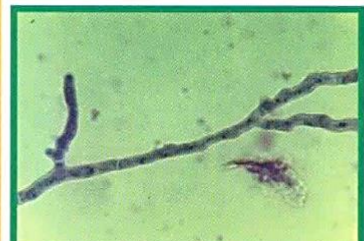
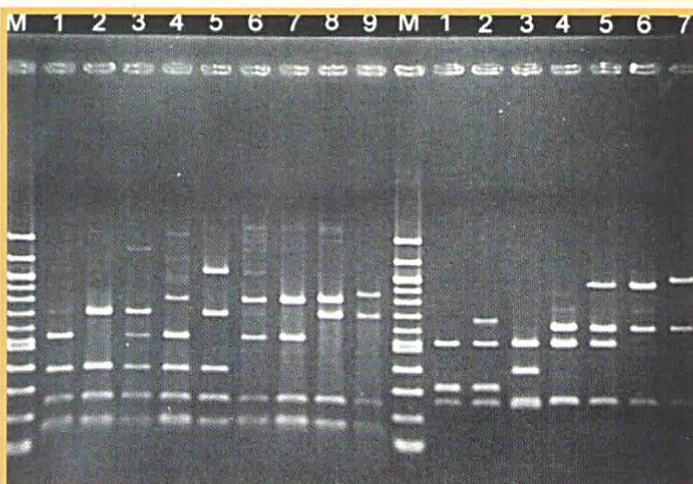




วารสารเกษตร JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 มกราคม 2545 VOLUME 18 NO. 1 JANUARY 2002



1	
2	3
	4

1. อาการของต้นสตรอเบอรี่ที่เป็นโรคน้ำแข็งเกิดจากเชื้อรา *Rhizoctonia*
2. รูปแบบ DNA หลังการตัด DNA ในส่วน 28S rDNA ด้วยเอนไซม์ Hha และ Tag I ของกลุ่มเชื้อรา *Rhizoctonia* spp.
3. นิวเคลียสของเชื้อรา binucleate *Rhizoctonia* หลังย้อมด้วย Geimsa stain
4. นิวเคลียสของเชื้อรา multinucleate *Rhizoctonia* หลังย้อมด้วย Geimsa stain

เอื้อเฟื้อภาพโดย: ไกรวุฒิ เกตุลอย
ภาควิชาโรคพืช

ISSN 0857-0841

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

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

บรรณาธิการ

ดร. พิทยา สรวมศิริ

กองบรรณาธิการ

ผู้ทรงคุณวุฒิและคณาจารย์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ที่ปรึกษา

อนันต์ โกเมศ, นคร ณ ลำปาง, ทิม พรรณศิริ

กำหนดเผยแพร่

เดือนกุมภาพันธ์ มิถุนายน และตุลาคม
ปีละ 3 ฉบับ

แจ้งรับวารสาร

บรรณาธิการวารสารเกษตร หรือ
คุณวิไลพร ธรรมดา
งานบริการงานวิจัยและพัฒนา
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50200

วารสารเกษตร เป็นวารสารวิชาการราย 4 เดือน ของคณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิชาการสาขาเกษตรศาสตร์
อุตสาหกรรมเกษตร สัตวแพทย์ และชีววิทยา ทั้งจากภายในและภายนอก
มหาวิทยาลัย

1. เรื่องที่ตีพิมพ์

- 1.1 ผลงานวิจัย
- 1.2 บทความปริทัศน์

2. การเตรียมต้นฉบับ

- 2.1 ต้นฉบับ : ควรส่งต้นฉบับที่จัดทำด้วยไมโครคอมพิวเตอร์
โปรแกรม Microsoft Word ความยาวไม่เกิน
10 หน้า บรรทัดหนึ่งหน้าหนึ่ง 70 ตัวอักษร
และหน้าละ 32 บรรทัดส่งต้นฉบับที่พิมพ์
หน้าเดียวลงบนกระดาษ A4 1 ชุด พร้อมแผ่น
บันทึกข้อมูล
- 2.2 ต้นฉบับให้รวมถึงบทคัดย่อภาษาไทย และภาษาอังกฤษ
- 2.3 ระบุคำย่อ (Index word) ของเรื่อง ทั้งที่เป็นภาษาไทยและ
ภาษาอังกฤษ
- 2.4 ตาราง : เสนอเป็นภาษาอังกฤษล้วน
- 2.5 ภาพประกอบ : เสนอเป็นภาษาอังกฤษทั้งในภาพและคำอธิบาย
ภาพ ภาพถ่ายมีขนาด 9.00 x 13.50 ซม.
ภาพเขียนใช้หมึกดำเขียนบนกระดาษอาร์ตหนา
หรือกระดาษเขียนแบบ
- 2.6 กราฟ : จัดทำด้วยโปรแกรม Haward Graphic และ
แนบข้อมูลดิบไปด้วยเพื่อปรับแต่งด้วยไมโคร-
คอมพิวเตอร์ให้ถึง
- 2.7 เอกสารอ้างอิง : นำด้วยเอกสารภาษาไทยตามด้วยเอกสารภาษา
อังกฤษ
- 2.7.1 ในเนื้อเรื่อง อ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องในระบบชื่อค้น
และปี(พ.ศ.) เช่น พรชัย (2538) รายงานว่า.....หรือ...
(พรชัย,2538) ในกรณีที่เป็นภาษาอังกฤษใช้ระบบ
นามสกุลและปี (ค.ศ.) เช่น Joke and Smith (1995)
ในกรณีที่มีผู้แต่งสามคนขึ้นไปให้ใช้และคณะหรือ *et al.*
ต่อท้ายผู้แต่งคนแรก แต่ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง
ใส่ชื่อหมดทุกคน
- 2.7.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง : ให้เรียงอักษรตามชื่อ-
สกุลของผู้แต่งคนแรก ไม่ต้องใส่เลขที่ เริ่มจาก ชื่อไทย
ต่อด้วยชื่ออังกฤษ

1) สำหรับวารสารการวิจัยฉบับคัมภีร์-

ผู้แต่งชื่อค้น,ชื่อสกุล(ปี พ.ศ.)และปีเป็นภาษาอังกฤษใช้ชื่อสกุล,ชื่อค้นและปี(ค.ศ.)
ชื่อเรื่อง (ตามที่ปรากฏในวารสาร) ชื่อวารสาร (ย่อตัวพิมพ์) ปีที่ฉบับนี้ : หน้า
ตัวอย่าง : วิเชียร เสงส์สวัสดิ์(2524).การวิจัยการศึกษาระบบการปลูกพืช
หลายชนิด ว.วิจัยเกษตร.14(4) : 193-196

2) สำหรับวารสารการวิจัยฉบับคัมภีร์

ชื่อผู้แต่ง พ.ศ.(ค.ศ.)ชื่อหนังสือ สำนักพิมพ์ เมืองที่พิมพ์จำนวนหน้า
ตัวอย่าง : เฉลิมพล แชนแพน(2527).หลักการเขียนรายงานการวิจัย และ
วิทยานิพนธ์ทางวิทยาศาสตร์.สำนักงานพิมพ์.เชียงใหม่.123 หน้า

3. การเสนอเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ส่งเรื่องพิมพ์ได้ตลอดเวลา

ถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริการงานวิจัยและพัฒนา
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจสอบแก้ไขเรื่องเพื่อตีพิมพ์
ในกรณีที่ไม่เป็นจะขอความเห็นชอบจากผู้เขียนอีกครั้งก่อนตีพิมพ์



ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 (2545)
Volume 18 No.1 (2002)

วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารของทบวงมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารบัญ

Contents

การแยกความแตกต่างของเชื้อราไรซอกโทเนีย สาเหตุโรครากเน่าของสตรอเบอรี่โดยใช้เทคนิคลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ไกรวุฒิ เกตุลอย นุชนารถ จงเลขา และ อังสนา อัครพิศาล	1	Differentiation of <i>Rhizoctonia</i> spp., Causal Agent of Strawberry Root Rot Disease, Using DNA Fingerprint Technique <i>Kraiwut Kateloy, Nuchnart Jonglaekha and Angsana Akarapisan</i>	1
การพัฒนาพันธุ์อังกาบ มนต์ระวี พิราวัชร และ อติสร กระแสชัย	12	Varietal Improvement of <i>Barleria</i> spp. <i>Monrawee Perawatchara and Adisorn Krasaechai</i>	12
การศึกษาการใช้น้ำของปทุมมา รุ่งนภา โพธิ์รักษา สัตยชัย พันธไชติ และ สันติ ช่างเจรจา	18	A Study of Water Use of <i>Curcuma alismatifolia</i> Gagnep. <i>Rungnapa poruksa, Sunchai punthachot and Sunti changjeraja</i>	18
ผลของการเคลือบผิวด้วยสารอิมัลชันและไคโตแซน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของสาลี่ เสาวคนธ์ นุสดี และ ดนัย บุญเกียรติ	24	Effect of Emulsion and Chitosan Coating on Postharvest Quality of Pear (<i>Pyrus pyrifolia</i> Nakai) <i>Saowakon Nusati and Danai Boonyakiat</i>	24
การควบคุมเชื้อรา <i>Macrophomina phaseolina</i> ที่ติดมากับ เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวโดยการคลุกเมล็ดด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ แซมซุร รอฮอมา นุซาดา เวียรสลิป และ สมบัติ ศรีขวงค์	33	Control of Seed-borne <i>Macrophomina phaseolina</i> in Mungbean through Biological Seed Treatment <i>Shamsur Rahman, Suchada Vearasilp and Sombat Srichuwong</i>	33
ผลของการใช้น้ำร้อนต่อเชื้อรา <i>Macrophomina phaseolina</i> และความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว แซมซุร รอฮอมา นุซาดา เวียรสลิป และ สมบัติ ศรีขวงค์	40	Hot Water Treatment of Mungbean Seeds: Effects on Seed-borne <i>Macrophomina phaseolina</i> and on Germination <i>Shamsur Rahman, Suchada Vearasilp and Sombat Srichuwong</i>	40
การทดแทนน้ำมะพร้าวด้วยน้ำสับปะรด ในการผลิตวันมะพร้าว-สับปะรด พันธุ์ณรงค์ จันทร์แสงศรี ปาริชาติ ศรีคำสุข และ วิไลวรรณ เป้นขาว	46	Substitution of Coconut Juice by Pineapple Juice in Nata de Coco – Pina Production <i>Punnarong Junsangsree, Parichati Srikamsukh and Wilaiwan Pankhaw</i>	46
ผลของการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต้านฮอร์โมนโซมาโตสแตติน ต่อการเจริญเติบโตและปริมาณไขมันในไก่พื้นเมือง บัณฑิต กิริตการกุล เพทาย พงษ์เพียรจันทร์ และ พันทิพา พงษ์เพียรจักร	56	Effect of Active Immunization against Somatostatin Hormone on Growth and Body Fat Quantity in Native Chickens <i>Bundist Kiratkrankul, Petai Pongpiachan and Buntipa Pongpiachan</i>	56
การตรวจสอบคุณภาพโปรตีนในสูตรอาหาร และการตรวจหาปฏิกิริยาด้วยโรคไตด้วยตนเอง ศยามล นิตพิงศ์สุวรรณ	67	How to Determine the Quality of Protein in Diets and the Renal Disease of Swines <i>Sayamon Nitipongsuwan</i>	67
ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพและสถานภาพด้านสิ่งแวดล้อม ในฟาร์มสุกรและโคนมทั่วประเทศ นรินทร์ โพธิ์กานนท์ วราภา คุณาพร และ โชค มิเกล็ด	73	The Potential of Biogas Production and an Environmental Status in Pig and Dairy Farms of Thailand <i>Nirandorn Pothikanon, Warapa Kunaporn and Choke Meket</i>	73
เทคนิคอย่างง่ายในการเพาะเชื้อราปฏิปักษ์สกุล <i>Arthrobotrys</i> spp. จากดิน: บทควมสั้น ภมรทิพย์ อักษรทอง	88		

บทบรรณาธิการ

การวิจัยตนเองกับการประกันคุณภาพระบบการดำเนินงานขององค์กร

ในยุคสมัยปัจจุบัน คำยอดฮิตที่ติดปากผู้บริหารองค์กร และเป็นคำที่นำยุคเชิดมาสู่บรรดาสมาชิกขององค์กรไปพร้อมๆ กัน คือคำว่า “การประกันคุณภาพระบบการดำเนินงานขององค์กร” ซึ่งถ้าเป็นมหาวิทยาลัยก็ได้แก่ “การประกันคุณภาพระบบการศึกษา” ถ้าเป็นระบบการผลิตผักอินทรีย์ ก็ได้แก่ “การประกันคุณภาพระบบการผลิตผักอินทรีย์” หรือถ้าเป็นสถาบันตำรวจ ก็อาจจะได้แก่ “การประกันคุณภาพระบบการให้บริการและการรักษาความปลอดภัยให้กับประชาชน” เป็นต้น คำที่ต้องเน้น คือ “การประกันคุณภาพของระบบ” ไม่ใช่ “การประกันคุณภาพของผลงาน” ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้สมาชิกขององค์กรต้องใส่ใจ เพราะต้องเตรียมเอกสารมากมาย เพื่อยืนยันว่าระบบของตนเองดี ตั้งแต่ การมีวิสัยทัศน์ มีแผนงาน ไปจนถึงมีการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพคุ้มค่า คุ้มทุน โปร่งใส และมีธรรมาภิบาล

ที่กล่าวมาทั้งหมด ไม่ได้ต้องการเขียนถึงการประกันคุณภาพ แต่อยากจะนำว่า การที่องค์กรจะมีระบบการทำงานที่ดีจริงๆ ส่วนหนึ่งที่สำคัญมาก และเรามักจะมองข้ามกันตลอด คือ “การกำหนดเป้าหมายการทำงานบน จุดแข็ง จุดอ่อน ขององค์กร” ประเด็นนี้จะมีความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ กับทุกองค์กร ในสถานะที่รัฐบาลมีนโยบายลดขนาดองค์กร และจะให้งบประมาณบนฐานของ **Output - Outcome** หรือแม้กระทั่งการผลการดำเนินงานประมาณในการให้พึ่งพาตนเองได้ในบางเรื่อง ภายใต้งบเงินแบบนี้องค์กรไม่สามารถทำทุกสิ่งทุกอย่างได้ทั้งหมด ต้องเลือกเอาเฉพาะที่ตนเองเก่ง มหาวิทยาลัยและสถาบันอุดมศึกษาต้องมุ่งหาเอกลักษณ์ หาความเป็นเลิศ เพื่อดึงดูดนักศึกษา ดึงดูดงบประมาณ โครงการวิจัย ดึงดูดความร่วมมือจากภาคเอกชน ในขณะที่สถาบันวิจัยหรือศูนย์วิจัยต่างๆ คงต้องมุ่งตอบคำถามของพื้นที่ หรือคำถามของเกษตรกร ของผู้ประกอบการ ที่ส่งผลต่อเศรษฐกิจระดับการส่งออก หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์

การตรวจสอบจุดอ่อน-จุดแข็งขององค์กรจะได้มาอย่างไร ก็ต้องอาศัยระบบการวิจัยนั่นแหละ เป็นเครื่องมือ ซึ่งปัจจุบันมักพูดถึงคำว่า “การวิจัยสถาบัน” แต่วลีนี้คงยังไม่เพียงพอ ถ้าไม่สามารถนำผลการวิจัยเหล่านั้นมากำหนดเป้าหมายการพัฒนาองค์กรโดยรวม หรือกำหนดกลยุทธ์การพัฒนาองค์กร กลยุทธ์การปรับปรุงวิธีประกันคุณภาพระบบการดำเนินงานขององค์กรให้ได้

เพราะฉะนั้น “หัวข้อวิจัย” ที่เราไม่ควรลืมและควรจะต้องกำหนดไว้ในการจัดสรรงบประมาณขององค์กรด้วย คือ “การวิจัยองค์กรของตนเอง”

การแยกความแตกต่างของเชื้อราไรซอกโทเนีย
สาเหตุโรครากเน่าของสตรอเบอรี่
โดยใช้เทคนิคลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

Differentiation of *Rhizoctonia* spp., Causal Agent of
Strawberry Root Rot Disease,
Using DNA Fingerprint Technique

ไกรวุฒิ เกตุอช¹ นุชนารถ จงเลขา¹ และ อังสนา อัครพิศาล¹
Kraiwut Kateloy¹, Nuchnart Jonglaekha¹ and Angsana Akarapisan¹

Abstract : Isolation of plant pathogen from roots of wilted strawberry in 5 plantations located at Ban Borkaew Samoeng district, Mae Ram, Mae Rim district, Inthanon Royal Project Research Station and Angkhang Royal Project Research Station in Chiang Mai province and at Ban Huay Namrin in Chiang Rai province, 70 isolates of *Rhizoctonia* spp. were found. Number of nuclei in mycelial cells were determined by staining with Geimsa stain. Of all, 68 isolates were binucleate *Rhizoctonia* spp. (97%) and two were multinucleate *Rhizoctonia* spp. (3%). After pairing with known 5 tester isolates, only 60 isolates could be classified into various anastomosis grouping (AG) of 3 AG; AG-A, AG-G and AG-P but 10 isolates were unable to identify. The most common AG isolate recovered was AG-A (41.5%) followed by AG-G (37.1%) and AG-P (7.1%). Among unknown, eight isolate were binucleate and did not anastomose with any tester isolates. Frequencies of each AG isolate found were different i.e. AG-A was found from all collection sites whereas AG-G was found from three sites, Mae Rim, Borkaew and Inthanon and AG-P was found from Borkaew only. Fungal DNA was extracted and amplified in the portion of 28S rDNA using the polymerase chain reaction (PCR). These amplified fragments were digested with 4 restriction enzymes (*Hha*I, *Mbo*I, *Msp*I and *Taq*I).

¹ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

¹Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

It was found that no single restriction enzyme accurately identified all AG. The use of a combination of four restriction enzymes data could group all 75 isolates into 12 groups, which correspond to the AG determination. There was no relation among each group and collection site from using PCR-RFLP technique.

บทคัดย่อ : การแยกเชื้อราสาเหตุโรคพืชจากรากของต้นสตอเบอรี่ที่แสดงอาการเหี่ยวในพื้นที่เพาะปลูก 5 แห่งคือ บ้านบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง บ้านแม่แรม อำเภอแมริม สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์ และแปลงวิจัยโครงการหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านห้วยน้ำริน จังหวัดเชียงราย พบเชื้อรา *Rhizoctonia* spp. ทั้งสิ้น 70 ไอโซเลท เมื่อย้อมนิวเคลียสด้วยสี Geimsa และตรวจนับจำนวนนิวเคลียสในเซลล์ของเส้นใยพบว่าแต่ละเซลล์มีนิวเคลียส 2 อัน หรือเป็น binucleate *Rhizoctonia* spp. ทั้งสิ้น 68 ไอโซเลท (97%) และพบที่มีนิวเคลียสหลายอันในแต่ละเซลล์หรือเป็น multinucleate *Rhizoctonia* spp. 2 ไอโซเลท (3%) จากการจำแนกออกเป็น anastomosis group (AG) ต่าง ๆ พบว่า สามารถจำแนกได้เพียง 60 ไอโซเลท ซึ่งประกอบด้วย 3 AG ด้วยกันคือ AG-A, AG-G และ AG-P แต่อีก 10 ไอโซเลทไม่สามารถจำแนกได้ เชื้อที่พบมากที่สุดคือ AG-A (41.5%) รองลงมาคือ AG-G (37.1%) และ AG-P (7.1%) ในกลุ่มของเชื้อที่ไม่สามารถจำแนกได้มี 8 ไอโซเลทเป็น binucleate และไม่สามารถรวมเส้นใยกับ tester isolate ที่มีอยู่ ความถี่ในการพบเชื้อแต่ละ AG มีความแตกต่างกันไปกล่าวคือ พบ AG-A ในทุกพื้นที่ AG-G พบในสามพื้นที่คือ แม่ริม บ่อแก้ว และอินทนนท์ และ AG-P พบที่บ่อแก้วเพียงแห่งเดียว เมื่อทำการสกัดและเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในส่วนของ 28S rDNA ด้วยเทคนิค PCR แล้วนำมาตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ 4 ชนิด (*HhaI*, *MboI*, *MspI* และ *TaqI*) พบว่าแต่ละเอนไซม์ไม่สามารถแยกเชื้อที่อยู่ต่าง AG ออกจากกันได้ แต่เมื่อนำข้อมูลทั้ง 4 เอนไซม์มาวิเคราะห์ร่วมกันพบว่า สามารถแบ่งตัวอย่างทั้ง 75 ไอโซเลทออกเป็น 12 กลุ่มซึ่งตรงกับกรจำแนกออกเป็น AG โดยไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มที่แยกได้จากการใช้เทคนิค PCR-RFLP กับพื้นที่เก็บตัวอย่าง

Index words: โรครากเน่า สตอเบอรี่ เชื้อรา โรคชอคโทเนีย เทคนิคลายพิมพ์ดีเอ็นเอ
Anastomosis group (AG), PCR-RFLP, *Rhizoctonia* spp., strawberry root rot

คำนำ

สตอเบอรี่ (*Fragaria fragariae*) เป็นไม้ผลเมืองหนาวที่สำคัญชนิดหนึ่งของภาคเหนือ การปลูกสตอเบอรี่สามารถทำกำไรให้เกษตรกรเฉลี่ยไร่ละ 20,975.33 บาท (กอบปริญญา, 2542) แต่ในการเพาะปลูกมักประสบปัญหาเรื่องโรคและแมลงรบกวนอยู่เสมอ โรคที่สำคัญโรคหนึ่งของสตอเบอรี่คือ โรครากเน่าซึ่งมักเกิดกับแปลงที่มีการปลูกซ้ำที่เดิมอย่างต่อเนื่อง โรคนี้สามารถพบได้ทุกระยะการเจริญเติบโตแต่จะรุนแรงในระยะที่ต้นสตอเบอรี่ออกดอก-ผล (คณั, 2520) Maas (1998)

รายงานว่าการรากเน่าของสตอเบอรี่อาจเกิดจากหลายสาเหตุด้วยกันทั้งลักษณะทางกายภาพของดินที่ไม่เหมาะสม การเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชและเชื้อราต่าง ๆ *Rhizoctonia* เป็นราสกุลหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเกิดโรคนี้และมีรายงานตั้งแต่ปี 2506 โดย Husain and McKeen (1963) ซึ่งในขณะนั้นให้ชื่อว่า *R. fragariae* สำหรับในประเทศไทย คณั (2520) ได้ศึกษาสาเหตุของโรครากเน่าของสตอเบอรี่ ซึ่งทำความเข้าใจให้กับเกษตรกรบ้านช่างเคี่ยน เชียงใหม่และรายงานว่า *R. fragariae* เป็นเชื้อสาเหตุของโรค แต่เนื่องจากราในสกุล *Rhizoctonia* เป็นเชื้อที่ไม่สร้าง conidia การจัดจำแนก

เป็นสปีชีส์ทำได้ยาก จึงต้องอาศัยลักษณะทาง
สัณฐานวิทยาต่าง ๆ มาประกอบ ทำให้เกิดความ
ยุ่งยากและผลที่ได้มักไม่แน่นอน ภายหลังจึงมีการนำ
วิธีการจำแนกออกเป็น anastomosis group (AG) มา
ใช้โดยอาศัยความสามารถในการรวมเส้นใย
(anastomosis) กับ tester strain ที่ทราบชนิดแล้วเป็น
เกณฑ์ในการแบ่ง ซึ่งเป็นวิธีที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น
และเป็นที่ยอมรับจนถึงปัจจุบัน ทำให้ทราบว่า
R. fragariae ที่เคยจำแนกไว้ประกอบด้วย 3 AG ด้วย
กันคือ AG-A, AG-G และ AG-I (Martin, 1988; Martin,
2000) อย่างไรก็ตาม วิธีการจำแนกออกเป็น AG เป็น
วิธีที่ต้องใช้ความพยายามและเวลาค่อนข้างมาก โดย
เฉพาะกรณีที่มีตัวอย่างมากและไม่ทราบพืชอาศัยอีก
ทั้งยังมีรายงานการสูญเสียความสามารถในการรวม
เส้นใยของ tester strain หรือเชื้อบางไอโซเลท
ไม่สามารถรวมเส้นใย tester strain ที่มีอยู่ได้
(Masuhara *et al*, 1993; Mazzola, 1997) แสดงให้เห็น
ถึงความจำเป็นในการนำเทคนิคทางอณูชีวโมเลกุล
เข้ามาช่วยในการจัดจำแนกเชื้อราในสกุลนี้

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบ
ชนิดและความถี่ของเชื้อรา *Rhizoctonia* spp. ใน
พื้นที่เพาะปลูกต่าง ๆ ของจังหวัดเชียงใหม่และ
เชียงรายและนำเทคนิคทางอณูชีวโมเลกุลเข้ามาช่วย
ในการจัดจำแนกเชื้อราดังกล่าว

วิธีการศึกษา

การแยกเชื้อ: นำต้นสตรอเบอรี่ที่แสดง
อาการเหี่ยวจากแหล่งเพาะปลูก 4 แห่งในจังหวัด
เชียงใหม่คือ แปลงสถานีวิจัยโครงการหลวง
อินทนนท์ อ.จอมทอง แปลงสถานีวิจัยโครงการ
หลวงอ่างขาง อ.ฝาง แปลงเกษตรกรบ้านบ่อแก้ว
อ.สะเมิง และแปลงเกษตรกร อ.แม่ริม และ 1 แหล่ง

เพาะปลูกในจังหวัดเชียงรายคือแปลงเกษตรกรบ้าน
ห้วยน้ำริน อ.เวียงป่าเป้า นำมาล้างทำความสะอาด
เลือกรากที่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมาตัดให้ได้ขนาด
ประมาณ 0.5 ซม. นำเชื้อที่ผิวด้วย 10% Clorox นาน
3 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่น ซับให้แห้งแล้วนำมาวางบน
อาหาร potato dextrose agar (PDA) ที่ผสม
streptomycin sulfate 50 ไมโครกรัม/ลิตร บ่มเชื้อที่
อุณหภูมิห้องจนพบเส้นใยเชื้อราเจริญออกมาจึงแยก
มาตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์ คัดเลือกไอโซเลทที่
มีลักษณะเส้นใยของราในสกุล *Rhizoctonia* เก็บไว้
ใช้ในการศึกษาต่อไป

การจำแนก Anastomosis group (AG):
นำเชื้อ *Rhizoctonia* spp. ที่แยกได้มาตรวจนับจำนวน
นิวเคลียสโดยเลี้ยงบนสไลด์แก้วที่เคลือบด้วย 2%
water agar (WA) บาง ๆ บ่มเชื้อในสภาพชื้นนาน 3
วันแล้วนำมาย้อมด้วยสี Geimsa ตามวิธีการของ
นิพนธ์ (2544) เมื่อทราบจำนวนนิวเคลียสแล้วจึงนำ
มาทดสอบความสามารถในการรวมเส้นใยกับ tester
strain (ตารางที่ 1) โดยนำมาเลี้ยงคู่กันบนสไลด์แก้ว
ที่เคลือบ 2% WA บาง ๆ บ่มเชื้อในสภาพชื้น
ประมาณ 36 ชั่วโมง จึงเริ่มตรวจผลภายใต้กล้อง
จุลทรรศน์ เชื้อราคู่ใดที่เส้นใยเจริญเข้าหากันและ
เกิดการรวมเส้นใย ไม่ว่าจะพบการตายของเซลล์ที่อยู่
โดยรอบจุดรวมเส้นใยหรือไม่ก็ตามถือว่าเชื้อราคู่นั้น
อยู่ใน AG เดียวกัน

Table 1 List of *Rhizoctonia* tester strain used for anastomosis grouping^{1/}.

Binucleate <i>Rhizoctonia</i>	Isolate	Binucleate <i>Rhizoctonia</i>	Isolate
AG-A	C-517	AG-J	STC-23
AG-Ba	C-484	AG-K	FAS2909W
	SIR-2	AG-L	FKO-2-26
AG-Bb	C-455	AG-O	FKO-6-2
AG-C	OR706	AG-P	C-578
AG-D	W-12	AG-Q	C-620
AG-E	F-18	AG-R	Bn-39
AG-F	AH-6	Multinucleate	
AG-G	AH-9	<i>Rhizoctonia</i>	Isolate
AG-H	STC-9		
AG-I	AV-2	<i>R. solani</i> AG-5	ST2-1

^{1/} All tester strain provided by A., Ogoshi and N., Shigeo, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

PCR-RFLP: เลี้ยงเชื้อราในอาหาร potato dextrose broth (PDB) เป็นเวลา 3 วัน กรองเอาแต่เส้นใย นำไปสกัดดีเอ็นเอตามวิธีการของ Roger and Bendich (1988) เพิ่มปริมาณในส่วน of 28S rDNA ด้วยเครื่อง PTC-100TM (MJ Research, USA) ในปริมาตรรวม 40 ไมโครลิตรซึ่งประกอบด้วย 1X QIAGEN PCR buffer (Tris – Cl, KCl, (NH₄)₂SO₄, 1.5 mM MgCl₂) 1X Q-solution, dNTP mix เข้มข้นอย่างละ 0.2 mM, primer LROR (5' - ACCCGCTGAACCTTAAGC-3' -) และ LR7 (5' - TACTACCACCAAGATCT-3' -)(Cubetaและคณะ, 1991) เข้มข้นอย่างละ 0.2 mM เอนไซม์ *Taq* DNA polymerase (QIAGEN, Germany) 1 unit น้ำกลั่น และดีเอ็นเอแม่แบบโดยใช้อุณหภูมิเริ่มต้น 94°C นาน 3 นาที แล้วเข้าสู่ cycle ซึ่งประกอบด้วย denaturing ที่ 94°C 1 นาที annealing ที่ 52°C 45 วินาที และ extension ที่ 72°C 1 นาที 30 วินาที จำนวน 30 cycle ตามด้วย final extension ที่ 72°C 10 นาที PCR-

product ที่ได้จะนำมาตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Hha*I, *Mbo*I, *Msp*I และ *Taq*I (NEB, UK) ครั้งละ 1 ชนิดแยกกัน ตรวจสอบผลโดยการทำ gel electrophoresis บน 1.5% agarose และใช้ 100 bp ladder (NEB, UK) เป็น molecular weight marker ย้อมด้วย ethidium bromide แล้วนำไปส่องดูภายใต้แสง UV

การบันทึกผล: บันทึกแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏ โดยแต่ละแถบจะนำมาวิเคราะห์เป็นหนึ่งลักษณะ (character) ซึ่งมีค่าเป็น 1 เมื่อปรากฏแถบดีเอ็นเอ และมีค่าเป็น 0 เมื่อไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่งเดียวกัน จากนั้นนำมาวิเคราะห์จัดกลุ่ม (cluster analysis) โดยวิธี Unweighted pair-group method using arithmetic average (UPGMA) และใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงกันของ Dice ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows release 9.0

ผลการทดลอง

ผลการแยกเชื้อจากรากสตรอเบอรี่ที่แสดงอาการเหี่ยวในพื้นที่เพาะปลูก 5 แห่งของจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย ได้เชื้อรา *Rhizoctonia* spp. ทั้งสิ้น 70 ไอโซเลทเมื่อย้อมนิวเคลียสด้วยสี Geimsa และตรวจนับจำนวนพบเชื้อราที่มีจำนวนนิวเคลียสในแต่ละเซลล์เท่ากับสอง (binucleate) จำนวน 68 ไอโซเลท คิดเป็น 97% (ภาพที่ 1) และเชื้อราที่มีจำนวนนิวเคลียสในแต่ละเซลล์มากกว่าสอง (multinucleate) จำนวน 2 ไอโซเลท (3%) หลังจำแนกออกเป็น anastomosis group (AG) พบ binucleate *Rhizoctonia* AG-A จำนวน 29 ไอโซเลท (41.5%) AG-G 26 ไอโซเลท (37.1%) AG-P 5 ไอโซเลท (7.1%) และ unknown 10 ไอโซเลท (14.3%) แบ่งออกเป็น unknown binucleate 8 ไอโซเลท และ unknown multinucleate 2 ไอโซเลท เมื่อพิจารณาตามพื้นที่เก็บตัวอย่างพบว่า ตัวอย่างจากสถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์พบจำนวน 14 ไอโซเลท เป็น binucleate ทั้งหมด ประกอบด้วย AG-A 7 ไอโซเลท และ AG-G 7 ไอโซเลท ตัวอย่างจากบ้านบ่อแก้วพบจำนวน 18 ไอโซเลท เป็น binucleate ทั้งหมดเช่นกัน ประกอบด้วย AG-A 8 ไอโซเลท AG-G 5 ไอโซเลท และ AG-P 5 ไอโซเลท ตัวอย่างจากอำเภอแมริมพบจำนวน 20 ไอโซเลท เป็น binucleate 18 ไอโซเลท ประกอบด้วย AG-A 4 ไอโซเลท AG-G 14 ไอโซเลท และเป็น multinucleate 2 ไอโซเลทซึ่งไม่สามารถจำแนกได้ ตัวอย่างจากสถานีวิจัยโครงการหลวงอ่างปางพบ binucleate *Rhizoctonia* AG-A เพียงอย่างเดียวจำนวน 9 ไอโซเลท และตัวอย่างจากบ้านห้วยน้ำรินพบจำนวน 9 ไอโซเลท

เป็น binucleate *Rhizoctonia* AG-A 1 ไอโซเลท และที่ไม่สามารถจำแนกได้ 8 ไอโซเลท (ตารางที่ 2)

จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในช่วง 28S rDNA พบ PCR-product 3 รูปแบบคือ 1.4 kb, 1.8 kb และ 1.4 + 1.8 kb เมื่อนำมาตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะทั้ง 4 ชนิดพบว่า ผลจากแต่ละเอนไซม์ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ตรงกับการจำแนกออกเป็น AG แต่เมื่อนำผลของทั้ง 4 เอนไซม์มาวิเคราะห์ร่วมกันสามารถแบ่งกลุ่มได้ทั้งสิ้น 12 กลุ่ม ตรงกับการจำแนกออกเป็น AG และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อแต่ละกลุ่มกับพื้นที่เก็บตัวอย่าง (ตารางที่ 3) กลุ่มที่ 1 เป็น AG-P มีสมาชิกจำนวน 6 ไอโซเลท มี PCR-product ขนาด 1.4 kb กลุ่มที่ 2 เป็น AG-G มีสมาชิกจำนวน 9 ไอโซเลท มี PCR-product ขนาด 1.4 kb กลุ่มที่ 3 เป็นเชื้อ Unk-bi มีสมาชิกจำนวน 8 ไอโซเลท มี PCR-product ขนาด 1.4 kb กลุ่มที่ 4 เป็น AG-A มีสมาชิกจำนวน 9 ไอโซเลท มี PCR-product ขนาด 1.4 kb กลุ่มที่ 5 เป็น AG-G มีสมาชิกจำนวน 18 ไอโซเลท มี PCR-product ขนาด 1.4 kb กลุ่มที่ 6 มีสมาชิกเพียงไอโซเลทเดียวคือ tester AG-I มี PCR-product ขนาด 1.4 และ 1.8 kb กลุ่มที่ 7 และ 8 เป็น AG-A มี PCR-product ขนาด 1.4 และ 1.8 kb ทั้ง 2 กลุ่ม และมีสมาชิกจำนวน 4 และ 1 ไอโซเลทตามลำดับ กลุ่มที่ 9 และ 10 เป็น AG-A เช่นกัน มี PCR-product ขนาด 1.8 kb และมีสมาชิกจำนวน 9 และ 7 ไอโซเลทตามลำดับ กลุ่มที่ 11 เป็น Unk-multi มีสมาชิกจำนวน 2 ไอโซเลท มี PCR-product ขนาด 1.8 kb และกลุ่มที่ 12 มีเพียงไอโซเลทเดียว คือ tester AG-5 มี PCR-product ขนาด 1.8 kb (ภาพที่ 3 และ ตารางที่ 3)

Table 2 Number of nuclei and anastomosis groups of *Rhizoctonia* spp. isolated from 5 plantation sites.

Plantation sites	isolates	Number of nuclei Anastomosis groups (AG)					
		Binucleate	Multinucleate	A	G	P	unknown
Mae Rim	20	18	2	4	14	-	2(multi)
Borkaew	18	18	-	8	5	5	-
Inthanon	14	14	-	7	7	-	-
Angkhang	9	9	-	9	-	-	-
Huay Namrin	9	9	-	1	-	-	8(bi)
Total	70	68	2	29	26	5	10
		(97%)	(3%)	(41.5%)	(37.1%)	(7.1%)	(14.3%)

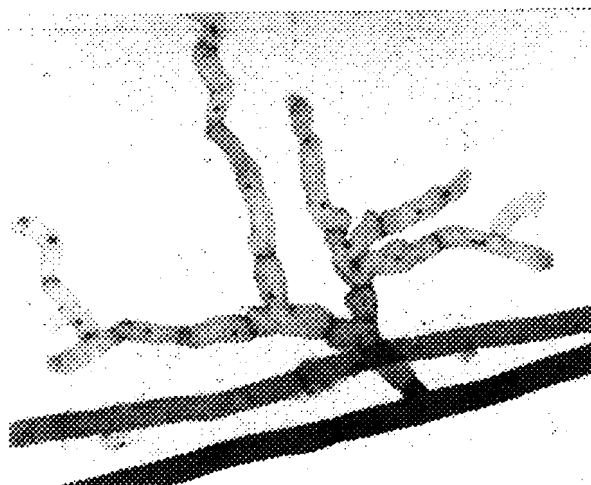


Figure 1 Two nuclei in most cells of the hyphae of binucleate *Rhizoctonia* sp. after stained with Geimsa stain.

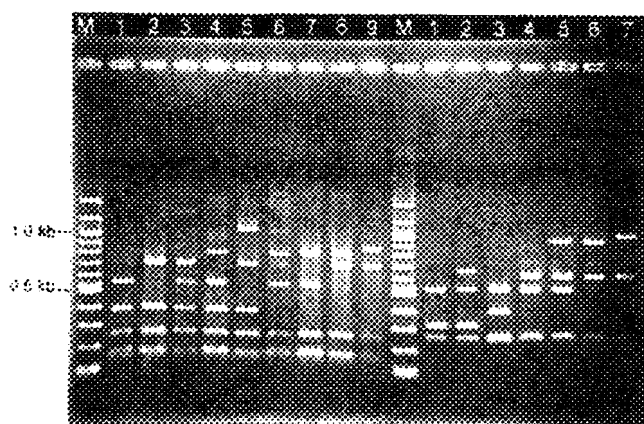
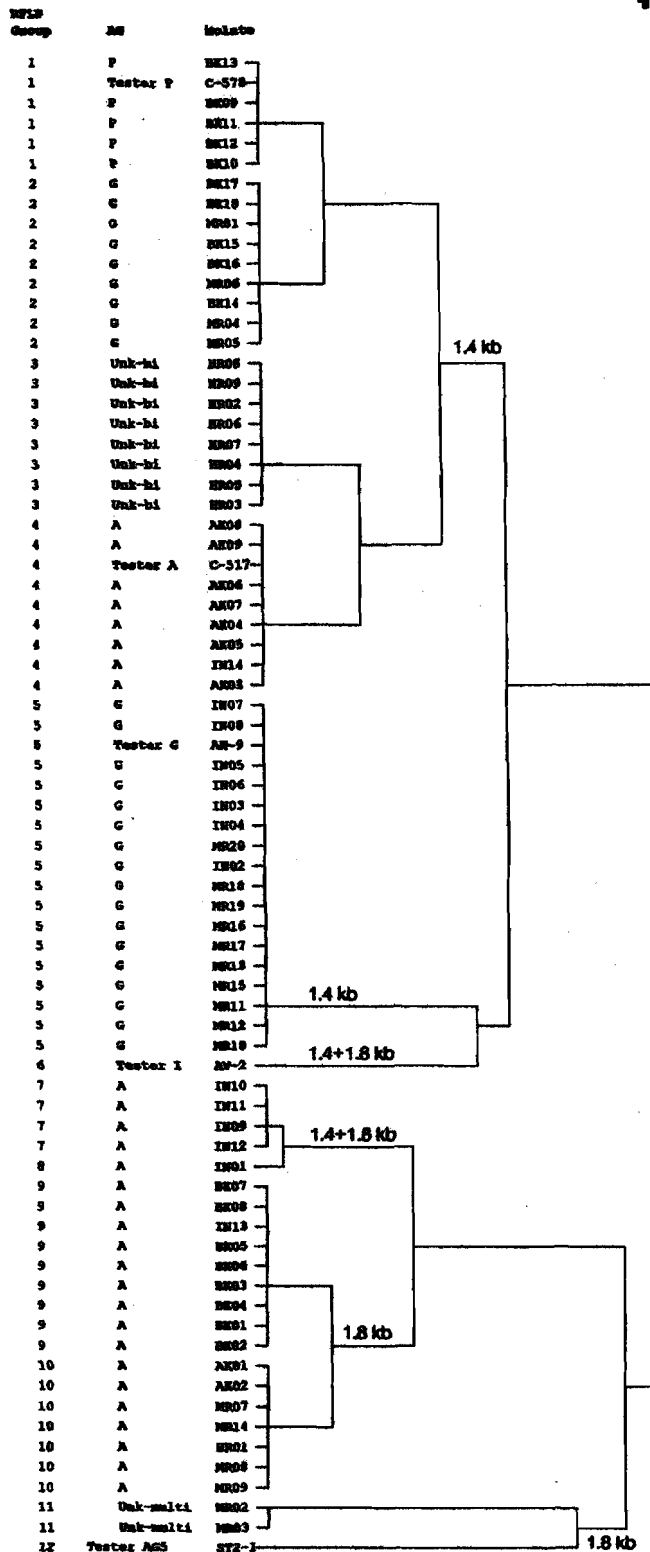


Figure 2 RFLP pattern after treatment of the PCR-amplification products with the restriction endonuclease *HhaI* (lane 1-9, left) and *TaqI* (lane 1-7, right) M = Molecular weight marker (100 bp ladder- NEB, UK).



AK = Angkhang, BK = Borkaew, HR = Huay Namrin, IN = Inthanon, MR = Mae Rim, Unk-bi = Unknown binucleate *Rhizoctonia*, Unk-multi = Unknown multinucleate *Rhizoctonia*

Figure 3 Dendrogram based on RFLP analysis of 75 *Rhizoctonia* spp. isolates. The dendrogram was constructed by cluster analysis of combined data of restriction endonuclease *Hha*I, *Taq*I, *Msp*I, and *Mbo*I using the unweighed pair group method with arithmetic average (UPGMA).

Table 3 Anastomosis groups, RFLP groups, PCR-products and fragment size after treatment with restriction endonuclease *HhaI*, *MboI*, *MspI* and *TaqI* of *Rhizoctonia* spp..

Anatomosis Group	RFLP	PCR-product		approximately fragment size after digested with restriction enzymes (bp)			
(AG)	Group	1.8	1.4	HhaI	MboI	AspI	TaqI
AG-P	1	-	+	700,370,240,140	760,550,120	730,425,270	520,380,250
AG-G	2	-	+	700,370,240,140	760,550,120	730,425,270	620,520,250
Unknown-binucleate	3	-	+	1,040,700,370,240,140	760,550,120	520,425,270,220	620,520,250
AG-A	4	-	+	550,370,240,140	760,550,120	520,425,270,220	620,520,250
AG-G	5	-	+	700,370,240,140	520,200,120	500,425,270,220	520,330,250
AG-I	6	+	+	700,550,370,240,140	550,500,200,120	850,730,425,270	660,520,330,250
AG-A	7	+	+	840,550,370,240,140	1,000,760,550,120	850,520,425,270,220	950,620,520,250
AG-A	8	+	+	550,370,240,140	1,000,760,550,120	850,520,425,270,220	950,620,520,250
AG-A	9	+	-	840,550,240,140	1,000,760,120	850,520,270,220	950,620,250
AG-A	10	+	-	780,550,240,140	1,000,760,120	850,520,270,220	950,620,250
Unknown-multinucleate	11	+	-	780,550,240,140	760,550,250,200,120	850,520,270,220	950,620,250
AG-5	12	+	-	840,700,240,140	1,000,760,250,120	900,730,570,270	980,620,250

สรุปและวิจารณ์

การแยกเชื้อจากรากสตรอเบอรี่ที่แสดงอาการเหี่ยวจากพื้นที่เพาะปลูก 5 แห่งในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดเชียงราย พบเชื้อราในสกุล *Rhizoctonia* ทั้งหมด 70 ไอโซเลท ในจำนวนนี้ 97% เป็น binucleate และ 3% เป็น multinucleate ใกล้เคียงกับรายงานของ Martin (1988) และ Martin (2000) ที่พบรา binucleate *Rhizoctonia* 97% และ 99.2% ตามลำดับ ผลจากการจำแนกรานี้ออกเป็น anastomosis group (AG) พบว่า binucleate *Rhizoctonia* ที่แยกได้ประกอบด้วย 3 AG คือ AG-A, AG-G และ AG-P ในจำนวน 41.5, 37.1 และ 7.1% ตามลำดับ แตกต่างจากรายงานของ Martin (1988) และ Martin (2000) ตรงที่พบ AG-P แต่ไม่พบ AG-I สำหรับ AG-P ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่มีรายงานในสตรอเบอรี่มาก่อน ซึ่งผลจากการทำ PCR-RFLP ในส่วน 28S rDNA ก็ให้ผลตรงกัน คือเชื้อที่แยกได้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นเชื้อที่อยู่ใน AG-P โดยมีรูปแบบดีเอ็นเอที่ได้หลังการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะทั้ง 4 ชนิดเหมือนกับ tester AG-P (ภาพที่ 3) มีรายงานว่าเชื้อนี้มีความสามารถในการทำให้เกิดโรคเช่นกัน โดย Oniki *et al.* (1984) พบว่า *Rhizoctonia* AG-P สามารถทำให้เกิดอาการ black rot กับใบชาได้ (อ้างโดย Sneh *et al.*, 1991) แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ทำในส่วนของการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรค สำหรับ *Rhizoctonia* spp. ที่ไม่สามารถจำแนกได้มีจำนวน 10 ไอโซเลท เป็น multinucleate 2 ไอโซเลท และ binucleate 8 ไอโซเลท ในส่วนของ multinucleate ไม่ได้ทำการศึกษาย่างละเอียดเนื่องจากพบเพียง 2 ไอโซเลทเท่านั้น แต่ได้ทดสอบการรวมเส้นใยกับ tester AG-5 ที่มีรายงานในสตรอเบอรี่โดย Martin (1988) และ Martin (2000) และนำไปศึกษาการจัดกลุ่มด้วยเท

คนิก PCR-RFLP ซึ่งก็พบว่า เชื้อทั้ง 2 ไอโซเลทดังกล่าวไม่สามารถรวมเส้นใยกับ tester AG-5 ได้ และมีรูปแบบดีเอ็นเอแตกต่างออกไป สำหรับ binucleate *Rhizoctonia* ที่ไม่สามารถจำแนกได้ทั้ง 8 ไอโซเลทเนื่องจากไม่พบการรวมเส้นใยกับ tester strain ทั้งหมดที่มีอยู่ Masuhara *et al.* (1993) Mazzola (1997) และ Martin (2000) ก็พบว่า *Rhizoctonia* spp. ที่ทดสอบบางไอโซเลทไม่รวมเส้นใยกับ tester strain เช่นกัน อาจเป็นไปได้ว่า tester strain ที่ได้รับสูญเสียความสามารถในการรวมเส้นใยไป โดยพบว่าขณะถ่ายเชื้อเพื่อเก็บเป็น stock มีบางไอโซเลทเจริญช้ามากโดยเฉพาะ tester AG-I ที่ใช้เวลาถึง 1 สัปดาห์จึงพบการเจริญของเส้นใย จากปัญหาดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการนำเทคนิคทางอณูชีวโมเลกุลเข้ามาช่วยในการจัดจำแนกเชื้อราในสกุลนี้ เมื่อเปรียบเทียบความถี่ในการพบเชื้อแต่ละ AG ในพื้นที่ต่าง ๆ พบว่ามีความแตกต่างกันไป (ตารางที่ 2) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละพื้นที่ Martin (1988) and LaMondia and Martin (1989) ได้กล่าวถึงผลของอุณหภูมิต่อความสามารถในการทำให้เกิดโรคว่า เชื้อทั้ง 3 AG สามารถทำให้เกิดโรครุนแรงต่างกันที่อุณหภูมิต่างกัน ในช่วงอบอุ่น (24 องศาเซลเซียส) AG-G สามารถทำให้เกิดโรคได้รุนแรงกว่า AG-I และ AG-A แต่ในช่วงอุณหภูมิ 10 – 15 องศาเซลเซียส AG-I ทำให้เกิดโรครุนแรงที่สุด ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้พบ AG-G มากที่สุดในตัวอย่างจากแมริมซึ่งเป็นเขตพื้นราบและมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ ในขณะที่ไม่พบ AG-G เลยในตัวอย่างจากอ่างช้างซึ่งเป็นพื้นที่สูงและมีอุณหภูมิต่ำ

จากการศึกษาการจัดกลุ่มด้วยเทคนิค PCR-RFLP โดยการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในส่วน 28S rDNA ด้วย primer LROR/LR7 แล้วนำมาตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ 4 ชนิด (*HhaI*, *MboI*, *MspI* และ

TagI) พบว่า ไม่มีเอนไซม์ชนิดใดสามารถจัดกลุ่มตัวอย่างได้ตรงกับการจำแนกแบบ AG แต่เมื่อนำผลของเอนไซม์ทั้ง 4 เอนไซม์มาวิเคราะห์ร่วมกันสามารถจัดกลุ่มได้ตรงกับการจำแนกแบบ AG โดยตัวอย่างทั้งหมด 70 ไอโซเลท และ tester strain 5 ไอโซเลทแบ่งออกเป็น 12 กลุ่ม ประกอบด้วย AG-A 5 กลุ่ม AG-G 2 กลุ่ม AG-P, AG-I, AG-5, Unknown binucleate และ Unknown multinucleate อย่างละ 1 กลุ่ม โดยไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อแต่ละกลุ่มกับพื้นที่เก็บตัวอย่าง ซึ่งตรงกับรายงานของ Martin (2000) ที่ใช้เทคนิคและเอนไซม์เดียวกันนี้ในการจัดกลุ่มรา binucleate *Rhizoctonia* ที่แยกได้จากสตรอเบอรี่ในประเทศสหรัฐอเมริกา ผลจากการทดลอง ทั้งสองแสดงให้เห็นว่าการทำ PCR-RFLP โดยใช้ ดีเอ็นเอในช่วง 28S rDNA สามารถใช้เป็นดีเอ็นเอเครื่องหมายในการแบ่งกลุ่มเชื้อรา *Rhizoctonia* spp. ที่แยกได้จากสตรอเบอรี่ได้ดีในระดับหนึ่ง สามารถใช้แบ่งกลุ่มตัวอย่างเพื่อคัดเลือกตัวแทนในแต่ละกลุ่มก่อนนำมาจำแนกแบบ AG ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างยิ่งในกรณีที่มีตัวอย่างจำนวนมากแต่อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ยังพบความแตกต่างของผลการทดลองจากที่เคยมีรายงานไว้ก่อนหน้านี้ทั้งในเรื่องขนาด PCR-product ในแต่ละ AG และผลหลังการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ Cubeta *et al.* (1991) พบว่า เชื้อ AG-A และ AG-G ที่ทำการศึกษามี ดีเอ็นเอในช่วง 28S rDNA เพียงขนาดเดียวคือ 1.4 kb และเมื่อนำมาตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *HpaII*, *TagI*, *HhaI* และ *Sau3AI* พบว่าทั้ง AG-A และ AG-G มีรูปแบบดีเอ็นเอเหมือนกันในทุกไอโซเลท ในขณะที่ Martin (2000) ได้นำเทคนิคและเอนไซม์เดียวกันมาใช้ในการศึกษารา binucleate *Rhizoctonia* ในสตรอเบอรี่พบว่า AG-A มีดีเอ็นเอในช่วง 28S rDNA 3 ขนาด คือ 1.4, 1.8 และ 1.4+1.8 kb ส่วน AG-G ยังคงมีขนาด 1.4 kb เช่นเดิม เมื่อนำมาตัดด้วยเอนไซม์

ตัดจำเพาะพบว่า AG-A ให้รูปแบบดีเอ็นเอแตกต่างกันถึง 6 รูปแบบ และ AG-G มี 5 รูปแบบ ในการศึกษครั้งนี้ AG-A ที่พบมีดีเอ็นเอ 3 ขนาด (1.4, 1.8 และ 1.4 ± 1.8 kb) และ AG-G มีขนาด 1.4 kb เช่นเดียวกับที่ Martin (2000) รายงานไว้ และให้รูปแบบดีเอ็นเอ 5 และ 2 รูปแบบใน AG-A และ AG-G ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ความแปรปรวนเหล่านี้ส่วนหนึ่งอาจอธิบายได้ว่าเป็นผลมาจากธรรมชาติของเชื้อนี้ที่มี 2 นิวเคลียส ซึ่งนิวเคลียสทั้งสองอาจมีทั้งส่วนที่เหมือนและส่วนที่ต่างกัน ถ้านิวเคลียสทั้งสองมีดีเอ็นเอในช่วง 28S rDNA แตกต่างกันก็มีโอกาสที่จะเกิด PCR-product 2 ขนาดในตัวอย่างเดียว ความแตกต่างของนิวเคลียสนี้มีรายงานการพบในเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* (Alahakoon *et al.*, 1992) และ *Sclerotium rolfsii* (Harlton *et al.*, 1995) เช่นกัน ความแปรปรวนของ PCR-product และผลหลังการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะนี้ชี้ให้เห็นว่า binucleate *Rhizoctonia* มีความผันแปรในระดับประชากรสูง โดยเฉพาะเชื้อที่แยกได้จากสภาพธรรมชาติ นอกจากนี้ดีเอ็นเอในส่วน 28S rDNA นี้อาจไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง anastomosis group ต่างๆ

การศึกษาค้นคว้านี้เป็นครั้งแรกในประเทศไทยที่มีการจำแนกรา binucleate *Rhizoctonia* ที่แยกได้จากรากสตรอเบอรี่ออกเป็น anastomosis group (AG) และได้นำเทคนิค PCR-RFLP เข้ามาช่วยในการจัดจำแนกเชื้อราดังกล่าว ซึ่งก็พบว่าให้ผลเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่งแต่ทั้งนี้ยังขาดข้อมูลในหลายๆ ด้าน เช่น ความสามารถในการทำให้เกิดโรค และความถี่ในการพบเชื้อแต่ละ AG ในแต่ละฤดูที่จะช่วยนำไปสู่การศึกษาวงจรของโรค และการป้องกันกำจัดทั้งการใช้สารเคมีและการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการย่อยบัณฑิตศึกษา
และวิจัย สาขาเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร คณะ
เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนสนับสนุน
การวิจัย และขอขอบคุณอาจารย์ ดร. อังสนา
อัศรพิศาล ที่ให้คำแนะนำในด้านเทคนิคลายพิมพ์ดี
เอ็นเอ

เอกสารอ้างอิง

กอบปริญญ อุตรศักดิ์. 2542. สภาพการผลิตและการตลาด
สตรอเบอรี่ในจังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้า
อิสระระดับปริญญาโท ภาควิชาส่งเสริมการ
เกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่. 78 หน้า.

คนัย บุญเกียรติ. 2520. การศึกษาเกี่ยวกับโรครากเน่าของ
สตรอเบอรี่. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี ภาควิ
ชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่. 32 หน้า.

นิพนธ์ วิจารณ์. 2544. "ข้อมนิเวศพืชเชอร์รา".
เอกสารประกอบการสอนวิชาพันธุศาสตร์ ภาควิ
ชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์. 5 หน้า.

Alahakoon, P.W., Sreenivasaprasad, S., Brown, A.E.,
and P.R. Mills. 1992. Selection of genetic variant
within *Colletotrichum gloeosporioides* isolates
pathogenic on mango by passaging through
wounded tomato fruits. *Physiological and
Molecular Plant Pathology* 41: 227-240.

Cubeta, M.A., Echandi, E., Abernethy, T., and R. Vilgalys.
1991. Characterization of anastomosis groups
of binucleate *Rhizoctonia* species using
restriction analysis of an amplified ribosomal
RNA gene. *Phytopathology* 81: 1395-1400.

Harlton, C.E., Le'vesque, C.A., and Z.K.Punja. 1995.
Genetic diversity in *Sclerotium (Athelia) rolfsii*
and related species. *Phytopathology* 85: 1269-
1281.

Husain, S.S., and W.E.McKeen. 1963. *Rhizoctonia
fragariae* in relation to strawberry degeneration
in southwestern Ontario. *Phytopathology* 53: 532-
540.

LaMomdia, J.A., and S.B.Martin, 1989. The influence of
Pratylenchus penetrans and temperature on
black root rot of strawberry by binucleate
Rhizoctonia spp. *Plant Disease* 73: 107-110.

Maas, J.L. 1998. *Compendium of Strawberry Diseases*
(2nd ed.). APS Press, St. Paul. 98 p.

Martin, F.N. 2000. *Rhizoctonia* spp. recovery from
strawberry roots in central coastal California.
Phytopathology 90: 345-353.

Martin, S.B. 1988. Identification, isolation frequency, and
pathogenicity of anastomosis groups of
binucleate *Rhizoctonia* spp. from strawberry
roots. *Phytopathology* 78: 379-384.

Masuhara, G., Neate, S. M., and D. A.Schisler. 1994.
Characteristics of some *Rhizoctonia* spp. from
South Australian plant nurseries. *Mycological
Research* 98: 83-87.

Mazzola, M. 1997. Identification and pathogenicity of
Rhizoctonia spp. isolated from apple roots and
orchard soils. *Phytopathology* 87: 582-587.

Rogers, S.O., and A.J.Bendich. 1988. Extraction of DNA
from plant tissue, pp. 1-10. In Gelvin, S.B., and
Schilperoort, R.A. (eds.). *Plant Molecular
Biology Manual A6*. Kluwer Academic
Publishers, Dordrecht.

Sneh, B., Burpee, L.L., and A.Ogoshi. 1991. Identification
of *Rhizoctonia* species. APS Press, St. Paul.
133 p.

การพัฒนาพันธุ์อังกาบ

Varietal Improvement of *Barleria* spp.

มนต์ระวี พิราวัชร¹ และ อติสร กระแสชัย¹

Monrawee Perawatchara¹ and Adisorn Krasaechai¹

Abstract: Selfed and reciprocally crossed pollination of four cultivars of *Barleria* spp. to make 16 combinations were conducted. It was found that only red cultivar could be selfed. For cross pollination, red cultivar must be used as a male parent and embryo rescue must be adopted as seed pod failed to continue to develop after 24 days. Flower colours of the hybrids performed the non-mendelian gene. Cascade and compact type of growth were selected among the hybrids. Three new flower colours were also observed. Cultivars having violet, white and white with violet stripes flowers had the same root tip chromosome number 38 while the red cultivar had 40. Chromosome number of the hybrids lied between 37-40.

บทคัดย่อ: การผสมตัวเองและผสมข้ามอังกาบ 2 ชนิด 4 พันธุ์ จำนวน 16 คู่ผสม พบว่าพันธุ์สีแดงเท่านั้นที่ผสมตัวเองได้ สำหรับการผสมข้ามต้องใช้พันธุ์สีแดงเป็นต้นพ่อเท่านั้นและต้องใช้วิธีเพาะเลี้ยงเอ็มบริโอ เนื่องจากฝักจะฝ่อหลังจากพัฒนาไปได้เพียง 24 วัน ลูกผสมให้สีดอกในรูปแบบของ non-mendelian gene และสามารถคัดเลือกต้นลูกผสมที่มีลักษณะเลื้อย ทรงพุ่มแคระ กระทัดรัด อีกทั้งยังได้ลูกผสมที่มีสีใหม่คือ สีชมพู สีบานเย็นและสีม่วงอ่อน จากการศึกษาจำนวนโครโมโซมปลายรากพบว่า พันธุ์สีม่วง (V) สีขาว (W) และสีขาวแถบม่วง (WV) มีจำนวนเท่ากันคือ 38 ส่วนพันธุ์สีแดง (R) มี 40 ลูกผสม VxR WxR และ WVxR มีความแปรปรวนของจำนวนโครโมโซม ตั้งแต่ 37 - 40

Index words: อังกาบ การผสมพันธุ์ การเพาะเลี้ยงเอ็มบริโอ
Barleria spp., hybridization, embryo rescue

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตเส้นศูนย์สูตรมีสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น จึงมีความหลากหลายทางชีวภาพโดยเฉพาะพืชพรรณ ถ้าหากได้มีการเสาะหาพืชชนิดใหม่ๆ แล้วนำมาปรับปรุงพันธุ์ ก็สามารภที่จะพัฒนาพืชดังกล่าวเพื่อนำไปสู่การเป็นพืชเศรษฐกิจได้ (อดิศร, 2541) อกภเป็นพืชพื้นถิ่นของไทยที่ดอกมีสีส้มสวยงามและมีประโยชน์ด้านสมุนไพร สามารถพบเห็นได้ทั่วไปตามป่าละเมาะทั่วประเทศ (วิทย์, 2536) น่าจะเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการพัฒนาพันธุ์ให้เป็นไม้ประดับที่ใช้ประโยชน์ได้มากเนื่องจากมีลักษณะดอกและทรงพุ่มสวยงามและที่ผ่านมายังไม่มีรายงานการพัฒนาพันธุ์ของพืชนี้มาก่อน

อุปกรณ์และวิธีการ

ผสมพันธุ์องคภทั้ง 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สีม่วง (V) ขาว (W) ขาวแถบม่วง (WV) (*Barleria cristata* Linn.) และแดง (R) (*Barleria repens* Nees.) แบบพบกันหมดเพื่อสร้างเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 หากผสมติดจะเห็นการเกิดฝักประมาณวันที่ 7 นำเมล็ดคู่ผสมที่พัฒนาได้ตามปกติไปเพาะในวัสดุเพาะที่มีขี้เถ้าแกลบและขุยมะพร้าว ในอัตราส่วน 1:1 ส่วนคู่ผสมที่ฝักฝ่อก่อนที่จะเมล็ดจะแก่ใช้วิธีเพาะเลี้ยงเอ็มบริโอ โดยใช้เอ็มบริโออายุ 18 วันเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร Vacin and Went (1949) คัดแปลงเพิ่มเคซินไฮโดรไลเสท 500 มก/ล น้ำมะพร้าว 10 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 2 เปอร์เซ็นต์ และ วุ้น 0.8 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงภายใต้สภาพแสง 1,700 ลักซ์ 16 ชั่วโมงสามารถชักนำให้เอ็มบริโอพัฒนาเป็นต้นกล้าได้สมบูรณ์เมื่อต้นที่พัฒนาจากเอ็มบริโอมีอายุ 30 วัน

จึงทำการย้ายออกปลูก

บันทึกผล จำนวนดอกที่ถ่ายละอองเกสรดอกที่ผสมติด เมล็ด เอ็มบริโอและเมล็ดที่งอกได้ ลักษณะต้นและสีดอกลูกผสมที่ได้รับการจำแนกสีดอกใช้รหัสของ Royal Horticultural Society ประเทศอังกฤษ สำหรับการตรวจสอบความงอกของละอองเกสรใช้อาหารของ Dyer (1979) ประกอบด้วย H_3BO_3 0.10 g, $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 0.30 g, $MgSO_4 \cdot H_2O$ 0.20g, KNO_3 0.10 g, น้ำ 100 ml และ Sucrose 0.10 g

ผลการทดลอง

1. การผสมพันธุ์

การผสมพันธุ์องคภ 2 ชนิด 4 พันธุ์ แบบพบกันหมดจำนวน 16 คู่ พบว่าผสมสำเร็จเพียง 4 คู่ผสมโดยเป็นคู่ผสมที่ได้จากการผสมตัวเองของสีแดงและคู่ผสมที่ใช้สีแดงเป็นต้นพ่อเท่านั้น พบว่าคู่ผสมทุกคู่ที่ใช้พันธุ์สีม่วง ขาว และขาวแถบม่วงเป็นต้นพ่อจะผสมไม่ติด จากการศึกษาละอองเกสรภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่า พันธุ์สีม่วง ขาว และขาวแถบม่วง ละอองเกสรมีลักษณะกลมและรีผสมกันมีโครงสร้างของ exine แบบปุ่ม ส่วนพันธุ์สีแดงมีลักษณะกลม มีโครงสร้างของ exine แบบเข็ม และจากการศึกษาการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์พบว่าละอองเกสรขององคภพันธุ์สีม่วง ขาว และขาวแถบม่วง ไม่มีการงอกของหลอดละอองเกสร มีเพียงละอองเกสรขององคภพันธุ์สีแดงเท่านั้นที่หลอดละอองเกสรสามารถงอกได้

การผสมตัวเองของพันธุ์สีแดงจำนวน 125 ดอก พบว่าผสมติด 78 ดอก ใช้เวลาในการพัฒนาจนฝักแก่ประมาณ 30-35 วันเมื่อนำเมล็ดที่ได้ไปเพาะมีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 76.7 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายหลังจากย้ายปลูก 89

เปอร์เซ็นต์ การผสมพันธุ์สีม่วงxสีแดง สีขาวxสีแดง และสีขาวแถบม่วงxสีแดง จำนวน 893 863 และ 850 คู่ มีการผสมติด 326 175 และ 347 คู่ ตามลำดับ พบว่าเมื่อฝักพัฒนาไปจนถึงวันที่ 24 ฝักจะเริ่มฝ่อ จึงนำเอมบริโออายุ 18 วัน ไปเลี้ยงในอาหาร

สังเคราะห์ มีจำนวนเอมบริโอที่พัฒนาได้เป็นต้นเท่า กับ 109, 67 และ 140 ต้นตามลำดับ การย้ายต้นออกจากหลอดทดลองพบว่า ทั้ง 3 คู่ผสมมี จำนวนต้นที่ รอดตายหลังจากย้ายปลูก 92 56 และ 122 ต้น ตาม ลำดับ(ตาราง ที่ 1)

Table 1 Crosses detail of *Barleria cristata* Linn.(V, W, WV) and *B. repens* Nees. (R) and the outcome, percentage in parenthesis.

crosses	No. attempt	No. successful seeds	No. of germinated	No. of	No. of	No. of	No. of	No. of plants
				cultured seeds	developed embryos	embryos		
V ⊗	559	-	-	-	-	-	-	-
VxW	485	-	-	-	-	-	-	-
VxWV	680	-	-	-	-	-	-	-
VxR	893	326 (36.5)	-	-	203	109 (70.3)	92 (84.4)	
W ⊗	678	-	-	-	-	-	-	-
WxV	537	-	-	-	-	-	-	-
WxWV	450	-	-	-	-	-	-	-
WxR	863	175 (20.3)	-	-	122	67 (72.0)	56 (83.6)	
W V ⊗	542	-	-	-	-	-	-	-
WVxV	458	-	-	-	-	-	-	-
WVxW	430	-	-	-	-	-	-	-
WVxR	850	347 (40.8)	-	-	227	140 (66.7)	122 (87.1)	
R ⊗	125	78 (62.4)	189	145(76.7)	-	-	129 (89.0)	
RxV	570	-	-	-	-	-	-	-
RxW	634	-	-	-	-	-	-	-
RxWV	520	-	-	-	-	-	-	-

2. ลักษณะของลูกผสมที่ได้

2.1 ลักษณะดอก

ลักษณะดอก ของอังกาบพันธุ์ดอกสีแดงที่ได้จากการผสมตัวเองจะมีลักษณะเหมือนกับพ่อและแม่ โดยมีขนาดดอกเมื่อบานแล้วเฉลี่ยเท่ากับ 3.1-3.5 ซม. ลูกผสมที่ได้จากการผสมข้ามชนิด VxR WxR และ WVxR ทั้ง 3 คู่ หลังจากนำเอมบริโอมาเพาะเลี้ยง พบว่าลักษณะดอกของลูกผสมที่ได้มี 2 แบบ

ได้แก่ ลูกผสมที่มีลักษณะดอกเหมือนกับแม่ คือ มี 5 กลีบ กลีบหนึ่งมีขนาดใหญ่กว่ากลีบอื่นๆ ลักษณะเกือบกลม ส่วนอีก 4 กลีบ มีลักษณะเป็นรูปไข่ เมื่อดอกบานเต็มที่มีขนาดเฉลี่ย 3.4-4.2 ซม. และลูกผสมที่มีลักษณะดอกเหมือนกับพ่อ คือ มีกลีบดอกค่อนข้างกลมมน แต่มีขนาดของดอกใกล้เคียงกับดอกของต้นแม่ โดยมีขนาดดอกเมื่อบานแล้วเฉลี่ย 3.5-4.3 ซม. (ภาพที่ 1)

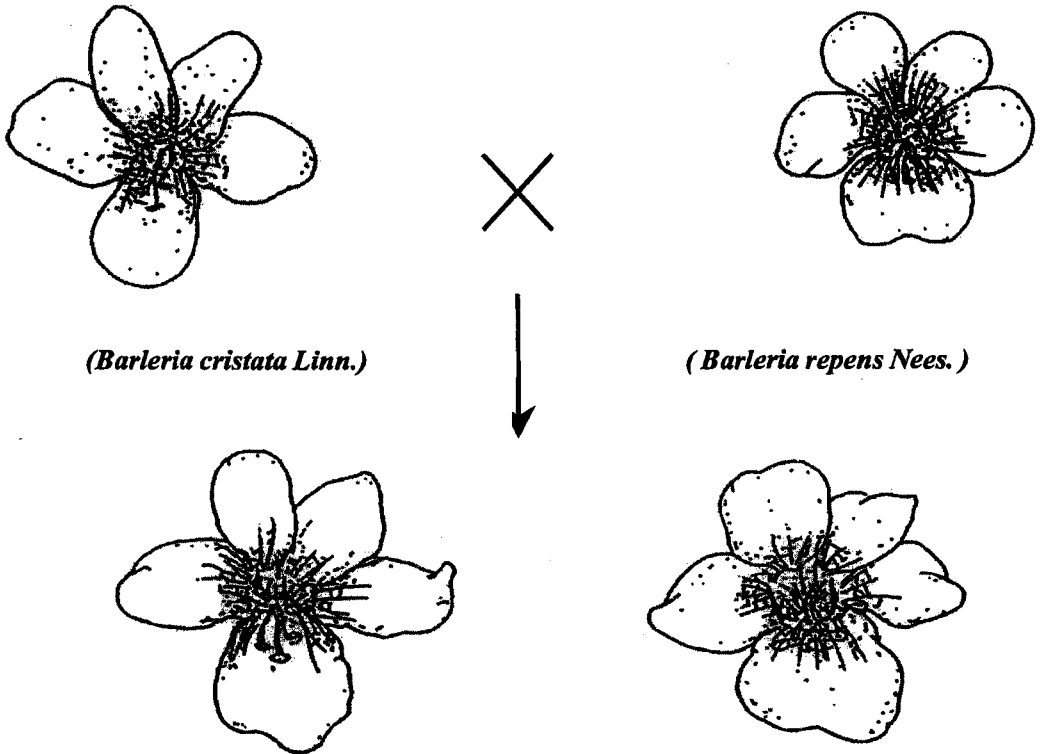


Figure 1 Flower morphology of hybrids between *B. cristata* Linn. and *B. repens* Nees.

2.2 สีดอกและการออกดอก

ต้นที่ได้จากการผสมตัวเองของพันธุ์สีแดงทุกต้นให้ดอกสีแดง (Red 43 C) ส่วนสีของดอกถูกผสมที่เกิดจากการใช้พันธุ์ดอกสีแดงเป็นต้นพ่อ และพันธุ์ดอกสีม่วง ขาว ขาวแถบม่วง เป็นต้นแม่ มีความแปรปรวนของสีไปจากพ่อแม่ ลูกผสมที่ได้จากการผสมของพันธุ์ดอกสีม่วงxแดง จะให้ดอกออกมาในกลุ่มของสีม่วงทั้งหมดแต่มีโทนสีต่างกัน ลูกผสมที่ได้จากการผสมของพันธุ์ดอกสีขาวxแดง ให้ดอกสีชมพู โคนกลีบมีสีชมพูอ่อน (Red-Purple 73 A) และสีบานเย็น (Red-Purple 64 B) ลูกผสมที่ได้จากการผสมของพันธุ์ดอกสีขาวแถบม่วงxแดง สามารถจำแนกสีของลูกผสมออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ สีม่วง (Purple-Violet 81 A) ชมพูม่วง (Red-Purple 74 B) บานเย็น (Red-Purple 64 B) และชมพูอ่อน (Red-Purple 72 B)

ในช่วงเวลาที่ศึกษาระหว่างพฤษภาคม - กรกฎาคม พบว่า อังคาบพันธุ์ดอกสีแดงที่ได้จากการผสมตัวเองสามารถออกดอกได้ทุกต้น ส่วนลูกผสมจากต้นแม่ที่มีดอกสีม่วง ขาว และขาวแถบม่วง จำนวน 9256 และ 122 ต้นสามารถออกดอกได้เพียงส่วนหนึ่ง คือ 34 27 และ 46 ต้น ตามลำดับ ซึ่งในธรรมชาติอังคาบพันธุ์สีแดงเป็นพันธุ์ที่ออกดอกได้ทั้งปี ส่วนอีก 3 พันธุ์ที่เหลือออกดอกได้เฉพาะในช่วงวันสั้นเท่านั้นคือเริ่มออกดอกได้ตั้งแต่เดือนตุลาคม-มกราคม ลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามมีการออกดอกต่างกันไป มีทั้งออกดอกได้และไม่ได้ในช่วงวันยาวดังกล่าว ซึ่งต่างจากลักษณะของต้นแม่

2.3 ลักษณะทรงพุ่ม

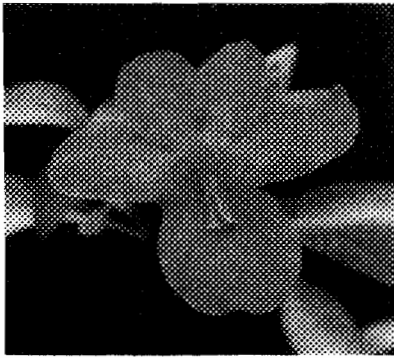
การเจริญเติบโตของอังคาบพันธุ์สีแดงจะมีลักษณะกิ่งเลื้อยโดยกิ่งหรือต้นที่ใช้ปลูกจะเจริญขึ้นไปทางด้านบน ส่วนกิ่งที่แตกจากมุมใบจะเจริญไป

ทางด้านข้างทั้งหมด ส่วนอีก 3 พันธุ์ที่เหลือจะเจริญขึ้นไปทางด้านบนทั้งหมดต้นที่พัฒนาจากเมล็ดที่เกิดจากการผสมตัวเองของสีแดงจะมีลักษณะการเจริญเติบโตเหมือนต้นพ่อแม่เดิม แต่ลูกผสมที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเอมบริโอของอีก 3 คู่ผสมจะมีลักษณะของทรงพุ่มต่างๆกันคือ กิ่งเลื้อยเหมือนต้นพ่อ ตั้งตรงเหมือนต้นแม่และยังมียลักษณะที่เกิดขึ้นใหม่คือเลื้อยทุกกิ่ง และอีกส่วนหนึ่งจัดเป็นต้นแคระ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปเป็นไม้กระถาง

จากการคัดเลือกพันธุ์ สามารถคัดเลือกต้นลูกผสมพันธุ์ใหม่ที่สามารถนำไปจัดทะเบียนพันธุ์พืช แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ สีดอก ได้แก่ สีม่วงอ่อน (Purple-Violet 80 B) สีชมพู (โคนกลีบชมพูอ่อน) (Red-Purple 72 B) และสีบานเย็น (Red-Purple 64 B) และ ทรงพุ่มคัดเลือกออกมาได้ 2 ลักษณะคือ ต้นแคระทรงพุ่มกระทัดรัด เหมาะที่จะนำมาทำเป็นไม้กระถาง และ ต้นที่มีลักษณะเลื้อย ซึ่งเหมาะที่จะนำมาปลูกเป็นไม้ประดับคลุมดินภาพที่ 2

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

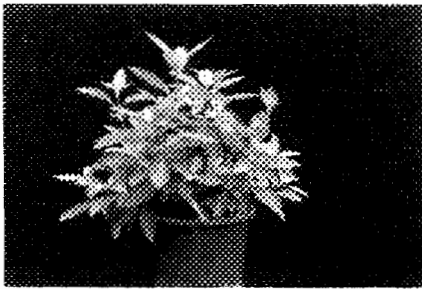
จากการศึกษาการผสมพันธุ์อังคาบ 2 ชนิด คือ *Barleria cristata* Linn. 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ดอกสีม่วง (V) ขาว (W) ขาวแถบม่วง (WV) และอีกชนิดคือ *Barleria repens* Nees. ซึ่งเป็นพันธุ์ดอกสีแดง (R) แบบพบกันหมดจำนวน 16 คู่ พบว่าผสมสำเร็จ 4 คู่ผสมได้แก่ R $\times$ VxR WxR และ WVxR สีดอกของลูกผสมที่ได้มีความหลากหลายของสีต่างไปจากพ่อแม่ และยังได้ลักษณะต้นแคระทรงพุ่มกระทัดรัด เหมาะที่จะนำมาทำเป็นไม้กระถาง และ ต้นที่มีลักษณะเลื้อย ซึ่งเหมาะที่จะนำมาปลูกเป็นไม้คลุมดิน



a



b



c



d

Figure 2 The selected hybrids between *Barleria* spp. a) and b) new flower colours left WxR (Red-Purple 73 A), right WVxR (Purple-Violet 80 B) c) dwarf and d) cascade type of plant growth.

เอกสารอ้างอิง

- วิทย์ เทียงบุญธรรม. 2536. พจนานุกรมสมุนไพรไทย. หจก. ประชุมทองการพิมพ์, กรุงเทพฯ 981 น.
- อดิสร กระแสชัย. 2541. การรวบรวมพืชพื้นถิ่นเพื่อพัฒนาเป็นไม้ดอกไม้ประดับ. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 44 น.
- Dyer, a. F. 1979. Investigation Chromosome. Edward Arnold (Publishers) Ltd. London.
- Vacin, E. and F. Went. 1949. Some pH Changes in nutrient Solution. Bot. Ga2. 110. 605-613

การศึกษาการใช้น้ำของปทุมมา

A Study of Water Use of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

รุ่งนภา โทธิรักษา¹ สัญชัย พันธโชค¹ และสันติ ช่างเระจา¹

Rungnapa poruksa¹, Sunchai Punthachot¹ and Sunti Changjeraja¹

Abstract : A study of water use of pathumma (*C. alismatifolia* Gagnep.) was studied at Lampang Agricultural Research and Training Centre, during April to September 2001. Plants were grown in lysimeter. The results revealed that pathumma used water about 54.2 liter/a clump of plants. Plant height, number of stems and leaves trended to increase in the same pattern. The number of inflorescences and rhizomes per a clump of plants are 13.3 and 15.1, respectively. Total dry weight per a clump of plants are 142.3 g.

บทคัดย่อ : การศึกษาการใช้น้ำของปทุมมา ณ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง ระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนกันยายน 2544 จากการทดลองปลูกปทุมมาในชุดการศึกษาการใช้น้ำของพืช (Lysimeter) พบว่าตลอดฤดูกาลปลูกมีการใช้น้ำรวม 54.2 ลิตรต่อกอ การเจริญเติบโตทางด้านความสูง จำนวนต้น จำนวนใบ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน จำนวนช่อดอกเฉลี่ยต่อกอ 13.3 ดอก จำนวนหัวที่แตกใหม่เฉลี่ย 15.1 หัว และน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 142.3 กรัมต่อกอ.

Index words : ปทุมมา

pathumma, *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

¹สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร ลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จ.ลำปาง 50200.

¹Lampang Agricultural Research and Training Centre, Rajamangala Institute of Technology, Lampang 52000, Thailand.

คำนำ

ปทุมมา (*Curcuma alismatifolia* Gagnep) เป็นไม้ดอกเขตร้อนที่มีการส่งออกทั้งเพื่อใช้เป็นไม้ตัดดอกและไม้กระถาง ความชื้นจัดเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช การให้น้ำที่ไม่ถูกต้องอาจมีผลทำให้พืชปลูกมีการเจริญลดลง ผลผลิตไม่มีคุณภาพ เกิดการสูญเสียน้ำที่เป็นประโยชน์ของพืชมากขึ้นและทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น (กิตติพงษ์, 2529) นอกจากนี้การจัดการน้ำที่ดีจะช่วยในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชบางชนิดเป็นผลทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย การกำหนดการให้น้ำแก่พืชต้องทราบถึงระยะเวลาที่จะเริ่มการให้น้ำ ปริมาณน้ำที่ต้องให้แต่ละครั้งจึงทำให้การควบคุมความชื้นต้องทำอย่างถูกต้อง คือต้องไม่มากเกินไป ซึ่งจะทำให้สูญเสียและเปีย และมีผลทำให้รากพืชขาดอากาศและขณะเดียวกันต้องไม่น้อยเกินไป จนทำให้พืชขาดน้ำ (อิทธิสุนทร, 2540) ปัจจุบันข้อมูลเกี่ยวกับการใช้น้ำของปทุมมายังมีการศึกษาน้อยเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการผลิตและการพัฒนาระบบการปลูกปทุมมาจึงได้มีการศึกษาการใช้น้ำของปทุมมา

วิธีการทดลอง

ศึกษาการใช้น้ำของปทุมมาใน 1 ฤดูกาล ปลูกทดลองที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร ลำปาง ระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนกันยายน 2544 โดยบ่มหัวพันธุ์ปทุมมาในตระกร้าที่บรรจุขุยมะพร้าวที่แช่น้ำจนขึ้น เมื่อหัวปทุมมาแทงหน่อขึ้น จึงปลูกหน่อปทุมมาในถังพลาสติก ขนาดความจุ 20 ลิตร จำนวน 1 หน่อต่อถัง จำนวน 20 ถัง ในชุดการศึกษาการใช้น้ำและธาตุอาหารพืช (Lysimeter)

ใช้ทรายละเอียดเป็นวัสดุปลูก ให้สารละลายธาตุอาหารตามสูตรของ Hoagland and Arnon (1938) ร่วมกับการให้น้ำครั้งละ 5 ลิตร ระยะห่างวันเว้นวัน บันทึกการใช้น้ำโดยการตรวจวัดปริมาณน้ำในถังบรรจุหลังจากยกนํ้านาน 1 ชั่วโมงและการเจริญเติบโตทางด้าน ความสูง จำนวนต้น จำนวนใบ จำนวนช่อดอก จำนวนหัวใหม่ และน้ำหนักแห้ง

ผลการทดลอง

ปริมาณการใช้น้ำของปทุมมา

หลังจากบันทึกการใช้น้ำของปทุมมาตลอดฤดูกาลปลูก ตั้งแต่เริ่มปลูกปทุมมา (เดือนเมษายน) จนปทุมมาเริ่มเข้าสู่การพักตัว (เดือนกันยายน) พบว่า ปทุมมามีการใช้น้ำรวม 54.2 ลิตรต่อกอ (ตารางที่ 1) ปริมาณการใช้น้ำมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับจำนวนต้น (ภาพที่ 2 และ 3) และจำนวนใบ (ภาพที่ 4 และ 5)

การเจริญเติบโตและจำนวนดอก

การเจริญเติบโตทางด้านความสูงเพิ่มขึ้นในช่วงที่ปลูกจนเริ่มให้ดอก และความสูงคงที่หลังจากที่ช่อดอกแรกบานเต็มที่ (ภาพที่ 1) ส่วนจำนวนต้น จำนวนใบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน จำนวนดอกต่อกอเฉลี่ย 13.3 ดอก หลังจากที่ดินเริ่มพักตัวนำไปนับจำนวนหัวพันธุ์ที่แตกใหม่และน้ำหนักแห้ง พบว่ามีจำนวนหัวพันธุ์ที่แตกใหม่จำนวนเฉลี่ย 15.1 หัว และน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเฉลี่ย 107.96 กรัมต่อกอ น้ำหนักแห้งส่วนหัวและราก 34.34 กรัมต่อกอ และน้ำหนักแห้งรวม 142.3 กรัมต่อกอ (ตารางที่ 2)

Table 1 Water use of pathumma at different developmental stage.

Items	April	May	June	July	August	September	total
Water Use (L/month)	2.9	3.3	6.0	10.9	13.3	17.8	54.2
	←————→		Leaves development	←————→		Rhizome development	
	Shoot sprouting			Flowering			

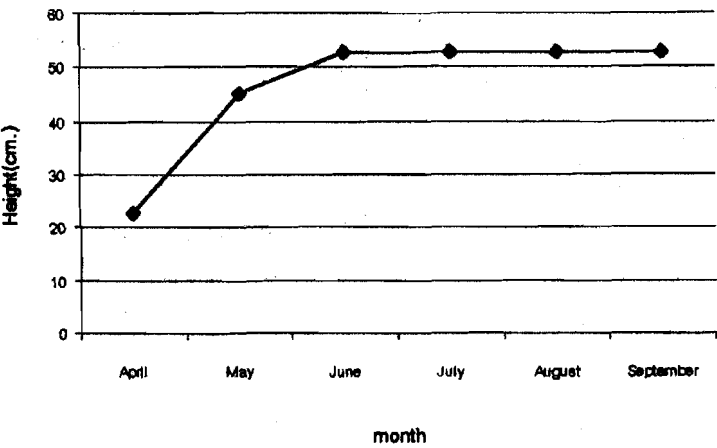


Figure 1 Height of pathumma from April to September 2001.

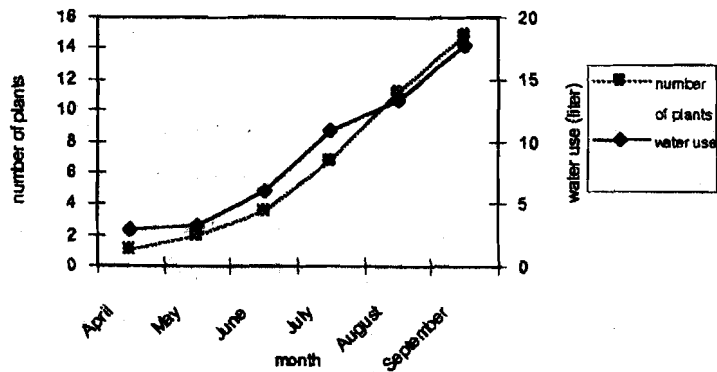


Figure 2 Number of plants from April to September 2001.

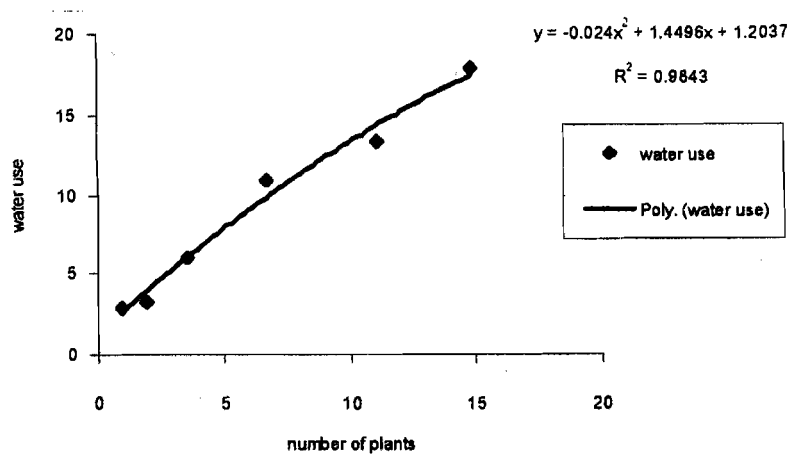


Figure 3 Relationship between number of plants and water use.

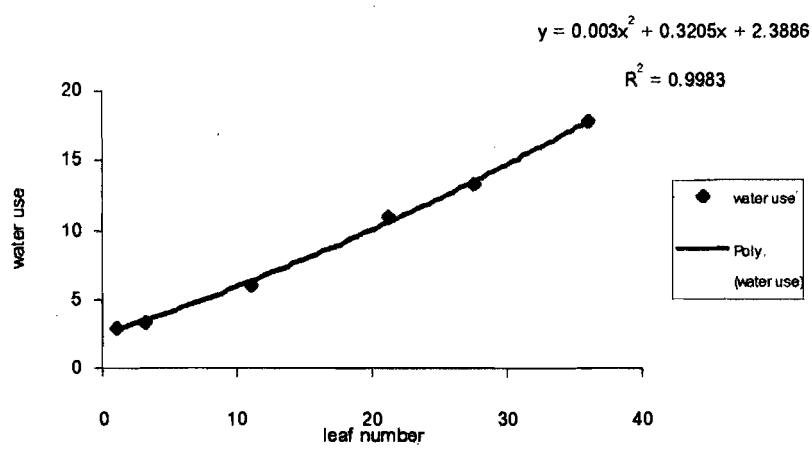


Figure 4 Leaf number of pathumma from April to September 2001.

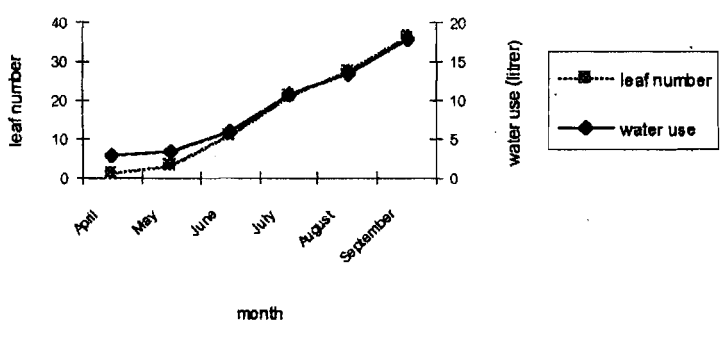


Figure 5 Relationship between leaf number and water use.

Table 2 Number of spikes /a clump of plants, number of rhizome/ a clump of plants, dry weight.

items	mean
Number of spikes/ a clump of plants	13.30 ± 3.66
number of stubbed rhizome/ a clump of plants	15.10 ± 3.72
dry weight of above ground part (g/a clump of plants)	107.96±5.85
dry weight of stubbed rhizome (g/a clump of plants)	34.34 ±15.98
total dry weight (g/a clump of plants)	142.30 ± 17.47

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาการใช้น้ำของปทุมมา ตลอดฤดูปลูกพบว่าปริมาณการใช้น้ำเพิ่มขึ้นตามระยะการเจริญเติบโต โดยเฉพาะเมื่อมีจำนวนต้นและจำนวนใบเพิ่มมากขึ้น ซึ่ง Weiss (1983) พบว่าการใช้น้ำตลอดฤดูปลูกของงาจะใช้น้ำทั้งหมด 360-376 มม. แต่ระยะการเจริญเติบโตของพืชจะ ใช้ได้ในปริมาณต่างกันคือ ในระยะตั้งแต่เริ่มงอกจนถึงเริ่มออกดอกจะต้องได้รับน้ำ 35% ของปริมาณทั้งหมด ระยะออกดอกจนถึงระยะเจริญเติบโตเต็มที่ที่ต้องการน้ำ 45% และระยะฝักเริ่มแก่จนถึงเก็บเกี่ยวจะใช้น้ำไม่เกิน 20% ของปริมาณน้ำทั้งหมด ส่วนในเบญจมาศพบว่าเมื่อมีการใช้น้ำเพิ่มขึ้นการเจริญเติบโตทางลำต้นและคุณภาพดอกจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำที่ให้ แต่ถ้าให้น้ำเกินความต้องการจะทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นและคุณภาพดอกลดลง (สิโรจน์และคณะ, 2544) ทั้งนี้การใช้น้ำของพืชยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ แสง ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน วิธีการให้น้ำ การไถพรวนหรือการคลุมดิน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในของพืชเช่น ความสามารถของรากในการดูดน้ำ การลำเลียงน้ำ จำนวนใบ

การปิดเปิดปากใบ (ศิริกและคณะ, 2543) ดังนั้นจากข้อมูลการใช้น้ำปทุมมาเป็นเพียงงานทดลองเบื้องต้น จำเป็นต้องมีการนำมาศึกษาในสภาพแปลงและสภาพแวดล้อมอื่นๆ ต่อไป

สรุปผลการทดลอง

การใช้น้ำของปทุมมาจะเพิ่มขึ้นตามการเจริญเติบโต โดยเฉพาะเมื่อจำนวนต้นและจำนวนใบเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กิตติพงษ์ วุฒิจำนงค์. 2529. การจัดการดินและการให้น้ำ. ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตร แม่โจ้. เชียงใหม่, 289 น.

ศิริก ทองอร่าม, วิทยา ตั้งก่อสกุล, นาวิ จิระชีวี และอิทธิ-สุนทร นันทกิจ. 2543. การออกแบบและ เทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช. หจก.มิตรเกษตรการ ตลาดและโฆษณา, กรุงเทพฯ. 428 น.

สิโรจน์ ประคุณทั้งสิด, พันรัชช บัญเพ็ญ, ศุภกิจ ดันวิบูลย์ สักดิ์, วัชร กองแก้ว, ศุภชัย แก้วลำไย และศศิ เจริญยิ่ง. 2544. การศึกษาปริมาณน้ำใช้ที่เหมาะสมของเบญจมาศ. วารสารแก่นเกษตร 29(2) : 91-95.

อิทธิสุนทร นันทกิจ และสุรินทร์ ไวยเจริญ. 2540.
เปรียบเทียบเครื่องมือวัดความชื้นแบบ
Tensiometer, Water Content Reflectometer และ
เครื่องวัดเส้นผ่าศูนย์กลางดินพืช ใน รายงานการ
ประชุมวิชาการ ไม้ดอกไม้ประดับแห่งชาติครั้งที่ 3.
:145-152.

Hoagland, D.R. and D.I. Arnon. 1938. The Water Culture
Method for Growing Plants without Soil.
California Agricultural Experimental station,
Bulletin. 147 p.
Weiss E.A. 1983. Oil seed crops. Longman, New York.
P. 282-340.

ผลของการเคลือบผิวด้วยสารอิมัลชันและไคโตแซน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของสาลี่

Effect of Emulsion and Chitosan Coating on Postharvest Quality of Pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai)

เสาวคนธ์ นุสดี^{1/} และคณัย บุญเกียรติ^{1/}

Saowakon Nusati^{1/} and Danai Boonyakiat^{1/}

Abstract : Pear fruit cv. Yokoyama Wase was coated with palm oil, emulsion of oil in water (1 : 4, 1 : 9 and 1 : 19) using egg yolk as emulsifier, and 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0% chitosan solutions. The coated fruits were stored in cardboard boxes at room temperature ($30 \pm 2^\circ \text{C}$) and 85% relative humidity. Coating fruits with 1.0% chitosan extended storage life to 12.7 days. Coating fruits with emulsion 1 : 4, palm oil and 1.5% chitosan prolonged the storage life to 11.5, 10.3 and 10.2 days, respectively compared to that of untreated fruit which was 10.0 days. Emulsion ratios 1 : 9, 1 : 19 and 2.0% chitosan reduced storage life to 9.0 days. Coating fruits with 1.0% chitosan minimized weight loss, firmness and changing of skin colour. There was no significant difference in total soluble solids, vitamin C, titratable acidity and acceptability of taste panels between coated and untreated pears. Coating fruits with palm oil and emulsion (1 : 4) had brown pulp and off flavour.

บทคัดย่อ : การเคลือบผิวผลสาลี่พันธุ์ Yokoyama Wase ด้วยน้ำมันปาล์ม และสารอิมัลชัน (น้ำมันในน้ำ) ของน้ำมันปาล์มและน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 4, 1 : 9 และ 1 : 19 โดยใช้ไข่แดงเป็นอิมัลซิไฟเออร์และสารละลายไคโตแซน 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์บรรจุในกล่องกระดาษแล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซ็นต์ ผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซน 1 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษานาน 12.7 วัน ส่วนผลสาลี่ที่เคลือบด้วยสารอิมัลชันอัตราส่วน 1 : 4 น้ำมันปาล์ม และไคโตแซน 1.5 เปอร์เซ็นต์มีอายุการเก็บรักษานาน 11.5, 10.3 และ 10.2 วันตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลสาลี่ที่ไม่เคลือบผิวซึ่งเก็บรักษาได้นาน 10.0 วัน ผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยสารอิมัลชันอัตรา

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

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

ส่วน 1 : 9, 1 : 19 และไคโตแซน 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษาลดลงเหลือ 9.0 วัน การเคลือบผิวด้วยไคโตแซน 1.0 เปอร์เซ็นต์ ลดการสูญเสีย น้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ วิตามินซี กรดที่ไคเตรทได้ และการยอมรับของผู้ทดสอบชิมไม่แตกต่างกับสตาลี่ที่ไม่เคลือบผิวผลสตาลี่ที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม และสารอิมัลชันอัตราส่วน 1 : 4 มีเนื้อภายในผลสีน้ำตาลและมีกลิ่นหมัก

Index words : ไคโตแซน เคลือบผิวผล การจัดการหลังเก็บเกี่ยว สตาลี่
Chitosan, Fruit Coating, Postharvest mangement, pear

คำนำ

สตาลี่ (*Pyrus pyrifolia* Nakai) เป็นไม้ผลในตระกูล Rosaceae จำแนกออกตามแหล่งปลูกที่สำคัญได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ สตาลี่ยุโรป (Common pear or European pear) และสตาลี่จีน หรือสตาลี่ญี่ปุ่น หรือสตาลี่เอเชีย (Chinese pear or Japanese pear or Asian pear) สตาลี่จีนเป็นสตาลี่ที่สามารถปลูกและให้ผลผลิตดีในประเทศไทยได้รับการส่งเสริมให้ปลูกเป็นการค้า (ปวิณและคณะ, 2537; Westwood, 1978) แต่พบปัญหาสำคัญคือมีอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวสั้น เมื่อนำมาเก็บรักษาในห้องเย็นเพื่อรอการขนส่งหรือรอการจำหน่าย จะพบอาการเนื่อผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลเข้มดำน้ำ (Internal browning or water core) และมีอาการผิปกดคือเนื่อในผลเป็นจุดๆ (Flesh spot decay) เป็นเหตุให้คุณภาพลดลงอย่างรวดเร็วไม่เป็นที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภค (จตุรพร, 2541) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวให้เหมาะสมเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีและวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจกับผลไม้คือการเคลือบผิวผลไม้ด้วยสารเคลือบผิว ซึ่ง Ben-Yehoshua *et al.* (1985) รายงานว่าการเคลือบผิวผลไม้เป็นการควบคุมบรรยากาศภายในผลไม้จึงมีผลทำให้สามารถยืดอายุ

การเก็บรักษาชะลอการสุกและรักษาคุณภาพของผลไม้ได้ แต่สารเคลือบผิวที่ใช้ทางการค้าในปัจจุบันส่วนใหญ่ผลิตในต่างประเทศมีราคาแพง ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการใช้สารเคลือบผิวที่เป็นอิมัลชันและไคโตแซนเพื่อรักษาคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตาลี่

อุปกรณ์และวิธีการ

นำสตาลี่พันธุ์ Yokoyama Wase จากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ส่งมาที่งานคัดบรรจุ มูลนิธิโครงการหลวงภายในคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยรถขนส่งของมูลนิธิโครงการหลวง คัดผลที่มีคุณภาพดีโดยการสังเกตสีผิว และลักษณะความสมบูรณ์ของผล ทดสอบลอยในน้ำเลือกผลที่จมน้ำมีขนาดน้ำหนักระหว่าง 350-450 กรัม แช่ผลสตาลี่ในสารละลายเบนเลทความเข้มข้น 500 ส่วนต่อล้านส่วนนาน 5 นาที ผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปเคลือบผิวโดยใช้สารเคลือบผิวประเภทน้ำมันปาล์ม สารละลายอิมัลชัน (น้ำมันปาล์มผสมน้ำ) และไข่แดงเป็นอิมัลซิไฟเออร์ และไคโตแซนเปรียบเทียบกับไม่เคลือบผิว (ชุดควบคุม) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์มี 9 วิธีการๆ ละ 3 ซ้ำแต่ละซ้ำประกอบด้วยผลสตาลี่ 14 ผล

- วิธีการที่ 1 น้ำมันปาล์ม 100 เปอร์เซ็นต์ (1 : 0)
 วิธีการที่ 2 น้ำมันปาล์ม 20 มิลลิลิตร/น้ำกลั่น 80
 มิลลิลิตร/ไข่แดง 3 มิลลิลิตร (1 : 4)
 วิธีการที่ 3 น้ำมันปาล์ม 10 มิลลิลิตร/น้ำกลั่น 90
 มิลลิลิตร/ไข่แดง 3 มิลลิลิตร (1 : 9)
 วิธีการที่ 4 น้ำมันปาล์ม 5 มิลลิลิตร/น้ำกลั่น 95
 มิลลิลิตร/ไข่แดง 3 มิลลิลิตร (1 : 19)
 วิธีการที่ 5 ไคโตแซน ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์
 วิธีการที่ 6 ไคโตแซน ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์
 วิธีการที่ 7 ไคโตแซน ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์
 วิธีการที่ 8 ไคโตแซน ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์
 วิธีการที่ 9 ไม่เคลือบผิว

บันทึกผล

- อายุการเก็บรักษา
- ลักษณะปรากฏภายนอก พิจารณาจากการเน่าเสีย ลักษณะผิดปกติต่างๆ เช่น ผิวผลมี สีคล้ำเหี่ยว และเน่า
- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก
- ความแน่นเนื้อ วัดโดยใช้เครื่อง Metek Hunter Spring ขนาด 10 กิโลกรัม ลักษณะหัวที่ใช้เป็น Cone shape ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
- การเกิดสีเมื่อน้ำตาลในเนื้อผลสาธิตกำหนดให้เป็นระดับคะแนน ดังนี้
 - 5 = เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผล 1-20 เปอร์เซ็นต์
 - 4 = เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผล 21-40 เปอร์เซ็นต์
 - 3 = เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผล 41-60 เปอร์เซ็นต์
 - 2 = เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผล 61-80 เปอร์เซ็นต์
 - 1 = เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผล >80 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่มีระดับคะแนนมากแสดงว่ามีการเกิดสีน้ำตาลในเนื้อผลในระดับต่ำ

- ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเตรทได้
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ วัดโดยใช้เครื่อง

Hand refractometer

- ปริมาณวิตามินซี โดยวิธีการของ AOAC (1990)
- ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดย

ผู้ทดสอบชิม

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. อายุการเก็บรักษา

ผลสาธิตที่สิ้นสุดอายุการเก็บรักษามีสีเหลืองเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ หรือมีสีคล้ำเหี่ยว และมีร่องรอยการเข้าทำลายของโรคหรือแมลงและเมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์พบว่าผลสาธิตที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซน 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุดคือ 12.7 วัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการรายงานของ EL-Ghaouth *et al.* (1991) ที่ใช้ไคโตแซน ความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ เคลือบผิวผลสตรอเบอรี่สามารถยับยั้งการเกิดโรคจากเชื้อราได้และมีอายุการเก็บรักษานานถึง 21 วัน ซึ่งสายชล (2528) รายงานว่าการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวสามารถชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในของผลได้ทำให้ผลไม้มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น ส่วนผลสาธิตที่เคลือบผิวด้วยอิมัลชัน อัตราส่วน 1 : 4 น้ำมันปาล์ม ไคโตแซน 1.5 เปอร์เซ็นต์ ชุดควบคุม อิมัลชัน อัตราส่วน 1 : 9 และไคโตแซน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอายุการเก็บรักษาอยู่ในช่วง 11.5 - 9.2 วัน ขณะที่ผลสาธิตที่เคลือบผิวผลด้วยอิมัลชันอัตราส่วน 1 : 19 และไคโตแซน 2.0 เปอร์เซ็นต์มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดคือ 9.0 วัน (ตารางที่ 1)

Table 1 Storage life of pear fruit stored at room temperature ($30 \pm 2^\circ \text{C}$).

Treatments	Storage life (days)
Control	10.0 ^c
Palm oil	10.3 ^{bc}
Emulsion ratio 1 : 4	11.5 ^{ab}
Emulsion ratio 1 : 9	9.0 ^c
Emulsion ratio 1 : 19	9.0 ^c
Chitosan 0.5 %	9.2 ^c
Chitosan 1.0 %	12.7 ^a
Chitosan 1.5 %	10.17 ^{bc}
Chitosan 2.0 %	9.0 ^c
LSD _{0.05}	1.44
C.V. (%)	8.31

Means in column with different superscripts differ significantly at $P \leq 0.05$

2. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของผลสาลี่

2.1 ลักษณะที่ปรากฏภายนอกของผลสาลี่
ผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม อิมัลชันและโคโคแซน แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิห้อง ในระยะแรกของการเก็บรักษาไม่พบลักษณะผิดปกติในทุกกรรมวิธี ต่อมาเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นพบการเปลี่ยนแปลงของผิวเปลือก โดยผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม และอิมัลชัน อัตราส่วน 1 : 4 นั้น สีผิวเปลือกค่อนข้างคล้ำและไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลือง บางส่วนของผลยุบตัวเช่น ที่บริเวณขั้วผล หรือปลายผล สาลี่ไม่สามารถเข้าสู่กระบวนการสุกได้อย่างปกติ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าสารเคลือบผิวที่ใช้ไปจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซทำให้เกิดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลสูงไปกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ Pyruvic dehydrogenase และ Alcohol dehydrogenase ทำให้เกิดกระบวนการหมัก ส่งผลให้เกิดการสะสมของอะซิติกไซด์ และเอทิลแอลกอฮอล์ มีผลทำให้ผลสาลี่มีสีเปลือกคล้ำลง เกิด

กลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ (จริงแท้, 2538 ; คณับ, 2540; Ke *et al.* 1990) เช่นเดียวกับผลสาลี่พันธุ์ Yokoyama Wase แสดงอาการผิดปกติเมื่อเคลือบผิวด้วยแว็กซ์ (Sornsrivichi *et al.*, 1990a) ลักษณะที่ปรากฏภายนอกของผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยอิมัลชันคือผิวเปลือกมีสีคล้ำลง และแห้งเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยเฉพาะการใช้น้ำมันปาล์ม

2.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ผลสาลี่
ที่เคลือบผิวด้วยกรรมวิธีต่างๆและเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิห้อง มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธีเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ชุดควบคุม ผลสาลี่มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักสูงสุดคือ 3.74 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ อิมัลชันอัตราส่วน 1 : 19 และโคโคแซน ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ คือ 3.54 และ 3.29 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่เคลือบผิวผลสาลี่ด้วย โคโคแซนความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดคือ 2.16 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) ซึ่งนิภา (2540) รายงานว่าการใช้สารเคลือบ

ผิวในปริมาณที่เหมาะสมนั้นสามารถลดการสูญเสีย น้ำที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักได้ และยังลดอัตราการหายใจภายหลังการเก็บเกี่ยว สอดคล้องกับการรายงานของชลิต (2540) ที่ใช้น้ำมันปาล์ม น้ำมัน ข้าวโพด และน้ำมันถั่วลิสง สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักของผลกล้วยไข่ และการเคลือบผิวทุเรียนพันธุ์หมอนทองด้วย อิมัลชันอัตราส่วน 1:4 สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักจากผลิตผลได้ (คณัยและนิธิยา, 2543)

2.3 ความแน่นเนื้อ ผลสาทิในทุกระรรมวิธีมี ค่าลดลงตามระยะของการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยพบว่าผลสาทิที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม มีความแน่นเนื้อสูงสุด เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานาน 9 วัน คือ 5.40 กิโลกรัม และชดคววม มีค่าความแน่นเนื้อต่ำสุด คือ 3.98 กิโลกรัม (ตารางที่ 2) อาจเนื่องจากสารเคลือบผิวไปจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซ ทำให้มีปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในผลต่ำยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลินซึ่งเป็นก๊าซที่มีผลต่อกระบวนการสุกและการเสื่อมสภาพ ส่งผลให้ผลสาทิที่เคลือบผิวรักษาความแน่นเนื้อและความกรอบไว้ได้ (Yang, 1985) กล้วยไข่ที่เคลือบผิวมีความแน่นเนื้อสูงกว่ากล้วยไข่ที่ไม่ได้เคลือบผิว (ชลิต, 2540) การใช้ TAL-Prolong เคลือบผิวผลแอปเปิลพันธุ์ McIntosh (Chu, 1986) และการใช้ไคโตแซนความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ เคลือบผิวแอปเปิลพันธุ์ Rall's Janet (Yu and Dong, 1998) สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าผลแอปเปิลที่ไม่ได้เคลือบผิว

2.4 การเกิดสีน้ำตาลในเนื้อผลสาทิ ผลสาทิ ที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม อิมัลชัน อัตราส่วน 1:4, 1:9 และไคโตแซน 1.5 เปอร์เซ็นต์นั้นพบว่าเนื้อภายในเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และอาการรุนแรงมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ในวันที่ 9 ซึ่ง

เป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่าผลสาทิที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม อิมัลชันอัตราส่วน 1:4 และ 1:9 มีผลทำให้เกิดเนื้อสีน้ำตาลภายในผลสาทิสูง อาจเนื่องมาจากในสูตรของสารเคลือบผิวดังกล่าวมีส่วนส่วนของน้ำมันเป็นส่วนผสมสูง อนุภาคของเมื่อน้ำมันไปปิดรูเปิดตามธรรมชาติของผิวผลทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซลดลง มีการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลสูง (คณัยและนิธิยา, 2543) ส่งผลให้เกิดความผิดปกติทางสรีรวิทยาขึ้นภายในผล เช่น อาการ CO₂ injury ลักษณะคล้ายกับผลการทดลองในครั้งนี้ที่พบว่าการเกิดสีน้ำตาลบริเวณแกนกลางและเนื้อผล ซึ่ง Vettman and Schaik (1997) รายงานว่าอาการเนื้อสีน้ำตาล (flesh browning) และ hollow core ในผลสาทิอาจเกิดจากสาเหตุต่างๆ ได้แก่ เก็บรักษาในสภาพที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง และอาการจะยิ่งรุนแรงถ้าหากปริมาณออกซิเจนลดลงด้วย รวมถึงการเก็บเกี่ยวผลที่ช้ากว่ากำหนด ส่วนผลสาทิที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซน ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 เปอร์เซ็นต์และชดคววม เนื้อผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเล็กน้อย

2.5 ปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ ทุกระรรมวิธี มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 9 วัน ผลสาทิชดคววม และผลสาทิที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซน 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดที่ไคเตรทได้สูงสุด คือ 0.45 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ผลสาทิที่เคลือบผิวด้วย ไคโตแซน 1.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ อิมัลชัน 1:19 ไคโตแซนความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันปาล์ม และอิมัลชัน อัตราส่วน 1:4 คือ 0.41, 0.36, 0.35, 0.32, 0.26 และ 0.26 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนผลสาทิที่เคลือบผิวด้วยอิมัลชัน 1:9 มีปริมาณกรดที่ไคเตรทได้น้อยที่สุด คือ 0.25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

ปริมาณกรดในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มที่ลดลงตามระยะเวลาของการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งภานุมาศ (2530) พบว่าการลดลงของกรดในผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนั้นเนื่องมาจากมีการบวนการหายใจและเมตาบอลิซึมสูงและคาดว่ามีการนำกรดไปใช้เป็นสารตั้งต้นในการหายใจด้วย จากการทดลองพบว่าผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยอิมัลชันมีการลดลงของปริมาณกรดอย่างรวดเร็ว อาจเนื่องจากผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยอิมัลชันนี้เกิดเนื้อสีน้ำตาลภายในผล ซึ่งเป็นความผิดปกติทางสรีรวิทยา ส่งผลให้มีกระบวนการทางชีวเคมีและอัตราการหายใจสูงเพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ กรดจึงถูกนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการหายใจ มีผลทำให้มีปริมาณกรดลดลงต่ำกว่าผลสาลี่ที่ไม่ได้เคลือบผิว

2.6 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
ผลสาลี่ในทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แตกต่างกันน้อยมาก และลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้นผลสาลี่ในทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลสาลี่ที่ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษานั้นเนื่องจากผลสาลี่เป็นผลไม้ประเภทบ่มสุก (climacteric fruit) มีการใช้น้ำตาลเป็นสารตั้งต้น (substrate) สำหรับการหายใจในระหว่างการเก็บรักษา (Matto *et al.*, 1975) ผลแอปเปิ้ลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3, 6, 9 และ 12 วันมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (Savage and Savage, 1994) เช่นเดียวกับ Krishnamurthy and Subramanyam (1970) ที่พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และกรดของผลสาลี่มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น

2.7 ปริมาณวิตามินซี เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณวิตามินซีในผลสาลี่ลดลง โดยพบว่าเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 9 วัน ผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณวิตามินซีสูงสุด คือ 3.50 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด รองลงมาได้แก่ผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม อิมัลชันอัตราส่วน 1:4 ชุดควบคุม ไคโตแซนความเข้มข้น 1.5, 1.0, 0.5 เปอร์เซ็นต์ และ อิมัลชัน 1:19 คือ 2.52, 2.16, 1.97, 1.66, 1.54 และ 1.54 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ ส่วนผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยอิมัลชันอัตราส่วน 1:9 มีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุด คือ 1.11 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด (ตารางที่ 2) ผลสาลี่ที่เคลือบผิวมีปริมาณ วิตามินซีสูงกว่าผลสาลี่ที่ไม่ได้เคลือบผิวและลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น การเคลือบผิวผลสาลี่พันธุ์ Ankara ด้วย Semperfresh และ Johnfresh ความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการลดลงของปริมาณวิตามินซีได้ (Sumemnue and Bayindirli, 1994) เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงทำให้สูญเสียวิตามินซีได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (สายชล, 2528) นอกจากนี้ส่วนประกอบของบรรยากาศในการเก็บรักษาที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำจะลดการสูญเสียกรดแอสคอบิกได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดังนั้นการเคลือบผิวเป็นการจำกัดการแลกเปลี่ยนของก๊าซทำให้มีออกซิเจนภายในผลสาลี่น้อยจึงอาจช่วยชะลอการสูญเสียวิตามินซีได้ (Thompson, 1955)

2.8 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับ โดยรวมของผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนและผลสาลี่ชุดควบคุมสูงกว่าผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยอิมัลชัน โดยให้การยอมรับผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซน 1.0

เปอร์เซ็นต์ สูงสุด คือ 5.00 คะแนน ส่วนสาเกในกรรมวิธีที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม ได้รับการยอมรับน้อยที่สุด คือ 2.33 คะแนน เนื่องจากว่าผลสาเกใน

กรรมวิธีนี้มีเนื้อภายในผลเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลมากที่สุด และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น เกิดกลิ่นหมัก และมีรสชาติที่เปลี่ยนไปจึงได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมต่ำ

Table 2 Physico-chemical quality of pear fruits stored at room temperature (30 ± 2° C) for 9 days.

Treatments	Weight (%)	Firmness (kg.)	Total soluble solids (%)	Total acidity (%)	VitaminC (mg./100 g.)
Control	3.74 ^a	3.98 ^b	10.46	0.45 ^a	1.97 ^{bc}
Palm oil	2.83 ^{bcd}	5.40 ^a	9.90	0.26 ^{cd}	2.52 ^b
Emulsion ratio 1 : 4	2.83 ^{bcd}	5.11 ^a	10.00	0.26 ^{cd}	2.16 ^{bc}
Emulsion ratio 1 : 9	2.73 ^{bcd}	5.16 ^a	10.00	0.25 ^d	1.11 ^d
Emulsion ratio 1 : 19	3.54 ^{ab}	4.13 ^b	10.67	0.35 ^{abcd}	1.54 ^{cd}
Chitosan 0.5 %	3.29 ^{abc}	4.02 ^b	10.40	0.45 ^a	1.54 ^{cd}
Chitosan 1.0 %	2.16 ^d	5.38 ^a	10.51	0.36 ^{abc}	1.60 ^{cd}
Chitosan 1.5 %	3.00 ^{abcd}	5.00 ^a	10.53	0.41 ^{ab}	1.66 ^{cd}
Chitosan 2.0 %	2.47 ^{cd}	4.70 ^{ab}	10.07	0.32 ^{bcd}	3.50 ^a
LSD _{0.05}	0.90	0.67	ns	0.04	0.84
C.V. (%)	17.79	9.97	-	18.41	25.03

Means in column with different superscripts differ significantly at P ≤ 0.05

สรุปผลการทดลอง

1. การเคลือบผิวผลสาเกด้วยไคโตแซนความเข้มข้น 1.0เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสุกและการเปลี่ยนแปลงสีผิวของสาเกได้ดีกว่าการไม่ได้เคลือบผิวเล็กน้อย โดยสีเปลือกของสาเกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมเหลืองและเขียวช้ากว่าผลสาเกที่ไม่ได้เคลือบผิว ส่วนไคโตแซนความเข้มข้น 0.5, 1.5 และ 2.0เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถชะลอการสุกและการนำเสียวของผลสาเกได้

2. การเคลือบผิวผลสาเกด้วยน้ำมันปาล์มอิมัลชันอัตราส่วน 1:4, 1:9 และ 1:19 ไม่สามารถชะลอการเก็บรักษาผลสาเกพันธุ์ Yokoyama Wase ได้ และทำให้เกิดลักษณะผิดปกติผิวมีสีคล้ำ เกิดเนื้อสีน้ำตาลและเกิดกลิ่นหมัก ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับต่ำ

เอกสารอ้างอิง

จดพร รักษาการ. 2541. เรื่องนำรู้เกี่ยวกับอาการเนื้อสีน้ำตาลของสาเกเอเซีย. งานวิจัยมูลนิธิโครงการหลวง. จดสารไม้ผล. 1(3) : 16.

- จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. ศรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 396 น.
- ชลิต เขาวงศ์ทอง. 2540. ผลของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้และอุณหภูมิต่อคุณภาพกล้วยไข่หลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 118 น.
- คณัญญเกียรติ. 2540. ศรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 224 น.
- คณัญญเกียรติ และ นิธิยา รัตนพานนท์. 2543. สารเคลือบผิวผักและผลไม้ที่บริโภคได้. เกษตร. 24 (7) : 182 – 185.
- นิภา คุณทรงเกียรติ. 2540. การเก็บรักษาผลิตผลพืชสวน. วารสารเกษตรก้าวหน้า. 12 (4) : 21-31.
- ปวิณ ปุณศรี, โอฬาร ตันหาวิวิทย์, วีระ จารุจินดา, นุชนารถ จงเลขา, จิตติ ปิ่นทอง, พูนสุข ชาญญาภา, สมโภชน์ ป้านสุวรรณ และอัจฉรา วาतिकานนท์. 2537. คู่มือการปลูกไม้ผลเขตหนาวที่สำคัญ 5 ชนิด บัวย ท้อพลัม สาลี่พลับ. วิศคอมเซนเตอร์, กรุงเทพมหานคร. 85 น.
- ภานุมาศ อัคร. 2530. การยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้ มะม่วงพันธุ์เขียวเสวย (*Mangifera indica* L. cv. Keaw Sawoey) โดยใช้พลาสติกฟิล์มและสภาพความดันต่ำ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 86 น.
- สายชล เกตุษา. 2528. ศรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 365 น.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Arlington, Virginia.
- Ben-Yehoshua, S., S.P. Burg and R. Young. 1985. Resistance of citrus fruit to mass transport of water vapor and other gasses. *Plant Physiol.* 79 : 1048 - 1053.
- Chu, C. L. 1986. Poststorage application of TAL Prolong on apples from controlled atmosphere storage. *HortScience*. 21 (2) : 267 – 268.
- EL-Ghaouth, A., J. Arul, R. Ponnampalam and M. Boulet. 1991. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *J. Food Sci.* 56 (6) : 1618 - 1620.
- Ke, D., H.V. Gorsel and A.A. Kader. 1990. Physiological and quality response of Bartlett pears to reduced O₂ and enhanced CO₂ levels and storage temperature. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115 : 435 - 439.
- Krishnamurthy, S. and H. Subramanyam. 1970. Pre and post-harvest physiology of fruit. *Trop. Sci.* 15 : 167 – 194.
- Matto, A.K., T. Murata, E.B. Pantastico, K. Charchin, K. Ogata and C.T. Phan. 1975. Chemical Changes during Ripening and Senescence. p. 103-107. In Pantastico, Er.B. (ed.). *Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruit and Vegetables*. AVI Publishing Company Inc., Wesport . Connecticut.
- Savage, P.J. and G.P. Savage. 1994. "The effect of coating apples on the quality of stored apples." [Online]. Available. <http://www.book.co.th/databases/cabonline>. (25 September 2000).

- Sornsrivichai, J., K. Boontham and N. Pipattanawong. 1990a. Storage behavior of five Asian pear (*Pyrus pyrifolia*) cultivars produced in Northern Thailand. *Acta Hort.* 279 : 533 - 539.
- Sumemnue, G. and L. Bayindirli. 1994. Effects of semperfresh registered and johnfresh registered fruit coating on post storage quality of Ankara pears. *J. Food Proc. and Preserv.* 18(3) : 189-199.
- Thompson, B. D. 1955. A Progress Report on Handling and Storage of Fresh Lychees. *Proc. Fla. Lychee Growers Assoc.* 3rd Ann. Meeting, Winter Haven Florida. p. 27 – 28.
- Vettman, R. and A.V. Schaik. 1997. "Membrane damage in fruit perhaps the explanation of hollow core and flesh browning." [Online]. Available. <http://www.book.co.th/database/cabonline>. (25 September 2000).
- Westwood, M.N. 1978. *Temperature - Zone Pomology*. W.H. Freeman and Company, San Francisco. 405 p.
- Yang, S.F. 1985. Biosyntheses and action of ethylene. *HortScience*. 24 : 41-45.
- Yu, H.W. and L.Z. Dong. 1998. Effect of coating chitosan on storage of apple. *Plant Physiolo.* 34 (1) : 17 – 19.
-

การควบคุมเชื้อรา *Macrophomina phaseolina*
ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวโดยการคลุกเมล็ดด้วยเชื้อราปฏิปักษ์

Control of Seed-borne *Macrophomina phaseolina* in
Mungbean through Biological Seed Treatment

แหมซุร รอฮมาน¹ สุชาดา เวียรศิริ¹ และสมบัติ ศรีรุ่งศักดิ์²
Shamsur Rahman¹, Suchada Vearasilp¹ and Sombat Srichuwong²

Abstract: Mungbean seeds were coated with the conidial suspension of three *Trichoderma* spp. viz. *T. harzianum*, *T. hamatum* and *T. viride* in order to control seed-borne *Macrophomina phaseolina*. The treated seed including control treatment was evaluated in blotter and in pot with soil. All three species of *Trichoderma* spp. showed excellent control of seed-borne *M. phaseolina*. Moreover, they increased germination significantly including production of robust seedlings.

บทคัดย่อ: นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวคลุกด้วยสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา *Trichoderma harzianum*, *T. hamatum* และ *T. viride* เพื่อควบคุมเชื้อรา *M. phaseolina* ที่ติดมากับเมล็ด ทำการตรวจผลโดยวิธีการเพาะเมล็ดบนกระดาษชื้นและปลูกในดิน พบว่า *Trichoderma* ทั้ง 3 ชนิด ให้ผลดีมากในการควบคุมเชื้อรา *M. phaseolina* ที่ติดมากับเมล็ด นอกจากนั้น เมล็ดที่ผ่านการคลุกเชื้อราทุกชนิดยังช่วยให้ความงอกของเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและได้ต้นกล้าที่แข็งแรง

Index words: โรคเมล็ดถั่วเขียว, *Trichoderma*, Mungbean, Seed-borne disease, Biological seed treatment.

¹ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

²ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

¹Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

²Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

Introduction

The biological seed treatment involves the use of biological organisms to control the pathogen located in and/or on the seed. This seed treatment has been a successful approach for controlling seed-borne diseases for decades. Biological seed treatment is usually very specialized and uses specific microorganisms that attack or interfere with specific pathogens or types of pathogens. These organisms have little effect on other soil organisms, leaving the natural biology of the ecosystem more balanced and intact than using broad-spectrum chemical pesticides. Biological control is a natural phenomenon, nature's own way of keeping diseases from getting catastrophic.

In many crops, biological seed treatment provides longer protection to the crop compared to the fungicidal seed treatment. In addition, they offer benefits not obtainable with fungicidal seed protectants, especially the ability to colonize and protect the seed and germinating seedling as a whole (Mukhopadhyay, 1994). Harman *et al.* (1989) observed excellent control of cotton, wheat, pea, and maize diseases by seed coating with *Trichoderma harzianum*. They noticed that biological seed treatments increased plant stand, reduced seedling mortality, and were as effective as the chemical fungicides. In India, biological seed treatment in tomato, potato, chickpea, lentil and peanut with *Trichoderma harzianum* and *Gliocladium virens* resulted an excellent protection against a wide range of pathogens like *Sclerotium rolfsii*, *Rhizotonia*

solani, *Pseudomonas aphanidermatum* and *Fusarium oxysporum*, and the treatments were constantly as effective as or better than fungicidal seed treatment (Mukhopadhyay, 1989).

Despite the attractive possibility for controlling seed-borne and soil-borne fungi by using biological antagonists, very few works have been conducted and no any work has been done in Thailand regarding biological control of seed-borne *M. phaseolina* in mungbean. Therefore, the efficacy and environmental concerns, as well as pathogen resistance to some pesticides, encouraged us to do research into biological control as an alternative approach or supplement to pesticides for protection against *M. phaseolina* in mungbean. The objective to conduct this investigation was to find out the efficacy of bio-control agents viz. *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma viride* after seed dressing of mungbean seed with the conidial suspension in order to control seed-borne *M. phaseolina*.

Materials and Methods

Collection and preparation of antagonistic agents

Three antagonistic agents namely *Trichoderma harzianum*, *T. hamatum*, and *T. viride* were obtained from the Royal Project Plant Pathology Laboratory, Chiang Mai, Thailand. All three *Trichoderma* spp. were transferred separately in sterilized PDA (potato dextrose agar) petridishes

and were kept for incubation at 12 hours alternating lights and darkness for seven days.

Seed sample

For observing the effectiveness of the three *Trichoderma* spp. mungbean variety named Chai Nat 60 which was carrying 29.0 percent natural infection of *M. phaseolina*, was taken.

Seed treatment

Three *Trichoderma* spp., which were cultured on PDA and incubated for seven days, used for seed treatment. At first, the spores of antagonists were collected from the PDA by scrapping with a sterilized knife and were mixed uniformly with 25ml sterilized distilled water for each petridish. The conidial suspension was filtered with Mosline cloth. The conidial concentration was 7.54×10^7 per ml. Thereafter, seeds were soaked for two hours with conidial suspension of antagonists separately. For control, seeds were soaked with sterilized distilled water for two hours.

Evaluation of treated seeds by blotter method

The treated seeds including control treatment were placed on 3-layered soaked Whatman no.1 blotter paper in sterilized petridishes. In each petridish, 10 seeds were placed equidistantly. After seven days, the appeared infection of *M. phaseolina* was examined including germination. The results of 10 petridishes of each treatment were considered as one

replication and total four replications were maintained for each treatment.

Evaluation of treated seeds *in-vivo* (pot culture)

The *in-vivo* experiment was conducted with the treated seeds with *Trichoderma* spp including untreated control. The seeds planted in plastic pot (size 12cm x 16cm) filled with sterilized soil. Two hundred seeds for each *Trichoderma* spp. and were sown using 25 seeds per pot. Similarly 200 untreated seeds were sown. Total 4 replications were maintained. After sowing the seeds, the pots were kept in the glasshouse and watering was done whenever necessary. Germination and disease incidence in seedlings was recorded until three weeks.

Results

Evaluation of treated seeds by blotter method

Table 1 showed the effect of seed coating with promising antagonists (*T. hamatum*, *T. harzianum* and *T. viride*) for controlling seed-borne *M. phaseolina* by blotter method. The results revealed that used all three *Trichoderma* spp. were able to control seed-borne *M. phaseolina* completely. After coating the seed with the conidial suspension of *Trichoderma* spp, no any infection was appeared. Simultaneously, the germination percentage was increased fascinatingly. Due to seed treatment with *T. harzianum*, *T. hamatum* and *T. viride*, seed germination increased by 48.21, 51.79 and 44.64 percent respectively.

Table 1 Seed coating with promising antagonists for controlling *Macrophomina phaseolina* in mungbean (results show the average of four replications).

Antagonists	Infection (%)	Germination (%)	Germination increased over control (%)
<i>Trichoderma harzianum</i>	0.0	83.0	48.21
<i>Trichoderma hamatum</i>	0.0	85.0	51.79
<i>Trichoderma viride</i>	0.0	81.0	44.64
Control treatment	28.0	56.0	-

Evaluation of treated seeds in *in-vivo* (pot culture)

When the coated seed with the conidial suspension of three *Trichoderma* spp. were planted in the sterilized soil in plastic pot, infected seedling production was reduced almost completely (Table 2). Moreover, not only the germination was increased noticeably but also robust seedlings produced significantly from the treated seeds with all antagonists compared to control (Figure 1).

Due to seed treatment with *T. harzianum*, *T. hamatum* and *T. viride* germination was increased by 39.13, 40.58 and 34.78 percent respectively (Table 2). In mungbean seeds, 93.75 to 100.00 percent infections were reduced as a result of seed treatment with conidial suspension of three *Trichoderma* spp. In addition, to reduction of infection and increasing germination, *Trichoderma* treated seeds produced more vigorous seedlings compared to control treatment. As a result of conidial seed treatment, healthy seedling production ranged from 37.31 to 43.28 percent (Table 2).

Table 2 Biological seed treatment with *Trichoderma* sp. against *Macrophomina phaseolina* infection and germination planting the seed in plastic pot with sterilized soil (mean of four replications).

Name of antagonist	Germination (%)		Infected seedlings (%)		Healthy seedlings (%)	
	Mungbean	Increase over control	Mungbean	Decrease over control	Mungbean	Increase over control
<i>Trichoderma harzianum</i>	96.0	39.13	2.0	93.75	94.0	40.30
<i>Trichoderma hamatum</i>	97.0	40.58	0.0	100.00	96.0	43.28
<i>Trichoderma viride</i>	93.0	34.78	2.0	93.75	92.0	37.31
Control	69.0	-	32.0	-	67.0	-
LSD ^{0.05}	3.31	-	2.90	-	3.75	-



Figure 1 Seedlings of mungbean at 8 days after treated the seeds with conidial suspension of *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* including control (without treatment).

Discussion

From the present investigation, it is revealed that mungbean seed treatment with *T. hamatum*, *T. harzianum* and *T. viride* is not only able to reduce the seed-borne *M. phaseolina* infection but also increase the seed germination remarkably over the untreated control. The exciting effectiveness of seed treatment with *Trichoderma* spp. against seed-borne *M. phaseolina* in various crops was widely supported by a variety of workers. There are reports that biological antagonists applied to seeds not only have the potential protecting the seed but also bring a protective effect against root infecting soil-borne pathogens being the initial colonizers of the root (Windels, 1981 in Hussain *et al.*, 1990). Alagarsamy and Sivaprakasam, (1988) found the reduction of seed mortality of cowpea due to *M. phaseolina* besides enhancing the growth of plant after pilleting the seeds with *T. viride*. Seed treatment of sunflower and mungbean with *T. harzianum* reduced charcoal rot disease successfully caused by *M. phaseolina* (Hussain *et al.*, 1990). Significant reduction of *M. phaseolina* infection was found in soybean when seed treatment was done with *T. harzianum* (Farzana *et al.*, 1991). Root rot of lentil caused by *M. phaseolina* was controlled by *T. harzianum* (Ehteshamul-Haque *et al.*, 1992). Ehteshamul-Haque and Gaffar (1995) reported that *T. harzianum*, *T. hamatum* and *T. viride* can reduce *M. phaseolina* infection in soybean through seed treatment.

Conclusions

The seed coating with three *Trichoderma* spp. viz. *T. harzianum*, *T. hamatum* and *T. viride* proved as excellent control of seed-borne *M. phaseolina* in mungbean. On the basis of this investigation these three *Trichoderma* species can be recommended for controlling seed-borne *M. phaseolina* in mungbean. Nevertheless, before making final recommendation, comprehensive research including field trial is needed.

References

- Alagarsamy, G. and K. Sivaprakasam 1988. Effect of antagonists in combination with carbendazim against *Macrophomina phaseolina* infection in cowpea. J. Biol. Control. 2(2): 123-125.
- Ehteshamul-Haque, S. and A. Ghaffar. 1995. Role of *Bradyrhizobium japonicum* and *Trichoderma* spp. in the control of root rot disease of soybean. Acta Mycologica. 30(1):35-40.
- Ehteshamul-Haque, S.; R. Y. Hashmi and A. Ghaffar. 1992. Biological control of root rot disease of lentil. Lens. 19(2): 43-45.
- Farzana, A., Ghaffar, A. and F. Ali. 1991. Effect of seed treatment with biological antagonists on rhizosphere mycoflora and root infecting fungi of soybean. Pakistan J. Botany. 23(2):183-188.
- Harman, G.E.; Chet, I. and R. Baker. 1989. *Trichoderma hamatum* effects on seed and seedling disease induced in radish and pea by *Pythium* spp. or *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 70:1167-1172.

Hussain, S.; Ghaffar, A. and M. Aslam. 1990. Biological control of *Macrophomina phaseolina* charcoal rot of sunflower and mungbean. J. Phytopathology 130: 157-160.

Mukhopadhyay, A.N. 1989. National seminar and VII workshop of AICRP on biological control Lucknow, October 23-25, 1989.

Mukhopadhyay, A.N. 1994. Biocontrol of soil borne fungal plant pathogens current status, future prospect and potential limitations. Indian Phytopathology. 47(2):119-126.

ผลของการใช้น้ำร้อนต่อเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* และความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว

Hot Water Treatment of Mungbean Seeds: Effects on Seed-borne *Macrophomina phaseolina* and on Germination

แหลมชूर รอดอมาน¹ สุชาดา เวียรศิลป์² และสมบัติ ศรีชูวงศ์³
Shamsur Rahman¹, Suchada Vearasilp² and Sombat Srichuwong³

Abstract : Hot water treatment was done in mungbean seeds in order to control seed-borne *Macrophomina phaseolina*. Total seven different temperatures viz. 50°C, 52°C, 54°C, 56°C, 58°C, 60°C and 62°C and three durations viz. 10, 15, and 20 minutes for each temperature treatment were employed. Among them, the suitable temperature and duration for best germination and complete eradication of *M. phaseolina* found to be 54°C for 20 minutes, 56°C for 10, 15, and 20 minutes; and 58°C for 10 and 15 minutes. After 58°C for 15 minutes duration, the germination was sharply decreased with the increasing of temperature and period although the infection did not appear any longer. However, for convenience, the recommended temperature and period for hot water treatment in order to control seed-borne *M. phaseolina* can be 56°C to 58°C for 10 to 15 minutes.

ทักัดย่อ : จากการนำเมล็ดถั่วเขียวแช่น้ำร้อนเพื่อกำจัดเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ที่ติดมากับเมล็ดโดยใช้อุณหภูมิน้ำร้อนทั้งหมด 7 ระดับ ได้แก่ 50 °C, 52 °C, 54 °C, 56 °C, 58 °C, 60 °C และ 62 °C และแช่เมล็ดเป็นเวลานาน 10, 15 และ 20 นาที พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมของน้ำร้อนในการกำจัดเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์และช่วยเพิ่มความงอกของเมล็ดให้สูงขึ้นมาก ได้แก่ ที่อุณหภูมิ 54 °C นาน 20 นาที อุณหภูมิ 56 °C นาน 10, 15 และ 20 นาที และที่อุณหภูมิ 58 °C นาน 10 และ 15 นาที การใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า 58 °C นานกว่า 15 นาที พบว่าแม้สามารถกำจัด

¹ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

²ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

³Department of Agronomy, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

²Department of Plant Pathology, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

เชื้อราได้คิดแต่ทำให้ความงอกของเมล็ดลดลงมาก อย่างไรก็ตามในการใช้น้ำร้อนกำจัดเชื้อรา *M. phaseolina* เพื่อมิให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความงอกควรแนะนำให้ใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 56 °C-58 °C นาน 10-15 นาที

Index words : โรคเมล็ดถั่วเขียว, seed borne disease, Mungbean

Introduction

Thermotherapy is one of the most common methods of physical seed treatment for controlling certain plant diseases. Hot water treatment has proved to be efficient technique as thermotherapy against various pathogenic microorganisms including some kinds of fungi. It is not only most effective against superficial organisms but also has preventive properties and can reduce the incidence of internal pathogens (Maude, 1996). It represents an interesting means for controlling plant diseases because it is simple in principle, easy to use and not expensive. Moreover, it is eco-friendly because of absence of chemical residue.

So far, no attempt has been made to control the seed-borne infection caused by *M. phaseolina* in mungbean seeds through hot water treatment. A very few pertinent literatures are available to control *M. phaseolina* in other crops like cowpea. Sinha and Khare (1977) found most effective control of *M. phaseolina* in cowpea seeds by hot water treatment at 46°C for 20 minutes. Therefore, the present study was undertaken to explore the suitable temperature and duration of hot water for mungbean, which is lethal only to the seed-borne *M. phaseolina* but not on the germination.

Materials and Methods

Seed sample:

Seed sample of mungbean variety named as Chai Nat 60 was obtained from Chai Nat Field Crops Research Center, which was carrying 29.75 percent natural infection of *M. phaseolina* according to blotter method.

Seed treatment:

Hot water treatment was carried out in a water bath controlled by thermostat (model: Memmert). Seven different temperatures viz. 50°C, 52°C, 54°C, 56°C, 58°C, 60°C and 62°C including three durations viz. 10, 15, and 20 minutes for each temperature treatment were employed. At first, the seeds were soaked in sterilized water for 10 minutes. Then 400 soaked seeds were wrapped in a thin and soft cloth following dipping in the water of water bath at the required temperatures for various durations. Before dipping the seed in water bath, the desired temperature was adjusted. The control treatment was maintained with soaking the seeds in normal water but without treatment in hot water. After treating in required duration, the seeds were immediately immersed in cold water for 15 minutes.

Evaluation of hot water treated seed by blotter method:

All the seeds were placed in sterilized petriplate contained 3-layered moist Whatman No. 1 blotter paper. In each petriplate, 10 seeds were placed. All the petriplates with seeds were incubated under 12 hours alternating light and darkness. After 7 days, the seeds were examined under stereo-binocular microscope for observing the infection of *M. phaseolina* including germination percentage. The data were recorded on the basis of 4 replications in each treatment while 10 petriplate i.e. 100 seeds were considered as one replication.

Plantation of hot water treated seed in *in-vivo* condition:

The hot water treated seeds were evaluated in plastic pots filled with sterilized soil. The seeds were treated with effective temperature and durations found in blotter method. The seeds were treated by hot water at 56°C for 20 minutes (which was found to be effective for controlling *M.*

phaseolina by blotter method). Two hundred treated seeds with equal number of untreated seeds (but soaked with normal water for 20 minutes) for each category were planted in plastic pots filled with sterilized soil (size 16cm x 12cm) maintaining four replications using 25 seeds per pot. The pots were placed in the glass house and watering was done as usual. The germination and disease incidence was recorded until three weeks.

Results

Evaluation of hot water treated mungbean seed by blotter method:

Results from hot water treatment are presented as line graph in Figure 1. The most effective temperature and duration for complete reduction of *M. phaseolina* infection in mungbean seed were found to be 54°C for 20 minutes and above. Below this temperature and duration, i.e. 50°C for 10, 15 and 20 minutes; 52°C for 10, 15 and 50°C for 10, 15 and 20 minutes; 52°C for 10, 15 and Hot water treatment in mungbean seeds.

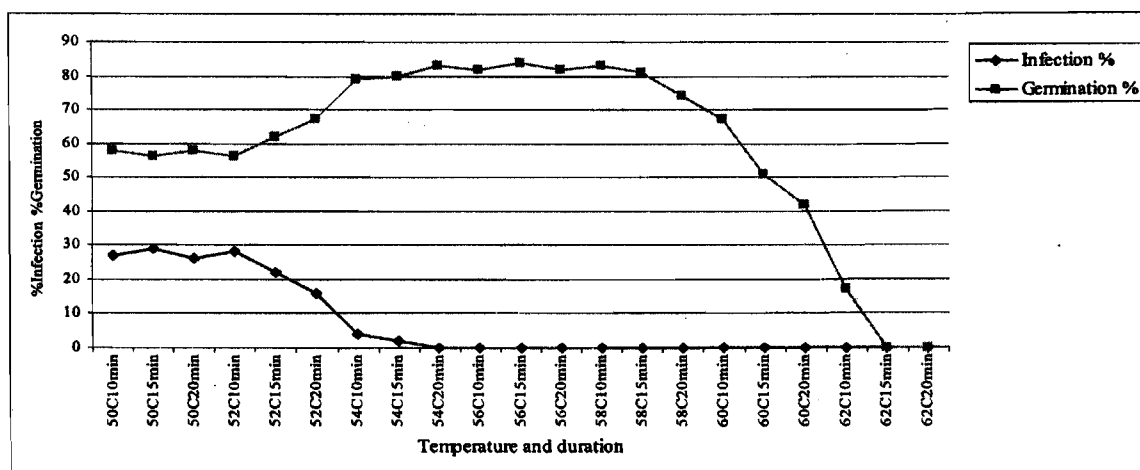


Figure 1 Effect of hot water treatment in different temperatures and durations for controlling seed borne *Macrophomina phaseolina* in mungbean seed.

20 minutes; 54°C for 10 and 15 minutes could not able to eliminate *M. phaseolina* completely although 52°C for 20 minutes, 54°C for 10 and 15 minutes were declined *M. phaseolina* partially (Figure 1).

Plantation of hot water treated seed in pot:

Hot water treatment significantly reduced the diseased development and increased germination compared to untreated control (Table 1). In hot water treated seeds, 36.23 percent germination was increased compared to untreated control treatment. Moreover, the treated seeds produced uniform and more vigorous seedlings (Figure 2). In the hot water treated seeds only 3.0 percent infection was appeared which was decreased by 90.62 percent in comparison to control treatment. Finally, the healthy seedling production was increased by 37.31 percent compared to control.

Discussion

From the present investigation, it is unveiled that for mungbean seed treatment so as to eradication of *M. phaseolina* infection as well as escalating of

germination through hot water treatment is obviously effective. The most impressive temperature and duration, which was lethal to *M. phaseolina* and enhanced the maximum germination was found to be 54°C for 20 minutes, 56°C for 10, 15 and 20 minutes, and 58°C for 10 and 15 minutes. However, for convenience, the recommended temperature, and period for hot water treatment can be 56°C to 58°C for 10 to 15 minutes.

From the upshot of the present investigation, it is revealed that the hot water treatment in mungbean seed can not only eliminate the *M. phaseolina* infection but also able to improve the germination ability. Virtually when *M. phaseolina* infects the seed, the seed experiences germination reduction. Due to this reason, because of hot water treatment, the germination was increasing along with *M. phaseolina* infection reduction. In addition, when the hot water treated seeds planted in the pot, the seedlings were observed as more vigorous and uniform compared to control treatment. It is due to elimination of pathogen from the seed after hot water treatment.

Table 1 Effect of hot water treatment on *Macrophomina phaseolina* infection and on rmination of mungbean when the seeds were planted in plastic pot with sterilized soil (mean of four replications).

Germination (%)				Infection appeared (%)				Healthy seedlings (%)			
Control	Hot	Increase	LSD	Control	Hot	Decrease	LSD	Control	Hot	Increase	LSD
Water	Water	over	at 0.05	Water	Water	over	at 0.05	Water	Water	over	at 0.05
Treated	Treated	control		Treated	Treated	control		Treated	Treated	control	
69.0	94.0	36.23	5.95	32.0	3.0	90.62	6.87	67.0	92.0	37.31	7.23



Figure 2 Seedlings from hot water treated seed and control (without hot water treatment) of mungbean after 8 days of planting.

Although pertinent literatures on hot water treatment in mungbean for controlling *M. phaseolina* are not available, however, Sinha and Khare (1977) successfully controlled *M. phaseolina* infection in cowpea seeds by hot water treatment. They found 46°C for 20 minutes was effective for *M. phaseolina* elimination in cowpea seeds. The effective temperature for cowpea and presently investing crop mungbean were not alike because these two types of seeds are not same. According to Grondeau and Samson (1994) the effective temperature and duration depends on their seed structure, heat susceptibility of host such as moisture content, dormancy, age and vigor, conditions of external layers. In addition, they reported that thermotherapy is not suitable for legume seed

treatment. They mentioned thermotherapy was difficult for legumes like pea, bean, and soybean because a significant decrease of germination was found before the pathogen had been totally killed. Tripathi *et al.* (1987) also described that in chickpea seeds, *Ascochyta rabiei* was eradicated after 6-12 hours at 55 to 60°C while more than 50 percent treated seed did not germinate. This finding does not support the outcome of present investigation. The probable reasons are the reported crops belong to legume but not mungbean. Moreover, Tripathi *et al.* (1987) treated the seeds for very long period, which caused germination reduction. In the present investigation, duration of hot water treatment was maintained within 10 to 20 minutes, which did not show any adverse effect on germination of

mungbean seeds besides inducing germination. The germination increasing was due to reduction of pathogen as well as infection.

Conclusion

For complete eradication of seed-borne *M. phaseolina* from mungbean seed, hot water treatment at 56°C to 58°C for 10 to 20 minutes might be recommended. However, before making final recommendation to the farmers, comprehensive research and field trial is needed.

References

- Grondeau, C. and R. Samson. 1994. A review of thermotherapy to free plant materials from pathogens, especially seeds from bacteria. *Critical Reviews in Plant Sciences* 13(1):57-75.
- Maude, R.B. 1996. Seedborne diseases and their control. Principal and practice. CAB international. Wallingford Oxon OX10 8DE UK.
- Sinha, O.K. and Khare, M.N. 1977. Control of seed-borne *Macrophomina phaseolina* and *Fusarium equiseti* by hot water treatment of cowpea seeds. *Seed Research* 5(1):20-22.
- Tripathi, H.S.; Singh, R.S. and Chaube, H.S. 1987. Effect of dry heat treatment on the survival of *Ascochyta rabiei*. *International Chickpea Newsletter* 16:13

การทดแทนน้ำมะพร้าวด้วยน้ำสับปะรด ในการผลิตวุ้นมะพร้าว-สับปะรด

Substitution of Coconut Juice by Pineapple Juice in Nata de Coco – Pina Production

พันธุ์ณรงค์ จันทร์แสงศรี¹ ปาริชาติ ศรีคำสุข² และวิลัยวรรณ แป้นขาว²
Punnarong Junsangsree¹, Parichati Srikamsukh² and Wilaiwan Pankhaw²

Abstract : Production of nata de coco-pina in pineapple juice was objected to produce a value added product for lower price's pineapple in high season. The process was carried out with *Acetobacter xylinum* TISTR 893 of 80-hours for highest biochemical activity and 40 % of starter was optimum for highest yield. When varying the percentage of sugar and ammonium dihydrogen phosphate to 3 and 3 levels, respectively, the results showed that the optimum quantity of sugar was 8 % and ammonium dihydrogen phosphate was 0.6 %. The optimum substitution of pineapple juice to coconut juice was 25 % of pineapple juice in modified medium broth. Thus, the modified medium broth for nata de coco-pina production composed of pineapple juice 25%, sugar 8 %, acetic acid 2 %, ammonium dihydrogen phosphate 0.6 % and adjusted to the volume of 100 ml by coconut juice. The container of 8 cm in diameter was used in production under the room temperature for 10 days. The highest sensory evaluation score of color and odor were detected when nata de coco-pina in pineapple juice product had pH level of 3.6.

บทคัดย่อ : การผลิตวุ้นมะพร้าว-สับปะรดในน้ำสับปะรดมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่สับปะรดในฤดูกาลที่มีผลผลิตจำนวนมากออกสู่ท้องตลาด กระบวนการผลิตอาศัยจุลินทรีย์ *Acetobacter xylinum* TISTR 893 ซึ่งมีกิจกรรมทางชีวเคมีสูงสุดที่อายุ 80 ชั่วโมง โดยใช้ในปริมาณร้อยละ 40 จะให้ผลผลิตที่มีความหนาสูงสุด เมื่อทดลองแปรปริมาณ ร้อยละของน้ำตาลและแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตในอาหารเหลวสูตรดัดแปลงเป็น 3 และ 3 ระดับ ตามลำดับ พบว่าปริมาณที่เหมาะสมคือ น้ำตาลร้อยละ 8 และแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตร้อยละ 0.6 การทดแทนน้ำมะพร้าว

¹ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

²Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University

ด้วยน้ำสับปะรดที่ให้ผลผลิตของวุ้นมะพร้าว-สับปะรดดีที่สุดคือใช้น้ำสับปะรดร้อยละ 25 ในอาหารเหลวตัดแปลงที่มีน้ำมะพร้าวเป็นวัตถุดิบหลัก ดังนั้น อาหารเหลวสูตรตัดแปลงเพื่อการผลิตวุ้นมะพร้าว-สับปะรดประกอบด้วย น้ำสับปะรดร้อยละ 25 น้ำตาลร้อยละ 8 กรดน้ำส้มร้อยละ 2 แอมโมเนียมไคไฮโดรเจนฟอสเฟตร้อยละ 0.6 แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำมะพร้าว โดยทำการผลิตในภาชนะปากกว้างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ภายใต้อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน ในการผลิตวุ้นมะพร้าว-สับปะรดในน้ำสับปะรด เมื่อปรับความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.6 จะให้ผล การประเมินทางประสาทสัมผัสด้านสีและกลิ่นสูงที่สุด

Index words: วุ้นมะพร้าว-สับปะรด

Acetobacter xylinum TISTR 893

คำนำ

วุ้นมะพร้าว หรือ nata de coco ในภาษาฟิลิปปินส์ นั้น เป็นผลิตภัณฑ์ที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในหมู่ ผู้บริโภค โดยทั่วไปผลิตขึ้นมาจากน้ำมะพร้าว (หากผลิตจากสับปะรดจะเรียกชื่อ nata de pina) สามารถนำไปเป็นส่วนประกอบในอาหารได้หลายชนิด เช่น เยลลี่ โยเกิร์ต หรือทำเป็นวุ้นมะพร้าวในน้ำเชื่อม (สิริพันธุ์, 2537) วุ้นมะพร้าวมีลักษณะเป็นแผ่นวุ้นสีขาวหรือสีครีมเกิดจากการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่สร้างกรดน้ำส้มซึ่งพบได้ในการหมักน้ำส้มสายชูตามธรรมชาติ (สมคิด, 2530) แต่ในการผลิตที่ต้องการประสิทธิภาพสูงควรใช้เชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ ซึ่งมีอยู่หลายสายพันธุ์ ได้แก่ *Acetobacter aceti*, *A. rancens*, *A. pasteurianum*, *A. kuetzingianum* และ *A. xylinum* ซึ่งนิยมใช้มากที่สุด เพราะสร้างวุ้นได้รวดเร็วในระยะเวลาสั้น เพาะเลี้ยงง่าย และใช้น้ำตาลซูโครสได้ดีกว่าน้ำตาลชนิดอื่นๆ (อุดมศักดิ์, 2519) วุ้นมะพร้าวที่มีคุณภาพดีจะต้องมีลักษณะหนา ขาวใส เหนียวไม่ยืด (พะเยาว์, 2538) สำหรับคุณค่าทางโภชนาการนั้นพบว่า วุ้นมะพร้าวมีเส้นใยเซลลูโลสชนิดเส้นใยสั้นจำนวนมาก ประกอบกับมีพลังงานต่ำ จึงช่วยในระบบการขับถ่ายของร่าง-

กายและผู้ต้องการควบคุมน้ำหนัก (กรมวิทยาศาสตร์, 2517 และกรมวิทยาศาสตร์, 2518) ปัจจุบันการผลิตวุ้นมะพร้าวใช้น้ำมะพร้าวเป็นวัตถุดิบหลัก ซึ่งอาจประสบปัญหาในบางพื้นที่ที่ขาดแคลนมะพร้าวจานวิจัยนี้จึงได้ทดลองศึกษาการทดแทนน้ำมะพร้าวด้วยน้ำสับปะรดเนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีจำหน่ายทั่วไปตลอดทั้งปี ในบางฤดูกาลที่มีผลผลิตออกมามากจะมีราคาถูกจึงเหมาะสมที่จะนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์วุ้นมะพร้าว-สับปะรด ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การเจริญเติบโตของ *Acetobacter xylinum* TISTR 893

จุลินทรีย์ *Acetobacter xylinum* TISTR 893 ได้จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย นำมาเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวที่ประกอบด้วยน้ำตาลทราย ร้อยละ 10.0 แกลกซ์มคาร์บอนเนต ร้อยละ 0.2 และยีสต์สกัด ร้อยละ 0.1 นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 วัน จากนั้นเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปใช้งานต่อไป (Attasumpunna, 1995)

นำจุลินทรีย์ที่ได้มาศึกษาการเจริญเติบโตโดยเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตรตัดแปลงมาจาก

อุดมศักดิ์ (2519) ประกอบด้วยน้ำมะพร้าว (ผ่านการต้มให้เดือดและกรองก่อนใช้งาน) น้ำตาลทราย 50 กรัม (ร้อยละ 5.0) กรดน้ำส้ม 20 มิลลิลิตร (ร้อยละ 2.0) และแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 5 กรัม (ร้อยละ 0.5) โดยปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตรด้วยน้ำมะพร้าว นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร เป็นระยะเวลา 138 ชั่วโมง ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (SPECTRO 22) นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาเขียนกราฟการเจริญเติบโตของ *A. xylinum* TISTR 893 เพื่อหาอายุที่เหมาะสมของจุลินทรีย์ดังกล่าวเพื่อใช้เป็นหัวเชื้อตั้งต้นต่อไป (พันธุ์ณรงค์และคณะ, 2535)

ปริมาณของหัวเชื้อตั้งต้นที่เหมาะสมต่อการผลิตวุ้นมะพร้าว

เพาะเลี้ยงหัวเชื้อตั้งต้นของ *A. xylinum* TISTR 893 ที่มีอายุเหมาะสมตามที่ได้ศึกษาไว้จากกราฟการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดังกล่าว แล้วนำมาเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตรดัดแปลงที่มีน้ำมะพร้าวเป็นส่วนประกอบหลัก โดยบรรจุอาหารเหลวในภาชนะปากกว้างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร โดยแปรปริมาณหัวเชื้อตั้งต้นของ *A. xylinum* TISTR 893 เป็นร้อยละ 10, 20, 30, 40, และ 50 ทำการทดลอง 2 ซ้ำ จากนั้นปิดปากภาชนะด้วยผ้าขาวบาง บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน ติดตามผลการทดลองจากความหนาของวุ้นมะพร้าวที่เกิดขึ้น

ผลกระทบของน้ำตาลและแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตที่มีต่อการผลิตวุ้นมะพร้าว

เตรียมอาหารเหลวสูตรดัดแปลงที่มีน้ำมะพร้าวเป็นส่วนประกอบหลัก โดยแปรความเข้มข้นของน้ำตาลเป็นร้อยละ 6, 8 และ 10 และ

แปรความเข้มข้นของแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตเป็นร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 บรรจุอาหารเหลวลงในภาชนะปากกว้างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร แล้วใส่หัวเชื้อตั้งต้นของ *A. xylinum* TISTR 893 ในปริมาณที่เหมาะสมตามที่ได้ศึกษาไว้ จากนั้นปิดปากภาชนะด้วยผ้าขาวบาง บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน ติดตามผลการทดลองจากความหนาของวุ้นมะพร้าวที่เกิดขึ้น โดยทำการทดลอง 2 ซ้ำ

การทดแทนน้ำมะพร้าวด้วยน้ำสับปะรดในการผลิตวุ้นมะพร้าว-สับปะรด

จากอาหารเหลวสูตรดัดแปลงที่มีน้ำมะพร้าวเป็นส่วนประกอบหลักร้อยละ 100 นั้น ได้นำน้ำสับปะรด (เตรียมจากสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ที่ผ่านการบดละเอียดและกรองแยกกากออกก่อนนำมาใช้งาน) มาทดแทนน้ำมะพร้าว ดังนี้ ร้อยละ 25, 50 และ 75 จากนั้นจึงปรับความเข้มข้นของน้ำตาลและแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตตามปริมาณที่ศึกษาได้ข้างต้น เดิมกรดน้ำส้มร้อยละ 2 แล้วใส่หัวเชื้อตั้งต้นของ *A. xylinum* TISTR 893 ในปริมาณที่เหมาะสมตามที่ได้ศึกษาไว้ ทำการทดลองในภาชนะปากกว้างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร จากนั้นปิดปากภาชนะด้วยผ้าขาวบาง บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน ติดตามผลการทดลองจากความหนาของวุ้นมะพร้าว-สับปะรดที่เกิดขึ้น โดยทำการทดลอง 2 ซ้ำ

ระดับความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์วุ้นมะพร้าว-สับปะรดในน้ำสับปะรด

เตรียมวุ้นมะพร้าว-สับปะรดด้วยวิธีที่เหมาะสมตามที่ศึกษาได้ข้างต้น ผสมกับน้ำสับปะรดความเข้มข้นร้อยละ 10 แล้วปรับความหวานเป็น 40

องศาบริกซ์(วราวุฒิ,2536) จากนั้นจึงปรับความเป็นกรดต่างของผลิตภัณฑ์วุ้นมะพร้าว-สับปะรดในน้ำสับปะรดเป็น 3.6, 4.0 และ 4.4 ด้วยกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 10 ติดตามผลด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการอบรมแล้วจำนวน 30 คน ประเมินค่าการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยการใช้คะแนนแบบ hedonic scale

วิจารณ์และผลการทดลอง

การเจริญเติบโตของ *Acetobacter xylinum* TISTR 893

เมื่อเพาะเลี้ยง *Acetobacter xylinum* TISTR 893 ในอาหารเหลวสูตรดัดแปลงที่มีน้ำมะพร้าวเป็นส่วนประกอบหลัก เป็นระยะเวลา 144 ชั่วโมง พบว่าการเจริญเติบโตของ *A. xylinum* TISTR 893 ดังแสดงในภาพที่ 1 เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่า

A. xylinum TISTR 893 มีการเจริญเติบโตสูงสุดก่อนจะเริ่มคงที่ ณ ชั่วโมงที่ 80 ซึ่งช่วงที่เซลล์จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตสูงสุดก่อนจะมีปริมาณเซลล์คงที่นั่นคือ ระยะสุดท้ายของช่วง log และเป็นระยะเริ่มต้นของช่วง stationary ซึ่งเซลล์จะมีเอนคิวิตีสูงสุด โดยประชากรของจุลินทรีย์จะอยู่ ณ จุดที่มีความเหมาะสมทางชีวเคมี และการทดลองวิจัยจะดำเนินการในช่วงนี้ (พันธิ์ณรงค์, 2542 ; Alcamo, 1997) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเซลล์ที่มีอายุดังกล่าวข้างต้นมาใช้เป็นหัวเชื้อตั้งต้นต่อไป

ปริมาณของหัวเชื้อตั้งต้นที่เหมาะสมต่อการผลิตวุ้นมะพร้าว

เมื่อทดลองแปรปริมาณหัวเชื้อตั้งต้นของ *Acetobacter xylinum* TISTR 893 ในอาหารสูตรดัดแปลงที่มีน้ำมะพร้าวเป็นวัตถุดิบหลัก เป็น 4 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 แล้วผลิตวุ้นมะพร้าว ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2

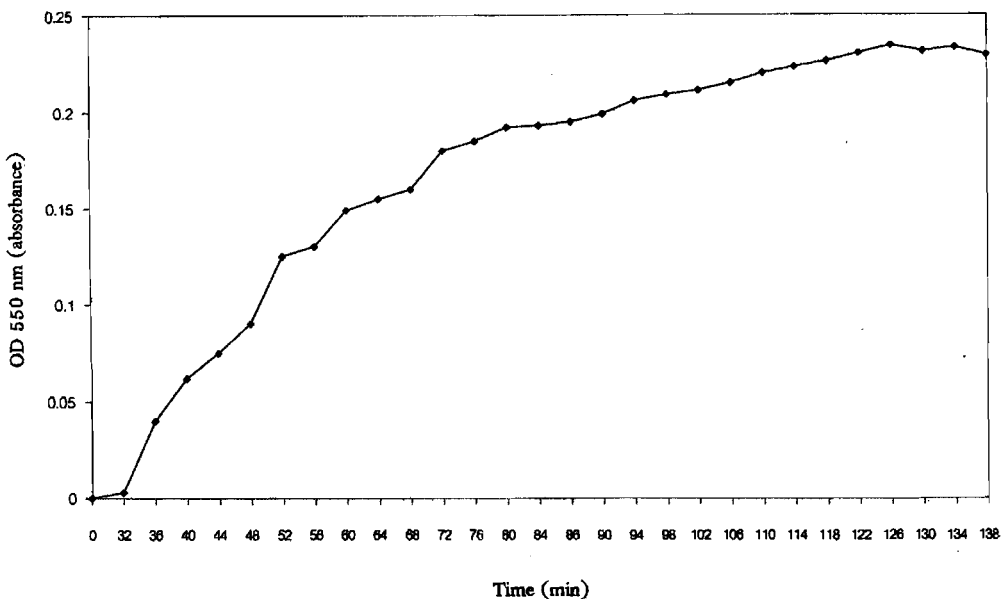


Figure 1 Growth curve of *Acetobacter xylinum* TISTR 893 in adapted medium broth which used coconut juice as a main component. (other components : sugar 5.0 %, acetic acid 2.0 % and ammoniumdihydrogen phosphate 0.5 %).

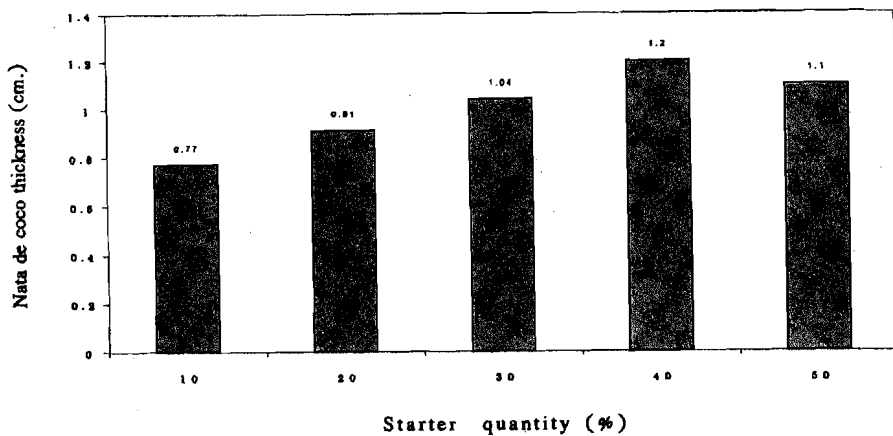


Figure 2 Nata de coco thickness when varied *Acetobacter xylinum* TISTR 893 starter quantities in adapted medium broth which used coconut juice as a main component.

การแปรปริมาณหัวเชื้อตั้งต้นของ *Acetobacter xylinum* TISTR 893 เป็น 5 ระดับนั้น ทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ต่อความหนาของวุ้นมะพร้าวที่เกิดขึ้น เมื่อทดลองแปรปริมาณหัวเชื้อตั้งต้นเป็นร้อยละ 40 พบว่า วุ้นมะพร้าวที่ได้มีความหนา 1.20 เซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับความหนาของวุ้นมะพร้าวที่เกิดขึ้นเมื่อแปรปริมาณหัวเชื้อตั้งต้นที่น้อยกว่าร้อยละ 40 โดยสอดคล้องกับวรารุณีและคณะ (2535) ซึ่งพบว่าเมื่อใช้หัวเชื้อเข้มข้นร้อยละ 40 จะให้วุ้นมะพร้าวที่มีความหนาและน้ำหนักมากที่สุด ในขณะที่ความหนาของวุ้นมะพร้าวที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ปริมาณหัวเชื้อตั้งต้นร้อยละ 50 ไม่แตกต่างจากการใช้ปริมาณหัวเชื้อตั้งต้นร้อยละ 40 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เนื่องจากสารอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ในอาหารเหลวสูตรคัดแปลงที่มีน้ำมันมะพร้าวเป็นวัตถุดิบหลัก ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลและแอมโมเนียมไคไฮโดรเจนฟอสเฟตนั้น อาจจะอยู่ในระดับที่

เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของหัวเชื้อตั้งต้นร้อยละ 40 เท่านั้น ดังนั้นเมื่อใส่หัวเชื้อตั้งต้นมากกว่าร้อยละ 40 จุลินทรีย์จึงไม่มีสับสเตรตสำหรับสร้างวุ้นมะพร้าวได้อีก (วรารุณีและคณะ, 2535) ดังนั้นการวิจัยนี้จึงเลือกใช้ปริมาณหัวเชื้อตั้งต้นร้อยละ 40 ในการศึกษาขั้นต่อไป

ผลกระทบของน้ำตาลและแอมโมเนียมไคไฮโดรเจนฟอสเฟตที่มีต่อการผลิตวุ้นมะพร้าว

เมื่อทดลองแปรปริมาณน้ำตาลเป็นร้อยละ 6, 8 และ 1 และแปรความเข้มข้นของแอมโมเนียมไคไฮโดรเจนฟอสเฟตเป็นร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ในอาหารสูตรคัดแปลงเพื่อผลิตวุ้นมะพร้าว พบว่าองค์ประกอบทั้งสองมีผลกระทบร่วมกันต่อขนาดของวุ้นมะพร้าวที่เกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 3

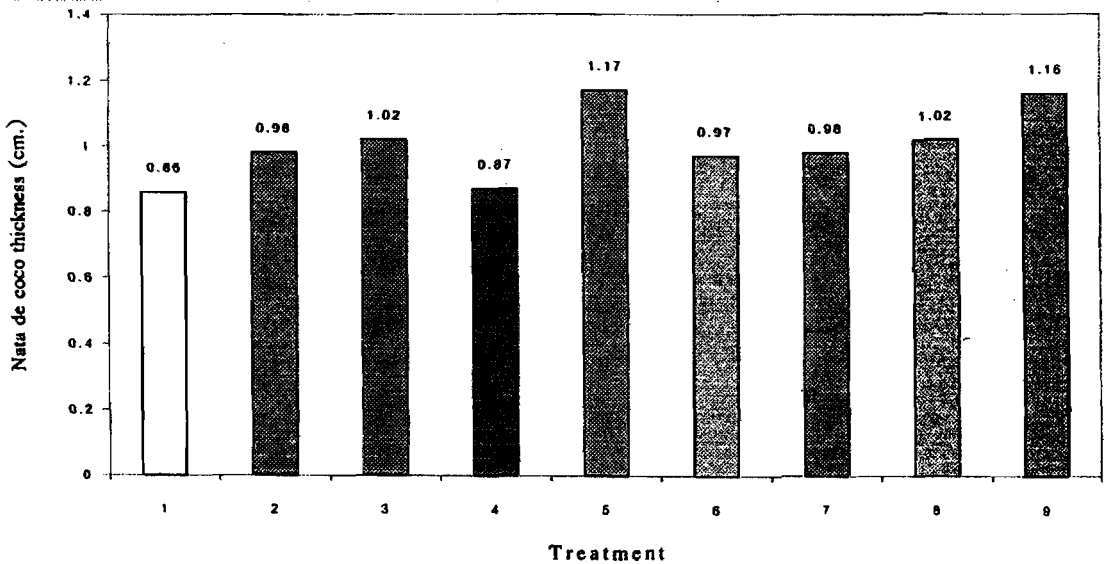


Figure 3 Interaction of sugar and ammonium dihydrogen phosphate that effected Nata de coco thickness when varied sugar and ammonium dihydrogen phosphate ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) quantities in adapted medium broth which used coconut juice as a main component. [% of sugar and $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ as follow; 6 and 0.4 (1), 6 and 0.6 (2), 6 and 0.8 (3), 8 and 0.4 (4), 8 and 0.6 (5), 8 and 0.8 (6), 10 and 0.4 (7), 10 and 0.6 (8), 10 and 0.8 (9)].

เมื่อปรับปริมาณน้ำตาลและแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตในอาหารสูตรดัดแปลงเป็นร้อยละ 8 และ 0.6 ตามลำดับ *Acetobacter xylinum* TISTR 893 สามารถสร้างวุ้นมะพร้าวที่มีความหนา 1.17 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความหนาที่ไม่แตกต่างจากการใช้ปริมาณน้ำตาลและแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตในอาหารสูตรดัดแปลงเป็นร้อยละ 10 และ 0.8 ตามลำดับ แต่ในการวิจัยนี้เลือกใช้ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 8 และแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตร้อยละ 0.6 ในอาหารเหลวสูตรดัดแปลงเนื่องจากใช้ปริมาณวัตถุดิบที่น้อยกว่าน้ำตาลที่ใช้ นั้นเป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับจุลินทรีย์ในการสร้างวุ้นมะพร้าว ในขณะที่ผลการศึกษาของสมศรี (2531) ใช้น้ำตาลร้อยละ 5 นั้น วราวุฒิและคณะ (2535) พบว่าความเข้มข้นของน้ำตาลร้อยละ 6 ทำให้ได้วุ้นมะพร้าวที่มีความหนาสูงสุด ส่วนการทดลองนี้เลือกใช้ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 8 นั้น พบว่า มีความสอดคล้องกับรายงานของสมคิด (2531) ที่ว่า

ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมต่อการผลิตวุ้นมะพร้าวคือร้อยละ 5-8

แอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตจะทำหน้าที่เป็นแหล่งของไนโตรเจน *Acetobacter xylinum* TISTR 893 จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้เลยถ้าไม่มีไนโตรเจน (ทิพรัตน์, 2526) แม้ว่าน้ำมะพร้าวจะมีโปรตีนอยู่ร้อยละ 1 (กรมอนามัย, 2530) แต่ก็ยังเป็นปริมาณที่น้อยมาก สมคิด (2530) จึงแนะนำให้เติมสารประกอบไนโตรเจนร้อยละ 0.5 - 0.6 เช่นเดียวกับการวิจัยนี้ที่พบว่าปริมาณแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตที่เหมาะสมคือ 0.5 นอกเหนือจากการใช้สารประกอบไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตแล้ว ยังสามารถใช้ในรูปแอมโมเนียมซัลเฟตได้ (วราวุฒิ และคณะ, 2535) แต่การใช้ในรูปแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตนั้นให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้แอมโมเนียมซัลเฟตและเปปโตเน (ทิพรัตน์, ม.ป.ป.)

การทดแทนน้ำมะพร้าวด้วยน้ำสับปะรดในการผลิต วุ้นมะพร้าว-สับปะรด

เมื่อนำน้ำสับปะรดมาทดแทนน้ำมะพร้าวในอาหาร
สูตรดัดแปลง ร้อยละ 25, 50 และ 75 แล้วผลิตวุ้น

มะพร้าวโดย *Acetobacter xylinum* TISTR 893 พบว่า
ความหนาของวุ้นมะพร้าว-สับปะรดที่เกิดขึ้นได้รับ
ผลกระทบจากปริมาณน้ำสับปะรดที่ใช้ทดแทนอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ดังภาพที่ 4

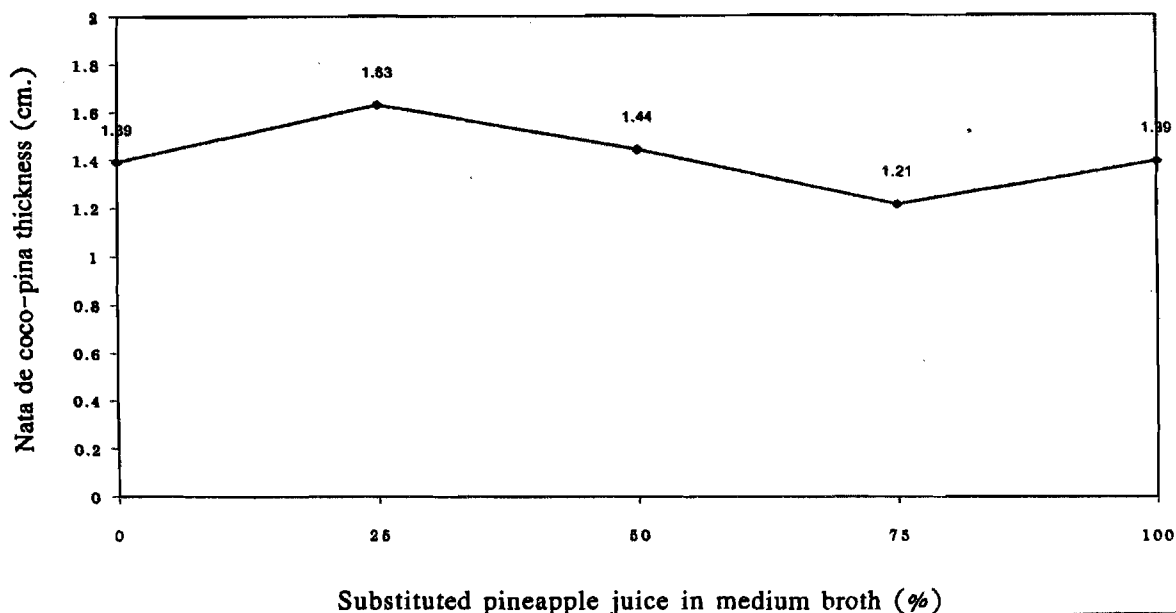


Figure 4 Effect of pineapple juice on nata de coco-pina thickness when substituted to coconut juice in adapted medium broth.

เมื่อทดแทนน้ำมะพร้าวในอาหารเหลว
สูตรดัดแปลงด้วยน้ำสับปะรดร้อยละ 25 พบว่าความ
หนาของวุ้นมะพร้าว-สับปะรดที่เกิดขึ้นมีค่าสูงสุดคือ
1.63 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าการทดแทนด้วยน้ำ
สับปะรดในระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p
ช 0.05) นั่นคือ แม้จะเพิ่มปริมาณน้ำสับปะรดให้สูง
ขึ้นก็ไม่ทำให้วุ้นมะพร้าวมีความหนามากขึ้น ซึ่งผล
การวิจัยนี้เป็นไปในทิศทางเดียวกับทิพรรัตน์ (2526)
กล่าวคือ สามารถใช้น้ำสับปะรดทดแทนได้ร้อยละ
20 และเมื่อนำน้ำสับปะรดในสัดส่วนที่มากขึ้นความ
หนาของวุ้นมะพร้าวจะลดลง เมื่อพิจารณาจากองค์
ประกอบทางโภชนาการของน้ำมะพร้าวเปรียบ
เทียบกับน้ำสับปะรดแล้วพบว่าน้ำมะพร้าวมีปริมาณ

โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก มากกว่า
ในน้ำสับปะรด โดยเฉพาะฟอสฟอรัสนั้นมีมากกว่า
ถึง 3 เท่า (กรมอนามัย, 2530) เนื่องจากการทำงาน
ของเอนไซม์ cellulose synthetase ของ *Acetobacter*
xylinum ต้องการ dinucleotide-c-di-GMP ซึ่งมีฟอสเฟต
เป็นส่วนประกอบ (Chang et al, 2001) ดังนั้นเมื่อเติม
น้ำสับปะรดลงไปแทนน้ำมะพร้าวในปริมาณที่มาก
ขึ้นจึงทำให้ปริมาณของฟอสเฟตในอาหารเหลวเพื่อ
การผลิตวุ้นลดลง เป็นสาเหตุให้ขนาดของวุ้น
มะพร้าว-สับปะรดลดลงเมื่อมีการทดแทนด้วยน้ำ
สับปะรดมากขึ้น

อย่างไรก็ตาม การใช้น้ำผลไม้อื่น ๆ มา
ทดแทนน้ำมะพร้าวนั้นสามารถกระทำได้ แต่ต้อง

ปรับเปลี่ยนภาวะต่าง ๆ ตลอดจนสารอาหารต่าง ๆ ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ดังเช่น ธนพล(2539) ได้ทดลองใช้น้ำมะเขือเทศในการผลิตวุ้นจาก *Acetobacter xylinum* พบว่าจำเป็นต้องใช้น้ำมะเขือเทศความเข้มข้นที่สูงมาก อีกทั้งเพิ่มปริมาณน้ำตาลถึงร้อยละ 10 จึงจะให้ผลผลิตที่ดี ส่วน Nakayama *et al.* (2001) ใช้น้ำสตรอเบอร์รี่ในการผลิตวุ้นจาก *Acetobacter xylinum* พบว่า ต้องใช้น้ำตาลกลูโคสในการผลิตเป็นต้น

ระดับความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์วุ้นมะพร้าว-สับปะรดในน้ำสับปะรด

เมื่อนำวุ้นมะพร้าว-สับปะรดในน้ำสับปะรดมาปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น 3.6, 4.0 และ 4.4 ด้วยกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 10 แล้วทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการอบรมจำนวน 30 คน เพื่อประเมินค่าการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยการให้คะแนนแบบ hedonic scale ให้ผลดังตารางที่ 1

Table 1 Sensory evaluation of nata de coco-pina in pine apple juice with various pH.

pH	Color	Odor	Taste	Texture	Total Acceptance
3.6	7.20 ^a	7.27 ^a	6.13	6.06	6.73
4.0	6.23 ^{ab}	6.86 ^{ab}	6.43	5.15	6.50
4.4	6.37 ^{ab}	6.30 ^b	6.83	6.06	6.56

Mean which are not sharing a common letter are significantly different ($p \geq 0.01$) in the same column as determined by LSD 1 = extremely disliked 9 = extremely liked

ผลิตภัณฑ์วุ้นมะพร้าว-สับปะรดในน้ำสับปะรดที่มีความเป็นกรด-ด่าง 3.6 มีผลการประเมินทางประสาทสัมผัสทางด้านสีและกลิ่นสูงสุด โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับที่ความเป็นกรด-ด่าง 4.0 และ 4.4 ในขณะที่ ทางด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.01$) ดังนั้นการวิจัยนี้จึงเลือกความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์วุ้นมะพร้าว-สับปะรดในน้ำสับปะรดเท่ากับ 3.6 ซึ่งเป็นผลเช่นเดียวกับเชิดชัยและวรารุณี (2536)

สรุป

การผลิตวุ้นมะพร้าว-สับปะรด ใช้จุลินทรีย์ *Acetobacter xylinum* TISTR 893 ซึ่งมีกิจกรรมทางชีวเคมีสูงสุดที่อายุ 80 ชั่วโมง และใช้ในปริมาณร้อยละ 40 จะให้ผลผลิตที่มีความหนาสูงสุดในอาหารเหลวสูตรดัดแปลงที่มีน้ำมะพร้าวเป็นวัตถุดิบหลักสำหรับปริมาณน้ำตาลและแอมโมเนียไคไฮโดรเจนฟอสเฟตที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดังกล่าวคือน้ำตาลร้อยละ 8 และแอมโมเนียไคไฮโดรเจนฟอสเฟตร้อยละ 0.6 การทดแทน

น้ำมะพร้าวด้วยน้ำสับปะรดที่ให้ผลผลิตของวุ้นมะพร้าว-สับปะรดดีที่สุดคือ ใช้ น้ำสับปะรดร้อยละ 25 ในอาหารเหลวคัดแปลงที่มีน้ำมะพร้าวเป็นวัตถุดิบหลัก ดังนั้น อาหารเหลวสูตรคัดแปลงเพื่อการผลิตวุ้นมะพร้าว-สับปะรดจึงประกอบด้วย น้ำสับปะรดร้อยละ 25 น้ำตาลร้อยละ 8 กรดน้ำส้มร้อยละ 2 แอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตร้อยละ 0.6 แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำมะพร้าว โดยทำการผลิตในภาชนะปากกว้างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ภายใต้อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน ในการผลิตวุ้นมะพร้าว-สับปะรดในน้ำสับปะรด ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการอบรมให้ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านสีและกลิ่นสูงที่สุด เมื่อปรับความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 3.6

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิทยาศาสตร์. 2517. วุ้นน้ำส้ม. ข่าวกรมวิทยาศาสตร์ 75:16-17.
- กรมวิทยาศาสตร์. 2518. วุ้นน้ำส้ม. รายงานกิจกรรมกรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม ประจำปีงบประมาณ 2517-2518. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, กรุงเทพฯ. 184 หน้า.
- กรมอนามัย. 2530. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ. 48 หน้า.
- เชิดชัย ตั้งอมรสุขสันต์ และ วราวุฒิ ครุส่ง. 2536. ผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์ผสมน้ำลิ้นจี่. อาหาร 23 (2) : 108-114.
- ชนพล บัวศรี. 2539. วุ้นสวรรค์จากน้ำมะเขือเทศและการเพิ่มผลผลิต. บทความย่อยการศึกษาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี 7(18):36.
- พะเยาว์ รอดโพธิ์ทอง. 2538. การทำวุ้นสวรรค์. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 10(2):116-117.
- ทิพรัตน์ หงษ์ทรี. 2526. วุ้นสวรรค์ : ปัจจัยสำคัญในการผลิตวุ้นสวรรค์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- พันชันรงค์ จันทน์แสงศรี. 2542. การผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากเวย์ในเครื่องปฏิกรณ์ถังกวน. วารสาร ม.ก.ค. 19(2) : 48-55.
- พันชันรงค์ จันทน์แสงศรี, ชีรยุทธ จันทน์ทอง, วาริช ศรีละออง, อมมี คุณอารี และ อมรรัตน์ กุลโสภณพงศ์. 2535.
- การใช้ประโยชน์ของเสีย ตอนที่ 2 : การผลิตน้ำส้มสายชูจากไวน์เสียโดยเซลล์ *Acetobacter aceti* TISTR 102 ตรึงรูปในแคปซูล-คาราจีแนน. ใน : เอกสารการประชุมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
- ครั้งที่ 22. วันที่ 16-18 ตุลาคม 2539. กรุงเทพฯ. เซนทรัลพลาซ่า. หน้าที่ 488-489.
- วราวุฒิ ครุส่ง. 2536. การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์ในน้ำลิ้นจี่. อุตสาหกรรมเกษตร 4(2) : 5-9.
- วราวุฒิ ครุส่ง, นฤมล ชูวัฒนะเดช, เชิดชัย ตั้งอมรสุขสันต์ และอินทรา ปรงเลิศบัวทอง. 2535.
- การผลิตวุ้นสวรรค์จากน้ำมะพร้าว. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 10(4) : 46-60.
- สมคิด ชรรมรัตน์. 2530. วุ้นจากน้ำมะพร้าว. กสิกร 60 (5):433-435.
- สมคิด ชรรมรัตน์. 2531. การผลิตวุ้นน้ำมะพร้าวและการแปรรูป. อาหาร 18(4) : 250-262.
- สมศรี ลิปิพัฒน์วิทย์. 2531 การหาสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับทำวุ้นสวรรค์จากน้ำมะพร้าวแก่. อาหาร 18(4) : 239-249.
- สิริพันธุ์ จุลกรังคะ. 2537. วุ้นน้ำส้ม. ฉลาดบริโภค 3 (19):29-31.
- อุดมศักดิ์ อนุโณส. 2519. วุ้นสวรรค์. วิทยาศาสตร์การอาหาร 8(3) : 19-22.

- Alcamo, I. E. 1997. Fundamental of Microbiology. 5th ed. Addison Wesley Longman, Inc., California. 592 p.
- Atthasumpunna, P. 1995. TISTR Culture Collection. 5th ed. Thailand Institution of Scientific and Technological Research. Bangkok. 173 p.
- Chang, A. L., Tuckerman, J. R., Gonzalez, G., Mayer, R., Weinhouse, H., Volman, G., Amikam, D., Benziman, M., and Gilles-Gonzalez, M. 2001. Phosphodiesterase A1, a regulator of cellulose synthesis in *Acetobacter xylinum*, is a heme-based sensor. Biochemistry 40 (12) : 3420-3426.
- Nakayama, H., Mochizuki, K., Suzuki, T., Dohi, S., Kato, A., and Tanifuji, S. 2001. July 15. Nate production from strawberry juice by *Acetobacter xylinum*. [www.s-iri.pref.shizuoka.jp/s8/s8_40/s8_40_10.htm]
-

ผลของการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต้านฮอร์โมนโซมาโตสแตติน ต่อการเจริญเติบโตและปริมาณไขมันในไก่พื้นเมือง

Effect of Active Immunization against Somatostatin Hormone on Growth and Body Fat Quantity in Native Chickens

บัณฑิต กীরติการกุล¹ เพทาย พงษ์เพียจันทร์¹ และ พันทิพา พงษ์เพียจันทร์¹
Bundist Kiratikrankul¹, Petai Pongpiachan¹ and Puntipa Pongpiachan¹

Abstract: This research was conducted to assess the immuno-neutralization against somatostatin (SRIF) hormone for improvement of growth performance and body fat content in native chickens. The immunogen was prepared by conjugation between the SRIF and hemocyanin from marine crab (*Scylla serrata* Rathun) (SRIF- partial purified hemocyanin, SRIF-pHMCN). Twenty native chickens at 8 weeks old were allocated into 2 groups, 10 each for control and treatment. Chickens in treatment group were immunized with 40 mg SRIF-pHMCN by subcutaneous injection at 3 points along the midline at the back of the body at 8, 10, 14 and 18 week of ages. Parameters of the experiment were body weight (BW), average daily gain (ADG), feed conversion ratio (FCR), shank length, breast width, weight of hearts, livers, kidneys, pancreases, spleens and abdominal fat. The results showed that there were tendencies of improvement in the BW, ADG, FCR and shank length ($p>0.05$). Breast width of the birds in the treatment group at 12, 14, 16 and 18 weeks were, respectively, 7.9 %, 9.3 %, 11.4 % and 8.7 % larger than the control group ($p<0.05$). For visceral organs, there were no significant difference ($p>0.05$) in weight of hearts, livers, kidneys, pancreases, and spleens. But female chickens in treatment group at 20 weeks decreased in abdominal fat to 85 % in comparison to female birds in the control group ($p<0.05$). In conclusion, actively immunization against somatostatin improved breast muscle growth and largely diminished abdominal fat content in native chickens.

¹ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, จ. เชียงใหม่ 50200.

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ: การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมนโซมาโตสเตติน (Somatostatin, SRIF) เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตและลดปริมาณไขมันในร่างกายของไก่พื้นเมือง โดยการเชื่อมระหว่างฮอร์โมน Somatostatin (SRIF) กับ โปรตีนฮีโมไซยานิน (hemocyanin) จากเลือดปูทะเล (*Scylla serrata* Rathun) (SRIF-partial purified hemocyanin, SRIF-pHMCN) โดยทดลองกับไก่พื้นเมืองอายุ 8 สัปดาห์ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 10 ตัว กลุ่มทดลองถูกกระตุ้นด้วย SRIF-pHMCN 40 ไมโครกรัม โดยการฉีดเข้าใต้ผิวหนัง ตามแนวกลางหลังของลำตัวเมื่ออายุ 8, 10, 14 และ 18 สัปดาห์ วัดผลการทดลองจาก น้ำหนักตัว น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain, ADG) ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed conversion ratio, FCR) ความยาวแข้ง (shank length) ความกว้างหน้าอก (breast width) น้ำหนักหัวใจ ตับ ไต ตับอ่อน ม้าม และไขมันในช่องท้อง ผลการทดลองพบว่าลักษณะ น้ำหนักตัว น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ความยาวแข้ง ของกลุ่มทดลองให้ค่าที่มีแนวโน้มมากกว่ากลุ่มควบคุม ($p>0.05$) ไก่กลุ่มทดลองมีความกว้างหน้าอกเมื่ออายุ 12, 14, 16 และ 18 สัปดาห์มากกว่ากลุ่มควบคุม 7.9 %, 9.3 %, 11.4 % และ 8.7 % ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนอวัยวะภายใน ไม่พบความแตกต่างเกี่ยวกับลักษณะน้ำหนักหัวใจ ตับ ไต ตับอ่อน และม้าม แต่ที่อายุ 20 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่เป็น ไก่เพศเมียมีการลดไขมันในช่องท้องถึง 85 เปอร์เซ็นต์ สรุปได้ว่าการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมนโซมาโตสเตตินในไก่พื้นเมืองทำให้กล้ามเนื้อหน้าอกเพิ่มขึ้น และไขมันในช่องท้องลดลงโดยเฉพาะในไก่เพศเมีย

คำนำ

ไก่พื้นเมืองเป็นไก่ที่มีอัตราการเจริญเติบโตช้าเมื่อเปรียบเทียบกับไก่กระตัง (broiler) ไก่พื้นเมืองที่มีการเลี้ยงในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นสายพันธุ์ไก่ฮู หรือ ไก่ชน ประมาณ 91 % ที่อายุ 8 สัปดาห์ ไก่พื้นเมืองมีน้ำหนัก 556.3 กรัม ขณะที่ไก่กระตังมีน้ำหนัก 2043.5 กรัม (อภิรัช, 2541) และมีอัตราแลกเนื้อ (feed conversion ratio, FCR) เป็น 2.56 เมื่อเทียบกับไก่กระตังมีอัตราแลกเนื้อที่ 8 สัปดาห์เป็น 2.20 (สุพจน์, 2542) จากข้อมูลนี้จะเห็นได้ว่าในเชิงพาณิชย์แล้วไก่พื้นเมืองให้ผลผลิตที่ต่ำแต่ไก่พื้นเมืองมีลักษณะเด่นคือเลี้ยงง่าย หากินเก่ง สามารถใช้อาหารคุณภาพต่ำได้ดี สามารถปรับตัวได้กับสภาพแวดล้อมได้ดีมีความทนทานต่อความเครียดจากความร้อน (heat stress) ได้ดีกว่าไก่สายพันธุ์ต่างประเทศ (Khan, 1998) ในแง่การบริโภคไก่พื้นเมืองเป็นสิ่งที่ต้อง

การของตลาดมาก เนื่องจากเนื้อมีรสชาติที่ดีกว่าไก่พันธุ์เนื้อจากต่างประเทศ ดังจะเห็นได้จากภาวะของราคาไก่พื้นเมืองจะสูงกว่าไก่พันธุ์เนื้อ คือมีราคาประมาณ 45-50 บาทต่อกิโลกรัม และไก่พันธุ์เนื้อมีราคาเฉลี่ยประมาณ 26.27 บาทต่อกิโลกรัมในปี 2543 (ผกาพรรณ, 2544)

การเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองมีปัจจัยควบคุมการทำงานหลายประการ ในหลายปัจจัยนั้น Somatotrophic hormone (STH) หรือ Growth hormone (GH) จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ถูกยับยั้งโดยนิวโร-ฮอร์โมน (neurohormone) จากสมองส่วนไฮโปธาลามัส (hypothalamus) ชื่อ โซมาโตสเตติน (Somatostatin, SRIF) (Gayton, 1981) โซมาโตสเตตินเป็นเพปไทด์ฮอร์โมน (peptide hormone) ประกอบด้วยกรดอะมิโน (amino acid) 14 ตัว (ภาพที่ 1)

Figure 1 Depicted amino acid sequence of Somatostatin hormone (Brazeau *et al.*, 1973).

Harvey and Scanes (1987) ทดลองโดยใช้ไก่ไข่พันธุ์เล็กฮอร์นขาวเพศผู้อายุ 24-30 สัปดาห์ให้โซมาโตสแตตินทางเส้นเลือดในอัตรา 1.0 ไมโครกรัม/กก./นาที่ นาน 30 ถึง 60 นาที พบว่าทำให้ระดับฮอร์โมน STH ลดลงจากการทดลองในสัตว์เลี้ยงหลายชนิด ผลการทดลองชี้ไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ การมีระดับโซมาโตสแตตินในสายเลือดเพิ่มขึ้นจะยับยั้งการหลั่ง STH ทำให้สัตว์โตช้าลง ดังนั้นการยับยั้งการทำงานของโซมาโตสแตตินจึงเป็นการกระตุ้นการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยง

การควบคุมการทำงานของฮอร์โมนด้วยระบบภูมิคุ้มกัน (Immuno-neutralization หรือ Auto-immunization) เป็นวิธีการที่มีศักยภาพที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติ (Quirke, 1985) อาศัยหลักการการเกิดปฏิกิริยาการจับกันระหว่างแอนติเจน (antigen) และแอนติบอดี (antibody) ที่มีความจำเพาะเจาะจง (specificity) สูงมาก ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นในร่างกายสัตว์โดยมีฮอร์โมนเป็นแอนติเจน เมื่อถูกแอนติบอดีจับฮอร์โมนนั้นจะไม่สามารถออกฤทธิ์ได้ ดังนั้นถ้าสามารถกระตุ้นการสร้างแอนติบอดีต่อโซมาโตสแตตินในร่างกายสัตว์อาจคาดหวังได้ว่าการทำงานของโซมาโตสแตตินจะลดลงเป็นผลให้ระดับของ STH ในร่างกายสัตว์เพิ่มขึ้น มีงานที่กระตุ้นการผลิตแอนติบอดีต่อโซมาโตสแตตินในร่างกายสัตว์โดย Arimura *et al.* (1975) เนื่องจากโซมาโตสแตตินเป็นเพปไทด์ขนาดเล็ก (ภาพที่ 1) ไม่มีฤทธิ์กระตุ้นภูมิคุ้มกัน จึงต้องทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นโดยการเชื่อม (conjugate) กับโปรตีนขนาดใหญ่ เช่น อัลฟาไกลบูลินจากซีรัมของคน (Human serum globulin, HSG) สามารถกระตุ้นการสร้างแอนติบอดี

ต่อโซมาโตสแตติน (anti-SRIF) ในกระต่ายได้ การวัดผลการทำงานของ anti-SRIF อาจทำได้โดยการสกัด anti-SRIF จากสัตว์ชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดแล้วฉีดเข้าเส้นเลือดให้สัตว์ตัวรับ เรียกวิธีนี้ว่า passive immunization (PI) หรือใช้แอนติเจนที่เตรียมเช่นเดียวกับงานของ Arimura *et al.* (1975) ศึกษาระดับการสร้าง anti-SRIF ในสัตว์ตัวรับโดยตรง วิธีนี้เรียกว่า active immunization (AI) ในการทำ PI ต่อต้าน SRIF ในไก่เล็กฮอร์นเพศผู้ อายุ 6 สัปดาห์ ทำให้ระดับฮอร์โมน STH เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (Harvey and Hall, 1987; Spencer *et al.*, 1986) นอกจากนี้มีรายงานการทำ AI ต่อต้านฮอร์โมนโซมาโตสแตตินในไก่กระต่ายพันธุ์ Ross-1 เมื่ออายุ 8, 22, และ 36 วัน ทำให้น้ำหนักตัวไก่เพิ่มขึ้น 15 % ($p < 0.05$) (Spencer *et al.*, 1986)

การกระตุ้นการเจริญเติบโตของกระดูกโดย STH นั้น โดยอาศัยตัวกลางคือ IGF-I (insulin-like growth factor-I) ที่สร้างจากตับและเซลล์กระดูกอ่อนเอง เพื่อเร่งการสร้างคอลลาเจน (collagen) ให้เป็น bone matrix ในกระดูกแข็ง และเร่งการสร้าง epiphyseal chondrocytes สำหรับการเจริญของกระดูกอ่อนที่ปลายกระดูกยาว (epiphysial plate) ส่วน STH นั้นจะมีฤทธิ์ทางตรงไปกระตุ้นการเจริญของ longitudinal bone โดยกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงของ epiphyseal growth plate precursor cells และฤทธิ์ทางอ้อมจะไปเพิ่มการตอบสนองต่อ IGF-I และเพิ่มปริมาณของ IGF-I เพื่อกระตุ้นการขยายตัวและการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ chondrocyte (Olle *et al.*, 1987) ดังนั้นการวัดการเจริญของกระดูกอ่อนที่ปลายกระดูกยาว (tibia test) จึงเป็นการวัดผลของ STH ทางตรงวิธีหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สัตว์ทดลอง ใช้ไก่พันธุ์พื้นเมืองซึ่งมาจากหมู่บ้านในอำเภอสนป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ อายุประมาณ 2 เดือน จำนวน 20 ตัว มีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย $\pm$ SE (range, n) เป็น 592.0 ± 30.6 (340~770, 20) กรัม แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม (control) เพศผู้ น้ำหนักตัว 688.0 ± 32.3 (570.0~750.0, n=5) กรัม กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มควบคุม เพศเมียน้ำหนักตัว 458.0 ± 52.1 (340.0~630.0, n=5) กรัม ส่วนกลุ่มที่สามเป็นกลุ่มทดลอง (treatment) เพศผู้ น้ำหนักตัว 663.3 ± 51.0 (490.0~770.0, n=6) กรัม และกลุ่มที่สี่เป็นกลุ่มทดลอง เพศเมียน้ำหนักตัว 532.0 ± 43.7 (410~600, n=4) กรัม. ขังเดี่ยวในกรงตับ ยกพื้น ขนาด 15x45x30 ซม. (กว้างxยาวxสูง) ก่อนการทดลองสองสัปดาห์ทำวัคซีนหลอดลมอักเสบและนิวคาสเซิล 1 ครั้ง โดยวิธีหยอดจมูก น้ำและอาหารมิให้กินตลอดเวลา (*ad libitum*) อาหารประกอบด้วย: โปรตีน 16.0 %, ไขมัน 4.9 %, เยื่อใย 4.7 % และ พลังงาน (metabolizable energy) 2786.18 กิโลแคลอรี/กก. ไก่ทดลองได้รับแสงสว่างตามธรรมชาติในช่วงการทดลองระหว่างเดือนมิถุนายนถึง ตุลาคม พ.ศ. 2543 ทำการเลี้ยงที่ ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

การเตรียมแอนติเจน ละลายโซมาโตสแตติน 3200 ไมโครกรัม ใน 0.1 M ammonium acetate ที่ความเป็นกรดค่า 7.0 ปริมาตร 4 มล. เติมน้ำ 0.02 M glutaraldehyde 2.6 มล. (Engvall and Perlmann, 1972) เขย่าด้วยเครื่องวอร์เทกซ์ (Vortex) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงที่ 4 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเติมน้ำโปรตีนจากเลือดปู (partial purified hemocyanin, pHMCN) 20 มก. เขย่าด้วยเครื่องวอร์เทกซ์เป็นเวลา 24 ชั่วโมงที่ 4 องศาเซลเซียส ต่อมาแยกสารที่ไม่ต้องการออกจากแอนติเจนด้วยวิธี dialysis โดยการจุสาร

ละลายแอนติเจนลงในถุง dialyzing bag (Cellu Sep, T3) ที่ยอมให้สารที่มีโมเลกุลน้อยกว่าหรือเท่ากับ 12,000-14,000 คาลตัน ผ่าน เป็นเวลา 4 วัน (Mills, 1994) เพื่อขจัดสาร glutaraldehyde ออกไปสารละลายที่เหลือในถุงเป็นแอนติเจนเรียกว่า SRIF-partial purified hemocyanin (SRIF-pHMCN)

การกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เตรียมวัคซีนโดยใช้ SRIF-pHMCN 40 ไมโครกรัม กับ saponin 50 ไมโครกรัม ในสารละลาย Phosphate buffered saline (PBS) 500 ไมโครลิตร และ mineral oil 500 ไมโครลิตรต่อไก่ 1 ตัว ทั้งกลุ่มทดลองเพศผู้และกลุ่มทดลองเพศเมีย ส่วนกลุ่มควบคุมเพศผู้และเพศเมียใช้ saponin 50 ไมโครกรัม ในสารละลาย PBS 500 ไมโครลิตรกับ mineral oil 500 ไมโครลิตรต่อไก่ 1 ตัว การผสมระหว่างสารละลาย PBS และ mineral oil ใช้วิธีโฮโมจีไนเซชัน (homogenization) โดยการใช้หลอดฉีดยา (syringe) ขนาด 20 มล. 2 อันมีข้อต่อสามทาง (Three-way Stopcock) ฉีดสลับกันไปมาจนกว่าสารละลายจะรวมเป็นเนื้อเดียวกัน ทำการฉีดวัคซีนวัคซีนเข้าใต้ผิวหนัง ให้ไก่ตามแนวกลางสันหลัง 3 จุดคือ บริเวณคอกลางลำตัว และส่วนท้ายในสัปดาห์ที่ 0, 2, 6, และ 10 สัปดาห์ของการทดลองหรือที่ไก่พื้นเมืองอายุ 8, 10, 14, 18 สัปดาห์

การวัดผลการทดลอง ทำการชั่งน้ำหนัก ปริมาณอาหารที่กิน เก็บตัวอย่างเลือดทุก 2 สัปดาห์เพื่อไปวิเคราะห์หาระดับแอนติบอดีด้วยวิธี indirect enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) (Catty, 1989) ในสัปดาห์สุดท้ายเก็บ ไขมันในช่องท้องอวัยวะภายในไปชั่งน้ำหนัก เก็บกระดูก tibia เพื่อวัด tibia test ตามวิธีของ Greenspan *et al.* (1949)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธี Student's *t* test สำหรับวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างลักษณะ

น้ำหนักตัวน้ำหนักเพิ่มต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้
อาหาร ความกว้างหน้าอก และความยาวแข้ง ส่วน
ไขมันในช่องท้อง น้ำหนักตับ หัวใจ ไต ตับอ่อน
และม้าม มีการวิเคราะห์ปัจจัยเนื่องจากเพศ การ
วิเคราะห์กลุ่มนี้ใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ
Completely Randomized Design (CRD) (Steel and
Torrie, 1962)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านโซมาโต-
สเตตินต่อระดับแอนติบอดีต่อโซมาโตสเตติน
(ภาพที่ 2) ที่อายุ 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 สัปดาห์
มีค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย $\pm$ S.E. เท่ากับ 0.16 ± 0.02 ,
 0.27 ± 0.05 , 0.85 ± 0.04 , 0.59 ± 0.02 , 0.82 ± 0.05 ,
 0.64 ± 0.06 และ 0.75 ± 0.03 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบ
คุมมีค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย $\pm$ S.E. เท่ากับ $0.15 \pm$
 0.02 , 0.22 ± 0.04 , 0.25 ± 0.02 , 0.31 ± 0.06 , $0.26 \pm$
 0.03 , 0.22 ± 0.02 และ 0.23 ± 0.02 ตามลำดับ โดย
ระดับแอนติบอดีสูงสุดในที่อายุ 12 สัปดาห์ พบว่า
กลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นภูมิคุ้มกันด้านโซมาโตสเต-
เตติน มีระดับแอนติบอดีสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับ PBS
อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ภาพที่ 2) ในสองสัปดาห์
ต่อมาพบว่าระดับแอนติบอดีต่อโซมาโตสเตเตตินจะ
ลดลง เมื่อทำการฉีดกระตุ้นอีกครั้งในที่อายุ 14
สัปดาห์พบว่าระดับแอนติบอดีต่อโซมาโตสเตเตติน
จะกลับเพิ่มขึ้นอีกครั้งที่อายุ 16 สัปดาห์ การที่ระดับ
แอนติบอดีต่อโซมาโตสเตเตติน ลดลงหลังจากการ
กระตุ้นไปแล้วช่วงระยะเวลาหนึ่งอาจเป็นเพราะว่า
ระดับของแอนติเจนที่ให้ไปมีปริมาณน้อย

ผลการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านโซมาส-
เตตินต่อลักษณะการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมือง:

น้ำหนักตัวของกลุ่มทดลองเมื่ออายุ 8, 10, 12, 14, 16,
18, และ 20 สัปดาห์เพิ่มขึ้น 6.6, 8.4, 10.5, 5.6, 4.4,
และ 5.4 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1), ตามลำดับ คล้ายกับ
รายงานของ Spencer *et al.* (1986) ที่ทดลองกับไก่
กระต่ายพันธุ์ Ross-1 โดยเตรียมแอนติเจนจากการ
เชื่อมระหว่างฮอร์โมนโซมาโตสเตติน
กับอัลฟาโกลบูลินจากซีรัมของคน (human serum
 α -globulin) และไก่มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเมื่ออายุ 6
สัปดาห์ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นเพราะว่าไก่พันธุ์
Ross-1 เป็นสายพันธุ์ที่โตเร็วกว่าไก่พื้นเมืองที่ใช้ใน
การทดลองครั้งนี้ อย่างไรก็ตามผลการทดลองนี้
คล้ายคลึงกับการทดลองลักษณะเดียวกันในโคขาว
ลำพูน (เพทาย และ พันทิพา, 2534) น้ำหนักเพิ่ม
เฉลี่ยต่อวัน (average daily gain, ADG) มีแนวโน้ม
เพิ่มขึ้นเมื่ออายุ 12 และ 18 สัปดาห์ ประสิทธิภาพใน
การใช้อาหารของกลุ่มทดลองมีแนวโน้มดีกว่ากลุ่ม
ควบคุมเมื่ออายุ 12, 16 และ 18 สัปดาห์ (ภาพที่ 3)
และความยาวแข้งของไก่กลุ่มทดลองมีมากกว่ากลุ่ม
ควบคุม 4.6 %, 2.9 %, 4.1 %, 3.8 %, 3.8 %, 2.5 %
และ 2.5 % เมื่ออายุ 8, 10, 12, 14, 16, 18, และ 20
สัปดาห์, ตามลำดับ ความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบ
คุมและกลุ่มทดลองไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
แต่ไก่กลุ่มทดลองมีแนวโน้มที่มีค่ามากกว่าตลอด
ระยะเวลาที่ทดลองระหว่างอายุ 8~20 สัปดาห์
สาเหตุที่ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติอาจเนื่องจาก
จำนวนสัตว์ทดลองมีน้อยเกินไปทั้งนี้เนื่องจากราคา
ฮอร์โมนโซมาโตสเตตินแพงมากทำให้ไม่
สามารถเพิ่มจำนวนสัตว์ทดลองได้ อย่างไรก็ตามไก่
กลุ่มทดลองมีความกว้างหน้าอกมากกว่ากลุ่มควบคุม
เมื่ออายุ 8, 10, 12, 14, 16, 18, และ 20 สัปดาห์ เป็น
0.0 %, 7.9 %, 7.9 % ($p < 0.05$), 9.3 % ($p < 0.05$),
11.4 % ($p < 0.05$), 8.7 % ($p < 0.05$) และ 8.7 %,
ตามลำดับ (ภาพที่ 4)

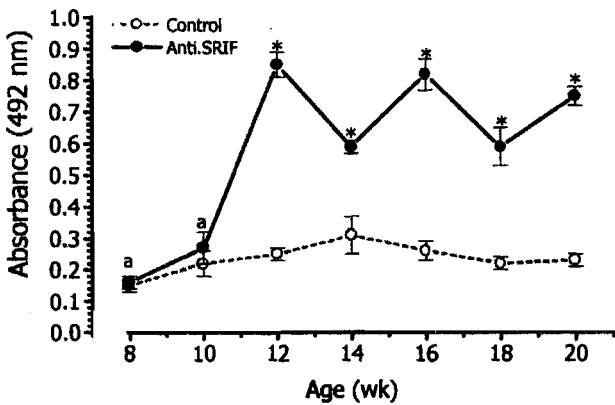


Figure 2 Antibody against SRIF in native chickens measured by indirect enzyme linked immunosorbent assay method.

Table 1 Effects of active immunization against somatostatin hormone on body weight and average daily gain (mean±SE) in native chickens.

Age (wk)	Weight		Average daily gain	
	(g)		(g)	
	Control (n=10)	Treatment (n=10)	Control (n=10)	Treatment (n=10)
8	573.0±48.0	611.0±39.7		
10	682.0±47.4	739.0±38.2	8.4±0.6	8.3±0.8
12	847.0±44.8	936.0±73.1	8.3±0.7	10.2±0.9
14	1147.0±57.5	1211.0±41.1	13.6±0.6	13.1±0.6
16	1251.0±64.9	1306.0±42.0	6.2±1.6	6.2±1.3
18	1326.0±65.9	1402.0±44.9	5.3±0.8	6.9±0.4
20	1384.0±64.3	1459.0±42.0	4.1±0.3	3.7±0.4

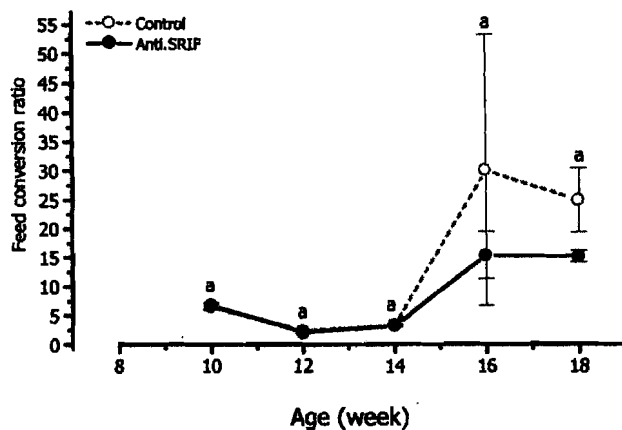


Figure 3 Effect of active immunization against somatostatin hormone on feed conversion efficiency of native chickens (^ means no significant difference, $p > 0.05$).

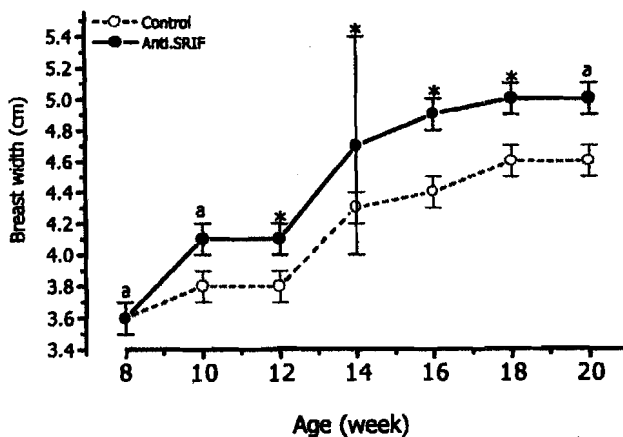
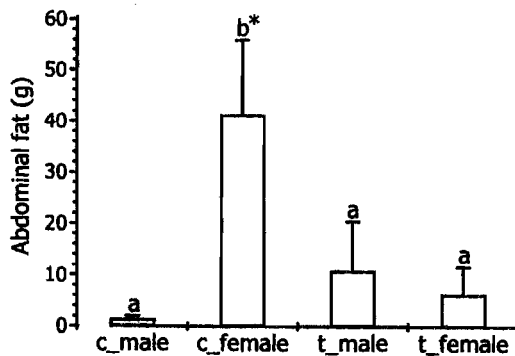


Figure 4 Effect of active immunization against somatostatin hormone on breast width of native chickens (^ means no significant difference, $p > 0.05$ and * means significant difference, $p < 0.05$).

ผลการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านโซมาโตสเตตินต่อลักษณะอวัยวะภายในของไก่พื้นเมือง: จากการทดลองพบว่าความแตกต่างของน้ำหนักหัวใจตับ ไต ตับอ่อน ม้าม ของไก่ ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่พบว่าน้ำหนักของไขมันในช่องท้องของกลุ่มควบคุมเพศเมียมีมากกว่ากลุ่มควบคุมเพศผู้ กลุ่มทดลองเพศผู้ และ กลุ่มทดลองเพศเมีย (รูปที่ 5) อย่างมี

นัยสำคัญ ($p<0.05$) ผลการทดลองชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าเมื่ออายุ 20 สัปดาห์ ไก่พื้นเมืองเพศเมียมีการสะสมไขมันที่ช่องท้องมากที่สุดและการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมนโซมาโตสเตตินทำให้ไขมันในช่องท้องไก่เพศเมียลดลงถึง 85 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าการตอบสนองในลักษณะการลดไขมันมีมากกว่าการเพิ่มน้ำหนักตัว



* Different alphabet means significant difference, $p<0.05$

Figure 5 Effect of active immunization against somatostatin hormone on abdominal fat of native chickens (c_male = male in control group (n=5), c_female = female in control group (n=5), t_male = male in immunized group (n=6), and t_female = female in immunized group (n=4)).

เป็นที่ทราบกันดีว่า STH มีฤทธิ์เพิ่มการเติบโตของกล้ามเนื้อ และลดปริมาณไขมันในร่างกาย Harvey *et al.* (1987) และ Harvey and Scanes (1987) ได้แสดงให้เห็นว่าการให้ฮอร์โมนโซมาโตสเตตินแก่ไก่เล็กฮอร์นเพศผู้ทำให้ระดับฮอร์โมน STH ในเลือดลดลง และเมื่อให้แอนติบอดีต่อฮอร์โมนโซมาโตสเตตินทำให้ระดับ STH เพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกัน Buonomo *et al.* (1987) ได้ทดลองให้แอนติบอดีต่อโซมาโตสเตตินที่ผลิตจากซีรัมของแพะให้กับไก่กระทองพันธุ์ Hubbard พบว่าทำให้ระดับ STH ในเลือดเพิ่มขึ้น งานวิจัยข้างต้นเป็นหลักฐานยืนยันว่าการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมน

โซมาโตสเตตินสามารถกระตุ้นให้ไก่โตเร็วขึ้น และมีไขมันน้อยลงเนื่องจากทำให้ระดับ STH ในเลือดเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมนโซมาโตสเตตินในไก่เพศผู้ยังมีผลทำให้การใช้พลังงานในร่างกายเพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มระดับฮอร์โมน thyroxine และ tri-iodothyronine (Lam *et al.*, 1986)

การกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมนโซมาโตสเตตินในไก่พื้นเมืองให้ผลไปในทิศทางเดียวกับรายงานในต่างประเทศที่ทำกับไก่กระทองที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง แต่การเพิ่มน้ำหนักตัวของไก่พื้นเมืองมีอัตราต่ำกว่าผลดีของการทดลองที่พบ

คือกลุ่มทดลองมีการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อที่หน้าอกอย่างชัดเจนซึ่งลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการและมีราคาสูง นอกจากนั้นในไก่เพศเมียที่ส่วนใหญ่มีปริมาณไขมันในช่องท้องมาก การกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมนโซมาโตสเตตินทำให้ไขมันลดลงถึง 85 เปอร์เซ็นต์ถือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตอีกทางหนึ่งเนื่องจากการสร้างไขมันทำให้สิ้นเปลืองอาหารมากกว่าการสร้างเนื้อ และไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ข้อจำกัดของการใช้เทคนิคการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมนโซมาโตสเตตินคือราคาของฮอร์โมนโซมาโตสเตตินที่มีราคาแพงมาก ดังนั้นการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้จำเป็นต้องพัฒนาเทคนิคการสังเคราะห์

ฮอร์โมนนี้ขึ้นมาเอง อาจจำเป็นต้องใช้เทคนิคด้านเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อให้ต้นทุนของฮอร์โมนลดลง ผลการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านโซมาโตสเตตินต่อ epiphyseal phate ของกระดูกส่วน tibia ของไก่พื้นเมือง: จากการทดลองพบว่า epiphyseal phate ของไก่พื้นเมืองกลุ่มทดลองมีความกว้างมากกว่าไก่พื้นเมืองกลุ่มควบคุม (รูปที่ 6) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) เมื่อทำการฉีดกระตุ้นอีกครั้งในที่อายุ 14 สัปดาห์พบว่าระดับแอนติบอดีต่อโซมาโตสเตตินจะกับเพิ่มขึ้นอีกครั้งที่อายุ 16 สัปดาห์ การที่ระดับแอนติบอดีต่อโซมาโตสเตติน ลดลงหลังจากการกระตุ้นไปแล้วช่วงระยะเวลาหนึ่งอาจเป็นเพราะว่าระดับของแอนติเจนที่ให้ไปมีปริมาณน้อย

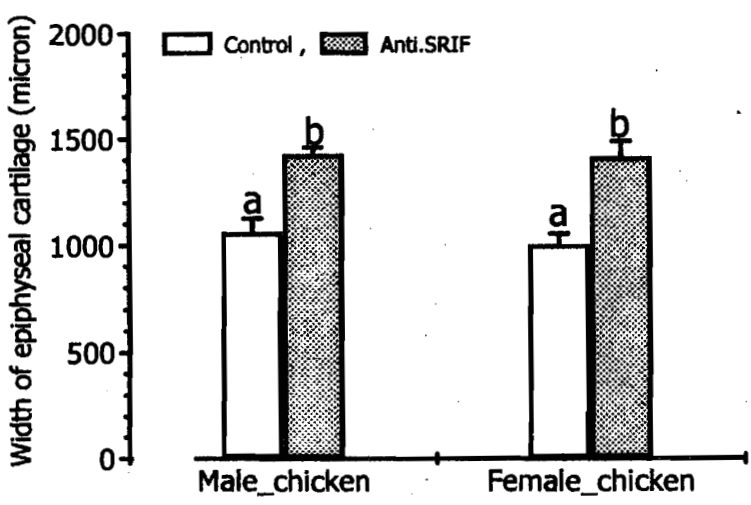


Figure 6 Effect of active immunization against somatostatin hormone on width of epiphyseal phate of native chickens (c_male = male in control group (n=5), c_female = female in control group (n=5), t_male = male in immunized group (n=6), and t_female = female in immunized group (n=4)).

แล้วเมื่อเวลาผ่านไปแอนติเจนนั้นจึงถูกขับออกจากร่างกายจึงไม่มีแอนติเจนเหลืออยู่ในร่างกายทำให้ไม่มีแอนติเจนไปกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันให้สร้างแอนติบอดีขึ้นมาต่อต้าน ดังนั้นระดับแอนติบอดีจึงลดลงเมื่อทำการฉีดกระตุ้นอีกครั้ง ระดับแอนติบอดีจึงกลับมาเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้ง

สรุปผลการทดลอง

ในการกระตุ้นการสร้างแอนติบอดีต้านฮอร์โมนโซมาโตสแตตินในไก่พื้นเมืองด้วยแอนติเจนที่เดิมจากการเชื่อมระหว่าง SRIF และ pHMCN ปรากฏว่าไก่พื้นเมืองสามารถสร้างแอนติบอดีต้านโซมาโตสแตตินได้ โดยลักษณะน้ำหนักตัว น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ความยาวแข้งของกลุ่มทดลองให้ค่าที่มีแนวโน้มมากกว่ากลุ่มควบคุม ($p>0.05$) ไก่กลุ่มทดลองมีความกว้างหน้าอกเมื่ออายุ 12, 14, 16 และ 18 สัปดาห์มากกว่ากลุ่มควบคุม 7.9%, 9.3%, 11.4% และ 8.7% ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนอวัยวะภายใน ไม่พบความแตกต่างเกี่ยวกับลักษณะน้ำหนักหัวใจ ตับ ไต ตับอ่อน และม้ามแต่ที่อายุ 20 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่เป็นไก่เพศเมียมีการลดไขมันในช่องลงถึง 85 เปอร์เซ็นต์ และมีความยาวของกระดูก tibia เพิ่มขึ้นสรุปได้ว่าการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมน โซมาโตสแตตินในไก่พื้นเมืองทำให้กล้ามเนื้อหน้าอกเพิ่มขึ้น และไขมันในช่องท้องลดลงโดยเฉพาะในไก่เพศเมีย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติประจำปี 2543~2544.

เอกสารอ้างอิง

- ผกาพรรณ ศรีลัมพ์. (2544). ปศุสัตว์และผลผลิตจากสัตว์. ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร. 47(531): 28- D. E.31.
- เพทาย พงษ์เพียรจันทร์ และ พันทิพา พงษ์เพียรจันทร์. (2534). การควบคุมระดับฮอร์โมนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของโคขาวลำพูน 1) การกระตุ้นการเจริญเติบโตของโคขาวลำพูน โดยการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมนโซมาโตสแตติน. วารสารเกษตร 7(1):42-51.
- สุพจน์ รอดคำเนิน. (2542). การเลี้ยงไก่พื้นเมือง. อักษรสยามการพิมพ์. หน้า 35~37
- อภิรักษ์ รัตนวรารุณ. 2541. ไก่พื้นเมืองเศรษฐกิจระดับชาวบ้าน. สำนักพิมพ์มติชน. หน้า 45
- Arimura, A., Sato, H., Coy, D.H. and A. V. Schally (1975). Radioimmunoassay for GH-release inhibiting hormone (38631). *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 148:784-789.
- Brazeau, P., Vale, W., Burgus, R., Ling, N., Butcher, M., Rivier, J. and R. Guillemin (1973). Hypothalamic polypeptide that inhibits the secretion of immunoreactive pituitary growth hormone. *Science* 179:77-79.

- Buonomo, F.C., Sabacky, M.J., Della-Fera, M.A. and C.A. Baile (1987). Effects of somatostatin immunoneutralization on growth and endocrine parameters in chickens. *Domestic Anim. Endocrinol.* 4(3):191-200.
- Catty, D. (1989). Antibodies. Department of Immunology, University of Birmingham Medical School, Birmingham. P 97-154.
- Engwall, E. and P. Perlmann (1972). Enzyme-linked Immunosorbent Assay, Elisa: III. Quantitation of Specific Antibodies by Enzyme-Labeled Anti-immunoglobulin in Antigen-Coated Tubes. *J. Immunol.* 109(1):129-135.
- Gayton, A.C. (1981). Medical Physiology. Saunders Company, Tokyo.
- Greenspan, F. S., Li, C. H., Simpson, M. F. & H. M. Evan (1949). Bioassay of hypophysial growth hormone : the tibia test. *Endocrinology* 45:455-463
- Harvey, S. and T.R. Hall (1987). Somatostatin immunoneutralization overcomes the inhibitory effects of quipazine and pargyline on growth hormone secretion in domestic fowl. *Experientia* 43:602-604.
- Harvey, S., Lam, S.-K. and T.R. Hall (1987). Somatostatin tonically inhibits growth hormone secretion in domestic fowl. *J. Endocr.* 111:91-97.
- Harvey, S. and C.G. Scanes (1987). Somatostatin inhibition of growth hormone secretion in an adult bird: The domestic fowl. *Comp. Biochem. Physiol.* 87A(2):315-318.
- Khan, A.G., 1998. Utilization of native breeds in poultry production system in high temperature regions. Proceeding 6Th Asian Pacific Poultry Congress Japan: p 30-35.
- Lam, S.-K., Harvey, S., Hall, T.R., and G.S.G. Spencer (1986). Somatostatin immunoneutralization stimulates thyroid function in fowl. *J. Endocr.* 110:127-132.
- Mills, A.T. (1994). Cellu sep : Membrane for Dialysis. William Blair & company, Chicago.
- Olle, G. P., Isaksson, A., Lindahl, A., Nilson, A. and J. Isgaard (1987). Mechanism of the stimulatory effect of growth hormone on longitudinal bone growth. *Endocrine reviews* 8:426-438.
- Quirke, J.F. (1985). Immunophysiological regulation of animal production. *Livest. Prod. Sci.* 13:1-2.
- Spencer, G.S.G., Harvey, S., Audsley, A.R.S. Hallett, K.G. and S. Kestin (1986). The effects of immunization against somatostatin on growth rates and growth hormone secretion in the chicken. *Comp. Biochem. Physiol.* 85A(3):553-556.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie (1962). Principles and procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.

การตรวจสอบคุณภาพโปรตีนในสูตรอาหาร และการตรวจหามุ่ยด้วยโรคไตด้วยตนเอง

How to Determine the Quality of Protein in Diets and the Renal Disease of Swines

สยาม นิตพงษ์สุวรรณ¹

Sayamon Nitipongsuwan¹

Abstract : This study investigated how to determine the quality of protein in diets and the renal disease of swines by raising 5 commercial feeds (16.71 , 20.43 , 21.83 , 19.64 and 18.29 % , respectively) to the 150 weanling pigs for 3 weeks. In the beginning , blood samplings were taken after feeding 3 days . After that , the samplings were taken every week after fasting (both water and feed) for 5 hours , then , blood urea and creatinine were analysed . The results demonstrated that the Urea – Creatinine Ratio of treatment 5 was the lowest , 9.80 ± 2.92 , and the ADG was the highest (significantly different from treatment 1 and 4) , 371.25 gram/day ($P<0.05$) . On the other hand , the Urea – Creatinine Ratio of treatment 1 was the second lowest , 10.51 ± 2.81 , but the ADG was the significantly lowest , 245.82 gram/day ($P<0.05$) ; however , the Urea – Creatinine Ratio of the 5 treatments were not significantly different . ($P>0.05$)

บทคัดย่อ : งานวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาว่าจะตรวจสอบคุณภาพโปรตีนในสูตรอาหารและหามุ่ยด้วยโรคไตเอง ทำอย่างไร โดยการนำอาหารสำเร็จรูปในท้องตลาด 5 สูตร (โปรตีน 16.71 , 20.43 , 21.83 , 19.64 และ 18.29 % ตามลำดับ) มาเลี้ยงลูกสุกรหย่านม จำนวน 150 ตัว เป็นเวลา 3 สัปดาห์ เริ่มต้นเก็บตัวอย่างเลือดหลังการเลี้ยง 3 วัน จากนั้นเก็บตัวอย่างเลือดทุกสัปดาห์หลังดื่มน้ำและอาหาร 5 ชั่วโมงแล้ววิเคราะห์ค่ายูเรียและค่าครีเอตินินในเลือด ผลการทดลองพบว่า ค่า Urea – Creatinine Ratio ของทรีตเมนต์ที่ 5 ต่ำสุดคือ 9.80 ± 2.92 และให้ค่า ADG สูงสุด (ต่างจากทรีตเมนต์ที่ 1 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญ) คือ 371.25 กรัม/วัน ($P<0.05$) ในทางตรงกันข้ามค่า Urea – Creatinine Ratio ของทรีตเมนต์ที่ 1 ต่ำเป็นอันดับที่ 2 คือ

¹ คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุโขทัย จ.สุโขทัย 64110

¹ Faculty of Animal Science , Sukhothai College of Agriculture and Technology , Sukhothai 64110 , Thailand

10.51 x 2.81 แต่ให้ค่า ADG ต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญคือ 245.82 กรัม/วัน ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามค่า Urea – Creatinine Ratio ของทั้ง 5 ทริตเมนต์ที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

Index Words : Urea , Creatinine , Urea – Creatinine Ratio , ADG
ยูเรีย ครีเอตินิน Urea – Creatinine Ratio และ ADG

คำนำ

อาหารเป็นต้นทุนการผลิตสูงสุดของสุกร เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อกำไร เนื่องจากสุกรเป็นสัตว์กระเพาะเดี่ยว ไม่มีจุลินทรีย์ช่วยย่อยเช่นเดียวกับในกระเพาะหมัก (rumen) ของโค กระบือที่สามารถกินอาหารหยาบโปรตีนต่ำเป็นอาหารหลักแล้วเปลี่ยนเป็นเนื้อหรือนม ซึ่งมีโปรตีนสูง ในทางตรงกันข้ามสุกรต้องการอาหารที่มีโปรตีนสูงกว่าสัตว์กระเพาะรวม โดยต้องมีสัดส่วนของกรดอะมิโนที่เหมาะสมตรงตามความต้องการเพื่อผลิตเนื้อซึ่งเป็นโปรตีนคุณภาพสูง ปัจจุบันในทางปฏิบัติ การผลิตอาหารสุกรยังคงคำนึงถึงโปรตีนเป็นอันดับแรกได้แก่ % โปรตีน สัดส่วนของกรดอะมิโน รวมถึงการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนนั้น เนื่องจากวัตถุดิบแหล่งโปรตีนในอาหารมีราคาแพงจึงเป็นตัวแปรที่สำคัญในการลดต้นทุนการผลิตได้ การจะตรวจสอบคุณภาพสูตรอาหารในแง่ของโปรตีนทำได้หลายวิธี เช่น การวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหา % โปรตีนโดยรวม (crude protein) การหาสัดส่วนของกรดอะมิโนในสูตรอาหารด้วยวิธี HPLC การนำสูตรอาหารนั้นไปเลี้ยงสุกรแล้ววัดค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Gain , ADG) และค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Ratio , FCR) การหา Ileal Digestibility เป็นต้น แต่ละวิธีจะมีข้อดีข้อด้อยต่างกันแต่ที่สำคัญทุกวิธีที่กล่าวมาล้วนมีค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลานาน ผู้วิจัยจึงนำค่าเคมีใน

เลือดที่เป็นกะตะบอลิสม์ของโปรตีนมาประยุกต์ใช้ทำนายคุณภาพโปรตีนในสูตรอาหาร ด้วยหลักการที่ว่าสูตรอาหารที่มีกรดอะมิโนไม่สมดุลเมื่อนำมาเลี้ยงสุกรจะทำให้สุกรไม่สามารถนำกรดอะมิโนมาสร้างโปรตีนได้หมด กรดอะมิโนที่เหลือจะถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะในรูปของยูเรีย ขณะเดียวกันเมื่อวัดค่ายูเรียในเลือด (Blood Urea Nitrogen , BUN) จะพบว่าปริมาณจะสูงกว่าสูตรที่ไม่สมดุลแต่การเก็บปัสสาวะของสุกรทำไม่สะดวก ดังนั้นการวัดค่ายูเรียในเลือดจึงเป็นวิธีหาค่าความต้องการโปรตีนที่มีประสิทธิภาพ (Eggum , 1970 ; Chen *et al.* , 1996) และใช้ประเมินคุณภาพของโปรตีนที่ทดสอบในสัตว์ได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่ายและให้ความแม่นยำในการประเมิน (พันทิพา , 2538) สามารถจัดการได้ง่ายในทุกฟาร์ม ด้วยการเก็บตัวอย่างเลือดส่งไปวิเคราะห์ค่ายูเรียที่โรงพยาบาลทุกแห่ง โดยใช้เวลาเลี้ยงอาหารทดสอบเพียง 3 วัน

อย่างไรก็ตามการวัดค่ายูเรียในเลือดจะใช้อย่างแม่นยำในสุกรที่ใดทำงานเป็นปกติ เพื่อให้ทราบว่างูกรเป็นโรคไตหรือไม่จึงควรวัดค่าครีเอตินิน เนื่องจากจำนวนครีเอตินินในเลือด และปัสสาวะปกติจะคงที่ ไม่ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงชนิดของสารอาหาร จึงมักใช้การวัดครีเอตินินเพื่อทดสอบสมรรถภาพของไต ร่วมกับการวัดค่ายูเรียโดยคำนวณค่า Urea – Creatinine Ratio ในการประเมินค่าของโปรตีนที่กิน ดังนั้นจึงคาดว่าค่าการประเมินคุณภาพโปรตีนในสูตรอาหารและสุขภาพ

สูตร ด้วยวิธีการวัดค่า Urea – Creatinine Ratio จะเป็น
อีกวิธีหนึ่งที่เหมาะสมในยุคเศรษฐกิจปัจจุบัน
วิธีดำเนินการ

สัตว์ทดลอง

แบ่งลูกสุกรหย่านมอายุ 28 วันจำนวน 150
ตัวเป็น 5 กลุ่ม สำหรับอาหารที่ต่างกัน 5 สูตรกลุ่ม
ละ 30 ตัว คละเพศ ทุกตัวมีน้ำหนักใกล้เคียงกัน

Table 1 Feed composition in 5 treatments.

Treatments	%DM	%CP	%CF	%EE	%ASH	%NFE
1*	90.49	16.17	2.60	5.02	2.82	63.34
2	91.20	20.43	3.57	6.75	2.80	57.65
3	90.78	21.83	3.63	6.90	2.83	55.59
4	89.57	19.64	3.33	7.50	2.82	56.28
5**	89.23	18.29	3.12	5.65	2.86	59.31

* Negative control

** Positive control

การเก็บตัวอย่างเลือด

เก็บตัวอย่างเลือดหลังค่น้ำและอาหาร 5
ชั่วโมง (Eggum, 1975) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง จนครบ 3
สัปดาห์ ทำการเก็บตัวอย่างเลือดประมาณ 5 มิลลิลิตร
จากเส้นเลือดใหญ่ Anterior Venacava ปั้นแยกซีรัม
ออกจากเม็ดเลือดที่ความเร็ว 3,000 รอบ/นาที นาน 3
นาที หลังจากนั้นนำไปเก็บไว้ในช่องแช่แข็งของตู้
เย็นเพื่อเตรียมไว้สำหรับวิเคราะห์ต่อไป

การวัดผลการทดลอง

1. วัดยูเรียในเลือด ด้วยเครื่อง Autoanalyzer
(Abbott Spectrum CCx)
2. วัดระดับครีเอตินินในเลือด ด้วยเครื่อง

อาหาร

ลูกสุกรจะได้รับอาหารสำเร็จรูปต่างกัน 5
สูตร (ปริมาณโภชนะแสดงดังตารางที่ 1) ให้น้ำและ
อาหารเต็มที่ (Ad libitum) โดยนำสูตรอาหารที่จะ
ประเมินมาเลี้ยงสุกร ก่อนเก็บตัวอย่างเลือด 3 วัน

Autoanalyzer (Abbott Spectrum CCx) เพื่อหา Urea-
creatinine ratio (Sauberlich *et al.*, 1974)

3. วัดอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน
(ADG)

ผลการทดลอง

ผลต่อค่า Urea-creatinine ratio (เฉลี่ย 3 สัปดาห์)

จากการทดลองพบว่าอาหารสูตรที่ 5 ทำให้
ลูกสุกรหย่านมมีแนวโน้มให้ค่า Urea-creatinine ratio
ต่ำสุดคือ 9.80 ± 2.92 ขณะที่ อาหารสูตรที่ 2 มี
แนวโน้มให้ค่า Urea-creatinine ratio สูงสุดคือ
 13.21 ± 8.71 รองมาคือสูตรที่ 3, 4 และ 1 ซึ่งให้ค่า
Urea-creatinine ratio $\pm$ SD ของแต่ละทรีตเมนต์เป็น

12.01 ± 2.73 , 10.78 ± 2.69 และ 10.51± 2.81 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามทั้ง 5 ทรีตเมนต์ให้ค่า Urea-creatinine ratio ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 2

ผลต่อค่าอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวัน (เฉลี่ย 3 สัปดาห์)

จากการทดลองพบว่าอาหารสูตรที่ 1- 5 ให้

ค่า ADG ดังนี้ 245.82 , 347.74 , 344.52 , 297.62 และ 371.25 กรัม/วันตามลำดับเมื่อนำค่า ADG มาคำนวณความแตกต่างทางสถิติพบว่าอาหารสูตรที่ 5 มีแนวโน้มให้ค่า ADG สูงสุด รองมาคือสูตรที่ 3 และ 2 อย่างไรก็ตามทั้ง 3 สูตรนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่ต่างจากสูตรที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ส่วนสูตรที่ให้ค่า ADG ต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญคือสูตรที่ 1 (P<0.05) แสดงดังตารางที่ 2

Table 2 Comparison of Urea-creatinine ratio and ADG.

Treatments	BUN/Creatinine	No. of utilisation	ADG (g/day)	No. of ADG
1	10.51 + 2.81	2	245.82	5
2	13.21 + 3.71	5	347.74b	2
3	12.01 + 2.73	4	344.52b	3
4	10.78 + 2.69	3	297.62a	4
5	9.80 + 2.92	1	371.25b	1

Mean within the same column followed by different letter significantly at P<0.05

วิจารณ์ผล

ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่า BUN คือ ปริมาณ และคุณภาพของโปรตีนที่ได้รับและสมรรถภาพการทำงานของไต สัตว์ที่มีไตเป็นปกติจะมีครีเอตินินในซีรัมไม่เกิน 2.7 มก./คค. (Kaneko, 1989) หากสัตว์มีค่าครีเอตินินในเลือดไม่อยู่ในช่วงปกติคือชี้ให้เห็นว่าสมรรถภาพการทำงานของไตผิดปกติไปและหากตรวจพบเป็นประจำจะสามารถบ่งชี้ว่าสัตว์ตัวนั้นเป็นโรคไต ซึ่งจะส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตลดลงนั่นเอง

เมื่อได้ตรวจสอบแล้วว่าสัตว์มีการทำงานของไตเป็นปกติ จะสามารถใช้ค่า Urea-creatinine ratio ในการประเมินคุณภาพโปรตีนในสูตรอาหารตามทฤษฎีที่ว่า สูตรอาหารที่ดีจะให้ค่า Urea-

creatinine ratio ต่ำแต่ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูง

จากการทดลองพบว่าค่า Urea-creatinine ratio ของอาหารสูตรที่ 5 ดีที่สุดคือมีแนวโน้มสูงเสียบโปรตีนออกมาน้อยที่สุด หรือโปรตีนในอาหารสูตรที่ 5 ถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าสูตรอื่นๆ จึงเหลือขับทิ้งน้อย (พันทิพา, 2538) ซึ่งสอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันที่สูงที่สุด คือ 371.25 กรัม/วัน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าสูตรที่ 5 มีสัดส่วนของกรดอะมิโนที่เหมาะสมที่สุด โดยไม่จำเป็นต้องมี % โปรตีนสูงที่สุด (18.29 % ถูกสัตว์ได้รับโปรตีนประมาณ 85 กรัม/วัน คิดเป็น 92.39 % ของคำแนะนำใน NRC, 1988) เนื่องจากโปรตีนที่มากเกินไปกรดอะมิโนเหลือใช้มากกลับต้องขจัดทิ้งมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองคืออาหารสูตรที่ 2, 3 และ 4 (โปรตีน 20.43 , 21.83 และ 19.64 %) ที่มี

ปริมาณและคุณภาพของโปรตีนไม่เหมาะสมจึงมีค่า Urea-creatinine ratio สูง (แม้ว่า % โปรตีนของอาหาร ทั้ง 3 สูตรนี้สูงกว่าสูตรที่ 1 และ 2) และมีแนวโน้มให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูง แต่เมื่อคำนึงถึงแง่เศรษฐกิจแล้วกลับไม่คุ้มค่าเพราะมีแนวโน้มให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าสูตรที่ 5 และจากหลักการเดียวกัน อาหารสูตรที่ 1 มีโปรตีนต่ำสุด (16.17 % ลูกสุกรได้รับโปรตีนประมาณ 55 กรัม/วัน คิดเป็น 59.78 % ของคำแนะนำใน NRC, 1988) อาจไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงขยับยूरียออกมาต่ำ แต่ก็ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตต่ำสุดด้วย (245.82 กรัม/วัน)

การทดลองครั้งนี้ไม่มีการกำหนดสัดส่วนของกรดอะมิโน และปริมาณโปรตีน ในสูตรอาหารทดลอง แต่ต้องการนำวิธีการไปประยุกต์ใช้ได้จริงกับเกษตรกรที่จะตัดสินใจเลือกสูตรอาหารสำเร็จรูปในท้องตลาด หรือผสมอาหารสัตว์ใช้เองในฟาร์ม จนถึงผลิตอาหารสัตว์ขาย โดยใช้เวลาเพียง 3 วันในการนำอาหารมาเลี้ยงสุกร แล้วเจาะเลือดส่งวิเคราะห์ที่โรงพยาบาล หรือห้องปฏิบัติการเอกชนใกล้บ้าน (ค่าวิเคราะห์ประมาณ 30-40 บาท/ตัวอย่าง)

สรุป

จากหลักการวัดสมรรถภาพการทำงานของไตสรุปได้ว่า

1. ค่าครีเอตินินในเลือดสุกรที่สูงกว่า 2.7 มก./ดล. บ่งชี้ว่าสุกรมีสมรรถภาพการทำงานของไตผิดปกติ หากเป็นโรคไตเรื้อรังจะทำให้สุกรโตช้า ไม่คุ้มค่าต่อการเลี้ยง ควรคัดทิ้ง

2. ค่าครีเอตินินในเลือดสุกรที่ต่ำกว่า 2.7 มก./ดล. บ่งชี้ว่าสุกรมีสมรรถภาพการทำงานของไตปกติ สามารถใช้ค่า Urea-creatinine ratio ประเมินคุณภาพโปรตีนในสูตรอาหารได้

จากหลักการประเมินคุณภาพสูตรอาหาร

ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่า Urea-creatinine ratio คือ

1. สูตรอาหารที่มีโปรตีนสูงจะให้ค่า Urea-creatinine ratio สูง ส่วนสูตรอาหารที่มีโปรตีนต่ำจะให้ค่า Urea-creatinine ratio ต่ำ

2. สูตรอาหารที่มีสัดส่วนของกรดอะมิโนเหมาะสมจะให้ค่า Urea-creatinine ratio ต่ำ ส่วนสูตรอาหารที่มีสัดส่วนของกรดอะมิโนไม่เหมาะสมจะให้ค่า Urea-creatinine ratio สูง

จากการทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่า

1. ปริมาณโปรตีนที่กิน (คำนวณจาก % โปรตีนในสูตรอาหาร และปริมาณอาหารต่อวัน) เป็นเพียงการประมาณค่าโปรตีนที่สัตว์ได้รับแต่ไม่ได้บ่งถึงการใช้ประโยชน์ได้ จึงเป็นการประเมินคุณภาพอาหารอย่างหยาบ

2. การใช้ค่า Urea-creatinine ratio ประเมินคุณภาพโปรตีนในสูตรอาหาร สามารถปรับสูตรอาหารได้เร็วโดยไม่ต้องรอวัดค่าอัตราการเจริญเติบโต หรือค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ที่ใช้เวลานาน สามารถประยุกต์ใช้ได้ในธุรกิจอาหารสัตว์ และฟาร์มสุกรทุกขนาด

ข้อเสนอแนะ

ข้อจำกัดของการใช้ค่า Urea-creatinine ratio

1) สุกรต้องไม่ป่วย โดยเฉพาะต้องไม่เป็นโรคไต

2) สูตรอาหารทดสอบที่ผลิตเองควรกำหนด % โปรตีนตามความต้องการของสัตว์ (เช่น อ้างอิง NRC) แต่อาจใช้วัตถุดิบต่างกัน หรือมีสัดส่วนของกรดอะมิโนต่างกัน จะทำให้ผลการประเมินแม่นยำ และแปรผลได้ทันที โดยไม่ต้องนำไปเปรียบเทียบกับค่าใด

ข้อดีของการใช้ค่า Urea-creatinine ratio

1. แม่นยำ โดยเฉพาะในกรณีที่สูตรอาหารต่างกัน แต่มี % โปรตีนเท่ากัน
2. รวดเร็ว ใช้เวลาเพียง 3 วัน
3. ประหยัดค่าตรวจ 30-40 บาท/ตัวอย่าง
4. สะดวก ไม่ต้องวิเคราะห์ LAB เองส่งโรงพยาบาลใกล้บ้าน การเจาะเลือดที่คอสุกรก็ทำได้ง่าย. ไม่ทำให้น้ำหนักลด
5. ใช้ได้จริง ทั้งในระดับฟาร์ม และอุตสาหกรรมอาหารสัตว์

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จในการค้นคว้าและพัฒนาวิธีการตรวจสอบคุณภาพสูตรอาหารสัตว์ เป็นความใฝ่ฝันของนักโภชนศาสตร์สัตว์ทุกคน การใช้ค่า Urea-creatinine ratio ประเมินคุณภาพโปรตีนในสูตรอาหาร ได้ฉีกแนวทางเดิมๆ ในวงการอาหารสัตว์สำหรับในเมืองไทย รศ. พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ นับเป็นบุคคลแรกที่สังเกตเห็นความสำคัญของการใช้วิธีการนี้อย่างเป็นทางการเข้าในฐานะลูกศิษย์ของท่าน ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ . 2538 . หลักการอาหารสัตว์เล่ม 2 : หลักโภชนศาสตร์สัตว์และการประยุกต์. โอเดียนสโตร์ , กรุงเทพฯ. 575 น.
- Chen , H. Y., A. Lewis , and P. Miller .1996 . Plasma urea index to protein requirement . Feed Mix ; Vol.4 No.5 : 31-34.
- Eggum , B.O. 1970 . Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality . Br.J.Nutr. ; 24 : 983 .
- Kaneko , J.J. 1989 . Clinical biochemistry of domestic animals . 4 th ed.Academic Press , California . 932 p.
- National Research Council . 1988 . Nutrient requirements of swine . 9 th revised ed. National Academy Sci. , Washington . DC . p.51 .
- Sauberlich , H.E., J.H. Skala , R.P. Dowdey . 1974 . Laboratory tests for the assessment of nutrition status . CRC Press Inc. Boca Raton , Florida . 431 p.

ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพและสถานภาพด้านสิ่งแวดล้อม ในฟาร์มสุกรและโคนมทั่วประเทศไทย

The Potential of Biogas Production and an Environmental Status in Pig and Dairy Farms of Thailand

นิรันดร์ โพธิกานนท์¹ วราภา ฤณาวร² และ โชค มิเกล็ด²
Nirandorn Potikanond¹, Warapa Kunaporn² and Choke Miked²

Abstract: This study was aimed at analysis of potential biogas production in pig and dairy farms throughout the country to quantify an amount of generated biogas possible to replace liquid petroleum gas (LPG) and kWh electrical energy. Assumptions for the analysis involved minimum farm size, minimum years of farm operation, information on age and size of standing animals, wish of farm to use a biogas plant and enforcement of waste water standard. Information on environmental status of those farms was included in the study. The study was carried out under the Biogas Map Project in pig and dairy farms of Thailand. All of the data were obtained from farm survey with questionnaires and interviewed by officials of the Department of Livestock Development, the Department of Agricultural Extension and personels of private livestock - business sector during February 1999 ~

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 52000

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 52000, Thailand.

² ภาควิชาส่งเสริมและเผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 52000

Department of Agricultural Extension, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 52000, Thailand.

February 2000. A livestock farm data – base was created accordingly for processing to be used by the biogas promotion agency, livestock sectors, farmers and people interested in biogas production and to provide information on pig and dairy cattle statistics. Data obtained from 19,239 farms which composed of 5,978 pig and 13,261 dairy farms and distributed mostly in the western region. All of the pig farms were categorized as 2,073 fattening (34.68 %), 1,975 fattening with breeding (33.03 %) and 1,930 breeding (32.29 %) operations only. Thirty eight point six percent of all farms were located less than 1 km away from community. Thirty-three point four percent of them were between 1~3 km away. Sixty three point one percent of the dairy farms and 49.15 % of the pig farms situated near public waters. Most of the farms flushed and cleaned animal pens with water after or before removal of manure. Piling of solid manure were practiced in 75.66 % and 72.63 % of the pig and the dairy farms before selling away. Cleaning the animal pen was a major means of odor control in 86.23 % and 92.35 % of the pig and the dairy farms respectively. Besides, 42.96 % and 78.61 % of the pig and the dairy farms limited the amount of released waste water by applying the least amount of flushing water. Most of the pig and the dairy farms (67.94 % and 58.24 %) accepted that odor, flies and waste water were pollution problems in the farm but 55% and 59 % of them, respectively, claimed that they had no problem with neighborhood. However 29.98 % of the pig farms were given warning from local administration and 5.15 % of them were complaint by neighbors.

The pig and the dairy farms of 3.21 % and 2.08 %, respectively, had biogas plants. As 79.69 % of the pig farms built their own biogas plants, only 17.82 % of the dairy farms did the same way. They (51.82 % and 49.96 %) were still very satisfied with their existing biogas plants. Another 1,984 and 4,590 pig and dairy farms wanted to have a biogas plant in spite of different readiness of investment. Higher percentage of the pig farms considered environmental reasoning for having a biogas plant than that of the dairy farms.

One thousand two hundred and fourty seven farms including small, medium and large size were classified as the potential farms in biogas production with a total of 127,946 livestock unit (LSU). They would require a total of 255,892 cbm of biogas digesters.

Two thousand one hundred and twenty dairy farms could be classified as the potential biogas producing farms with 22,720 LSU. They would require altogether 45,440 cbm of biogas digesters. All feasible dairy farms throughout the country had 70 % of the total number of LSU possible for biogas production. They were estimated to hold 125,239 feasible LSU and would require 250,478 cbm biogas digesters to produce 15.9 million cbm.biogas yearly. This amount of biogas was comparable to 20.6 million baht LPG per year.

All of the farms, except those below the minimum size which were not sustainable to have even a biogas plant, hold a total animal population as 654,698 LSU. They would require 1.3 million cbm of biogas digesters and produce annually 151.3 million cbm biogas, comparable to 904.6 million baht LPG.

The Department of Agricultural Extension and the Biogas Advisory Unit, Chiang Mai University with their expanded target until the year 2002/3 would be 3.5 times underdisseminate construction of biogas digesters

than the anticipated digester volume. If the total required volume of the biogas digester in all feasible farms were considered, those expanded target would be 15 time lower. A clear gap in biogas dissemination was found for the 1,600 middle pig farms and large dairy farms that would require a biogas digester size bigger than 100 to that smaller than 1,000 cbm.

บทคัดย่อ : การศึกษาเพื่อประมาณหาศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มสุกรและโคนมทั่วประเทศ มีวัตถุประสงค์ที่จะวิเคราะห์ฟาร์มสุกรและโคนมทั่วประเทศ ว่ามีความสามารถในการผลิตก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานทดแทนพลังงานอื่น ได้แก่ ก๊าซ liquid petroleum gas (LPG) และพลังงานไฟฟ้าได้มากน้อยเท่าใด และมีสถานภาพทางมลภาวะเป็นอย่างไร โดยคำนึงถึงขนาดฟาร์มขึ้นต่ำ อายุของฟาร์ม และข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของสัตว์ ความต้องการมีบ่อหรือระบบก๊าซชีวภาพของฟาร์ม และเงื่อนไขจากการประกาศใช้มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์ม การศึกษานี้ดำเนินการภายใต้โครงการแผนที่ไบโอก๊าซฟาร์มสุกรและโคนมทั่วประเทศ ข้อมูลฟาร์มด้านต่าง ๆ นั้นได้จากการสำรวจสัมภาษณ์เจ้าของหรือผู้จัดการฟาร์มโดยใช้แบบสอบถาม และโดยอาศัยความร่วมมือของเจ้าหน้าที่ในเครือข่ายของกรมปศุสัตว์ และกรมส่งเสริมการเกษตร ตลอดจนภาคเอกชน ดำเนินการสำรวจสัมภาษณ์ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2542 ~ กุมภาพันธ์ 2543 แล้วจัดทำฐานข้อมูลเพื่อประมวลผลให้ ผู้เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพ และหน่วยงานด้านปศุสัตว์ รวมทั้งเกษตรกรและผู้สนใจเข้าดูข้อมูลเกี่ยวกับฟาร์มและปริมาณก๊าซชีวภาพที่จะผลิตได้ทั่วประเทศ จากการประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูลฟาร์มที่สำรวจได้ 19,239 ฟาร์ม พบว่าเป็นฟาร์มสุกรและโคนม 5,978 และ 13,261 ฟาร์ม โดยภาคตะวันตกเป็นภาคที่มีฟาร์มสุกรและโคนม ตลอดจนจำนวนสัตว์มากที่สุด ฟาร์มสุกรสามารถวิเคราะห์จำแนกเป็นฟาร์มที่เลี้ยงสุกรขุนอย่างเดียว 2,073 ฟาร์ม (34.68 %) เลี้ยงแม่พันธุ์และสุกรขุน 1,975 ฟาร์ม (33.03 %) และเลี้ยงสุกรแม่พันธุ์โดยไม่ขุน 1,930 ฟาร์ม ทั้งฟาร์มสุกรและฟาร์มโคนม ร้อยละ 38.6 อยู่ห่างจากชุมชนน้อยกว่า 1 กม. ร้อยละ 33.54 อยู่ห่างชุมชน 1 ~ 3 กม. ร้อยละ 63.10 ของฟาร์มโคนม และร้อยละ 49.15 ของฟาร์มสุกรตั้งอยู่ติดกับถ้ำสาธารณะและใช้น้ำในการฉีดล้างทำความสะอาดคอกสัตว์ทั้งโดยไม่ใช้มูลออกหรือใช้มูลออกก่อนเป็นส่วนใหญ่ ในด้านการจัดการมูลสัตว์ออกจากฟาร์มนั้น ฟาร์มสุกรและฟาร์มโคนมร้อยละ 75.66 และ 72.63 ใช้วิธีการกองพักมูลรอการจำหน่าย และใช้วิธีการทำความสะอาดคอกสุกร (86.23 %) และคอกโคนม (ร้อยละ 92.35) เป็นมาตรการลดกลิ่นในฟาร์ม นอกจากนั้นฟาร์มสุกร (42.96 %) และฟาร์มโคนม (78.61 %) ควบคุมปริมาณน้ำเสียโดยการใช้น้ำล้างคอกให้น้อยที่สุด ในด้านมลภาวะนั้น ฟาร์มสุกร (67.94 %) และฟาร์มโคนม (58.24 %) ระบุว่ามักกลิ่น แอมونياและน้ำเสียเป็นปัญหาในฟาร์ม แต่ส่วนใหญ่ของฟาร์มร้อยละ 55 ~ 59 อ้างว่าไม่มีปัญหาต่อชุมชนใกล้เคียง แต่ฟาร์มสุกรร้อยละ 29.98 ระบุว่าถูก อบต. ตักเตือนและร้อยละ 5.19 ถูกร้องเรียนจากเพื่อนบ้าน

ฟาร์มสุกรและโคนมมีบ่อก๊าซชีวภาพเพียงร้อยละ 3.21 และ 2.08 ตามลำดับ โดยฟาร์มเลี้ยงสุกรมีสัดส่วนการสร้างบ่อก๊าซชีวภาพเองถึงร้อยละ 79.69 ในขณะที่ฟาร์มโคนมสร้างกันเองเพียงร้อยละ 17.82 ทั้งฟาร์มสุกรและโคนมระบุว่าพึงพอใจกับบ่อหรือระบบก๊าซชีวภาพมากถึงร้อยละ 51.82 และ 49.46 และต้องการมีระบบก๊าซชีวภาพรวมกันทั้งที่พร้อมสร้างและไม่พร้อมสร้างจำนวน 1,984 และ 4,590 ฟาร์ม ตามลำดับ โดยกลุ่มฟาร์มสุกรนี้ถึงเหตุผลด้านสิ่งแวดล้อมในสัดส่วนที่สูงกว่ากลุ่มฟาร์มโคนม

ฟาร์มสุกรที่มีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพขนาดเล็ก ~ กลาง และใหญ่มีจำนวนรวมกัน 1,247 ฟาร์ม มีสุกรรวมกัน 127,946 หน่วยปศุสัตว์ (นปส.) และต้องการบ่อหรือระบบก๊าซชีวภาพรวมกัน 255,892 ลบม. จะผลิตก๊าซชีวภาพได้ปีละ 32.6 ล้าน ลบม. คิดเป็นมูลค่าก๊าซ LPG ปีละ 195.4 ล้านบาท

ฟาร์มโคนมที่มีศักยภาพมีจำนวน 2,120 ฟาร์มมีจำนวนโครวมกัน 22,720 นปส. ต้องการบ่อก๊าซชีวภาพรวมกัน 45,440 ลบม. ส่วนฟาร์มโคนมทั่วประเทศนั้นมีจำนวนโคนมที่คิดเป็น นปส. ผลิตก๊าซชีวภาพได้ราวร้อยละ 70 ของ นปส. โคนมในทุกขนาดฟาร์ม คิดเป็นโคนมที่ผลิตก๊าซได้ 125,239 นปส. และต้องการบ่อก๊าซชีวภาพรวมกัน 250,478 ลบม. จะผลิตก๊าซชีวภาพได้ปีละ 15.9 ล้าน ลบม. คิดเป็นมูลค่าก๊าซ LPG ปีละ 20.6 ล้านบาท

กรมส่งเสริมการเกษตรและหน่วยบริการก๊าซชีวภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อขยายเป้าหมายในการส่งเสริมถึงปี พ.ศ.2545/46 จะสร้างบ่อหรือระบบก๊าซชีวภาพได้น้อยกว่าที่ต้องการในฟาร์มสุกรและโคนมที่มีศักยภาพรวม 3.5 เท่า แต่ด้านที่เทียบกับปริมาณบ่อหรือระบบก๊าซชีวภาพรวมของฟาร์มสุกรและโคนมทั่วประเทศแล้ว ปริมาตรรวมที่จะส่งเสริมได้เต็มทีนั้นจะยังต่ำกว่าของฟาร์มทั่วประเทศถึง 15 เท่า ช่องว่างของการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพปรากฏให้เห็นในฟาร์มสุกรขนาดกลางจำนวนประมาณ 1,600 แห่ง ที่ต้องการบ่อก๊าซชีวภาพขนาดใหญ่กว่า 100 ลบม. จนถึงขนาดต่ำกว่า 1,000 ลบม.

Index words: ก๊าซชีวภาพ ของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ พลังงานทดแทน

Biogas, Animal farm waste, Alternative energy.

คำนำ

ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยที่ก่อให้เกิดมลภาวะได้มากและรุนแรงตามลำดับ ได้แก่ ฟาร์มสุกรและฟาร์มโคนม ที่ตั้งอยู่บนพื้นที่จำกัด มีมูลสัตว์ปริมาณมากสะสมอยู่ในฟาร์มเพื่อการจำหน่าย เนื่องจากขาดพื้นที่เพาะปลูกของตนเองที่จะใช้ประโยชน์ในด้านปุ๋ยจากมูลและน้ำเสียได้อย่างสมดุล ปัจจุบันการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการเลี้ยงคอกกระบวยมูลและปัสสาวะออกจากโรงเรือนด้วยการหมักย่อยในระบบก๊าซชีวภาพที่สมบูรณ์แบบ นับว่าเป็นมาตรการที่รักษาสภาพแวดล้อมที่ให้ผลดีที่สุดถึงแม้จะลงทุนสูงในเบื้องต้น แต่จะมีค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการต่ำและคืน

ทุนจากการใช้พลังงานได้เองภายในเวลา 7 ~ 8 ปี และจะได้กำไรจากการลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานต่อไปจนตลอดอายุขัยของระบบที่ประมาณว่าจะใช้ได้ไม่น้อยกว่า 15 ปี รูปแบบพลังงานที่อาจจะใช้ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ ใช้กกลูกสุกรแรกเกิดถึง 10 วัน แทนก๊าซ LPG หรือหลอดไฟฟ้าใช้ทดแทนเชื้อเพลิงเดินเครื่องยนต์เบนซินและดีเซลในการบดผสมอาหาร และปั้มน้ำใช้เดินเครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าป้อนให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ซึ่งฟาร์มมีใช้อยู่ก่อนแล้ว ในปัจจุบันเจ้าของฟาร์มสุกรคิดถึงการผลิตกระแสไฟฟ้าเดินระบบปรับอากาศในเรือนโรงเลี้ยงสัตว์แบบปิดให้เย็นลงด้วยการดูดอากาศเข้าผ่านแผงระเหยน้ำ (evaporative cooling pad) ระบบทำความเย็นนี้มี

การใช้ในฟาร์มเลี้ยงสุกรพ่อ-แม่พันธุ์

ปัจจุบันเริ่มใช้กับการเลี้ยงสุกรขุน กรมส่งเสริมการเกษตร และหน่วยบริการก๊าซชีวภาพมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นหน่วยงานที่ส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดเล็ก กลางและใหญ่ โดยการส่งเสริมของกองทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน บ่อก๊าซชีวภาพที่กรมส่งเสริมการเกษตรใช้ส่งเสริมแก่ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดเล็ก ในโครงการก๊าซชีวภาพไทย-เยอรมันเป็นแบบโคมคองที่ ขนาดตั้งแต่ 8, 12, 16, 30, 50 และ 100 ลบ.ม. และยึดถือหลักให้บ่อก๊าซชีวภาพอยู่ติดกับคอกสัตว์เพื่อให้ผู้ใช้สะดวกในการเติมมูลเหลวรายวัน ในขณะที่หน่วยบริการก๊าซชีวภาพส่งเสริมด้วยระบบก๊าซชีวภาพแบบผสม คือมีบ่อหมักราง บ่อหมัก upflow anaerobic sludge blanket (UASB) และชุดบึงพืชน้ำสำหรับบำบัดน้ำเสียให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ที่คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติเตรียมการประกาศใช้ (ยวรี อินนา, 2543)

ถึงแม้ว่าจะประมาณการได้ว่า สุกร 8.77 ล้านตัว (กรมปศุสัตว์, 2541) สามารถผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ได้อย่างน้อย 268 ล้าน ม³/ปี (เทียบเท่า LPG 123 ล้าน กก./ปี หรือไฟฟ้า 223 ล้าน kWh/ปี) ก็ตาม และยังสามารถที่จะผลิตจากโคนม 295,423 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2541) ได้อีกบางส่วน แต่ยังคงขาด ข้อมูลพื้นฐานที่ระบุได้ว่า สัตว์เลี้ยงเหล่านั้นมีอยู่ในขนาดอายุต่าง ๆ จำนวนเท่าใด และกระจายอยู่ในพื้นที่ภาคใดของประเทศบ้าง เมื่อคำนึงถึงจำนวนสัตว์ขึ้นต่อฟาร์มที่จำเป็นต้องการมีสถานภาพที่ยั่งยืนของกิจการ ประกอบกับความต้องการบ่อหรือระบบก๊าซชีวภาพของฟาร์ม

เงื่อนไขของกฎหมายสิ่งแวดล้อม และขนาดฟาร์ม ซึ่งสัมพันธ์กับขนาดของบ่อ หรือระบบก๊าซชีวภาพของฟาร์มสุกรและโคนมทั่วประเทศด้วยแล้ว อาจเห็นภาพการมีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพที่แตกต่างกันได้ นอกจากนั้นหากมีการประกาศมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับฟาร์มสุกรทั่วประเทศ ดังที่เคยประกาศใช้ในจังหวัดเชียงใหม่(ประวิทย์, 2541) ทำให้ฟาร์มสุกรจำเป็นต้องเตรียมตัวมีการบำบัดมลภาวะด้วยระบบก๊าซชีวภาพในอนาคตและกลายเป็นฟาร์มที่จะมีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพตามไปด้วย ไม่ว่าต้องการหรือไม่ก็ตาม การศึกษาวิเคราะห์ที่ทำขึ้นจะทำให้มีการพิจารณาจัดช่องว่างในการส่งเสริมที่ยังไม่ครอบคลุม และยังจะทำให้ทราบสถานภาพของระบบก๊าซชีวภาพที่มีอยู่แล้วในฟาร์มต่าง ๆ ตลอดจนทราบสถานการณ์ของปัญหามลภาวะในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ด้วย

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา : ประชากรที่ใช้ในการศึกษานี้ได้แก่ ฟาร์มสุกรและฟาร์มโคนมทั่วประเทศไทย ที่มีลักษณะของฟาร์มดังนี้: 1) ฟาร์มสุกรและฟาร์มโคนมที่มีศักยภาพเบื้องต้นหมายถึงฟาร์มที่เลี้ยงสัตว์ติดต่อกันมานานแล้วอย่างน้อย 3 ปี ซึ่งเทียบเท่ากับกิจการเลี้ยงสุกรขุน 50 ตัวขึ้นไป หรือเทียบเท่ากับฟาร์มที่เลี้ยงแม่โครีดนม 6 แม่ร่วมกับโคทดแทนทั้งหมด และเจ้าของฟาร์มต้องการมีบ่อหรือระบบก๊าซชีวภาพด้วยเหตุผลใดเหตุผลหนึ่ง และควรมีที่ดินซึ่งสามารถรอง

รับระบบก๊าซชีวภาพขนาด 12 ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป ควบกับลานแยกกากหรือระบบบำบัดน้ำเสีย ได้เพียงพอสำหรับจำนวนสัตว์ที่เลี้ยงในวันสำรวจ 2) ฟาร์มสุกรและฟาร์มโคนมที่มีระบบก๊าซชีวภาพทุกขนาดอยู่แล้วในปัจจุบัน 3) ฟาร์มสุกรและฟาร์มโคนมที่เคยมีระบบก๊าซชีวภาพอย่างใดอย่างหนึ่งเมื่อเริ่มโครงการ ก๊าซชีวภาพไทย-เยอรมัน ตั้งแต่ พ.ศ. 2531

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล : เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล เป็นแบบสอบถามที่สร้างขึ้นประกอบไปด้วยคำถามปลายปิด (closed-ended question) และคำถามปลายเปิด (open-ended question) มี 5 ส่วน ได้แก่ข้อมูลทั่วไป พื้นที่ฟาร์ม การใช้พลังงานและเชื้อเพลิงในฟาร์ม การจัดการและสภาพแวดล้อมในฟาร์มและระบบก๊าซชีวภาพในฟาร์ม

วิธีศึกษา : รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากฟาร์มสุกรและฟาร์มโคนมทั่วประเทศ โดยใช้แบบสอบถามที่สร้างขึ้นสัมภาษณ์เจ้าของฟาร์ม

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับฟาร์มโคนมและฟาร์มสุกร

จากการศึกษาฟาร์มโคนมและฟาร์มสุกรทั่วประเทศ จำนวน 19,239 ฟาร์ม พบว่าเป็นฟาร์มโคนมจำนวน 13,261 ฟาร์ม และเป็นฟาร์มสุกร

จำนวน 5,978 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 68.93 และ 31.07 ตามลำดับ ในบรรดาฟาร์มสำรวจทั้งหมดส่วนใหญ่ร้อยละ 34.98 ตั้งอยู่ในภาคตะวันตก รองลงมาตั้งอยู่ในภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คิดเป็นร้อยละ 23.62, 13.50, 12.62 และ 11.19 ตามลำดับ โดยตั้งอยู่ในภาคใต้น้อยที่สุดเพียงร้อยละ 4.10 นอกจากนี้ยังพบว่าในทุกภาคของประเทศไทย จะมีฟาร์มโคนมมากกว่าฟาร์มสุกร ยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ที่มีฟาร์มสุกรมากกว่าฟาร์มโคนม

ฟาร์มโคนม

ขนาดของฟาร์มโคนม เมื่อจำแนกฟาร์มโคนมที่สำรวจตามหน่วยปศุสัตว์ (นปส.) พบว่า มีฟาร์มโคนมที่มีขนาดเล็กกว่า 5 นปส. ร้อยละ 4.28 ส่วนใหญ่แล้วฟาร์มโคนมในประเทศเป็น ฟาร์มที่มีขนาดตั้งแต่ 5 ~ 10 นปส. และขนาดมากกว่า 10 ~ 20 นปส. ซึ่งมีมากถึงร้อยละ 39.24 และ 42.92 ตามลำดับ สำหรับฟาร์มขนาดใหญ่ที่มีขนาด นปส. มากกว่า 20 ~ 30 มีร้อยละ 9.48 โดยมีฟาร์มที่มีขนาดมากกว่า 30 ~ 50 นปส. และขนาดมากกว่า 50 นปส. มีเพียงร้อยละ 3.35 และ 0.75 ตามลำดับ

จำนวนโคนม การศึกษาจำนวนโคนมในฟาร์ม พบว่ามีจำนวนโคนมทั้งสิ้น 248,474 ตัว แบ่งเป็นจำนวนแม่โครีดนมมากที่สุดร้อยละ 46.02 รองลงไปเป็นโคนมสาว โครุ่น ลูกโค และแม่โคแห้งนม ร้อยละ 16.09, 14.07, 12.63 และ 11.19 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนโคนมในอดีตซึ่งมีเพียง 98,636 ตัว ก็จะพบว่ามีจำนวน

โคนมเพิ่มขึ้นถึง 2.5 เท่า โดยมีการเพิ่มขึ้นของโคนมสาวมากที่สุด กล่าวคือ เพิ่มขึ้นเป็น 2.9 เท่า โครุ่น 2.8 เท่า และลูกโค แม่โครีดนม และแม่โคแห้งนม 2.5, 2.3 และ 2.2 เท่า ตามลำดับ ในปัจจุบันฟาร์มโคนมมีจำนวนแม่โครีดนมเฉลี่ย 8.69 ตัว แม่โคแห้งนมเฉลี่ย 2.67 ตัว โคนมสาวเฉลี่ย 3.42 ตัว โครุ่นเฉลี่ย 3.30 ตัว และลูกโคเฉลี่ย 2.85 ตัว

ที่ตั้งฟาร์มโคนมส่วนใหญ่ร้อยละ 36.93 จะตั้งอยู่ห่างจากชุมชนน้อยกว่า 1 กิโลเมตร นอกจากนี้จะตั้งอยู่ห่างจากชุมชนมากกว่า 3 กิโลเมตร และระหว่าง 1 ~ 3 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 31.68 และ 31.01 ตามลำดับ ฟาร์มโคนมส่วนใหญ่ร้อยละ 63.12 ตั้งอยู่ติดตำราทางสาธารณะ ดังนั้นน้ำเสียจากฟาร์มส่วนใหญ่จึงถูกถ่ายเทลงตำราทางสาธารณะ

การจัดการในฟาร์มโคนมพบว่าส่วนใหญ่ร้อยละ 60.57 จะเลี้ยงในคอกสลับกับการเลี้ยงแบบปล่อยในทุ่งหญ้าบริเวณใกล้บ้าน และร้อยละ 36.81 เลี้ยงโคนมในคอกตลอดเวลา พื้นโรงเรือนเลี้ยงโคนมส่วนใหญ่ร้อยละ 63.47 เป็นพื้นซีเมนต์ และยังมีโรงเรือนเลี้ยง โคนมที่มีพื้นโรงเรือนเป็นผิวดินร้อยละ 28.11 พื้นโรงเรือนส่วนใหญ่ถึงร้อยละ 86.17 ไม่มีการยกพื้น มีโรงเรือนที่มีการยกพื้นเพียงร้อยละ 4.43 เท่านั้น ทำให้มีปัญหาในการทำความสะอาด การทำความสะอาดโรงเรือนร้อยละ 68.58 ใช้วิธีโกยมูลออกแล้วใช้น้ำฉีดล้าง ร้อยละ 20.8 ใช้น้ำฉีดล้างเป็นหลัก และมีอีกร้อยละ 5.63 ใช้วิธีโกยมูลออกทั้งเท่านั้น มีส่วนน้อยที่ปล่อยมูลลงบนผิวดิน การจัดการมูลสัตว์ออกจากฟาร์ม พบว่าฟาร์มโคนมส่วนใหญ่ร้อยละ 72.63 จะกองมูลโคไว้เพื่อรอการจำหน่าย ร้อยละ 67.81 ใช้มูลโคที่ได้เป็นปุ๋ย ร้อยละ 8.33 กองไว้ให้ผู้ต้องการนำไปใช้ ร้อยละ 4.23 ทิ้งไว้ในสระพักน้ำ

เสีย มีเพียงร้อยละ 1.21 เท่านั้นที่จัดการมูลโคโดยการบำบัดในบ่อก๊าซชีวภาพ ปัญหาสำคัญในการทำฟาร์มโคนม ได้แก่ กลิ่นที่เกิดจากมูลสัตว์ ฟาร์มโคนมส่วนใหญ่ร้อยละ 92.35 ใช้วิธีในการลดปัญหาเรื่องกลิ่น โดยการรักษาความสะอาดโรงเรือนอย่างสม่ำเสมอ ร้อยละ 61.58 ใช้วิธีการลดกลิ่นโดยวิธีการอาบน้ำโคให้สะอาด นอกจากนี้ร้อยละ 11.48 ใช้จุลินทรีย์พ่นพื้นคอก และที่ใช้วิธีสร้างบ่อก๊าซชีวภาพและใช้สารลดกลิ่นในอาหารเพื่อบำบัดกลิ่นเพียงร้อยละ 0.97 เท่านั้น เนื่องจากการใช้น้ำในการจัดการภายในฟาร์มโคนมในปริมาณสูงมาก ฟาร์มโคนมจึงต้องมีการจัดการเพื่อบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นฟาร์มโคนมส่วนใหญ่ถึงร้อยละ 78.61 จึงมีมาตรการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีการใช้น้ำล้างคอกน้อยที่สุด มีเพียงร้อยละ 5.57 เท่านั้นที่มีวิธีบำบัดน้ำเสียในสระเปิดต่อเนื่องหลายสระ และร้อยละ 4.65 ใช้วิธีบำบัดน้ำเสียในสระเปิดสระเดียว ส่วนฟาร์มโคนมที่มีระบบบำบัดน้ำเสียในบ่อก๊าซชีวภาพมีเพียงร้อยละ 1.37 นอกจากนั้นมีการบำบัดน้ำเสียโดยบ่อบึงปลา และใช้ระบบเติมอากาศเพียงเล็กน้อย

ฟาร์มสุกร

ขนาดของฟาร์มสุกร ในจำนวนฟาร์มสุกรทั้งหมด พบว่า เป็นฟาร์มสุกรขุนอย่างเดียว ร้อยละ 34.68 ฟาร์มสุกรแม่พันธุ์และพ่อพันธุ์ ร้อยละ 32.29 และเป็นฟาร์มสุกรแม่พันธุ์และสุกรขุน ร้อยละ 33.03 ในบรรดาฟาร์มที่เลี้ยงสุกรขุนอย่างเดียว พบว่าส่วนใหญ่ร้อยละ 38.78 จะมีจำนวนสุกรขุนในฟาร์มระหว่าง 101 ~ 500 ตัว และมีฟาร์มสุกรขุนที่มีขนาดใหญ่คือมีจำนวน

สุกรขุนมากกว่า 5,000 ตัวเพียงร้อยละ 1.73 เท่านั้น ในส่วนของฟาร์มที่เลี้ยงสุกรแม่พันธุ์ พบว่าส่วนมากร้อยละ 33.88 มีจำนวนสุกรแม่พันธุ์อยู่ระหว่าง 11 ~ 15 ตัว รองลงไปร้อยละ 28.50 เป็นฟาร์มที่มีสุกรแม่พันธุ์ อยู่ระหว่าง 101 ~ 500 ตัว และมีฟาร์มที่มีจำนวนสุกรแม่พันธุ์มากกว่า 1,000 ตัว เพียงร้อยละ 1.84 เท่านั้น

การศึกษาจำนวนสุกรในฟาร์ม ปัจจุบันมีมากกว่าในอดีตประมาณ 2.5 เท่าโดยมีจำนวนสุกรในปัจจุบันทั้งสิ้น 4,968,572 ตัว โดยส่วนใหญ่ร้อยละ 52.30 เป็นสุกรขุน รองลงไปร้อยละ 18.71 เป็นลูกสุกร นอกจากนั้นเป็นสุกรอนุบาล สุกรแม่พันธุ์ และสุกรพ่อพันธุ์ คิดเป็นร้อยละ 16.49 11.75 และ 0.75 ตามลำดับ สำหรับฟาร์มสุกรขุนขนาดใหญ่ที่สุดในปัจจุบันมีสุกรขุนมากที่สุดถึง 93,000 ตัว เปรียบเทียบกับในอดีตมีจำนวนสุกรขุนมากที่สุดเพียง 20,000 ตัวเท่านั้น สำหรับจำนวนสุกรต่อฟาร์ม พบว่าสุกรพ่อพันธุ์เฉลี่ย 10 ตัว จำนวนสุกรแม่พันธุ์เฉลี่ย 149 ตัว จำนวนลูกสุกรเฉลี่ย 281 ตัว จำนวนสุกรอนุบาลเฉลี่ย 257 ตัว และจำนวนสุกรขุนเฉลี่ย 641 ตัว

ที่ตั้งฟาร์มสุกรฟาร์มสุกรจะตั้งอยู่ใกล้ชุมชนมากกว่าฟาร์มโคนม โดยพบว่าร้อยละ 41.54 ตั้งอยู่ใกล้ชุมชนน้อยกว่า 1 กิโลเมตร และร้อยละ 39.16 ตั้งอยู่ใกล้ชุมชนระยะระหว่าง 1~3 กิโลเมตร มีฟาร์มสุกรที่ตั้งอยู่ไกลจากชุมชนมากกว่า 3 กิโลเมตร ร้อยละ 18.72 อย่างไรก็ตามฟาร์มสุกรส่วนใหญ่ร้อยละ 58.77 ตั้งอยู่ติดกับ ลำรางสาธารณะ ดังนั้นน้ำเสียจากฟาร์มจึงมีโอกาสถูกถ่ายเทลงลำรางสาธารณะ โดยเฉพาะในกรณีที่ฟาร์มไม่ได้จัดให้มีระบบการกำจัดน้ำเสียอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

การจัดการในฟาร์มสุกร ส่วนใหญ่ฟาร์มสุกรจะมีการจัดการเลี้ยงสุกรในคอก มีเพียงร้อยละ 3.13 ที่มีการเลี้ยงในคอกสลับกับการเลี้ยงปล่อย ลักษณะพื้นของโรงเรือนเลี้ยงสุกรส่วนใหญ่ร้อยละ 88.56 เป็นพื้นซีเมนต์ มีโรงเรือนที่เป็นพื้นดินเพียงร้อยละ 1.79 เท่านั้น หากจะเปรียบเทียบกับโรงเรือนเลี้ยงโคนมจะพบว่า โรงเรือนเลี้ยงสุกรมีระดับการพัฒนาที่ดีกว่าโรงเรือนเลี้ยงโคนม กล่าวคือพบว่าพื้นโรงเรือนสุกรถึงร้อยละ 38.56 นอกจากจะยกพื้นสูงจากระดับพื้นดินแล้ว ยังมีลักษณะโปร่ง (slat) ทำให้ง่ายแก่การทำความสะอาด และมีเพียงร้อยละ 2.04 ที่มีพื้นโรงเรือนทึบ สำหรับการจัดการสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ในโรงเรือน ฟาร์มสุกรส่วนใหญ่ร้อยละ 44.53 ใช้วิธีโกยมูลออกแล้วใช้น้ำล้าง ร้อยละ 17.52 ใช้น้ำฉีดล้างเป็นหลัก ส่วนร้อยละ 5.12 ใช้วิธีโกยมูลออกโดยไม่ใช้น้ำฉีดล้าง ส่วนการจัดการมูลสัตว์ ส่วนใหญ่ฟาร์มร้อยละ 75.66 จะใช้วิธีกองมูลสัตว์ไว้เพื่อรอการจำหน่าย อย่างไรก็ตามพบว่าร้อยละ 24.59 ได้นำมูลสัตว์ไปใช้เป็นปุ๋ย รองลงไปร้อยละ 23.85 ทิ้งมูลสัตว์ให้สลายตัวในบ่อหรือสระพักน้ำเสีย วิธีการนี้ทำให้เกิดปัญหามลพิษเรื้อรังกลิ่นฟาร์มสุกรร้อยละ 6.56 กองมูลสัตว์ไว้ให้ผู้ต้องการนำไปใช้ และมีเพียงร้อยละ 2.53 เท่านั้นที่ใช้วิธีบำบัดในบ่อก๊าซชีวภาพ สำหรับปัญหาเรื่องกลิ่นที่เกิดจากมูลสุกรซึ่งส่งผลกระทบต่อส่วนรวมและแก้ไขได้ยากที่สุด ฟาร์มสุกรส่วนใหญ่ร้อยละ 86.23 ใช้วิธีรักษาความสะอาดโรงเรือนอย่างสม่ำเสมอ รองลงไปร้อยละ 44.98 ใช้วิธีอาบน้ำสุกรให้สะอาดอยู่เสมอ ร้อยละ 11.48 ใช้จุลินทรีย์พ่นพื้นคอก และใช้สารลดกลิ่นในอาหารและน้ำบดในบ่อก๊าซชีวภาพ ร้อยละ 9.67 เท่านั้น การบำบัด

น้ำเสียในฟาร์ม ฟาร์มส่วนใหญ่ร้อยละ 52.51 ใช้วิธีการบำบัดในสระเปิดต่อเนื่องหลายสระ ร้อยละ 43.16 ใช้วิธีบำบัดในสระเปิดสระเดียว ร้อยละ 42.96 ใช้น้ำล้างคอกน้อยที่สุด และร้อยละ 4.68 ใช้วิธีบำบัดโดยบ่อเลี้ยงปลา และใช้วิธีการบำบัดในบ่อก๊าซชีวภาพเพียงร้อยละ 2.68 เท่านั้น หากจะมองในภาพรวม พบว่า ทั้งฟาร์ม โคนมและฟาร์มสุกร มีมาตรการบำบัดน้ำเสียในบ่อก๊าซชีวภาพน้อยมาก อย่างไรก็ตามฟาร์มสุกรมีส่วนการใช้บ่อก๊าซชีวภาพเพื่อบำบัดน้ำเสียมากกว่าฟาร์มโคนม กล่าวคือฟาร์มสุกรมีระบบก๊าซชีวภาพร้อยละ 3.21 เมื่อเปรียบเทียบกับฟาร์มโคนมซึ่งมีเพียงร้อยละ 2.08 เท่านั้น

ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มสุกรและโคนมทั่วประเทศ

เงื่อนไขที่ใช้ในการประมวลหาปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพของฟาร์มสุกรและโคนมที่มีจำนวนสัตว์ขุนคอกในขณะใดขณะหนึ่ง จะให้สิ่งขับถ่ายเป็นมูลและปัสสาวะหรือเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพการประมวลหาปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ทำให้ดังนี้: 1) แปลงจำนวนสัตว์เลี้ยงที่ให้สิ่งขับถ่ายเป็นหน่วยปศุสัตว์ (นปส.) โดย 1 นปส. เท่ากับน้ำหนักสัตว์ขุนคอก 500 กิโลกรัม 2) สุกร 1 นปส. ผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 0.7 ลบ.ม. ต่อวัน โคนม 1 นปส. ผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 0.35 ลบ.ม. ต่อวัน 3) ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. = ก๊าซ LPG 0.46 กิโลกรัม (กก. ละ 13 บาท) = ไฟฟ้า 0.83 kWh สำหรับขนาดของบ่อก๊าซชีวภาพนั้นคำนวณจากหน่วยปศุสัตว์ กล่าวคือ 1 หน่วยปศุสัตว์ต้องการบ่อก๊าซชีวภาพประมาณ 2 ลบ.ม.

ปริมาณก๊าซชีวภาพในฟาร์มสุกรที่มีศักยภาพฟาร์มสุกรที่มีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพในที่นี้หมายความว่าฟาร์มที่มีลักษณะดังนี้: 1) เลี้ยงสุกรเทียบเท่าสุกรขุน 50 ตัว (ราว 6 นปส.) ขึ้นไปหรือเลี้ยงโคนมตั้งแต่ 5 แม่ (ราว 5 นปส.) เป็นต้นไป 2) เลี้ยงสุกรมาแล้ว 3 ปี และ 3) เป็นฟาร์มสุกรที่ระบุนายังไม่มีบ่อก๊าซชีวภาพแต่ต้องการเพื่อผลิตพลังงานทดแทนหรือเพื่อบำบัดมลภาวะ จากการศึกษพบว่าฟาร์มสุกรที่มีศักยภาพในเกณฑ์ดังกล่าวทั้งสิ้น 1,247 ฟาร์ม และมีสุกรขุนคอกรวมกัน 127,946 นปส. คิดเป็นปริมาตรบ่อหมัก $127,946 \times 2 = 255,892$ ลบ.ม. สามารถใช้ผลิตก๊าซชีวภาพได้ 89,562 ลบ.ม. ต่อวัน หรือ 32,690,205 ลบ.ม. ต่อปี คิดเป็นค่าพลังงานเทียบเท่าดังนี้: ไฟฟ้า = 27,132,890 kWh/ปี ก๊าซ LPG = 15,037,494 กก./ปี มูลค่าก๊าซ LPG = 195,487,426 บาท/ปี

ปริมาณก๊าซชีวภาพรวมจากฟาร์มสุกรที่สำรวจได้ จากการคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกรทั่วประเทศ พบว่าในบรรดาฟาร์มสุกรทั้งสิ้น 5,536 ฟาร์ม โดยไม่นับฟาร์มที่มีขนาดเล็กน้อยกว่า 6 นปส. ซึ่งมีอยู่ 442 ฟาร์ม พบว่ามีสุกรขุนคอกรวมกัน 529,459 นปส. คิดเป็นปริมาตรบ่อหมัก $529,459 \times 2 = 1,058,918$ ลบ.ม. สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 370,622 ลบ.ม. ต่อวัน หรือ 135,276,896 ลบ.ม. ต่อปี คิดเป็นค่าพลังงานเทียบเท่าดังนี้: ไฟฟ้า = 112,279,824 kWh/ปี ก๊าซ LPG = 62,327,815 กก./ปี และ มูลค่าก๊าซ LPG = 810,261,589 บาท/ปี

ปริมาณก๊าซชีวภาพในฟาร์มโคนมที่มีศักยภาพ ฟาร์มโคนมที่มีอายุฟาร์ม 3 ปีขึ้นไป

Table 1 Number and percentage of pig farm and dairy farm in verious region of the country.

Region	Number	%	Pig farm	%	Dairy farm	%
West	6,730	34.98	1,850	(30.94)	4,880	(36.80)
Middle	4,544	23.62	369	(6.17)	4,175	(31.48)
North	2,598	13.50	1,266	(21.18)	1,332	(10.04)
East	2,427	12.62	1,369	(22.90)	1,058	(7.98)
North-eastern	2,152	11.19	533	(8.92)	1,619	(12.21)
South	788	4.09	591	(9.89)	197	(1.49)
Total	19,239	100.00	5,978	(100.00)	13,261	(100.00)

และมีจำนวนโคนมตั้งแต่ 5 แม่ขึ้นไป และระบุว่าต้องการมีบ่อก๊าซชีวภาพด้วยเหตุผลส่วนใหญ่เพื่อผลิตพลังงานใช้ในครัวเรือนจำนวน 2,120 ฟาร์ม คิดเป็นปริมาตรรวม $22,720 \times 2 = 45,440$ ลบ.ม. จะสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 7,946 ลบ.ม.ต่อวัน

คิดเป็น 2,900,133 ลบ.ม. ต่อปี คิดเป็นค่าพลังงานเทียบเท่าดังนี้: ก๊าซ LPG = 1,334,061 กก./ปี และมูลค่าก๊าซ LPG = 17,342,797 บาท/ปี ในส่วนนี้ไม่ได้แสดงมูลค่าพลังงานจากไฟฟ้าเนื่องจากการผลิตไฟฟ้าในฟาร์มโคนมเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่า

Table 2 Quantity of bio-gas in potential pig farms.

Size (animal unit)	6-50	>50-100	>100-200	>200-400	>400-600	>600	Total
number of farm	785	254	100	43	21	44	1,247
boar	2,989	1,538	1,283	845	729	2,828	10,262
sow	29,624	15,349	13,393	13,938	12,596	71,323	156,223
piglet	49,507	18,690	34,093	23,527	21,060	81,862	228,739
weanling	36,315	19,860	16,385	22,620	21,530	122,437	239,147
grower	60,855	97,484	70,392	55,397	47,740	240,437	572,717
potential animal unit	18,670	17,609	13,562	11,938	10,541	55,625	127,946
bio-gas produced							
- cubic-metre/day	13,069	12,327	9,494	8,357	7,379	38,938	89,562
- cubic-metre/year	4,770,211	4,499,181	3,465,157	3,050,154	2,693,251	14,212,251	32,690,205
Electricity (kWh/year)	3,959,275	3,737,320	2,876,081	2,531,628	2,235,398	11,796,168	27,132,870
LPG gas – kg/year	2,194,297	2,069,623	1,593,972	1,403,071	1,238,895	6,537,635	15,037,494
- Baht/year	28,525,859	26,905,104	20,721,641	18,239,920	16,105,641	84,989,260	195,487,426

ปริมาณก๊าซชีวภาพรวมจากฟาร์มสุกรที่สำรวจได้ จากการคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกรทั่วประเทศ พบว่าในบรรดาฟาร์มสุกรทั้งสิ้น 5,536 ฟาร์ม โดยไม่นับฟาร์มที่มีขนาดเล็กกว่า 6 นปส. ซึ่งมีอยู่ 442 ฟาร์ม พบว่ามีสุกรขุนคอกรวมกัน 529,459 นปส. คิดเป็นปริมาณบ่อหมัก $529,459 \times 2 = 1,058,918$ ลบ.ม. สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 370,622 ลบ.ม.ต่อวันหรือ 135,276,896 ลบ.ม. ต่อปี คิดเป็นค่าพลังงานเทียบเท่าดังนี้: ไฟฟ้า = 112,279,824 kWh/ปี ก๊าซ LPG = 62,327,815 กก./ปี และ มูลค่าก๊าซ LPG = 810,261,589 บาท/ปี

สรุปศักยภาพรวมของการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ปริมาณก๊าซชีวภาพรวมที่คาดว่าจะผลิตได้ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่สำรวจได้ทั่วประเทศ สามารถพิจารณาจำแนกออกเป็นการผลิตจาก 2 ส่วนคือ 1) การผลิตก๊าซชีวภาพเฉพาะในส่วนของฟาร์มที่มีศักยภาพที่อยู่ในเกณฑ์อายุของฟาร์มถึง 3 ปี มีจำนวนสัตว์ขุนคอกที่กล่าวไว้ และระบุความต้องการบ่อหรือระบบก๊าซชีวภาพ พบว่ามี นปส. ผลิตก๊าซชีวภาพ = 150,648 หน่วย ปริมาตรบ่อก๊าซชีวภาพ = 301,296 ลบ.ม. ผลิตก๊าซชีวภาพได้ต่อปี = 35,590,384 ลบ.ม. เทียบเท่าก๊าซ LPG = 16,371,576 กก./ปี และมูลค่าก๊าซ LPG = 212,830,493 บาท/ปี 2) การผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มสุกรและโคนมทั่วประเทศที่สำรวจได้ โดยพิจารณาถึงความยั่งยืนของฟาร์มซึ่งขึ้นกับขนาดของฟาร์ม และเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมสิ่งขับถ่ายที่ใช้ผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์แต่ละชนิดได้รวมทั้งการมีผลบังคับใช้ของมาตรฐานน้ำทิ้ง ตามกฎหมายสิ่งแวดล้อม

แวดล้อม พบว่าฟาร์มทั้งหมดมีความสามารถในการผลิตก๊าซชีวภาพรวมดังนี้: นปส. ผลิตก๊าซชีวภาพ = 654,698 หน่วย ปริมาตรบ่อก๊าซชีวภาพ = 1,309,396 ลบ.ม. ผลิตก๊าซชีวภาพได้ต่อปี = 151,276,057 ลบ.ม. เทียบเท่าก๊าซ LPG = 69,586,986 กก./ปี และมูลค่าก๊าซ LPG = 904,630,819 บาท/ปี

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา การศึกษาฟาร์มโคนมและฟาร์มสุกรทั่วประเทศ จำนวน 19,239 ฟาร์ม พบว่าร้อยละ 68.93 เป็นฟาร์มโคนมร้อยละ 68.93 และฟาร์มสุกรร้อยละ 31.07

ฟาร์มโคนมส่วนใหญ่ร้อยละ 42.92 เป็นฟาร์มที่มีขนาด 10 ~ 20 นปส. มีจำนวนแม่โครีดนมมากที่สุดถึงร้อยละ 46.02 คิดเป็นจำนวนแม่โครีดนมเฉลี่ยต่อฟาร์ม 8.69 ตัว ฟาร์มร้อยละ 36.93 ตั้งอยู่ห่างจากชุมชนน้อยกว่า 1 กิโลเมตร และร้อยละ 63.12 ตั้งอยู่ติดตำราสารธารณะ ส่วนใหญ่ร้อยละ 60.57 เลี้ยงโคนมในคอกสลับกับการเลี้ยงแบบปล่อยในทุ่ง หญ้า โรงเรือนเลี้ยงโคนมร้อยละ 86.17 ไม่มีการยกพื้น มีการจัดการมูลโคโดยกองไว้รอการจำหน่ายเป็นส่วนใหญ่ถึงร้อยละ 67.81 ปัญหาสำคัญได้แก่เรื่องกลิ่น วิธีแก้ปัญหาลำดับแรกใช้วิธีการรักษาความสะอาดโรงเรือนอย่างสม่ำเสมอ มีฟาร์มโคนมที่สร้างบ่อก๊าซชีวภาพเพื่อนำบดกลิ่นเพียงร้อยละ 0.97 สำหรับฟาร์มสุกร ส่วนใหญ่ร้อยละ 34.68 เป็นฟาร์มสุกรขุน โดยมีจำนวนสุกรขุนอยู่ระหว่าง 101~500 ตัว และมีจำนวนสุกรขุนเฉลี่ยต่อฟาร์ม 641 ตัว ฟาร์มร้อยละ 41.54 ตั้งอยู่ใกล้ชุมชนน้อยกว่า 1 กิโลเมตร

Table 3 Quantity of bio-gas in surveyed pig farms.

Size (animal unit)	<6	>6-50	>50-100	>100-200	>200-400	>400-600	>600	Total
number of farm	442	3,358	1,161	525	284	71	137	5,978
boar	355	9,343	6,430	5,900	4,934	1,623	8,789	37,374
sow	2,261	98,687	87,266	84,140	83,412	31,294	196,519	583,579
piglet	7,753	147,311	126,386	136,019	148,859	48,432	314,839	929,599
weanling	4,090	139,726	131,393	107,592	117,538	41,640	277,545	819,524
grower	4,489	330,610	389,334	365,127	424,349	199,320	885,267	2,598,496
animal unit	855	77,783	79,985	75,328	82,112	35,484	178,767	530,314
Size (animal unit)	<6	>6-50	>50-100	>100-200	>200-400	>400-600	>600	Total
bio-gas produced								
- cubic-metre/day	598	54,448	55,989	52,730	57,479	24,839	125,137	371,220
- cubic-metre/year	218,353	19,873,578	20,436,125	19,246,367	20,979,665	9,066,075	45,675,086	135,495,249
electricity-kWh/year	181,233	16,495,070	16,961,983	15,974,485	17,431,122	7,524,842	37,910,321	112,461,057
LPG gas kg/year	100,442	9,141,846	9,400,617	8,853,329	9,650,646	4,170,395	21,010,540	62,327,815
LPG gas baht/year	1,305,750	118,843,996	122,208,025	115,093,277	125,458,397	54,215,129	273,137,014	810,261,589

Table 4 The Quantity of bio-gas in potential dairy farms.

Size (animal unit)	5 - 10	>10-20	>20-30	>30-50	>50-100	>100	Total
number of farm	572	1,187	270	73	13	5	2,120
percentage	26.68	55.99	12.74	3.44	0.61	0.24	100.00
milking cow	2,858	9,797	3,842	1,567	515	584	19,163
drying - off cow	1,056	3,119	1,192	555	157	233	6,312
heifer	1,001	3,853	1,404	609	198	160	7,225
young heifer	854	3,641	1,466	609	213	129	6,912
calf	1,056	3,356	1,175	443	188	131	6,349
animal unit	4,882	16,606	6,411	2,698	873	962	32,431
percentage	2.73	9.28	3.58	1.51	0.49	0.54	18.13
animal unit for							
bio-gas production	3,417	11,624	4,488	1,888	611	673	22,702
bio-gas produced							
cubic-metre/day	1,196	4,068	1,571	661	214	236	7,946
cubic-metre/year	436,564	1,484,992	573,286	241,251	78,023	86,018	2,900,133
electricity kWh/year	362,348	1,232,543	475,827	200,238	64,759	71,395	2,407,111
LPG gas kg/year	200,819	683,096	263,711	110,975	35,568	39,568	1,334,061
LPG gas baht/year	2,610,652	8,880,249	3,428,249	1,442,680	446,579	514,387	17,342,797

Table 5 The Quantity of bio-gas in surveyed dairy farms.

Size (animal unit)	<5	5 - 10	>10 - 20	>20 - 30	>30 - 50	>50 - 100	>100	Total
number	567	5,203	5,691	1,257	444	82	17	13,261
milking cow	1,165	25,765	50,096	19,441	10,723	3,242	3,924	114,356
drying - off cow	218	5,383	12,310	5,024	2,792	980	1,091	27,798
heifer	900	9,214	18,461	6,113	3,107	887	1,316	39,998
yong heifer	546	7,730	16,008	5,518	2,710	1,065	1,372	34,949
calf	517	8,173	14,072	4,442	2,301	698	1,170	31,373
total	2,100	39,709	79,253	30,065	16,342	5,125	6,319	178,912
animal unit for bio-gas production	1,470	27,796	55,477	21,046	11,439	3,587	4,423	125,239
bio-gas produced								
- cubic-metre/day	515	9,729	19,417	7,366	4,004	1,256	1,548	43,834
- cubic-metre/year	187,810	3,550,942	7,087,226	2,688,589	1,461,357	458,267	565,041	15,999,232
Electricity (kWh/year)	155,883	2,947,281	5,882,398	2,231,529	1,212,926	380,362	468,984	13,279,363
LPG gas kg/year	86,393	1,633,433	3,260,124	1,236,751	672,224	210,803	259,919	7,359,647
LPG gas Baht/year	1,123,106	21,234,630	42,381,614	16,077,765	8,738,912	2,740,439	3,378,944	20,639,010

Table 6 Total potential of bio-gas production in animal farms.

SOURCE	Number of farm	Animal unit	Volume (cubic-metre)	Bio-gas produced cubic-metre/year	electricity kWh/year	LPG gas kg/year	LPG gas baht/year
potential pig farms	1,247	127,946	255,892	32,690,203	27,132,868	15,037,493	195,487,414
potential dairy farms	2,120	22,702	45,404	2,900,181		1,334,083	17,343,079
total		150,648	301,296	35,590,384		16,371,576	212,830,493
surveyed pig farm	5,791	529,459	1,058,918	135,276,775	112,279,723	62,227,316	808,955,112
surveyed dairy farm	13,261	125,239	250,478	15,999,282		7,359,670	95,675,708
total		654,698	1,309,396	151,276,057		69,586,986	904,630,819

และร้อยละ 58.77 ตั้งอยู่ติดกับลำรางสาธารณะ ส่วนใหญ่มีการจัดการเลี้ยงสุกรในคอก โดยมีพื้นคอกเป็นพื้นซีเมนต์ มีการจัดการกับสิ่งขับถ่ายโดยวิธีกองมูลออกจากคอกแล้วใช้น้ำล้าง การจัดการมูลสัตว์ออกจากฟาร์ม ร้อยละ 75.66 จะกองมูลสัตว์ไว้รอการจำหน่าย ร้อยละ 2.53 เท่านั้นที่ใช้วิธีบำบัดในบ่อก๊าซชีวภาพ ปัญหาสำคัญที่เกิดจากฟาร์มสุกรคือ ปัญหาเรื่องกลิ่น ฟาร์มส่วนใหญ่ร้อยละ 86.23 ใช้วิธีรักษาความสะอาดโรงเรือนอย่างสม่ำเสมอในการกำจัดกลิ่น และมีฟาร์มสุกรร้อยละ 9.67 ใช้วิธีแก้ไขปัญหามาโดยการใช้บ่อก๊าซชีวภาพ

ศักยภาพรวมของการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ พบว่าในส่วนของฟาร์มที่มีศักยภาพจะสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ต่อปี 35,590,384 ลบ.ม. เทียบเท่ากับก๊าซ LPG 16,371,576 กก./ปี คิดเป็นมูลค่า 212,830,493 บาท/ปี ส่วนปริมาณก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทั่วประเทศที่สำรวจได้ พบว่าสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ต่อปีจำนวน 151,276,057 ลบ.ม. เทียบเท่ากับก๊าซ LPG 69,586,986 กก./ปี คิดเป็นมูลค่าก๊าซ LPG 904,630,819 บาท/ปี

ข้อเสนอแนะจากการศึกษาศักยภาพรวมของการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทั่วประเทศ จะพบว่าหากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทั่วประเทศ จัดให้มีระบบก๊าซชีวภาพได้ทั้งหมดก็จะสามารถใช้เป็นพลังงานทดแทนเทียบเท่ากับก๊าซ LPG ถึง 69,586,986 กก./ปี คิดเป็นมูลค่าถึง 904,630,819 บาท/ปี อย่างไรก็ตาม พบว่าปัจจุบันมีหน่วยงานเพียง 2 แห่งเท่านั้น คือ กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และหน่วยบริการ

ก๊าซชีวภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ให้ดำเนินการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ หากจะให้ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทั่วประเทศสามารถจัดทำระบบก๊าซชีวภาพให้ครบ จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้: 1) เพิ่มขีดความสามารถของหน่วยงานเดิม 2) เพิ่มหน่วยงานหรือองค์กรส่งเสริมก๊าซชีวภาพอื่นที่สนับสนุนทีมงานสหสาขาวิชาที่จำเป็น เช่น นักเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ วิศวกรสิ่งแวดล้อม วิศวกรพลังงาน วิศวกรโยธา และเจ้าหน้าที่เทคนิค เพื่อรองรับความต้องการที่จะเพิ่มขึ้นนอกเหนือจากกลุ่มฟาร์มที่มีศักยภาพ อันเนื่องมาจากการบังคับใช้ประกาศมาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร 3) ให้บริษัทเอกชนทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมที่ได้รับการอบรมแล้วเป็นที่ปรึกษาและควบคุมการก่อสร้างและให้บริการระบบก๊าซชีวภาพคล้ายกับที่หน่วยบริการก๊าซชีวภาพดำเนินการอยู่ และ 4) จัดให้มีการออกแบบระบบก๊าซชีวภาพ และระบบบำบัดขั้นหลังที่สมบูรณ์แบบทางอุดมคติในเชิงการประกวดแข่งขันจากผู้มีความรู้ หรือทีมงานที่มีความรู้ครบสหสาขาวิชา เข้ารับการสนับสนุนจาก สฟช. เพื่อส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพได้เช่นเดียวกันกับกรมส่งเสริมการเกษตรและหน่วยบริการก๊าซชีวภาพ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติที่ได้พิจารณาจัดสรรทุนอุดหนุนการวิจัย เจ้าหน้าที่ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร และ

เจ้าหน้าที่เกษตรของฟาร์มเอกชน ที่ได้รวบรวมข้อมูล
จากเกษตรกรเจ้าของฟาร์มเลี้ยงสัตว์ตลอดจนเกษตรกร
เจ้าของฟาร์มที่ให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถาม จนทำ
ให้งานวิจัยแล้วเสร็จลงด้วยดี ประโยชน์ใด ๆ ที่จะได้รับ
จากการวิจัยครั้งนี้ นับว่ามาจากการมีส่วนร่วมของท่านที่
ได้กล่าวนามไปแล้ว

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2541. ประมวลสถิติปศุสัตว์, ฝ่ายประมวล
ผลและสถิติ กองแผนงาน กรมปศุสัตว์.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (ไม่ระบุปี) คู่มือการคำนวณ
การก่อสร้างบ่อก๊าซชีวภาพแบบโดมคงที่. โครงการ
ส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์เพื่อ
เป็นพลังงานทดแทนและปรับปรุงสิ่งแวดล้อม
(เกษตรกรรายย่อย). กองทุนเพื่อส่งเสริมการ
อนุรักษ์พลังงาน.

ประวิทย์ สิทธิสุคนธ์. 2541 ประกาศจังหวัดเชียงใหม่
เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร และ
ค่ามาตรฐานการควบคุมกลิ่นจากฟาร์มสุกร ณ วัน
ที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2541

ยุวรี อินนา. 2543 การจัดการน้ำเสียจากฟาร์มสุกร. จัด
โดยกลุ่มงานควบคุมมลภาวะฟาร์มปศุสัตว์ วันที่
31 กรกฎาคม 2543 ณ โรงแรมเจ้าพระยาปาร์ค
กรุงเทพมหานคร.

บทความสั้น (Short Communication)

เทคนิคอย่างง่ายในการแยกเชื้อราปฏิปักษ์สกุล *Arthrobotrys* sp. จากดิน

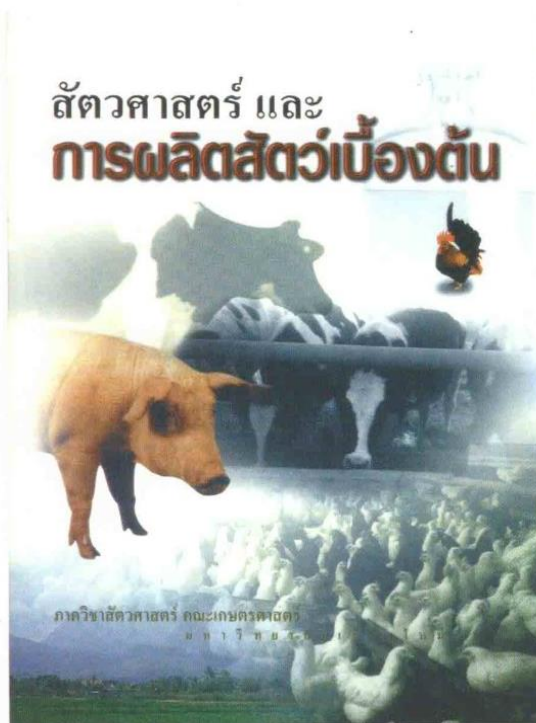
ภมรทิพย์ อักษรทอง^๑

วิธีนี้ใช้แยกเชื้อรา *Arthrobotrys* sp. จากดินได้แน่นอน เชื้อที่ได้สะอาด และแยกเชื้อได้รวดเร็วกว่าวิธีอื่นๆ ทำได้โดยการนำดินมา 3 กรัม (1 ช้อนชา) เทลงบนอาหาร WA (water agar) ในจานแก้ว (Petri dish) เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร โดยเทตามแนวเส้นผ่าศูนย์กลาง พร้อมฉีดน้ำเป็นชั้นไล่เดือนฝอยที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ผิวหน้าด้วยสารละลายสเตรปโตไมซินซัลเฟสเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์

ลงไป 1 มิลลิเมตร โดยแบ่งฉีดทั้งสองด้านของแนวดิน จากนั้นนำไปวางไว้ในห้องอุณหภูมิปกติ (25-27°เซลเซียส) นาน 3 วัน เชื้อราเจริญบน WA พร้อมสร้างบ่วง (loop) ดักไล่เดือนฝอย ทำการตรวจสอบได้ตั้งแต่ 3-15 วัน หลังฉีดน้ำเป็นชั้น บ่วงที่กินไล่เดือนฝอยแล้วจะสร้าง conidiophore และ conidia สามารถแยกเอา single conidia ไปเลี้ยงเพื่อขยายพันธุ์ต่อไปได้

^๑ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^๒ Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.



สัตวศาสตร์และการผลิตสัตว์เบื้องต้น

เนื้อหาในหนังสือ “สัตวศาสตร์และการผลิตสัตว์เบื้องต้น” แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นความรู้พื้นฐานทางด้านสัตวศาสตร์ ตั้งแต่บทที่ 1 ถึง 8 ประกอบด้วย บทบาทและความสำคัญของการเลี้ยงสัตว์ อาหารและการย่อยอาหาร การเจริญเติบโต ระบบเคี้ยวและการผลิตน้ำนม การสืบพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ การปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม และสุขศาสตร์เบื้องต้น ตอนที่ 2 เป็นเนื้อหาทางด้านการผลิตสัตว์ ตั้งแต่บทที่ 9 ถึงบทที่ 14 ประกอบด้วย การเลี้ยงสัตว์ปีก สุกร โคเนื้อ โคเนื้อ กระบือ และกระบือ

เขียนโดย : คณะอาจารย์ภาควิชาสัตวศาสตร์

สั่งซื้อได้ที่ : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โทร. 0-5394-4069-70