลิตรมีส่วนประกอบเช่นเดียวกับ KO0 ยกเว้น KNO_3 ความเข้มข้นเป็น 2 เท่าเพิ่มเติม BA 4 มก. 2,4-D 1 มก. น้ำตาลซูโครส 20 กรัม

KO3 ในอาหาร 1 ลิตรมีส่วนประกอบเช่นเดียวกับ KO0 ยกเว้น KNO_3 ความเข้มข้นเป็น 2 เท่า เพิ่มเติม BA 2 มก. IAA 0.8 มก. น้ำตาลซูโครส 20 กรัม

อาหารทุกชนิดปรับ pH ให้ได้ 5.8 บรรจุขวดปากกว้างขนาด 5.4 X 11 ซม. แล้วนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 15 psi. เป็นเวลา 20 นาที

ขั้นตอนและระยะเวลาการเพาะเลี้ยงเริ่มจากเพาะเลี้ยงบนอาหาร SS0 หรือ KO0 ในที่มืดเป็นเวลา 48 ชั่วโมงก่อน แล้วเลือกชิ้นส่วนที่ไม่มีการปนเปื้อนไม่มีการ เปลี่ยนสีหรือมีอาการฉ่ำน้ำไปเพาะเลี้ยงในอาหารชนิดต่อไป วิธีการนี้สามารถลดความเสียหายจากการปนเปื้อนหรือการตายของเนื้อเยื่อได้อย่างเห็นได้ชัด (Sondahl *et al.*, 1983) สำหรับระยะเวลาการเพาะเลี้ยงบนอาหาร SS1 หรือ KO1 ในที่ไม่มีแสง อุณหภูมิ 26°ซ นาน 6 สัปดาห์ อาหาร SS2 หรือ KO2 นาน 8 สัปดาห์ และอาหาร SS2 หรือ KO3 ที่เพิ่มเติมน้ำมะพร้าวอ่อน 10% เปลี่ยนอาหารใหม่ทุก 8 สัปดาห์จนกว่าจะเกิดโซมาติกเอมบริโอ จึงนำออกสู่แสงสว่างวันละ 12 ชั่วโมง สังเกตการเปลี่ยนแปลง

อัตราการรอดชีวิต อัตราการเกิดแคลลัส ปริมาณแคลลัส และอัตราการเกิดโซมาติกเอมบริโอ สำหรับปริมาณแคลลัสที่เกิดใช้การให้คะแนนจากการประเมินด้วยสายตาดังนี้ 1=เริ่มเกิดแคลลัส สังเกตเห็นปุ่มสีขาวเล็กๆ เกิดห่างๆ รอบรอยแผลที่ชิ้นส่วนใบ โดยเฉพาะใกล้เส้นใบย่อย 2 = แคลลัสเกิดมากขึ้น สังเกตเห็นเป็นแถวเต็มรอยแผลที่เกิดจากการตัดของชิ้นใบ 3=แคลลัสเกิดเป็นปริมาณมาก เห็นเป็นก้อนใหญ่ปริมาณมากกว่าปริมาตรชิ้นส่วนใบ 4=แคลลัสที่เกิดมีขนาดใหญ่มากปริมาตรมากกว่าปริมาตรชิ้นส่วนใบเดิม 2-3 เท่า เนื้อเยื่อพัฒนาดี มีลักษณะก้อนแน่น ผิวเรียบหรือขรุขระ

สำหรับแคลลัสที่พัฒนามากกว่าขนาด 4 ใช้วิธีวัดปริมาตรโดยวัดความกว้าง X ยาว X สูง หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อโซมาติกเอมบริโอพัฒนาจนเกิดใบจริงขนาดเล็กๆ จึงย้ายลงในอาหารชักนำการเกิดราก ตามวิธีการของ Kartha *et al.* (1981) โดยในอาหาร 1 ลิตร ประกอบด้วยเกลือแร่ MS ความเข้มข้นครึ่งส่วน IBA 1 มก. วุ้นผง (microbiological agar) 10 กรัม

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากตารางที่ 1 ในเวลา 50 และ 70 วันของการเพาะเลี้ยง อัตราการรอดชีวิตและสร้างแคลลัสของชิ้นส่วนใบ ที่ทำการเพาะเลี้ยงในอาหารทั้งสองชนิดมีอัตราค่อนข้างสูง โดยมีอัตราการรอดชีวิตบนอาหาร SS เป็น 44.71% และ 36.47% ส่วนบนอาหาร KO เป็น 64.86% และ 62.16% ที่เวลา 50 และ 70 วันตามลำดับ การสูญเสียชิ้นส่วนที่เพาะเลี้ยงเกิดจากการปนเปื้อนด้วยเชื้อราและแบคทีเรีย หรือเกิดการฉ่ำน้ำโดยไม่มีการปนเปื้อน ซึ่งถ้าไม่รีบย้ายเนื้อเยื่อปกติออกจากชิ้นส่วนที่ผิดปกติเหล่านี้จะทำให้เนื้อเยื่อปกติที่รอดชีวิตสูญเสียไปด้วย แม้ว่าจะได้มีการกำจัดชิ้นส่วนที่มีการปนเปื้อนออกไปก่อนหน้านี้แล้วโดยการเพาะเลี้ยงในอาหาร SS0 หรือ KO0 ซึ่งช่วยได้มากแล้วก็ตาม การปนเปื้อนและการตายของเนื้อเยื่อกาแฟจะมีอัตราค่อนข้างสูงอยู่แล้วเมื่อเทียบกับพืชอื่นๆ ดังรายงานของ Sondahl *et al.* (1983) พบว่าการปนเปื้อนอาจสูงถึง 46 ชิ้น จาก 189 ชิ้นส่วนที่เพาะเลี้ยง หรือคิดเป็น 24% แต่หลังจาก 70 วัน ชิ้นส่วนใบทุกชิ้นที่รอดชีวิต จะสามารถสร้างแคลลัสได้ทั้งหมด การเกิดแคลลัสเริ่มสังเกตเห็นได้หลังเพาะเลี้ยงประมาณ 2 สัปดาห์ โดยเริ่มเห็นปุ่มสีขาวเล็กๆ รอบรอยแผลของชิ้นใบ จากนั้นก็จะเพิ่มขนาดและปริมาตรขึ้นเรื่อยๆ แคลลัสที่เกิดบนชิ้นใบที่เพาะเลี้ยงบนอาหาร KO จะมีขนาดใหญ่กว่าบนอาหาร SS (ภาพที่ 1) โดยเห็นได้ชัดตั้งแต่ 50 วันหลังการเพาะเลี้ยงเป็นต้นไป นอกจากนี้อาหาร SS ยังทำให้เกิดการพัฒนาที่ผิดปกติกล่าวคือ แคลลัสเกิดรากขึ้นโดยตรงแต่ไม่สร้างลำต้นและใบ Starisky (1970) รายงานว่าลำดับขั้นการพัฒนาของแคลลัสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนของลำต้น จะเกิดเอมบริออยด์ (Embryoid) ซึ่งเป็นปุ่มกลมเล็กๆ สีขาวก่อน จากนั้นจึงยืดตัวขึ้นเป็นแท่งยาวสีขาว (torpedo shaped somatic embryo) แล้วจึงเกิดใบเลี้ยงคู่เล็กๆ ที่ปลายแท่งนี้ ต่อมาจึงเกิดใบจริงและกลายเป็นต้นกาแฟเล็กๆ (plantlet) และเกิดรากในลำดับท้ายสุด การเกิดรากก่อนเกิดโซมาติก เอมบริโอนี้สันนิษฐานว่าความสมดุลย์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในอาหาร SS ไม่เหมาะสม

Table 1 **Rate of survival and developement of Populacao 5 coffee leaf explants cultured on 2 types of media.**

Medium[1/]	Number of explants					Amount	Number of	
	total	survived[2/]	%	callus	callus/surv.	of callus[3/]	embryos	embr/surv.
				50 days				
SS1	85	38	44.71	38	1	1.57	0	0
KO1	74	48	64.86	48	1	2.47	0	0
				70 days				
SS2	38	31	36.47	31	1	1.80	0	0
KO2	48	46	62.16	46	1	2.91	0	0
				8 months				
SS2+	16	16	37.21	16	1	1.93	7	0.44
SS2-	13	13	30.95	13	1	2.15	7	0.54
KO3+	23	23	62.16	23	1	(7.25)[4/]	23	1.00
KO3-	25	18	48.65	18	1	(5.93)[4/]	40	2.22
				16 months				
SS2+	16	1	2.33	1	1	2.00	10	10.00
SS2-	13	6	14.29	6	1	1.92	53	8.83
KO3+	23	3	8.11	3	1	(5.23)[4/]	90	30.00
KO3-	18	1	2.70	1	1	(8.42)[4/]	66	66.00

Remarks [1/] = existence of coconut liquid endosperm, where + with and - without

[2/] = excluding contaminated and oxidationed explants

[3/] = average based on scoring 1-4

[4/] = average volume of calli in cm. x cm. x cm.

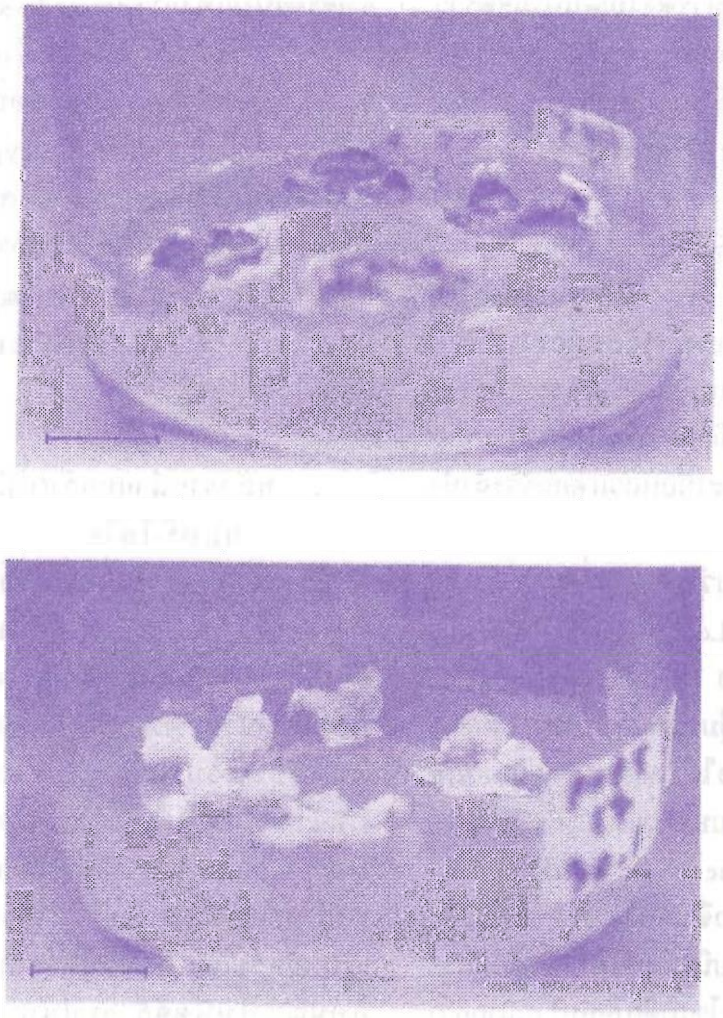


Figure 1 50-day development of Populacao 5 coffee leaf explants; on SS (above) and on KO (below) medium. B = 1 cm.

อาหาร KO ทำให้ได้ปริมาณแคลลัสและอัตราการเกิดโซมาติกเอมบริโอสูงกว่าอาหาร SS มากในทุกระยะเวลาการทดลอง ผลของการเติมน้ำมะพร้าวอ่อน 10% ลงในอาหารทั้งสองชนิดยังสรุปไม่ได้ โดยที่อาหารซึ่งไม่เติมน้ำมะพร้าวก็สามารถเกิดโซมาติกเอมบริโอได้จำนวนมากเช่นกัน แต่เนื่องจากจำนวนแคลลัสที่รอดชีวิตมีน้อยจึงไม่อาจยืนยันผลได้ชัดเจน

ลักษณะแคลลัสที่เกิดบนอาหาร KO จะมีลักษณะเป็นก้อนใหญ่ เนื้อแน่น มีสีขาวหรือสีเหลืองขนาดใหญ่กว่าแคลลัสบนอาหาร SS 5-10 เท่า ชิ้นใบเดิมมีสีเหลืองหรือเขียว ในขณะที่แคลลัสบนอาหาร SS มีลักษณะเป็นปุ่มกลมเล็กๆ หรือเป็นก้อนใหญ่ขรุขระ เนื้อหลวม ค่อนข้างฉ่ำน้ำ ชิ้นใบเดิมมีสีน้ำตาล (ภาพที่ 2) จากคำบรรยายของ Sondahl *et al.* (1983) พบว่าแคลลัสที่เกิดบนอาหาร SS เป็นแบบ LFSE (Low Frequency Somatic Embryogenesis) หรือ Direct Embryogenesis ซึ่งเมื่อเกิดแคลลัสเป็นปุ่มกลมแล้ว สามารถพัฒนาเป็นโซมาติกเอมบริโอได้โดยตรง ส่วนแคลลัสบนอาหาร KO จะเป็นแบบ HFSE (High Frequency Somatic Embryogenesis) ซึ่งจะเกิดแคลลัสปริมาณมากๆก่อนแล้วจึงเกิดโซมาติกเอมบริโอภายหลัง การพัฒนาแบบนี้ใช้เวลามากกว่าแบบแรก แต่มักให้ผลผลิตจำนวนโซมาติกเอมบริโอมากกว่า

หลังจากเพาะเลี้ยงไปได้ 8 เดือน แคลลัสที่เป็นก้อนใหญ่มีเป็นเนื้อเยื่อหลวมขรุขระหรือแคลลัสแน่นเป็นก้อนเรียบจะเริ่มพัฒนา (ภาพที่ 2) เกิดเป็นปุ่มกลมสีขาว (Embryoid) ต่อมาจึงเจริญเป็นแท่งยาว (torpedo stage) ที่ปลายมีใบเล็กๆ 2 ใบ เมื่อโตขึ้นและนำออกสู่แสงสว่างใบจะมีลักษณะกลมสีเขียวเหมือนใบเลี้ยงของต้นที่ได้จาก การเพาะเมล็ด (Zygotic embryo) ใบคู่ต่อมาจึงมีลักษณะเรียวแหลมเหมือนใบจริง ระยะต่อมาจึงเกิดรากขึ้นที่ปลายลำต้นด้านตรงข้ามกับยอด สรุปขั้นตอนการพัฒนาของเนื้อเยื่อแคลลัสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงใบกาแฟแสดงไว้ในภาพที่ 3

หลังจากนำแคลลัสที่มีการพัฒนาเป็นโซมาติกเอมบริโอไปเพาะเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดราก ผลที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 ซึ่งพบว่าอาหาร KO ให้โซมาติกเอมบริโอที่เกิดขึ้นมีมากกว่าอาหาร SS โดยในอาหาร KO ที่ไม่เติมน้ำมะพร้าวเกิดต้นใหม่ได้สูงถึง 30 ต้นต่อชิ้นส่วนในขณะที่อาหาร SS ที่ไม่เติมน้ำมะพร้าวเกิดต้นใหม่เพียง 10.66 ต้นต่อชิ้นส่วน นอกจากนี้ในอาหารชนิดหลังยังเกิดต้นที่ผิดปกติ กล่าวคือการพัฒนาไม่เกิดเป็นต้นกาแฟที่สมบูรณ์ เช่น เกิดต้นและใบเป็นสีขาว ใบไม่คลี่ออกแต่มีลักษณะเป็นพืดคล้ายรูปพัด มีโคนต้นบวมหรือบิดเบี้ยวมากกว่าในอาหาร KO

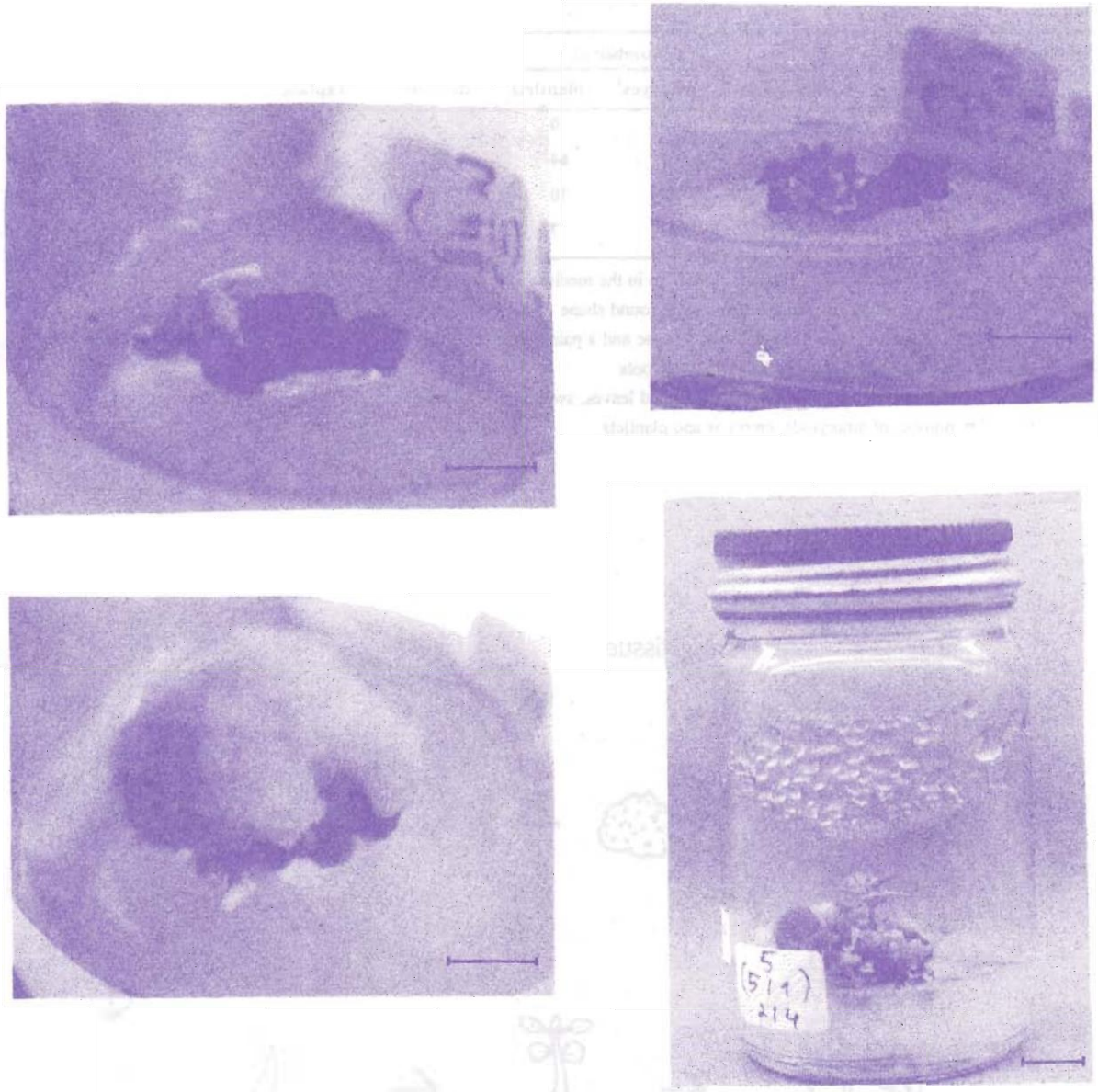


Figure 2 Different stages of development from calli of Populacao 5 leaf explants cultured on; SS (above, left) and KO (below, left) medium. Some white, rod-shaped somatic embryos can be seen on medium surface. Embryoid formation (above, right) indicated formation of embryos; and plantlets (below, right) occurred after 20 months. Bar = 1 cm.

Table 2 Survival and development of embryos from Populacao 5 coffee leaf explants on rooting medium at 20-month culture.

Medium[1/]	No. explants survived	Number of				Proliferation /explant[6/]
		embryoids[2/]	embryos[3/]	plantlets[4/]	deform[5/]	
SS+	1	0	0	0	0	0.00
SS-	6	0	0	64	22	10.66
KO3+	3	15	40	10	2	21.66
KO3-	1	0	23	7	2	30.00

Remarks
[1/] = existence of coconut liquid endosperm in the medium; + with, - without
[2/] = developed group of calli appeared in round shape
[3/] = somatic embryos appeared in rod shape and a pair of leaf primodia
[4/] = distinct small plants with leaves and roots
[5/] = deformed somatic embryos, i.e. fanned leaves, swelling or distort stem
[6/] = number of embryoids, embryos and plantlets

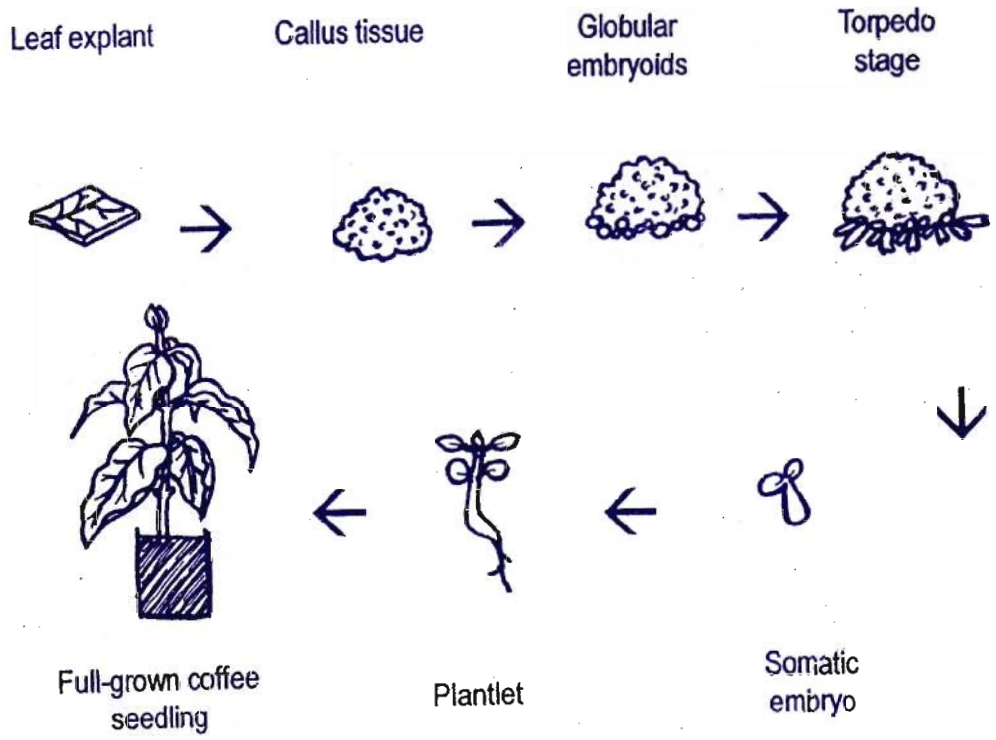


Figure 3 Stages of development from leaf culture of coffee.

สรุปผลการทดลอง

การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนใบของกาแฟบนอาหาร SS ทำให้อัตราการรอดชีวิตของชิ้นส่วนที่เพาะเลี้ยงต่ำกว่าการใช้อาหาร KO ในทุกช่วงเวลาตั้งแต่ 50 วันจนถึง 16 เดือน อัตราการเกิดแคลลัสในอาหารทั้งสองชนิดเป็น 100% เท่ากัน กล่าวคือชิ้นส่วนที่รอดชีวิตสามารถสร้างแคลลัสได้ทั้งหมด ปริมาณแคลลัสและอัตราการเกิดโซมาติก เอมบริโอในอาหาร KO สูงกว่าในอาหาร SS มาก

การเติมน้ำมะพร้าวอ่อน 10% ลงในอาหารเพาะเลี้ยงขั้นสุดท้ายไม่ทำให้เกิดความแตกต่างในการพัฒนาเป็นโซมาติกเอมบริโอ ความแตกต่างเกิดจากส่วนประกอบของอาหารทั้งสองชนิดมากกว่า อาหาร KO ทำให้เกิดโซมาติกเอมบริโอได้สูงถึง 30 เอมบริโอต่อชิ้นส่วนภายในเวลา 16 เดือน และยังเกิดต้นกาแฟที่ผิดปกติน้อยกว่าอีกด้วย

การศึกษาขั้นต่อไปควรเป็นการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบที่ใช้เวลาสั้นลง ลดขั้นตอนในการเปลี่ยนถ่ายอาหารซึ่งเป็นขั้นตอนที่ยุ่งยากและทำให้ชิ้นส่วนตายเพิ่มมากขึ้น การทำให้อัตราการรอดชีวิตและอัตราการเกิดต้นกาแฟเล็กๆ สูงขึ้นโดยการปรับปรุงอัตราส่วนของอาหาร สภาพแวดล้อมที่เพาะเลี้ยง และระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงบนอาหารชนิดต่างๆ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประเภททั่วไปประจำปี 2537-38 ผู้ทำการวิจัยขอขอบพระคุณไว้ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

นิธิ ไทยสันทัด. 2539. อิทธิพลของ BA ต่อการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงข้อลำต้นของกาแฟอราบิก้า (*Coffea arabica* L.). วารสารเกษตร 12 (3): 270-278.

นิธิ ไทยสันทัด. 2540. อิทธิพลของพันธุ์ และเส้นกลางใบต่อการสร้างแคลลัสในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบกาแฟอราบิก้า (*Coffea arabica* L.). วารสารเกษตร 13 (1): 43-51.

Herman, F.R.P. and G.J. Haas. 1975. Clonal propagation of *Coffea arabica* L. from callus culture. Hort. Sci. 10:588-589.

Kahia, J.W. and J.B.O. Owuor. 1990. *In vitro* propagation of disease resisitant *Coffea arabica* L. cultivar - Ruiru 11. Kenya Coffee 55(646): 901-905.

Kartha, K.K., K.P. Mroginski and N.L. Lueng. 1981. Germplasm preservation of coffee (*Coffea arabica* L.) by *in vitro* culture of shoot apical meristems. Plant Sci. Lett. 22: 301-307.

Linmaier, M. and F. Skoog. 1965. Organic growth factor requirements of tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 18: 100-127.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15: 473-479.

Op de Laak, J.H.M. 1992. Arabica Coffee Cultivation and Extension Manual for the Highlands of Northern Thailand. Thanaban Printer, Chiangmai. 111p.

Sharp, W.R., L.S. Caldas, L.C. Monaco and A. Carvalho, 1973. Production of *Coffea arabica* callus of three ploidy levels and subsequent morphogenesis. Phyton 31:67-74.

Starisky, G. 1970. Embryoid formation in callus cultures of coffee. Acta Bot. Neerl. 19: 509-514.

Sondahl, S. and W.R. Sharp. 1977. High frequency induction of somatic embryos in cultured leaf explants of *Coffea arabica* L. Z. Pflanzenphysiol. Bd. 81:(s) 395-408.

Sondahl, S., T. Nakamura, H.P. Medina-Filho, A. Carvalho, L.C. Fazuoli and W.M. Costa. 1983. Coffee. In: Handbook of Plant Cell Culture, Vol.1, Techniques for Propagation and Breeding. D.A. Evans, W.R. Sharp, P.V. Ammirato and Y. Yamada (editors). Macmillan Publishing Company, New York. pp. 564-590.

วารสารเกษตร 15(1) :23 - 38 (2542)
Journal of Agriculture 15(1) :23 - 38 (1999)

การสำรวจดินเพื่อการจัดการทรัพยากรที่ดินสำหรับการเกษตรและป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก

Soil Survey for Land Resource Management for Agriculture and Forestry in Small Watershed

ดุสิต มานะจุติ[1/] จิตติ ปิ่นทอง[1/] ถนอม คลอดเพ็ง[1/]
นิวัติ อนงค์รักษ์[1/] และ ชัยวุฒิ นิมมลังกูล[1/]
Dusit Manajuti[1/] Jitti Pinthong[1/] Thanom Klodpeng[1/]
Niwat Anongrak[1/] and Chaiyawoot Nimmalungkool[1/]

Abstract : Soil surveys at Wat Chan and Kae Noi Watersheds, Chiang Mai province were carried out during April 1992 to April 1994. The semi-detailed reconnaissance scale 1:15,000 was applied in which air photo-interpretation and field observations (free surveys) were made by the surveyors. Soil characteristics were studied and classified from order to family levels. From the soil survey results, it was found 6 mapping units (great group/and associations of great group) at Wat Chan and 5 mapping units at Kae Noi watersheds. These soils can be classified in 3 orders, 6 suborders, and 8 great groups. Morphological features of soil observed in the field at all localities are not largely different, weathering in situ from various rocks, generally deep to very deep and well drained soils (except those in the valley bottom which have imperfectly drained). Upper soil horizons are sandy loam to clay, dark grayish brown to dark reddish brown, lower soil horizons are sandy clay loam to clay, dark brown to red. Most of the soils under investigations have a medium fertility status. Due to its topography, slope is the major limitation for permanent agricutural land used. It should be conserved as watershed areas and forestry resources. With conservation techniques, permanent agriculture could be established sucessfully on the slope lower than 35%.

[1/] ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1/] Department of Soil Science and Conservation, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

วารสารเกษตร 15(1) : 23 - 38 (2542)

บทคัดย่อ : การสำรวจดินในลุ่มน้ำวัดจันทร์และแกน้อยจังหวัดเชียงใหม่ดำเนินการในระหว่างเดือน พฤษภาคม 2535 ถึงเดือนพฤษภาคม 2537 ใช้การสำรวจแบบกึ่งละเอียด (semi-detailed reconnaissance) มาตราส่วน 1:15,000 โดยทำการแปลภาพถ่ายทางอากาศและเจาะสำรวจดินในภาคสนามแบบวิธีอิสระ (free survey) ลักษณะดินได้ทำการศึกษาจำแนกตั้งแต่ระดับอันดับ (Order) ถึงระดับวงศ์ดิน (Family) ผลการสำรวจดินได้หน่วยแผนที่ดิน (mapping unit) ที่เป็นระดับกลุ่มดินและหน่วยสัมพันธ์ของ กลุ่มดินในพื้นที่ลุ่มน้ำวัดจันทร์ 6 หน่วยและในพื้นที่ลุ่มน้ำแกน้อย 5 หน่วย สามารถจำแนกดินได้เป็น 3 อันดับ 6 อันดับย่อยและ 8 กลุ่มดิน ลักษณะดินที่ทำการศึกษาในภาคสนามโดยทั่วไปเป็นดินลึกถึงลึกมาก มีการระบายน้ำดี (ยกเว้นดินบริเวณที่ราบหุบเขา ที่มีการระบายน้ำไม่ดี) เนื้อดินชั้นบนเป็น ดินร่วนปนทรายถึงดินเหนียวสีน้ำตาลปนเทาเข้มถึงสีน้ำตาลปนแดงเข้ม ดินชั้นล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายถึงดินเหนียวสีน้ำตาลเข้มถึงสีแดง ดินส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษามีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ไม่อำนวยโดยเฉพาะ อย่างยิ่งความลาดชันของพื้นที่เป็นอุปสรรคที่สำคัญที่จำกัดการใช้ประโยชน์ของที่ดินในการทำการเกษตรแบบถาวร การใช้พื้นที่ทำการเกษตรแบบถาวรสามารถกระทำได้ ในพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำกว่า 35% โดยมีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม

Index words : ทรัพยากรที่ดิน, วนเกษตร, soil survery, land resource management, watershed management, forest soil, agroforestry

คำนำ

บริเวณพื้นที่ภูเขาทางภาคเหนือของประเทศไทยเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำที่เป็นต้นกำเนิดของ แม่น้ำหลายสาย อาทิ แม่น้ำปิง วัง ยม และน่าน และแม่น้ำสายย่อยอื่นๆ ที่เป็นแหล่งของทรัพยากรน้ำที่อำนวยประโยชน์แก่ประชาชนโดยตรง และพื้นที่ดังกล่าวยังเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ เช่น ดิน แร่ธาตุ ป่าไม้ รวมทั้งพืชพรรณและสัตว์-ป่านานาชนิด พื้นที่ภูเขาเหล่านี้ได้ถูกบุกรุกทำลายและใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างไม่ถูกวิธีหรือเหมาะสม โดยชาวไทยภูเขาและชาวไทยพื้นราบก่อให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวง ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ และสังคม กล่าวคือ การทำลายทรัพยากรป่าไม้ได้ทำให้ภาวะสมดุลย์ทางธรรมชาติสูญเสียไป หน้าดินถูกชะล้างพังทลายได้ง่าย ตะกอนดินถูกพัดพาไปทับถมตามแหล่งน้ำต่างๆ ทำให้ตื้นเขินอย่างรวดเร็ว และสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปรไป เกิดภาวะฝนแล้งหรือน้ำท่วม

การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ในลุ่มน้ำจำเป็นต้องมีมาตรการควบคุมและจัดการที่ถูกต้องเหมาะสม ข้อมูลทางด้านทรัพยากรที่ดินจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญอันหนึ่งในการช่วย ตัดสินใจเพื่อวางแผนและพัฒนาที่ดินบนพื้นที่สูง การศึกษาสำรวจดินบนพื้นที่ภูเขาในภาคเหนือ ได้เริ่มดำเนินการอย่างจำกัดในพื้นที่บางแห่ง ในระยะเวลาไม่นานมานี้ (Hendricks, 1981; Kunaporn, 1984; ดุสิต และคณะ, 2529; นิวัติ, 2532; Convens and Deckers, 1990; Hansen, 1991; Kirsh, 1991; Van Keer, 1992; กองสำรวจและจำแนกดิน, 2537) เนื่องจากการศึกษาและสำรวจดินดังกล่าว มีอยู่ค่อนข้างน้อย จึงจำเป็นต้องได้รับการศึกษาอย่างมีระบบและต่อเนื่องต่อไป การศึกษาและ สำรวจในพื้นที่ลุ่มน้ำวัดจันทร์และแกน้อยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ให้ทราบถึงลักษณะ และการกระจายตัวของดินชนิดต่างๆในพื้นที่ที่ทำการศึกษา 2) ประเมินความอุดมสมบูรณ์และศักยภาพของที่ดินในการที่จะพัฒนาเพื่อกิจกรรม

ต่างๆ และ 3)ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการลุ่มน้ำขนาดเล็กเพื่อการเกษตรและป่าไม้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ ประกอบด้วย

1) ชุดภาพถ่ายทางอากาศขาวดำ มาตราส่วน 1:15,000 ถ่ายเมื่อปี พ.ศ. 2526

2) แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L 7107 ระวาง 4647-II,4647-III และ 4748-II

3)แผนที่ธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณี มาตราส่วน 1:250,000

4) แผนที่พื้นฐานที่ได้จากการรังวัด ในพื้นที่ มาตราส่วน 1: 15,000และ 1:1,000

5) ชุดสำรวจดินภาคสนาม

6) เครื่องมือเขียนแผนที่

7) ยานพาหนะ

วิธีการ

ขั้นตอนการศึกษาและสำรวจดินประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักดังนี้

1) ขั้นตอนก่อนการสำรวจในภาคสนาม ในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ที่มีอยู่ แปลภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่สภาพภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยาและแผนที่พื้นฐาน นำแผนที่ทั้ง 4 มาวางซ้อน (overlay) เพื่อจัดทำหน่วยแผนที่ (mapping unit) และวางแผนออกสำรวจในภาคสนาม

2) ขั้นตอนการศึกษาและสำรวจดินในภาคสนาม ทำการศึกษาเบื้องต้นเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาขั้นรายละเอียด หลังจากนั้นศึกษาและตรวจสอบหน่วยแผนที่แต่ละหน่วยในภาคสนามว่าประกอบด้วยดินชนิดใด โดยเจาะสำรวจดินด้วยวิธีอิสระ (free survey) ใช้มาตราส่วน 1 : 15,000 (semi-detail reconnaissance scale) ในแต่ละพื้นที่เจาะสำรวจดินลึกประมาณ 2 เมตร หรือ ในระดับความลึกของดินที่ไม่สามารถเจาะสำรวจได้อีกโดยเจาะสำรวจ 50 หลุมต่อตารางกิโลเมตร พร้อมทั้งศึกษาและบันทึกข้อมูลลักษณะของดิน ชนิดของดิน และสิ่งแวดล้อมทางกายภาพต่างๆ เลือกรูปหน้าตัดดินเพื่อเป็นตัวแทนของดินแต่ละชนิดในแต่ละหน่วยแผนที่ทำคำอธิบายลักษณะของรูปหน้าตัดดินตามคู่มือการสำรวจดินของ USDA (Soil Survey Staff, 1975) พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างดินจากชั้นต่างๆ ของรูปหน้าตัดดินนั้นๆเพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในห้องปฏิบัติการ

3) ขั้นตอนหลังการสำรวจดินในภาคสนาม เป็นการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการเขียนแผนที่ดิน ตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ดินในสนาม วิเคราะห์ข้อมูลและ เขียนรายงานการสำรวจดินพร้อมทั้งแผนที่ดิน

พื้นที่ที่ศึกษา

เลือกพื้นที่ลุ่มน้ำตัวอย่าง 2 ลุ่มน้ำคือ

1) ลุ่มน้ำวัดจันทร์ (Wat Chan Watershed-W) มีพื้นที่ทั้งหมด 13,998.13 ไร่ ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ $19^0 02'$ ถึง $19^0 06'$ เหนือ และลองจิจูดที่ $98^0 16'$ ถึง $98^0 28'$ ตะวันออก บ้านวัดจันทร์ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ บริเวณที่ตั้ง แสดงไว้ในภาพที่ 1

2) ลุ่มน้ำแกน้อย (Kae Noi Watershed - K) มีพื้นที่ทั้งหมด 12,283.13 ไร่ ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 19° 39′ ถึง 19° 43′ เหนือ และลองจิจูดที่ 98° 46′ ถึง 98° 50′ ตะวันออก บ้านแกน้อย ตำบลเมืองนะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ บริเวณที่ตั้งแสดงไว้ในภาพที่ 1

ระยะเวลาที่ศึกษา

ทำการศึกษาและสำรวจดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทั้ง 2 แห่ง ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2535 ถึง เดือนพฤษภาคม 2537

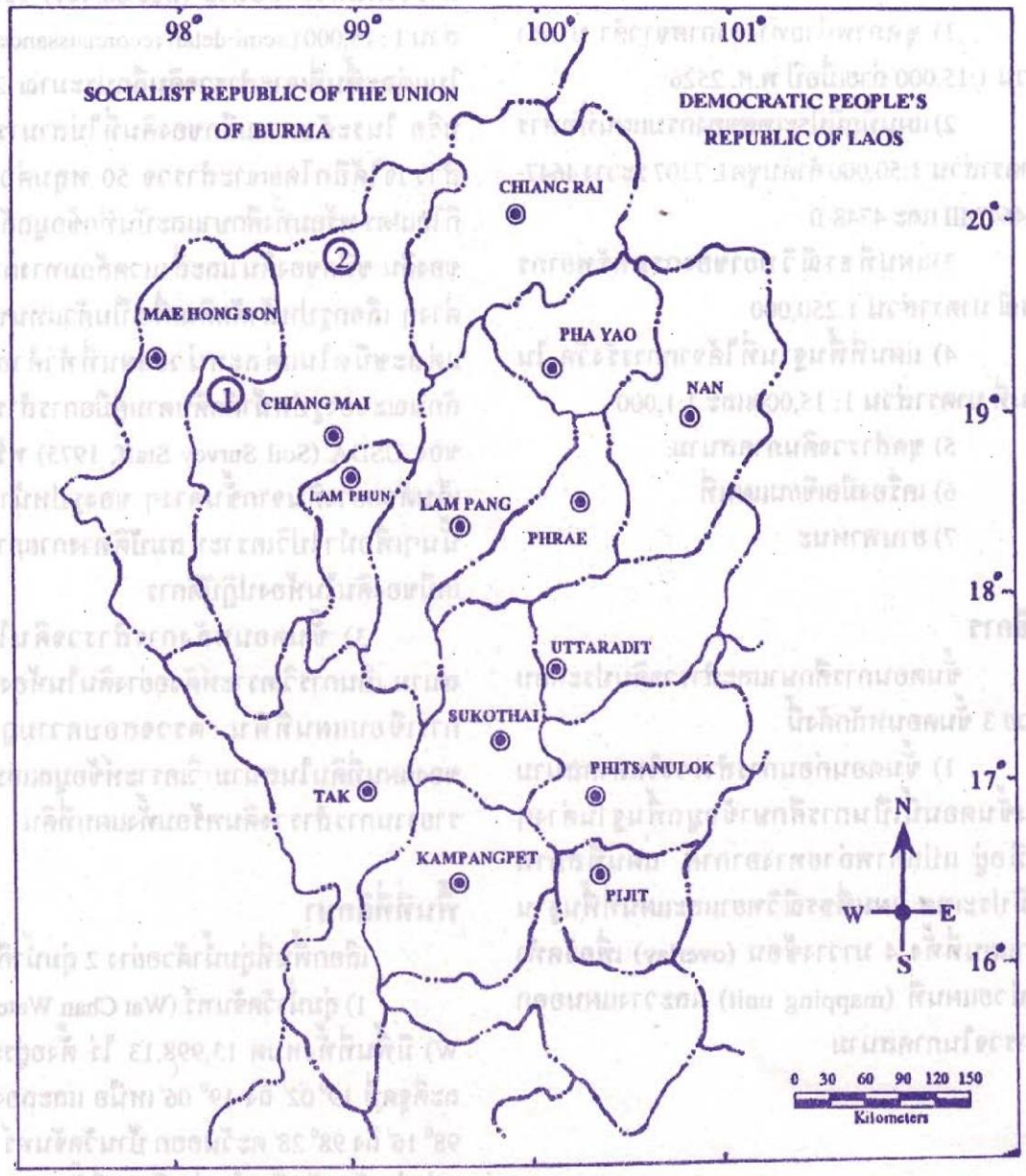


Figure 1 **Location of the investigation site.**

① Ban Wat Chan

② Ban Kae Noi

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ลักษณะและการกำเนิดของดิน

ลักษณะและชนิดของดินที่พบในพื้นที่ลุ่มน้ำทั้ง 2 แห่ง โดยทั่วไปไม่ได้แตกต่างกันมากนัก เป็นดินที่เกิดมาจากการสลายตัวของหินโดยตรง (residual soils) โดยเกิดอยู่กับที่ (Insitu) เป็นส่วนใหญ่ วัตถุต้นกำเนิดดินได้มาจากการผุพังสลายตัวของหินหลายชนิด เช่น หินแกรนิต หินดินดาน หินทราย หินไนส์ และหินแกรย์แวกเป็นดินที่อยู่ในช่วงตั้งแต่ดินใหม่ที่มีอายุน้อย ดินที่มีการพัฒนาปานกลาง จนถึงดินที่มีอายุมากและมีการพัฒนาของชั้นดินให้เห็นเด่นชัด ดินส่วนใหญ่เป็นดินลึกถึงลึกมาก มีการระบายน้ำดี เนื้อดินบนเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายถึงดินเหนียวสีน้ำตาลเข้มปนเทา ถึงสีน้ำตาลเข้มปนแดง ดินล่างเป็นดินเหนียวปนทรายถึงดินเหนียวสีน้ำตาลเข้ม สีแดงปนเหลือง และสีแดง ปฏิกริยาของดินส่วนใหญ่เป็นกรดปานกลางถึงกรดแก่

การจำแนกดิน

ดินที่ทำการศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำทั้ง 2 แห่ง สามารถจัดจำแนกตามระบบอนุกรมวิธานดิน (soil taxonomy) ซึ่งเป็นระบบใหม่ของ สหรัฐอเมริกา (Soil Survey Staff, 1992) ตั้งแต่ระดับอันดับ (Order) จนถึงระดับวงศ์ดิน (Family) ในระดับอันดับ พบว่าส่วนใหญ่ (ประมาณร้อยละ 70 ของพื้นที่ทั้งหมด) จัดอยู่ในอันดับอูลติโซลส์ (Ultisols) เนื่องจากมีลักษณะชั้นดินวินิจฉัย (Diagnostic horizons) ของชั้น อาร์จิลลิค (Argillic horizon) ชัดเจนและมีการอิ่มตัวด้วยประจุบวกด่างน้อยกว่า 35 เปอร์เซนต์ ดินที่พบมากรองลงมาจัดอยู่ในอันดับอินเซปติโซลส์ (Inceptisols) เนื่องจากมีลักษณะชั้นดิน วินิจฉัยของชั้นแคมบิก (Cambic horizon) ซึ่งมีการสะสมของอนุภาคดินเหนียวในชั้นล่างไม่ชัดเจน ดินที่พบเป็นส่วนน้อยจัดอยู่ในอันดับเอนติโซลส์ (Entisols) เนื่องจากเป็นดินใหม่ที่มีการพัฒนาของชั้นดินน้อย เมื่อนำการจัดจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดินเปรียบเทียบ กับระบบ FAO-UNESCO (FAO, 1988) และระบบประจำชาติ (National Soil Classification System) (เฉลียว, 2530) จะได้ดังตารางที่ 1

Table 1 Soil classification for Wat Chan and Kae Noi Watersheds.

Profile No.	Soil Taxonomy 1992	FAO-UNESCO 1998	National Soil Classification System
Wat Chan			
W-1	Fine, mixed, thermic, Typic Palehumults	Haplic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
W-2	Fine, mixed, thermic, Typic Palehumults	Haplic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
W-3	Fine, mixed, thermic, Ustic Palehumults	Haplic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
W-4	Fine-loamy, mixed, thermic, Ustic Haplohumults	Haplic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
W-5	Fine, mixed, thermic, Typic Haplustults	Haplic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
W-6	Fine, mixed, thermic, Typic Haplustults	Haplic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
W-7	Fine, mixed, thermic, Typic Fluvaquents	Eutric Fluvisols	Alluvial Soils
W-8	Fine-loamy, mixed, thermic, Ustic Plaehumults	Haplic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
W-9	Fine, mixed, thermic, Type Haplustults	Haplic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
W-10	Fine-loamy, mixed, thermic, Typic Endoaquepts	Gleyic Cambisols	Humic Gley Soils
W-11	Very fine, kaolinitic, thermic, Typic Palehumults	Haplic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
W-12	Fine, kaolinitic, thermic, Typic Palehumults	Haplic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
W-13	Fine, mixed, thermic, Typic Palehumults	Haplic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
W-14	Fine, mixed, thermic, Typic Palehumults	Haplic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
W-15	Fine, kaolinitic, thermic, Typic Palehumults	Haplic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
W-16	Fine, mixed, thermic, Typic Palehumults	Haplic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
W-17	Fine, mixed, thermic, Typic Palehumults	Haplic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
Kae Noi			
K-1	Very fine, mixed, thermic, Ustic Palehumults	Humic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
K-2	Fine-loamy, mixed, thermic, Typic Endoaquepts	Dystric Gleysols	Alluvial Soils
K-3	Fine, mixed, thermic, Ustic Palehumults	Humic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
K-4	Very fine, mixed, thermic, Ustic Palehumults	Humic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
K-5	Fine, kaolinitic, thermic, Typic Haplohumults	Humic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
K-6	Fine, mixed, thermic,Typic Haplohumults	Humic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
K-7	Fine-loamy, mixed, thermic, Typic Haplustults	Humic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
K-8	Very fine, mixed, thermic, Dystric Ustochrepts	Dystric Cambisols	Brown Forest Soils
K-9	Fine, mixed, thermic, Typic Haplustults	Humic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
K-10	Fine, mixed, thermic, Typic Haplustults	Humic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
K-11	Very fine, mixed, thermic, Ustic Palehumults	Humic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils
K-12	Very fine, mixed, thermic, Ustic Palehumults	Humic Alisols	Reddish Brown Lateritic Soils

หน่วยของแผนที่ดิน

เนื่องจากสภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้ง 2 แห่ง ที่ทำการศึกษาเป็นพื้นที่ภูเขาที่มีความลาดชันสูง จึงจัดอยู่ในหน่วยแผนที่ดินลาดชันเชิงซ้อน (slope complex) ทั้งหมด ตามการจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2522) ดินชนิดต่างๆ จึงเกิดขึ้นกระจัดกระจายไปทั่วพื้นที่ ดังนั้นในหน่วยแผนที่ดิน (soil mapping units) แต่ละหน่วยจะไม่พบดินชนิดใดชนิดหนึ่งทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องมาจากความแตกต่างกันของสภาพพื้นที่ ความลาดชันและทิศทางของความลาดชัน วัตถุต้นกำเนิดดิน และปัจจัยอื่นๆ หน่วยของแผนที่ดินที่ใช้ในการศึกษาและสำรวจดินครั้งนี้ คือระดับของกลุ่มดิน (great group) ในระบบ การจำแนกดินระบบอนุกรมวิธานดิน และยังใช้เป็นหน่วยสัมพันธ์ของกลุ่มดิน (associations of great group) ดังกล่าวด้วย การกระจายของหน่วยแผนที่ดิน ของลุ่มน้ำวัดจันทร์และแกน้อยแสดงไว้ในภาพที่ 2 และ 3

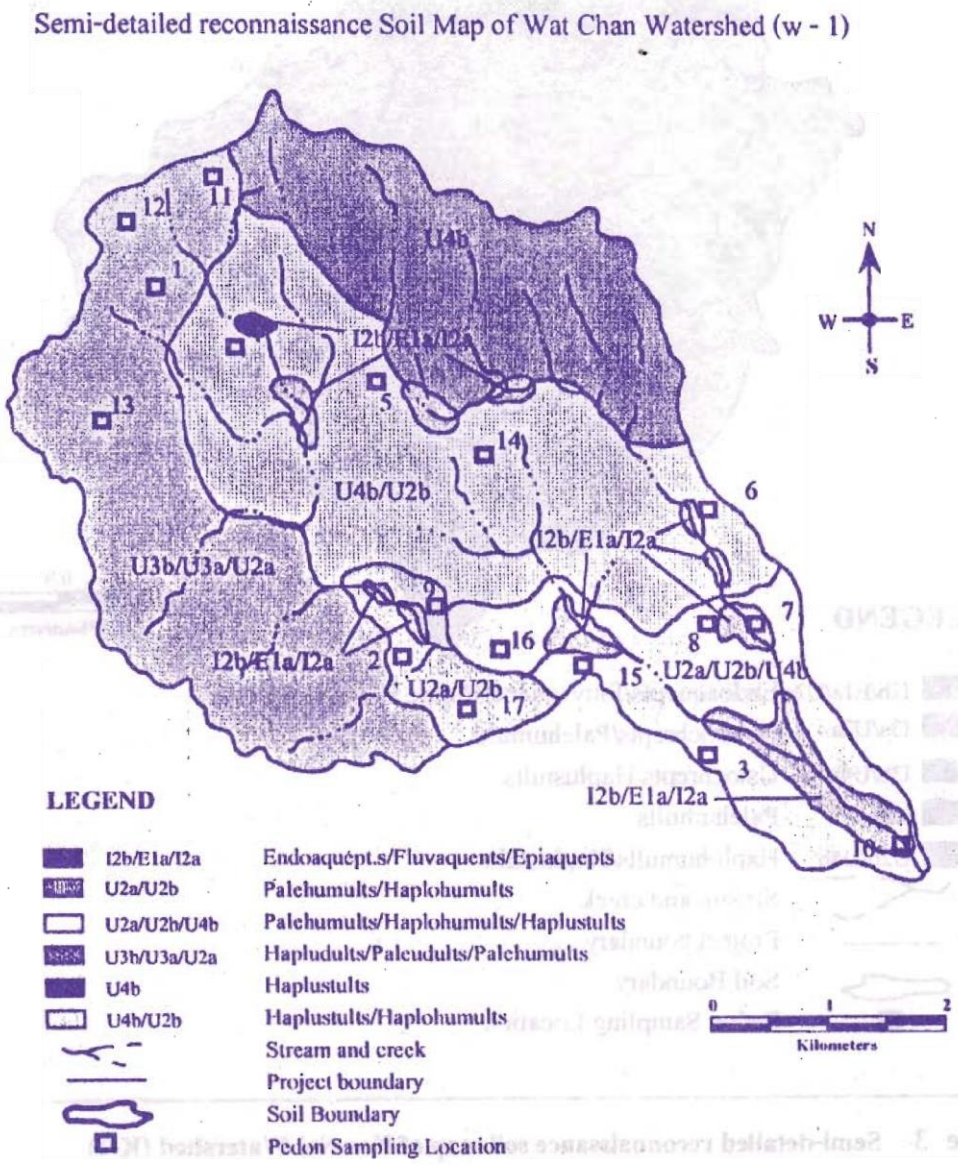


Figure 2 **Semi-detailed reconnaissance soil map of Wat Chan Watershed (W-1).**

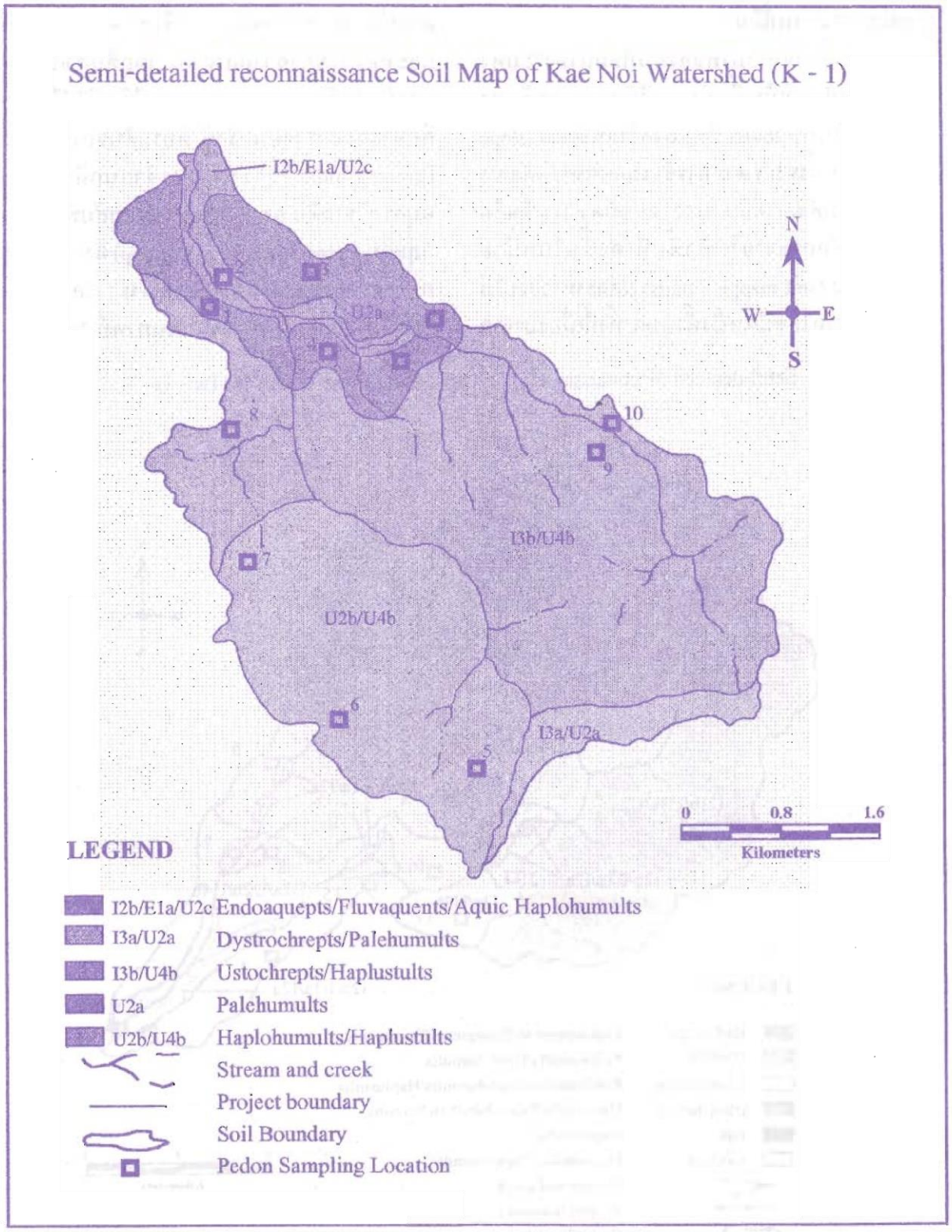


Figure 3 **Semi-detailed reconnaissance soil map of Kae Noi Watershed (K-1).**

หน่วยแผนที่ดินในลุ่มน้ำวัดจันทร์

หน่วยแผนที่ดินที่พบในลุ่มน้ำนี้ประกอบด้วย

1.I2b/E1a/I2a หน่วยแผนที่นี้มีพื้นที่ประมาณ 550.75 ไร่ (3.93 เปอร์เซนต์ของ พื้นที่ทั้งหมด) ประกอบด้วยกลุ่มดิน Endoaquepts (I2b), Fluvaquents (E1a) และ Epiaquepts (I2a)

Endoaquepts เป็นดินที่ค่อนข้างใหม่ จัดอยู่ในอันดับอินเซปติโซลส์ เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำในอดีต ดินเริ่มมีการพัฒนาของชั้นดินเป็นแบบ A-B-C เป็นดินที่มีพวกวัตถุแร่ธาตุต่างๆถูกทำให้เปลี่ยแปลงหรือเคลื่อนย้ายออกไปแต่ยังไม่มีการสะสมในดินล่าง ดินมีการระบายน้ำค่อนข้างเลวเนื่องจากมีชั้นดินที่มีการซาบซึมน้ำไม่ดี ทำให้มีน้ำแช่ขังเกิดขึ้น พบในสภาพความชื้นแบบ Aquic

Fluvaquents เป็นดินใหม่ มีอายุน้อย ลักษณะของชั้นดินที่เกิดขึ้นให้เห็นไม่ชัดเจน และยังไม่เกิดชั้น B โดยชั้นดินเป็นแบบ A-C เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำและเป็นตะกอนใหม่ เป็นดินที่ลึกมากมีเนื้อดินละเอียด สีดินเป็นสีเทา ดินมีการระบายน้ำค่อนข้างเลว และพบในสภาพความชื้นแบบ Aquic

Epiaquepts เป็นดินที่ค่อนข้างใหม่ จัดอยู่ในอันดับอินเซปติโซลส์ เช่นเดียวกันกับ Endoaquepts มีลักษณะต่างๆคล้ายคลึงกัน จะแตกต่างกันบ้างเพียงเล็กน้อย

ดินทั้ง 3 กลุ่มนี้พบตามที่ราบหุบเขา ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ในการปลูกข้าวและพืชไร่

2. U2a/U2b มีพื้นที่ประมาณ 527.69 ไร่ (3.77%) ประกอบด้วยกลุ่มดิน Palehumults (U2a) และ Haplohumults (U2b)

Palehumults เป็นดินที่มีอายุมาก จัดอยู่ในอันดับอูลติโซลส์ มีการพัฒนาของชั้นดินให้เห็นเด่นชัดเป็นแบบ A-Bt-C มีการสะสมของอนุภาคดินเหนียวในดินล่าง มีการอิ่มตัวด้วยประจุบวกด่างน้อยกว่า 35 เปอร์เซนต์ ในดินชั้นล่างตอนบนจะมีอินทรียวัตถุอยู่ในปริมาณที่สูง ดินลึก มีการระบายน้ำดี

Haplohumults เป็นดินที่มีอายุมาก จัดอยู่ในอันดับอูลติโซลส์ ลักษณะเหมือนกลุ่มดิน Palehumults ต่างกันตรงที่ Haplohumults มีแร่ธาตุที่กำลังผุพังสลายตัวในชั้นดินวินิจฉัยอาร์จิลลิค หรือมีชั้นดินวินิจฉัยอาร์จิลลิคที่บางหรือทั้งสองอย่างรวมกัน

ดินทั้ง 2 กลุ่มนี้พบตามที่ลาดชันเชิงซ้อน มีความลาดชันปานกลางถึงสูง

3. U2a/U2b/U4b มีพื้นที่ประมาณ 2,201.25 ไร่ (15.72%) ประกอบด้วยกลุ่มดิน Palehumults (U2a), Haplohumults (U2b) และ Haplustults (U4b)

Palehumults และ Haplohumults ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้อ 2

Haplustults เป็นดินที่มีอายุมากและมีการพัฒนาของชั้นดินให้เห็นเด่นชัดเป็นแบบ A-Bt-C มีการสะสมของอนุภาคดินเหนียวในดินล่าง มีการอิ่มตัวด้วยประจุบวกด่างน้อยกว่า 35 เปอร์เซนต์ การสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดดินยังไม่สมบูรณ์ ทำให้ความลึกของดินมีตั้งแต่ดินตื้นถึงดินลึกปานกลาง

4. U3b/U3a/U2a มีพื้นที่ประมาณ 4,177.56 ไร่ (29.84%) ประกอบด้วยกลุ่มดิน Hapludults (U3b), Paleudults (U3a) และ Palehumults (U2a)

Hapludults เป็นดินที่มีอายุมาก จัดอยู่ในอันดับอูลติโซลส์ มีการพัฒนาของชั้นดินชัดเจนเป็นแบบ A-Bt-C มีการสะสมของอนุภาคดินเหนียวในดินล่าง มีการอิ่มตัวด้วยประจุบวกด่างน้อยกว่า 35 เปอร์เซนต์ การสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดดินยังปรากฏให้เห็นมีทั้งดินตื้นและดินค่อนข้างลึก

Paleudults คล้ายคลึงกับ Hapludults แต่มีอายุมากกว่าและมีการพัฒนาของชั้นดินชัดเจน มีเนื้อดินค่อนข้างละเอียดถึงดินเนื้อละเอียด ดินมีการระบายน้ำดี พบในสภาพความชื้นแบบ Udic

Palehumults มีลักษณะดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

กลุ่มดินทั้ง 3 กลุ่มนี้เกิดกระจายตามพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนต่างๆ

5. U4b/U2b มีพื้นที่ประมาณ 3,861.75 ไร่ (27.60%) ประกอบด้วยกลุ่มดิน Haplustults (U4b) และ Haplohumults (U2b) พบกระจายตามพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนต่างๆ

6. U4b มีพื้นที่ประมาณ 2,679.13 ไร่ (19.14%) ประกอบด้วยกลุ่มดิน Haplustults เกิดบนพื้นที่ที่มีความลาดชันค่อนข้างสูง

หน่วยแผนที่ดินในลุ่มน้ำแกน้อย

หน่วยแผนที่ดินที่พบในลุ่มน้ำนี้ประกอบด้วย

1. I2b/E1a/U2c มีพื้นที่ประมาณ 518.75 ไร่ (4.22%) ประกอบด้วยกลุ่มดิน Endoaquepts, Fluvaquents และ Aquic Haplohumults ลักษณะของดินทั้ง 3 กลุ่มดังที่ได้กล่าวมาแล้ว พบตามที่ราบหุบเขา มีสภาพความชื้นแบบ Aquic ดินมีการระบายน้ำไม่ดี ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ในการทำนา

2. I3a/U2a มีพื้นที่ประมาณ 643.75 ไร่ (5.24%) ประกอบด้วยกลุ่มดิน Dystrochrepts และ Palehumults

Dystrochrepts เป็นดินที่มีอายุปานกลาง จัดอยู่ในอันดับอินเซปติโซลส์ ดินเริ่มมีการพัฒนาของชั้นดินแต่ยังไม่เด่นชัดเป็นแบบ A-B-C ดินมีพวกแร่ธาตุต่างๆที่ถูกเคลื่อนย้ายออกไป แต่ยังไม่มีการสะสมในดินล่าง มีการอิ่มตัวด้วยประจุบวกด่างอยู่ต่ำถึงปานกลาง ดินที่เกิดอยู่กับที่จะเป็นดินที่ค่อนข้างตื้น พบเศษหิน กรวดหรือลูกรังปะปนอยู่ในดินชั้นล่าง

Palehumults มีลักษณะดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

3. I3b/U4b มีพื้นที่ประมาณ 6,583.13 ไร่ (53.61%) ประกอบด้วยกลุ่มดิน Ustrochrepts และ Haplustults

Ustrochrepts เป็นดินที่ค่อนข้างใหม่ จัดอยู่ในอันดับอินเซปติโซลส์ ดินเริ่มมีการพัฒนาของชั้นดินเป็นแบบ A-B-C เป็นดินมีพวกวัตถุแร่ธาตุต่างๆถูกทำให้เปลี่ยนแปลงหรือเคลื่อนย้ายออกไป แต่ยังไม่มีการสะสมในดินล่าง โดยธรรมชาติมีการอิ่มตัวด้วยประจุบวกด่างมากกว่า 50 เปอร์เซนต์ ดินมีการระบายน้ำดี เกิดในสภาพความชื้นแบบ Ustic

Haplustults มีลักษณะดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

ดินทั้ง 2 กลุ่มนี้พบตามสภาพพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน

4. U2a มีพื้นที่ประมาณ 1,331.25 ไร่ (10.83%) ประกอบด้วยกลุ่มดิน Palehumults พบตามสภาพพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน

5. U2b/U4b มีพื้นที่ประมาณ 3,206.25 ไร่ (26.10%) ประกอบด้วยกลุ่มดิน Haplohumults และ Haplustults พบตามสภาพพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน

ความอุดมสมบูรณ์ของดินและศักยภาพของที่ดิน

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินแสดงไว้ในตารางที่ 2 จากผลการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยใช้สมบัติทางเคมีบางประการ พบว่าดินส่วนใหญ่มีระดับความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง มีดินบางแห่งมีระดับความอุดมสมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์สูง เนื่องจากดินยังไม่ถูกรบกวนโดยการทำไร่เลื่อนลอย

ศักยภาพของที่ดิน การประเมินศักยภาพของที่ดินในการใช้ประโยชน์ แสดงไว้ในตารางที่ 3 เป็นการประเมินสมรรถนะหรือขีดความสามารถของที่ดิน เพื่อใช้ประโยชน์ในทางเกษตรกรรมทั่วไป โดยพิจารณาคุณลักษณะของดินและที่ดินตลอดจนสภาพแวดล้อมทางกายภาพต่างๆที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ และข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ที่ดิน (กองสำรวจและจำแนกดิน, 2528) พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซนต์ ไม่เหมาะที่จะทำการเกษตรกรรมอย่างถาวร เนื่องจากมีอัตราเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายหรือการกัดกร่อนของดินอย่างสูง สภาพของพื้นที่เช่นนี้ควรปล่อยให้คงสภาพเป็นป่าหรือปลูกป่าทดแทนในส่วนที่ถูกทำลายไปแล้วและคงสงวนไว้เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร

Table 2 Summation of soil fertility evaluation at Wat Chan and Kae Noi Watersheds.

Profile no.	Great group	Physical properties [1/]			Chemical properties [1/]						Fertility[2/] status
		Soil texture	Soil structure	Water holding capacity	O.M. (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (me/100g)	Mg (me/100g)	CEC (me/100g)	
Wat Chan											
W-1	Palehumults	M	M	W	H(3)	L(1)	M(2)	L(1)	M(2)	H(3)	H(3)
W-2	Palehumults	M	M	M	H(3)	M(2)	H(3)	M(2)	M(2)	H(3)	H(3)
W-3	Palehumults	M	M	M	H(3)	L(1)	M(2)	L(1)	M(2)	H(3)	H(3)
W-4	Haplohumults	M	M	M	H(3)	H(3)	H(3)	M(2)	H(3)	H(3)	H(3)
W-5	Haplustults	M	M	M	H(3)	L(1)	H(3)	L(1)	M(2)	H(3)	H(3)
W-6	Haplustults	M	M	M	H(3)	M(2)	H(3)	L(1)	M(2)	H(3)	H(3)
W-7	Fluvaquents	M	M	W	H(3)	L(1)	L(1)	L(1)	H(3)	H(3)	H(3)
W-8	Haplohumults	M	M	M	H(3)	L(1)	L(1)	L(1)	L(1)	H(3)	H(3)
W-9	Palehumults	M	M	M	H(3)	L(1)	H(3)	L(1)	M(2)	H(3)	H(3)
W-10	Endoaquepts	M	M	M	H(3)	L(1)	L(1)	L(1)	H(3)	H(3)	H(3)
W-11	Palehumults	M	M	W	H(3)	L(1)	L(1)	L(1)	H(3)	H(3)	H(3)
W-12	Palehumults	M	M	W	H(3)	L(1)	M(2)	L(1)	M(2)	H(3)	H(3)
W-13	Paleudults	M	M	M	H(3)	H(3)	H(3)	M(2)	L(1)	H(3)	H(3)
W-14	Haplustults	M	M	M	H(3)	L(1)	M(2)	L(1)	L(1)	M(2)	M(2)
W-15	Palehumults	M	M	W	H(3)	H(3)	L(1)	L(1)	H(3)	H(3)	M(2)
W-16	Paleustults	M	M	M	H(3)	L(1)	L(1)	L(1)	L(1)	H(3)	M(2)
W-17	Haplohumults	M	M	W	L(1)	L(1)	L(1)	L(1)	L(1)	L(1)	L(8)

Table 2 Summation of soil fertility evaluation at Wat Chan and Kae Noi watersheds. (Continue)

Profile no.	Great group	Physical properties [1/]			Chemical properties [1/]						Fertility[2/] status
		Soil texture	Soil structure	Water holding capacity	O.M. (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca	Mg	CEC	
								me/100g			
Kae Noi											
K-1	Palehumults	M	M	M	H(3)	L(1)	H(3)	H(3)	H(3)	H(3)	H(16)
K-2	Endoaquepts	M	M	M	H(3)	L(1)	H(3)	L(1)	M(2)	H(3)	M(13)
K-3	Palehumults	M	M	M	H(3)	H(3)	H(3)	L(1)	L(1)	H(3)	M(14)
K-4	Palehumults	M	M	M	H(3)	H(3)	H(3)	M(2)	H(3)	H(3)	H(17)
K-5	Haplohumults	M	M	M	H(3)	L(1)	H(3)	M(2)	M(2)	H(3)	M(14)
K-6	Haplohumults	M	M	M	H(3)	L(1)	M(2)	L(1)	M(2)	H(3)	M(12)
K-7	Haplustults	M	M	M	H(3)	H(3)	H(3)	L(1)	L(1)	H(3)	M(14)
K-8	Ustochrepts	M	M	M	M(2)	L(1)	H(3)	L(1)	L(1)	H(3)	M(11)
K-9	Haplohumults	M	M	M	M(2)	L(1)	M(2)	M(2)	M(2)	H(3)	M(12)
K-10	Haplustults	M	M	M	L(1)	L(1)	H(3)	L(1)	M(2)	M(2)	M(10)
K-11	Palehumults	M	M	W	H(3)	L(1)	H(3)	L(1)	H(3)	H(3)	M(14)
K-12	Palehumults	M	M	W	H(3)	M(2)	H(3)	M(2)	H(3)	H(3)	H(16)

[1/] P = Poor, M = Moderate, W = Well

[2/] L = Low (Mark = 1), M = Moderate (Mark = 2), H = High (Mark = 3)

mark total = 8 or less = low fertility, 9-15 = moderate fertility, >15 = high fertility

Table 3 Land suitability for agriculture at Wat Chan and Kae Noi Watersheds.

Profile no.	Great group	Slope (%)	Depth (cm.)	Land suitability classification			
				P	N	F	L
Wat Chan							
W-1	Palehumults	30	>150	4t	3t	2t	3t
W-2	Palehumults	22	>150	4t	3t	2t	3t
W-3	Palehumults	22	>150	4t	3t	2t	3t
W-4	Haplohumults	50	>150	4t	4t	3t	4t
W-5	Haplustults	60	>150	4t	4t	4t	4t
W-6	Haplustults	60	>150	4t	4t	4t	4t
W-7	Fluvaquents	2	>150	1	2d	3d	3d
W-8	Haplohumults	55	>150	4t	4t	4t	4t
W-9	Palehumults	16	>150	4t	3t	2t	3t
W-10	Endoaquepts	2	>150	3t	2t	2t	2t
W-11	Palehumults	25	>150	4t	3t	2t	3t
W-12	Palehumults	17	>150	3t	2t	2t	2t
W-13	Paleudults	10	>150	3t	2t	2t	2t
W-14	Haplustults	45	>150	4t	4t	3t	4t
W-15	Palehumults	8	>150	3t	2t	2t	2t
W-16	Paleustults	10	>150	3t	2t	2t	2t
W-17	Haplohumults	20	50-100	4t	3t	2t	3t
Kae Noi							
K-1	Palehumults	38	>150	4t	3t	3t	3t
K-2	Endoaquepts	2	>150	1	2d	2d	2d
K-3	Palehumults	10	>150	3t	2t	2t	2t
K-4	Palehumults	31	>150	4t	3t	2t	3t
K-5	Haplohumults	48	100-150	4t	4t	3t	3t
K-6	Haplohumults	68	100-150	4t	4t	3t	3t
K-7	Haplustults	35	100-150	4t	4t	4t	4t
K-8	Ustochrepts	48	100-150	4t	4t	3t	4t
K-9	Haplohumults	32	100-150	4t	3t	2t	3t
K-10	Haplustults	60	>150	4t	4t	4t	4t
K-11	Palehumults	23	>150	4t	3t	2t	2t
K-12	Palehumults	46	>150	4t	4t	3t	4t

P = Paddy N = Upland crops F = Tree crops L = Permanent pasture

1 = very well suited, 2 well suited, 3 = moderately suited, 4 = poorly suited

Appendiz I Soil physical and chemical analysis.

Profile no.	Horizon	Particle size distribution			Chemical properties [1/]						CEC
		Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	pH 1:1 H_2O	O.M. (%)	P ppm	K	Ca	Mg	
									me/100g		
Wat Chan											
W-1	A	34.4	32.8	32.8	5.1	8.2	5.5	78.0	1.3	2.1	23.6
	B	24.4	21.2	54.0	4.8	1.7	2.0	11.7	0.4	0.5	13.6
W-2	A	24.3	45.3	30.4	5.4	6.0	16.0	156.0	5.1	3.8	27.4
	B	17.0	28.6	54.4	5.3	1.6	1.5	54.6	0.5	0.9	15.6
W-3	A	34.5	23.9	41.6	4.9	6.4	6.5	70.8	1.8	2.2	24.6
	B	23.9	16.1	60.0	5.1	0.9	1.5	19.5	0.3	0.3	22.5
W-4	A	45.6	34.4	20.0	5.0	6.5	42.0	195.0	6.9	6.6	29.7
	B	40.9	31.9	27.2	4.6	1.8	2.0	78.0	1.3	2.3	22.6
W-5	A	24.5	41.1	34.4	4.4	6.0	9.0	117.0	1.3	1.3	28.8
	B	17.3	37.9	44.8	3.9	0.7	2.0	7.8	0.6	0.4	25.9
W-6	A	19.4	42.2	38.4	4.5	6.6	12.0	128.7	2.5	1.7	30.1
	B	15.7	34.0	50.3	4.0	0.8	2.5	27.3	0.6	0.4	32.7
W-7	A	12.6	43.4	44.0	4.2	8.5	1.5	39.0	1.0	4.2	19.2
	B	2.2	48.8	56.0	5.0	6.7	4.5	19.5	1.5	6.1	14.2
W-8	A	54.1	21.1	24.8	4.5	4.0	8.0	15.6	1.3	1.1	24.4
	B	46.0	18.8	35.2	4.2	1.9	3..0	7.8	0.6	1.2	19.7
W-9	A	29.4	34.6	36.0	4.1	4.9	2.5	93.9	0.9	1.2	25.3
	B	22.2	31.4	46.4	4.3	2.6	2.0	/83/	0.6	0.8	39.4
W-10	A	40.2	36.6	23.2	4.2	3.8	2.5	54.6	4.1	3.2	31.2
	B	40.2	35.0	24.8	5.0	2.0	1.5	39.0	3.1	2.9	25.8
W-11	A	24.5	25.1	50.4	5.8	3.3	8.5	50.7	3.8	6.1	19.5
	B	13.9	18.1	68.0	5.6	0.7	1.0	31.2	0.5	0.7	18.7
W-12	A	22.8	35.6	41.6	4.9	6.0	5.0	78.0	1.3	1.9	24.6
	B	16.0	25.6	58.4	5.3	1.5	1.0	23.4	0.6	0.8	12.5
W-13	A	48.7	30.5	20.8	5.3	4.5	70.0	312.0	5.1	1.0	17.0
	B	43.7	20.3	36.0	5.7	1.6	29.0	195.0	1.3	0.4	14.1
W-14	A	54.0	20.4	25.6	5.6	4.4	6.0	78.0	0.6	0.8	12.6
	B	22.3	15.3	62.4	6.0	1.1	1.0	50.7	0.6	1.5	21.0
W-15	A	40.6	31.4	28.0	5.2	3.4	42.5	42.9	2.8	6.5	16.3
	B	33.9	20.5	45.6	5.8	1.9	2.5	15.6	0.3	0.9	9.1
W-16	A	30.0	26.0	44.0	4.8	6.4	8.5	42.9	0.6	0.9	15.3
	B	21.5	20.1	58.4	5.2	1.4	1.5	23.4	0.6	0.5	28.6
W-17	A	28.6	42.6	28.8	4.6	7.1	6.5	31.2	0.7	0.4	20.7
	B	26.1	33.1	40.8	5.1	1.3	1.5	11.7	0.6	0.5	16.4

สรุปผล

เนื่องจากสภาพพื้นที่ของลุ่มน้ำทั้ง 2 แห่ง ที่ทำการศึกษาเป็นพื้นที่ภูเขาที่มีความลาดชันสูง ประกอบกับมาตราส่วนไม่อำนวย ผลของการสำรวจดินจึงได้หน่วยแผนที่ดินในลุ่มน้ำวัดจันทร์ 6 หน่วยและลุ่มน้ำแกน้อย 5 หน่วย สามารถจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดินได้เป็น 3 อันดับ 6 อันดับย่อย และ 8 กลุ่มดิน ดินที่พบส่วนใหญ่มีลักษณะและสมบัติที่ไม่แตกต่างกันมากนัก เป็นดินสีน้ำตาลปนแดง แดงปนเหลือง จนถึงสีแดง ดินค่อนข้างลึก การระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนปนเหนียวถึงดินเหนียว มีปฏิกริยาเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดจัด กำเนิดมาจากการสลายตัวของหินหลายชนิด มีความสูงตั้งแต่ 950-1,620 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ความลาดชันค่อนข้างสูง โดยเฉลี่ยเกินกว่า 35 เปอร์เซนต์ ดินส่วนใหญ่มีระดับความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากที่ดินมีความลาดชันค่อนข้างสูงจึงทำให้ที่ดินส่วนใหญ่มีศักยภาพที่ไม่เหมาะสำหรับทำการเกษตรแบบถาวร ลักษณะของพื้นที่ส่วนใหญ่เช่นนี้ควรปล่อยให้คงสภาพเป็นป่าหรือปลูกป่าทดแทนในส่วนที่ถูกทำลายไปแล้ว และคงสงวนไว้เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร พื้นที่บางส่วนสามารถที่จะใช้ทำการเกษตรแบบถาวรได้ แต่ต้องมีมาตรการการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2522. รายงานการสำรวจดินจังหวัดเชียงใหม่ ฉบับที่ 204. กองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองสำรวจและจำแนกดิน. 2528. คู่มือการจำแนกความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการเล่มที่ 28. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองสำรวจและจำแนกดิน. 2537. รายงานการสำรวจศึกษาสภาวะทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อมทางกายภาพพื้นที่สูง โครงการพัฒนาชุมชนที่สูง จังหวัดแม่ฮ่องสอน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 594. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เฉลียว แจ้งไพร. 2530. ทรัพยากรดินในประเทศไทย. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตร และสหกรณ์.

ดุสิต มานะจุติ บุญวาทย์ ลำเภาพงศ์และจรูญ สุขเกษม. 2529. การประเมินศักยภาพของที่ดินที่ใช้ปลูกกาแฟในภาคเหนือ. วารสารเกษตร ปีที่ 2 เล่มที่ 2. : 147-162.

นิวัติ อนงค์รักษ์. 2532. การกำเนิดของดินบนที่สูงที่เกิดจากหินแกรนิตในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Covens B. and Deckers. R. 1990. Differences of soil nutrient status between forest and upland rice on the slope land of northern thailand. Msc. thesis, KULeuven, Belgium.

FAO. 1988. Soil map of the world. Revised legend., In ; World Resources Report 60. FAO, Rome.

Hansen. P. K. 1991. Characteristics and formation of soils in a mountainous watershed area in northern Thailand. Msc. thesis, Chemistry Department, Royal Veterinary and Agricultural University. Copenhagen, Denmark.

Hendricks C.A. 1981. Soil-vegetation Relations in the North Continental Highland Region of Thailand. : A preliminary report (not published) Chiang Mai University.

Kirsh, H. 1991. Geological Maps Within Agricaltural Development Projects of the Mountainous Area. : Preliminaly report (not published) Chiang Mai University.

Kunaporn S. 1984. A study on characteristics and genesis of the soils in eco-floristic zones. Doi Inthanon, Chiang Mai Province, MSc. Thesis, Kasetsart University, Thailand.

Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy, A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil surveys, U.S.Dept.Agric., U.S. Govt. Printing office, Washington D.C. 754 p.

Soil Survey Staff. 1992. "Key to Soil Taxonomy". SMSS Technical Monograph No 19. Fifth edition.

Van Keer K. 1992. Soil variability along steep slopes in the highlands of northern thailand. Msc. thesis, KULeuven, Belgium.

วารสารเกษตร 15(1) : 39 - 46 (2542)
Journal of Agriculture 15(1) : 39 - 46 (1999)

Field Evaluation of Pyrimidifen for Controlling of The African Red Mite, *Eutetranychus africanus* (Tucker), on Tangerines in Chiang Mai

Prachaval Sukumalanand[1/], *Sawai Buranapanichpan*[1/], *Jiraporn Tayutivutikul*[1/], *Chumporn Tepsuwan*[1/], *Sanit Ratanabhumma*[1/], *Rapeepong Kasetsoontorn*[1/] and *Yaowaluk Chanbang*[1/]

Abstract : The field evaluations of pyrimidifen (Miteclean®) for controlling of the African red mite, *Eutetranychus africanus* (Tucker), on tangerine, *Citrus reticulata* cv. "Sai Nam Pueng", compared with some selected acaricides were conducted at the tangerine orchard of Chiang Mai Thanathon, Co., Ltd., Fang District, Chiang Mai Province. Pyrimidifen at the rates of 10 and 20 ml per 20 liters of water and abamectin at the rate of 20 ml per 20 liters of water were the most efficacious in controlling *E. africanus* and their persistency were 14-21 days while amitraz and propargite both at the rates of 30 ml per 20 liters of water exhibited the second level of efficacy and their persistency were shorten to 7 days.

Index words : pyrimidifen, *Eutetranychus africanus*, tangerine, african red mite

[1/] Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

Introduction

Mandarin orange or tangerine (*Citrus reticulata* Blanco) is a high-value commodity with high nutritional value and considered as one of the high-return economic crops in Thailand. Apparently, tangerine orchard is able to establish quite well in all regions of Thailand. DOAE (1998) revealed a total tangerine-growing areas in 1995 growing season in Thailand was 264,039 rais (42,246.24 ha) providing an average yield of 3,404 kg/rai (21,275 kg/ha) for local consumption and export produced the incomes valued exceed 10 million Baht. Extensive expanding of tangerine cultivated areas at present were obviously developed in the northern region in accordance with the commensurate climatic and soil conditions providing a higher yield of 4,415 kg/rai (27,593.75 kg/ha). Nevertheless, Thai tangerine, on the average, produced rather poor production both in terms of quantity and quality. This was probably due to the pest complex, especially the citrus mites, being one of the chief limiting factor. Charanasri *et al.* (1988) listed a total of 10 mites species attacked tangerine of which African red mite, *Eutetranychus africanus* (Tucker), is the most destructive one. This mite has been considered as a major pest of the tangerine orchards throughout the country. Both nymphs and adults prefer to extract the sap from the upper surface of the foliages producing tiny gray and silvery spots. As the damage is severe, the leaves become totally silvery due to most of the chlorophyll is deleterious, hence, the normal photosynthetic process of the plant are greatly inhibited (Charanasri, 1992)

In successful management of the citrus mites, the intensive applications of acaricides are needed and the hazardous chemical residue concentrated in the products are harmful to the consumers, besides the excessive residue also contaminate to the citrus ecosystem. Only careful attention with high consideration on acaricide application should lessen the chemical residue problems. However, continuous applications of only single acaricide for a quite extensive period might promote the citrus mite to develop resistance to the acaricide (DOA, 1998; Unahawutti *et al.* 1992). Sirising *et al.* (1992) summarized the build-up resistance of the mite pests to previous recommended acaricides. Recently, Omoto *et al.* (1995) reported the citrus rust mite, *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) developed resistance to dicofol in Florida citrus orchards. Increasing resistance of the citrus mites to the acaricides had placed heavy pressure on the citrus growers to increase the time and rate of acaricide application and eventually shifted to new acaricide to assure the effectiveness of the mite management. Thus, the management cost for the mite pests has considerably increased.

Pyrimidifen, a new phenoxyethyl amine compound jointly developed by Ube Industries, Ltd. and Sankyo Co., Ltd. in Japan, is available on the foreign market as Miteclean®. This

acaricide is proved experimentally by various countries to exhibit a high level of efficacy against several species of mite pests at all developmental stages (Sankyo, no date).

The primary objectives of these experiments are to determine the efficacy of pyrimidifen and other recommended acaricides against the African red mite (*E. africanus*) under citrus orchard ecosystem in Chiang Mai and future prospect of pyrimidifen as a recent alternative acaricide for better African red mite management to assure the high quantity and quality of the tangerine production and encourage the sustainable tangerine cultivation in Thailand.

Materials and Methods

In 1997-1999, field evaluations of selected acaricides were conducted at tangerine orchard of Chiang Mai Thanathon Co., Ltd., Fang District, Chiang Mai, Thailand. The experiments were arranged in a randomized complete block design with four replications. Each experimental unit consisted of a single tangerine tree (*Citrus reticulata* cv. "Sai Nam Pueng") at the age of 3.5 years old with means of 2.80 m high and 2.00 m canopy width. Every other tree were selected from each row of the experimental plot for a total of 24 trees. The plot was under typical cultural practices with no pesticide application on any of the experimental trees.

Six treatments of selected acaricides were evaluated under citrus orchard ecosystem for their efficacy against the African red mite (*E. africanus*) as follows:

1. pyrimidifen 4 % SC at the rate of 2 g ai/100 liters of water (10 ml/20 liters of water)
2. pyrimidifen 4 % SC at the rate of 4 g ai/100 liters of water (20 ml/20 liters of water)
3. abamectin 1.8 % EC (Vertimec®) at the rate of 20 ml/20 liters of water
4. amitraz 20 % EC (Mitac®) at the rate of 30 ml/20 liters of water
5. propargite 20 % EC (Omite-20®) at the rate of 30 ml/20 liters of water
6. check (untreated)

The experiment was not conducted till the large mite population reach the appropriate level. Monitoring on the mite populations were achieved by randomly selected for a total of 25 citrus leaves per tree (6, 6, 6, and 7 leaves at eye level were taken from north, east, west, and south of the tree, respectively) and only the numbers of female adult mites existed on the upper and lower surfaces of the assigned leaves were recorded.

All treatments were applied with a manual compression sprayer (Matabi, model Merk-7) equipped with single hollow cone nozzle. Each treatment was mixed with Latron CS-7, a spreader and binder, at the rate of 3 ml/20 liters

of water, for better spray distribution with good coverage on the treated tree and the mite body. A total of 2 liters of the spray volume of each treatment was applied as coverage spray on each experimental tree until run-off. Monitoring on the numbers of the female adult mites were scheduled to operate before treatment application and at 1, 7, 14, 28, 35, and 42 days after application. However, no further evaluation was proceeded when the mite populations recorded in all treatments were demonstrated no statistically significant difference. Data on mean numbers of the mite population per leaf by treatments were collected, the analysis of variance and the mean separation were performed by the Duncan's new multiple range test (DMRT) using the M-STAT program.

Results and Discussion

The mean numbers of African red mite (ARM) female adult population per leaf according to acaricide treatment applications is given in Table 1. ARM female adult populations before application did not differ among all treatments, however, the mite populations in all acaricide treatments were drastically decreased after 1 day of application. Tangerine trees treated with pyrimidifen (10 ml), pyrimidifen (20 ml), abamectin, and amitraz yielded the same level of efficacy in reducing the ARM populations, though they demonstrated significantly more efficacious in the mite management than propargite treatment.

Table 1 Efficacy test of some acaricides for controlling *Eutetranychus africanus* (Tucker) on tangerine at Fang, Chiang Mai, during 19 November to 3 December 1997.

Treatment	Dosage (ml/20 l of water)	Mean number of female mite per leaf [1/]			
		BA	1 DAA	7 DAA	14 DAA
pyrimidifen 4 % SC	10	5.51 a	0.36 c	3.99 b	4.16 a
pyrimidifen 4 % SC	20	4.78 a	0.59 c	2.14 b	3.02 a
abamectin 1.8 % EC	20	4.91 a	0.09 c	2.76 b	3.27 a
amitraz 20 % EC	30	4.61 a	0.47 c	2.70 b	4.06 a
propargite 20 % EC	30	5.54 a	2.43 b	3.63 b	3.90 a
untreated	-	5.58 a	4.64 a	7.22 a	4.15 a

[1/] Means within the column followed by the same letter are not significantly different at 5 % level by DMRT.
BA = Before application ; DAA = Day after application

After 7 days of application, the trees treated with pyrimidifen (20 ml) exhibited the lowest mite population of 2.14 female adults per leaf, although there were no statistically significant difference among the mite populations in all treated trees. The mite populations in all treatments were rapidly recovered after 14 days of application and showed no significant difference among treatments. The main reason was probably due to the unexpected occurrence of the rain precipitation within 2 hours after acaricide application. The rain might leach some of the acaricide toxicant away from the leaves and the retained chemical residue was efficacious for only short duration.

Although the tested results from the first trial was incomplete we would conclude that all of the selected acaricides exhibited rapid knockdown effect, and provided rather quick and better management of the mite population, their persistency should extend longer than 7 days after application under no-rain condition.

Following the first trial, we planned to duplicate another experiment with the same arrangement in the succeeding year, nevertheless, the ARM population remained very low throughout the 1998 tangerine season. The second trial could not initiate till April 1999, a new experimental plot was selected for replacement since the over-sized tangerine trees in the original plot were discouraged the treatment assessment.

The second trial outcomes were demonstrated in Table 2. After 1 day of application, all acaricide treatments steadily exhibited significantly less ARM female adult population than the untreated check, corresponding with the first experiment. However, amitraz and propargite treatments displayed no significant difference in reducing the mite population as the untreated check, after 7 days of application. Hence, the efficacy of these two treatments were persisted for only 7 days.

Table 2 Efficacy test of some acaricides for controlling *Eutetranychus africanus* (Tucker) on tangerine at Fang, Chiang Mai, during 20 April to 25 May 1999.

Treatment	Dosage (ml/20 l of water)	Mean number of female mite per leaf [1/]						
		BA	1 DAA	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA
pyrimidifen 4% SC	10	2.09 a	0.16 b	0.77 bc	1.30 bc	1.48 bc	0.65 b	0.21 a
pyrimidifen 4% SC	20	2.80 a	0.03 b	0.50 c	1.28 bc	1.36 c	1.20 a	0.24 a
abamectin 1.8%EC	20	3.16 a	0.05 b	0.86 bc	0.63 c	0.86 c	0.23 c	0.09 a
amitraz 20% EC	30	3.51 a	0.44 b	1.87 abc	2.62 ab	2.14 ab	0.43 bc	0.12 a
propargite 20% EC	30	3.20 a	0.41 b	2.18 ab	2.96 a	2.32 a	0.67 b	0.09 a
untreated -	2.61 a	2.10 a	3.02 a	2.65 ab	2.16 ab	0.72 b	0.14 a	

[1/] Means within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% % level by DMRT.
BA = Before application ; DAA = Day after application

Pyrimidifen (at both concentration rates) and abamectin treatments demonstrated significantly less mite populations than other treatments and their effectiveness were extended to 14 days. Due to several moderate and heavy rainfalls occurred after 21 days of the treatment applications, all treatments exhibited extremely low means ARM population per leaf. The mite populations continued to diminish and displayed no significant difference among all treatments after 35 days of application.

Although the second trial provided preferable outcomes, the unexpected rain occurred within 5 hours after acaricide treatment applications had worsen our strong determination. Hence, on the following week, we decided to conduct the third trial in concurrent with the second one by selecting unassigned tangerine trees within the second experimental plot using the same arrangement. Except the abamectin treatment rate was decreasing to 10 ml per 20 liters of water, all other acaricide treatments were applied as original rates.

The third trial outcomes were displayed in Table 3. There was no rain precipitation within 24 hours after acaricide application. The third trial exhibited consistent research outcomes and corresponded with the second trial. After 14 days of application, pyrimidifen (at the rates of 10 and 20 ml per 20 liters of water) and abamectin treatments were significantly more efficacious in management of ARM adult population and showed longer persistency than amitraz and propargite treatments. The mean numbers of female mite per leaf collected at 21 and 28 days after application were also subjected to continued rain precipitation. The mite population constantly decreased and exhibited no significant difference among all treatments after 28 days of application. Research consequences from the second and third trials both indicated that the occurrence of the rain precipitation after 5 hours of application displayed no effect on any treatment efficacy.

Table 3 Efficacy test of some acaricides for controlling *Eutetranychus africanus* (Tucker) on tangerine at Fang, Chiang Mai, during 27 April to 25 May 1999.

Treatment	Dosage (ml/20 l of water)	Mean number of female mite per leaf [1/]					
		BA	1 DAA	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
pyrimidifen 4% SC	10	3.21 a	0.26 b	0.89 b	0.94 b	0.76 bc	0.29 a
pyrimidifen 4% SC	20	2.94 a	0.05 b	0.71 b	0.76 b	0.92 ab	0.31 a
abamectin 1.8% EC	10	3.03 a	0.04 b	0.61 b	1.05 b	0.38 c	0.17 a
amitraz 20% EC	30	3.77 a	0.46 b	1.40 ab	1.99 a	0.96 ab	0.23 a
propargite 20% EC	30	3.12 a	0.23 b	0.87 b	2.40 a	0.81 abc	0.36 a
untreated	-	3.80 a	2.42 a	2.09 a	2.13 a	1.25 a	0.17 a

[1/] Means within the column followed by the same letter are not significantly different at 5 % level by DMRT.
BA = Before application ; DAA = Day after application

Conclusion

All acaricide treatments demonstrated more efficacious in controlling the African red mite, *Eutetranychus africanus* (Tucker). However, pyrimidifen (at the rates of 10 and 20 ml per 20 liters of water), and abamectin were the most efficacious in management of the mite population. Their persistency were 14-21 days while amitraz and propargite exhibited second level of efficacy and their persistency were shorten to 7 days.

Pyrimidifen is a new acaricide and highly effective against the African red mite at all developmental stages. It is rather harmless acaricide with acute oral LD_{50} for rats is more than 5,000 mg/kg, and practically nontoxic to mammals, the half-life in soil is 5-9 days under field conditions. The future prospect of this acaricide in Thailand should be brilliant if its unit cost is competitive. Thai tangerine-growers may satisfy with this alternative and desirable acaricide for better African red mite management to assure the high quantity and quality of the sustainable tangerine production in Thailand.

Acknowledgements

The research team would like to express their thanks and sincere appreciation to Mr. Banthoon Jirawattanakoon, Chairman of Chiang Mai Thanathon, Co., Ltd., for providing parts of the company tangerine orchard area for our field trials and make possible the accomplishment of this investigation. Special thanks are expressed to Miss Sunan Prasitsooksant and Miss Pitsamai Maiprom for their great assistance and good management of the tangerine orchards in the experiment plots during the trials.

References

Charanasri, V. 1992. Important Mite Pests of Economic Crops in Thailand. Taxonomy and Acarology Research Group, Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture, Bangkok. 126 pp. (in Thai)

Charanasri, V., C. Saringkaphaibul, M. Kongchuensin, T. Kulpiyawat and N. Wongsiri. 1988. Taxonomic characters of tangerine mite pests in Thailand. pp. 133-177. *In*: Research Report 1988. Taxonomy and Acarology Research Group, Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture, Bangkok. (in Thai)

DOA. 1998. Recommendations of Insect and Zoological Pests Control 1998. Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture (DOA), Bangkok. 285 pp. (in Thai)

DOAE. 1998. Data on Fruit Trees and Plantation Crops 1995. Planning Division, Department of Agricultural Extension (DOAE), Bangkok. 342 pp. (in Thai)

Omoto, C., T.J. Dennehy, C.W. McCoy, S.E. Crane and J.W. Long. 1995. Management of citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) resistance to dicofol in Florida citrus. Journal of Economic Entomology 88(5): 1120-1128.

Sankyo. (no date). Miteclean. Technical Information. Sankyo Co., Ltd., Japan.

Sirising, S., M. Kongchuensin and V. Charanasri. 1992. Insect and mite pests of durian and their control. pp. 226-238. *In*: S. Ruay-aree, (ed.), Important Insect and Zoological Pests of Economic Crops and Their Management. Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture, Bangkok. (in Thai)

Unahawutti, C., T. Kulpiyawat and V. Charanasri. 1992. . Insect and mite pests of citrus and their control. pp.215-225. *In*: S. Ruay-aree, (ed.), Important Insect and Zoological Pests of Economic Crops and Their Management. Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture, Bangkok. (in Thai)

วารสารเกษตร 15(1) : 47 - 56 (2542)
Journal of Agriculture 15(1) : 47 - 56 (1999)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนในช่วงก่อนการแตกใบอ่อนในยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยและมะปรางพันธุ์ทูลเกล้า

Changes in Ethylene Content in Stem Apex prior to Leaf Flushing of Lychee cv. Hong Huay and Marian Plum cv. Toon Klaow

ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์ [1/] *และ ธนัท ธัญญาภา* [1/]
Ladawan Lerdlerwong[1/] *and Thanart Thanyapar*[1/]

Abstract : Changes in ethylene content in stem apexes prior to leaf flushing of lychee cv. Hong Huay were studied from August 1997 to April 1998. Using lychee trees at Songsan orchard, Doi-Pui, Muang district, Chiang Mai, Thailand. Completely randomized design with 7 replications was employed. The treatment was the number of week i.e. 0, 1, 2, 3 and 4 prior to leaf flushing. It was found that ethylene concentration in the intercellular space was low and constant between the 3rd and the 4th week before leaf flushing, then increased in the 2nd and the 1st week before leaf flushing and remained constant until when leaf flushing occurred. While changes in ethylene content in stem apexes prior to leaf flushing of marian plum cv. Toon klaow, using marian plum trees at Wang Nam Kang orchard, Mae-Wang district, Chiang Mai, Thailand, from July 1997 to October 1998. Completely randomized design with 10 replications was employed. It was found that there was low and constant of ethylene concentration in the intercellular space of marian plum shoot between the 4th to the 1st week before leaf flushing but it increased when leaf flushing occurred.

[1/] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

วารสารเกษตร 15(1) : 45 - 54 (2542)

บทคัดย่อ : การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนในช่วงก่อนการแตกใบอ่อนในยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยใช้ต้นลิ้นจี่ที่สวนสองแสน ดอยปุย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ทำการทดลองตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2541 โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำ 7 ซ้ำ มี 5 วิธีการ ใช้จำนวนสัปดาห์ก่อนการแตกใบอ่อน 0 , 1, 2 , 3 และ 4 สัปดาห์เป็นวิธีการ ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ในยอดลิ้นจี่จะต่ำและ คงที่ระหว่างในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 ก่อนการแตกใบอ่อน จากนั้นจะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 และคงที่ในสัปดาห์ที่ 1 แล้วหลังจากนั้นจะคงที่ไปจนถึงในสัปดาห์ที่แตกใบอ่อน ส่วนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนในช่วงก่อน การแตกใบอ่อนในยอดมะปรางพันธุ์ทูลเกล้า ใช้ต้นมะปรางที่สวนวังน้ำค้าง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ทำการทดลองตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2540 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำ 10 ซ้ำ ใช้จำนวนสัปดาห์ก่อนการแตกใบอ่อน 0 , 1 , 2 , 3 และ 4 สัปดาห์เป็นวิธีการ พบว่า ความเข้มข้นของเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ใน ยอดมะปรางจะต่ำและคงที่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 1 ก่อนการแตกใบอ่อน แล้วความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่แตกใบอ่อน

บทนำ

ลิ้นจี่เป็นไม้ผลเขตกึ่งร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย (Subhadrabandhu, 1990) โดยมีปริมาณการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี ในปี 2540 ประเทศไทยส่งออกลิ้นจี่สดมูลค่าประมาณ 327.1 ล้านบาท นอกจากนี้ยังส่งออกลิ้นจี่กระป๋องและลิ้นจี่แปรรูปอื่นๆ มูลค่าการส่งออกสูงถึง 625.5 ล้านบาท (กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ , 2541) แต่ปัญหาที่สำคัญในการปลูกลิ้นจี่อย่างเป็นการค้าคือการออกดอกไม่สม่ำเสมอ (Menzel , 1984)

มะปรางจัดเป็นไม้ผลเขตร้อน ซึ่งผลจะมีลักษณะพิเศษเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวทั้งสีสันและรูปทรง รสชาติดี มีราคาแพง มีอายุการเจริญเติบโตของผลสั้น สามารถขายได้ทั้งผลดิบและผลสุก และออกสู่ตลาดไม่ตรงกับผลไม้ชนิดอื่น แม้จะมีผลผลิตออกสู่ตลาดในแต่ละปีน้อย แต่ก็ยังมีการส่งออกมะปรางไปขายที่ประเทศฮ่องกงและสิงคโปร์ ปัจจุบันทางราชการส่งเสริมให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกมะปรางหวานพันธุ์ดี และกรมส่งเสริมการเกษตรมีแผนระยะยาวในการสนับสนุนให้ส่งออก (ทวีศักดิ์ , 2539) อย่างไรก็ตามเกษตรกรผู้ปลูกมะปรางพบว่า ในบางปีมะปรางมีการออกดอกน้อยทำให้ได้ผลผลิตต่ำ

แต่เดิมแนวคิดในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอกเคยมีความเชื่อว่าอัตราส่วนของปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนคือปัจจัยควบคุมการออกดอก แต่ทฤษฎีดังกล่าวถูกคัดค้านโดยงานทดลองจำนวนมาก นอกจากนี้สมมติฐานเกี่ยวกับ “สารกระตุ้นการออกดอก” (Florigen) ซึ่งขณะนี้ไม่สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบ และกลไกทำงานของสารนี้ สมมติฐานใหม่ที่คิดว่าน่าจะเป็นไปได้ในปัจจุบันเชื่อว่าความสมดุลย์ของฮอร์โมนพืชน่าจะเป็นตัวควบคุมการออกดอก แต่ยังไม่มีข้อพิสูจน์เรื่องความสมดุลย์นี้ (ธนัท , 2538) พีรเดช (2537) กล่าวว่า การออกดอกของไม้ผลหลายชนิดถูกควบคุมโดย ปริมาณจิบเบอเรลลินและเอทิลีนที่พืช

สร้าง ขึ้นในช่วงที่มีการออกดอก พบว่า ปริมาณจิบเบอเรลลินจะลดระดับลง และมีการสร้างเอทิลีนมากขึ้น นอกจากปัจจัยของสมดุลย์ฮอร์โมนแล้ว ธาตุอาหารก็มีส่วนสนับสนุนการออกดอก แม้จะไม่ได้เป็นตัวควบคุมการออกดอก (Bernier *et al.* , 1985)

การทดลองนี้มุ่งศึกษาหาวิธีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเอทิลีน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาสมดุลย์ของฮอร์โมนพืช หากทราบสมดุลย์ของฮอร์โมนในช่วงก่อนการแตกใบอ่อน ซึ่งจะส่งผลต่อการออกดอกของพืช จะสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้เปรียบเทียบกับสมดุลย์ในช่วงออกดอก หากพบสมดุลย์ของฮอร์โมน เป็นปัจจัยสำคัญในการออกดอกจริง ขั้นต่อไปจึงจำเป็นต้องศึกษาแนวทางในการใช้ฮอร์โมน และการปฏิบัติดูแลเพื่อบังคับให้ลิ้นจี่และมะปราง มีสมดุลย์ของฮอร์โมนที่เหมาะสมกับการออกดอก ซึ่งอาจจะเป็นหนทางที่แก้ปัญหาการออกดอกในลิ้นจี่และมะปรางได้

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีดำเนินการทดลอง

1. วางแผนการทดลอง แบบสุ่มสมบูรณ์ ทำ 7 ซ้ำ (ลิ้นจี่) และ 10 ซ้ำ (มะปราง) มี 5 วิธีการ ใช้จำนวนสัปดาห์ก่อนการแตกใบอ่อน 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์เป็นวิธีการ โดยมี 1 หน่วยการทดลอง คือ ยอดลิ้นจี่และ มะปรางความยาว 10 เซนติเมตร จำนวน 10 ยอด น้ำหนักประมาณ 10 กรัม

2. การเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างยอดลิ้นจี่และมะปรางความยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 20 ยอดเป็นหนึ่งตัวอย่าง เก็บ 15 ต้น โดยลิ้นจี่เริ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่วันที่ 17 ตุลาคม ถึง 12 ธันวาคม 2540 มะปรางเริ่มเก็บตัวอย่าง ตั้งแต่วันที่ 19 กรกฎาคม ถึง 16 สิงหาคม 2540 เก็บทุก 7 วัน เมื่อเก็บตัวอย่างมาแล้ว ริดใบทิ้งให้หมด ใส่ในถุงพลาสติก แช่ในกระติกน้ำแข็ง นำกลับมาที่ห้องปฏิบัติการ ตัดยอดให้เหลือความยาว 10 เซนติเมตร แล้วนำไปดูดก๊าซออกจากตัวอย่าง ตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Saltveit (1982)

3. การดูดก๊าซออกจากยอด โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการดูดก๊าซออกจากตัวอย่างใช้ desiccator ขนาด 10 ลิตร ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็น collection flask ที่มีท่อต่อติดกับฝาของ desiccator ท่อนี้จะมี สายยางต่ ออยู่ ด้ านบนเพื่ อใช้ สำหรับเป็นที่ดูดก๊าซที่สกัดได้จากยอดเพื่อจะนำไปฉีดเข้าเครื่อง GC เมื่อจะดูดก๊าซออกจากตัวอย่าง ต้องเติมสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ($(NH_4)_2SO_4$) ที่อิ่มตัว (ซึ่งเป็นสารละลายที่ดูดซับเอทิลีนน้อยมาก) โดยให้ห่างจากขอบลงไปประมาณ 1 นิ้ว (โดยสารละลายจะท่วม collection flask ไล่ฟองอากาศออกให้หมด ค่อยๆ ปิดฝา desiccator แล้วใช้ลูกยางดูดสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟตให้ไหลขึ้นมาตามท่อสะสมก๊าซจนเต็มแล้วใช้คลิพป์หนีบบริเวณสายยางที่ต่อกับท่อด้านบนให้แน่น จากนั้นใช้กระดาษกาว (masking tape) ปิดรอบบริเวณฝา desiccator เพื่อกันไม่ให้อากาศรั่วเข้าไปใน desiccator แล้วใช้สายยางต่อเข้ากับท่อที่ดูดอากาศออก จาก desiccator ไปยังเครื่อง vacuum (ภาพที่ 1)

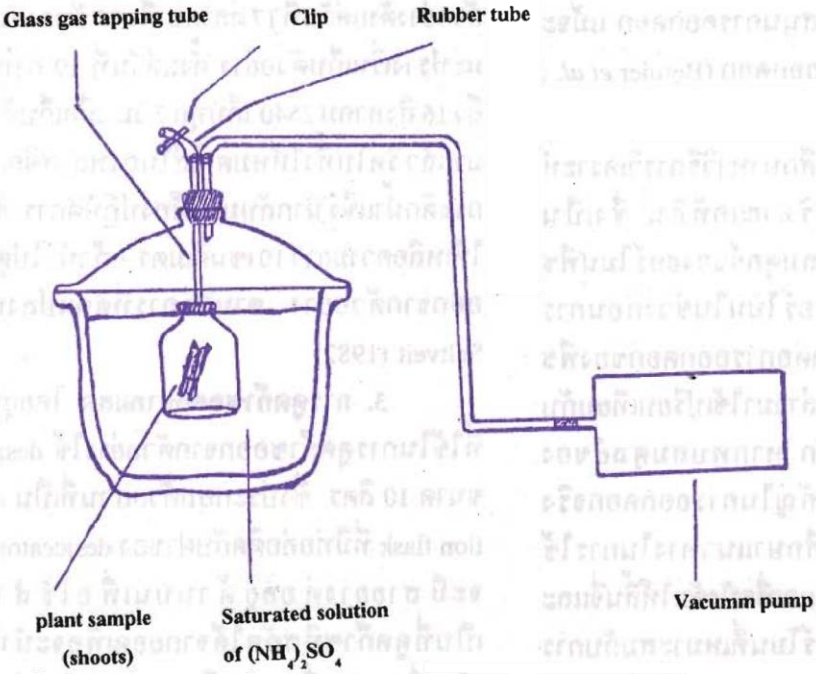


Figure 1 Equipment for gas tapping equipment from plant sample.

เริ่มดูดก๊าซออกจากยอดโดยเปิดเครื่อง vacuum โดยใช้แรงดูดประมาณ 600 มิลลิเมตรปรอท ก๊าซภายในยอดจะออกมาเป็นฟอง และลอยขึ้นไปสะสมอยู่บริเวณด้านบนของท่อสะสมก๊าซ จับเวลาประมาณ 2 นาทีก็ปิดเครื่อง vacuum จากนั้นใช้ syringe ขนาด 1 มิลลิลิตร ปักลงตรงสายยางที่ต่อกับท่อสะสมก๊าซแล้วดูดเอาก๊าซที่ได้ทั้งหมดนำไปฉีดเก็บไว้ในขวดวัคซีนขนาด 3 มิลลิลิตร โดยใช้วิธีการแทนที่สารละลาย $(NH_4)_2SO_4$ (ภาพที่ 2)

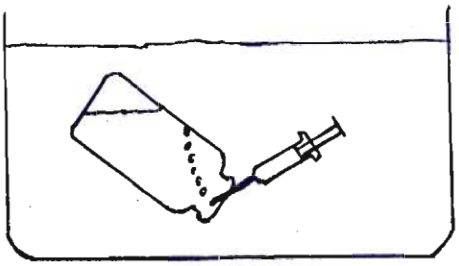


Figure 2 Gas collecting method by substitution under saturated $(NH_4)_2SO_4$ solution.

จากนั้นปิดฝาขวดวัดซีนด้วยจุกยาง และผนึกรอบบริเวณฝาจุกกับปากขวดด้วยแผ่นพาราฟิล์มนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 °ซ) โดยคว่ำขวดวัดซีนลงเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณ เอทิลีนต่อไป

4. การวิเคราะห์เอทิลีน

4.1 ทำกราฟมาตรฐานโดยการเตรียมก๊าซเอทิลีน มาตรฐานเข้มข้น 0.1 , 1 และ 10 สตล

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณเอทิลีนในตัวอย่างนำตัวอย่างก๊าซจากข้อ 3 มาดูดเอาก๊าซออกโดยใช้วิธีการแทนที่สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟตที่อิ่มตัว (ภาพที่ 3)

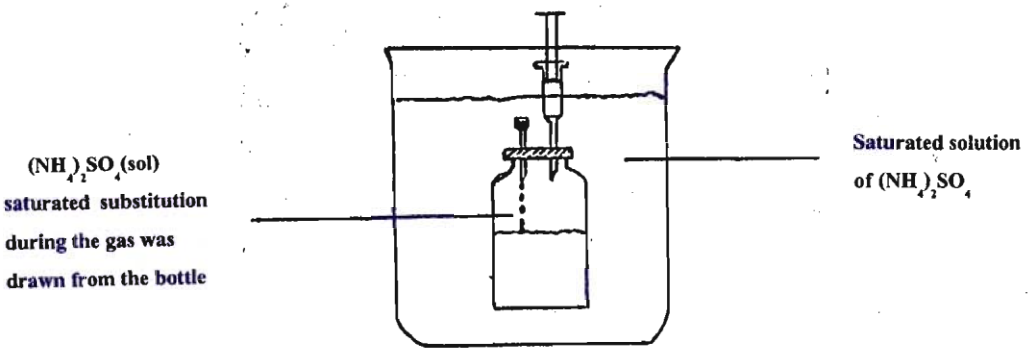


Table 3 Gas collecting method before injected into gas chromatograph.

คว่ำขวดวัคซีนลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตรที่มีสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟตที่อิ่มตัว แล้วหงายด้านที่มีฝาจุกยางขึ้นโดยจะต้องระวังไม่ให้ขวดโผล่พ้นสารละลาย จากนั้นใช้ syringe ขนาด 1 ซีซี ปักลงบนจุกยางแล้วใช้เข็มฉีดยาเบอร์ 20 อีกอันหนึ่งปักลงบนจุกยางสำหรับเป็นทางให้สารละลายจากนอกขวดไหลเข้ามาแทนที่ตัวอย่างก๊าซที่ดูดออกไป จากนั้นใช้ syringe ดูดเอาก๊าซออกมาจากขวดวัคซีน แล้วนำไปฉีดเข้าเครื่อง gas chromatograph

วิเคราะห์ก๊าซเอทิลีนโดยฉีดตัวอย่างก๊าซ 1 มิลลิลิตร เข้าไปตรง injector port unit ของเครื่อง gas chromatograph (GC) ยี่ห้อ SHIMADZU GC-14B รุ่น ACC-1400 ซึ่งตรวจวัดปริมาณ เอทิลีน โดยใช้ H_2 – flame ionization detector (FID) และใช้ column stainless steel ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/8 นิ้ว ยาว 2 เมตร ซึ่งบรรจุ Porapak N 80-100 โดยใช้อุณหภูมิ injector , detector และ column 90 , 90 และ 55 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

5. การบันทึกผลการทดลองบันทึกพื้นที่ใต้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง gas chromatograph แล้วนำมาเทียบกับกราฟมาตรฐานแล้วคำนวณความเข้มข้นเอทิลีนออกมามีหน่วย เป็นส่วนต่อล้าน

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

สมมุติอ่านค่าพื้นที่ใต้กราฟได้เท่ากับ 938.5 ตารางมิลลิเมตร = X และกราฟมาตรฐานมีเส้นตรง คือ Y = 0.00016554 + 0.00013222 (X) โดย Y คือความเข้มข้นของเอทิลีน (สตล) และ X มีพื้นที่ใต้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง gas chromatograph (ตารางมิลลิเมตร)

แทนค่า Y = 0.00016554 + 0.00013222 (938.5)

Y = 0.1242 สตล

แสดงว่าตัวอย่างก๊าซมีความเข้มข้นเอทิลีน 0.1242 สตล

7. การวิเคราะห์ผลการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลองด้วยโปรแกรม Statistix 3.5 ของ NH analytical software โดยวิเคราะห์ test of AOV assumption, AOV, LSD, CV, Linear regression และ Correlation

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนในช่วงก่อนการแตกใบอ่อนในยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย พบว่าความเข้มข้นของเอทิลีน ในยอดลิ้นจี่มีค่าต่ำ และคงที่ระหว่างในสัปดาห์ที่ 3 – 4 ก่อนการแตกใบอ่อน จากนั้นจะเพิ่มขึ้นใน สัปดาห์ที่ 2 และ 1 แล้วหลังจากนั้นจะคงที่ไป จนถึงสัปดาห์ที่แตกใบอ่อน (ภาพที่ 4) ส่วนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนก่อนการแตกใบอ่อนในยอดมะปรางพันธุ์ทูลเกล้า พบว่าความเข้มข้นของเอทิลีนในยอดมะปราง มีความเข้มข้นคงที่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 ก่อนการแตกใบอ่อนไปจนถึงสัปดาห์ที่ 1 ก่อนการแตกใบอ่อนและจะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่แตกใบอ่อน (ภาพที่ 5)

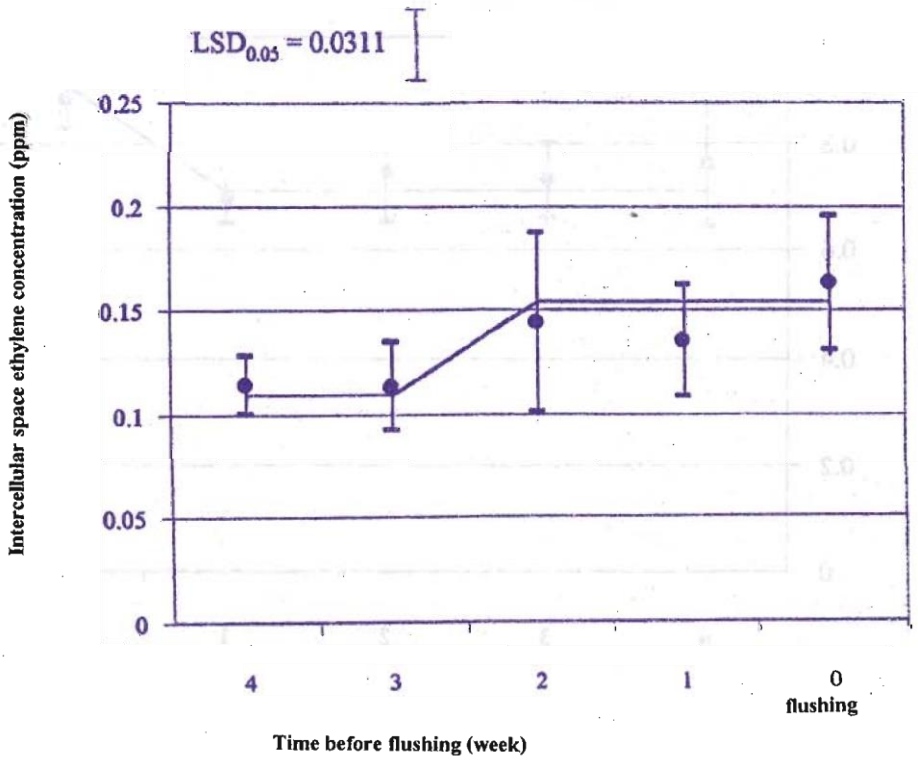


Figure 4 Ethylene concentration of lychee cv. 'Hong Huay' shoots before flushing.

Remarks : Tested by LSD at $\alpha = 0.05$

CV. = 21.04% (untransform), 7 replications

treatment mean difference = 25% of overall means

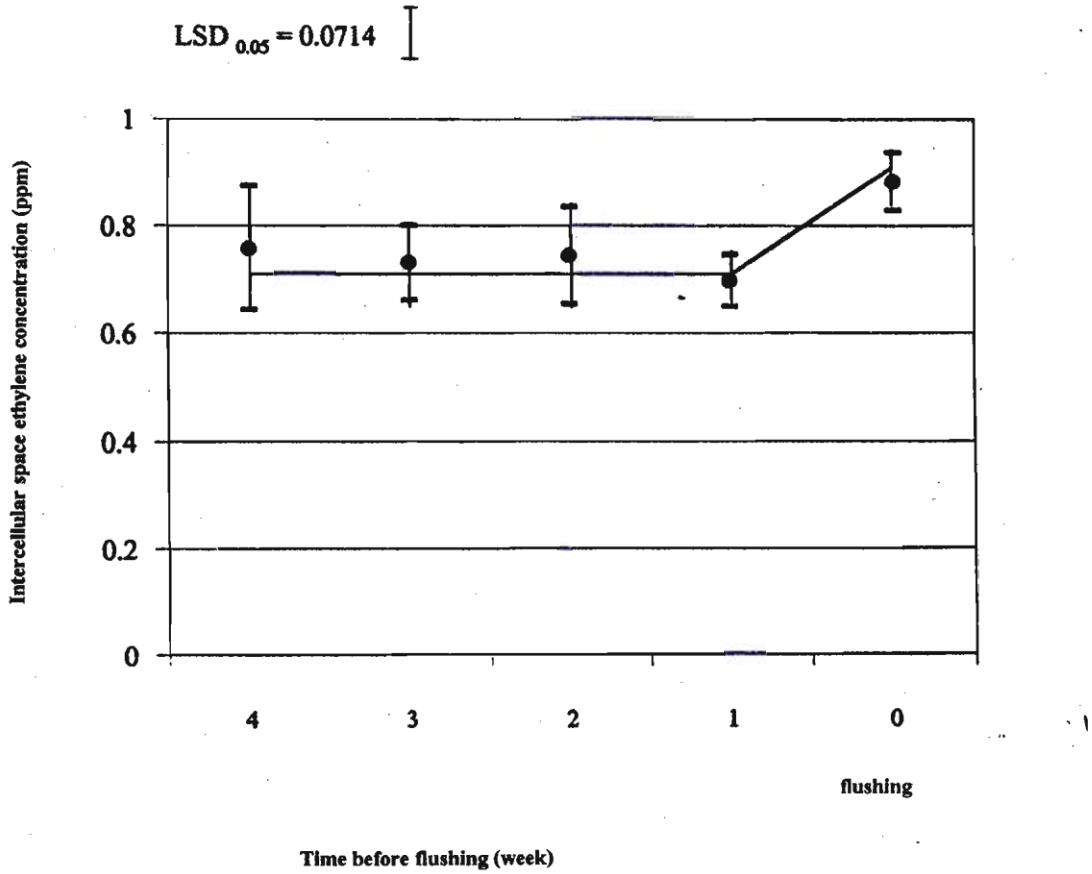


Figure 5 Ethylene concentration of marian plum cv. 'Toon Klaow' before flushing.

Remarks : Tested by LSD at $\alpha = 0.05$

CV. = 10.39 (untransform), 10 replications

treatment mean difference = 10% of overall means

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนในช่วงก่อนการออกดอก สำหรับงานทดลองไซโตไคนิน พบว่า จะมีปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินเพิ่มขึ้นก่อนการออกดอก (ดรุณี , 2539) เช่นเดียวกับงานทดลองของ Chen (1991) ซึ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงของไซโตไคนินก่อนการออกดอกและในระหว่างการเริ่มต้นการ differentiation ของตาดอกในลิ้นจี่พันธุ์ Heh Yeh พบว่า ระดับของไซโตไคนินภายในจะเพิ่มขึ้นในระหว่างการ differentiation ของตาดอก นอกจากนี้ คณพล (2532) ซึ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดมะม่วง พันธุ์เขียวเสวยในช่วงก่อนการออกดอก พบว่า ในยอดมะม่วงที่ออกดอกปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินมีมากในสัปดาห์ที่ 14 ก่อน การออกดอกและลดลงตามลำดับจนถึงสัปดาห์ ที่ 6 ก่อนการออกดอก นอกจากนี้ นพพร (2539) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลำไยพันธุ์ดอในช่วงก่อนการออกดอกและพบว่าปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินจะลดลงต่ำสุดในสัปดาห์ที่มีการออกดอก พีรเดช (2537) กล่าวว่าในไม้ผล หลายชนิดปริมาณจิบเบอเรลลินลดลงและ มีการสร้างเอทิลีนมากขึ้นในช่วงออกดอก ส่วน Chen (1990) รายงานการศึกษาความสมดุลย์ของฮอร์โมนใน xylem sap และในปลายยอด ของลิ้นจี่พบว่าในช่วงแตกใบอ่อน มีปริมาณไซโตไคนินน้อยกว่าในช่วงการสร้างตาดอก ในขณะที่จิบเบอเรลลิน มีปริมาณมากช่วงแตกใบอ่อนและปริมาณจะลดลงในช่วงสร้างตาดอก ส่วนในช่วงแตกใบอ่อน มีปริมาณ ABA (Abscissic Acid) ในปลายยอดน้อยกว่าในช่วงออกดอก แต่ปริมาณ IAA (Indole Acetic Acid) มีปริมาณใกล้เคียงกัน ทั้งในช่วงแตกใบอ่อนและออกดอก

จากผลการทดลองและรายงานต่างๆ เหล่านี้แสดงถึงรูปแบบของสมดุลย์ฮอร์โมนและธาตุอาหารที่อาจจะควบคุมการออกดอกและแตกใบอ่อนในไม้ผลต่างๆ รวมทั้งลิ้นจี่ และมะปราง แต่ก็ยังไม่แน่ใจว่าสมดุลย์นี้ ควบคุมการออกดอกได้จริงหรือไม่ ซึ่งจะต้องทำการศึกษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์. 2541. ตลาดส่งออกสำคัญของลิ้นจี่ไทย: ศูนย์สถิติการพาณิชย์ กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์, กรุงเทพฯ.

คณพล จุฑามณี. 2532. การเปลี่ยนแปลงระดับของสารคล้ายจิบเบอเรลลิน ในช่วงการเจริญทางกิ่งใบและการออกดอกของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 64 น.

ดรุณี นาพรหม. 2539. การเปลี่ยนแปลงปริมาณ สารคล้ายไซโตไคนินในช่วงก่อนออกดอก และแตกใบอ่อนของยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.91 น.

ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. 2539. มะปราง-มะยงชิด. สำนักพิมพ์มติชน. กรุงเทพฯ. 54 น.

ธนัท ธัญญาภา. 2538. หลักการทำสวนไม้ผล. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 118 น.

นพพร บุญปลอด. 2539. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลำไยพันธุ์ดอ ก่อนการออกดอก.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 62 น.

พีระเดช ทองอำไพ.2537. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน ในประเทศไทย. วิชัยการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 196 น.

โรจน์รวี ภิรมย์. 2539. การศึกษาวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินในยอดลำไยพันธุ์ดอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 138 น.

Bernier, G., J.M.Kinit and R.M.Sachs. 1985. The Physiology of Flowering. volume II. Transition to Reproductive Growth. CRC Press. Florida. 231 p.

Chen, W. S. 1990. Endogenous growth substances in xylem and shoot tip diffusate of lychee in relation to flowering. Hort. Science 25(3) : 314-315 .

Chen, W. S. 1991. Changes in cytokinins before during early flower bud differentiation in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) Plant Physiol. 96 : 1203-1206 .

Menzel, C. M. 1984. The pattern and control of reproductive development in lychee : A review . Scientia Horticulturae 22 : 333 – 345 .

Saltveit, Jr. M. E. 1982. Procedures for extracting and analyzing internal gas samples from plant tissues by gas chromatograph. HortScience 17(6) : 878-881 .

Subhadrabandhu, S. 1990. Lychee and Longan Cultivation in Thailand. Rumthai Publication. Bangkok. 40p.

วารสารเกษตร 15(1) : 57 - 64 (2542)
Journal of Agriculture 15(1) : 57 - 64 (1999)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน ในช่วงก่อนการแตกใบอ่อน ในยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยและมะปรางพันธุ์ทูลเกล้า

Changes in Gibberellin-like Substances in Stem Apex prior to Leaf Flushing of Lychee cv. Hong Huay and Marian Plum cv. Toon Klaow

กุลทินี ผิวนิล[1/] และ ธนัท ธัญญาภา[1/]
Kulthinee Phivnil [1/] and Thanart Thanyapar[1/]

Abstract : The study on changes in gibberellin-like substances in stem apexes prior to leaf flushing of lychee cv. Hong Huay and marian plum cv. Toon Klaow was performed during July 1997 to October 1998 at the Horticultural Department, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand. While marian plum cv. Toon Klaow (4-5 years old) and lychee cv. Hong Huay (20 years old) were studied at Suan Wang Nam Kang, Mae Wang district and Suan Song Sand, Doi Pui, Chiang Mai, Thailand, respectively. Completely Randomized Design with 9 replications was employed. The treatment was the number of week as 0, 1, 2, 3 and 4 prior to leaf flushing. It was found that the activity of gibberellin-like substances in marian plum and lychee were similar . The activity was low in the 4th week prior to leaf flushing and remained constant until the 1st week, and increased to the maximum level at the week of leaf flushing.

[1/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1/] Department of Horticultural , Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ : การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในช่วงก่อนการแตกใบอ่อนในยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยและมะปรางพันธุ์ทูลเกล้า ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540 ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2541 ณ ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่โดยใช้ต้นมะปรางอายุ 4-5 ปี ที่สวนวังน้ำค้าง อำเภอแม่วาง และใช้ต้นลิ้นจี่อายุ 20 ปี ที่สวนสองแสน ดอยปุย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 5 วิธีการ ทำ 9 ซ้ำ โดยใช้จำนวนสัปดาห์ก่อนการแตกใบอ่อนเป็นวิธีการ ได้แก่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าสารคล้ายจิบเบอเรลลิน ในยอดมะปรางและลิ้นจี่จะมีปริมาณต่ำ และคงที่ในสัปดาห์ที่ 4 – 1 ก่อนการแตกใบอ่อน จากนั้นจะเพิ่มสูงขึ้นในสัปดาห์ที่แตกใบอ่อน

บทนำ

ลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.) เป็นไม้ผลเขตกึ่งร้อนซึ่งปลูกมากในภาคเหนือของประเทศไทย ในปี 2537 มีพื้นที่ปลูกลิ้นจี่ ทั้งประเทศ 95,505 ไร่ โดยปลูกมากที่สุด ที่จังหวัดเชียงใหม่คิดเป็น ร้อยละ 41.66 ของพื้นที่ปลูกรวม และพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุด คือ พันธุ์ฮงฮวย มีพื้นที่ปลูกคิดเป็นร้อยละ68.02 ของพื้นที่ปลูกรวม (กรมส่งเสริมการเกษตร,2537) ลิ้นจี่เป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยมีปริมาณการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี ในปี 2540 ประเทศไทยส่งออกลิ้นจี่มีมูลค่าประมาณ 327.1 ล้านบาท ประเทศผู้นำเข้าที่สำคัญคือ ฮ่องกง 67.0% รอง ลงมาคือ มาเลเซีย 8.2% ประเทศไทย ส่งออกลิ้นจี่กระป๋องมีมูลค่าประมาณ 626.5 ล้านบาท ประเทศผู้นำเข้าที่สำคัญคือ มาเลเซีย 36.1% รองลงมาได้แก่ สิงคโปร์ 13.8% (กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2541)

มะปราง (*Bouea burmanica* Griff.) เป็นผลไม้เขตร้อน สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย ในเขตภาคเหนือมีการปลูกมะปรางกระจายอยู่ทั่วไปในจังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง ตาก สุโขทัย พิษณุโลก อุตรดิตถ์ และพิจิตร (ทวีศักดิ์, 2539) ในปี 2537 มีพื้นที่ปลูกมะปรางทั้งประเทศ 8,230 ไร่ ปลูกมากในเขตพื้นที่ภาคเหนือ 2,436 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร,2537)

การปลูกลิ้นจี่และมะปรางมีปัญหาสำคัญ คือ การออกดอกไม่สม่ำเสมอ บางปีไม่ออกดอกหรือออกดอกน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลิ้นจี่ และมะปรางจะออกดอกได้ดี เมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำและมีช่วงอุณหภูมิต่ำที่ยาวนาน (Chaitrakulsup, 1981) นอกจากนี้อาจมีสาเหตุจากอาหารสะสมในต้นไม่เพียงพอ หรืออายุของกิ่งและใบยังไม่พร้อม เช่นใบยังไม่แก่จัดขณะได้รับอากาศเย็น (พีรเดช,2537) Menzel and Simpson (1992) พบว่าการแตกใบอ่อนใน 4-6 สัปดาห์ก่อนการแทงช่อดอกจะทำให้การออกดอกลดลง

ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ในสายงานนี้เชื่อว่า ความสมดุลย์ของฮอร์โมนเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกระตุ้นให้เกิดตาดอก และฮอร์โมนที่น่าจะเกี่ยวข้อง ได้แก่ จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และ ไซโตไคนิน ในไม้ผลหลายชนิดพบว่าจะมี การออกดอกได้ เมื่อปริมาณจิบเบอเรลลินภายในต้นมีน้อยลงเนื่องจากจิบเบอเรลลินเป็นฮอร์โมน ที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดการเติบโตทางกิ่งใบ (พีรเดช, 2537)

การทดลองนี้ มุ่งที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณจิบเบอเรลลินในช่วงก่อนการแตกใบอ่อนในยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยและมะปรางพันธุ์ทูลเกล้า ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา สมดุลย์ของฮอร์โมนพืช หากทราบสมดุลของฮอร์โมนในช่วงก่อนการแตกใบอ่อน ซึ่งจะส่งผลต่อการออกดอกของพืช จะสามารถนำข้อมูลดังกล่าว มาใช้เปรียบเทียบกับสมดุลย์ของฮอร์โมนในช่วงออกดอกได้ หากพบสมดุลของฮอร์โมนเป็นปัจจัยสำคัญในการออกดอกจริง จำเป็นต้องศึกษาแนวทางการใช้ฮอร์โมน และการปฏิบัติดูแล เพื่อบังคับให้ลิ้นจี่และมะปราง มีสมดุลย์ของฮอร์โมนที่เหมาะสมกับการออกดอก ซึ่งอาจเป็นหนทางที่แก้ปัญหาการออกดอก ในลิ้นจี่และมะปรางได้

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำ 9 ซ้ำ โดยใช้จำนวนสัปดาห์ก่อนการแตกใบอ่อน 5 สัปดาห์ คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์เป็นวิธีการ โดยหนึ่งหน่วยการทดลอง คือ ต้นกล้าข้าว จำนวน 10 ต้น

วิธีการ (นพพร,2539)

1. **การเก็บตัวอย่าง** เริ่มเก็บตัวอย่างลิ้นจี่ วันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2540 และเก็บทุก ๆ 7 วัน เก็บตัวอย่างวันสุดท้าย วันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2541 และ เริ่มเก็บตัวอย่างมะปราง วันที่ 19 กรกฎาคม พ.ศ. 2540 และเก็บตัวอย่างทุก ๆ 7 วัน เก็บตัวอย่างวันสุดท้าย วันที่ 16 สิงหาคม พ.ศ. 2540 โดยตัดยอดลิ้นจี่และมะปรางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (วัดที่โคนกิ่ง) 0.3-0.4 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร (30 ยอดต่อหนึ่งหน่วยการทดลอง) ตัดใบทิ้งแล้วใส่ถุงพลาสติกแช่น้ำแข็งในกระติกน้ำแข็ง แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ –30 องศาเซลเซียส เพื่อสกัดต่อไป

2. **การสกัด** นำตัวอย่างแต่ละถุงมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นมูลิเน็กซ์ ชั่งน้ำหนักตัวอย่างสดให้ได้ 20.0000 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียด แล้วนำมาใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม methanol 95%(lab grade) ปริมาตร 40 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายให้ผสมกัน แล้วนำไปแช่เย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง จากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์1 แล้วนำกากไปสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง นำสารละลายที่กรองได้มารวมกันแล้วนำไประเหย ด้วยเครื่องระเหยความดันต่ำ (rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสจนแห้งติดก้นขวด แล้วจึงละลายส่วนที่แห้งด้วย 0.5 M sodium phosphate buffer pH 8.0 ปริมาตร 15 มิลลิลิตร

3. **การแยกส่วนนำสารละลาย**ในข้อ 2 มาแยกส่วนด้วยกรวยแยก (separatory funnel) โดยใช้ ethyl acetate 100% (AR grade) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายให้เข้ากันแล้ว ตั้งทิ้งไว้จนสารละลายแยกชั้น แยกเอาส่วนบน (ethyl acetate) เก็บไว้นำชั้นล่างซึ่งเป็น สารละลายบัฟเฟอร์ มาปรับ pH ให้เป็น 2.0-2.5 ด้วย HCl เข้มข้น 6 N แล้วนำไปแยกส่วนด้วย ethyl acetate ปริมาตร 20 มิลลิลิตร อีก 4 ครั้ง จากนั้นนำสารละลาย ethyl acetate ที่ได้ทั้ง 5 ครั้ง มารวมกันแล้วนำไประเหยให้แห้งด้วยเครื่องระเหย ความดันต่ำที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จนแห้งติดก้นขวด แล้วละลายส่วนที่แห้งด้วย methanol 95% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร โดยใช้ volumetric pipet แล้วจึงนำสารละลายที่ได้ไป ทำให้บริสุทธิ์ต่อไป

4. การทำให้บริสุทธิ์

4.1 ใช้วิธีเปเปอร์โครมาโตกราฟฟี เริ่มจากเตรียมแผ่น chromatogram โดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ขนาด 9x28 เซนติเมตร ขีดเส้นกำหนดจุดเริ่มต้นที่จะ strip สาร โดยขีดด้วยดินสอดำห่างจากขอบล่าง 2 เซนติเมตร และจุดสุดท้ายที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ไปถึง (16.5 เซนติเมตร วัดจากจุดที่จะ strip สาร) นำสารละลายจากข้อ 3 มา strip ลงบนแผ่น chromatogram โดยใช้ตัวอย่างแผ่นละ 40 µl (ซึ่งเทียบเท่าตัวอย่างสด 0.8 กรัม)

4.2 หลังจากทิ้งให้แถบสารแห้งแล้ว จึงนำแผ่น chromatogram ไปแช่ใน chamber ที่มีตัวทำละลาย isopropanol 99.7%(AR grade) : NH_4OH 25%(AR grade) : น้ำกลั่น (10:1:1 โดยปริมาตร) โดยให้แถบสารอยู่เหนือตัว ทำละลายทิ้งไว้จนตัวทำละลายเคลื่อนที่ไปจนถึง ระยะ 16.5 เซนติเมตร วัดจากรอย strip สารใช้ เวลาประมาณ 6-7 ชั่วโมง แล้วนำไปผึ่งให้แห้ง

4.3 หลังจากแห้งแล้วแบ่งแผ่นโครมาโตแกรมเป็น R_f 0.1-1.0 โดยส่วนที่อยู่ใต้แถบสารเป็น control (R_f 0.0) ส่วน R_f 0.1-1.0 คือส่วนที่อยู่เหนือแถบสารจนถึง solvent front ให้แบ่งเป็น 10 ส่วนเท่า ๆ กัน ตัดแผ่น chromatogram เฉพาะ R_f 0.3-0.8 ใส่ในกล่องพลาสติกขนาด 6x4x3.5 เซนติเมตร ซึ่งมีสารละลาย 0.01 M potassium phosphate buffer pH 5.0 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

5. การทำ Rice Secondary Leaf Sheath Bioassay

5.1 นำเมล็ดข้าวพันธุ์แพร่ 1 แช่ในสาร ละลาย sodium hypochlorite (5.25%):น้ำ (1:10 โดยปริมาตร) เป็นเวลา 15 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง แล้วนำไปเพาะในที่มืดที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

5.2 การบ่ม คัดเมล็ดข้าวที่มี coleoptile ยาวประมาณ 5 มิลลิเมตร วางลงในกล่องพลาสติกในข้อ 4.3 กล่องละ 10 ต้น ปิดฝากล่องแล้วปิดด้วยเทปกาว นำไปไว้ในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อมที่มีแสงจากหลอด fluorescent ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

การบันทึกผลการทดลอง

1. วัดความยาวของ secondary leaf sheath เมื่ออายุได้ 7 วันหลังจากบ่ม
2. เทียบหาปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน จากกราฟมาตรฐานมีหน่วยเป็น mg GA_3(Kyowa) equivalent / g f. wt. วิเคราะห์ผลการทดลองด้วยโปรแกรม Statistix 3.5 ของ NH analytical software โดยวิเคราะห์ test of AOV Assumption, AOV, CV และ LSD

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในช่วงก่อนการแตกใบอ่อนของยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย และมะปรางพันธุ์ทูลเกล้า พบว่าปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน จะมีปริมาณต่ำในสัปดาห์ที่ 4–1 ก่อนการแตกใบอ่อน และปริมาณจะเพิ่มสูงขึ้น ในสัปดาห์ที่ 0 เมื่อแตกใบอ่อน (ภาพที่1-2) ผลการทดลองนี้ คล้ายกับการทดลองของคณพล (2532) ซึ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย พบว่าปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินจะเพิ่มขึ้นมากที่สุด ตรงระยะที่มะม่วงแตกใบอ่อน ในขณะที่ Chen (1987) ศึกษา

ปริมาณฮอร์โมน ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของยอด และการพัฒนาของตาดอกในมะม่วงพันธุ์ Irwin ก็พบว่าปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินจะสูงที่สุดในช่วงแตกใบอ่อน ส่วนการศึกษาในลิ้นจี่พบว่าปริมาณฮอร์โมนใน xylem sap ของลิ้นจี่พันธุ์ Heh yeh มีปริมาณจิบเบอเรลลินสูงที่สุด ในช่วงแตกใบอ่อน (Chen,1990)

จากรายงานดังกล่าวอาจสรุปได้ว่าในลิ้นจี่ มะปราง และมะม่วง มีรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินที่คล้ายคลึงกัน คือ ปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินจะสูงที่สุดในสัปดาห์ที่มีการแตกใบอ่อน พีรเดช (2537) กล่าวว่าพืชหลายชนิด จะมีการออกดอกก็ต่อเมื่อปริมาณจิบเบอเรลลินภายในต้นมีน้อยลง เนื่องจากจิบเบอเรลลินเป็นฮอร์โมนที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ นอกจากปริมาณจิบเบอเรลลิน จะลดลงแล้ว ยังพบว่าพืชหลายชนิดจะมีปริมาณเอทิลีนสูงขึ้นด้วย และ Chen (1990) รายงานว่าในช่วง 30 วันก่อนการสร้างตาดอก ช่วงที่มีการสร้างตาดอก และช่วงการออกดอก จะมีปริมาณไซโตไคนินมากกว่าในช่วงการแตกใบอ่อน และช่วงการพักตัวของตา และปริมาณ ABA จะสูงในช่วง 30 วันก่อนการสร้างตาดอก ช่วงการสร้างตาดอก และช่วงการออกดอก จะเห็นได้ว่าการออกดอกอาจถูกควบคุมโดยสมดุลย์ของฮอร์โมนหลายชนิด ดังนั้นนอกจากการศึกษาปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินแล้ว จึงควรมีการศึกษาฮอร์โมนอื่น ๆ ควบคู่ไปด้วย เพื่อพิสูจน์รูปแบบของสมดุลย์ฮอร์โมนที่ควบคุมการออกดอกและการแตกใบอ่อน นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต (TNC) ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่น่า สนใจ และควรมีการศึกษาควบคู่กันไปกับการศึกษาด้านฮอร์โมน โดยในลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยพบว่าปริมาณ TNC ในใบและในกิ่งจะเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนการออกดอก หรือแตกใบอ่อน (Chaitrakulsup, 1981) เช่นเดียวกันกับในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้พบว่าปริมาณ TNC ในใบและในกิ่งก็มีปริมาณเพิ่มขึ้น ในช่วงก่อนการออกดอก (ศิริชัย,2524)

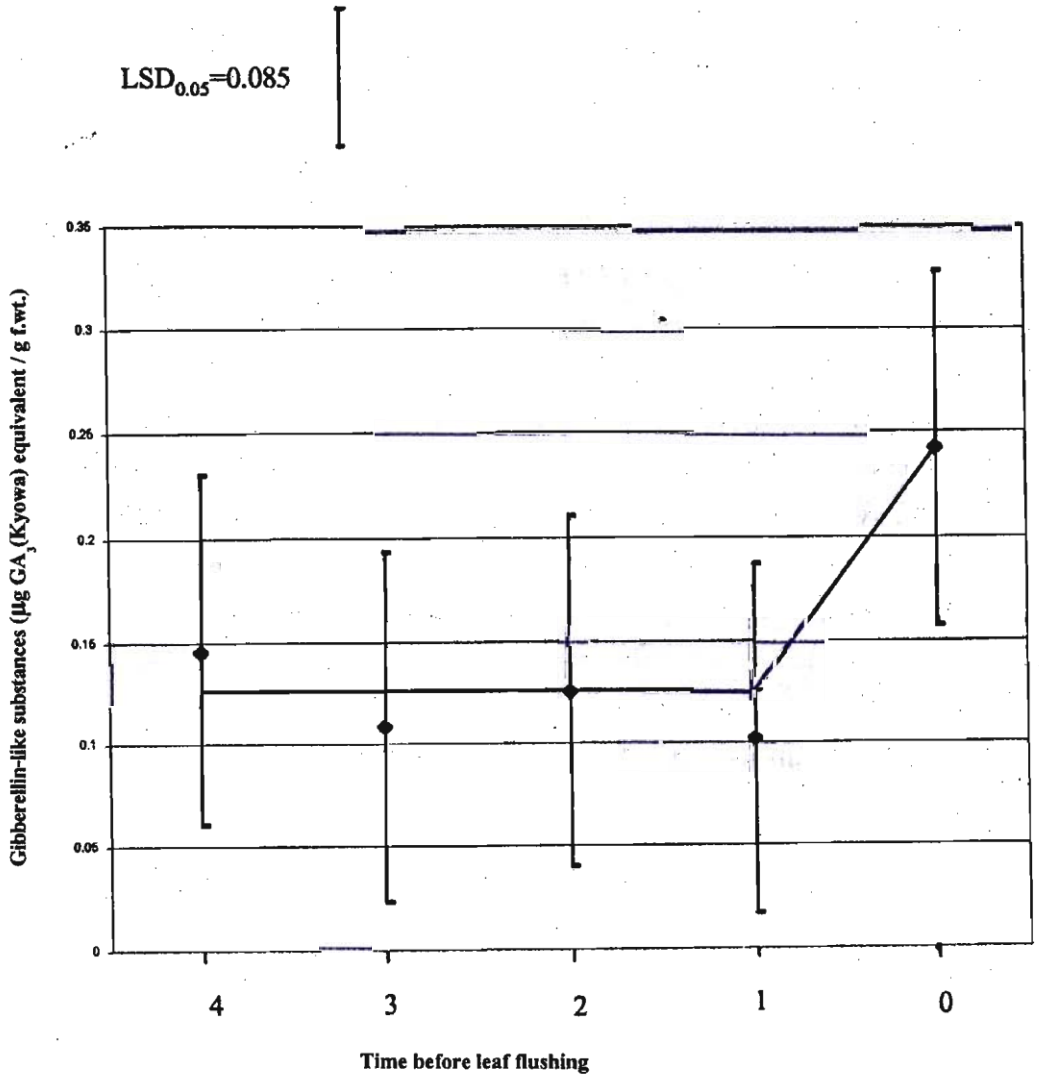


Figure 1 **Gibberellin-like substances in stum apex prior to leaf flushing of lychee cv. Hong Huay (1 experimental unit = 10 rice seedlings cv. Phrae 1).**

Note : Statistical analysis at LSD 95 %, CV=61.78 % (untransformed), CV=3.27%(transform with log (x+2)+1), study with 11 replications, treatment mean difference=4% overall mean

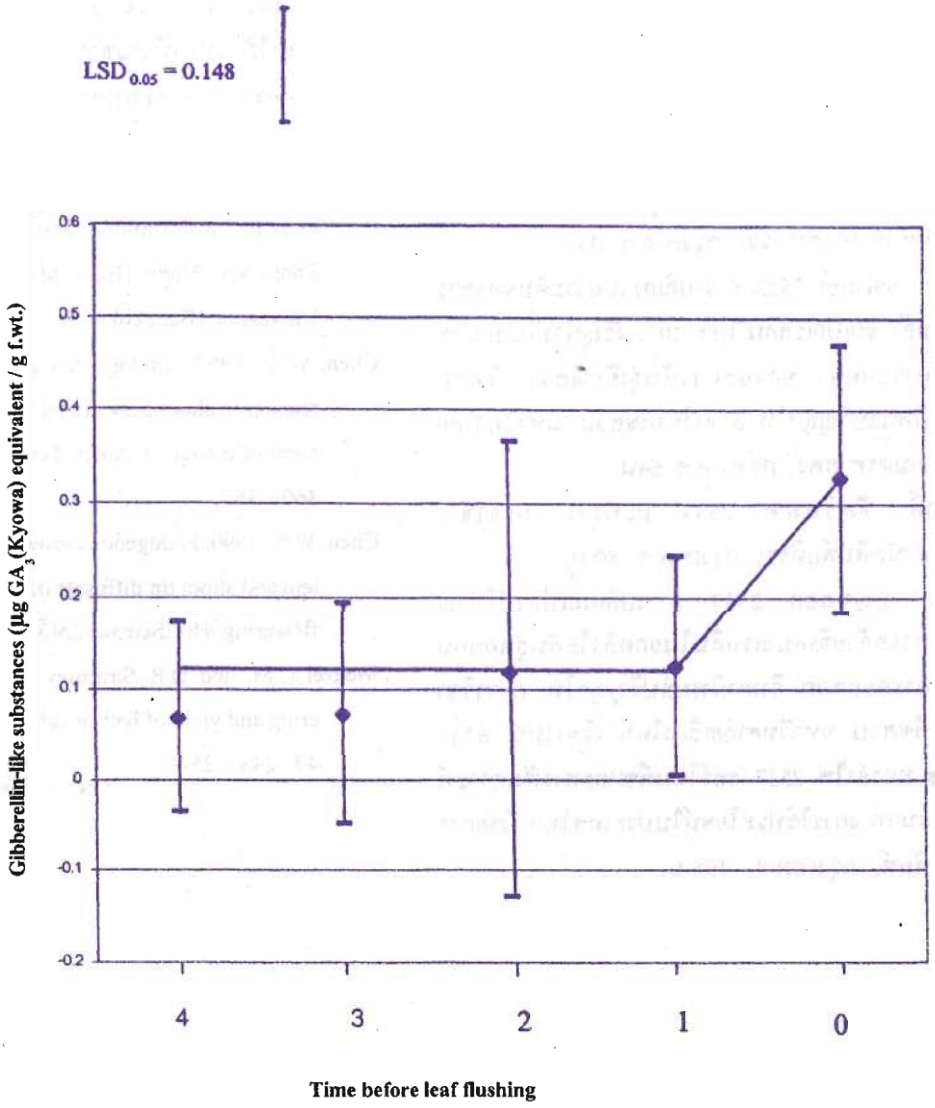


Figure 2 Gibberellin-like substances in stem apex prior to leaf flushing of marian plum cv. Toon Klaow (1 experimental unit = 10 rice seedlings cv. Phrae 1).

Note : Statistical analysis at LSD 95 %, CV=78.29% (untransformed), CV=3.95%(transform with log (x+2)+1), study with 11 replications, treatment mean difference=4% overall mean

เอกสารอ้างอิง

กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์. 2541. ตลาดส่งออกสำคัญของลิ้นจี่ไทย. ศูนย์สถิติการพาณิชย์ กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์, กรุงเทพ ฯ.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2540. สถิติการปลูกไม้ผลไทย – ไม้ยืนต้นปี 2537. ฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพ ฯ. 379 น.

คณพล จุฑามณี. 2532. การเปลี่ยนแปลงระดับของสารคล้ายจิบเบอเรลลิน ในช่วงการเจริญทางกิ่งใบ และการออกดอกของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ. 64น.

ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. 2539. มะปราง – มะยงชิด. สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพ ฯ. 80 น.

นพพร บุญปลอด. 2539. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลำไยพันธุ์ดอก่อนการออกดอก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 62 น.

พีรเดช ทองอำไพ. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. วิชัยการพิมพ์, กรุงเทพ ฯ. 196 น.

ศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2524. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรท และไนโตรเจนในใบและกิ่งยอด ที่มีอิทธิพลต่อการออกดอกของมะม่วง (*Mangifera indica* L.) พันธุ์น้ำดอกไม้.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 69 น.

Chaitrakulsup, T. 1981. Seasonal Changes in Total Nitrogen and Total Nonstructural Carbohydrate in Leaves and Terminal Shoot of *Litchi chinensis* Sonn. var. Hong Huay. M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok. 72 p.

Chen, W.S. 1987. Endogenous growth substances in relation to shoot growth and flower bud development of mango. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(2): 360 – 363.

Chen, W.S. 1990. Endogenous growth substances in xylem and shoot tip diffusate of lychee in relation to flowering. HortScience 25(3) : 314 – 315.

Menzel, C.M. and D.R. Simpson. 1992. Growth, flowering and yield of lychee cultivars. Scientia Hort. 49 : 243 – 254.

วารสารเกษตร 15(1) : 65 - 70 (2542)
Journal of Agriculture 15(1) : 65 - 70 (1999)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน ในช่วงก่อนการออกดอกของยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย

Changes in Gibberellin-like Substance in Stem Apex pior to Flowering of Lychee cv. Hong Huay

วรรณวรางค์ พัฒนะโพธิ์ [1/] และ ธนัท ธัญญาภา [1/]
Wanwarang Patthnapo [1/] and Thanart Thanyapa [1/]

Abstract : Changes in gibberellin-like substances prior to flowering in stem apexes of 20 years old lychee tree cv. Hong Huay were studied from December 1997 to October 1998.Stem apexes were taken from Suan Song Sand , Doi Pui, Chiang Mai , Thailand. Completely Randomized Design with 10 replications was employed , while the treatment was the number of weeks prior to flowering i.e. 0 , 1 , 2 , 3 and 4. It was found that activities of gibberellin-like substances were high in the 4th and the 3rd week prior to flowering .The activities decreased in the 2nd week by which flower initiation was found by microtome section. It decreased from the 1st week to minimum level at the week of flowering.

บทคัดย่อ : การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยก่อนการออกดอก ใช้ต้นลิ้นจี่อายุ 20 ปี ณ สวนสองแสน ดอยปุย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ เก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2541 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 5 วิธีการ โดยใช้จำนวนสัปดาห์ก่อนการออกดอกเป็นวิธีการ ได้แก่ 0 , 1 , 2 , 3 และ 4 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า สารคล้ายจิบเบอเรลลินจะมีปริมาณสูงในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 ก่อนการออกดอก และมีปริมาณลดลงในสัปดาห์ที่ 2 ซึ่งเป็นสัปดาห์ที่เริ่มเกิด flower initiation เมื่อตรวจสอบด้วย microtome section หลังจากนั้นจะมีปริมาณลดลงจากสัปดาห์ที่ 1 จนลดลงต่ำสุดเมื่อสัปดาห์ที่ออกดอก

[1/] ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200

[1/] Department of Horticulture , Facuty of Agriculture, Chiang Mai University, Chaing Mai 50200, Thailand.

บทนำ

ลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.) มีแหล่งกำเนิดในประเทศจีน เป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย (Subhadrabandhu,1990) ลิ้นจี่ปลูกมากในภาคเหนือของประเทศไทยและเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดเชียงใหม่ อำเภอที่ปลูกลิ้นจี่มากได้แก่ อำเภอฝาง ไชยปราการ แม่อาย เชียงดาว พร้าว แม่แตง สะเมิง พันธุ์ที่นิยมปลูก คือ ฮงฮวย โอวเฮียะ กิมเจ็ง และจักรพรรดิ์ การส่งออกลิ้นจี่สดในปี 2538 มีปริมาณ 3,257 เมตริกตัน คิดเป็นมูลค่า 118.5 ล้านบาท(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2539)

ปัญหาสำคัญในการผลิตลิ้นจี่ คือ การออกดอกไม่สม่ำเสมอ บางปีไม่ออกดอก หรือออกดอกน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในช่วงก่อนการออกดอกในบางปีมีอากาศหนาวเย็นไม่พอ หรือมีช่วงอากาศหนาวสั้น (Chaitrakulsup,1981)ลิ้นจี่ต้องการอุณหภูมิต่ำเพื่อทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนภายในพืชและทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ มีผลกระตุ้นการออกดอกได้ (พีรเดช,2537)

แต่เดิมเคยมีความเชื่อว่าการออกดอกของพืชถูกควบคุมด้วยสารชนิดหนึ่งซึ่งเรียกว่า ฟลอริเจน(Florigen) แต่จนกระทั่งทุกวันนี้ยังไม่มีผู้ใดสกัดสารฟลอริเจนได้เลย อย่างไรก็ตาม ฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นมีส่วนอย่างมากในการออกดอก นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ในสายงานนี้เชื่อว่าความสมดุลย์ของฮอร์โมนเป็นปัจจัยที่กระตุ้นให้เกิดการออกดอก และฮอร์โมนที่น่าจะเกี่ยวข้องได้แก่ จิบเบอเรลลิน เอทธิลีน และไซโตไคนิน แต่ก็ยังไม่มีใครทราบว่าสมดุลย์ของฮอร์โมนนั้นเป็นอย่างไร

การทดลองนี้มุ่งหวังที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาสมดุลย์ของฮอร์โมนก่อนการออกดอกของลิ้นจี่ในประเทศไทย หากทราบว่าสมดุลย์ของฮอร์โมนเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการออกดอกของลิ้นจี่จริง ก็จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการใช้ฮอร์โมนและการดูแลต้นลิ้นจี่เพื่อให้ออกดอกได้สม่ำเสมอต่อไป

วิธีการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำ 10 ซ้ำ มี 5 วิธีการ คือ จำนวนสัปดาห์ก่อนการออกดอก (Flower initiation) ตรวจสอบด้วยวิธี Microtome section ได้แก่ 0 , 1 , 2 , 3 และ 4 สัปดาห์ก่อนการออกดอก โดยมี 1 หน่วยการทดลอง คือ ต้นกล้าข้าว 7 ต้น

โดยทำการวิจัยเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. การเก็บตัวอย่าง (Sample preparation) เก็บตัวอย่างโดยตัดยอดลิ้นจี่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 0.5 ซม (วัดที่โคนกิ่ง) ยาว 10 ซม จำนวน 30 ยอดต่อ 1 หน่วยการทดลอง ตัดใบทิ้งแล้วใส่ถุงพลาสติกมัดปากถุงแล้วแช่น้ำแข็ง จากนั้นเดินทางประมาณครึ่งชั่วโมงเพื่อนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ –30 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาสกัด
2. การสกัด (Extraction) นำยอดลิ้นจี่ 30 ยอดมาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น แล้วนำมา ชั่งน้ำหนัก โดยใช้เครื่องชั่ง

ละเอียดให้ได้ น้ำหนัก ประมาณ 20 กรัม แล้วนำมาใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มล เติม Methanol 95% (lab. grade) 40 มล ปิดปาก Flask โดยใช้ถุงพลาสติกแล้วรัดด้วยหนังยาง เขย่าให้ผสมกัน แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง จากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 แล้วนำกากไปสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง นำสารละลายที่กรองได้มารวมกันจะได้สารละลาย ประมาณ 90 มล แล้วนำไปประเหยให้แห้ง ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องระเหยความดันต่ำ (Vacuum rotary evaporator) ในสภาพสุญญากาศที่ 600 mmHg แล้วจึงละลายส่วนที่แห้ง ด้วย 0.5 M Sodium phosphate buffer pH 8.0 ปริมาตร 15 มล แล้วนำแยกส่วนต่อไป

3. การแยกส่วน (Partition) นำสารละลายในข้อ 2 มาแยกส่วนด้วยกรวยแยก (Separatory funnel) โดยใช้ Ethyl acetate 100% (AR grade) ปริมาตร 20 มล เขย่าสารละลายให้เข้ากัน ประมาณ 10 ครั้ง แล้วตั้งทิ้งไว้จนสารละลายแยกชั้น แยกเอาส่วนบน (Ethyl acetate) เก็บไว้ นำชั้นล่าง (ซึ่งเป็นสารละลายบัฟเฟอร์) มาปรับ pH ให้เท่ากับ 2.0 – 2.5 ด้วย HCl เข้มข้น 6 N แล้วนำไปแยกส่วน ด้วย Ethyl acetate ปริมาตร 20 มล ซ้ำอีก 4 ครั้ง จากนั้นนำสารละลาย Ethyl acetate ที่ได้ทั้ง 5 ครั้ง มารวมกัน แล้วนำไประเหยให้แห้งด้วยเครื่องระเหยความดันต่ำในสภาพสุญญากาศที่ 600 mmHg ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จนแห้งติดก้นขวดแล้วละลายส่วนที่แห้งด้วย Methanol 95% (lab grade) ปริมาตร 1 มล โดยใช้ Volumetric pipete นำสารละลายที่ได้ไปทำให้บริสุทธิ์ ต่อไป

4. การทำให้บริสุทธิ์ (Purification)

4.1 ใช้วิธีเปเปอร์โครมาโตกราฟฟี เตรียมแผ่นโครมาโตแกรม โดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ขนาด 9 x 28 ซม มาขีดเส้นกำหนดจุดเริ่มต้นที่จะ Strip สารละลาย โดยขีดด้วยดินสอดำ ห่างจากขอบล่าง 2 ซม และจุดสุดท้ายที่สารละลายเคลื่อนที่ไปถึง (16.5 ซม วัดจากจุดที่ Strip) แล้วใช้หลอดแก้ว Capillary ดูดสารละลายจากข้อ 3 มา Strip เป็นแนวยาวลงบนแผ่นโครมาโตแกรมโดยใช้ตัวอย่างแผ่นละ 100 ml (ซึ่งเทียบเท่าตัวอย่าง 2.0 กรัมสด) แล้วทิ้งไว้ให้แถบสารแห้ง

4.2 นำแผ่นโครมาโตแกรมแช่ในตัวทำละลายที่มีส่วนผสมของ Isopropanol 99.7% (AR grade) : NH_4OH 25% (AR grade) : น้ำกลั่น (10:1:1 โดยปริมาตร) ใน Developing chamber ขนาด 20 x 60 x 40 ซม โดยให้แถบสารอยู่เหนือสารละลาย ทิ้งไว้จนสารละลายเคลื่อนที่ไปจนถึงระยะ 16.5 ซม (ใช้เวลาประมาณ 6 – 7 ชั่วโมง) ให้นำออกจาก Developing chamber แล้วผึ่งให้แห้ง

4.3 แบ่งแผ่นโครมาโตแกรม เป็น R_f 0.1 – 1.0 โดยแบ่งเป็น 10 ส่วนเท่าๆกัน เอาเฉพาะ R_f 0.3-0.8 ซึ่งเป็น R_f ที่พบ Activity ของจิบเบอเรลลินในยอดลิ้นจี่มาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ในขวดแก้วขนาด 20 มล ที่มีอะซิโตน 50% (v/v) ปริมาตร 10 มล เพื่อละลายสารที่อยู่ในกระดาษโครมาโตแกรม นำไปใช้ในขั้นตอนการทำ Rice Micro-drop Bioassay (RMB) ต่อไป

5. การทำ Rice Micro-drop Bioassay (RMB)ใช้ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี2 มาแช่ในสารละลายผสมระหว่าง Uniconazole (lab grade) กับ Prohexadione calcium (lab grade) ความเข้มข้น 2.33×10^5 สตล และ 1×10^2 สตล (ในอัตราส่วน 1:1) ตามลำดับ เก็บไว้ในที่มืดอุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวมาแช่ในสารละลาย Chlorox 5% เป็นเวลา 15 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่ Autoclave แล้ว 5 ครั้ง (ทำในสภาพปลอดเชื้อ) แล้วนำเมล็ดมาเพาะในน้ำกลั่นที่ Autoclave แล้วภายใต้สภาพเดิมเป็นเวลา 2 วัน (ให้ Coleoptile ยาวประมาณ 2 มล) นำไปเพาะในอาหารวุ้น 0.8%(w/v) ในหลอดทดลอง หลอดละ 7 ต้น แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม (Growth chamber) อุณหภูมิ 28 ± 2 องศา-เซลเซียส ภายใต้แสงจากหลอด Fluorescent ความเข้มแสง 5,000 lux เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จึงนำมาหยดสารละลายที่ได้จากข้อ 4.3 บริเวณระหว่าง Coleoptile กับ First leaf ของต้นกล้า ปริมาตร 1 ml โดยใช้ Microsyringe แล้วนำไปไว้ในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม สภาพแวดล้อมเหมือนเดิมเป็นเวลา 3 วัน จึงนำมาวัดผล

การบันทึกผลการทดลอง

1. วัดความยาว Secondary leaf sheath นับจากวันเริ่มหยดสารละลายตัวอย่าง ที่สกัดได้จากข้อ 4.3
2. เทียบหาปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินจากกราฟมาตรฐาน มีหน่วยเป็น mg GA_3 (Kyowa) equi. /g f.wt.
3. วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม Statistix Version 3.5 ของ NH analytical software โดยการวิเคราะห์ Test of AOV assumption , AOV , Polynomial contrast , LSD
4. ตรวจสอบ Flower initiation โดยการทำ Microtome section

ผลการทดลอง

พบว่าจะมีปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินสูงในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งจะเท่ากับสัปดาห์ ที่ 3 ก่อนการออกดอก และมีปริมาณลดลงในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอก จากนั้นจะลดลงในสัปดาห์ที่ 1 ก่อนการออกดอกจนถึงสัปดาห์ที่ออกดอก และผลการทำ Microtome section พบว่า สัปดาห์ที่ 4 ก่อนการออกดอกบริเวณ Apical meristem (ap) จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อถึงสัปดาห์ที่ 3 ก่อนการออกดอกบริเวณ Apical meristem จะเริ่มขยายออก และในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอกซึ่งเป็นช่วงที่พบ Flower initiation โดยตรวจพบ 10% ส่วนในสัปดาห์ที่ 1 และสัปดาห์ที่ออกดอกนั้นจะตรวจพบ Flower initiation 20% และ 40% ตามลำดับ (ภาพที่ 1)

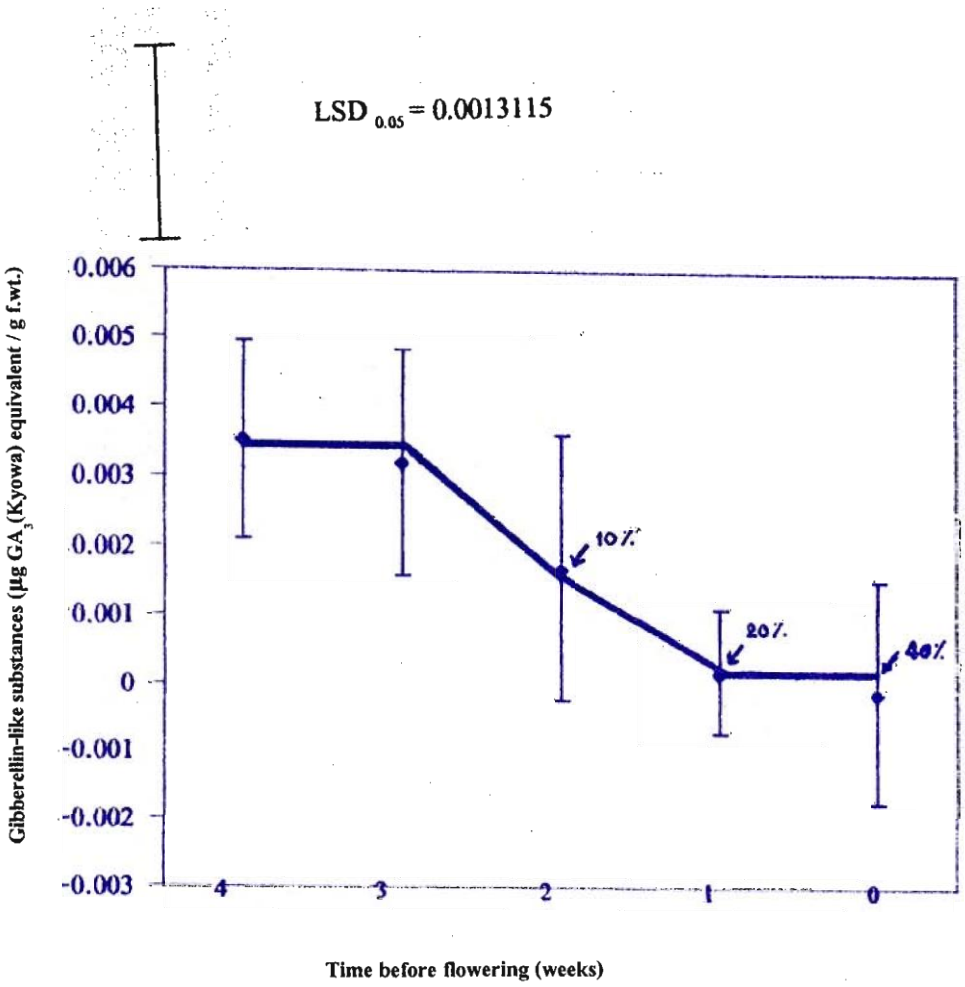


Figure 1 Amount of gibberellin-like substances of Rychee cv. Hong Huay.

Remarks : Means different separated by LSD at P<0.05, C.V.= 90.47% (untransformed) and C.V.= 3.75%(transformed by log (s+1)*10), 10 replications, treatment mean difference = 4% of overal mean, = flower initiation

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยก่อนการออกดอก พบว่า สารคล้ายจิบเบอเรลลินจะมีปริมาณสูงในสัปดาห์ที่ 4 และ 3 ก่อนการออกดอก และมีปริมาณลดลงในสัปดาห์ที่ 2 ซึ่งเป็นสัปดาห์ที่เริ่มเกิด Flower initiation เมื่อตรวจสอบด้วย Microtome section หลังจากนั้นปริมาณจะลดลงต่อไปอีกในสัปดาห์ที่ 1 ก่อนการออกดอกจนถึงสัปดาห์ที่ออกดอก (เมื่อมองเห็นด้วยตาเปล่า) ผลการทดลองครั้งนี้คล้ายกับการทดลองของสุวลี (2540) พบว่ามีปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินมากในสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการแทงช่อดอก แล้วปริมาณจะลดลงในสัปดาห์ที่ 3 และคงที่ไปจนถึงสัปดาห์ที่ 2 ในขณะที่ปริมาณจะลดลงอีกครั้งจนไม่

สามารถวัดได้ในสัปดาห์ที่ 1 และ 0 ก่อนแทงช่อดอก นอกจากนี้นพพร (2539) ได้รายงานว่าปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินมีปริมาณสูงในสัปดาห์ที่ 6 ก่อนการออกดอก และจะคงที่ไปจนถึงสัปดาห์ที่ 3 ก่อนการออกดอก จากนั้นปริมาณจะลดลงต่ำสุดในสัปดาห์ที่มีการออกดอก ส่วนการศึกษาของ Chen (1990) พบว่าปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินจะเริ่มลดลงตามลำดับตั้งแต่ช่วงการพักตัวของตา ช่วง 30 วันก่อนการสร้างตาดอก ช่วงการสร้างตาดอก และช่วงดอกบาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในยอดมะม่วงที่ Chen (1987) ได้ศึกษาไว้ พบว่า ปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรล-ลินในระยะที่เกิดตาดอก และช่วงที่ดอกบานเต็มที่จะอยู่ในระดับต่ำ

เอกสารอ้างอิง

คณพล จุฑามณี. 2532. การเปลี่ยนแปลงระดับของสารคล้ายจิบเบอเรลลินในช่วงการเจริญทางกิ่งใบ และการออกดอกของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 64 น.

นพพร บุญปลอด.2539.การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลำไยพันธุ์ดอก่อนการออกดอก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , เชียงใหม่. 62 น.

พีรเดช ทองอำไพ.2537.ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย . วิชัยการพิมพ์ , กรุงเทพฯ. 196 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2539. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2539/40. ศูนย์สถิติการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร. 272 น.

สุวลี แสงอริยนันท์. 2540. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยก่อนการออกดอก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , เชียงใหม่. 81 น.

Chaitrakulsup.T. 1981. Seasonal Changes in Total Nitrogen and Total Nonstructural Content in Leaves and Terminal Shoot of *Litchi chinensis* Sonn. var. Hong Huay. M.S. Thesis , Kasetsart University, Bangkok.72 p.

Subhadrabandhu, S. 1990. Lychee and Longan Cultivation in Thailand. Rumthai Publication, Bangkok. 40 p.

วารสารเกษตร 15(1) : 71 - 83 (2542)
Journal of Agriculture 15(1) : 71 - 83 (1999)

สมรรถนะความสมบูรณ์พันธุ์และการให้ผลผลิตของโคพันธุ์โฮลสไตน์ ที่นำเข้าจากประเทศแคนาดา

Reproduction and Production Performances of Imported Holstein Cows from Canada

พัชรินทร์ สนธิไพโรจน์[1/] สหัทยา ทรัพย์รอด[1/] และ ประภาส มหินชัย[1/]
Patcharin Sondhipiroj[1/] Sahattaya Subrod[1/] and Prapas Mahinchai[1/]

Abstract : Total of 4,213 records of 103 imported Holstein cows from Canada, extending over a period of 8 years (1990-1997) were collected from the herd maintained at Chiang Mai Livestock Research and Breeding Center. The overall average age at first calving, birth weight, services per conception, gestation period, days open and calving interval were 852.62±110.88 days, 37.47±5.89 kg, 2.75±1.96, 279.68±5.35 days, 201.11±124.26 days and 479.35±126.52 days, respectively. The overall total milk yield, 100-d milk yield, 305-d milk yield, mature equivalent 305-d milk yield (ME milk) and 305-d 4% FCM were 7,074.59±2,073.23, 2,651.79±465.09, 6,549.56±1,287.46, 7,360.34±1,365.18 and 6,221.01±1,177.25 kg, respectively. The lactation length was averaged 348.72±85.85 days. Percentage of milk fat and milk protein were 2.98±0.49 and 3.19±0.21. Fat yield and protein yield were 214.27±103.05 and 228.32±73.11 kg. The lactation number was significantly (P<0.01) effected on services per conception, dry period, total milk yield, 100-d milk yield, 305-d milk yield, milk fat, milk protein and protein yield. Moreover, ME milk and 305-d 4% FCM milk yield were significantly influenced (P<0.05) by lactation number. The effect of calving season on calving interval, days open and 100-d milk yield was found to be significant (P<0.01). The services per conception was also significantly influenced (P<0.05) by season of calving. The effect of age at first calving on calving interval and milk fat was significant (P<0.05). The dry period was also significantly influenced (P<0.01) by age at first calving.

[1/] ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ 50120

[1/] Chiang Mai Livestock Research and Breeding Center, Chiang Mai 50120, Thailand.

บทคัดย่อ : ศึกษาโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ นำเข้าจากประเทศแคนาดา จำนวน 103 ตัว 4,213 ข้อมูล เลี้ยงที่ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ เชียงใหม่ ระหว่างปี 2533-2540 พบว่า อายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก, น้ำหนักแรกเกิด, จำนวนครั้งต่อการผสมติด, ระยะอุ้มท้อง, ระยะท้องว่าง และ ระยะห่างการให้ลูก เฉลี่ยเท่ากับ 852.62±110.88 วัน, 37.47±5.89 กิโลกรัม, 2.75±1.96 ครั้ง, 279.68±5.35 วัน, 201.11±124.26 วัน และ 479.35±126.52 วัน ตามลำดับ ปริมาณน้ำนมรวม, ปริมาณน้ำนม 100 วัน, ปริมาณน้ำนม 305 วัน, ปริมาณน้ำนมปรับ 305 วัน เมื่ออายุโตเต็มวัย และปริมาณน้ำนมปรับไขมัน 4% FCM 305 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 7,074.59±2,073.23, 2,651.79±465.09, 6,549.56±1,287.46, 7,360.34±1,365.18 และ 6,221.01±1,177.25 กิโลกรัม ตามลำดับ จำนวนวันให้นม เฉลี่ยเท่ากับ 348.72±85.85 วัน เปอร์เซนต์ไขมันนม และโปรตีนนม เฉลี่ยเท่ากับ 2.98±0.49 และ 3.19±0.21 ปริมาณไขมัน และโปรตีน เฉลี่ยเท่ากับ 214.27±103.05 และ 228.32±73.11 กิโลกรัม อิทธิพลของลำดับการให้นม มีผลต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด, ระยะพักรีดนม, ปริมาณน้ำนมรวม, ปริมาณน้ำนม 100 วัน, ปริมาณน้ำนม 305 วัน, ไขมันนม, โปรตีนนม และปริมาณโปรตีน (P<0.01) และยังพบว่า มีผลต่อปริมาณน้ำนมปรับ 305 วัน เมื่ออายุโตเต็มวัย และมีผลต่อปริมาณน้ำนมปรับไขมัน 4% FCM 305 วัน (P<0.05) อิทธิพลของฤดูกาลที่คลอดมีผลต่อระยะห่างการให้ลูก, ระยะท้องว่าง และปริมาณน้ำนม 100 วัน (P<0.01) และมีผลต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด (P<0.05) ส่วนอิทธิพลของอายุเมื่อคลอดลูก ตัวแรก มีผลต่อระยะห่างการให้ลูก และไขมันนม (P<0.05) และมีผลต่อระยะพักรีดนม (P<0.01)

Index words: โฮลสไตน์, ความสมบูรณ์พันธุ์, การให้ผลผลิต, Holstein, Reproduction, Production

บทนำ

กรมปศุสัตว์ได้นำเข้าโคพันธุ์โฮลสไตน์จากประเทศแคนาดา มาเลี้ยงที่ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 26 กันยายน 2533 จำนวน 113 ตัว โคเพศเมีย จำนวน 112 ตัว แยกเป็น โคสาวอุ้มท้อง จำนวน 45 ตัว โคสาวท้องว่าง จำนวน 67 ตัว และ โคเพศผู้ จำนวน 1 ตัว เพื่อศึกษาวิจัยความเป็นไปได้ ในการเลี้ยง การปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม เพื่อให้โคสามารถดำรงชีพ และให้ผลผลิตได้อย่างเต็มที่ ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวกับสมรรถนะ ความสมบูรณ์พันธุ์ และการให้ผลผลิตของโคพันธุ์แท้ ต่างๆ ที่นำเข้ามาเลี้ยงมีการเผยแพร่น้อยมาก ถึงแม้จะมีการนำโคพันธุ์แท้ต่างๆเข้ามาตลอดเวลา ทั้งในรูปของแม่พันธุ์ พ่อพันธุ์ และน้ำเชื้อแช่แข็ง ก็ตาม การศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ ลักษณะการให้ผลผลิต และอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการและการปรับปรุงพันธุ์โคนมภายในประเทศ โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลผลิตสูง อย่างมีประสิทธิภาพ คุ้มค่ากับการลงทุน อันจะยังผลให้การพัฒนาการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยเจริญก้าวหน้าต่อไป

อุปกรณ์ และวิธีการ

สัตว์ทดลอง : โคพันธุ์โฮลสไตน์ นำเข้าจากประเทศแคนาดา จำนวน 103 ตัว

การบันทึกข้อมูล : ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2533 ถึง เดือนกันยายน 2540 โดยบันทึกลักษณะต่างๆ ดังนี้:

1. สมรรถนะความสมบูรณ์พันธุ์ ได้แก่ อายุเมื่อคลอดลูก, จำนวนครั้งต่อการผสมติด,

ระยะท้องว่าง, ระยะอุ้มท้อง, ระยะห่างการให้ลูก และ ระยะพักรีดนม

2. สมรรถนะการให้ผลผลิต ได้แก่ จำนวนวัน ที่ให้นม, ปริมาณน้ำนมรวม, ปริมาณน้ำนม 100 วัน, ปริมาณน้ำนม 305 วัน, เปอร์เซ็นต์ไขมันนม และ เปอร์เซ็นต์โปรตีนนม

3. คำนวณปริมาณไขมัน, ปริมาณโปรตีน, ปริมาณน้ำนมปรับ 305 วันเมื่ออายุโตเต็มวัย (Matur equivalent 305-d milk) และปริมาณน้ำนมปรับไขมัน 4% FCM 305 วัน (ชวนิศนดากร, 2534)

4. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา บันทึกปัจจัยต่างๆ ดังนี้ ;

4.1. ลำดับการให้นม (Lactation number) แบ่งกลุ่มเป็น 1, 2, 3 และ 4

4.2. ฤดูกาลที่คลอดลูก (Season of calving) แบ่งกลุ่มเป็น ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์), ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) และฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)

4.3. อายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก (Age at first calving) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ น้อยกว่า 2 ปี, 2-2.5 ปี, มากกว่า 2.5-3 ปี และ มากกว่า 3 ปี

การวิเคราะห์ข้อมูล :วิเคราะห์ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำเร็จรูป SAS (1990) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธี Least Square Procedures (Harvey, 1975) ดังนี้ :-

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + e_{ijkl}$$

เมื่อ Y_{ijkl} = ค่าสังเกตของแม่โคตัวที่ l ลำดับการให้น้ำนม i ฤดูกาลที่คลอด j อายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก k

μ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ,

A_i = อิทธิพลของลำดับการให้นม i (i = 1, 2, 3, 4)

B_j = อิทธิพลของฤดูกาลที่คลอด j (j = 1, 2, 3)

1 = ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์),

2 = ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน),

3 = ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)

C_k = อิทธิพลของอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก k (k = 1, 2, 3, 4) 1 = อายุ <2 ปี, 2 = อายุ 2-2.5 ปี, 3 = อายุ >2.5-3 ปี,

4 = อายุ >3 ปี

e_{ijkl} = ความคลาดเคลื่อน

สภาพการเลี้ยงโครีดนม

การจัดการ

โคพันธุ์โฮลสไตน์เลี้ยงในโรงเรือน ระบบปล่อยอิสระ (Loose housing) ที่ประกอบด้วยซองนอน (Free stall) การรีดนมใช้เครื่องรีดแบบอัตโนมัติ ขนาด 8x2 (Double herring bone milking palour) พร้อมที่วัดปริมาณน้ำนม ที่รีดได้แต่ละครั้ง (Recorder jar) ภายในโรงเรือนมีระบบพัดลมและระบบสเปรย์น้ำเพื่อช่วยระบายความร้อนออกจากตัวโค เมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงเกิน 30 องศาเซลเซียส มีลานให้โคเดินออกกำลังกาย (Exercise yard) โคได้รับบริการด้านสุขภาพครบตามกำหนด รีดนมวันละ 2 ครั้ง ห่างกันประมาณ 12 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างน้ำนมทุกเดือน เพื่อวิเคราะห์หาเปอร์เซนต์ไขมันนม โดยวิธีของ Gerber และ หาเปอร์เซนต์โปรตีน โดยวิธี Titration (Case *et al.*, 1985)

การให้อาหาร

ใช้วิธีผสมอาหารหยาบ อาหารข้น แร่ธาตุ วิตามิน และ สารเสริมอื่นๆ เข้าด้วยกัน (Total mixed ration) พร้อมกับการจัดสัดส่วนโภชนะต่างๆ ให้เพียงพอกับความต้องการ อาหารหยาบหลัก ได้แก่ ข้าวโพดหมัก (Corn silage) หญ้าพันธุ์ผสม ข้าวฟ่างหมัก หญ้ารูซี่แห้ง การจัดสัดส่วนอาหารโครีดนม ทำโดย โปรแกรมสำเร็จรูป Dart ration (1989) และคำนวณสูตรอาหาร โดยใช้โปรแกรม Xration (สมคิดและคณะ, 2533) การให้อาหาร ใช้วิธีแบ่งกลุ่มโคตามการให้ผลผลิต คือ ผลผลิตสูง (>30 ก.ก./วัน) ผลผลิตปานกลาง (20-30 ก.ก./วัน) และ ผลผลิตต่ำ (<20 ก.ก./วัน) ให้วันละ 2 เวลา (08:30 น. และ 15:00 น.) สำหรับกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูงให้อาหารข้นเพิ่มอีกประมาณตัวละ 2 กิโลกรัม ในเวลาประมาณ 20:00 น. น้ำและแร่ธาตุมีให้กินตลอดเวลาการให้อาหารหยาบที่มีคุณภาพดี (ย่อยง่าย, มีพลังงานสูง, เยื่อใยต่ำ) เสริมด้วยอาหารข้นที่มีคุณภาพ และใช้มาตรฐานความต้องการ (NRC, 1988) เป็นตัววัดปริมาณโภชนะแต่ละชนิดตามความต้องการ การให้แร่ธาตุ โดยเฉพาะแคลเซี่ยม ฟอสฟอรัส แมกนีเซี่ยม ไอโอดีน ซีลีเนียม และวิตามิน (วิตามิน เอ และ อี) จะเป็นปัจจัยเสริมที่ทำให้โคนม มีสมรรถนะการสืบพันธุ์อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการทดลองและวิจารณ์

สมรรถนะความสมบูรณ์พันธุ์ (ตารางที่ 1) และอิทธิพลของปัจจัยที่ศึกษา (ตารางที่ 2, 3 และ 4)

อายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก (Age at first calving) เฉลี่ยเท่ากับ 852.62 ± 110.88 วัน (28.42 เดือน) ใกล้เคียงกับ Moore *et al.* (1992) ที่รายงานไว้ว่า อายุเมื่อคลอดลูกตัวแรกของโคพันธุ์โฮลสไตน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 860 ± 149 วัน และใกล้เคียงกับรายงานของ จิตติมา (2530) ที่ได้ศึกษาอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก ของโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน ที่นำเข้าจากประเทศนิวซีแลนด์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.81 ± 3.02 เดือน แต่น้อยกว่ารายงานของ Magofke *et al.* (1986) ที่ศึกษาในประเทศอินเดียพบว่า อายุเมื่อคลอดลูกตัวแรกของโคพันธุ์โฮลสไตน์ที่นำเข้าจากประเทศแคนาดา เฉลี่ยเท่ากับ 31.51 ± 0.51 เดือน

น้ำหนักแรกเกิด (Birth weight) เฉลี่ยเท่ากับ 37.47 ± 5.89 กิโลกรัม อิทธิพลของลำดับการให้นม ฤดูกาลที่คลอด และอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก ไม่มีผลทำให้น้ำหนักลูกโคแรกเกิดแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อายุเมื่อคลอดลูกตัวที่ 2, 3 และ 4 เฉลี่ยเท่ากับ 1,322.48 ± 191.82 วัน (44.08 เดือน), 1,757.95 ± 241.18 วัน (58.59 เดือน) และ 2,173.12 ± 215.20 วัน (72.43 เดือน) ตามลำดับ

จำนวนครั้งต่อการผสมติด (Services per conception) เฉลี่ยเท่ากับ 2.75 ± 1.96 ครั้ง จะเห็นได้ว่า จำนวนครั้งต่อการผสมติดค่อนข้างมาก ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญในเขตร้อนชื้น โคนมที่ให้ผลผลิตสูง มักจะมีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำ (Ray *et al.*, 1992) และยังเกี่ยวกับปัจจัยหลายอย่าง ทั้งในด้านอาหาร ระดับฮอร์โมนไม่สมดุลย์ และความเครียดจากความร้อน ทำให้ความสมบูรณ์พันธุ์และอัตราการผสมติดไม่ดี (Badinga *et al.*, 1985) อิทธิพลของลำดับการให้นม มีผลทำให้จำนวนครั้งต่อการผสมติดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ลำดับการให้นมครั้งแรกจะมีจำนวนครั้งต่อการผสมติดน้อยกว่าลำดับการให้นม ครั้งที่ 2, 3

และ 4 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ อัตราการผสมติดของโคสาวจะดีกว่าแม่โค นั่นเอง ส่วนอิทธิพลของฤดูกาลที่คลอด มีผลทำให้จำนวนครั้ง ต่อการผสมติดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โคที่คลอดลูกในฤดูหนาวมีจำนวนครั้งต่อการผสมติด น้อยกว่าโคที่คลอดลูกในฤดูฝน แต่ไม่แตกต่างกันกับโคที่คลอดลูกในฤดูร้อน และจากข้อมูลที่ศึกษาโคที่คลอดลูกในฤดูหนาวส่วนใหญ่จะอยู่ในระยะต้น ฤดูหนาว (พฤศจิกายน ธันวาคม) เมื่อโคเป็นสัดและผสมได้จะยังอยู่ในช่วงฤดูหนาว ซึ่งเป็นช่วงที่มีอากาศเย็น จะทำให้โคผสมติดได้ดี หากเลยไปถึงช่วงฤดูร้อนโคจะผสมติดยากขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Foote *et al.* (1985) ที่กล่าวว่า แม่โคมักมีปัญหาเรื่องการผสมติดยากในช่วงฤดูร้อน โดยจำนวนครั้งที่ใช้ในการผสมพันธุ์ต่อการผสมติดแต่ละครั้งจะมากขึ้น อิทธิพลของอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรกมีผลทำให้จำนวนครั้งต่อการผสมติดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

Table 1 Reproduction and production performances of imported Holstein cows from Canada.

Traits	No. of observations	MEAN ± SE
Age at first calving (day)	103	852.62 ± 110.88
Age at second calving (day)	75	1322.48 ± 191.82
Age at third calving (day)	62	1757.95 ± 241.18
Age at fourth calving (day)	33	2173.12 ± 215.20
Birth weight (kg)	247	37.47 ± 5.89
Services per conception	225	2.75 ± 1.96
Gestation period (day)	263	279.68 ± 5.35
Calving interval (day)	191	479.35 ± 126.52
Days open (day)	192	201.11 ± 124.26
Lactation length (day)	265	348.72 ± 85.85
Dry period (day)	187	133.34 ± 89.02
Total milk yield (kg)	265	7,074.59 ± 2,073.23
100-d milk yield (kg)	265	2,651.79 ± 465.09
305-d milk yield (kg)	265	6,549.56 ± 1,287.46
ME milk* (kg)	265	7,360.34 ± 1,365.18
305-d 4% FCM (kg)	262	6,221.01 ± 1,177.25
Milk fat (%)	262	2.98 ± 0.49
Milk protein (%)	262	3.19 ± 0.21
Fat yield (kg)	262	214.27 ± 103.05
Protein yield (kg)	262	228.32 ± 73.11
Total	4,213	

* ME milk = mature equivalent 305-d milk

ระยะอุ้มท้อง (Gestation period) เฉลี่ยเท่ากับ 279.68±5.35 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับ Chew *et al.* (1981) ที่ศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า โคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนมีระยะอุ้มท้องเฉลี่ย เท่ากับ 280.00 ± 0.20 วัน อิทธิพลของลำดับการให้นม, ฤดูกาลที่คลอดลูก และอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก ไม่มีผลทำให้ระยะอุ้มท้องแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ระยะห่างการให้ลูก (Calving interval) เฉลี่ยเท่ากับ 479.35 ± 126.52 วัน มากกว่ารายงานของจิตติมา (2530) ที่ศึกษาในโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนที่นำเข้าจากประเทศนิวซีแลนด์ มีระยะห่างการให้ลูกเฉลี่ยเท่ากับ 460.22 ± 140.71 วัน และจากรายงานการศึกษาในประเทศอีรัก และประเทศอินเดีย ระยะห่างการให้ลูกของโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน เฉลี่ยเท่ากับ 474.30 ± 72.99 และ 422.27 ± 7.58 วัน ตามลำดับ (Kassir *et al.*, 1969; Arora and Sharma, 1982) จากรายงาน ของ Bowling *et al.* (1940) ที่ศึกษาไว้พบว่า ระยะห่างการให้ลูกจะขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่โค แม่โคโดยทั่วไปจะคลอดลูกบ่อยครั้งตามอายุที่เพิ่มขึ้น แต่ถ้ามีการแท้ง ระยะเวลาในช่วงดังกล่าวจะยาวออกไป อิทธิพลของลำดับการให้นมไม่มีผลทำให้ระยะห่างการให้ลูกแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อิทธิพลของฤดูกาลที่คลอดลูกมีผลทำให้ระยะห่างการให้ลูกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) โดยกลุ่มโคที่คลอดลูกในฤดูฝน มีระยะห่างการให้ลูกน้อยที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 458.85 ± 31.33 วัน อิทธิพลของอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรกมีผลทำให้ระยะห่างการให้ลูกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยกลุ่มโคที่คลอดลูกตัวแรกเมื่อมีอายุน้อยกว่า 2 ปี และ 2-2.5 ปี จะมีระยะห่างของการให้ลูก เฉลี่ยเท่ากับ 454.22 ± 35.01 และ 469.35 ± 18.73 ตามลำดับ ซึ่งจะมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มโคที่คลอดลูกตัวแรกเมื่ออายุมากกว่า 2.5 ปี ขึ้นไป แสดงว่าโคที่คลอดลูกตัวแรกเมื่อมีอายุมากขึ้นแนวโน้มของระยะห่างการให้ลูกก็จะมากขึ้นด้วย (ตารางที่ 4)

ระยะท้องว่าง (Days open) เฉลี่ยเท่ากับ 201.11±124.26 วัน ซึ่งมากกว่ารายงานของ Mangurkar and Chaudhary (1995) ที่ศึกษาโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนในประเทศอินเดีย มีระยะท้องว่างเฉลี่ยเท่ากับ 177.91 ± 37.64 วัน อิทธิพลของลำดับการให้นม และอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรกไม่มีผลทำให้ระยะท้องว่างแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่อิทธิพลของฤดูกาลที่คลอดลูกมีผลทำให้ระยะท้องว่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) โดยกลุ่มโคที่คลอดลูกในฤดูฝนจะมีระยะท้องว่างน้อยกว่าโคที่คลอดลูกในฤดูหนาวและฤดูร้อน (ตารางที่ 3) กล่าวคือ กลุ่มโคที่คลอดลูกในฤดูฝนจะผสมติดได้เร็ว และจากข้อมูลที่ศึกษา โคที่คลอดลูกในฤดูฝนส่วนใหญ่จะอยู่ในระยะปลายฤดูฝน เมื่อโคเป็นสัดครั้งที่สอง ก็จะเข้าสู่ฤดูหนาวซึ่งเป็นช่วงที่มีอากาศเย็น ทำการผสมในช่วงนี้โคจะผสมติดได้เร็ว จึงทำให้มีระยะท้องว่างน้อยกว่าโคที่คลอดลูกในฤดูอื่นๆ

สมรรถนะการให้ผลผลิต (ตารางที่ 1) และอิทธิพลของ ปัจจัยที่ศึกษา (ตารางที่ 2, 3 และ 4)

จำนวนวันให้นม (Lactation length) เฉลี่ยเท่ากับ 348.72 ± 85.85 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับจิตติมา (2530) ที่รายงานไว้ว่า โคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนที่นำเข้าจากประเทศนิวซีแลนด์ มีจำนวนวันให้นมเฉลี่ยเท่ากับ 339.98 ± 108.34 วัน อิทธิพลของปัจจัยที่ศึกษาไม่มีผลทำให้จำนวนวันให้นมแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ระยะพักรีดนม (Dry period) เฉลี่ยเท่ากับ 133.34 ± 89.02 วัน ซึ่งมากกว่ารายงานของกลุ่มประเทศในเขตร้อน ที่ศึกษาในประเทศอีรัก ฟีจิ อินเดีย และกานา ที่รายงานไว้ว่าโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน มีระยะพักรีดนมเฉลี่ยเท่ากับ 119.30 ± 106.79, 130.49 ± 82.29, 92.00 ± 13.00 และ 95.90 ± 5.80 วัน ตามลำดับ (Kassir *et al.*, 1969; McIntyre, 1971 ; Bhat *et al.*, 1978 ; Kabuka and Agyemang, 1984) แต่น้อยกว่ารายงานของ Adeneye และ Adebanjo (1978) ที่ศึกษาในประเทศไนจีเรียตะวันตก พบว่า มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 173.00 ± 21.20 วัน อิทธิพลของลำดับการให้นมมีผลต่อระยะพักรีดนม (P<0.01) โดยลำดับการให้นมที่ 1 จะมีระยะพักรีดนมน้อยกว่าลำดับการให้นมอื่นๆ อิทธิพลของฤดูกาลที่คลอดลูกไม่มีผลต่อระยะพักรีดนม (P>0.05) ส่วนอิทธิพลของอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก มีผลต่อระยะพักรีดนม (P<0.01) โดยกลุ่มโคที่มีอายุเมื่อ คลอดลูกตัวแรก 2-2.5 ปี จะมีระยะพักรีดนมน้อยที่สุด แสดงว่าโคที่คลอดลูกตัวแรกเมื่ออายุมาก จะทำให้โคมีระยะพักรีดนมนานด้วย (ตารางที่ 4)

ปริมาณน้ำนมรวม (Total milk yield) เฉลี่ยเท่ากับ 7,074.59 ± 2,073.24 กิโลกรัม อิทธิพลของลำดับการให้นม มีผลทำให้ปริมาณน้ำนมรวมแตกต่างกัน (P<0.01) ลำดับการให้นมที่ 1, 2, 3 และ 4 ให้ปริมาณน้ำนมรวม เฉลี่ยเท่ากับ 6,509.47 ± 292.71, 7,505.59 ± 313.04, 7,489.04 ± 335.25 และ 7,568.01 ± 429.34 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยลำดับการให้นมที่ 1 มีปริมาณน้ำนมรวมเฉลี่ยต่ำกว่าลำดับการให้นมที่ 2, 3 และ 4 (P<0.01) ส่วนลำดับการให้นมที่ 2, 3 และ 4 มีปริมาณ น้ำนมรวมไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่ลำดับการให้นมที่ 4 มีแนวโน้มจะให้ปริมาณน้ำนมรวมสูงสุด(ตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับ Ray *et al.* (1992) ที่รายงานไว้ว่าลำดับการให้นมครั้งแรกจะมีปริมาณน้ำนมต่ำสุด และสูงสุดในลำดับการให้นมที่ 4 หรือ 5 อย่างไรก็ตาม อัตราการเพิ่มจะลดลงเมื่อสัตว์มีอายุมากขึ้น (Singh, 1995) อิทธิพลของฤดูกาลที่คลอดลูก และอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก ไม่มีผลทำให้ปริมาณน้ำนมรวมแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

Table 2 Effect of lactation number on reproduction and production performances (LS. MEAN±SE).

Traits	1st Lactation	2nd Lactation	3rd Lactation	4th Lactation
Services per conception**	2.20±0.34b	3.79±0.30a	3.78±0.32a	3.61±0.40a
	(59)	(74)	(60)	(32)
Dry period** (day)	136.18±17.75b	162.53±17.75b	208.66±20.01a	152.22±47.27b
	(78)	(64)	(41)	(4)
Total milk yield** (kg)	6509.47±292.71b	7505.59±313.04a	7489.04±335.25a	7568.01±429.34a
	(97)	(74)	(62)	(32)
100-d milk yield** (kg)	2172.14±65.66b	2913.06±70.22a	3055.30±75.20a	2931.91±96.31a
	(97)	(74)	(62)	(32)
305-d milk yield** (kg)	5799.23±181.77b	7062.21±194.39a	7306.04±208.18a	7078.61±266.61a
	(97)	(74)	(62)	(32)
ME milk* (kg)	7185.86±192.75b	7678.66±206.13a	7362.93±220.75ab	6943.54±282.71b
	(97)	(74)	(62)	(32)
305-d 4% FCM* (kg)	6483.69±167.74a	6436.13±183.25a	5986.51±194.77b	5817.93±244.74b
	(97)	(72)	(61)	(32)
Milk fat** (%)	3.32±0.07a	2.89±0.07b	2.71±0.08c	2.87±0.10bc
	(97)	(72)	(61)	(32)
Milk protein** (%)	3.11 ±0.03b	3.24±0.03a	3.19±0.03a	3.23±0.04a
	(97)	(72)	(61)	(32)
Protein yield** (kg)	206.95±10.41b	249.83±11.38a	245.99±12.09a	249.31±15.20a
	(97)	(72)	(61)	(32)

* P<0.05, ** P<0.01, Figures in the parenthesis indicate number of observations.

ปริมาณน้ำนม 100 วัน (100-d milk yield) เฉลี่ยเท่ากับ 2,651.79 ± 465.00 กิโลกรัม ซึ่ง มากกว่ารายงานของ Vaccaro (1986) ที่ศึกษาในประเทศเวเนซูเอล่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,512.00 กิโลกรัม Maust *et al.* (1972) กล่าวว่าแม่โคมีประสิทธิภาพในการผลิตนมสูงที่สุดในระยะแรกของการให้นม โดยอุณหภูมิและความชื้นมีผลกระทบน้อยมาก อิทธิพลของลำดับการให้นม และฤดูกาลที่คลอดลูก มีผลทำให้ปริมาณ น้ำนม 100 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ลำดับการให้นมที่ 1, 2, 3 และ 4 มีปริมาณน้ำนม 100 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 2,172.14 ± 65.66, 2,913.06 ± 70.22, 3,055.30 ± 75.20 และ 2,931.91 ± 96.31 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยลำดับการให้นมที่ 1 จะมีปริมาณน้ำนม 100 วัน น้อยกว่าลำดับการให้นมที่ 2, 3 และ 4 (P<0.01) ส่วนลำดับการให้นมที่ 2, 3 และ 4 มีปริมาณน้ำนม 100 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) กลุ่มโคที่คลอดลูกในฤดูหนาวมีปริมาณน้ำนม 100 วัน สูงกว่ากลุ่มโคที่คลอดลูกในฤดูร้อน และฤดูฝน (P<0.01) อันจะยังผลให้มีปริมาณน้ำนม 305 วัน และปริมาณน้ำนมรวมสูงด้วย (ตารางที่ 3) สอดคล้องกับ Singh (1995) ที่รายงานว่าโคที่ คลอดลูก

ในฤดูหนาว (พฤศจิกายน-มกราคม) จะให้ปริมาณน้ำนมในช่วงแรกของการให้นมสูงสุด ส่วนอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรกไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำนม 100 วัน (P>0.05)

Table 3 Effect of season of calving on reproduction and production performances (LS. MEAN±SE).

Traits	Season of calving		
	Winter	Summer	Rainy
Services per conception*	2.80±0.27b	3.54±0.40ab	3.70±0.31a
	(128)	(31)	(66)
Calving interval** (day)	536.90±28.16a	565.43±33.67a	458.85±31.33b
	(119)	(31)	(41)
Days open** (day)	236.74±24.97a	262.74±31.61a	165.93±28.87b
	(121)	(30)	(41)
100-d milk yield** (kg)	2946.99±62.29a	2778.22±86.72b	2579.09±68.85c
	(153)	(42)	(70)
305-d milk yield^{ns} (kg)	7042.63±172.43	6621.10±240.07	6770.84±190.61
	(153)	(42)	(70)
Total milk yield^{ns} (kg)	7420.39±277.68	7358.35±386.59	7025.33±306.94
	(153)	(42)	(70)

^{ns} P>0.05, * P<0.05, ** P<0.01 , Figures in the parenthesis indicate number of observations

Table 4 Effect of age at first calving on reproduction and production performances (LS. MEAN±SE).

Traits	Age at first calving			
	<2 yrs.	2-2.5 yrs.	>2.5-3 yrs.	> 3 yrs.
Calving interval* (day)	454.22±35.01b	469.35±18.73b	514.32±28.75ab	643.69±75.84^{a}
	(17)	(141)	(30)	(3)
Dry period** (day)	129.47±25.25ab	123.53±13.28b	179.90±20.24a	226.70±53.40^{a}
	(16)	(138)	(30)	(3)
Milk fat* (%)	2.96±0.11ab	2.88±0.04b	3.16±0.08a	2.79±0.17^{b}
	(20)	(194)	(39)	(9)

* P<0.05, ** P<0.01, Figures in the parenthesis indicate number of observations

ปริมาณน้ำนม 305 วัน (305-d milk yield) เฉลี่ยเท่ากับ 6,549.56±1,287.46 กิโลกรัม ซึ่งมากกว่ารายงานของ Miller and Hooven (1969) ซึ่งศึกษาในโคพันธุ์โฮลสไตน์ที่นำเข้าจากประเทศสหรัฐอเมริกา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6,081.00 ± 337.00 กิโลกรัม อิทธิพลของลำดับการให้นมมีผลต่อปริมาณน้ำนม 305 วัน (P<0.01) โดยลำดับการให้นมที่ 1, 2, 3 และ 4 มีปริมาณน้ำนม 305 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 5,799.23 ± 181.77, 7,062.21 ± 194.39, 7,306.04 ± 208.18 และ 7,078.61 ± 266.61 กิโลกรัม ตามลำดับ ลำดับการให้นมที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด และสูงกว่าค่าเฉลี่ยในลำดับการให้นมที่ 1 (P<0.01) แต่ไม่แตกต่างกันกับค่าเฉลี่ยในลำดับการให้นมที่ 2 และ 4 (P>0.05) ส่วนอิทธิพลของฤดูกาลที่คลอดลูก และอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำนม 305 วัน (P>0.05) Wood (1969) กล่าวว่า ประสิทธิภาพในการผลิตน้ำนมของแม่โคมีแนวโน้มลดลง เมื่อพ้นระยะแรกของการให้นมไปแล้ว โดยลดลงในอัตราที่เพิ่มขึ้นในช่วงฤดูร้อน ดังนั้นแม่โคที่เริ่มให้นมในฤดูร้อนจะมีปริมาณน้ำนม 305 วัน น้อยไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากการศึกษา ถึงแม้ว่าฤดูกาลที่คลอดลูกจะไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำนม 305 วัน แต่โคที่คลอดลูกในฤดูร้อนมีแนวโน้มจะให้ปริมาณน้ำนม 305 วัน น้อยกว่าโคที่คลอดลูกในฤดูอื่นๆ (ตารางที่ 3)

ปริมาณน้ำนมปรับ 305 วัน เมื่ออายุโตเต็มวัย (Mature equivalent 305-d milk yield) เฉลี่ยเท่ากับ 7,360.34 ± 1,365.18 กิโลกรัม อิทธิพลของลำดับการให้นม มีผลต่อปริมาณน้ำนมปรับ 305 วัน เมื่ออายุโตเต็มวัยอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยลำดับการให้นมที่ 1, 2, 3 และ 4 ให้ปริมาณน้ำนมปรับ 305 วัน เมื่ออายุโตเต็มวัยเฉลี่ยเท่ากับ 7,185.86 ± 192.75, 7,678.66 ± 206.13, 7,362.93 ± 220.75 และ 6,943.54 ± 282.71 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยในลำดับการให้นมที่ 2 มีค่ามากที่สุด และไม่แตกต่างกับค่าเฉลี่ยในลำดับการให้นมที่ 3 (P>0.05) แต่แตกต่างกับค่าเฉลี่ยในลำดับการให้นมที่ 1 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ส่วนอิทธิพลของฤดูกาลที่คลอดลูก และอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรกไม่มีผลทำให้ปริมาณน้ำนม 305 วัน เมื่ออายุโตเต็มวัยแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ปริมาณน้ำนมปรับไขมัน 4% FCM 305 วัน (305-d 4% FCM) เฉลี่ยเท่ากับ 6,221.01 ± 1,177.25 กิโลกรัม อิทธิพลของลำดับการให้นมมีผลต่อปริมาณน้ำนมปรับไขมัน 4% FCM 305 วัน อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยลำดับการให้นมที่ 1, 2, 3 และ 4 มีปริมาณน้ำนมปรับไขมัน 4% FCM 305 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 6,483.69 ± 167.74, 6,436.13 ± 183.25, 5,986.51 ± 194.77 และ 5,817.93 ± 244.74 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของ ลำดับการให้นมที่ 1 มีค่ามากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับค่าเฉลี่ยของลำดับการให้นมที่ 2 (P>0.05) แต่แตกต่างกับค่าเฉลี่ยของลำดับการให้นมที่ 3 และ 4 (P<0.05) ส่วนอิทธิพลของฤดูกาลที่คลอดลูก และอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก มีผลต่อปริมาณน้ำนมปรับไขมัน 4% FCM 305 วัน อย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05)

ไขมันนม (Milk fat) เฉลี่ยเท่ากับ 2.98 ± 0.49 เปอร์เซนต์ ซึ่งต่ำกว่าที่ Meland *et al.* (1982) ได้รายงานไว้ว่า โคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน ในสหรัฐอเมริกา มีไขมันนมเฉลี่ยเท่ากับ 3.80 ± 2.0 เปอร์เซนต์ ไขมันนมจะผันแปรกับปริมาณน้ำนมในลักษณะตรงข้ามกัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนวันรีดนมยาวนานขึ้น และจะลดลงเมื่อ

แม่โคมีอายุมากขึ้น (McCullough, 1966) อิทธิพลของลำดับการให้นมมีผลต่อไขมันนมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ลำดับการให้นมที่ 1, 2, 3 และ 4 มีไขมันนมเฉลี่ยเท่ากับ 3.32 ± 0.07, 2.89 ± 0.07, 2.71 ± 0.08 และ 2.87 ± 0.10 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ลำดับการให้นมที่ 1 มีไขมันนมสูงกว่าลำดับการให้นมที่ 2, 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง อิทธิพลของฤดูกาลที่คลอดลูก ไม่มีผลทำให้ไขมันนมแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนอิทธิพลของอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก มีผลทำให้ไขมันนมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มโคที่คลอดลูกตัวแรกเมื่ออายุมากกว่า 2.5-3 ปี จะมีไขมันนมสูงสุด และสูงกว่ากลุ่มโคที่คลอดลูกตัวแรกเมื่ออายุ 2-2.5 ปี และ มากกว่า 3 ปี (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มโคที่คลอดลูกตัวแรกเมื่ออายุน้อยกว่า 2 ปี (P>0.05)

โปรตีนนม (Milk protein) เฉลี่ยเท่ากับ 3.19 ± 0.21 เปอร์เซนต์ อิทธิพลของลำดับการให้นมมีผลทำให้โปรตีนนมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ลำดับการให้นมที่ 1, 2, 3 และ 4 มีโปรตีนนม เฉลี่ยเท่ากับ 3.11 ± 0.03, 3.24 ± 0.03, 3.19 ± 0.03 และ 3.23 ± 0.04 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ลำดับการให้นมที่ 1 จะมีโปรตีนนมต่ำสุด และต่ำกว่าโปรตีนนมในลำดับการให้นมที่ 2, 3 และ 4 (P<0.01) ส่วนโปรตีนนมในลำดับการให้นมที่ 2, 3 และ 4 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อิทธิพลของฤดูกาลที่คลอดลูก และอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก มีผลทำให้โปรตีนนมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05)

ปริมาณไขมัน (Fat yield) เฉลี่ยเท่ากับ 214.27 ± 103.05 กิโลกรัม ปัจจัยที่ศึกษามีอิทธิพลต่อปริมาณไขมันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05)

ปริมาณโปรตีน (Protein yield) เฉลี่ยเท่ากับ 228.32 ± 73.11 กิโลกรัม อิทธิพลของลำดับการให้นม มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ลำดับการให้นมที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยปริมาณโปรตีนเท่ากับ 206.95 ± 10.41, 249.83 ± 11.38, 245.99 ± 12.09 และ 249.31 ± 15.20 กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนในลำดับการให้นมที่ 2 มีค่าสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกับปริมาณโปรตีนในลำดับการให้นมที่ 3 และ 4 (P>0.05) แต่แตกต่างกับปริมาณโปรตีนในลำดับการให้นมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนอิทธิพลของฤดูกาลที่คลอดลูก และอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรกไม่มีผล ทำให้ปริมาณโปรตีนแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

สรุป

การศึกษาโคพันธุ์โฮลสไตน์ที่นำเข้าจากประเทศแคนาดา พบว่า สมรรถนะความสมบูรณ์พันธุ์ได้แก่ อายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก, อายุเมื่อคลอดลูก ตัวที่ 2, อายุเมื่อคลอดลูกตัวที่ 3, อายุเมื่อคลอดลูกตัวที่ 4, น้ำหนักแรกเกิด, จำนวนครั้งต่อการผสมติด, ระยะอุ้มท้อง, ระยะห่างการให้ลูก และระยะท้องว่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 852.62 ± 110.88 วัน, 1,322.48 ± 191.82 วัน, 1757.95 ± 241.18, 2173.12 ± 215.20 วัน, 37.47 ± 5.89 กิโลกรัม, 2.75 ± 1.96 ครั้ง, 279.68 ± 5.35 วัน, 479.35 ± 126.52 วัน และ 201.11 ± 124.26 วัน ตามลำดับ และสมรรถนะการให้ผลผลิต ได้แก่ จำนวนวันให้นม, ระยะพักรีดนม, ปริมาณน้ำนมรวม, ปริมาณน้ำนม 100 วัน, ปริมาณน้ำนม 305 วัน, ปริมาณน้ำนมปรับ 305 วัน เมื่ออายุโตเต็มวัย, ปริมาณน้ำนมปรับไขมัน 4% FCM 305 วัน, ไขมันนม, โปรตีนนม, ปริมาณไขมัน และ ปริมาณโปรตีน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 348.72

± 85.85 วัน, 133.34 ± 89.02 วัน, 7,074.59 ± 2,073.23 กิโลกรัม, 2,651.79 ± 465.09 กิโลกรัม, 6,549.56 ± 1,287.46 กิโลกรัม, 7,360.34 ± 1,365.18 กิโลกรัม, 6,221.01 ± 1,177.25 กิโลกรัม, 2.98 ± 0.49%, 3.19 ± 0.21%, 214.27 ± 103.05 กิโลกรัม และ 228.32 ± 73.11 กิโลกรัม ตามลำดับ

จากการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะต่างๆ สรุปได้ว่าในการจัดการฟาร์มที่เหมาะสม เพื่อให้ได้โคที่ให้ผลผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากจะมีการจัดการอาหารที่ดีแล้ว ควรพิจารณา ถึงอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก ควรให้อยู่ระหว่าง 2-2.5 ปี ดังนั้นเมื่อโคมีสุขภาพสมบูรณ์ควรผสมพันธุ์เมื่ออายุ 15-18 เดือน และต้องคำนึงถึง ฤดูกาลที่คลอดลูก โดยผสมโคเพื่อให้คลอดลูกในช่วงปลายฤดูฝนหรือต้นฤดูหนาว เพราะว่าในระยะนี้เมื่อรีดนมจะให้ปริมาณน้ำนม 100 วัน สูง ซึ่งจะส่งผลให้มีปริมาณน้ำนม 305 วัน และปริมาณน้ำนมรวมสูงด้วย และเมื่อโคเป็นสัดครั้งที่สองก็จะเข้าสู่ช่วงฤดูหนาว หรือยังอยู่ในช่วงฤดูหนาว ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะในการผสมพันธุ์ ทำให้โคผสมติดได้เร็ว หากเป็นโคที่เลี้ยงปล่อยแปลงหญ้า ก็จะเป็นช่วงที่แปลงหญ้ายังมีความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งจะทำให้ทั้งแม่ และลูกมีสุขภาพสมบูรณ์ดี อันจะยังผลให้ทั้งแม่และลูกให้ผลผลิตสูงอย่างมีประสิทธิภาพด้วย

เอกสารอ้างอิง

จิตติมา กันตนามัลลกุล. 2530. ลักษณะการให้ผลผลิตของโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน ที่ อ.มวกเหล็ก สระบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 112 น.

ชวนิศนดากร วรวรรณ. 2534. การเลี้ยงโคนม. สำนักพิมพ์ ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

สมคิด พรหมมา, พัชรินทร์ จีนกล่ำ และ ธวัชชัย อินทรตุล. 2533. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จัดสัดส่วนอาหาร XRATION สำหรับโคนม. รายงานผลงานวิจัยสาขาผลิตปศุสัตว์ประจำปี 2533. กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. กรุงเทพฯ.

Adeneye, J. A. and A. K. Adebanjo. 1978. Lactational characteristics of imported British Friesian cattle in Western Nigeria. J. Agri. Sci., Cambridge. 91: 645-651.

Arora, D. N. and J. S. Sharma. 1982. Performance of Jersey and Holstein-Friesian cattle under hot and semi-arid condition. Indian J. Dairy Sci. 35: 598-602.

Badinga, L., R. J. Collier, W. W. Thatcher and C. J. Wilcox. 1985. Effect of management factors on conception rate of dairy cattle in subtropical. J. Dairy Sci. 68: 78-85.

Bhat, P. N., S. Gurcharan, J. C. Biswas, R. A. Singhal, R. C. Garg and S. Kumar. 1978. Performance of Holstein-Friesian cattle in India. Indian J. Anim. Sci. 48: 643-647.

Bowling, G. A., D. N. Putnum and R. H. Ross. 1940. Age as a factor influencing breeding efficiency in a dairy herd. J. Dairy Sci. 23: 1171-1176.

Case, R. A., R. L. Bradley, Jr. and R. R. Williams. 1985. Chemical and Physical Method, pp. 327-404. *In.* G. H. Richardson (Editor). Standard Methods for the Examination of Dairy Products. 15th Ed. American Public Health Association. Washington, D. C.

Chew, B. P., L. C. Maier, J. K. Hillers and A. S. Hodgson. 1981. Relationship between calf birth weight and Dam's subsequent 200- and 305-day yields of milk,

fat and total solids in Holstein. J. Dairy Sci. 64: 2401-2408.

DART ration. 1989. Dairy Cattle Ration Formulation Program. Manual for User. DRPC@ Raleigh.

Foote, R. H., A. B. El-wishy and D. Cavestany. 1985. Climatic effects on fertility of Holsteins inseminated artificially. Anim. Breeding Abstr. 53: 287.

Harvey, W. R. 1975. Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers. USDA, ARS Handbook 4. Washington, DC.

Kabuga, J. D. and K. Agyemang. 1984. Performance of Canadian Holstein Friesian cattle in the humid forest zone of Ghana. 1. Milk production. Trop. Anim. Health Prod. 16: 85-94.

Kassir, S. A., K. H. Juma and F. H. Al-Jaff. 1969. A further study on dairy characters in Friesian and crossbred cattle in Iraq. Trop. Agr. Trinidad. 46: 359-363.

Magofke, J. C., F. X. Garcia, V. E. Riveros and K. C. Hepp. 1986. Non genetic factors affecting milk and fat yields of cows subjected to a seasonal calving system in the 10th region. 1. Effects of year and month of calving. Dairy Sci. Abstr. 48: 499.

Mangurkar, B. R. and Y. V. Chaudhary. 1995. Factors affecting service period in Holstein-Friesian and Jerseys purebreds. Indian J. Anim. Reprod. 16(1): 39-41.

Maust, L. E., R. E. McDowell and N. W. Hooven. 1972. Effect of summer weather on performance of Holstein cows in three stages of lactation. J. Dairy Sci. 55: 1133-1139.

McCullough, M. E. 1966. Relationships between rumen flurid volatile fatty acids and milk fat percentage and feed intake. J. Dairy Sci. 49: 896-897.

McIntyre, K. H. 1971. Milk production from *Bos taurus* dairy cows in Fiji. Trop.Anim., Trinidad. 48: 317-326.

Meland, O. M., R. E. Pearson, J. M. White and W. E. Vinson. 1982. Response to selection for milk yield in Holsteins. J. Dairy Sci. 65: 2131-2140.

Miller, R. H. and N. W. Hooven. 1969. Factor affecting whole and part-lactation milk yield and fat percentage in a herd of Holstein cattle. J. Dairy Sci. 52: 1588-1600.

Moore, R. K., B. W. Kennedy, L. R. Schaeffer and J. E. Moxley. 1992. Relationships between age and body weight at calving, feed intake, production, days open and selection indexes in Ayrshires and Holstein. J. Dairy Sci. 75(1): 294-306.

NRC. 1988. Nutrient Requirements of Dairy. 6th ed., National Academy Press, Washington, DC.

Ray, D.E., T. J. Halbach and D. V. Armstrong. 1992. Season and lactation number effects on milk production and reproduction of dairy cattle in Arizona. J. Dairy Sci. 75(11): 2976-2983.

SAS. 1990. SAS User's Guide. Statistics. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Singh, S. R. 1995. Variation in some performance traits in Friesian x Zebu cows. Indian J. Dairy Sci. 48 (1): 27-30.

Vaccaro, R. 1986. The relationship of body weight and condition at calving with milk yield and fertility. Dairy Sci. Abstr. 48: 73.

Wood, P. D. P. 1969. Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. Anim. Prod. 11: 307-311.

วารสารเกษตร 15(1) : 84 - 97 (2542)
Journal of Agriculture 15(1) : 84 - 97 (1999)

การให้สินเชื่อเพื่อการเลี้ยงสัตว์ ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย

Lending Credit for Animal Raising in the Three Southernmost Provinces of Thailand

ปิ่น จันจุฬา [1/] เกรียงศักดิ์ ปัทมเรขา [2/] และสมชัย คอวณิชกิจ [3/]
Pin Chunjula [1/] Kriengsak Pattamarakha [2/] and Somchai Khorvanitchakij [3/]

Abstract : There is very few animal raising in the three southernmost provinces of Thailand (Yala, Pattani and Narathiwat). The limitation of credit is one factor influencing. This study aimed to investigate availability of credit for farmers who wish to raise animal, through 28 bank managers.

The result revealed thay very bank provides credit to farmers. Criteria for loan project evaluation are based on : farmer's properties, objective and possibility of investment turn-over. Credit was issued to both individuals and groups. Most bank managers perceived that crop cultivation was less risky than animal raising, thus placed greater emphasis on providing credit for crop production than animal raising. When credit was available for animal raising, beef cattle and chickens received a higher priority than other animals.

[1/] ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ปัตตานี 94000
[2/] ภาควิชาพัฒนาการเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90112
[3/] ฝ่ายสุขภาพสัตว์ สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดปัตตานี ปัตตานี 94000
[1/] Department of Technology and Industries, Faculty of Sciences and Technology, Prince of Songkla University, Pattani 94000, Thailand.
[2/] Department of Agricultural Development, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkla 90112, Thailand.
[3/] Animal Health Division, The Pattani Provincial Office of Livestock Development, Pattani 94000, Thailand.

Most bank managers safisfy with the outcomes of credit provision. Main problems sofar encountered are difficulties to monitor the project, limited ability for loan repayment. Farmers invest in animal raising are facing problems of knowhow lacking and less support from government sector. To promote animal raising in the three southernmost provinces of Thailand; intensive training, domestic and international market development as well as provision of long term, low interest rate credit loan are required.

บทคัดย่อ : การเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (จังหวัดยะลา, ปัตตานี และนราธิวาส) มีน้อยมาก ซึ่งมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยด้วยกัน การให้สินเชื่อเพื่อการเกษตรก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกร การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงการให้สินเชื่อเพื่อการเลี้ยงสัตว์และแนวความคิดที่มีต่อการให้สินเชื่อของผู้จัดการ ธนาคาร โดยทำการสัมภาษณ์ผู้จัดการธนาคารรวมทั้งสิ้น 28 คน

ผลการวิจัยพบว่า ทุกธนาคารมีการให้สินเชื่อเพื่อการเกษตร เกณฑ์ในการให้เงินกู้ยืมที่สำคัญที่ธนาคารพิจารณา คือ หลักทรัพย์ วัตถุประสงค์ และรายได้ของโครงการ การให้กู้ยืมมีทั้งเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่มบุคคล ผู้จัดการธนาคารเห็นว่า การเลี้ยงสัตว์มีความเสี่ยงมากกว่าการเพาะปลูก จึงให้ความสำคัญเกี่ยวกับการเพาะปลูกมากกว่าการเลี้ยงสัตว์ ดังจะเห็นได้จากการให้เงินกู้ยืมเพื่อการเพาะปลูกมากกว่าการเลี้ยงสัตว์ การเลี้ยงโคและไก่ได้รับความสำคัญในด้านสินเชื่อมากกว่าสัตว์เลี้ยงชนิดอื่นๆ ผลของการให้สินเชื่อที่ผ่านมาอยู่ในเกณฑ์พอใช้จนถึงดี ปัญหาสำคัญในการให้สินเชื่อก็คือการยากต่อการติดตามผล และเกษตรกรมีขีดความสามารถในการส่งคืนเงินชำระหนี้จำกัด ส่วนปัญหาที่สำคัญในการเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกร คือ การขาดความรู้ในการเลี้ยง และการขาดการสนับสนุนจากรัฐบาลอย่างต่อเนื่อง ส่วนใหญ่เห็นว่าการพัฒนาพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ให้เป็นเขตเศรษฐกิจสามารถที่จะทำได้ โดยการจัดการฝึกอบรมแบบเข้มข้นเกี่ยวกับการเลี้ยงสัตว์ให้กับเกษตรกร การจัดหาตลาดรองรับและการเข้าถึงตลาดระหว่างประเทศ และการจัดหา สินเชื่อระยะยาวที่มีดอกเบี้ยต่ำ

Index words : สินเชื่อเกษตร, ผู้จัดการธนาคาร, การเลี้ยงสัตว์, เกษตรกร, 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้, ประเทศไทย
agricultural credit, bank managers, animal raising, farmers, three southernmost provinces, Thailand.

บทนำ

การปศุสัตว์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในโครงสร้างการผลิตภาคเกษตรกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ เนื่องจากเป็นแหล่งผลิตอาหารโปรตีนที่สำคัญ แหล่งของการจ้างงาน และเป็นสินค้าส่งออกต่างประเทศ เนื่องจากการ ลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรมีปัญหามากมายทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม การให้สินเชื่อการเกษตรก็เป็นปัญหาหนึ่งของเกษตรกร คือ อัตราดอกเบี้ยสูง ใช้เงินกู้ผิดประเภท ขาดหลักทรัพย์ค้ำประกัน และจำนวนเงินกู้ไม่เพียงพอ ซึ่งเป็น ปัญหาที่รุนแรง อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ในสาขาเกษตรสูงกว่าสาขาอื่นๆ เพราะขาดแคลนเงินทุน ขณะที่ความต้องการมีมาก อัตราดอกเบี้ยก็จะสูง และค่าใช้จ่ายในการกู้ยืมสูง เนื่องจากจำนวนเงินกู้ต่อคนมีน้อย (ทองโรจน์, 2529)

จีรเกียรติ (2527) ได้ให้ข้อคิดเห็นว่า สาเหตุที่ทำให้ค่าใช้จ่ายสินเชื่อเพื่อการเกษตร สูงกว่านอกภาคการเกษตรมีหลายประการ คือ (1) ธุรกิจเกษตรเป็นธุรกิจขนาดเล็ก และอยู่ กระจัดกระจาย (2) การติดตามทวงหนี้ไม่สะดวก (3) เงินกู้แต่ละรายมีน้อย ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง (4) ธุรกิจเกษตรเป็นธุรกิจที่เสี่ยงมากกว่าธุรกิจด้านอื่นๆ ทั้งในด้านราคาและธรรมชาติ

ศิริชัย และคณะ(2529) ได้ชี้ ให้เห็นว่า ปัญหาการขาดแคลนเงินทุนและแหล่ง สินเชื่อราคาถูก ทำให้การพัฒนาในภาคการเกษตร ด้วยตนเองมีน้อยหรือเป็นไปอย่างเชื่องช้า ทั้งนี้เกิดจากปัจจัยสำคัญ คือ เกษตรกรส่วนใหญ่ยังมีความยากจนอยู่ จึงทำให้ไม่มีเงินทุนเพียงพอที่จะนำไปปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้สูงขึ้นและได้ส่งผลกระทบให้เกิดความ ไม่สมดุลย์กันในระหว่างภาคการผลิตต่างๆ

เพลินพิศ (2531) รายงานว่า ปัญหาที่เกิดจากการปล่อยสินเชื่อการเกษตรของธนาคารพาณิชย์ คือ ธนาคารพาณิชย์ไม่สามารถเข้าถึงเกษตรกรรายย่อยซึ่งเป็นกลุ่มเกษตรกรเป้าหมาย จึงเกิดปัญหาหนี้เสียมีสูงถึงร้อยละ 19.2 และปัญหารั่วไหลของสินเชื่อนอกภาคการเกษตร พบว่าร้อยละ 25.3 ปล่อยให้เกษตรกรนำเงินไปใช้ไม่ตามวัตถุประสงค์ของการกู้เงิน

สามารถ (2536) พบว่า การให้สินเชื่อปี 2534 จากครัวเรือนเกษตรกรทั้งหมด 5,244,643 ครัวเรือน ได้รับการบริการสินเชื่อจากสถาบันการเงิน 3,936,354 ครัวเรือน หรือร้อยละ 75 แยกเป็นลูกค้า ธ.ก.ส. โดยตรง 2,356,585 ครัวเรือน หรือร้อยละ 45 เป็นสมาชิกสถาบันเกษตรกร 1,029,769 ครัวเรือนหรือร้อยละ 20 และเป็นลูกค้าธนาคารพาณิชย์ 550,000 ครัวเรือน หรือร้อยละ 10 และยังไม่ได้รับบริการ 1,308,289 ครัวเรือน หรือร้อยละ 25

วิทยาและอรุณวรรณ (2536) รายงานว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มักเป็นหนี้เงินกู้ ธ.ก.ส. เพียงแหล่งเดียว กรณีที่เงินกู้ไม่เพียงพอก็จะยืมจากญาติพี่น้อง หรือพ่อค้านายทุนในท้องถิ่นถึงร้อยละ 18.6 ซึ่งต้องเสียดอกเบี้ยในอัตราที่สูงกว่าสถาบันการเงินหลายเท่าตัว

ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (2537) รายงานว่า มีเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือกู้เงิน จำนวน 6,100 คน กู้เงินเป็นจำนวน 180.5 ล้านบาท มีวัตถุประสงค์ในการกู้เงิน คือ กู้เงินเพื่อซื้อสัตว์ใช้เป็นแรงงาน ร้อยละ 63.0 ของเงินกู้ทั้งหมด กู้เพื่อซื้อพันธุ์สัตว์ ร้อยละ 21.0 และใช้เงินกู้ที่เหลืออีกร้อยละ 16.0 เป็นค่าใช้จ่ายในการประกอบอาชีพ

ปัจจุบันการศึกษาด้านการให้สินเชื่อเพื่อการเลี้ยงสัตว์ยังมีอยู่น้อยมาก ผลจากการศึกษาที่ผ่านมายังไม่มีข้อบ่งชี้ข้อจำกัดของการให้สินเชื่อเพื่อการเลี้ยงสัตว์ และการพัฒนาการเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรที่เป็นผู้เลี้ยงส่วนใหญ่ของประเทศได้ชัดเจนว่ามาจากสาเหตุใด แม้ว่ามีผลการศึกษาหลายชิ้น ระบุว่า ปัญหาการส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์ไม่สามารถพัฒนาได้ดี เนื่องมาจากเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในการเลี้ยงสัตว์ในระดับที่ต่ำ ขาดการฝึกอบรม ไม่มีทุน ขาดแรงงาน ตลาดที่มั่นคง และขาดสินเชื่อราคาถูก (จันทนา, 2538

และเบญจพรรณและคณะ, 2540) แม้ว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงส่วนใหญ่จะผ่านการฝึกอบรมการเลี้ยงขั้นพื้นฐานมาแล้วก็ตาม (คงปฐม, 2538)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงการให้สินเชื่อเพื่อการเลี้ยงสัตว์ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ และความคิดเห็นต่างๆ ที่มีต่อการให้สินเชื่อ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการวางแผนและพัฒนาการเลี้ยงสัตว์ให้ถูกต้องตามหลักวิชาการมากยิ่งขึ้น

วิธีการศึกษา

การเลือกสถานที่

ในการศึกษานี้ใช้พื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้เป็นสถานที่ทำการวิจัย รวม 3 จังหวัด คือ จังหวัดปัตตานี ได้แก่ อำเภอโคกโพธิ์ อำเภอหนองจิก และอำเภอสายบุรี จังหวัดยะลา ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอรามัน และอำเภอกรงปินัง และจังหวัดนราธิวาส ได้แก่ อำเภอตากใบ อำเภอเมือง และอำเภอระแงะ พื้นที่ดังกล่าวมีเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์เป็นหลักอยู่เป็นจำนวนมาก

ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

ประชากรในที่นี้คือผู้จัดการธนาคารของรัฐและเอกชน ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนทั้งสิ้น 30 คน เนื่องจากประชากรมีเป็นจำนวนน้อยจึงไม่ใช้การสุ่มตัวอย่าง โดยใช้ประชากรทั้งหมดเป็นตัวอย่างในการศึกษา

การรวบรวมข้อมูล

ได้ใช้การสัมภาษณ์เป็นวิธีการในการรวบรวมข้อมูล โดยจัดทำแบบสัมภาษณ์ขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ 2540 และทดสอบแบบสัมภาษณ์ในเดือนมีนาคม 2540 ออกสัมภาษณ์ผู้จัดการธนาคารในเดือนพฤษภาคม 2540 สัมภาษณ์เสร็จในปลายเดือนตุลาคม 2540 มีผู้จัดการธนาคารได้รับการสัมภาษณ์ทั้งสิ้น 28 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ทำการตรวจความถูกต้องของแบบสัมภาษณ์และทำรหัสข้อมูลแล้วจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS) ที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ในช่วงเดือนธันวาคม 2540

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ประเภทของธนาคาร

จากการศึกษาพบว่าประมาณครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 57.1) เป็นธนาคารเอกชน ส่วนที่เหลือเป็นธนาคารของรัฐบาล เมื่อมองถึงประเภทย่อยของธนาคาร พบว่าหนึ่งในสี่ (ร้อยละ 25.0) ได้แก่ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ร้อยละ 10 ได้แก่ ธนาคารกรุงเพท ธนาคารไทยพาณิชย์ ธนาคารกสิกรไทย และธนาคารออมสิน ที่เหลือไม่เกินร้อยละ 10 ได้แก่ ธนาคารกรุงไทย ธนาคารกรุงเทพพาณิชยการ ธนาคารนครธน ธนาคารกรุงศรีอยุธยา ธนาคารนครหลวงไทย และธนาคารเอเซีย

ทุกธนาคาร มีการให้สินเชื่อเกษตรตามนโยบายรัฐบาล ที่ได้กำหนดให้ธนาคารให้สินเชื่อร้อยละ 20 ของยอด เงินฝากทั้งหมด

เกณฑ์พิจารณาในการให้สินเชื่อและการติดตามโครงการเงินกู้

ประมาณสองในสาม (ร้อยละ 64.3) ของผู้จัดการธนาคารพิจารณาจากหลักทรัพย์ที่ผู้กู้เสนอค้ำประกันรวมครึ่งหนึ่งคือร้อยละ 57.1 และร้อยละ 53.6 จากวัตถุประสงค์ของโครงการและรายได้ของโครงการตามลำดับ ประมาณหนึ่งในสาม (ร้อยละ 32.1) พิจารณาจากกำหนดระยะเวลาคืนเงินกู้ (ตารางที่ 1) เกณฑ์ต่างๆ เหล่านี้อาจเป็นปัจจัยที่ทำให้การเลี้ยงสัตว์ในภาคใต้ไม่พัฒนา เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีหลักทรัพย์ค้ำประกันมากพอและไม่มีเงินลงทุน กรณีที่คุณสมบัติไม่ครบตามข้อกำหนด ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 71.4) ของผู้จัดการธนาคารจะไม่พิจารณากู้กรณีพิเศษให้ เพราะมีความเสี่ยงสูงและไม่ตรงตามเงื่อนไข มีเพียงส่วนน้อย (ร้อยละ 28.6) ที่ยังคงให้กู้ เพราะเป็นการประกันโดยบุคคล ที่เชื่อถือธนาคารสามารถผ่อนปรนหลักเกณฑ์ได้

จึงเห็นได้ว่าหลักทรัพย์ค้ำประกัน วัตถุประสงค์ของโครงการและรายได้ของโครงการเป็นสิ่งที่สำคัญในการที่ธนาคารได้ใช้เป็นหลักสำคัญในการพิจารณาให้เงินกู้แก่เกษตรกร

Table 1 Criteria for providing credit.

Criteria	Number (n=28)	Percentage [1/]
Assets to guarantee the loan	18	64.3
Objectives of the project	16	57.1
Expected incomes of the project	15	53.6
Time of loan repayment	9	32.1
Reputation of project owner	8	28.6
Details of the project	6	21.4
Place of the project	5	17.8
Others	7	25.0

[1/] Quoted from more than one source.

ลักษณะและปริมาณการให้เงินกู้

สามในสี่ของผู้จัดการธนาคารระบุว่า ได้มีการให้เงินกู้ในลักษณะที่เป็นรายบุคคล ส่วนที่เหลือ (ร้อยละ 25) ให้กู้ในลักษณะที่เป็น กลุ่มบุคคล โดยสมาชิกในกลุ่มแต่ละคนที่มีการค้ำประกัน ซึ่งเป็นกรณีที่มีการกู้เงินที่เป็น จำนวนไม่มากนัก หากเป็นการกู้เงินที่เป็นจำนวน มากต้องใช้หลักทรัพย์ คือ ที่ดินมาเป็นหลักประกัน สำหรับการกู้ยืมเงินจากธนาคาร การกู้ในลักษณะ ที่เป็นรายบุคคลมักเป็นการกู้ยืมจากธนาคาร พาณิชย์ของเอกชน หากเป็นการกู้ยืมจากธนาคาร ของรัฐ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากธนาคารเพื่อการ เกษตรและสหกรณ์การเกษตร มักนิยมให้กู้ยืม ในลักษณะที่เป็นกลุ่ม กลุ่มจะช่วยดูแลสมาชิก ในกลุ่มให้ใช้เงิน

กู้ไปในทางที่ถูกต้อง และเป็น ประโยชน์ต่อกิจกรรมทางการเกษตร

เกี่ยวกับปริมาณการให้เงินกู้ทั้งหมดในรอบปี พบว่ามีการกระจายตัวไปในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันทั้งสามกลุ่ม คือ 10,000 ,000 บาทและต่ำกว่า 10,000,001-100,000,000 บาท และมากกว่า 100,000,000 บาท โดยคิดเป็นร้อยละ 17.9, 10.7 และ 21.4 ที่ได้ระบุปริมาณการให้เงินกู้มีอยู่เป็น จำนวนครึ่งหนึ่งคือร้อยละ 50 การที่ไม่ระบุเนื่องจากเป็นความลับของทางธนาคาร

ทัศนคติที่มีต่อการให้สินเชื่อเกษตร

ครึ่งหนึ่งของผู้จัดการธนาคาร มีทัศนคติที่เห็นด้วยกับแนวความคิดที่ว่า สินเชื่อเกษตรเป็นธุรกิจขนาดเล็กและผู้กู้อยู่กระจัดกระจาย (คำถามข้อที่ 2) สินเชื่อเกษตรเป็นธุรกิจที่ผู้กู้แต่ละรายได้เงินน้อยและมีค่าใช้จ่ายสูง (คำถามข้อที่ 3) และสินเชื่อเกษตรยากแก่การติดตามผล (คำถามข้อที่ 4) เพียงประมาณหนึ่งในห้า ที่ไม่เห็นด้วยกับแนวความคิดข้อที่ 2 และ 4 นอกจากนี้ผู้จัดการธนาคารยังมีทัศนคติที่แตกต่างกันออกไป สำหรับแนวความคิดที่ว่าสินเชื่อเกษตรมีความเสี่ยงมากกว่าสินเชื่อประเภทอื่นๆ (คำถามข้อที่ 1) โดยมีสัดส่วนที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน สำหรับผู้ที่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย และไม่เห็นด้วย (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในภาพรวมจะเห็นได้ว่าประมาณสามในสี่มีทัศนคติที่เป็นไปในทางบวก (favourable attitude) โดยเห็นด้วยและเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อคำถามทั้งสี่ข้อ

Table 2 Attitude towards agricultural credit.

Statement	Level of attitude (n=28)				
	Strongly agree	Agree	Uncertain	Disagree	Strongly disagree
1. Agricultural credit is risky than other credit	8 (28.6)[1/]	10 (35.7)	2 (7.1)	8 (28.6)	-
2. Agricultural credit is concerned with small business enterprise and engaged with few farmers scattered over a wide area	4 (14.3)	15 (53.6)	3 (10.7)	6 (21.4)	-
3. Agricultural credit is a small loan with high maintenance costs	7 (25.0)	14 (50.0)	5 (17.9)	2 (7.1)	-
4. Agricultural credit is difficult to monitor	5 (17.9)	16 (57.1)	1 (3.6)	6 (21.4)	-

[1/] Figures in bracket indicate the percentage

ความเสี่ยงและการให้ความสำคัญของสินเชื่อต่อประเภทกิจกรรมการเกษตร

ประมาณครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 57.1) ของผู้จัดการธนาคารเห็นว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างปลูกพืช และเลี้ยงสัตว์ แต่หนึ่งในสาม (ร้อยละ 39.3) เห็นว่าการเลี้ยงสัตว์มีความเสี่ยง มากกว่า เพียงส่วนน้อย (ร้อยละ 3.6) ที่เห็นว่า การปลูกพืชมีความเสี่ยงมากกว่า (ตารางที่ 3) การที่ให้ความคิดเห็นว่าสินเชื่อเพื่อการเลี้ยงสัตว์มี ความเสี่ยงมากกว่า เนื่องจากการมีโรคระบาดสัตว์ เกิดขึ้นบ่อยเพราะมีอากาศร้อนและมีฝนตกชุก ประกอบกับเกษตรกรขาดความรู้ในด้านการ ป้องกันโรคสัตว์ ส่วนการที่ให้ความคิดว่าการ เพาะปลูกมีความเสี่ยงมากกว่าการเลี้ยงสัตว์นั้น อาจเป็นไปได้ว่าการเพาะปลูกย่อมขึ้นอยู่กับดินฟ้า อากาศเป็นสำคัญ ซึ่งสิ่งดังกล่าวมีการแปรปรวน อยู่ตลอดเวลา เช่น น้ำท่วม หรือฝนทิ้งช่วง เป็นต้น

เกี่ยวกับการจัดสรรเงินเพื่อการกู้ยืม ประมาณครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 46.4) ของผู้จัดการธนาคารให้สินเชื่อเพื่อการเพาะปลูกพืชมากกว่าการเลี้ยงสัตว์ ประมาณหนึ่งในสาม (ร้อยละ 39.3) เพียงส่วนน้อย (ร้อยละ 14.3) ให้สินเชื่อเพื่อการเลี้ยงสัตว์มากกว่าการเพาะปลูก (ตารางที่ 3) กรณีที่ให้สินเชื่อเพื่อการเพาะปลูกมากกว่าการเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากเห็นว่าการเพาะปลูกมีความเสี่ยงน้อยกว่า การดูแลเอาใจใส่น้อยกว่า และต้นทุนในการเพาะปลูกต่ำกว่าเลี้ยงสัตว์ จึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งทำให้ในภาคใต้ไม่สามารถพัฒนาการเลี้ยงสัตว์ในเชิงการค้าได้ ทั้งที่มีศักยภาพในการพัฒนาการเลี้ยงเพื่อการส่งออก กรณีที่ให้สินเชื่อเพื่อการเลี้ยงสัตว์มากกว่าการเพาะปลูก เนื่องจากเห็นว่า ตลาดมีความต้องการสูง และระยะเวลาการเลี้ยงสัตว์สั้นกว่าการเพาะปลูก ทำให้ส่งคืนเงินกู้ได้เร็วกว่า

Table 3 Risk perception and allocation of credit according to type of activity.

Characteristic	Number(n=28)	Percentage
Credit risk perception		
More risk in animal raising	11	39.3
More risk in cultivation	1	3.6
No difference	16	57.1
Allocation of credit		
Credit was allocated more for cultivation	13	46.4
Credit was allocated more for animal raising	4	14.3
No difference	11	39.3

ประเภทของสัตว์ที่ทางธนาคารให้ความสำคัญในการให้เงิน

ประเภทของสัตว์ที่ธนาคารให้ความสำคัญในการให้สินเชื่อมากที่สุด คือ โคและไก่ คิดเป็นร้อยละ 78.6 และ 75.0 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) สัตว์เลี้ยงอื่นๆ ได้แก่ เป็ด ห่าน กระบือ และแพะได้รับความสำคัญรองลงไป สาเหตุที่ให้ความสำคัญกับโคและไก่ เนื่องจากสัตว์ทั้งสองชนิดเป็นอาหารหลักของชาวไทยมุสลิมในเขตชายแดนภาคใต้เป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่ายเพราะเกษตรกรมีประสบการณ์อยู่แล้วและตลาดต้องการมาก สามารถที่จะจำหน่ายได้ราคาดี

Table 4 Priority of animal in providing credit.

Types of animals	Number(n=28)	Percentage[1/]
Cattle	22	78.6
Chicken	21	75.0
Duck and geese	11	39.3
Buffalo	6	21.4
Goat	4	14.3

[1/] Quoted from more than one source

ผลของการให้สินเชื่อและปัญหาที่เกี่ยวข้อง

ทุกธนาคารมีการติดตามความก้าวหน้าในการให้เงินกู้แก่เกษตรกร ครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50.0) ของผู้จัดการธนาคารให้เกษตรกรผู้กู้มารายงาน และส่งเจ้าหน้าที่ออกไปติดตามผล ร้อยละ 46.4 ส่งเจ้าหน้าที่ไปติดตามผล เพียงส่วนน้อย (ร้อยละ 3.6) ที่ให้เกษตรกรมารายงานผลเกี่ยวกับผลของการให้สินเชื่อ ประมาณครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 57.1) ของผู้จัดการธนาคารเห็นว่าผลของการให้สินเชื่อเพื่อการเลี้ยงสัตว์ที่ผ่านมาอยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 28.6) ค่อนข้างดี เพียงส่วนน้อยที่เห็นว่าดีมากและมีปัญหา (ตารางที่ 5) การที่ผู้จัดการบางส่วนเห็นว่าผลของการให้สินเชื่อมีปัญหาอาจเนื่องมาจากสาเหตุที่สำคัญคือ เรื่องของการติดต่อสื่อสาร เพราะเกษตรกรใช้ภาษาพูดที่เป็นภาษาท้องถิ่น (ภาษายาวี) การติดต่อสื่อสารจึงค่อนข้างยากลำบาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับเกษตรกรสูงอายุ นอกจากนี้ การที่เกษตรกรขาดความรู้และประสบการณ์การเลี้ยงสัตว์ ทำให้การเลี้ยงสัตว์ขาดทุน ไม่สามารถส่งเงินชำระหนี้ธนาคารได้ตามกำหนด เพราะบางครั้งตลาดรับซื้อไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาพทางเศรษฐกิจเป็นสำคัญ ก็อาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เห็นว่าผลของการให้สินเชื่อยังมีปัญหา

เกี่ยวกับปัญหาสำคัญที่มีต่อการให้สินเชื่อเพื่อการเลี้ยงสัตว์ ครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50.1) เห็นว่ายากต่อการติดตามผล เนื่องจากเกษตรกรอยู่ห่างไกลประมาณหนึ่งในห้า (ร้อยละ 21.4) เห็นว่าความสามารถในการชำระหนี้คืนจำกัด (ตารางที่ 5) ปัญหาที่มีความสำคัญรองลงไป ได้แก่ มีหลักประกันน้อย ตลาดรับซื้อไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับสภาพทางเศรษฐกิจ และเกษตรกรขาด ความรู้ในการเลี้ยงสัตว์ ปัญหาเกี่ยวกับการติดตาม ผลยากลำบาก เนื่องจากเกษตรกรอยู่ห่างไกล คงเป็นเรื่องปกติที่ไม่สามารถใช้ยานพาหนะ เข้าไปในพื้นที่ได้เลย หากสาธารณูปโภคดีพอแล้ว เช่น มีถนนที่สามารถใช้ได้ทุกฤดูกาล หรือมีโทรศัพท์ในหมู่บ้านหรือชุมชน การติดตามผลอาจง่ายขึ้น นอกจากนี้แล้วปัญหาเกี่ยวกับหลักประกันมีน้อย และตลาดรับซื้อไม่แน่นอนก็เป็น เรื่องที่แก้ไขได้ยาก เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ มีฐานะยากจน สินทรัพย์

ที่ใช้เป็นหลักประกัน มักได้แก่ ที่ดิน ซึ่งขนาดของที่ดินถือครองมักจะมี ขนาดเล็ก ปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการ ชำระหนี้จำกัด และการขาดความรู้ทางวิชาการ ในการเลี้ยงสัตว์สามารถที่จะแก้ไขได้หากวางแผนการผลิตได้ดี และจัดให้มีการฝึกอบรมความรู้ทางวิชาการให้กับเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง

Table 5 Outcomes of loans and associated problems.

Characteristic	Number(n=28)	Percentage[1/]
Methods to monitor		
Send the officer to farmers' house	13	46.4
Farmers approach the bank	1	3.6
Both	14	50.0
Perceived outcome of providing credit		
Excellent	1	3.6
Good	8	28.6
Satisfactory	16	57.1
Poor	3	10.7
Associated problems with providing credit		
Difficult to monitor	14	50.0
Limited ability for loan repayment	6	21.4
Few assets for guarantee	4	14.3
Market fluctuation	2	7.1
A lack of knowledge in animal raising	2	7.1

[1/] Quoted from more than one source

ปัญหาในการเลี้ยงสัตว์

ปัญหาที่มีความสำคัญสามอันดับแรกที่ผู้จัดการธนาคารได้ระบุ คือ การที่เกษตรกรขาดความรู้ในการเลี้ยงสัตว์ การขาดการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องจากรัฐ และความผันผวนของตลาดตามสภาพทางเศรษฐกิจและเทศกาลที่สำคัญต่างๆ (ตารางที่ 6) ส่วนปัญหาที่มีความสำคัญรองลงมาได้แก่ เกษตรกรไม่สนใจเนื่องจากการเลี้ยงสัตว์เป็นอาชีพเสริม เกษตรกรมีอาชีพหลักจากการเพาะปลูกอยู่แล้ว การที่ภูมิประเทศไม่เอื้ออำนวยเนื่องจากพื้นที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นสูงต่ำ การขาดแคลนปัจจัยการผลิตบางอย่าง เช่น หญ้าในช่วงฤดูแล้ง อื่นๆ ได้แก่ การเกิดโรคระบาดสัตว์ การขาดแคลนแรงงาน การขาดการรวมกลุ่มอย่างแท้จริง และข้อจำกัดทางศาสนาที่มีต่อการเลี้ยงสัตว์บางประเภท

Table 6 Associated problems with raising animals.

Type of problems	Number(n=28)	Percentage[1/]
A lack of knowledge in raising animals (husbandry)	13	46.4
A lack of continuous support from the government	9	32.1
Market fluctuation	7	25.0
Farmers not interested	4	14.3
Inappropriate topography	3	10.7
A shortage of farm inputs	2	7.1
Others	4	14.3

[1/] Quoted from more than one source

ความเป็นไปได้ในการพัฒนาการเลี้ยงสัตว์ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ให้เป็นเขตเศรษฐกิจ

ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 82.1) ของผู้จัดการธนาคารเห็นว่ามีความเป็นไปได้ในการพัฒนา 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ให้เป็นเขตเศรษฐกิจในการเลี้ยงสัตว์ที่เหลือประมาณหนึ่งในห้า (ร้อยละ 17.9) เห็นว่าไม่สามารถพัฒนาพื้นที่ดังกล่าวเป็นเขตเศรษฐกิจได้ (ตารางที่ 7) เนื่องจากภูมิประเทศไม่เอื้ออำนวย การเลี้ยงสัตว์เป็นอาชีพเสริมเกษตรกรมีอาชีพหลักอยู่แล้ว จึงขาดความสนใจในการเลี้ยงสัตว์ และการเรียกค่าคุ้มครองจากผู้ก่อการร้าย สำหรับกลุ่มที่เห็นว่าสามารถพัฒนาเป็นเขตเศรษฐกิจได้นั้น ได้ชี้ให้เห็นว่าสามารถทำได้โดยการให้การฝึกอบรมแก่เกษตรกรเป็นอันดับแรก รองลงมา ได้แก่ การมีตลาดรองรับโดยเฉพาะตลาดมาเลเซีย ซึ่งเป็นตลาดขนาดใหญ่ การจัดหาแหล่งเงินกู้ยืมระยะยาวที่มีดอกเบี้ยต่ำ การพยุงราคา และการส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่มกันเพื่อมีอำนาจต่อรอง

Table 7 Opinions on possibility for developing southern Thailand as a viable economic zone for animal raising.

Characteristic	Number(n=28)	Percentage
Possibility in development for a viable economic zone		
Possible	23	82.1
Impossible	5	17.9
Methods for possibility [1/] (n=23)		
Provide intensive training for farmers	12	52.2
Market access	6	26.1
Provide long term loan with low interest rate	5	21.7
Price support	4	17.4
Establish and encourage farmer group	3	13.0
Reasons for impossible (n=5)		
Inappropriate topography	2	40
Regarded as minor occupation	2	40
Illegal guardian fee	1	20

[1/] Quoted from more than one source

ความเป็นไปได้ในการส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์เชิงการค้า

พบว่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของผู้จัดการธนาคารได้ระบุชนิดสัตว์ ที่ควรส่งเสริมการเลี้ยงอย่างจริงจังมีลักษณะเป็นการค้า ได้แก่ ไก่และโคเนื้อ (ตารางที่ 8) ส่วนสัตว์ชนิดอื่น ได้แก่ โคนม สุกร เป็ด แพะ แกะ และห่าน ยังไม่สามารถพัฒนาการเลี้ยงให้มีลักษณะเป็นเชิงการค้าได้

การเลี้ยงโคนมยังมีน้อย เกษตรกรยังไม่มีประสบการณ์การเลี้ยงเหมือนกับเกษตรกรในภาคกลาง การเลี้ยงสุกรมีข้อจำกัดทางศาสนา การเลี้ยงเป็ดมีอยู่บ้างพอควร แต่ไม่ได้ใช้เป็นอาหารของคนภาคใต้ การเลี้ยงแพะ แกะ และห่านมีน้อยมากเมื่อเทียบกับการเลี้ยงสัตว์ชนิดอื่นๆ ถึงแม้ว่าตลาดจะมีความต้องการมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเทศกาลที่สำคัญ จึงเห็นได้ว่า ไก่และโคเนื้อ เป็นสัตว์ที่สามารถจะพัฒนาการเลี้ยงให้เป็นเชิงการค้าได้ในเวลาขณะนี้ ซึ่งค่อนข้างสอดคล้องกับการให้เงินกู้ยืม ซึ่งผู้จัดการธนาคารมักให้กับการเลี้ยงไก่และโคเนื้อ

Table 8 Type of animal possible for develop as commercial purposes.

Type of animal	Possibility (n=28)	
	Possible	Impossible
Chicken	18 (64.3)	10 (35.7)[1/]
Beef cattle	17 (60.7)	11 (39.3)
Dairy cattle	13 (46.4)	15 (53.6)
Swine	13 (46.4)	15 (53.6)
Duck	12 (42.9)	16 (57.1)
Goat	10 (35.7)	18 (64.3)
Sheep	6 (21.4)	22 (78.6)
Geese	3 (10.7)	25 (89.3)

[1/] Figures in bracket indicate the percentage

สรุปและข้อเสนอแนะ

ธนาคารทุกแห่งมีการให้สินเชื่อเพื่อการเกษตรโดยพิจารณาจากหลักทรัพย์ วัตถุประสงค์และรายได้ของโครงการ การให้กู้มีทั้งเป็นรายบุคคล และเป็นในรูปของกลุ่ม ส่วนใหญ่ของผู้จัดการธนาคารมีทัศนคติที่ดีต่อสินเชื่อเกษตร และเห็นว่าการเพาะปลูกมีความเสี่ยงน้อยกว่าการเลี้ยงสัตว์ จึงให้สินเชื่อเพื่อการเพาะปลูกมากกว่าการเลี้ยงสัตว์ เกี่ยวกับการเลี้ยงสัตว์ การเลี้ยงโคเนื้อ และการเลี้ยงไก่ ได้รับสินเชื่อมากที่สุด เนื่องจาก เป็นอาหารหลักของชาวไทยมุสลิม เกี่ยวกับผลของการให้สินเชื่อธนาคารได้มีการให้เจ้าหน้าที่ออกไปติดตามผลรวมทั้งให้เกษตรกรผู้กู้มารายงานผลที่ธนาคาร ส่วนใหญ่ของผู้จัดการธนาคาร เห็นว่าผลของการให้สินเชื่อที่ผ่านมาอยู่ในเกณฑ์พอใช้จนถึงดี ปัญหาที่สำคัญในการให้สินเชื่อก็คือความยากลำบากในการติดตามผล เนื่องจากเกษตรกรอยู่ห่างไกล และเกษตรกรมีขีดความสามารถในการชำระหนี้จำกัด เกี่ยวกับปัญหาในการเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกร ส่วนใหญ่ของผู้จัดการธนาคารเห็นว่าเกษตรกรยังขาดความรู้ ในการเลี้ยงสัตว์ตามหลักวิชาการ การขาดการสนับสนุนจากรัฐบาลอย่างต่อเนื่อง และความผันผวนของตลาด ส่วนใหญ่ยังเห็นว่าการพัฒนา 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ให้เป็นเขตเศรษฐกิจในการเลี้ยงสัตว์ สามารถที่จะทำได้ โดยการจัดฝึกอบรมความรู้ทางวิชาการให้กับเกษตรกร และการมีตลาดรองรับ สัตว์ที่สามารถพัฒนาการเลี้ยงเป็นเชิงการค้าได้ คือ ไก่และโคเนื้อ

เกี่ยวกับข้อเสนอแนะมีดังต่อไปนี้

1. การพิจารณาให้เงินกู้ ส่วนใหญ่พิจารณาจากหลักทรัพย์ที่เสนอค้ำประกันเป็นหลัก ทำให้เกษตรกรมีปัญหาในการกู้ เจ้าหน้าที่ของธนาคารและเจ้าหน้าที่ของรัฐ ควรจะได้ศึกษาหารูปแบบการช่วยเหลือที่เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหาต่อไป โดยเฉพาะการพิจารณาจากองค์

ประกอบอื่นๆ เช่น ประวัติของเกษตรกร ความตั้งใจ ความซื่อสัตย์และจริยธรรม ความตรงต่อเวลา ความมีวินัยและความขยันในการทำงาน

2. การติดตามความก้าวหน้าของโครงการเงินกู้เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการให้สินเชื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของผู้กู้ เจ้าหน้าที่ของธนาคารและเกษตรกร ควรมีการวางแผนร่วมกันและปฏิบัติไปตามขั้นตอน โดยมีนักวิชาการประจำโครงการให้ความช่วยเหลือด้านวิชาการ
3. การเขียนโครงการเพื่อเสนอขอเงินกู้เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีส่วนในการพิจารณาให้เงินกู้ เจ้าหน้าที่ของรัฐและเจ้าหน้าที่ของธนาคาร ควรมีการประสานความร่วมมือกันให้ความรู้แก่เกษตรกรในการเขียนโครงการและการทำบัญชีฟาร์ม
4. รัฐบาลควรจัดตั้งสถาบันการเงินในรูปของการให้สินเชื่อเกษตรระยะยาว เพื่อให้เกษตรกรได้กู้ยืมโดยมีดอกเบี้ยต่ำ รวมทั้งการประกันราคา

เอกสารอ้างอิง

คงปฐม กาญจนเสริม. 2538. การประเมินผลโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคนม จังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันทนา บุญศิริ. 2538. ผลที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงโคนมทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมในทัศนะของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศวสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จีรเกียรติ อภิบุณโยภาส. 2527. ธนกิจการเกษตร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร คณะเศรษฐศาสตร์ และบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทองโรจน์ อ่อนจันทร์. 2529. สินเชื่อนอกระบบและสินเชื่อเพื่อกิจกรรมนอกฟาร์ม. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2529 ของสมาคมเศรษฐศาสตร์เกษตรแห่งประเทศไทย ระหว่างวันที่ 22-23 ธันวาคม 2529 ณ โรงแรมชัลปาร์ค จ.เชียงใหม่.

ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร. 2537. การดำเนินงานโครงการสินเชื่อการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามความช่วยเหลือของประชาคมยุโรป. วารสาร ธ.ก.ส. (ต.ค. 30 – มี.ค. 31) :39-52.

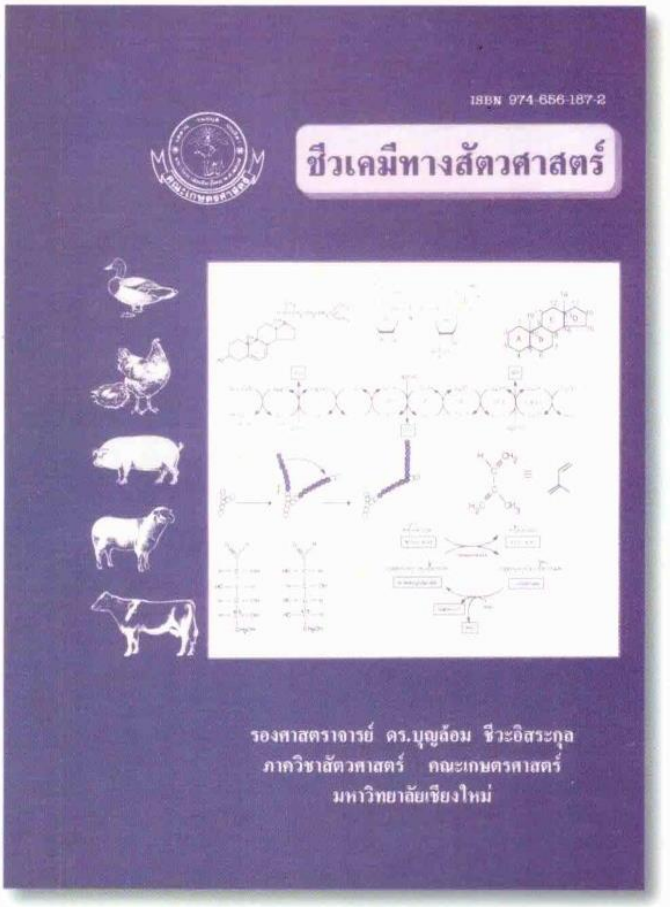
เบญจพรรณ เอกะสิงห์, กุศล ทองงาม, บุญเสริม ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และสมคิด พรหมมา. 2540. รายงานการวิจัยเรื่อง บทบาทประสิทธิภาพ และการฝึกอบรมเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมชายหญิงในภาคเหนือ. กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

เพลินพิศ สัตย์สงวน. 2531. นโบบายสินเชื่อสู่ชนบท. วารสาร ธ.ก.ส. (ต.ค. 30- มี.ค 31) : 5-9.

วิทยา เจียรพันธุ์ และอรุณวรรณ วงศ์มณีโรจน์. 2536. รายงานการวิจัยเรื่อง กระบวนการอพยพแรงงานของเกษตรกรชนบท. กรุงเทพมหานคร : กองวิชาการสำนักวิชาการและแผนธนาคารเพื่อการเกษตรและ สหกรณ์การเกษตร.

ศิริชัย สาครรัตนกุล, ยงเกียรติ จรณศักดิ์สกุล และเฉลี่ยว วามวงศ์. 2529. การให้สินเชื่อเพื่อการเกษตรในประเทศไทย : ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2529 ของสมาคมเศรษฐศาสตร์เกษตรแห่งประเทศไทยระหว่างวันที่ 22-23 ธันวาคม 2529 ณ โรงแรมยัลปาร์ค จ.เชียงใหม่.

สามารถ นิตย์เสมอ. 2536. ธ.ก.ส. การปรับเปลี่ยนบทบาทเป็นธนาคารเพื่อการพัฒนาชนบท. วารสาร ธ.ก.ส . (ธ.ค. 35 - มี.ค. 36) : 32-43.



ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์

เนื้อหาสาระของหนังสือเล่มนี้ว่าด้วยความรู้ทางชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับสาขาสัตวศาสตร์ในแง่ความสำคัญของอาหารและโภชนศาสตร์สัตว์ องค์ประกอบของอาหารและผลิตภัณฑ์สัตว์ เคมีของคาร์โบไฮเดรต เคมีของโปรตีนและสารประกอบไนโตรเจน เคมีของลิพิด การสลายและการสังเคราะห์โภชนะหลัก เพื่อให้เข้าใจถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโภชนะในร่างกายซึ่งจะมีผลต่อสุขภาพและการผลิตสัตว์ หนังสือเล่มนี้ต่างจากชีวเคมีโดยทั่วไปสำหรับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์และด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ ในแง่ที่จะจับประเด็นเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร

ราคา 120 บาท

(รวมค่าส่ง)

หมายเหตุ : สั่งซื้อได้ที่ รศ.ดร.บุญล้อม ชีวะอิสระกุล ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200
ธนาณัติ ปณ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โทร. (053) 944069-73 โทรสาร (053) 944666
e-mail : agibchvs@chiangmai.ac.th.