วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 22 ฉบับที่ 2 มิถุนายน 2549

ผลของธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา

โสภิตา ตาปัน และ โสระยา ร่วมรังษี.....95

ผลของไนโตรเจนและแคลเซียมต่อการเติบโตและการสะสมธาตุอาหารในว่านสีทิศ

จักรินทร์ สมบูรณ์ และ โสระยา ร่วมรังษี.....105

คุณภาพทางกายภาพและเคมีหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรีพันธุ์พระราชทาน 72

ชัยพิชิต เชื้อเมืองพาน และ ดนัย บุณยเกียรติ.....113

ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อการเข้าทำลายของเชื้อราในผลสตรอเบอรีพันธุ์พระราชทาน 72

พิมพ์ใจ สีหะนาม ดนัย บุณยเกียรติ และ กอบเกียรติ แสงนิล.....123

ผลของวิธีการให้แสงไฟต่อการออกดอกนอกฤดูของปทุมมา

อนงค์ พยัคฆ์ยหพล และ โสระยา ร่วมรังษี.....131

ข้อมูลพื้นฐานเพื่อการปรับปรุงพันธุ์รัก

อุไรวรรณ ถายา และ อดิศร กระแสชัย.....141

การตอบสนองต่อความเค็มระดับต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักโขม

สมชาย ชคตระการ.....147

Agrobacterium-Mediated Transformation of *Cry1Ac* Gene to Tobacco (*Nicotiana tabacum*) and Evaluation of *Heliothis armigera* Resistance

Tran Thi Dung, Le Tan Duc, Nguyen Huu Ho and Nguyen Van Uyen.....161

สมรรถภาพการให้ผลผลิตของไก่พื้นเมืองทีเลียงในหมู่บ้าน

อรอนงค์ พิมพ์คำไหล ชูศักดิ์ ประภาสวัสดิ์ และ อำนวย เลี้ยวธารากุล.....171

ความยากจนและการกระจายรายได้ของเกษตรกรในศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ปี พ.ศ. 2548

พรสิริ สืบพงษ์สังข์.....179

ISSN 0857-0841

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

เรื่องที่ตีพิมพ์

บทความวิจัย บทความปริทัศน์ หรือบทความวิชาการ

การเตรียมต้นฉบับ

1. **ภาษา** เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

2. **การพิมพ์** พิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษขนาด A 4 ด้วย ไมโครคอมพิวเตอร์โปรแกรมไมโคร-ซอฟเวิร์ด ตัวอักษร Cordia new ขนาด 14 ตัวอักษรต่อนิ้ว ความยาวไม่ควรเกิน 10 หน้า (รวมบทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ)

3. **การเรียงลำดับเนื้อหา**

3.1 ชื่อเรื่อง (Title) ควรสั้น ชัดเจน และต้องสื่อเป้าหมายหลักของการศึกษาวิจัย ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.2 ชื่อผู้เขียนและที่อยู่ เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.3 บทคัดย่อ (Abstract) ควรเป็นเนื้อหาที่สั้น ชัดเจนและเข้าใจง่าย โดยรวมเหตุผลในการศึกษาวิจัย อุปกรณ์ วิธีการ ตลอดจนผลการศึกษาและสรุปด้วย ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ควรเกิน 200 คำ และให้ระบุคำสำคัญ (keywords) ไว้ท้ายบทคัดย่อแต่ละภาษาด้วย (บทความปริทัศน์อาจไม่ต้องมีบทคัดย่อ)

3.4 คำนำ (Introduction) แสดงความเป็นมาและเหตุผลที่นำไปสู่การศึกษาวิจัย อาจรวมการตรวจเอกสาร (Review of Literature) และวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยไว้ด้วย

3.5 อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods) ให้บอกรายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนวิธีและแบบจำลองการศึกษาวิจัยที่ชัดเจน และสมบูรณ์

3.6 ผลการศึกษา (Results) ให้บรรยายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางหรือภาพประกอบได้ โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

3.7 วิจารณ์ (Discussion) ควรเชื่อมโยงกับผลการศึกษาว่าสอดคล้องกับสมมุติฐาน หรือแตกต่างไปจากผลงานวิจัยที่มีผู้รายงานไว้ก่อนหรือไม่อย่างไรและด้วยเหตุใด โดยมีพื้นฐานการอ้างอิงที่เชื่อถือได้ วิจารณ์อาจนำไปรวมกับผลการศึกษาเป็นผลการศึกษาและวิจารณ์ (Results and Discussion)

3.8 สรุป (Conclusion) ควรสรุปผลที่ได้รับจากการศึกษาวิจัย ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ พร้อมให้ข้อเสนอแนะ หรือระบุอุปสรรคและแผนงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

4. **กิตติกรรมประกาศ หรือ คำขอบคุณ (Acknowledgement)**

อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ที่ช่วยเหลือในงานวิจัย แต่ไม่ได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

5. **เอกสารอ้างอิง (References)**

5.1 ในเนื้อเรื่อง ไม่ควรอ้างอิงถึงเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องหรือห่างไกล ระบบที่ใช้อ้างอิงคือ ระบบชื่อ และปี (Name-and-year System) ในเอกสารภาษาไทย ให้ใช้ชื่อตัวและปี พ.ศ. เช่น สมชาย (2545) รายงานว่า…หรือ…(สมชาย, 2545) หากมีผู้เขียน 2 คน ให้ใช้เป็น สมชาย และสมหญิง (2547) รายงานว่า…หรือ…(สมชาย และสมหญิง, 2547) และถ้ามีผู้เขียนตั้งแต่ 3 คนขึ้นไป ให้ใช้ชื่อคนแรกแล้วตามด้วยคำว่า และคณะ เช่น สมชาย และคณะ (2546) รายงานว่า…หรือ…(สมชาย และคณะ, 2546) ในกรณีเอกสารเป็นภาษาอังกฤษ ให้ใช้ชื่อสกุลและปี ค.ศ. เช่น Johny, (2003)…หรือ…(Johny, 2003) ถ้าผู้เขียนมี 2 คน ให้ใช้เป็น Johny and Walker (2004) …หรือ…(Johny and Walker, 2004) หากมีมากกว่า 3 คน ให้ใช้เป็น Johny *et al.* (2005)…หรือ…(Johny *et al.*, 2005) สำหรับในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้ใส่ชื่อผู้เขียนทุกคน ห้ามใช้คำว่า และคณะ หรือ *et al.*

5.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ โดยเรียงตามลำดับอักษรในแต่ละภาษา ตามรูปแบบการเขียนมีดังนี้

1) วารสาร (Journals)

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. ชื่อวารสาร (เขียนเต็มหรือย่อก็ได้) ปีที่(ฉบับที่): เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด.

วันทนา มุทิตา และ ณัฐา ควรประเสริฐ. 2547. เซลล์พันธุศาสตร์และการถ่ายทอดสีดอกของฟิวเชีย. ว. เกษตร 20(1): 10-18.

Barcenas, N.M., T.R. Unruh and L.G. Neven. 2005. DNA diagnostics to identify internal feeders (Lepidoptera: Tortricidae) of pome fruits of quarantine importance. J. Econ. Entomol. 98(2): 299-306.

2) หนังสือ และตำรา (Books & Textbooks)

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

จริยา วิสิทธิ์พานิช ชาตรี สิทธิกุล และ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2545. โรคและแมลงศัตรูลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วง. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่. 308 หน้า.

Gullan, P.J. and P.S. Cranston. 2005. The Insects: An Outline of Entomology. 3rd ed. Blackwell Publishing, Malden. 505 pp.

3) เรื่องย่อยในตำราหรือหนังสือที่มีผู้เขียนแยกเรื่องกันเขียน และมีบรรณาธิการ

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องย่อย. หน้า เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด. *ใน*: ชื่อบรรณาธิการ, (บก.). ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์.

ดำรง เวชกิจ และ สมบูรณ์ ทองสกุล. 2535. เทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช. หน้า 22-42. *ใน*: สุวัฒน์ รวยอารีย์, (บก.). แมลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไอเดียสแควร์, กรุงเทพฯ.

Kubo, T. 2003. Molecular analysis of the honeybee sociality, pp. 3-20. *In*: T. Kikuchi, N. Azuma and S. Higashi, (eds.). Gene, Behaviors and Evolution of Social Insects. Hokkaido University Press, Sapporo.

4) วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. ระดับวิทยานิพนธ์. สถาบันการศึกษา. เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

อภินันท์ มณีพงษ์. 2547. ผลของการใช้โอโซนต่อคุณภาพและสารพิษตกค้างหลังการเก็บเกี่ยวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 100 หน้า.

5) เอกสารวิชาการอื่น ๆ

ชื่อผู้เขียน หรือหน่วยงาน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องหรือชื่อหนังสือ. ประเภทของเอกสาร. สถาบันหรือหน่วยงานที่จัดพิมพ์, เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

ทวีศักดิ์ ชโยภาส. 2544. แมลงศัตรูปาล์มน้ำมันในประเทศไทย. เอกสารวิชาการ. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 126 หน้า.

6) สื่ออิเล็คทรอนิคส์

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: ชื่อ Website (วันเดือนปีที่สืบค้นข้อมูล).

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2548. การปลูกผักแบบไม่ใช้ดิน (ไฮโดรโปนิกส์). (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.doae.go.th/proster/nondin/htm (21 เมษายน 2548)

Linardakis, D.K. and B.I. Manois. 2005. Hydroponic culture of strawberries in perlite. (Online). Available: http://www.schundler.com/strawberries.htm (April 21, 2005)

การส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ให้ส่งต้นฉบับ 1 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล โดยส่งถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

วารสารเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURE

ผู้จัดพิมพ์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		Publisher	Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
กำหนดการพิมพ์	วารสารราย 4 เดือน (3 ฉบับ/ปี)		Publication	Tri-annually
วัตถุประสงค์	เพื่อเผยแพร่วิทยาการด้านการเกษตรและสาขาที่เกี่ยวข้อง		Objective	To disseminate academic knowledge in agriculture and related fields
ที่ปรึกษา	คณบดีคณะเกษตรศาสตร์		Consultant	Dean, Faculty of Agriculture
	รองคณบดีฝ่ายวิจัย			Associate Dean for Research Affairs
	รองคณบดีฝ่ายบริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยี			Associate Dean for Community Affairs and Technology Transfer
	รศ. นคร	ณ ลำปาง		Nakorn Nalampang, Assoc. Prof.
	ผศ. ดร. มนู	ศีติสาร		Manu Seetisarn, Ph.D., Assis. Prof.
	ผศ. ดร. พิทยา	สรวมศิริ		Pittaya Sruamsiri, Dr. Agr., Assis. Prof.
บรรณาธิการ	รศ. ไพฑูรย์	รอดวินิจ	Editor	Paitoon Rodvinij, Assoc. Prof.
กองบรรณาธิการ	รศ. ดร. บุญล้อม	ชีวะอิสระกุล	Editorial Board	Boonlom Cheva-Isarakul, Dr. Agr, Assoc. Prof.
	ศ. เฉลิมพล	แซมเพชร		Chalermpone Sampet, Prof.
	รศ. ดร. ไสว	บูรณพานิชพันธุ์		Sawai Buranapanichpan, Ph.D., Assoc. Prof.
	รศ. ดร. สมบัติ	ศรีชูวงศ์		Sombat Srichuwong, Ph.D., Assoc. Prof.
	รศ. ศุภศักดิ์	ลิมปิติ		Supasark Limpiti, Assoc. Prof.
	ผศ. วราภา	คุณาพร		Warapa Kunaporn, Assist Prof.
	รศ. ถนอม	คลอดเพ็ง		Thanom Klodpeng, Assoc. Prof.
	รศ. ดร. ธวัชชัย	รัตน์ชเลศ		Tavatchai Radanachaless, Dr. Agr., Assoc. Prof.
เลขานุการ	นางสาววิไลพร	ธรรมตา	Secretary	Vilaiporn Thammata
สำนักงานและการติดต่อ	กองบรรณาธิการวารสารเกษตร งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200 โทร. 0 5394 4089-92 ต่อ 11 โทรสาร 0 5394 4666 E-mail: agjournal@chiangmai.ac.th		Office and Inquiries	Editorial Board, Journal of Agriculture, Research and International Relations, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand Tel: 0 5394 4089-92 Fax: 0 5394 4666 E-mail: agjournal@chiangmai.ac.th
การบอกรับเป็นสมาชิก	บอกรับเป็นสมาชิกได้จากใบบอกรับเป็นสมาชิกที่ได้แทรกมาพร้อมนี้ หรือติดต่อกองบรรณาธิการโดยตรง		Membership	Apply through the membership form as attached herewith or contact directly to the Editorial Board

กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจและแก้ไขบทความที่เสนอเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารเกษตร

The Editorial Board claims a right to review and correct all articles submitted for publishing

บทบรรณาธิการ

วารสารเกษตร ฉบับที่ 2 ปีที่ 22 (2549) นี้ ได้ออกล่าช้าไปกว่ากำหนด (มิถุนายน 2549) ไปเป็นเวลาถึง 3 เดือน ทั้งนี้ด้วยข้อจำกัดจำนวนบทความที่ส่งเข้ามาให้กองบรรณาธิการพิจารณาตีพิมพ์ ดังนั้น กองบรรณาธิการจึงได้เพิ่มประเภทของบทความที่รับพิจารณาลงตีพิมพ์ในวารสารเกษตรขึ้นอีกประเภทหนึ่ง คือ บทความวิชาการ ทั้งนี้เพื่อเปิดกว้างให้นักวิชาการและนักวิจัยสามารถจัดเตรียมและส่งบทความมาตีพิมพ์ในวารสารเกษตรหลากหลายมากขึ้น และท้ายนี้ กองบรรณาธิการวารสารเกษตร ใคร่ขอเรียนเชิญชวนนักวิชาการและนักวิจัยทุกท่านโปรดพิจารณาจัดเตรียมและส่งบทความผลงานวิชาการของท่านมาเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารเกษตร ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการเผยแพร่องค์ความรู้ผลงานวิชาการ ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาการเกษตรของประเทศให้ก้าวหน้าต่อไป

ผลของธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา

Effect of Plant Nutrition on Growth and Development of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

โสภิตา ตาปัน[1/] และ โสระยา ร่วมรังษี[1/,2/]

Sopita Tapun[1/] and Soraya Ruamrungsri[1/,2/]

Abstract: Effect of plant nutrition on growth and development of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. were conducted in two experiments. The first experiment was focused on an accumulation of nutrient contents at different stages of growth i.e. before planting, shoot sprouting, flowering and dormancy stage. The results showed that nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg) contents were increased and reached the highest content at its dormancy stage. K content was most abundant and Mg content was the least accumulation in *C. alismatifolia* throughout the growth period.

The second experiment was carried out to study the effects of nitrogen and potassium on growth and development. Plants were supplied with 3 different levels of nitrogen (50, 100 and 200 mg/l) combined with 3 levels of potassium (50, 100 and 200 mg/l). The results showed that plants supplied with N concentration at 200 mg/l had more plant height, more number of shoots/cluster, more spike length, and more new rhizomes than those obtained from the other levels. Plants subjected to potassium concentration at 200 mg/l gave the highest number of new storage roots/plant. Plants supplied with the combination of N 200 mg/l and K 100 mg/l resulted in giving more number of new rhizomes than from other treatments. N concentrations in new rhizomes increased with increasing N concentrations. More N concentration decreased K concentrations in new rhizomes and new storage roots.

Keywords: *Curcuma alismatifolia* Gagnep., nitrogen, potassium, plant nutrition

---

[1/] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[2/] ศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่ อันเนื่องมากจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

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

[2/] H.M. the King's Initiative Centre for Flower and Fruit Propagation, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 มุ่งศึกษาการเจริญเติบโตและปริมาณการสะสมธาตุอาหารในปทุมมาในระยะการเจริญต่างกัน คือ ระยะเริ่มปลูก 2 ระยะเจริญเติบโตทางใบ ระยะออกดอก และ ระยะพักตัว โดยปลูกหัวพันธุ์ปทุมมาในถุงพลาสติกดำขนาด 6x12 นิ้ว ใช้ดินผสมเป็นวัสดุปลูก พบว่า ปทุมมามีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นและสูงสุดในระยะพักตัว โดยมีการสะสมธาตุโพแทสเซียมมากที่สุด และสะสมธาตุแมกนีเซียมน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา โดยให้สารละลายธาตุอาหารที่ประกอบด้วยระดับความเข้มข้นของไนโตรเจน 3 ระดับคือ 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับโพแทสเซียม 3 ระดับ คือ 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการทดลองพบว่า ไนโตรเจนที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ปทุมมามีความสูง จำนวนหน่อต่อกอ ความยาวช่อดอก และจำนวนหัวใหม่ มากกว่าที่ได้รับจากไนโตรเจนระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โพแทสเซียมที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ปทุมมามีจำนวนตุ้มรากใหม่ต่อหัวมากที่สุด ส่วนการให้ไนโตรเจน 200 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับโพแทสเซียม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนหัวใหม่มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในตุ้มรากใหม่ระยะพักตัวเพิ่มมากขึ้นตามระดับไนโตรเจนที่สูงขึ้น แต่ระดับไนโตรเจนที่สูงขึ้นทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหัวใหม่และตุ้มรากใหม่ลดลง

คำสำคัญ: ปทุมมา ไนโตรเจน โพแทสเซียม ธาตุอาหาร

คำนำ

ปทุมมาจัดเป็นพืชใหม่ที่มีอนาคตสดใส เป็นที่นิยมของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ด้วยความสวยงามของลำต้น รูปทรง สีสันและความคงทนของดอก ตลอดจนความหลากหลายของสายพันธุ์ สามารถใช้เป็นไม้ตัดดอก ไม้กระถางและไม้ประดับแปลงได้ดี ชาวต่างประเทศเรียกปทุมมาว่า "Siam Tulip" (สุรวิช, 2539) ประเทศไทยเป็นประเทศเดียวที่ส่งออกหัวพันธุ์ปทุมมา ยังไม่มีคู่แข่งทางการค้า มีตลาดต่างประเทศรองรับที่สำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ สหรัฐอเมริกา และกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจยุโรป (EU) ตลาดหลักกลุ่มนี้มีความต้องการสูงถึงปีละกว่า 3 ล้านหัว มูลค่าการส่งออกประมาณ 30 ล้านบาทต่อปี นับเป็นอันดับสองรองจากกล้วยไม้ และมีแนวโน้มความต้องการมากขึ้นทุกปี (กรมวิชาการเกษตร, 2545; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) ปัจจุบันพบปัญหาการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวหรือโรคหัวเน่า (Brown rot) จากเชื้อ *Pseudomonas solanacearum* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียในดินทำความเสียหายให้แก่เกษตรกร โดยเชื้อแบคทีเรียสาเหตุของโรคหัวเน่า สามารถติดไปกับหัวพันธุ์ปทุมมาที่เก็บเกี่ยวจากแปลงที่พบการระบาดของโรค ทำให้หัวพันธุ์ปทุมมาที่ส่งออกมีเชื้อแบคทีเรียสาเหตุของโรคติดไปกับหัวพันธุ์ เป็นอุปสรรคต่อการส่งออก (ณัฏฐิมา, 2541) ดังนั้นเกษตรกรจึงหันมาปลูกปทุมมาในวัสดุไร้ดินเพื่อให้ได้หัวพันธุ์ที่สะอาดปราศจากโรคเป็นที่ยอมรับของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ นอกจากนี้ขนาดของหัวพันธุ์ตามมาตรฐานในการส่งออก ต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.8 เซนติเมตร มีตุ้มอาหารตั้งแต่ 4 ตุ้มขึ้นไป ตุ้มมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 1.5 เซนติเมตร ตุ้มต้องไม่หัก ไม่เป็นโรคและต้องทำความสะอาด ไม่มีดินติดไป (สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1, 2540; กรมวิชาการเกษตร, 2545)

ด้วยสาเหตุดังกล่าว การจัดการธาตุอาหารสำหรับการผลิตปทุมมาในวัสดุไร้ดินจึงมีความสำคัญ และนำมาสู่การศึกษาการใช้ธาตุอาหารในปทุมมาในระยะการเจริญต่างกันเพื่อหาระดับของธาตุอาหารที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของปทุมมา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการธาตุอาหารในการผลิตหัวพันธุ์ปทุมมาในระบบไร้ดินต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 การใช้ธาตุอาหารในปทุมมาตลอดระยะการเจริญเติบโต

ปลูกปทุมมาพันธุ์ Chiangmai Pink โดยใช้หัวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.95 เซนติเมตร จำนวนตุ้มรากเฉลี่ย 3.2 ตุ้ม ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 6 x 12 นิ้ว โดยใช้ดินผสมซึ่งประกอบด้วย ดิน:ทราย:แกลบดิบ:ถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1:1 เป็นวัสดุปลูก พบว่า หัวพันธุ์เริ่มงอกประมาณ 30 วันหลังปลูก จากนั้นจึงเริ่มให้สารละลายธาตุอาหารซึ่งประกอบด้วย แอมโมเนียมไนเตรท 61 กรัมต่อลิตร แอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 37 กรัมต่อลิตร โพแทสเซียมไนเตรท 103.5 กรัมต่อลิตร แมกนีเซียมซัลเฟต 42 กรัมต่อลิตร แคลเซียมคลอไรด์ 72 กรัมต่อลิตร กรดบอริค 0.247 กรัมต่อลิตร แมงกานีสซัลเฟต 0.446 กรัมต่อลิตร ซิงค์ซัลเฟต 0.23 กรัมต่อลิตร คอปเปอร์ซัลเฟต 0.02 กรัมต่อลิตร โมลิบดินัมออกไซด์ 0.013 กรัมต่อลิตร และเหล็กคีเลต 0.611 กรัมต่อลิตร สารละลายที่ได้นำมาผสมน้ำในอัตรา 1:200 รดให้แก่พืชสัปดาห์ละครั้ง

การทดลองที่ 2 ผลของระดับไนโตรเจน และโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา

ปลูกปลูกหัวพันธุ์ปทุมมา พันธุ์ Chiangmai Pink จำนวน 324 หัว ในวัสดุปลูกที่ประกอบด้วยทราย ขุยมะพร้าว และถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 ปลูกพืชในกระบะปลูกขนาด 1x1x0.5 เมตร จำนวน 9 ต้นต่อกระบะ ระยะปลูก 25x25 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จำนวน 3x3 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ (ต้น) หลังปลูก 50 วัน เมื่อพืชมีจำนวนใบ 1 ใบ เริ่มให้สารละลายธาตุอาหารที่ประกอบด้วยระดับความเข้มข้นของไนโตรเจน 3 ระดับคือ 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับโพแทสเซียม 3 ระดับคือ 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับธาตุอาหารอื่นให้พืชได้รับในระดับความเข้มข้นดังนี้ ฟอสฟอรัส 50 มิลลิกรัมต่อลิตร แมกนีเซียม 42 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลเซียม 131 มิลลิกรัมต่อลิตร โบรอน 0.22 มิลลิกรัมต่อลิตร แมงกานีส 0.84 มิลลิกรัมต่อลิตร สังกะสี 0.47 มิลลิกรัมต่อลิตร ทองแดง 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร และโมลิบดินัม 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร สัปดาห์ละครั้ง ครั้งละ 3 ลิตร ต่อตารางเมตร

การบันทึกข้อมูล

1. การเจริญเติบโตของต้น ได้แก่ ความสูงของต้น จำนวนใบต่อต้น จำนวนหน่อใหม่ต่อกอ คุณภาพดอก ปริมาณ และคุณภาพหัวพันธุ์ ได้แก่ ความยาวก้านดอก ความยาวช่อดอก (14 สัปดาห์หลังปลูก) จำนวนหัวใหม่ จำนวนตุ้มรากใหม่ต่อหัว (34 สัปดาห์หลังปลูก)

2. วิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสโดยใช้วิธี colorimetry วิเคราะห์โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมโดยใช้ Atomic absorption spectrophotometer ในส่วนของพืชสำหรับการทดลองที่ 1 วิเคราะห์ตามระยะการเจริญเติบโตต่างกัน 4 ระยะ คือ 1 ระยะเริ่มปลูก 2 ระยะเจริญเติบโตทางใบ (8 สัปดาห์หลังปลูก) 3 ระยะออกดอก (14 สัปดาห์หลังปลูก) และ 4 ระยะพักตัว (34 สัปดาห์หลังปลูก) ส่วนการทดลองที่ 2 วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมในหัวและตุ้มรากในระยะพักตัว

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การใช้ธาตุอาหารในปทุมมาตลอดระยะการเจริญเติบโต

หัวปทุมมาที่นำมาใช้ปลูกมีปริมาณธาตุไนโตรเจนมากที่สุด (70.04 มิลลิกรัม) รองลงมาคือ ธาตุฟอสฟอรัส (36.51 มิลลิกรัม) แคลเซียม (26.44 มิลลิกรัม) โพแทสเซียม (12.29 มิลลิกรัม) และมีการสะสมแมกนีเซียมน้อยที่สุด (11.37 มิลลิกรัม) ต่อมาเมื่อพืชมีการเจริญเติบโตทางลำต้นมีจำนวนใบเฉลี่ย 2.00 ใบ ความสูงเฉลี่ย 23.65 เซนติเมตร (อายุ 8 สัปดาห์หลังปลูก) พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น (136.39 มิลลิกรัม) ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมลดลงเล็กน้อย (79.57, 53.11, 51.16 และ 14.82 มิลลิกรัม ตามลำดับ) ต่อมาในระยะออกดอก (18 สัปดาห์หลังปลูก) มีปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้น เป็นที่น่าสังเกตว่าปทุมมามีการสะสมโพแทสเซียมมากกว่าธาตุอื่น ๆ ตลอด

ระยะการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงตั้งแต่ระยะที่ 2 เข้าสู่ระยะที่ 3 ส่วนในระยะพักตัว พบว่าปริมาณธาตุอาหารแต่ละชนิดมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับหัวที่ใช้ปลูก (ภาพที่ 1) ตลอดระยะการเจริญเติบโตทั้ง 4 ระยะ ชี้ให้เห็นว่าปทุมมามีการดูดและสะสมโพแทสเซียมมากกว่าธาตุอื่น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย (2540) พบว่า การปลูกปทุมมาให้ได้หัวพันธุ์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร พร้อมตุ้มราก 4 ตุ้ม ปทุมมามีความต้องการธาตุโพแทสเซียมมากที่สุด

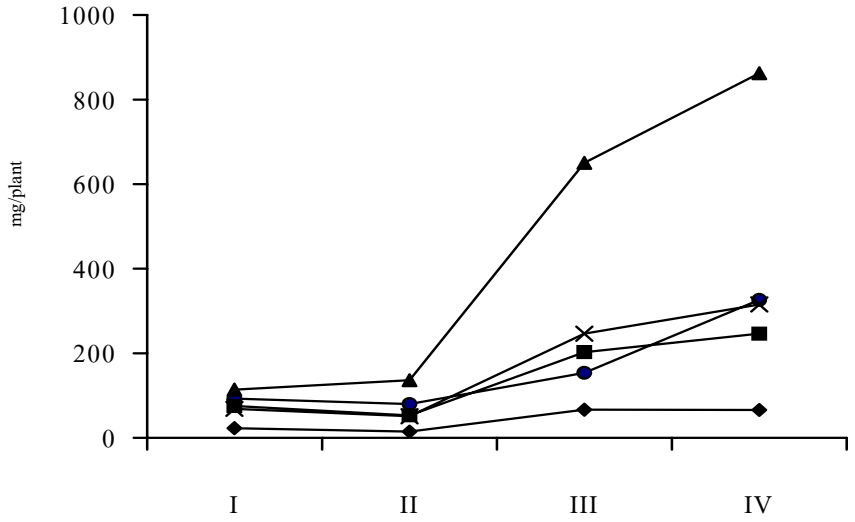


Figure 1 Change in nutrient contents in *Curcuma alismatifolia* Gagnep. at different stages of growth.
[I = Planting, II = Vegetative growth (8 weeks after planting: WAP), III = Flowering (14 WAP), IV = dormancy (34 WAP)]
● = nitrogen ■ = phosphorus ▲ = potassium ✕ = calcium
◆ = magnesium

การทดลองที่ 2 ผลของระดับไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาการเจริญเติบโต

ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นทำให้ปทุมมามีความสูงของต้นและจำนวนหน่อต่อกอมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระดับไนโตรเจน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร พืชมีความสูง จำนวนหน่อต่อกอมากที่สุด (ตารางที่ 1, 2) ทั้งนี้อาจเนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน กรดนิวคลีอิก คลอโรฟิลล์ เอนไซม์ โคเอนไซม์ รวมถึงฮอร์โมนบางชนิด จึงทำให้พืชที่กำลังเจริญเติบโต เมื่อได้รับปริมาณไนโตรเจนเหมาะสมทำให้พืชมีใบขนาดใหญ่และแตกกิ่งก้านสาขามากขึ้น (สมบุญ, 2538) ส่วนผลของระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียม พบว่า ระดับโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นไม่ทำให้ความสูงของต้น จำนวนใบ และจำนวนหน่อต่อกอแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสูง จำนวนใบ จำนวนหน่อต่อกอ จากผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า ในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น ไนโตรเจนมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของปทุมมามากกว่าโพแทสเซียม

Table 1 Effect of nitrogen and potassium on plant height (cm).

Nitrogen (mg/l)	Potassium (mg/l)			Means[1/]
	50	100	200	
50	33.11	36.94	36.97	35.67 b
100	38.00	38.13	37.72	37.95 a
200	38.63	38.25	38.69	38.52 a
Means [ns]	36.58	37.77	37.79	

[1/]Means with the same letter within column are not significant difference at P = 0.05 by least significant difference
ns = not significant different

Table 2 Effect of nitrogen and potassium on number of shoots/cluster.

Nitrogen (mg/l)	Potassium (mg/l)			Means [1/]
	50	100	200	
50	2.56	3.50	3.13	3.06 c
100	4.00	4.50	3.75	4.08 b
200	5.25	5.56	5.25	5.35 a
Means [ns]	3.94	4.52	4.04	

[1/]Means with the same letter within column are not significant difference at P = 0.05 by least significant difference
ns = not significant different

คุณภาพดอก ปริมาณ และคุณภาพหัวพันธุ์

จากตารางที่ 3 และ 4 พบว่า การให้ไนโตรเจนระดับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ปทุมมามีความยาวช่อดอก และจำนวนหัวใหม่มากกว่าได้รับไนโตรเจนระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อคุณภาพดอกและหัวพันธุ์มีการศึกษาในแกลดิโอลัส และให้ผลในทำนองเดียวกัน โดยจากการศึกษาของ Rajiv and Misra (2003) ได้ทำการศึกษาไนโตรเจน 5 ระดับคือ 0, 20, 40, 60 และ 80 กรัมต่อตารางเมตร พบว่า การให้ไนโตรเจน 60 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้แกลดิโอลัสพันธุ์ Jester Gold มีการเจริญเติบโต การออกดอกและคุณภาพดอกดีที่สุด ส่วนการให้ไนโตรเจน 80 กรัมต่อตารางเมตร แกลดิโอลัสมีคุณภาพของหัวดีที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากสารประกอบไนโตรเจนที่อยู่ในเนื้อเยื่อพืชมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช ในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ การขยายขนาดเซลล์ และรวมถึงการช่วยเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร (ยงยุทธ, 2543)

ส่วนผลของระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียม พบว่า ระดับของโพแทสเซียมมีผลต่อจำนวนตุ้มรากใหม่ต่อหัวของปทุมมา (ตารางที่ 5) โดยพืชที่ได้รับความเข้มข้นของโพแทสเซียมระดับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนตุ้มรากใหม่ต่อหัวมากที่สุด อาจเนื่องมาจากบทบาทของธาตุโพแทสเซียมซึ่งเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ดี และเป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต การสร้าง

น้ำตาล และเคลื่อนย้ายน้ำตาลในพืช เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของสารเอนไซม์ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน ช่วยเพิ่มอัตราการลำเลียงสารจากการสังเคราะห์แสงจากแหล่งจ่าย (source) มายังบริเวณที่สะสม (sink) (ดุสิต, 2535; ยงยุทธ, 2543)

การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนและโพแทสเซียม พบว่า ปัจจัยทั้งสองไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อคุณภาพดอกและคุณภาพของหัวพันธุ์ แต่ปัจจัยทั้งสองมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อจำนวนหัวใหม่ของปทุมมา โดยปทุมมาที่ได้รับไนโตรเจนระดับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับโพแทสเซียม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนหัวใหม่มากที่สุด มากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หากเพิ่มระดับโพแทสเซียมเป็น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวนหัวใหม่กลับลดลง (ตารางที่ 4) น่าจะเป็นไปในทำนองเดียวกับรายงานของ ชิต (2533) และ Phillips and Barber (1959) ซึ่งกล่าวถึง ระดับของไนโตรเจน และโพแทสเซียมที่มีอยู่ในวัสดุปลูกสูง หากมีมากเกินระดับที่สมดุลของทั้งสองธาตุแล้ว ธาตุใดธาตุหนึ่งจะลดการดึงดูดของอีกธาตุหนึ่ง

Table 3 Effect of nitrogen and potassium on spike length (cm).

Nitrogen (mg/l)	Potassium (mg/l)			Means[1/]
	50	100	200	
50	14.61	14.96	15.13	14.90 b
100	15.44	15.31	15.06	15.27 b
200	15.87	15.88	15.86	15.87 a
Means [ns]	15.31	15.38	15.35	

[1/]Means with the same letter within column are not significant difference at P = 0.05 by least significant difference
ns = not significant different

Table 4 Effect of nitrogen and potassium on new rhizomes.

Nitrogen (mg/l)	Potassium (mg/l)[1/]			Means[1/]
	50	100	200	
50	3.50 cde	2.75 e	3.00 de	3.08 b
100	4.75 b	4.50 bc	2.75 e	4.00 b
200	4.00 bcd	6.50 a	5.00 b	5.17 a
Means [ns]	4.08	4.58	3.58	

[1/]Means with the same letter within column are not significant difference at P = 0.05 by least significant difference
ns = not significant different

Table 5 Effect of nitrogen and potassium on number of new storage roots per rhizome.

Nitrogen (mg/l)	Potassium (mg/l)			Means ns
	50	100	200	
50	4.38	4.83	4.94	4.72
100	4.01	5.23	7.06	5.43
200	5.29	4.41	5.94	5.21
Means 1/	4.59 b	4.82 b	5.98 a	

1/Means with the same letter within row are not significant difference at P = 0.05 by least significant difference
ns = not significant different

ความเข้มข้นของไนโตรเจนและโพแทสเซียม ในหัวใหม่และตุ้มรากใหม่ระยะพักตัว

ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นทำให้ปทุมมามีความเข้มข้นของไนโตรเจนในตุ้มรากใหม่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระดับไนโตรเจน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร พืชมีความเข้มข้นของไนโตรเจนมากที่สุด (ตารางที่ 6) แต่ระดับไนโตรเจนไม่มีผลต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในหัวใหม่ อาจเนื่องจากหัวใหม่ทำหน้าที่เป็น strong sink ไนโตรเจนจึงมาสะสมอยู่มากจนทำให้ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน ผลของการให้ระดับไนโตรเจนที่แตกต่างกัน จึงแสดงออกที่ตุ้มรากใหม่มากกว่าที่หัวใหม่ แต่ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นทำให้ปทุมมามีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหัวใหม่และตุ้มรากใหม่ลดลง (ตารางที่ 7, 8) น่าจะเกี่ยวข้องกับการที่หัวใหม่และตุ้มรากใหม่ทำหน้าที่เป็นบริเวณที่สะสม (sink) ทั้งธาตุอาหาร และอาหารสะสมพวกแป้ง และน้ำตาล เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนมาก อาหารสะสมมีมากในหัวใหม่ และตุ้มรากใหม่ ทำให้โพแทสเซียมซึ่งทำหน้าที่ปรับสมดุลของประจุระหว่างเซลล์ มีความเข้มข้นลดลงเพื่อปรับให้เกิดสมดุลขึ้น (ยงยุทธ, 2543) ส่วนผลของระดับโพแทสเซียมไม่ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน และโพแทสเซียมในหัวใหม่และตุ้มรากใหม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 6 Effect of nitrogen and potassium on nitrogen concentrations (%) in new storage roots.

Nitrogen (mg/l)	Potassium (mg/l)			Means 1/
	50	100	200	
50	0.38	0.57	0.55	0.50 b
100	0.42	0.31	0.40	0.38 b
200	1.01	0.88	0.90	0.93 a
Means ns	0.60	0.59	0.62	

1/Means with the same letter within column are not significant difference at P = 0.05 by least significant difference
ns = not significant different

Table 7 Effect of nitrogen and potassium on potassium concentrations (%) in new rhizome.

Nitrogen (mg/l)	Potassium (mg/l)			Means [1/]
	50	100	200	
50	2.02	3.10	2.83	2.65 a
100	2.21	2.15	2.40	2.25 ab
200	1.90	1.71	1.65	1.75 b
Means [ns]	2.04	2.32	2.29	

[1/]Means with the same letter within column are not significant difference at P = 0.05 by least significant difference
ns = not significant different

Table 8 Effect of nitrogen and potassium on potassium concentrations (%) in new storage roots.

Nitrogen (mg/l)	Potassium (mg/l)			Means [1/]
	50	100	200	
50	8.93 bc	9.71 ab	10.87 a	9.84 a
100	8.68 bcd	7.15 de	7.49 cde	7.77 b
200	6.66 e	7.74 cde	8.55 bcd	7.66 b
Means [ns]	8.10	8.20	8.97	

[1/]Means with the same letter within column are not significant difference at P = 0.05 by least significant difference
ns = not significant different

สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ปทุมมามีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เพิ่มขึ้นและสูงสุดในระยะพักตัว โดยมีการสะสมธาตุโพแทสเซียมมากที่สุด และสะสมธาตุแมกนีเซียมน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต

การทดลองที่ 2 ไนโตรเจนที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ปทุมมามีความสูง จำนวนหน่อต่อกอ ความยาวช่อดอก และจำนวนหัวใหม่ มากกว่าที่ได้รับจากไนโตรเจนระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โพแทสเซียมที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ปทุมมามีจำนวนตุ้มรากใหม่ต่อหัวมากที่สุด ส่วนการให้ไนโตรเจน 200 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับโพแทสเซียม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนหัวใหม่มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในตุ้มรากใหม่ระยะพักตัวเพิ่มมากขึ้นตามระดับไนโตรเจนที่สูงขึ้น แต่ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหัวใหม่และตุ้มรากใหม่ลดลง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับปทุมมา. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. 22 หน้า.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547. สถานการณ์พืชเศรษฐกิจปี 2544. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.doae.go.th/plant/patumma.htm (15 ตุลาคม 2547)

ชิต อินปรา. 2533. อิทธิพลของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่มีต่อการเติบโตของต้นและคุณภาพดอกของบานชื่นที่ปลูกเป็นไม้ตัดดอก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 113 หน้า.

ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล. 2541. โรคหัวเน่าของปทุมมาปัญหาของการส่งออก. น.ส.พ. กสิกร 71(1): 38-40.

ดุสิต มานะจุติ. 2535. ปฐพีวิทยาทั่วไป. งานส่งเสริมการวิจัยและตำรา กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 350 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 213 หน้า.

ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย. 2540. การใส่ปุ๋ยและชนิดปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการสร้างหัวปทุมมา. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.libserver.doa.go.th/Infosearch/Abstract_Detail.asp. (15 สิงหาคม 2547)

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 213 หน้า.

สุรวิช วรรณไกรโจน์. 2539. ผลของคุณภาพและการเก็บรักษาหัวพันธุ์ต่อการผลิตปทุมมา. รายงานการประชุมทางวิชาการไม้ดอกไม้ประดับแห่งชาติครั้งที่ 2. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 247 หน้า.

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1. 2540. การผลิตปทุมมาเพื่อการส่งออก. น.ส.พ. กสิกร 70(5): 450-456.

Phillips, M.W. and S.A. Barber. 1959. Estimation of available soil potassium from plant analysis. J. Agron. 51: 403-406.

Rajiv, K. and R.L. Misra. 2003. Response of gladiolus to nitrogen, phosphorous and potassium fertilization. (Online). Available: http://dbonline2.lib.cmu.ac.th/cabi/detail.nsp (15 October 2004).

ผลของไนโตรเจนและแคลเซียมต่อการเติบโตและการสะสมธาตุอาหารในว่านสี่ทิศ

Effect of Nitrogen and Calcium on Growth and Nutrient Accumulation in *Hippeastrum* spp.

จักรินทร์ สมบูรณ์[1/] และ โสระยา ร่วมรังษี[1/]

Jakarin Somboon[1/] and Soraya Ruamrungsri[1/]

Abstract: The effect of plant nutrition on growth of *Hippeastrum* spp. was carried out into two experiments. The first experiment was focused on the effect of three levels (50, 75 and 100 mg/l) of nitrogen concentrations on growth of *Hippeastrum*. The results showed that nitrogen concentration at 75 mg/l was optimal for *Hippeastrum* growth. This concentration gave the highest plant height and bulb diameter of 57.55 and 4.45 cm, respectively. Nitrogen concentration in plant tissue increased while phosphorus concentration decreased with the increasing levels of nitrogen. However, potassium concentrations were not different among treatments.

The second experiment was focused on the effect of calcium concentrations on growth of *Hippeastrum*. Treatments were 5 different levels of calcium 0, 50, 100, 150 and 200 mg/l. The results showed that plants height was increased significantly when treated with calcium. However, leaf number and bulb diameter were not significant different among treatments. Calcium treated plants had higher concentration of nitrogen, potassium and calcium but lower phosphorus concentration in their tissue.

Keywords: *Hippeastrum* spp., nitrogen, calcium, bulb size, growth

[1/] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

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

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโตของว่านสี่ทิศ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของไนโตรเจน 3 ระดับ (50, 75 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อการเจริญเติบโตของว่านสี่ทิศ ผลการทดลองพบว่า ระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนที่เหมาะสมในการปลูกว่านสี่ทิศจากหัวขนาดเล็ก คือ 75 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งทำให้ว่านสี่ทิศมีความสูง และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัวมากที่สุดเฉลี่ย 57.55 และ 4.45 เซนติเมตร ตามลำดับ การให้สารละลายที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้นและฟอสฟอรัสมีแนวโน้มลดลง แต่ไม่ได้ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของแคลเซียมต่อการเติบโตของว่านสี่ทิศ โดยให้สารละลายธาตุอาหารที่มีระดับความเข้มข้นของแคลเซียม 5 ระดับ คือ 0, 50, 100, 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า การให้แคลเซียมทำให้พืชมีความสูงมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับแคลเซียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จำนวนใบและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พืชที่ได้รับแคลเซียมมีความเข้มข้นของไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียมในเนื้อเยื่อมากขึ้น แต่ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสลดลง

คำสำคัญ: ว่านสี่ทิศ ไนโตรเจน แคลเซียม ขนาดหัว การเจริญเติบโต

คำนำ

ว่านสี่ทิศ เป็นไม้ดอกประเภทหัว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hippeastrum* spp. จัดอยู่ในวงศ์ Amarylidaceae เป็นพืชหลายฤดูและจัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ว่านสี่ทิศมีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนและกึ่งร้อนของทวีปอเมริกา ตั้งแต่ประเทศเม็กซิโก และหมู่เกาะอินดิสตะวันตกเรื่อยไปทางตอนใต้จนถึงประเทศชิลี และประเทศอาร์เจนตินา (วินัย, 2536; วัฒนาวดี, 2542; Okubu, 1993.

ในตลาดโลก มีว่านสี่ทิศเป็นไม้ตัดดอกประเภทหัว อยู่ใน 10 อันดับยอดนิยมเสมอมา และแนวโน้มของความนิยมยังคงไม่เปลี่ยนแปลงจนถึงปัจจุบัน และได้มีการผลิตว่านสี่ทิศลูกผสมพันธุ์ใหม่ ๆ ออกมาสู่ตลาดอย่างต่อเนื่องมากกว่า 300 พันธุ์ (Okubu, 1993) ปัจจุบันกลุ่มผู้ปลูกเลี้ยงว่านสี่ทิศในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้นทำให้มีความต้องการว่านสี่ทิศพันธุ์ใหม่เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย มีการนำเข้าหัวพันธุ์ว่านสี่ทิศพันธุ์ลูกผสมจากต่างประเทศเป็นปริมาณมากเพื่อนำมาปลูกเลี้ยงเป็นการค้า ทำให้สูญเสียเงินตราออกนอกประเทศมาก (วัฒนาวดี, 2542) การศึกษาเกี่ยวกับธาตุอาหารจึงมีบทบาทสำคัญในการผลิตว่านสี่ทิศโดยเฉพาะธาตุอาหารหลักคือ ไนโตรเจน ซึ่งมีความสำคัญในการขยายขนาดของหัว การเพิ่มและขยายขนาดของเซลล์ ซึ่งมีผลทำให้ได้หัวที่มีขนาดใหญ่ ดังเช่น Nautiyal and Bajpai (1979) ศึกษาความต้องการธาตุอาหารของว่านสี่ทิศพันธุ์ Royal Dutch พบว่า การให้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในอัตราส่วน 60 : 30 : 30 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีที่สุดในด้านของจำนวนดอกและคุณภาพดอก นอกจากนี้ธาตุอาหารยังมีผลต่อพืชอื่น ๆ อีก เช่น Rajiv and Misra (2003) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตการออกดอก และผลผลิตของแกลดิโอลัสพันธุ์ Jester Gold โดยการให้ไนโตรเจน 5 ระดับคือ 0, 20, 40, 60 และ 80 กรัมต่อตารางเมตร พบว่า แกลดิโอลัสมีการเจริญเติบโตและออกดอกดีที่สุดเมื่อให้ไนโตรเจน 60 กรัมต่อตารางเมตร โดยมีจำนวนใบ 6.0 ใบ พื้นที่ใบ 330.83 ตารางเซนติเมตร ความสูงของต้น 80.6 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกย่อย 9.7 เซนติเมตร จำนวนดอกย่อยต่อช่อ 15.7 ดอก และความยาวช่อดอก 58.8 เซนติเมตร ส่วนการให้ไนโตรเจน 80 กรัมต่อตารางเมตร แกลดิโอลัสมีคุณภาพของหัวดีที่สุด โดยมีจำนวนหัวต่อต้น 1.8 หัว ขนาดหัว 5.3 เซนติเมตร น้ำหนักหัว 44.8 กรัม จำนวนหัวย่อยต่อต้น 19.3 หัว และน้ำหนักหัวย่อย 5.0 กรัม

จากความสำคัญในเชิงการค้าดังที่กล่าวมาข้างต้น จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาเทคโนโลยีการผลิตว่านสี่ทิศในเชิงการค้า และเนื่องจากการขยายพันธุ์ว่านสี่ทิศเพื่อให้ได้หัวขนาดใหญ่ ต้องใช้เวลานาน การวิจัยนี้มุ่งศึกษาระดับธาตุอาหารที่เหมาะสมในการเติบโต และการผลิตหัวพันธุ์ว่านสี่ทิศขนาดใหญ่ในระยะเวลารวดเร็ว

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 ผลของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของว่านสี่ทิศ

ปลูกต้นว่านสี่ทิศพันธุ์ดอยคำ 23 ในวัสดุที่ประกอบด้วย ทรายและเพอร์ไลท์ อัตราส่วน 1 : 1 ปลูกพืชในถุงพลาสติกสีขาวขนาด 4 x 8 นิ้ว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ หลังปลูก 1 สัปดาห์ เมื่อพืชเริ่มตั้งตัวได้ เริ่มให้สารละลายธาตุอาหารที่ประกอบด้วยระดับความเข้มข้นของไนโตรเจน 3 ระดับคือ 50, 75 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับธาตุอาหารอื่นให้พืชได้รับในระดับความเข้มข้นเท่ากันคือ ฟอสฟอรัส 100.18 มิลลิกรัมต่อลิตร โพแทสเซียม 199.79 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลเซียม 82.55 มิลลิกรัมต่อลิตร และแมกนีเซียม 68.18 มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองที่ 2 ผลของแคลเซียมต่อการเจริญเติบโตของว่านสี่ทิศ

ปลูกต้นว่านสี่ทิศพันธุ์ดอยคำ 23 ในวัสดุปลูกที่ประกอบด้วย ทรายและเพอร์ไลท์ อัตราส่วน 1 : 1 ปลูกพืชในถุงพลาสติกสีขาวขนาด 4 x 8 นิ้ว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 5 กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ หลังปลูก 1 สัปดาห์ เมื่อพืชเริ่มตั้งตัวได้ เริ่มให้สารละลายธาตุอาหารที่ประกอบด้วยระดับความเข้มข้นของแคลเซียม 5 ระดับ คือ 0, 50, 100, 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับธาตุอาหารอื่นให้พืชได้รับในระดับความเข้มข้นเท่ากัน คือ ไนโตรเจน 75 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัส 100.18 มิลลิกรัมต่อลิตร โพแทสเซียม 199.79 มิลลิกรัมต่อลิตร และแมกนีเซียม 68.18 มิลลิกรัมต่อลิตร

การบันทึกข้อมูล

1. การเจริญเติบโตของต้น ได้แก่ ความสูงของต้น จำนวนใบต่อต้น

2. คุณภาพหัวพันธุ์ ได้แก่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัว

3. วิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยใช้วิธี Colorimeter วิเคราะห์ โพแทสเซียม และแคลเซียม โดยใช้ Atomic absorption spectrophotometer ในระยะเริ่มปลูก (stage 1) ระยะหลังย้ายปลูก 5 เดือน (stage 2) และระยะพักตัว (stage 3)

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของว่านสี่ทิศ

ระดับไนโตรเจนมีผลต่อว่านสี่ทิศโดยพบว่าความสูงของต้นและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยความเข้มข้นของไนโตรเจน 75 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความสูงและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัวมากที่สุด เฉลี่ย 57.55 และ 4.45 เซนติเมตร ตามลำดับ และไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับความสูงอาจเนื่องมาจากไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน กรดนิวคลิอิก คลอโรฟิลล์ เอนไซม์ โคเอนไซม์ ฮอร์โมนบางชนิด ซึ่งมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช ในการกระตุ้น การแบ่งเซลล์ การขยายขนาดเซลล์ และรวมถึงการช่วยเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร (สมบุญ, 2538; ยงยุทธ, 2543) ดังนั้นจากผลการทดลองการให้ไนโตรเจนในระดับ 75 มิลลิกรัมต่อลิตรแก่ว่านสี่ทิศจึงเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตในด้านความสูงของต้น เนื่องจากแม้ว่าจะเพิ่มระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงขึ้นความสูงของต้นและขนาดหัวก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่หัวมีขนาดเล็กลง ส่วนไนโตรเจนในระดับต่างกันไม่มีผลต่อจำนวนใบต่อต้น ตลอดระยะการเจริญเติบโต (ตารางที่ 1)

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืช

เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนสูงขึ้น มีผลทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อมากขึ้น และมีผลทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระยะแรกของการเจริญเติบโต แต่ระดับของไนโตรเจนไม่มีผลต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมทั้งในใบ รากและหัว ตลอดระยะการเจริญเติบโต (ตารางที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่างเป็นองค์ประกอบของสารประกอบชนิดเดียวกันหลายชนิด เช่น ATP และโคเอนไซม์ (coenzyme) บางชนิด ได้แก่ NAD^+, $NADP^+$, FAD และโคเอนไซม์เอ ดังนั้นเมื่อพืชใช้ไนโตรเจนในการสร้างสารเหล่านี้ จึงมีการดูดใช้ฟอสฟอรัสมากขึ้น (สมชาย, 2531; สมบุญ, 2538; ยงยุทธ, 2543) ในการทดลองนี้พบว่าระดับของไนโตรเจนทั้งสามระดับไม่มีผลต่อระดับแคลเซียมในระยะที่ 1 แต่พบว่าในระยะที่ 2 ระดับแคลเซียมในใบที่ได้รับไนโตรเจน 50 มิลลิกรัมต่อลิตรมีค่ามากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทางตรงข้ามระดับแคลเซียมในเนื้อเยื่อรากซึ่งได้รับไนโตรเจน 75 มิลลิกรัมต่อลิตรมีค่ามากกว่ากรรมวิธีอื่น ส่วนในระยะที่ 3 พบว่า ระดับไนโตรเจนมีผลต่อความเข้มข้นของแคลเซียมในหัวแต่ไม่มีผลต่อความเข้มข้นในราก (ตารางที่ 2)

การทดลองที่ 2 ผลของแคลเซียมต่อการเติบโตและคุณภาพหัวของว่านสี่ทิศ

ความสูงของว่านสี่ทิศมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยว่านสี่ทิศที่ได้รับแคลเซียมทุกกรรมวิธีมีความสูงมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับแคลเซียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) ทั้งนี้อาจเนื่องจากพืชต้องการแคลเซียมมากในระยะแรกของการเจริญเติบโตเพื่อให้ผนังเซลล์เนื้อเยื่อและต้นพืชแข็งแรง (สมบุญ, 2538) ดังนั้นจึงเห็นความแตกต่างอย่างเด่นชัด ส่วนในด้านจำนวนใบและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัว พบว่าระดับความเข้มข้นของแคลเซียมไม่มีผลทำให้จำนวนใบและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัวแตกต่างกันทางสถิติ

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อ

พืชที่ได้รับแคลเซียมมีความเข้มข้นของไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียมในเนื้อเยื่อพืชมากกว่าพืชที่ไม่ได้รับแคลเซียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องพืชต้องการแคลเซียมมากในระยะแรกของการเจริญเติบโต เพื่อให้ผนังเซลล์ เนื้อเยื่อและต้นพืชแข็งแรง (สมบุญ, 2538) และแคลเซียมมีบทบาทในการช่วยเพิ่มอัตราการดูดซึมธาตุโพแทสเซียม (นภดล, 2538) ส่วนพืชที่ไม่ได้รับแคลเซียมทำให้มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในหัว ราก และใบ ตลอดระยะการเจริญเติบโตมากกว่าว่านสี่ทิศที่ได้รับแคลเซียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากในสภาพที่มีไอออนของแคลเซียมและแมกนีเซียมมาก ทำให้ฟอสเฟตไอออนรวมกับไอออนประจุบวกเหล่านี้กลายเป็นเกลือที่ไม่ละลายน้ำในรูปที่พืชนำไปใช้ได้น้อย (สมบุญ, 2538) จึงทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อพืชลดลง เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของแคลเซียมขึ้น (ตารางที่ 4)

Table 1 Effect of nitrogen on growth of *Hippeastrum* spp.

Treatment (mg/l of N)	Plant height[1/] (cm)	Leaves/plant	Diameter of bulb[1/] (cm.)
50	52.15 b	5.25	4.17 ab
75	57.55 a	5.50	4.45 a
100	55.80 ab	5.75	3.75 b

[1/] Means follow by same letter within column are not significant difference at P = 0.05 by least significant difference

Table 2 Effect of nitrogen concentrations in tissue of *Hippeastrum* spp.

Treatment	Concentration	Stage 1			Stage 2[1/]			Stage 3[1/]	
(mg/l of N)	of nutrient (%)	Bulb	Leaves	Roots	Bulb	Leaves	Roots	Bulb	Roots
50		0.62	1.95	1.42	1.73 b	2.11 b	1.92 c	3.04 c	2.69 b
75	Nitrogen	0.62	1.98	1.37	2.24 a	2.51 a	2.40 b	4.07 b	3.48 ab
100		0.66	2.00	1.44	2.33 a	2.53 a	3.04 a	4.85 a	4.23 a
50		1.56	3.78	1.40	1.95 a	2.94 a	2.39 a	2.34	2.41
75	Phosphorus	1.73	3.29	1.49	1.41 b	2.37 b	2.45 a	2.30	2.65
100		1.60	3.79	1.43	1.98 a	2.51 b	1.84 b	2.40	2.33
50		12.52	16.93	11.49	7.37	14.45	11.09	3.53	4.57
75	Potassium	12.80	17.61	11.63	6.70	14.73	10.81	3.55	4.21
100		12.66	16.78	11.35	7.49	14.98	11.14	3.44	3.84
50		2.32	2.67	2.28	2.79	3.61 a	2.98 b	2.77 a	3.21
75	Calcium	2.38	2.66	2.25	3.01	2.95 b	3.39 a	2.42 b	3.44
100		2.28	2.58	2.25	2.76	2.98 b	3.04 b	2.95 a	3.27

[1/] Means follow by same letter within column are not significant difference at P = 0.05 by least significant difference

Table 3 Effect of calcium on growth of *Hippeastrum* spp.

Treatment (mg/l of Ca)	Plant height[1/] (cm)	Leaves/plant	Diameter of bulb (cm)
0	47.70 b	6.00	4.08
50	57.30 a	6.50	4.19
100	57.22 a	6.50	4.09
150	59.66 a	6.50	3.93
200	54.19 ab	6.00	3.63

[1/] Means follow by same letter within column are not significant difference at p=0.05 by least significant difference

Table 4 Effect of calcium concentrations in tissue of *Hippeastrum* spp.

Treatment	Concentration	Stage 1			Stage 2[1/]			Stage 3[1/]	
(mg/l of ca)	of nutrient (%)	Bulb	Leaves	Roots	Bulb	Leaves	Roots	Bulb	Roots
0		0.47	2.40	1.46	1.21 b	1.97 d	2.17 c	3.61 d	3.30 c
50		0.43	2.48	1.44	2.10 a	2.21 c	2.46 bc	6.01 a	4.88 a
100	Nitrogen	0.44	2.42	1.39	2.31 a	2.47 b	2.58 ab	5.37 b	4.80 a
150		0.48	2.54	1.44	1.96 a	2.61 a	2.94 a	5.03 bc	4.87 a
200		0.48	2.41	1.35	2.24 a	2.43 b	2.38 bc	4.70 c	4.06 b
0		1.08	3.31	0.94	2.29 a	6.20 a	4.21 a	2.85 a	3.75 a
50		1.05	3.19	0.95	1.65 b	2.97 c	2.77 b	2.28 b	3.35 ab
100	Phosphorus	1.02	3.33	0.99	1.58 bc	3.46 b	4.40 a	2.23 b	3.15 b
150		0.85	3.33	1.02	1.36 c	2.80 c	1.93 bc	1.95 c	1.76 c
200		0.79	3.35	1.04	1.61 b	2.00 d	1.15 c	1.69 c	1.42 c
0		6.12	16.38	10.59	6.40	15.18 c	7.93 d	3.16	3.25 d
50		6.08	16.19	10.37	6.34	16.58 ab	10.53 c	3.21	3.34 d
100	Potassium	6.06	16.32	10.35	6.44	15.52 bc	12.89 b	3.05	5.37 a
150		5.83	16.35	10.15	6.48	17.30 a	9.99 c	3.15	4.61 b
200		5.81	16.24	10.34	6.39	16.96 a	15.47 a	3.23	3.94 c
0		2.38	2.51	2.47	2.30 d	2.34 d	2.34 b	2.59 c	2.67 c
50		2.46	2.52	2.52	2.97 b	3.13 b	3.86 a	3.03 b	3.38 b
100	Calcium	2.46	2.55	2.57	2.77 bc	2.89 c	4.12 a	2.96 b	3.58 b
150		2.53	2.59	2.57	2.67 c	2.83 c	2.94 b	3.14 b	3.41 b
200		2.58	2.63	2.57	3.41 a	3.50 a	4.70 a	3.63 a	4.87 a

[1/] Means follow by same letter within column are not significant difference at p=0.05 by least significant difference

สรุปผลการทดลอง

ผลของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของว่านสี่ทิศ

การให้ไนโตรเจนระดับต่างกันทำให้ว่านสี่ทิศมีความสูงของต้น (สัปดาห์ที่ 8 หลังย้ายปลูก) และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไนโตรเจนระดับ 75 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้พืชมีความสูงต้นและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัวมากที่สุดเฉลี่ย 57.55 และ 4.45 เซนติเมตร ตามลำดับ

ส่วนความเข้มข้นของธาตุอาหารแปรผันไปตามส่วนของพืช ระยะการเจริญเติบโตและระดับความเข้มข้นของไนโตรเจน พืชได้รับระดับไนโตรเจนสูงขึ้น มีผลทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนเพิ่มขึ้นและฟอสฟอรัสมีแนวโน้มน้อยลง แต่ระดับของไนโตรเจนไม่มีผลต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมทั้งในใบ รากและหัว ตลอดระยะการเจริญเติบโต

ผลของแคลเซียมต่อการเจริญเติบโตของว่านสี่ทิศ

ว่านสี่ทิศเมื่อได้รับความเข้มข้นของแคลเซียมที่แตกต่างกัน มีความสูงของต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพืชที่ได้รับแคลเซียมมีความสูงมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับแคลเซียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลทำให้จำนวนใบและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พืชที่ได้รับแคลเซียมมีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนและโพแทสเซียมและแคลเซียมมากกว่าพืชที่ไม่ได้รับแคลเซียมแต่ทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสลดลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวงที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยและสถานที่ดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นภดล เรียบเลิศหิรัญ. 2538. การปลูกพืชไร้ดิน. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ. 100 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 213 หน้า.

วัฒนาวดี จินตภากร. 2542. การเจริญเติบโตของหัวว่านสี่ทิศ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 109 หน้า.

วินัย ภาณุสันต์. 2536. ว่านสี่ทิศ (Amaryllis) อุตสาหกรรมไม้ดอกไม้ประดับ. เคหการเกษตร 16 (12): 21-28.

สมชาย องค์ประเสริฐ. 2531. ปฐพีศาสตร์เบื้องต้น. ภาควิชาดินและปุ๋ย. คณะผลิตกรรมการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่. 423 หน้า.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 213 หน้า.

Nautiyal, M.C. and P. N. Bajpai. 1979. Studies on nutritional requirement of Amaryllis (*Amaryllis belladonna* Linn.) variety Royal Dutch. (Online). Available: http://dbonline2.lib.cmu.ac.th/cabi/detail.nsp (30 October 2004).

Okubu, H. 1993. Hippeastrum (Amaryllis) in The Physiology of Flower Bulbs. Elsevier Science Publisher B. V., Amsterdam. 811 pp.

Rajiv, K. and R.L. Misra. 2003. "Response of Gladiolus to nitrogen, phosphorous and potassium fertilization." (Online). Available: http://dbonline2.lib.cmu.ac.th/cabi/detail.nsp (15 October 2004).

คุณภาพทางกายภาพและเคมีหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72

Postharvest Physico-chemical Quality of Strawberry Fruit cv. No. 72

ชัยพิชิต เชื้อเมืองพาน[1/] และ ดนัย บุณยเกียรติ[1/]

Chaipichit Chuamuangphan[1/] and Danai Boonyakiat[1/]

Abstract: The fruit development, morphological characteristic and physico-chemical properties of strawberry fruit cv. No.72 at 25, 50 and 75 percent color break were studied. The average ages of fruit at 25, 50 and 75 percent color break were 27.13, 28.07 and 29.03 days after full bloom, respectively. Fruit size, weight and volume did not increase when color changed from 25 to 50 and to 75 percent color break but the fruit skin, flesh and seed color became more red. Most of fruit had conic shape. The seed position was sunk into the fruit skin. Fruit harvested at 25, 50 and 75 percent color break was stored at 0, 5 and 10°C for 4 days. The results showed no effect of harvesting stage on weight loss and total sugar content. However, strawberry fruit that developed more color had lower fruit firmness and respiration rate. Fruit at 75 percent color break had higher total soluble solids, reducing sugar, vitamin C and anthocyanin contents than fruit at 50 and 25 percent color break. Fruit at 25 percent color break had highest titratable acidity. The peel and flesh color both developed to full red color when harvested at 50 and 75 percent color, but not if harvested at 25 percent color break. Respiration rate was higher at 10°C than at 0 and 5°C, as was weight loss and anthocyanin contents, although firmness was lower. Strawberry fruit stored at 5 and 10°C had higher vitamin C content than those stored at 0°C. Storage temperature had no effect on total soluble solids, reducing sugar, total sugar and titratable acidity. Fruit stored at higher temperature developed peel and flesh color better, but had shorter storage life than the fruit stored at 0 and 5°C. The activity of pectinase increased with color development, but was negatively correlated with firmness.

Keywords: Strawberry, storage, physico-chemical quality, enzyme

---

[1/] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1/] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

บทคัดย่อ: การศึกษาการเจริญเติบโตของผล ลักษณะทางสัณฐานวิทยา สมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมีของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่มีระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ พบว่า อายุเฉลี่ยของผลสตรอเบอรี่ที่มีระยะการพัฒนาสีผิว 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 27.13, 28.07 และ 29.03 วันหลังดอกบานเต็มที่ ตามลำดับ ผลสตรอเบอรี่มีขนาด น้ำหนัก และปริมาตรของผลไม่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะการพัฒนาสีผิวเปลี่ยนไปจาก 25 เป็น 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ แต่มีสีผิว สีเนื้อ และเมล็ดมีสีแดงมากขึ้น ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีรูปร่างผลส่วนใหญ่เป็นแบบทรงแหลม และตำแหน่งของเมล็ดต่ำกว่าระดับผิวผล เมื่อนำผลสตรอเบอรี่ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิว 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาได้ 4 วัน พบว่าระยะของการเก็บเกี่ยวไม่มีผลกระทบต่อการสูญเสียน้ำหนักสดและปริมาณน้ำตาลทั้งหมด อย่างไรก็ตามผลสตรอเบอรี่ที่มีการพัฒนาสีผิวมากขึ้น มีค่าความแน่นเนื้อและอัตราการหายใจลดลง ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิว 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำตาลรีดิวซ์ วิตามินซี และแอนโทไซยานินสูงกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิว 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิว 25 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้สูงที่สุด ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บเกี่ยวระยะการพัฒนาสีผิว 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ สามารถพัฒนาเป็นสีแดงทั่วทั้งผลได้ดีกว่าการเก็บเกี่ยวที่ระยะ 25 เปอร์เซ็นต์ ผลสตรอเบอรี่ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจ การสูญเสียน้ำหนักสด และปริมาณแอนโทไซยานินมากกว่าเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 และ 5 องศาเซลเซียส แต่ก็ทำให้มีความแน่นเนื้อต่ำกว่า ผลสตรอเบอรี่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีผลกระทบต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำตาลรีดิวซ์ น้ำตาลทั้งหมด และกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ผลตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงขึ้นสามารถพัฒนาสีผิวและสีเนื้อเป็นสีแดงได้ดีกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ แต่มีอายุการเก็บรักษาสั้นลง เอนไซม์เพกทิเนสในผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีกิจกรรมเพิ่มขึ้นตามระยะของการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง และมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับความแน่นเนื้อของผล

คำสำคัญ: สตรอเบอรี่ การเก็บรักษา คุณภาพทางกายภาพและเคมี เอนไซม์

คำนำ

สตรอเบอรี่ (*Fragaria × ananassa* Duch.) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในเขตภาคเหนือของประเทศไทย ที่มูลนิธิโครงการหลวงได้ใช้เป็นพืชส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกทดแทนการปลูกฝิ่น สตรอเบอรี่เป็นผลไม้ที่มีผิวบอบบางมาก ฉ่ำน้ำ และมีเนื้อที่อ่อนนิ่ม จึงช้ำและเสียหายได้ง่าย ดังนั้นในระหว่างการขนส่งจึงมักประสบปัญหาผิวช้ำและเกิดการเน่าเสีย การลดความเสียหายของผลสตรอเบอรี่นั้นสามารถทำได้โดยการคัดเลือกระยะความแก่ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งในแต่ละระยะความแก่ผลสตรอเบอรี่มีกระบวนการทางสรีรวิทยา ส่วนประกอบทางเคมี และลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน จึงส่งผลต่ออัตราการหายใจ สี กลิ่น รสชาติ ความแน่นเนื้อ และความสมดุลของน้ำตาลและกรดภายในผล (Montero *et al*., 1996) และโดยทั่วไปในระหว่างการสุกของผลไม้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพกทินในผนังเซลล์โดยเอนไซม์เพกทิเนส (pectinase) จึงทำให้ผลไม้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่อ่อนนิ่มลง (ดนัย, 2540) สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 เป็นสายพันธุ์ใหม่ที่มูลนิธิโครงการหลวงได้นำเข้ามาจากประเทศญี่ปุ่น มีชื่อว่า Tochiotome โดยได้นำมาทดลองปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2542 และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้ดี จึงส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเป็นการค้าตั้งแต่ฤดูกาลผลิตปี พ.ศ. 2545-2546 เป็นต้นมา ซึ่งข้อมูลทางด้านคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่สายพันธุ์นี้ที่ปลูกในประเทศไทยยังมีน้อย ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของผล ลักษณะทางสัณฐานวิทยา คุณสมบัติทางกายภาพและทางชีวเคมีหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่พันธุ์

พระราชทาน 72 ซึ่งเก็บเกี่ยวที่ระยะความแก่และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการตลาดต่อไป

วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 การเจริญเติบโตของผลและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่มีระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ เป็น 3 วิธีการ แต่ละวิธีการมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยผลสตรอเบอรี่ 50 ผล

ศึกษาอายุและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเป็นการค้าในสวนเกษตรกรบ้านบ่อแก้ว ตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ โดยการนับจำนวนวันหลังดอกบานเต็มที่จนถึงเมื่อผลมีระยะการพัฒนาของสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2547 ถึงมกราคม พ.ศ. 2548 หลังจากนั้นนำผลสตรอเบอรี่มาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา คือ สีผิวและสีเนื้อ ขนาดผล น้ำหนักผล ปริมาตรผล รูปร่างผล ตำแหน่งเมล็ด และสีเมล็ด

การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิต่ำและระยะความแก่ต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72

วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ มี 2 ปัจจัย จำนวน 3 ซ้ำ คือ

ปัจจัยที่ 1 ระยะการพัฒนาสีผิวของผลสตรอเบอรี่ มี 3 ระดับ คือ 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์

ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา มี 3 ระดับ คือ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส

นำผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิว 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส และตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีทุกๆ 2 วัน จนหมดอายุการเก็บรักษา โดยบันทึกผลการทดลอง ดังนี้ สีผิวและสีเนื้อ การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานิน อัตราการหายใจ และอายุการเก็บรักษา

การทดลองที่ 3 ผลของระยะความแก่ต่อกิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสในผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้ผลสตรอเบอรี่ที่มีระยะการพัฒนาผิวสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ เป็น 3 วิธีการ แต่ละวิธีการมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยสตรอเบอรี่ 25 ผล

เก็บเกี่ยวผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่มีระยะการพัฒนาสีผิว 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ระดับอุณหภูมิที่ให้ผลดีที่สุดจากการทดลองที่ 3 และวัดกิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนส (pectinase) ทุกๆ 2 วัน จนหมดอายุการเก็บรักษา และหาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของเอนไซม์กับความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การเจริญเติบโตของผลและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผลมีอายุเฉลี่ยได้ 27.13, 28.07 และ 29.03 วันหลังดอกบานเต็มที่ ตามลำดับ โดยผลสตรอเบอรี่ทั้ง 3 ระยะมีขนาด น้ำหนัก และปริมาตร ไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าผลที่มีระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดความกว้าง ความยาว น้ำหนัก และปริมาตรของผลมากกว่าผลที่มีระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ เล็กน้อย สอดคล้องกับ Avigdori-Avidov (1986) ที่รายงานว่า การเจริญเติบโตของผลสตรอเบอรี่ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นที่เซลล์บริเวณเนื้อผล ซึ่งภายหลังจาก

ระยะดอกบานจนกระทั่งผลแก่เต็มที่ มีการขยายขนาดของเนื้อเยื่อประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อผลแก่แกนกลางของผลและเนื้อผลจะหยุดพัฒนา แต่ยังสามารถขยายขนาดเพิ่มได้อีกเล็กน้อย โดยผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่มีระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดความกว้าง ความยาว และความหนา อยู่ในช่วง 2.96-3.04, 4.15-4.19 และ 2.65-2.78 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีน้ำหนักและปริมาตรของผลอยู่ในช่วง 13.10-14.52 กรัม และ 14.87-16.40 มิลลิลิตร ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีรูปร่างผลส่วนใหญ่เป็นแบบทรงแหลม รองลงมาคือ มีรูปร่างเป็นทรงแหลมยาว และมีตำแหน่งของเมล็ดต่ำกว่าระดับผิวผล ซึ่งโดยปกติผลแรกในช่อผลมักมีขนาดใหญ่แต่รูปร่างไม่แน่นอน ผลจะกว้างและแบนเป็นรูปลิ่ม (fasciation) ผลต่อ ๆ มามีรูปร่างปกติและคงที่ โดยสภาพภูมิอากาศในช่วงการเจริญเติบโตมีผลกระทบต่อรูปร่างของผลสตรอเบอรี่ได้ เช่น เมื่อวันสั้นเกินไป เป็นสาเหตุทำให้การเจริญเติบโตของผลไม่เหมาะสม ส่งผลให้ผลสตรอเบอรี่มีรูปร่างผลทรงแบน นอกจากนี้การเข้าทำลายของแมลง โรค การผสมเกสร ความแห้งแล้ง ความชื้นของอากาศ และน้ำค้างแข็งมีผลกระทบต่อรูปร่างของผลสตรอเบอรี่ทั้งสิ้น (ณรงค์ชัย, 2543)

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีสีผิวเป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้น เมื่อระยะของการพัฒนาสีผิวเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณแอนโทไซยานินที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อผลสตรอเบอรี่มีอายุผลหรือระยะการสุกมากขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงสีของผลสตรอเบอรี่เริ่มจากสีเขียวในระยะผลอ่อน แล้วเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีขาวเมื่อผลเริ่มแก่ และเมื่อผลสุกสีผิวจะเปลี่ยนเป็นสีแดง (Gross, 1982) ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีเนื้อผลภายในเป็นสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน ๆ และส่วนของเนื้อปลายผลเริ่มมีสีแดงเพิ่มขึ้นตามระยะการพัฒนาสีผิว ส่วนสีของเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงจากสีเหลืองอมเขียวเป็นสีส้มและสีแดงเมื่อผลมีการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น

การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิต่ำและระยะความแก่ต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72

ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 4 วัน พบว่า ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มีสีผิวและสีเนื้อเป็นสีแดงมากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการเปลี่ยนสีนี้สอดคล้องกับปริมาณแอนโทไซยานินของผลสตรอเบอรี่ที่เพิ่มขึ้นตามระยะของการพัฒนาสีผิว (ตารางที่ 1) โดยผลสตรอเบอรี่มีการสะสมปริมาณแอนโทไซยานินที่ผิวและเนื้อผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อผลสตรอเบอรี่เปลี่ยนจากระยะผิวสีแดงครึ่งผลเป็นมีผิวสีแดงทั่วทั้งผล (Li *et al*., 2000) และอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวและสีเนื้อของผลสตรอเบอรี่ โดยผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูงสามารถสังเคราะห์แอนโทไซยานินและพัฒนาสีผิวและสีเนื้อเป็นสีแดงได้ดีกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (ตารางที่ 1) เนื่องจากอุณหภูมิต่ำมีผลชะลอการทำงานของเอนไซม์และการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่าง ๆ ของกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้เกิดช้าลง ทำให้ผลไม้แก่และสุกช้าลง ดังนั้นการสังเคราะห์แอนโทไซยานินและเปลี่ยนแปลงสีผิวและสีเนื้อจึงเกิดช้ากว่าที่อุณหภูมิสูง (ดนัย, 2540)

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนักสดไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 0.72±0.02, 0.72±0.23 และ 0.57±0.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) เนื่องจากที่ผิวนอกของผลสตรอเบอรี่มีไข (wax) เคลือบอยู่ โดยเฉพาะที่ผิวของผลสุก จึงทำให้ผลสตรอเบอรี่มีการสูญเสียน้ำไม่มาก (ดนัย, 2540) การเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ทำให้

สูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 1) เพราะในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง จะทำให้อากาศสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น ผลิตผลจึงมีการสูญเสียน้ำให้บรรยากาศโดยรอบได้ง่าย การลดอุณหภูมิของอากาศให้ต่ำลง ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของอากาศลดลง (ดนัย, 2540)

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อต่ำกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Azodanlou *et al.* (2004) ที่รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Carezza, Darselect และ Marmolada มีความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อผลเปลี่ยนจากระยะผิวสีขาวเป็นสีแดงครึ่งผล หลังจากนั้นความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่จะลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะของการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง และมีความแน่นเนื้อต่ำสุดเมื่อผลมีผิวสีแดงเข้ม ซึ่งการที่ผลสตรอเบอรี่ที่สุกหรืออายุผลมากขึ้นมีความแน่นเนื้อลดลง เป็นผลเนื่องมาจากเกิดการสลายตัวของสารที่เป็นองค์ประกอบในผนังเซลล์ โดยเฉพาะสารประกอบเพกทิน ซึ่งทำหน้าที่ประสานโมเลกุลต่างๆในผนังเซลล์เข้าด้วยกันและเชื่อมเซลล์ข้างเคียงให้ติดกันจะถูกสลายด้วยเอนไซม์ในกลุ่มของโพรโทเพกทิเนส ทำให้เซลล์ซึ่งเคยยึดเกาะกันแน่นขณะผลไม้ดิบเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพที่เกาะกันหลวม ๆ เมื่อผลไม้สุก ส่งผลให้เนื้อสัมผัสของผลไม้นิ่มลง (ดนัย, 2540) การเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ทำให้ผลสตรอเบอรี่มีความแน่นเนื้อน้อยกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 0 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 1) เนื่องจากการเก็บรักษาผลิตผลโดยใช้ความเย็นหรืออุณหภูมิต่ำ จะช่วยชะลอปฏิกิริยาทางเคมีต่าง ๆ ของกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้ช้าลง ทำให้ผลไม้นิ่มและอ่อนตัวช้าลง เพราะอุณหภูมิต่ำมีส่วนในการควบคุมการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมีให้ช้าลง (ดนัย และนิธิยา, 2548)

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) เพิ่มขึ้นตามระยะของการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง โดยผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำตาลเป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำตาลในผลสตรอเบอรี่ (ดนัย และนิธิยา, 2548) โดยผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะของการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับ Spayd and Morris (1981) ที่รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Cardinal และ A-5344 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นเมื่อผลมีระยะความแก่และสุกมากขึ้น ส่วนอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 คือ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำตาลรีดิวซ์ และน้ำตาลทั้งหมดในผลสตรอเบอรี่ (ตารางที่ 1 และ 2) เช่นเดียวกับผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดไม่แตกต่างกันจนกระทั่งถึงวันที่ 11 ของการเก็บรักษา (Ayala-Zavala *et al.*, 2004)

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นเมื่อผลมีระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดงมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TA) มีค่าลดลง (ตารางที่ 1) ซึ่งปริมาณกรดอินทรีย์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าพีเอชภายในเซลล์ โดยทั่วไปในขณะที่ผลไม้ยังอ่อนจะมีปริมาณกรดอยู่สูง ทำให้พีเอชต่ำ เมื่อผลไม้สุกปริมาณกรดมักจะลดต่ำลง เนื่องจากมีการนำไปใช้ในการหายใจ (จริงแท้, 2544) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Montero *et al.* (1996) ที่พบว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler เริ่มมีค่าพีเอชเพิ่มสูงขึ้นเมื่อผลเข้าสู่ระยะแก่เต็มที่ ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้มีค่าลดลงจนกระทั่งผลสตรอเบอรี่เสื่อมสภาพ ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) เช่นเดียวกับผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5

และ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอรี่ (Ayala-Zavala *et al*., 2004)

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) โดยการสังเคราะห์วิตามินซีในเนื้อเยื่อพืชมีสารเริ่มต้นเป็นน้ำตาลเฮกโซส ดังนั้นเมื่อในเนื้อเยื่อพืชมีปริมาณน้ำตาลสูงจะมีการสังเคราะห์วิตามินซีมากด้วย (ดนัย, 2540) เช่นเดียวกับผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Cardinal และ A-5344 ที่มีปริมาณวิตามินซีเพิ่มสูงขึ้นพร้อมๆกับความแก่ของผลสตรอเบอรี่ที่มากขึ้น (Spayd and Morris, 1981) การเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ทำให้ผลสตรอเบอรี่มีปริมาณวิตามินซีน้อยกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2) อาจเนื่องจากอุณหภูมิต่ำทำให้อัตราการสังเคราะห์วิตามินซีเกิดขึ้นได้ช้าลง และการเก็บรักษาผลิตผลไว้ที่อุณหภูมิต่ำไม่สามารถชะลอการสูญเสียวิตามินซีได้เสมอไป โดยมันฝรั่งและมันเทศที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำสูญเสียวิตามินซีมากกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูง ซึ่งอาจเนื่องมาจากเกิดอาการสะท้านหนาวขึ้น ทำให้เซลล์เสื่อมสลาย วิตามินซีจึงถูกออกซิไดส์ด้วยออกซิเจนและเอนไซม์ต่าง ๆ (จริงแท้, 2544)

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการหายใจต่ำกว่าผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) ทั้งนี้เพราะอัตราการหายใจของผลในขณะที่ยังอ่อนอยู่หรือกำลังเจริญเติบโตจะสูง เพราะยังมีการเจริญเติบโตเกิดขึ้น หลังจากนั้นอัตราการหายใจจะค่อย ๆ ลดต่ำลงเรื่อย ๆ ตามอายุผลที่มากขึ้น และภายหลังการเก็บเกี่ยวอัตราการหายใจของผลไม้ประเภท non climacteric จะลดลงเรื่อย ๆ (ดนัย, 2540) และผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจสูงกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 0 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2) เนื่องจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางเคมีต่าง ๆ และการหายใจจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2-3 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นทุก ๆ 10 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเก็บรักษาผลิตผลไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยควบคุมอัตราการหายใจให้เกิดช้าลง มีผลทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ภายในเซลล์ของผลิตผลเกิดช้าลงด้วย (ดนัย, 2540; ดนัย และนิธิยา, 2548)

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษาไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดงมากขึ้นมีอายุการเก็บรักษาสั้นลง (ตารางที่ 2) เพราะสตรอเบอรี่เป็นผลไม้ที่มีผิวบอบบาง ฉ่ำน้ำ และมีเนื้อเยื่อที่อ่อนนิ่ม จึงช้ำและเน่าเสียได้ง่าย ส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น สำหรับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาผลสตรอเบอรี่มีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษามาก โดยพบว่าผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2) เนื่องจากอุณหภูมิต่ำชะลออัตราการหายใจ และปฏิกิริยาทางเคมีต่าง ๆ ของกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้ช้าลง ส่งผลให้ผลสตรอเบอรี่เกิดการเสื่อมสภาพช้าลง และยังลดการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ต่าง ๆ (ดนัย และนิธิยา, 2548)

Table 1 Weight loss, firmness, TSS, pH, TA and anthocyanin content of strawberry fruit cv. No.72 harvested at 25, 50 and 75 percent color break and stored at 0, 5 and 10 °C for 4 days.

Treatment	Weight loss (%)	Firmness (kg)	TSS (%)	pH	TA (%)	Anthocyanin (mg/100g)
Factor 1 Harvesting stage						
25 % Color break	0.72±0.20	0.94±0.04^{a}	8.42±0.36^{c}	3.57±0.04^{b}	1.28±0.07^{a}	21.26±1.42^{b}
50 % Color break	0.72±0.23	0.88±0.04^{b}	8.89±0.20^{b}	3.67±0.04^{a}	1.14±0.06^{b}	24.11±0.61^{b}
75 % Color break	0.57±0.35	0.84±0.08^{b}	9.42±0.19^{a}	3.65±0.05^{a}	1.14±0.10^{b}	34.18±1.21^{a}
Factor 2 Storage temperature						
0 °C	0.52±0.16^{b}	0.92±0.05^{a}	8.83±0.46	3.65±0.06	1.14±0.09	21.05±1.42^{b}
5 °C	0.65±0.24^{ab}	0.90±0.05^{a}	8.89±0.57	3.63±0.03	1.22±0.06	25.11±1.62^{b}
10 °C	0.85±0.29^{a}	0.84±0.08^{b}	9.01±0.47	3.62±0.07	1.20±0.14	33.40±1.45^{a}
Factor 1	ns	*	*	*	*	*
Factor 2	*	*	ns	ns	ns	*
Factor 1x2	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Different letters in the same column denote significant differences at P = 0.05, * = significant, ns = non-significant

Table 2 Reducing sugar, total sugar, vitamin C content and respiration rate of strawberry fruit cv. No.72 harvested at 25, 50 and 75 percent color break and stored at 0, 5 and 10 °C for 4 days.

Treatment	Reducing sugar (%)	Total sugar (%)	Vitamin C (mg/100g)	Respiration rate ($mgCO_2$/kg/h)	Storage life (day)
Factor 1 Harvesting stage					
25 % Color break	6.08±0.38^{b}	6.94±0.85	70.91±0.26^{b}	15.00±1.78^{a}	10.66±1.44
50 % Color break	6.19±0.56^{b}	7.42±0.74	74.12±1.26^{b}	13.24±1.67^{a}	10.00±1.66
75 % Color break	6.69±0.28^{a}	7.69±0.74	81.68±0.77^{a}	9.90±1.91^{b}	8.67±1.44
Factor 2 Storage temperature					
0 °C	6.18±0.51	7.47±0.67	70.70±1.00^{b}	6.45±1.35^{b}	15.33±1.32^{a}
5 °C	6.43±0.56	7.52±1.07	78.47±1.63^{a}	8.24±1.99^{b}	8.67±1.32^{b}
10 °C	6.36±0.39	7.07±0.64	77.54±1.27^{a}	23.45±1.83^{a}	5.33±1.32^{c}
Factor 1	*	ns	*	*	ns
Factor 2	ns	ns	*	*	*
Factor 1x2	ns	ns	ns	*	ns

Different letters in the same column denote significant differences at P = 0.05, * = significant, ns = non-significant

การทดลองที่ 3 ผลของอุณหภูมิและระยะความแก่ต่อกิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสในผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72

ผลการศึกษากิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสในผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส พบว่าในวันเริ่มต้น (วันที่ 0) และวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มีกิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสมากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 25 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นผลสตรอเบอรี่ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดงทั้ง 3 ระยะ มีกิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสไม่แตกต่างกันจนหมดอายุการเก็บรักษา แต่มีแนวโน้มว่ากิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสเพิ่มขึ้นตามระยะของการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดงและอายุการเก็บรักษา (ตารางที่ 3) และกิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Lefever *et al*. (2004) ที่พบว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Siabelle, J2, Senga sengana และ Darsanga มีกิจกรรมของเอนไซม์เพกทินเมทิลเอสเทอเรสและพอลิกาแล็กทูโรเนสสูงมากในขณะที่เนื้อผลมีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด ซึ่งการที่ผลสตรอเบอรี่มีความแน่นเนื้อลดลง เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและส่วนประกอบของผนังเซลล์ โดยเฉพาะสารประกอบเพกทินที่ทำหน้าที่เชื่อมเซลล์ที่อยู่ข้างเคียงและประสานโมเลกุลต่างๆ ในผนังเซลล์เข้าด้วยกัน โดยในผลไม้ดิบจะพบสารประกอบเพกทินที่อยู่ในรูปของโพรโทเพกทิน ซึ่งไม่ละลายน้ำ และมักรวมตัวกับแคลเซียม เกิดเป็นแคลเซียมเพกเทต (Capectate) ทำให้ผลไม้มีความแน่นเนื้อสูง เมื่อผลไม้สุกปริมาณแคลเซียมจะลดลงและโมเลกุลของโพรโทเพกทินจะถูกสลายให้กลายเป็นเพกทินและกรดเพกทิกที่ละลายน้ำได้ โดยอาศัยกระบวนการ depolymerization และ deesterification ที่มีเอนไซม์ในกลุ่มโพรโทเพกทิเนสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการสลายพอลิเมอร์ของโพรโทเพกทินและไฮโดรไลส์เอาหมู่เมทิลออกจากโมเลกุลของเพกทินได้เป็นกรดเพกทิก ทำให้เนื้อสัมผัสของผลไม้นิ่มลง (ดนัย, 2540)

Table 3 Pectinase activity (mg methoxyl/ml of juice) of strawberry fruit cv. No.72 harvested at 25, 50 and 75 percent color break and stored at 0 °C for 16 days.

Harvesting stage	Days after storage								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
25 % Color break	1.55[b]	1.68	1.63[b]	1.69[b]	1.74	1.71	1.72	1.81	1.88
50 % Color break	1.62[ab]	1.70	1.72[ab]	1.81[ab]	1.78	1.75	1.73	1.87	1.90
75 % Color break	1.79[a]	1.74	1.87[a]	1.94[a]	1.81	1.90	1.91	1.94	-
$LSD_{0.05}$	0.21	0.18	0.19	0.15	0.17	0.21	0.35	0.19	-
C.V. (%)	6.49	5.24	5.46	4.13	4.81	5.90	9.78	5.12	-

Different letters in the same column denote significant differences at P = 0.05

สรุปผลการทดลอง

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีระยะการพัฒนาของสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีอายุผลเฉลี่ยเท่ากับ 27.13, 28.07 และ 29.03 วันหลังดอกบานเต็มที่ ตามลำดับ ซึ่งมีขนาด น้ำหนัก และปริมาตรของผลไม่แตกต่างกัน มีรูปร่างผลส่วนใหญ่เป็นแบบทรงแหลมและตำแหน่งของเมล็ดต่ำกว่าระดับผิวผล โดยผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อสีผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มีคุณภาพดีเหมาะสำหรับการนำไปบริโภคสดมากที่สุด และการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส ผลสตรอเบอรี่มีอายุการเก็บรักษาได้นาน 15.33, 8.67 และ 5.33 วัน ตามลำดับ ผลสตรอเบอรี่มีกิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสเพิ่มขึ้นเมื่อผลมีระยะของการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดงมากขึ้น และมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับความแน่นเนื้อของผล

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์. 2543. สตรอเบอรี่: พืชเศรษฐกิจใหม่. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 158 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 222 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 236 หน้า.

Avigdori-Avidov, H. 1986. Strawberry. p. 419-448. *In*: S. P. Monelise, (ed.). Handbook of Fruit Set and Development. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Ayala-Zavala, J .F., S. W. Wang and G. A. Gonzalez-Aguilar. 2004. Effect of storage temperature on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. Lebensmittel-Wissenshaft u.-Technologie 37: 687-695.

Azodanlou, R., C. Darbellay, J. L. Luisier, J. C. Villettaz and R. Amado. 2004. Changes in flavour and texture during the ripening of strawberries. European Food Research and Technology 218 : 167-172.

Gross, J. 1982. Change of chlorophylls and carotenoids in developing strawberry fruits (*Fragaria annassa*) cv. Tenira. Hort. Abstract 52(11): 693.

Lefever, G., M. Vieuille, N. Delage, A. D. Harlingue, J. D. Monteclerc and G. Bompeix. 2004. Characterization of cell wall enzyme activities, pectin composition and technological criteria of strawberry cultivars (*Fragaria* × *ananassa* Duch). Food Chemistry and Toxicology 69(4): 221-226.

Li, Y., R. Sakiyama, H. Maruyama and S. Kawabata. 2000. Regulation of anthocyanin biosynthesis during fruit development in 'Nyoho' strawberry. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 70: 28-32

Montero, T. M., E. M. Molla, R. M. Esteban and F. J. Lopez-Andreu. 1996. Quality attributes of strawberry during ripening. Scientia Horticulturae 65: 239-250.

Spayd, S. E. and J. R. Morris. 1981. Physical and chemical characteristics of puree from one-over harvested strawberries. Journal of the American Society for Horticultural Science 106: 101-105.

ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อการเข้าทำลายของเชื้อราในผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72

Effect of Chitosan Coating on Fungal Infection in Strawberry Fruit cv. No. 72

พิมพ์ใจ สีหะนาม[1/] ดนัย บุณยเกียรติ[1/] และ กอบเกียรติ แสงนิล[2/]

Pimjai Seehanam[1/], Danai Boonyakiat[1/] and Kobkiat Saengnil[2/]

Abstract: Effect of chitosan coating and low temperature on fungal infection and chitinase activity of strawberry fruit cv. No. 72 was studied. The results showed that strawberry fruit inoculated with 3×10^5 spores/millilitre of *Rhizopus* sp. and coated with 1.5% chitosan, then stored at 0°C had lower fungal infection and higher chitinase activity than fruits inoculated with 3×10^5 spores/millilitre of *Rhizopus* sp. and did not coat with chitosan.

Keywords: Strawberry, chitosan, coating, chitinase enzyme

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของสารเคลือบผิวไคโตซานและอุณหภูมิต่ำต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา และกิจกรรมของเอนไซม์ไคติเนสในผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีการเข้าทำลายของเชื้อราน้อยกว่าและมีกิจกรรมของเอนไซม์ไคติเนสสูงกว่าผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน

คำสำคัญ: สตรอเบอรี่ ไคโตซาน การเคลือบผิว เอนไซม์ไคติเนส

[1/] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[2/] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

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

[2/] Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

คำนำ

การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสตรอเบอรี่มีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ เพราะสตรอเบอรี่เป็นผลไม้ที่เน่าเสียได้ง่าย เนื่องจากมีลักษณะผลนิ่ม ผิวบาง ง่ายต่อการชอกช้ำเสียหาย รวมทั้งยังมีอัตราการหายใจสูง จึงทำให้ผลงอมอย่างรวดเร็ว และมักเกิดความเสียหายจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะเชื้อรา *Botrytis cinerea* ที่ทำให้เกิดโรคเน่าราสีเทา เชื้อรา *Colletotrichum* sp. ที่ทำให้เกิดโรคเน่าดำ และที่สำคัญคือ เชื้อรา *Rhizopus* sp. ที่ทำให้เกิดโรคผลเน่าเละ การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้อง รวมทั้งการเคลือบผิวผลิตผลด้วยสารที่บริโภคได้ร่วมกับการควบคุมอุณหภูมิในการเก็บรักษา สามารถลดความสูญเสีย ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผลให้นานขึ้น และยังช่วยควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลบางชนิดได้ (ดนัย และนิธิยา, 2548) มีรายงานผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการเคลือบผิวผลิตผลทางพืชสวนด้วยไคโตซานสามารถยืดอายุการเก็บรักษาและควบคุมการเน่าเสียที่มีสาเหตุมาจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ส้ม ลูกพีช แอปเปิล สาลี่ กีวี มะเขือเทศ กล้วย มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย และสตรอเบอรี่ เป็นต้น (ชลิต, 2540; วิเชียร, 2541; El-Ghaouth *et al*., 1992; Shahidi *et al*., 1999; Zhang and Quantick, 1998)

ปัญหาที่สำคัญของผลสตรอเบอรี่หลังการเก็บเกี่ยว คือ มักจะมีเชื้อราสาเหตุของโรคหลังเก็บเกี่ยวเข้าทำลาย ทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้นและเน่าเสียได้ง่าย การเคลือบผิวด้วยไคโตซานน่าจะมีประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ เพราะอาจควบคุมการเน่าเสียที่มีสาเหตุมาจากการเข้าทำลายของเชื้อราในผลสตรอเบอรี่ได้ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของสารเคลือบผิวไคโตซานต่อการเข้าทำลายของเชื้อราซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 มาตรฐานชั้น 3 จากแหล่งปลูกศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ (บ่อแก้ว) อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ มาคัดให้มีความแก่ที่ระยะสีผิวแดง 70–80 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นนำผลสตรอเบอรี่มาปลูกเชื้อโดยจุ่มลงในน้ำกลั่นที่มีสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วผึ่งให้ผลแห้ง จากนั้นนำไปจุ่มในสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ นำไปผึ่งให้ผลแห้ง แล้วบรรจุผลสตรอเบอรี่ลงถาดพลาสติก 20 ผลต่อหนึ่งถาด กำหนดให้หนึ่งถาดคือหนึ่งซ้ำ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับผลสตรอเบอรี่ที่จุ่มลงในน้ำกลั่นที่มีสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว บันทึกผลเกี่ยวกับความเสียหายของผลสตรอเบอรี่อันเนื่องมาจากเชื้อรา และวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ไคติเนส โดยวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีการของ Nelson (1944) และ Pan *et al*. (1989) โดยบันทึกผลทุก ๆ 2 วัน จนหมดอายุการเก็บรักษา

ผลการทดลอง

ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ ก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน พบว่า มีการเข้าทำลายของเชื้อราไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว คือ ไม่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา ในทั้งสองกรรมวิธี ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา พบว่า ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้ว

เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ ยังคงไม่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา ในขณะที่ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว มีการเข้าทำลายของเชื้อราเท่ากับ 9.00±4.18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเก็บรักษานาน 12 วัน พบว่า ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีการเข้าทำลายของเชื้อราเท่ากับ 4.00±4.18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว ที่มีการเข้าทำลายของเชื้อราเท่ากับ 33.00±4.47 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ผลสตรอเบอรี่มีการเข้าทำลายของเชื้อราเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยที่ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว เริ่มมีการเข้าทำลายของเชื้อราในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ เริ่มมีการเข้าทำลายของเชื้อราในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 1, 2)

ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ ก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน พบว่า มีกิจกรรมของเอนไซม์ไคติเนสสูงกว่าผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว คือมีค่าเท่ากับ 1.75±0.11 และ 0.48±0.10 ไมโครกรัมกลูโคซามิน/มิลลิกรัมโปรตีนตามลำดับ สำหรับกรณีเดียวกันแต่เก็บรักษานาน 8 วัน มีกิจกรรมของเอนไซม์ไคติเนสเท่ากับ 1.75±0.08 และ 0.44±0.06 ไมโครกรัมกลูโคซามิน/มิลลิกรัมโปรตีนตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเก็บรักษานาน 12 วัน พบว่า กิจกรรมของเอนไซม์ไคติเนสในผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ ยังคงสูงกว่าผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว คือมีค่าเท่ากับ 1.57±0.11 และ 0.44±0.04 ไมโครกรัมกลูโคซามิน/มิลลิกรัมโปรตีนตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษากิจกรรมของเอนไซม์ไคติเนสในผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว (ภาพที่ 3)

Table 1 Percentage of decay of strawberry fruit cv. No. 72 inoculated with 3×10^5 spores/millilitre of *Rhizopus* sp. and coated with 1.5% chitosan and non-coated fruit stored at 0°C.

Treatment	Storage time (days)		
	4	8	12
Chitosan 1.5%	0.00±0.00	0.00±0.00[b]	4.00±4.18[b]
Non-coated	0.00±0.00	9.00±4.18[a]	33.00±4.47[a]
2-Tail Sig	-	0.009	0.00

Means with different letters in the column differ significantly ($P<0.05$)

2-Tail Sig <0.05 means significant at 95% confidence level

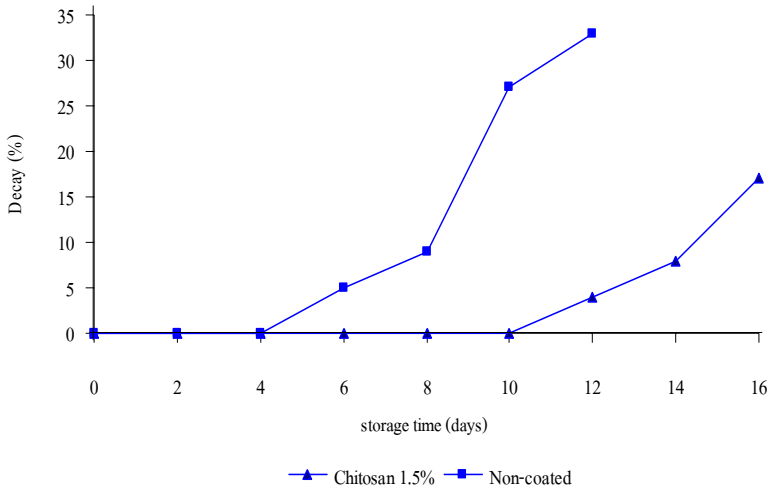


Figure 1 Decay of strawberry fruit cv. No. 72 inoculated with 3×10^5 spores/millilitre of *Rhizopus* sp. and coated with 1.5% chitosan and non-coated fruit stored at 0°C.

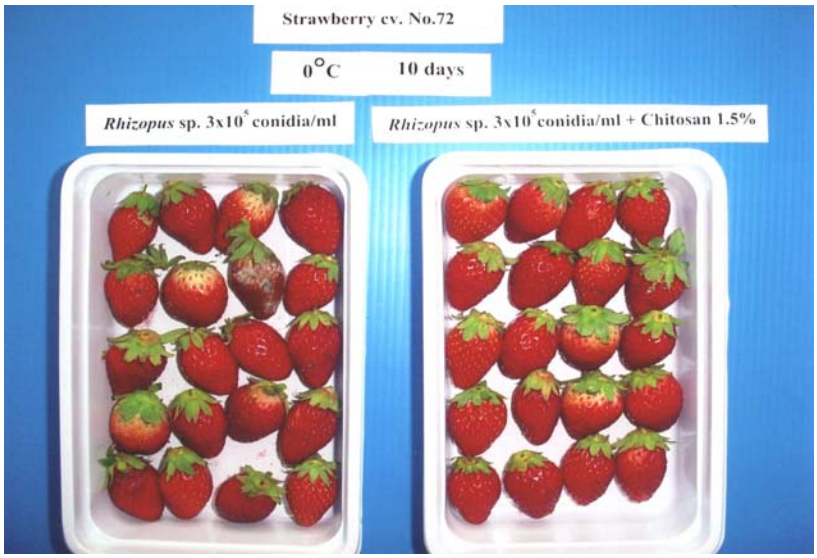


Figure 2 Appearance of strawberry fruit cv. No. 72 inoculated with 3×10^5 spores/millilitre of *Rhizopus* sp. and coated with 1.5% chitosan and non-coated fruit stored at 0°C for 10 days.

Table 2 Chitinase activity (μg glucosamine/mg protein) in strawberry fruit cv. No. 72 inoculated with 3×10^5 spores/millilitre of *Rhizopus* sp. and coated with 1.5% chitosan and non-coated fruit stored at 0°C.

Treatment	Storage time (days)		
	4	8	12
Chitosan 1.5%	1.75±0.11[a]	1.75±0.08[a]	1.57±0.11[a]
Non-coated	0.48±0.10[b]	0.44±0.06[b]	0.44±0.04[b]
2-Tail Sig	0.00	0.00	0.00

Means with different letters in the column differ significantly (P<0.05)

2-Tail Sig <0.05 means significant at 95% confidence level

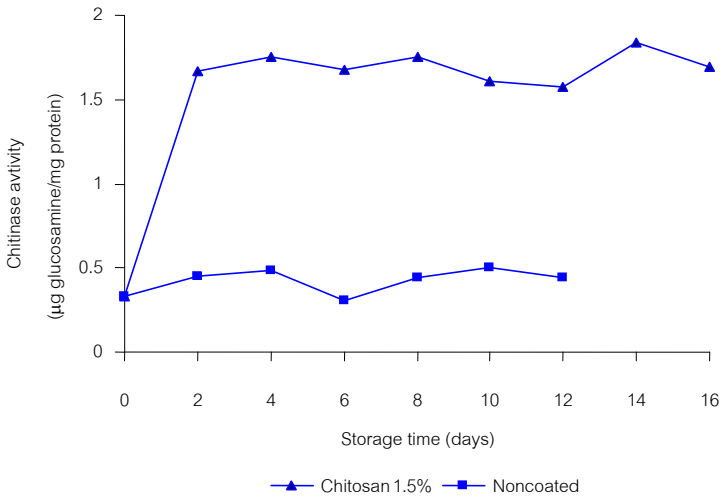


Figure 3 Chitinase activity in strawberry fruit cv. No. 72 inoculated with 3×10^5 spores/milliliter of *Rhizopus* sp. and coated with 1.5% chitosan and non-coated fruit stored at 0°C.

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง พบว่า ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีการเข้าทำลายของเชื้อราต่ำกว่าผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะไคโตซานมีคุณสมบัติในการลดอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยไคโตซานมีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้โดยตรง และกระตุ้นกระบวนการต่าง ๆ ในเนื้อเยื่อพืชเพื่อให้เกิดภูมิต้านทานเชื้อรา และการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำนั้นช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผลไว้ได้นานขึ้น รวมทั้งยังมีผลไปยับยั้งหรือชะลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายของผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ (ดนัย และนิธิยา, 2548) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Romanazzi *et al*. (2003) ที่รายงานว่าการเคลือบผิวผลสวีทเชอรี่ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสภาพ hypobaric 0.50 บรรยากาศนาน 4 ชั่วโมง แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0±1 องศาเซลเซียส สามารถลดการเน่าเสียของผลสวีทเชอรี่อันเนื่องมาจากโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้ดีที่สุด เช่นเดียวกับ Jiang and Li (2001) ที่รายงานว่า การเคลือบผิวผลลำไยด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเน่าเสียของผลลำไยในระหว่างการเก็บรักษาได้

นอกจากนี้ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าการเคลือบผิวด้วยไคโตซาน มีคุณสมบัติในการชักนำให้ผลสตรอเบอรี่สร้างเอนไซม์ไคติเนสเพิ่มสูงขึ้นกว่าผลสตรอเบอรี่ที่ไม่เคลือบผิว สอดคล้องกับ Ben-Shalom *et al*. (2003) ที่รายงานว่า การพ่นไคโตซานความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ให้แก่ต้นมะเขือเป็นเวลา 1, 4 และ 24 ชั่วโมง ก่อนที่จะปลูกเชื้อด้วย conidia ของเชื้อรา *Botrytis cinerea* สามารถลดการเกิดโรคในมะเขือลงได้ 65, 82 และ 87 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นอกจากนี้ไคโตซานยังมีผลชักนำให้มีกิจกรรมของเอนไซม์ chitosanase ในมะเขือเพิ่มขึ้น 1.9 เท่า เช่นเดียวกับรายงานของ Romanazzi *et al*. (2001) ที่ศึกษาพบว่า ไคโตซานสามารถยับยั้งการเจริญของ เชื้อรา *Botrytis cinerea*, *Monilinia laxa* และ *Alternaria alternata* ในผลสวีทเชอรี่ที่เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ และไคโตซานยังมีผลชักนำให้มีกิจกรรมของเอนไซม์ chitinase, chitosanase และ β-1,3-glucanase ในพริกหยวก มะเขือเทศ ส้ม ราสเบอรี่ และสตรอเบอรี่เพิ่มสูงขึ้น (El-Ghaouth *et al*., 1992; Zhang and Quantick, 1998) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในแครอท พบว่า ไคโตซานมีผลชักนำให้แครอทสังเคราะห์สาร 6-methoxymellein ซึ่งเป็นสารสำคัญในกลุ่ม phytoalexin เพิ่มขึ้นด้วย (Reddy *et al*., 2000)

ดังนั้นเมื่อเคลือบผิวผลสตรอเบอรี่ด้วยไคโตซานจึงช่วยการยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อราได้ โดยอาจจะเป็นคุณสมบัติของไคโตซานเองโดยตรง รวมถึงการที่ไคโตซานชักนำให้ผลสตรอเบอรี่มีกิจกรรมของเอนไซม์ไคติเนสเพิ่มสูงขึ้น แล้วเอนไซม์ทำหน้าที่ย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ทำให้เชื้อราไม่สามารถเจริญหรือเจริญได้ช้าลงกว่าปกติ เมื่อใช้ร่วมกับการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ จึงช่วยยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อราและยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

สรุปผลการทดลอง

1. ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีการเข้าทำลายของเชื้อรา *Rhizopus* sp. น้อยกว่าผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว

2. ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมของเอนไซม์ไคติเนสสูงกว่าผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง และสถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนโครงการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ชลิต เขาวงศ์ทอง. 2540. ผลของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้และอุณหภูมิต่อคุณภาพกล้วยไข่หลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 118 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 236 หน้า.

วิเชียร เลี่ยมนาค. 2541. ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตแซน ต่อการควบคุมโรคและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และเขียวเสวย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 119 หน้า.

Ben-Shalom, N., R. Ardi, R. Pinto, C. Aki and E. Fallik. 2003. Controlling gray mould by *Botrytis cinerea* in cucumber plants by means of chitosan. Crop Protection 22: 285-290.

El-Ghaouth, A., J. Arul, J. Grenier and A. Asselin. 1992. Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. Phytopathology 82(4): 398-402.

Jiang, Y. and Y. Li. 2001. Effect of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. Food Chemistry 73: 139-143.

Nelson, N. 1944. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. Journal of Biological Chemistry 153: 375-380.

Pan, S. Q., X. S. Ye and J. Kue. 1989. Direct detection of β-1,3-glucanase isozymes on polyacrylamide electrophoresis and isoelectrofocusing gels. Annual Review of Biochemistry 182: 136-140.

Reddy, B. M. V., K. Belkacemi, R. Corcuff, F. Castaigne and J. Arul. 2000. Effect of pre-harvest chitosan sprays on postharvest infection by *Botrytis cinerea* and quality of strawberry fruits. Postharvest Biology and Technology 20: 39-51.

Romanazzi, G., F. Nigro and A. Ippolito. 2001. Chitosan in the control of postharvest decay of some Mediterranean fruits. pp. 141-146. *In*: R. A. A. Muzzarelli, (ed.). Chitin Enzymology. Atec, Italy.

Romanazzi, G., F. Nigro and A. Ippolito. 2003. Short hypobaric treatments potentiate the effect of chitosan in reducing storage decay of sweet cherries. Postharvest Biology and Technology 29: 73-80.

Shahidi, F., J. K. V. Arachchi and Y. J. Jeon. 1999. Food applications of chitin and chitosans. Trends in Food Science & Technology 10: 37-51.

Zhang, D. and P. C. Quantick. 1998. Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 73: 763-767.

ผลของวิธีการให้แสงไฟต่อการออกดอกนอกฤดูของปทุมมา

Effects of Light Supplement Methods on Off-season Flowering of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

อนงค์ พยัคฆัยหพล[1/] และ โสระยา ร่วมรังษี[1/,2/]

Anong Payakaihapon[1/] and Soraya Ruamrungsri[1/,2/]

Abstract: A study on effects of long-day on off-season flowering of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. were carried out on two different growing periods, planting on Aug. 10 (group I) and on Oct. 4, 2004 (group II). Plants were grown under natural condition and under long-day condition with four different light conditions i.e. 1) continuous light for 2 hours, 2) alternated light every 15 minute for 2 hours, 3) alternated light every 15 minute for 4 hours and 4) no night break (natural condition). In group I, it was found that plants grown under light supplement condition with continuous light for 2 hours gave the best result in terms of number of plant per cluster, number of flower per plant, number of new rhizomes, size and weight of new rhizomes. In group II, plants grown under light supplement condition with continuous light for 2 hours gave the best in plant height. Plants grown under every light supplement method gave better result in terms of period of blooming day, stalk length and spike diameter than those grown under natural condition. However, the greatest number of storage root was found in plants grown under natural condition.

Keywords: Long-day, off-season, flowering, *Curcuma alismatifolia*

[1/] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[2/] ศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1/] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

[2/] H.M. the King's Initiative Centre for Flowers and Fruits Propagation, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของสภาพวันยาวต่อการออกดอกนอกฤดูของปทุมมาแบ่งการทดลองเป็น 2 รุ่น รุ่นที่ 1 เริ่มปลูกเมื่อ 12 สิงหาคม 2547 รุ่นที่ 2 ปลูกเมื่อ 4 ตุลาคม 2547 โดยเปรียบเทียบการให้แสงไฟแก่พืชจำนวน 4 กรรมวิธี ได้แก่ 1) การให้แสงไฟแบบต่อเนื่อง นาน 2 ชั่วโมง 2) การให้แสงไฟแบบสลับ (เปิด-ปิด ทุก 15 นาที) นาน 2 ชั่วโมง 3) การให้แสงไฟแบบสลับ (เปิด-ปิด ทุก 15 นาที) นาน 4 ชั่วโมงและ 4) ไม่ให้ night break (ปลูกในสภาพธรรมชาติ) ผลการทดลอง ในรุ่นที่ 1 พบว่ากรรมวิธีที่ได้รับแสงไฟแบบต่อเนื่องนาน 2 ชั่วโมง ทำให้มีจำนวนหน่อต่อกอ จำนวนดอกต่อต้น จำนวนหัวใหม่ เส้นผ่าศูนย์กลางหัวใหม่และน้ำหนักหัวใหม่มากที่สุด ในรุ่นที่ 2 พบว่าการได้รับแสงไฟแบบต่อเนื่องนาน 2 ชั่วโมงทำให้ปทุมมามีความสูงมากที่สุด การได้รับแสงไฟทุกกรรมวิธีทำให้มีอายุการบานของดอกบนต้น ความยาวก้านดอก และเส้นผ่าศูนย์กลางช่อดอกมากกว่าการปลูกในสภาพธรรมชาติ ซึ่งการปลูกในสภาพธรรมชาติมีจำนวนตุ้มรากสะสมอาหารมากที่สุด

คำสำคัญ: สภาพวันยาว นอกฤดู การออกดอก ปทุมมา

คำนำ

ปทุมมาเป็นพืชตระกูลขิงซึ่งมีถิ่นกำเนิดในแถบอินโดจีน เช่น ลาว พม่า และในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (พานิชย์, 2543) เป็นพืชท้องถิ่นของประเทศไทยที่มีศักยภาพสูงเนื่องจากมีดอกที่สวยงาม มีการส่งออกหัวพันธุ์เพื่อผลิตเป็นไม้กระถางและไม้ตัดดอกเป็นจำนวนมาก (อุษา และ อดิศร, 2537) เกษตรกรไทยเริ่มปลูกดอกปทุมมาสีชมพูพันธุ์เชียงใหม่ (Chiang Mai Pink) เพื่อส่งออกหัวพันธุ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 โดยมีการส่งออกในปี พ.ศ. 2546 จำนวนประมาณ 2 ล้านหัว มูลค่าการส่งออก 16.2 ล้านบาท ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกปทุมมาเพื่อส่งหัวพันธุ์จำหน่ายไปต่างประเทศประมาณ 400 ไร่ ซึ่งมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่การผลิตอยู่ที่จังหวัดเชียงใหม่ แหล่งปลูกที่สำคัญรองลงมา ได้แก่ เชียงราย ลำพูน พะเยา นครราชสีมา (เปรมปรี, 2542) นอกจากการผลิตเพื่อจำหน่ายหัวพันธุ์จำหน่ายแล้ว ยังมีการผลิตเพื่อตัดดอกขายในประเทศอีกด้วย การปลูกปทุมมาในฤดูปลูกทำให้การควบคุมระบบตลาดไม่สามารถกระทำได้ดีเท่าที่ควร เนื่องจากผลผลิตดอกออกสู่ตลาดในเวลาเดียวกัน การเก็บรักษาหัวพันธุ์เพื่อทยอยนำมาปลูกเพื่อตัดดอกเป็นวิธีหนึ่งซึ่งอาจช่วยให้สามารถกระจายเวลาการผลิตได้ดีขึ้น (สุรวิช, 2539) อย่างไรก็ตาม การผลิตดอกนอกฤดูนั้นจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอกของปทุมมาเพื่อนำมาใช้ในการบังคับการออกดอกนอกฤดู

การออกดอกของพืช คือการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น (vegetative growth) สู่การเจริญทางด้านการสืบพันธุ์ (reproductive growth) เมื่อพืชที่มีความพร้อมในการให้ดอก (ripeness to flower) นั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นที่ตาใบ ซึ่งโดยได้รับการกระตุ้นจากสภาพแวดล้อม ได้แก่ ความยาวของวันและอุณหภูมิ ซึ่งสภาพแวดล้อมดังกล่าวที่เหมาะสมต่อการออกดอกของพืช อาจแตกต่างจากสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น นอกจากนั้นยังรวมถึงปัจจัยด้านความชื้น อาหารและสารควบคุมการเจริญเติบโต (growth regulators) ด้วย (ดนัย, 2549) สภาพแวดล้อมซึ่งสำคัญที่สุดที่มีผลกระทบต่อการออกดอก คือ แสง โดยแสงมีผลต่อการออกดอกทั้งในแง่ของช่วงเวลาที่ได้รับแสง (photoperiod) ความยาวคลื่น (wave length) และความเข้มแสงหรือพลังงานแสง (light intensity) ในการทดลองของ Kuehny *et al.* (2002) รายงานว่า เมื่อปลูกปทุมมา *Curcuma alismatifolia* พันธุ์ ‘Siam Tulip’ ในช่วงปลายเดือนสิงหาคม โดยได้รับแสง 8, 12, 16 และ 20 ชั่วโมง (ได้รับแสงธรรมชาติ 8 ชั่วโมง 9.00-17.00 น.และเพิ่มแสงไฟจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ (incandescent) กำลังไฟ 100 W นาน 0, 4, 8 และ 12

ชั่วโมง) พบว่าการได้รับแสงนาน 16 และ 20 ชั่วโมง ทำให้พืชมีความสูง จำนวนใบ และจำนวนของหัวมากกว่าชุดที่ได้รับแสงนาน 8 และ12 ชั่วโมง โดยชุดที่ได้รับแสง 16 ชั่วโมงมีตุ้มราก 2 ตุ้ม และชุดที่ได้รับแสง 20 ชั่วโมงมีตุ้มราก เพียง 1 ตุ้ม ซึ่งสรุปการทดลองได้ว่า หากต้องการปลูกปทุมมาในฤดูหนาวควรให้แสงไฟ 16 ชั่วโมง ส่วนการให้แสง 8 ชั่วโมง กระตุ้นให้พืชมีการพักตัว สอดคล้องกับการทดลองของ Hagiladi *et al.* (1997) ซึ่งเปรียบเทียบการปลูกปทุมมาโดยการให้สภาพวันสั้น (แสงธรรมชาติ) และสภาพวันยาว (แสงธรรมชาติ 10 ชั่วโมง และเพิ่มแสงไฟจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ นาน 10 ชั่วโมง) พบว่าสภาพวันยาวมีผลต่อการเจริญของปทุมมาโดยต้นที่ได้รับสภาพวันยาวมีจำนวนของดอก จำนวนหัวใหม่ และความยาวรากสะสมอาหารมากกว่าต้นที่ได้รับสภาพวันสั้น อย่างไรก็ตามต้นที่ปลูกในสภาพวันสั้นมีจำนวนรากสะสมอาหารมากกว่าวันยาว

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการให้แสงไฟต่อการออกดอกนอกฤดูของปทุมมา เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการผลิตปทุมมาให้ออกดอกอย่างต่อเนื่องตลอดปี

อุปกรณ์และวิธีการ

นำหัวพันธุ์ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่สีชมพู ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.84 เซนติเมตร จำนวนตุ้มราก 2-4 ตุ้ม ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 7 เดือน ออกมาแช่น้ำนาน 3 วัน เปลี่ยนน้ำทุกวัน จากนั้นนำมาชำในทรายผสมถ่านแกลบจนงอกประมาณ 1 นิ้ว แล้วปลูกในถุงดำ จำนวน 2 รุ่น รุ่นที่ 1 ปลูกเมื่อวันที่ 12 สิงหาคม พ.ศ. 2547 ส่วนรุ่นที่ 2 ปลูกเมื่อวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2547 ใช้วัสดุปลูกที่ประกอบด้วย ดิน:ทราย:ถ่านแกลบ อัตรา 1:1:1 เริ่มให้แสงไฟเมื่อต้นงอกสูง 1 นิ้ว โดยให้ไฟจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ (100 W) จำนวน 4 หลอด/ตารางเมตร มีความเข้มแสงเฉลี่ย 29.16 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ ตามกรรมวิธีแตกต่างกัน 4 กรรมวิธี คือ 1) เปิดไฟแบบต่อเนื่อง นาน 2 ชั่วโมง (01.00 น.- 03.00 น.) 2) เปิดไฟคั่นช่วงกลางคืนแบบสลับ เปิด-ปิดทุก 15 นาที นาน 2 ชั่วโมง (01.00 น.- 03.00 น.) และ 3) เปิดไฟคั่นช่วงกลางคืนแบบสลับ เปิด-ปิดทุก 15 นาที นาน 4 ชั่วโมง (01.00 น.- 05.00 น.) และ 4) ปลูกในสภาพธรรมชาติ (ไม่มีการให้สภาพวันยาว) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 4 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ (1 ต้น/ ซ้ำ) บันทึกผลการทดลองโดยบันทึกการเจริญเติบโต การออกดอก คุณภาพดอกและปริมาณและคุณภาพหัวพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยว วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่องค์ประกอบของโครงสร้างพืช (Total Nonstructural Carbohydrate: TNC) โดยวิธีของ Smith *et al.* (1964) และความเข้มข้นของไนโตรเจนโดยวิธีของ Ohyama *et al.* (1985; 1986) ในใบและหัวใหม่ ในระยะดอกจริงดอกแรกบาน โดยพืชจำนวน 4 ซ้ำ (1 ต้น/ซ้ำ) ต่อกรรมวิธี

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาผลของวิธีการให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืนแบบต่อเนื่องและแบบสลับ โดยให้แสงไฟแบบต่อเนื่อง 2 ชั่วโมง และแบบสลับ (เปิด-ปิดสลับกัน 15 นาที) 2 และ 4 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับการปลูกในสภาพธรรมชาติ พบความแตกต่างในด้านการออกดอก คุณภาพและปริมาณหลังการเก็บเกี่ยว การวิเคราะห์ปริมาณ TNC และความเข้มข้นไนโตรเจน ดังนี้

รุ่นที่ 1 (ปลูก 12 สิงหาคม 2547)

การเจริญเติบโต

ความสูงของต้น

ในการปลูกปทุมมาในรุ่นที่ 1 มีการเจริญเติบโตของต้นสูงสุด 14 สัปดาห์หลังปลูก พบว่าการให้แสงไฟแก่พืชในแบบต่าง ๆ ไม่มีผลต่อความสูงของปทุมมา โดยมีความสูงของต้นอยู่ในช่วง 37.38-42.58 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

จำนวนหน่อต่อกอ

ในเวลา 16 สัปดาห์หลังปลูก พบว่าการให้แสงไฟแบบต่อเนื่อง นาน 2 ชั่วโมง มีจำนวนหน่อต่อกอมากที่สุด เฉลี่ย 2.75 หน่อต่อกอ (ตารางที่ 1)

คุณภาพดอก

การเพิ่มแสงไฟทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การออกดอก (ตารางที่ 2) อายุการบานของดอกบนต้น (วัดจากวันที่ดอกจริงดอกแรกบานถึงวันที่กลีบใดกลีบหนึ่งของกลีบประดับสีชมพูเหี่ยว) (ตารางที่ 2) ความยาวก้านดอก (ตารางที่ 3) เส้นผ่าศูนย์กลางช่อดอก (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 1a) ส่วนการให้แสงไฟแบบต่อเนื่อง นาน 2 ชั่วโมง (กรรมวิธีที่ 1) มีผลทำให้ปทุมมามีจำนวนดอกต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 7.5 ดอกต่อต้น (ตารางที่ 4)

ปริมาณและคุณภาพหัวพันธุ์

การให้แสงไฟแบบต่อเนื่อง นาน 2 ชั่วโมง (กรรมวิธีที่ 1) มีผลทำให้ปทุมมามีคุณภาพหัวพันธุ์ดีที่สุด โดยมีจำนวนหัวใหม่เฉลี่ย 9.25 หัว (ตารางที่ 5) เส้นผ่าศูนย์กลางหัวใหม่เฉลี่ย 2.56 เซนติเมตร (ตารางที่ 5) แต่ไม่มีผลต่อจำนวนตุ้มรากสะสมอาหาร (ตารางที่ 6) และพบว่าวิธีการให้แสงไฟแบบต่อเนื่อง นาน 2 ชั่วโมง มีผลทำให้น้ำหนักหัวใหม่เฉลี่ยมากที่สุด 87.90 กรัม (ตารางที่ 6)

รุ่นที่ 2 (ปลูก 4 ตุลาคม 2547)

การเจริญเติบโต

ความสูงของต้น

ในการปลูกปทุมมาในรุ่นที่ 2 การเจริญเติบโตของต้นสูงสุด 14 สัปดาห์หลังปลูก พบว่าการให้แสงไฟแบบต่อเนื่อง นาน 2 ชั่วโมง มีความสูงของต้นมากที่สุดเฉลี่ย 38.62 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

จำนวนหน่อต่อกอ

ในเวลา 16 สัปดาห์หลังปลูก พบว่าการให้แสงไฟแก่ปทุมมาในแบบต่าง ๆ ไม่มีผลต่อจำนวนหน่อต่อกอ โดยมีจำนวนหน่อต่อกออยู่ในช่วง 1.4 - 3.0 หน่อต่อกอ (ตารางที่ 1)

คุณภาพดอก

กรรมวิธีที่ได้รับแสงไฟคั่นช่วงกลางคืนแบบต่อเนื่องและแบบสลับมีเปอร์เซ็นต์การออกดอก 65-70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีที่ปลูกในสภาพธรรมชาติซึ่งมีการออกดอกเฉลี่ย 10 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) การให้แสงไฟแบบต่อเนื่องและแบบสลับช่วยส่งเสริมการออกดอกและคุณภาพดอก (กรรมวิธีที่ 1-3) (ภาพที่ 1b) โดยมีอายุการบานของดอกบนต้นเฉลี่ย 26.0- 29.6 วัน (ตารางที่ 2) ความยาวก้านดอกเฉลี่ย 22.9-25.24 เซนติเมตร (ตารางที่ 3) เส้นผ่าศูนย์กลางช่อดอกเฉลี่ย 3.74-3.76 เซนติเมตร (ตารางที่ 3) ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีที่ปลูกในสภาพธรรมชาติ (กรรมวิธีที่ 4) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนจำนวนดอกต่อต้นในกรรมวิธีที่ได้รับแสงไฟแบบสลับนาน 4 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 2.6 ดอกต่อต้น (ตารางที่ 4)

ปริมาณและคุณภาพหัวพันธุ์

ในด้านปริมาณและคุณภาพหัวพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยว พบว่ากรรมวิธีที่ได้รับแสงไฟคั่นช่วงกลางคืนแบบต่อเนื่องและแบบสลับ (กรรมวิธีที่ 1-3) มีจำนวนหัวใหม่เฉลี่ย 4.4-5.2 หัว (ตารางที่ 5) โดยไม่มีความแตกต่างกันในกรรมวิธีที่ให้แสงไฟแต่การแสงไฟทุกกรรมวิธีมีค่าเฉลี่ยมากกว่ากรรมวิธีที่ปลูกในสภาพธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทุกกรรมวิธีไม่มีผลทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางหัวใหม่แตกต่างกันโดยมีค่าเฉลี่ย 2.12-2.24 เซนติเมตร (ตารางที่ 5) การที่พืชได้รับแสงไฟคั่นช่วงกลางคืนทำให้มีจำนวนตุ้มรากสะสมอาหารน้อยกว่าต้นที่ปลูกในสภาพธรรมชาติซึ่งมีจำนวนเฉลี่ย 4.2 หัว (ตารางที่ 6) ทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักหัวใหม่เฉลี่ย 20.01-27.94 กรัม (ตารางที่ 6)

ความเข้มข้น TNC ในหัว และใบ

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้น TNC ในการปลูกรุ่นที่ 2 พบว่าวิธีการให้แสงไฟแบบต่างกันและกรรมวิธีควบคุมมีความเข้มข้นของ TNC ในหัวใหม่ และ ใบ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 31.37-36.19 และ 30.51-33.74 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของดอกตัวในกรรมวิธีควบคุมนั้นมีไม่เพียงพอสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 7)

ความเข้มข้นของไนโตรเจนในหัว และใบ

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นไนโตรเจนในการปลูกรุ่นที่ 2 พบว่าวิธีการให้แสงไฟแบบต่างกันและกรรมวิธีควบคุมมีความเข้มข้นของไนโตรเจนในหัวใหม่และ ใบ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 28.50-31.25 และ 18.95-20.80 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของดอกในกรรมวิธีควบคุมมีไม่เพียงพอในการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 8)

Table 1 Effects of light supplement methods on plant height and number of plant per cluster of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

Treatment	Plant height[2/]		Number of plant per cluster[3/]	
	Group 1	Group 2	Group 1	Group 2
1. continuous light (2 hrs)	42.58a[1/]	38.62a	2.75a	3.0a
2. alternated light every 15 min (2 hrs)	40.80a	32.86b	1.25b	2.4a
3. alternated light every 15 min (4 hrs)	37.38a	34.16b	1.75ab	2.2a
4. natural condition	38.75a	27.10c	2.00ab	1.4a
$LSD_{0.05}$	-	3.25	1.26	-

[1/] Means with the same letter within columns are not significantly different at P≤0.05 by least significant difference

[2/] at 14 week after planting (WAP)

[3/] at 16 WAP

Table 2 Effects of light supplement methods on flowering percentage and number of blooming day of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

Treatment	Flowering percentage		Period of blooming day	
	Group 1	Group 2	Group 1	Group 2
1. continuous light (2 hrs)	100	65.0	28.25 a[1/]	29.6a
2. alternated light every 15 min (2 hrs)	100	70.0	26.00a	29.2a
3. alternated light every 15 min (4 hrs)	100	70.0	32.75a	26.0a
4. natural condition	100	10.0	20.25a	14.0b
$LSD_{0.05}$	-	-	-	5.14

[1/] Means with the same letter within columns are not significantly different at P≤0.05 by least significant difference

Table 3 Effects of light supplement methods on spike length and spike diameter of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

Treatment	Spike length (cm)		Spike diameter (cm)	
	Group 1	Group 2	Group 1	Group 2
1. continuous light (2 hrs)	38.38a[1/]	25.24a	3.55a	3.64a
2. alternated light every 15 min (2 hrs)	33.42a	22.90a	2.78a	3.50a
3. alternated light every 15 min (4 hrs)	32.88a	23.86a	2.53a	3.76a
4. natural condition	33.62a	15.0b	3.15a	2.45b
$LSD_{0.05}$	-	3.54	-	0.65

[1/] Means with the same letter within columns are not significantly different at P≤0.05 by least significant difference

Table 4 Effects of light supplement methods on number of flower per plant of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

Treatment	Number of flower per plant	
	Group 1	Group 2
1. continuous light (2 hrs)	7.50a[1/]	1.4b
2. alternated light every 15 min (2 hrs)	2.75b	2.4a
3. alternated light every 15 min (4 hrs)	2.75b	2.6a
4. natural condition	2.00b	0.4c
$LSD_{0.05}$	2.38	0.98

[1/] Means with the same letter within columns are not significantly different at P≤0.05 by least significant difference

Table 5 Effects of light supplement methods on number of new rhizomes and size rhizomes of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

Treatment	Number of new rhizome		Rhizome size (cm)	
	Group 1	Group 2	Group 1	Group 2
1. continuous light (2 hrs)	9.25a[1/]	5.0a	2.56a	2.24a
2. alternated light every 15 min (2 hrs)	5.25b	5.2a	2.42ab	2.20a
3. alternated light every 15 min (4 hrs)	4.25b	4.4a	2.23bc	2.14a
4. natural condition	3.25b	2.0b	2.08c	2.12a
$LSD_{0.05}$	2.47	2.22	0.32	-

[1/] Means with the same letter within columns are not significantly different at P≤0.05 by least significant difference

Table 6 Effects of light supplement methods on number of storage root and weight of new rhizomes of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

Treatment	Number of storage root		Weight of new rhizomes (g)	
	Group 1	Group 2	Group 1	Group 2
1. continuous light (2 hrs)	2.75 a[1/]	1.6b	87.90a	20.52a
2. alternated light every 15 min (2 hrs)	1.75a	0.4b	31.43b	20.52a
3. alternated light every 15 min (4 hrs)	0.00a	0.0b	21.41b	20.01a
4. natural condition	3.50a	4.2a	56.08ab	27.94a
$LSD_{0.05}$	-	1.69	36.29	-

[1/] Means with the same letter within columns are not significantly different at P≤0.05 by least significant difference

Table 7 Effects of light supplement methods on TNC of *Curcuma alismatifolia* Gagnep., group II.

Treatment	TNC (mg glucose/g DW)		
	New rhizome	Flower	Leave
1. continuous light (2 hrs)	35.81a[1/]	38.79	32.31a
2. alternated light every 15 min (2 hrs)	35.54a	44.38	33.74a
3. alternated light every 15 min (4 hrs)	31.37a	45.31	30.51a
4. natural condition	36.19a	- [2/]	31.12a

[1/] Means with the same letter within columns are not significantly different at P≤0.05 by least significant difference

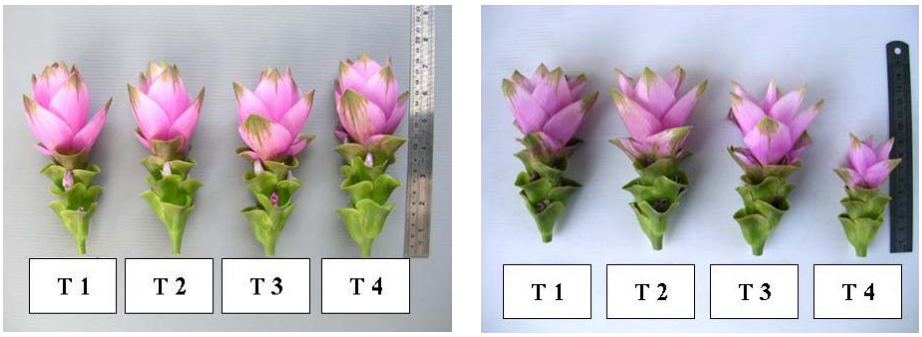
[2/] no flowering

Table 8 Effects of light supplement methods on nitrogen concentration of *Curcuma alismatifolia* Gagnep., group II.

Treatment	N (mg /g DW)		
	New rhizome	Flower	Leave
1. continuous light (2 hrs)	30.03a[1/]	12.03	20.80a
2. alternated light every 15 min (2 hrs)	28.50a	12.20	18.95a
3. alternated light every 15 min (4 hrs)	29.68a	12.38	20.68a
4. natural condition	31.25a	- [2/]	19.68a

[1/] Means with the same letter within columns are not significantly different at P≤0.05 by least significant difference

[2/] no flowering



a) Group I b) Group II

Figure 1 Effects of light supplement methods on flowering of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.
a) planted on August 2004, b) planted on October 2004
T 1 = continuous light (2 hrs)
T 2 = alternated light every 15 min (2 hrs)
T 3 = alternated light every 15 min (4 hrs)
T 4 = natural condition

จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการปลูกปทุมมาในเดือนสิงหาคม (รุ่นที่ 1) ไม่จำเป็นต้องให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืน อย่างไรก็ตามหากต้องการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของดอกควรให้แสงไฟแบบต่อเนื่องนาน 2 ชั่วโมง ส่วนการปลูกในเดือนตุลาคม (รุ่นที่ 2) ควรให้แสงไฟในแบบต่อเนื่องนาน 2 ชั่วโมง หรือแบบสลับนาน 2 หรือ 4 ชั่วโมง ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกัน การใช้วิธีให้แสงไฟแบบสลับนาน 2 ชั่วโมงสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายให้น้อยลง และยังเพิ่มเปอร์เซ็นต์การออกดอกและคุณภาพของดอกได้ดี ซึ่งการตอบสนองต่อแสงของพืชแต่ละชนิดต่อวิธีการให้แสงไฟแตกต่างกัน จากงานทดลองของรัตนะ (2546) ศึกษาวิธีการให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืนพบว่าการให้แสงไฟแบบต่อเนื่องและแบบสลับ ไม่มีความแตกต่างกันในการยับยั้งการเกิดตาดอกในเบญจมาศ นอกจากนี้งานทดลองของ Runkle *et al.* (1998) ศึกษาการให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืนเปรียบเทียบกับการให้แสงไฟแบบสลับแก่พืชวันยาวบางชนิด โดยให้แสงจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ พบว่า *Echinacea purpurea* 'Bravado' ต้องการแสงคั่นช่วงกลางคืนเพียง 30 นาที (เปิดไฟ 6 นาทีปิดไฟ 24 นาที) เพื่อชักนำให้ออกดอก ในขณะที่ *Rudbeckia fulgida* 'Goldsturm' ต้องการแสงคั่นช่วงกลางคืนอย่างน้อย 4 ชั่วโมง การให้แสงไฟแบบสลับ (เปิดไฟ 6 นาทีปิดไฟ 24 นาที) สามารถชักนำให้ *E. purpurea* 'Bravado' ออกดอกได้ ในขณะเดียวกันกรรมวิธีนี้ไม่สามารถชักนำให้ *R. fulgida* 'Goldsturm' ออกดอกได้ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าพืชแต่ละชนิดมีความต้องการแสงเพื่อชักนำการออกดอกแตกต่างกัน สำหรับปทุมมาในงานทดลองนี้พบว่าการตอบสนองต่อแสงไฟแบบต่อเนื่องและแบบสลับไม่แตกต่างกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของคุณภาพดอก การปลูกปทุมมาในเดือนสิงหาคมพบว่าการให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืนแบบต่อเนื่องนาน 2 ชั่วโมง ช่วยเพิ่มจำนวนดอกต่อต้นของปทุมมา และในการปลูกปทุมมาในเดือนตุลาคมการให้แสงไฟแบบต่อเนื่องและแบบสลับช่วยส่งเสริมการออกดอกและคุณภาพดอกในด้านอายุการบานของดอกบนต้น ความยาวก้านดอก เส้นผ่าศูนย์กลางช่อดอก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่มากกว่ากรรมวิธีที่ปลูกในสภาพธรรมชาติ สอดคล้องกับการทดลองของ Chang (2000) ซึ่งปลูกปทุมมาในเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน พบว่าการให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืน 22.00-02.00 น. ช่วยเพิ่มจำนวนดอก คุณภาพดอก ความยาวก้านดอก เส้นผ่าศูนย์กลางดอกปทุมมา ซึ่งได้ชี้ให้เห็นว่าแสงเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ปทุมมามีการ

เจริญเติบโตมากขึ้น และสอดคล้องกับการทดลองของ Hagiladi *et al*. (1997) ซึ่งเพิ่มแสงไฟนาน 10 ชั่วโมงแก่ปทุมมาเปรียบเทียบกับการปลูกในสภาพธรรมชาติ (วันสั้น) พบว่าต้นที่ได้รับแสงไฟเพิ่มมีจำนวนดอกมากกว่าต้นที่ปลูกในสภาพวันสั้น แต่มีจำนวนรากสะสมอาหารน้อยกว่าต้นที่ปลูกในสภาพธรรมชาติ

การที่พืชได้รับแสงไฟคั่นช่วงกลางคืนทำให้มีจำนวนตุ้มรากสะสมอาหารน้อยกว่าต้นที่ปลูกในสภาพธรรมชาติหรือไม่มีการสร้างตุ้มราก (ตารางที่ 6) สอดคล้องกับงานทดลองของ Kuehny *et al*. (2002) ซึ่งปลูกปทุมมาในเดือนสิงหาคมพบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการรับแสงในปทุมมามากขึ้น ส่งผลให้มีจำนวนตุ้มรากสะสมอาหารลดลง โดยต้นที่เพิ่มแสงไฟ 8 ชั่วโมง มีจำนวนตุ้มราก 2 ตุ้มราก ซึ่งมากกว่าต้นที่เพิ่มแสงไฟ 12 ชั่วโมงที่มี 1 ตุ้มราก การไม่เพิ่มแสงไฟทำให้พืชเข้าสู่ระยะพักตัวเร็วกว่า

ด้านความเข้มข้น TNC ในหัวใหม่ ดอก และใบในระยะดอกจริงดอกแรกบาน มีการลำเลียงอาหารไปยังส่วนของดอกซึ่งมีการเจริญเติบโตมากที่สุด โดยกรรมวิธีที่ได้รับแสงไฟมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้น TNC ในดอกมากกว่าส่วนอื่น ๆ (38.79-45.31 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง) ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมไม่มีการสร้างช่อดอกเกิดขึ้น ทำให้อาหารถูกลำเลียงไปเก็บไว้ในหัวใหม่และตุ้มรากสะสมอาหาร ทำให้มีแนวโน้มของความเข้มข้นในหัวใหม่มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ แต่ไม่พบความแตกต่างจากผลของการเพิ่มแสงไฟซึ่งค่าเฉลี่ยความเข้มข้น TNC ในหัวใหม่มีค่าเฉลี่ยรองจากดอก (28.50-31.25 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง) และในส่วนของใบมีความเข้มข้นน้อยที่สุด (18.95-20.80 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง) ซึ่งผลของความยาววันต่อความเข้มข้น TNC มีรายงานไว้ในงานทดลองของ Trenholm *et al*. (1998) ซึ่งรายงานว่า 'FloraDwarf' bermudagrass ที่ปลูกในสภาพวันสั้นที่มีช่วงแสงน้อยกว่า 13 ชั่วโมง มีการเจริญของต้นน้อยกว่าต้นที่ได้รับสภาพวันยาว แต่การสะสมของ TNC ในรากของต้นที่ปลูกในสภาพวันสั้นมีมากกว่า ซึ่งในการทดลองนี้ปทุมมาในส่วนของหัวซึ่งเป็นส่วนสะสมอาหารใต้ดินเช่นเดียวกับรากในต้นที่ปลูกในสภาพธรรมชาติ (ไม่เพิ่มแสงไฟ) มีแนวโน้มของความเข้มข้นสูงกว่ากรรมวิธีที่ได้รับแสงไฟ

ด้านความเข้มข้นไนโตรเจนหัวใหม่ดอกและใบพบว่ามีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี สอดคล้องกับงานทดลองของคณพล และ กฤษณา (2538) พบว่าปริมาณไนโตรเจนในเนื้อเยื่อของดอกมะลิลาไม่มีความสัมพันธ์กันความยาวดอก ความกว้างของดอก และน้ำหนักของดอก ในการทดลองนี้แม้ว่าปทุมมามีความแตกต่างในการเจริญเติบโตและคุณภาพของดอกแต่ไม่พบความแตกต่างในปริมาณไนโตรเจนจากผลของวิธีการให้แสงไฟ จากการทดลองนี้ปทุมมาในระยะดอกจริงดอกแรกบานมีการลำเลียงไนโตรเจนเก็บในส่วนของหัวใหม่มากที่สุด มีปริมาณไนโตรเจน 28.50-31.25 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ ส่วนของใบซึ่งมีปริมาณ 18.95-20.80 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง และส่วนของดอกมีปริมาณน้อยที่สุด โดยกรรมวิธีที่ได้รับแสงไฟมีความเข้มข้นไนโตรเจน 12.03-12.38 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง ในขณะที่กรรมวิธีที่ปลูกในสภาพธรรมชาติไม่มีการออกดอก

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าการปลูกปทุมมาในช่วงเดือนสิงหาคม ไม่จำเป็นต้องมีการเพิ่มแสงไฟให้กับพืช แต่ในการปลูกในเดือนตุลาคม ควรให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืนเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและการออกดอก โดยการให้แสงไฟจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ (100 W) 4 หลอดต่อตารางเมตรแบบต่อเนื่องและแบบสลับไม่มีความแตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่ อันเนื่องมาจากพระราชดำริที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องเย็นในการเก็บรักษาหัวพันธุ์ปทุมมา และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยโครงการเทคโนโลยีการผลิตปทุมมานอกฤดู

เอกสารอ้างอิง

คณพล จุฬามณี และ กฤษณา กฤษณพุกต์. 2538. ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการออกดอกและบทบาทของแสงอุณหภูมิและน้ำตาลที่มีผลต่อการพัฒนาของดอกมะลิลาในฤดูหนาว. รายงานการวิจัย. สำนักคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 52 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2549. การออกดอก. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://web.agri.cmu.ac.th/hort/course/359311/PPHY9_flowering.htm (16 กุมภาพันธ์ 2549).

เปรมปรี ณ สงขลา. 2542. อะเมซิ่งไม้ดอกเมืองร้อน. รายงานการจัดงาน. จัดโดยกรมส่งเสริมการเกษตรร่วมกับศูนย์การค้าแฟชั่นไอส์แลนด์, กรุงเทพฯ. 74 หน้า.

พานิชย์ ยศปัญญา. 2543. รวมฮิต ไม้ตัดดอกเมืองร้อน. สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ. 188 หน้า.

สุรวิช วรรณไกรโจน์. 2539. ผลของคุณภาพและการเก็บรักษาหัวพันธุ์ต่อการผลิตปทุมมา. รายงานการประชุมทางวิชาการไม้ดอกไม้ประดับแห่งชาติ ครั้งที่ 2. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 247 หน้า.

รัตนะ บัวระวงค์. 2546. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชนิดหลอดไฟต่อการยับยั้งการเกิดตาดอกของเบญจมาศโดยการให้แสงแบบ Night break. หน้า 17-21. ใน: รายงานการประชุมสัมมนานักศึกษาภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อุษา เลปวิทย์ และ อดิศร กระแสชัย. 2537. การศึกษาการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของปทุมมา (*Curcuma alismatifolia*). ข่าวเกษตร 12(3): 3.

Chang, C.S. 2000. Dormancy in curcuma (*Curcuma alismatifolia*). (Online). Available: http://www.tndais.gov.tw/Rbulletin/paper34-3htm (20 May 2004).

Hagiladi, A., N. Umiel and X.H. Yang. 1997. *Curcuma alismatifolia*. II. Effects of temperature and day length on the development of flowers and propagules. Acta Horticulturae. 430: 755-761.

Kuehny, J.S., M.J. Sarmiento and P.C.Branch. 2002. Cultural studies in ornamental ginger. (Online). Available: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/v5-477.html (20 May 2004).

Ohyama, T., T. Ikarashi and A. Baba. 1985. Nitrogen accumulation in the roots of tulip plants (*Tulipa gesneriana*) . Soil Sci. Plant Nutr. 31: 581-588.

Ohyama, T., T. Ikarashi and A. Baba. 1986. Analysis of the reserve carbohydrates in bulb scales of autumn planting bulb plant. Jpn. J. Agr. Safety and Nutr. 57: 119-125.

Runkle, E.S., R.D. Heins, A.C. Cameron and W.H. Carlson. 1998. Flowering of herbaceous perennials under various night interruption and cyclic lighting treatments. HortScience 33(4): 672-677.

Smith, D. G.,M. Paulsan and C.A. Raguse. 1964. Extraction of total available carbohydrates from grass and legume tissue. Plant Physiol. 39: 960-962.

Trenholm L.E., A.E. Dudeck, J.B. Sartain, and J.L. Cisar. 1998. Bermudagrass growth, total nonstructural carbohydrate concentration, and quality as influenced by nitrogen and potassium. Crop Science 38(1): 168-174.

ข้อมูลพื้นฐานเพื่อการปรับปรุงพันธุ์รัก

Basic Information for Varietal Improvement of Crown Flower (*Calotropis gigantea*)

***อุไรวรรณ ถายา*[1/] *และ อดิศร กระแสชัย*[1/]**

Uraiwan Taya[1/] *and Adisorn Krasaechai*[1/]

Abstract: The morphological study of *Calotropis gigantea,* white and purple varieties, was conducted and found that its flower had perfect type with valvate shape. The pollen formed into pollinium, situated on the edge but slightly lower than the pistil. Each flower had 1 pistil consisting of two styles fused into one at the top, ovary had 2 carpels. The vascular bundles were bicollateral. Both varieties had chromosome number 2n=22. Four combinations of crossing found unsuccessful though with assistances of various pollination methods. The environmental conditions had been suspected to be the cause. The variation of flower colour and shape from the seeds pods naturally pollinated of both varieties was found that the white variety gave all white with 4 flower characters while the purple variety gave white and purple with 9 flower characters.

Keywords: Crown flower, breeding, anatomy, chromosome number

บทคัดย่อ: ศึกษาโครงสร้างของดอกรักพันธุ์สีขาวและสีม่วง พบว่าดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ รูปกงล้อ โดยเกสรเพศผู้อยู่ด้านข้างค่อนไปด้านล่างของเกสรเพศเมีย อับเรณูมีลักษณะเป็นก้อน (pollinium) เกสรเพศเมียมี 1 อัน มีก้านชูเกสรเพศเมีย 2 อัน เชื่อมติดกันที่ยอด รังไข่มี 2 อันแยกออกจากกันอย่างชัดเจน มีการเรียงตัวของมัดท่อลำเลียงเป็นแบบท่อลำเลียงขนาบ ดอกรักทั้ง 2 พันธุ์มีจำนวนโครโมโซม 2n=22 การผสมตัวเองและผสมข้ามจำนวน 4 คู่ พบว่าผสมไม่ติด ถึงแม้จะช่วยการผสมด้วยวิธีการต่าง ๆ คาดว่าเป็นผลเนื่องจากสภาพแวดล้อม ดอกรักพันธุ์สีขาว ที่ผสมติดฝักตามธรรมชาติให้ดอกสีขาวทุกต้นและจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกได้ 4 แบบ ส่วนในพันธุ์ดอกสีม่วง ให้ดอกสีม่วงและดอกสีขาว และจำแนกออกได้ 9 แบบ

คำสำคัญ: รัก, ผสมพันธุ์, กายวิภาคศาสตร์, จำนวนโครโมโซม

[1/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1/] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chaing Mai 50200

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตเส้นศูนย์สูตร มีสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น จึงมีความหลากหลายทางชีวภาพโดยเฉพาะพืชพรรณ ถ้าหากได้มีการเสาะหาพืชชนิดใหม่ ๆ ร่วมกับการศึกษาทางสรีรวิทยา เซลล์พันธุศาสตร์ และนำมาปรับปรุงพันธุ์ ก็สามารถจะพัฒนาพืชดังกล่าวเพื่อนำไปสู่การเป็นพืชเศรษฐกิจได้ (อดิศร, 2541) รัก หรือ รักดอก (crown flower) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Calotropis gigantea* อยู่ในวงศ์ Asclepiadaceae เป็นพรรณไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลางที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในอินเดีย อิหร่าน และทิเบต มีขึ้นอยู่ทั่วไปในเขตร้อน โดยเฉพาะในประเทศไทยนั้น มีรักขึ้นอยู่เกือบในทุกท้องที่ (วิชัย, 2526) รัก จัดเป็นพืชประเภทวัชพืช ซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่ทุรกันดาร (กฤษณรักษ์, 2526) จากอดีตถึงปัจจุบัน รักจัดเป็นไม้ดอกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจไม่มากนัก มีการใช้ประโยชน์จากดอกตูมและบานในการประดิษฐ์พวงมาลัยดอกไม้สด และดอกไม้พุ่มในงานพิธีต่าง ๆ เท่านั้น (Rajadhon,1961) ด้วยข้อจำกัดประการหนึ่ง ทางด้านสีของดอกซึ่งมีเพียง 2 สี คือ สีขาวและสีม่วง ในงานวิจัยครั้งนี้ จึงได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของรักและดอกรักเพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บตัวอย่างดอกรักพันธุ์สีขาวและสีม่วงจาก อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์ มาศึกษา

1. สัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ของดอกโดยวิธี paraffin embedding

2. การผสมตัวเองและผสมข้ามรวม 4 คู่ ระหว่างเดือนกุมภาพันธุ์ – เมษายน 2546 ซึ่งมีอุณหภูมิช่วงเช้าอยู่ที่ประมาณ 25 องศาเซลเซียส ช่วงบ่ายประมาณ 30 องศาเซลเซียส โดยศึกษาเวลาการผสม 3 ช่วง คือ ช่วงเช้า 7.30 - 9.00 น. ช่วงเย็น 16.30 -18.30 น. และช่วงกลางคืน 22.00 - 22.30 น. ใช้วิธีการผสมพันธุ์ 5 วิธี คือ 1) นำเกสรเพศผู้แตะบนยอดเกสรเพศเมีย 2) ใช้น้ำแตะบนยอดเกสรเพศเมียก่อนแล้วจึงนำเกสรเพศผู้แตะบนยอดเกสรเพศเมีย 3) ใช้น้ำมันระหุ่งแทนน้ำ 4) นำเกสรเพศผู้เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเกสรเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนนำไปวางบนเกสรเพศเมีย และ 5) ตัดส่วนที่เป็นยอดเกสรเพศเมีย (stigma) ออกเหลือแต่ก้านเกสรเพศเมีย (style) แล้วนำเกสรเพศผู้วางตรงปลายท่อก้านเกสรเพศเมียที่เหลือ

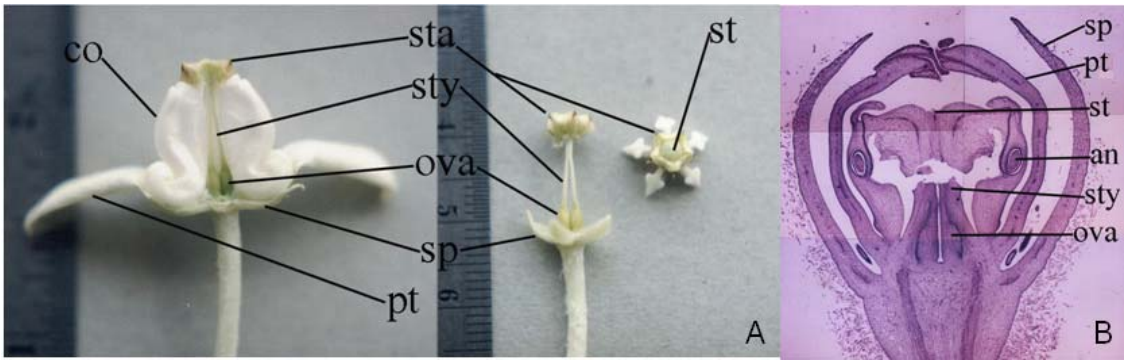
3. จำนวนโครโมโซมจากเซลล์ปลายรากของดอกรักโดยวิธี Feulgen squash method (ภูวดล, 2528; Dyer, 1979) โดยแช่ปลายรากในสารละลาย para-dichlorobenzene อิ่มตัวเป็นเวลา 45 นาที, 1 ชั่วโมง และ 1 ชั่วโมง 30 นาที นำปลายรากย้อมสี carbol fuchsin เป็นเวลา 3-24 ชั่วโมง ศึกษาจำนวนโครโมโซมโดยนับเซลล์จำนวน 10 เซลล์ และ

4. การกระจายตัวของสีและลักษณะของดอกรักที่ผสมติดฝักตามธรรมชาติของทั้งสองพันธุ์ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-ธันวาคม 2546 โดยนำเมล็ดที่เกิดจากฝักที่ติดตามธรรมชาติของดอกรักทั้งสองพันธุ์ปลูกและศึกษาสัณฐานวิทยาของดอก จำแนกสีดอกโดยแผ่นเทียบสีของ The Royal Horticultural Society

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาสัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ของดอกรัก

พบว่า ดอกออกเป็นช่อแบบกระจุก ดอกสมมาตรแบบสม่ำเสมอ รูปดอกเป็นรูปกงล้อ การเรียงกลีบดอกเป็นแบบจรดกัน กลีบเลี้ยงมี 5 กลีบ กลีบดอกมี 5 กลีบ จะแตะกันเมื่อตูมและแยกออกเมื่อดอกบาน ระหว่างกลีบดอกชั้นในกับเกสรเพศผู้มีรยางค์พิเศษมีลักษณะคล้ายมงกุฎเรียกว่า corona เกสรเพศผู้มี 5 อัน ก้านชูอับเรณูเป็นท่อสั้น ๆ อับเรณูจะติดกับบริเวณเกสรเพศเมีย ละอองเรณูรวมกันเป็นกลุ่มในเยื่อบาง ๆ คล้ายถุงเรียกว่า โพลิเนียม (pollinium) เกสรเพศเมีย 1 อัน มี 2 capel โดยเชื่อมติดเฉพาะส่วนของยอด ก้านเกสรเพศเมียมี 2 อัน มีรังไข่ 2 อันแยกออกจากกันอย่างชัดเจนในแต่ละ ovule มีไข่เป็นจำนวนมาก ตำแหน่งรังไข่อยู่เหนือวงกลีบ (ภาพที่ 1)



co = corona sta = stamen sty = style ova = ovary

sp = sepal pt = petal st = stigma an = anther

Figure 1 Component of crown flower (A) and long section of crown flower (B) (48x).

การศึกษาการผสมตัวเองและผสมข้ามของดอกรักทั้ง 2 พันธุ์

การผสมเป็นแบบพบกันหมดรวม 4 คู่ รวมทั้งหมด 2,404 ดอก ซึ่งเป็นการผสมช่วงเช้า 930 ดอก ช่วงเย็น 1094 ดอก และช่วงกลางคืน 380 ดอกพบว่าผสมไม่ติด ถึงแม้ว่าได้ทำการแก้ปัญหาการผสมไม่ติดทั้งหมดโดยวิธีการต่าง ๆ คือ ใช้น้ำแตะบนยอดเกสรเพศเมีย ใช้น้ำมันระหุ่งแทนน้ำเลี้ยงละอองเกสรในอาหารเลี้ยงเกสรก่อนนำไปผสม การตัดเกสรเพศเมียให้สั้นลง และการใช้ถุงผ้าใยรีเมย์และถุงพลาสติกคลุมดอก คาดว่าเกิดจากสภาพแวดล้อมในขณะผสมไม่เหมาะสม ดังที่ De Vries and Dubois (1987) กล่าวว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการผสมพันธุ์คือ 22 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่านี้เล็กน้อย และจำนวนครั้งที่ถ่ายละอองเกสรมากกว่า 2 ครั้ง ใน 1 วัน จะช่วยให้การผสมดียิ่งขึ้น สุชาดา (2542) กล่าวว่าในแง่ของสภาพแวดล้อมระหว่างการผสมและหลังการผสมมีความสำคัญ โดยที่ ในการผสมว่านสี่ทิศถ้าผสมในห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และมีการเจริญเติบโตภายใต้สภาพเดียวกัน จะผสมติดและติดฝักได้หมดในทุกคู่ผสม ส่วนในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายนซึ่งอุณหภูมิช่วงเช้าอยู่ที่ประมาณ 25 องศาเซลเซียส ช่วงบ่ายประมาณ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง สมบุญ (2538) ยังกล่าวถึงสาเหตุการผสมไม่ติดจากสภาพแวดล้อมอีกว่าอุณหภูมิที่สูงทำให้การงอกของละอองเรณูลดลง หรืออาจทำให้ละอองเรณูตายได้ และความเข้มแสงที่ต่ำซึ่งทำให้ไม่เกิดการปฏิสนธิ โดยการผสมพันธุ์ดอกรักในครั้งนี้เป็นการผสมในระบบเปิด ทำให้ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิหรือแสงได้ ซึ่งควรที่จะต้องวิจัยเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงต่อไป

การศึกษาโครโมโซมจากเซลล์ปลายรากของดอกรักพันธุ์สีขาวและสีม่วง

พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บปลายรากคือ 27-28 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการแช่สารละลาย para-dichorobenzene เพื่อทำให้โครโมโซมหดตัวและยับยั้งการเกิดเส้นใยสปินเดิลคือ 1 ชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้ย้อมสีคือ 24 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนโครโมโซมของทั้งสองพันธุ์ได้ 2n=22 (ภาพที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับ นรินทร์ (2526) ได้ศึกษาจำนวนโครโมโซมของดอกรักพันธุ์สีม่วง พบว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 Mitra and Datta (1967) ได้ศึกษาโครโมโซมของพืชในวงศ์ Asclepiadaceae พบว่าจำนวนโครโมโซมจากเซลล์ปลายราก x = 11

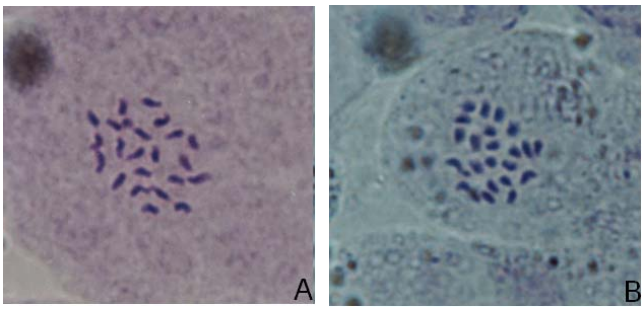


Figure 2 Chromosome number of crown flower (470x)
A) White variety, B) Purple variety

การศึกษาการกระจายตัวของสีและลักษณะของดอกจากเมล็ดที่ผสมติดฝักตามธรรมชาติ

พบว่า พันธุ์สีขาวที่ปลูกจำนวน 363 ต้น ให้ดอกสีขาวทั้งหมดแต่มีลักษณะของดอกเป็น 4 แบบ ส่วนเมล็ดที่ได้จากต้นพันธุ์สีม่วงจำนวน 327 ให้ทั้งดอกสีขาว 166 ต้น และสีม่วง 161ต้น และจำแนกลักษณะดอกได้ 9 แบบ แสดงถึงการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีน 2 คู่ และเกิดการข่มข้ามคู่โดยยีนสภาพด้อย โดยยีนที่ควบคุมการเกิดสีขาวเป็นยีนด้อย (ตารางที่ 1, ภาพที่ 3)

Figure 3 Characters of crown flower grown from pods naturally pollinated.
A) White variety
B) Purple variety
Notice: 1) Character of unopened flower bud and number of petal in white variety.
2) Colour of corona in purple variety.

Table 1 Characters of crown flower grown from pods naturally pollinated.

Parent flower colour	Colour		Character of unopened flower bud	Number of petal	Number of corona	Number of ovary
	petal	corona				
White variety	White	White	Pointed shape at the top (C1)	5	5	2
	White	White	Rather flat shape (C2)	5	5	2
	White	White	Rather round shape (C3)	5	5	2
	White	White	Drum shape (C4)	6-7	6-7	3-4
Purple variety	purple (80-C)	purple-blue(82-A)	(C1)	5	5	2
	purple (80-C)	purple-blue (82-A)	(C2)	5	5	2
	purple (80-C)	purple-blue (82-A)	(C3)	5	5	2
	purple (81-C)	purple-red (78-D)	(C1)	5	5	2
	purple (81-C)	purple-red (78-D)	(C2)	5	5	2
	purple (81-C)	purple-red (78-D)	(C3)	5	5	2
	White	White	(C1)	5	5	2
	White	White	(C2)	5	5	2
	White	White	(C3)	5	5	2

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการผสมพันธุ์ดอกรักทั้งการผสมตัวเองและผสมข้ามนั้นพบว่าไม่สามารถผสมติดได้ ถึงแม้ว่าได้ทำการแก้ปัญหาการผสมไม่ติดโดยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งในตามธรรมชาติดอกรักสามารถติดฝักได้ อาจเนื่องทำการทดลองในครั้งนี้ยังไม่สามารถเลียนแบบธรรมชาติได้ แต่ในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาสัณฐานวิทยา เซลวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการทำการศึกษาการปรับปรุงพันธุ์ดอกรักต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กฤษณรักษ์ ธีรรัฐ. 2526. การทดลองนำเส้นใยจากฝักต้นรักมาใช้ประโยชน์ทางด้านสิ่งทอ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ. 27 หน้า.

นรินทร์ สมบูรณ์สาร. 2526. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา กายวิภาคและเซลล์วิทยาของพืชไฮโดรคาร์บอนบางชนิด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 141 หน้า.

ภูวดล บุตรรัตน์. 2528. เทคนิคทางพฤกษศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 213 หน้า.

วิชัย อภัยสุวรรณ. 2526. ธรรมชาติศึกษาพันธุ์ไม้ในวรรณคดีไทย. สำนักพิมพ์สุริยบรรณ, กรุงเทพฯ. 240 หน้า.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 203 หน้า.

สุชาดา พัฒนกนก. 2542. การปรับปรุงพันธุ์ว่านสี่ทิศ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 134 หน้า.

อดิศร กระแสชัย. 2541. การรวบรวมพืชพื้นถิ่นเพื่อพัฒนาเป็นไม้ดอกไม้ประดับ. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 44 หน้า.

De Vries, D.P. and L.A.M. Dubois. 1987. The effect of temperature on fruit set, seed set and seed germination in ‘Sonai’ × ‘Hadley’ hybrid tea-rose crosses. Euphytica 36(1): 117-120.

Dyer, A.F. 1979. Investigating Chromosome. Edward Arnold Ltd., London. 138 p.

Mitra, K. and N. Datta. 1967. In IOPB chromosome number reports XIII. Taxon 16: 445 – 461.

Rajadhon, A. 1961. Some Siamese superstitions about trees and plants. J. of the Siam Society 49(1): 57-63.

การตอบสนองต่อความเค็มระดับต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักโขม

Response of Different Salinity Levels on Growth of *Amaranthus dubius*

สมชาย ชคตระการ[1/]

Somchai Chakhatrakan[1/]

Abstract: The response of the different salinity levels on growth of *Amaranthus dubius* was studied. Completely Randomized Design (CRD) was used in this experiment. Expt.1: study effect of sodium chloride solution (NaCl) 5 concentrations (0, 0.2, 0.4, 0.6 and 0.8 %) on their germination. Expt. 2: study on growth rate of *A. dubius* in 5 concentrations (0, 0.2, 0.4, 0.6 and 0.8 %) of NaCl. The result showed that in experiment 1: the ability of germination was significant difference ($P<0.05$). The treatment which no NaCl showed the highest germination (88.08%) and NaCl solution at 0.2, 0.4, 0.6 and 0.8 % gave 85.58%, 78.75%, 76.25% and 64.67 % germination, respectively. In experiment 2: their growth rates were also significant difference ($P<0.05$). Concentration of chlorophyll in their leaves and leaf color were increased when concentration of NaCl were increased, In term of plant height, stem diameter, number of leaves as well as fresh and dry weight of stem, leaf and root, also decreased when increased concentration of NaCl solution. When concentration of NaCl solution were increased 0.2, 0.4, 0.6 and 0.8 %, total dry weight of stem and leaf were decreased 20.14, 25.69, 34.72 and 36.81 %, respectively when compared to the treatment which no NaCl solution.

Keywords: *Amaranthus dubius,* salinity, germination, growth

[1/] ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จ. ปทุมธานี 12121

[1/] Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University (Rangsit Campus), Pathumthani 12121, Thailand.

บทคัดย่อ: ศึกษาการตอบสนองของผักโขม (*Amaranthus dubius*) ต่อความเค็มระดับต่าง ๆ ณ โรงเรือนหลังคาพลาสติก ป้องกันน้ำฝนของภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design เป็นการทดสอบความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 5 ระดับ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ 1. ศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักโขมในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ และ 2. ศึกษาการเจริญเติบโตของผักโขมในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ จากการทดลองที่ 1 พบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดของผักโขม มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยเมล็ดที่เพาะในน้ำกลั่น มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด (88.08 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือเมล็ดที่เพาะในระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ (85.58, 78.75, 76.25 และ 64.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และในการทดลองที่ 2 พบว่า การเจริญเติบโตของผักโขมมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยความเข้มสีใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ เพิ่มขึ้นเมื่อมีความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มมากขึ้น ส่วนความสูงต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบ และน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ ผลผลิตรวม(ลำต้น+ใบ) และรากนั้นลดลงเป็นสัดส่วนผกผันกันกับเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ทำให้น้ำหนักแห้งของผลผลิตรวม(ลำต้น+ใบ) ลดลงจากที่รดด้วยน้ำกลั่นอย่างเดียว เท่ากับ 20.14, 25.69, 34.72 และ 36.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: ผักโขม, ความเค็ม, การงอก, การเจริญเติบโต

คำนำ

ดินเป็นทรัพยากรที่มีค่ายิ่งสำหรับระบบการเกษตรแต่ปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบปัญหาเรื่องดินเสื่อมโทรมจากสาเหตุดินเค็มเป็นอย่างมาก ดินเค็มที่พบในประเทศไทยนั้นมีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งพื้นที่ดินเค็มดังกล่าวไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ นอกจากนั้นวิธีปรับปรุงแก้ไขปัญหาดินเค็มโดยตรงก็จำเป็นจะต้องลงทุนสูง และใช้ความรู้ความชำนาญเป็นพิเศษ ดังนั้นวิธีการที่จะใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็มได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดวิธีหนึ่งก็คือ การเลือกพืชที่มีความทนทานต่อความเค็มและให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจได้คุ้มค่าไปปลูกในพื้นที่ดินเค็มดังกล่าว (กรมพัฒนาที่ดิน, 2527, สมศรี, 2539)

Amaranthus dubius เป็นผักโขมพันธุ์ผักพันธุ์หนึ่ง จัดเป็นไม้พุ่มล้มลุกที่ขึ้นกระจัดกระจายทั่วไป ผักโขมเป็นผักที่มีธาตุอาหาร มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีแคโรทีน วิตามินซีสะสมอยู่ในปริมาณมาก (ขจรศรี และคณะ, 2533) ผักโขมจัดอยู่ในพืชจำพวก C_4 Fixation pathway และมีความสามารถในการสร้างคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ได้สูง ทั้งยังสามารถลดการคายน้ำจากต้นได้ดีกว่าพืชชนิดอื่น ๆ จึงทำให้ผักโขมสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ได้รวดเร็ว นอกจากนั้นผักโขมยังมีลักษณะที่ดีอีกอย่างหนึ่งคือ เป็นพืชที่มีลักษณะที่เรียกว่า plastic morphology คือสามารถเจริญเติบโตได้ดีเท่าที่ปัจจัยแวดล้อมจะเอื้ออำนวย โดยที่ยังจะสามารถคงสภาพทางกายภาพไว้ได้สมบูรณ์เหมือนเดิมทุกประการ จะแตกต่างกันก็เพียงขนาดเท่านั้น แม้จะไม่ทราบแน่ชัดว่าผักโขมเป็นพืชที่มีความทนทานต่อดินเค็ม แต่ก็ปรากฏว่าผักโขมบางชนิดมีความสามารถขึ้นได้ในดินเค็ม (สุนทร และคณะ, 2530)

การทดลองนี้ ศึกษาการตอบสนองของผักโขมในด้านการงอก การเจริญเติบโตและผลผลิตต่อความเค็มของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการนำความรู้นี้ไปใช้กับพื้นที่ดินเค็มในการปลูกพืชและผลิตผลิตภัณฑ์พืชอีกทางหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 ศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักโขม (*Amaranthus dubius*) ที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ระดับต่าง ๆ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ประกอบด้วย 5 สิ่งทดลอง แต่ละสิ่งทดลองมี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 กล่องเพาะเมล็ด โดยทำการเพาะเมล็ดกล่องละ 100 เมล็ด บนกระดาษเพาะเมล็ด มีการเติมสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ ที่ความเข้มข้นระดับ 0, 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ลงในกล่องปลูกเมล็ดพืชแต่ละกล่อง กล่องละ 20 มิลลิลิตร

การทดลองที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของผักโขม (*Amaranthus dubius*) ที่ความเข้ม ข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ระดับต่าง ๆ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ที่มี 5 สิ่งทดลอง แต่ละสิ่งทดลองมี 10 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น โดยนำเมล็ดของผักโขมมาปลูกลงในกระถางขนาด 6 นิ้ว จำนวน 50 กระถาง ซึ่งใช้ดินเป็นวัสดุปลูก โดยภายในกระถางสวมถุงพลาสติกที่ไม่มีรูระบายน้ำขนาด 10x15 นิ้วไว้ นำดินใส่ในถุงพลาสติกปริมาณ 1.2 กิโลกรัม พร้อมทั้งใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (ปริมาณ 0.19 กรัม/ถุง) จากนั้นรดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0 (รดด้วยน้ำกลั่น), 0.2, 0.4, 0.6 และ0.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในปริมาตร 250 มิลลิลิตรต่อกระถาง จนครบทุกกระถาง ทำการปลูกผักโขม กระถางละ 10 เมล็ด ถอนแยกให้เหลือ 5 ต้น เมื่อใบจริงใบแรกกาง ควบคุมน้ำหนักของกระถางปลูกให้คงที่ตลอดการทดลองโดยการชั่งน้ำหนัก และเติมน้ำกลั่น

การบันทึกข้อมูลและเก็บผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 บันทึกผลการเพาะเมล็ด ผักโขม ดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์การงอก
2. ดัชนีการงอก

ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ = ผลบวกของ (จำนวนต้นที่งอกในแต่ละวัน/จำนวนวันหลังเพาะ)

การทดลองที่ 2 บันทึกผลการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักโขม ดังนี้

1. วัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) ของดินทั้งก่อนและหลังปลูก

2. ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ (g/1000 gFW) โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer วัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ เมื่อมีอายุ 32 วันหลังปลูก

3. เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิตของผักโขม เมื่อมีอายุ 32 วันหลังปลูกโดยทำการบันทึกผลดังนี้

- ความสูงของต้น (เซนติเมตร) โดยรวบใบขึ้นแล้ววัดจากโคนต้นจนถึงปลายใบของใบบนสุดด้วยไม้บรรทัด

- เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น (มิลลิเมตร) โดยใช้เวอร์เนียร์วัดที่บริเวณตำแหน่งที่เกิดใบเลี้ยงโคนต้น

- ความเข้มของสีใบ (SPAD) โดยใช้เครื่องวัดสีใบ Minolta รุ่น SPAD-502 โดยวัดความเข้มสีใบที่ใบจริงใบที่ 5 ซึ่งแต่ละใบจะวัด 3 ตำแหน่ง (ปลายใบ กลางใบ และโคนใบ) แล้วหาค่าเฉลี่ย

- จำนวนใบ นับเฉพาะใบจริงที่กางเต็มที่ เมื่อมีอายุ 32 วันหลังปลูก

- ความยาวราก (เซนติเมตร) ล้างรากโดยระวังไม่ให้รากขาด วัดความยาวของราก โดยใช้ไม้บรรทัด

- น้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ ผลผลิตรวม(ลำต้น+ใบ) และราก โดยนำต้นผักโขมมาแยกเป็นส่วนของลำต้น ใบและราก จากนั้นนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง

สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง

ทำการทดลอง ณ โรงเรือนหลังคาพลาสติกป้องกันน้ำฝน ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2546 ถึง เดือนมกราคม 2547

ผลการทดลอง

ศึกษาการตอบสนองต่อความเค็มระดับต่าง ๆ ของผักโขม พบว่า ผักโขมมีการตอบสนองต่อความเค็มแตกต่างกันดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักโขม (*Amaranthus dubius*) ที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ระดับต่าง ๆ

จากการทดลองพบว่า เมล็ดที่เพาะในน้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุดคือ 88.08 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีความแตกต่าง (P>0.05) กับเมล็ดที่เพาะในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอก 85.58 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่าง (P<0.05) กับเมล็ดที่เพาะในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ (78.75, 76.25 และ 64.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (ตารางที่ 1)

ดัชนีการงอกของเมล็ดพบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05) คือ เมล็ดที่เพาะในน้ำกลั่น มีดัชนีการงอกสูงที่สุดคือ 58.68 ซึ่งมีความแตกต่าง (P<0.05) กับเมล็ดที่เพาะในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ (51.55, 40.75, 31.53 และ 23.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (ตารางที่ 1)

Table 1 The response of different salinity levels on the germination percentage and germination index of *Amaranthus dubius*.

Concentration of NaCl (%)	Germination[1/]	
	Percentage (%)	Index
0	88.08[a](100)	58.68 [a](100)
0.2	85.58[a](97.07)	51.55[b](87.85)
0.4	78.75[b](89.41)	40.75[c](69.44)
0.6	76.25[b](86.57)	31.53[d](53.73)
0.8	64.67[c](73.42)	23.83[e](40.61)
F- test	*	*
C.V.%	4.00	3.82

[1/] In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT

The values in the bracket are the percentage of germination as compared with the 0%NaCl treatment

การทดลองที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของผักโขม (*Amaranthus dubius*) ที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ระดับต่าง ๆ

พบว่า ผักโขมมีการเจริญเติบที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้

การเจริญเติบโตของลำต้นและใบ

จากการทดลองพบว่า ที่อายุ 32 วัน หลังปลูกผักโขมมีการเจริญทางด้านความสูง และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) โดยผักโขมที่รดด้วยน้ำกลั่น มีความสูงของต้นและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุดคือ 22.38 เซนติเมตร และ 6.04 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่าง (P>0.05) กับผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ (21.36 เซนติเมตรและ 5.76 มิลลิเมตร) แต่มีความแตกต่าง (P<0.05) กับผักโขมที่รดด้วยสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความสูงเท่ากับ 20.48,

18.99 และ 18.88 เซนติเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเท่ากับ 5.47, 5.08 และ 4.98 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนผักโขมที่รดด้วยสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.6 กับ 0.8 เปอร์เซ็นต์ และระดับความเข้มข้น 0.2 กับ 0.7 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงของต้นและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 2 และภาพที่ 1)

จากการศึกษาจำนวนใบต่อต้นของผักโขม พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05) โดยที่อายุ 32 วันหลังปลูกผักโขมที่รดด้วยน้ำกลั่น มีจำนวนใบมากที่สุด คือ 9.75 ใบต่อต้น ซึ่งมีความแตกต่าง (P<0.05) กับผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ (9.08, 8.33, 8.09 และ 8.00 ใบต่อต้น ตามลำดับ) ส่วนผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ พบว่าจำนวนใบไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 2)

สำหรับความเข้มของสีใบ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05) โดยที่อายุ 32 วันหลังปลูกผักโขมที่รดด้วยสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.8 เปอร์เซ็นต์ สีของใบจะมีความเข้มมากที่สุด คือ 29.67 SPAD ซึ่งไม่มีความแตกต่าง (P>0.05) กับผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์คือ 28.98 SPAD แต่มีความแตกต่าง (P<0.05) กับผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.4 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ และที่รดน้ำกลั่น (26.29, 22.16 และ 20.64 SPAD ตามลำดับ) ส่วนผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.6 กับ 0.4 และระดับความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ กับที่รดด้วยน้ำกลั่น มีความเข้มสีใบไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 2)

Table 2 The response of different salinity levels on the plant height, stem diameter, leaf number and leaf color of *Amaranthus dubius*. (32 days after growing)

Concentration of NaCl (%)	Plant height[1/] (cm)	Stem diameter[1/] (mm)	Leaf number[1/] (leaves)	Leaf color[1/] (SPAD)
0	22.38[a]	6.04[a]	9.75[a]	20.64[c]
0.2	21.36[ab]	5.76[ab]	9.08[b]	22.16[c]
0.4	20.48[b]	5.47[b]	8.33[c]	26.29[b]
0.6	18.99[c]	5.08[c]	8.09[c]	28.98[ab]
0.8	18.88[c]	4.98[c]	8.00[c]	29.67[a]
F-test	*	*	*	*
C.V. %	4.10	4.40	3.46	7.70

[1/] In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT

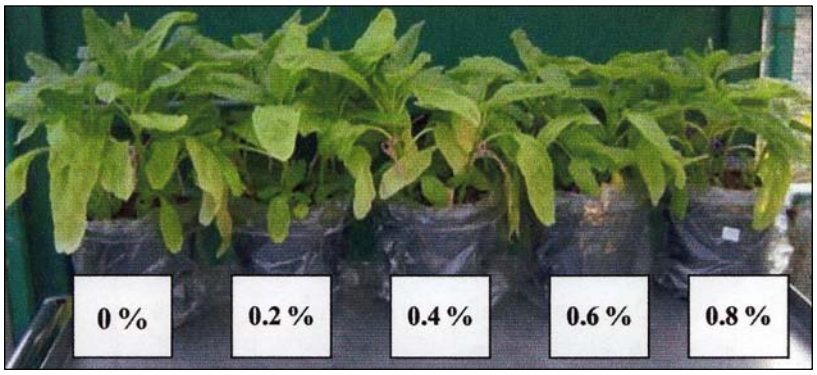


Figure 1 The response of different salinity levels on the growth of *Amaranthus dubius.* (32 days after growing)

การเจริญเติบโตของราก

จากการวัดความยาวราก พบว่า ในทุกระดับความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) แต่ผักโขมที่รดด้วยน้ำกลั่น ความยาวรากมีแนวโน้มยาวที่สุด คือ 26.70 เซนติเมตร รองลงมาคือ ผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.4, 0.2, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ (24.93, 24.87, 23.30 และ 23.13 เซนติเมตร ตามลำดับ) ในขณะที่น้ำหนักแห้งรากของผักโขม พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05) โดยที่อายุ 32 หลังปลูก ผักโขมที่รดด้วยน้ำกลั่น มีน้ำหนักแห้งของรากมากที่สุดคือ 0.49 กรัมต่อต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่าง (P>0.05) กับผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ (0.38 และ 0.37 กรัมต่อต้นตามลำดับ) แต่มีความแตกต่าง (P<0.05) กับผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ (0.31 และ 0.28 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) และพบว่าผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งของรากที่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 3)

Table 3 The response of different salinity levels on the root length and dry weight of *Amaranthus dubius.* (32 days after growing)

Concentration of NaCl (%)	Root length (cm)	Dry weight (g per plant)[1/]			
		Stem	Leaf	Stem and Leaf	Root
0	26.70	0.39[a]	1.05[a]	1.44[a] (100)	0.49[a]
0.2	24.87	0.29[b]	0.86[b]	1.15[b] (79.86)	0.38[ab]
0.4	24.93	0.28[b]	0.79[bc]	1.07[bc](74.31)	0.37[ab]
0.6	23.30	0.22[c]	0.72[c]	0.94[c] (65.28)	0.31[b]
0.8	23.13	0.22[c]	0.68[c]	0.91[c] (63.19)	0.28[b]
F-test	ns	*	*	*	*
% C.V.	9.74	10.93	9.85	9.72	18.51

[1/] In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT

The values in the bracket are the percentage of germination as compared with the 0%NaCl treatment

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ

พบว่า ผักโขมที่รดด้วยสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.8 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบมากที่สุดคือ 1.04 g/1000 gFW ซึ่งไม่มีความแตกต่าง (P>0.05) กับ ผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.6 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ (1.00 และ 0.73 g/1000 gFW ตามลำดับ) แต่มีความแตกต่าง (P<0.05) กับ ผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ (0.69 g/1000 gFW) และที่รดด้วยน้ำกลั่น (0.59 g/1000 gFW) ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของผักโขมที่รดด้วยน้ำกลั่นและรดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 4)

Table 4 The response of different salinity levels on the chlorophyll in leave of *Amaranthus dubius* .

Concentration of NaCl (%)	Chlorophyll in leaf[1/] (g/1000gFW)
0	0.59[c]
0.2	0.69[bc]
0.4	0.73[abc]
0.6	1.00[ab]
0.8	1.04[a]
F-test	*
C.V.%	21.15

[1/] In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในดิน

เมื่อวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าในดินปลูกผักโขมก่อนรดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ พบว่ามีค่า pH เท่ากับ 7.70 และค่า EC เท่ากับ 3.08 ds/m และเมื่อรดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ลงในดิน แล้ววัดค่า pH ก่อนทำการปลูก พบว่า ค่า pH ในดินลดลง กล่าวคือ ดินที่รดด้วยน้ำกลั่น ให้ค่า pH สูงที่สุดคือ pH 7.64 ซึ่งมีความแตกต่าง (P<0.05) กับดินที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์

ระดับความเข้มข้น 0.2, 0.6, 0.4 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ (pH 7.39, 7.38, 7.34 และ 7.33 ตามลำดับ) และพบว่าที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2 กับ 0.6 และระดับความเข้มข้น 0.4 กับ 0.8 และระดับความเข้มข้น 0.4 กับ 0.6 มีค่า pH ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) และเมื่อวัดค่า pH เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ดินที่รดด้วยสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ในทุกระดับความเข้มข้นมีค่า pH หลังปลูกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 5)

สำหรับค่าการนำไฟฟ้า (EC) พบว่า ทั้งดินหลังรดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ และดินหลังปลูก มีแนวโน้มไปทางเดียวกัน โดยดินที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.8 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในดินมากที่สุดทั้งหลังรดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ และหลังปลูกคือเท่ากับ 8.20 และ 5.46 ds/m ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่าง (P<0.05) กับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.6, 0.4, 0.2 เปอร์เซ็นต์ และที่รดด้วยน้ำกลั่นคือ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) หลังรดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เท่ากับ 7.63, 7.33, 5.89 และ 3.47 ds/m และค่าการนำไฟฟ้า (EC) หลังปลูกเท่ากับ 5.08, 4.89, 3.93 และ 3.73 ds/m ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

Table 5 The response of different salinity levels on pH and EC of the soil before and after being treated with NaCl solution and the soil after being grown with plants.

Concentration of [NaCl](%)	pH[1/]			EC (ds/m)[1/]		
	Before being treated	After being treated	After being grown	Before being treated	After being treated	After being grown
0	7.70	7.64[a]	7.49	3.08	3.47[e]	3.73[e]
0.2	7.70	7.39[b]	7.44	3.08	5.89[d]	3.93[d]
0.4	7.70	7.38[bc]	7.39	3.08	7.33[c]	4.89[c]
0.6	7.70	7.34[cd]	7.39	3.08	7.63[b]	5.08[b]
0.8	7.70	7.33[d]	7.41	3.08	8.20[a]	5.46[a]
F-test	-	*	ns	-	*	*
C.V.%	-	0.30	1.12	-	1.94	0.61

[1/] In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT

ผลผลิต

หลังปลูก 32 วัน ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตพบว่า ผักโขมที่รดด้วยน้ำกลั่นและรดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้นต่างๆ ให้ผลผลิตของน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ และผลผลิตรวม (ลำต้น+ใบ)มีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05) โดยผักโขมที่รดด้วยน้ำกลั่นให้น้ำหนักแห้งของลำต้นมากที่สุดคือ 0.39 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่าง (P<0.05) กับผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ (0.29, 0.28, 0.22 และ 0.22 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) การรดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2 กับ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ไม่ทำให้ผักโขมมีน้ำหนักแห้งของลำต้นมีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) และที่ระดับความเข้มข้น 0.6 กับ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ก็ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 3)

ส่วนน้ำหนักแห้งของใบพบว่า มีทิศทางเช่นเดียวกับน้ำหนักแห้งของลำต้น โดยพบว่า ผักโขมที่รดด้วยน้ำกลั่นมีน้ำหนักแห้งของใบมากที่สุดคือ 1.05 กรัมต่อต้น และมีความแตกต่าง (P<0.05) กับผักโขมที่รดด้วยสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ (0.86, 0.79, 0.72 และ 0.68 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) ส่วนผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2 กับ 0.4 เปอร์เซ็นต์ และระดับความเข้มข้น 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 3)

สำหรับน้ำหนักแห้งของผลผลิตรวม(ลำต้น+ใบ) พบว่า ผักโขมที่รดด้วยน้ำกลั่นให้น้ำหนักแห้งของผลผลิตรวม(ลำต้น+ใบ) มากที่สุดคือ 1.44 กรัมต่อต้น และมีความแตกต่าง (P<0.05) กับผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ (1.15, 1.07, 0.94 และ 0.91 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) ส่วนผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2 กับ 0.4 เปอร์เซ็นต์ และระดับความเข้มข้น 0.4, 0.6 กับ 0.8 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งของผลผลิตรวม (ลำต้น+ใบ) ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 3)

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักโขมที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ระดับต่าง ๆ พบว่าความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ มีผลทำให้เมล็ดของผักโขมมีเปอร์เซ็นต์การงอกและดัชนีการงอกแตกต่างกันทางสถิติ

(P<0.05) โดยเปอร์เซ็นต์การงอกจะลดลงตามระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดผักโขมที่เพาะในน้ำกลั่นพบว่า เมล็ดผักโขมที่เพาะในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดลดลงเท่ากับ 2.93, 10.59, 13.43 และ 26.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และดัชนีการงอกของเมล็ดลดลงเท่ากับ 12.15, 30.56, 46.70 และ 59.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดย Frett *et al*. (1991) ได้ทดลองพบว่า ความเค็มของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จะมีผลต่อการงอกของเมล็ด โดยใช้ระยะเวลาในการงอกนานขึ้น และเปอร์เซ็นต์การงอกจะลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งตรงกับที่สันติภาพ และมงคล (2540) ได้กล่าวไว้ว่า ความเค็มมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การ งอกลดลงและทำให้เมล็ดงอกช้ากว่าปกติ และวิโรจ (2531) ได้กล่าวว่า ความเค็มจะเป็นอันตรายมากที่สุดในขณะที่เมล็ดพืชเริ่มงอก และอันตรายของความเค็มต่อการงอกของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ซึ่งพืชทนเค็มหลายชนิดมีความอ่อนแอต่อความเค็มในระยะงอก คือจะงอกได้ดีในสภาพที่เค็มน้อยกว่าระยะการเจริญเติบโต ดังนั้นในระยะงอกจึงต้องควบคุมให้ดินบริเวณเมล็ดมีความเค็มน้อยที่สุด ส่วนในระยะการเจริญเติบโตนั้นพืชทนเค็มส่วนมากจะมีความทนทานต่อความเค็มได้มากกว่าระยะอื่นๆ (สันติภาพและมงคล, 2540) สอดคล้องกับการทดลองของ Leonor *et al*. (1994) พบว่าเมล็ด *Prosopis flexuosa* ที่เพาะในดินที่มีระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0, 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 โมลาร์ ปรากฏว่าเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงแตกต่างกันตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ขึ้นไป และยังพบอีกว่า *P. flexuosa* สามารถทนต่อความเค็มในระยะต้นกล้าได้ดีกว่าในระยะงอก ซึ่งสรวงสุดา (2543) ได้รายงานว่าสาเหตุของการลดลงของเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความดันออสโมซิสโดยเกลือทำให้ความดันออสโมซิสของน้ำภายนอกสูงขึ้น เมล็ดจึงดูดน้ำได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการที่ใช้ในการงอก

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของผักโขมที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ระดับต่าง ๆ พบว่าในแต่ละระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ มีผลทำให้ผักโขมมีความสูงต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบ ความเข้มสีใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) โดยผักโขมที่รดด้วยน้ำกลั่น มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และจำนวนใบมากที่สุด รองลงมา คือ ผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักโขม และผลกระทบดังกล่าวจะปรากฏมากขึ้นเมื่อมีความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์สูงขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของกิตติ พัฒน์ (2531) ได้กล่าวไว้ว่า พืชที่ปลูกภายใต้สภาพที่มีระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์สูงนั้น ความเค็มจะมีผลต่อการเจริญเติบโตทำให้ความสูงและจำนวนใบจะลดลง และ Thomson *et al*. (1987) ได้รายงานว่าลักษณะความสูงเป็นตัวบ่งบอกความสามารถในการทนเค็มได้ เนื่องจากความสูงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความทนเค็ม ส่วน Jones (1961) รายงานว่าเมื่อพืชได้รับความเค็มจะปรากฏอาการขาดโปแตสเซียม ใบพืชจะเกิดอาการ chlorosis และ necrosis และอัตราการเจริญเติบโตจะลดลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนั้น Greenway and Munns (1980) รายงานว่า มะเขือเทศ ถั่ว และมะเฟืองจะมีการเจริญเติบโตลดลงเมื่อพืชได้รับความเค็ม และยังมีผลกระทบต่อกิจกรรมอื่น ๆ อีก เช่น การสังเคราะห์แสง การดูดซึมธาตุอาหาร และกระบวนการเมทาบอลิซึม เป็นต้น ตรงกับที่ Mengel and Kirkby (1981) รายงานว่าความเค็มมีผลต่อกระบวนการทางชีวเคมี เช่น การหายใจ การสร้างโปรตีน และการสังเคราะห์แสงของพืช และ Chartzoulakis (1994) รายงานว่าในพืชใบเลี้ยงคู่ เช่น แตงกวา ที่ปลูกในดินที่มีเกลือโซเดียมสูงปากใบจะปิด จำนวนปากใบจะลดลง ทำให้มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง ส่งผลให้อัตราการขยายตัวของใบและขนาดของใบในระยะสุดท้ายลดลง รวมถึงการสังเคราะห์แสงจะลดลงด้วย โดย Slatyer (1961) ได้รายงานว่า การปิดหรือลดขนาดของปากใบนั้นจะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง เมื่อปากใบปิดจะทำให้อุณหภูมิของใบสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อ

กระบวนการสังเคราะห์แสง และ Buwalda and Smith (1992) รายงานว่า ค่าศักย์ของน้ำ (water potential) ในใบที่ลดลงเป็นสาเหตุให้ปากใบปิดและลดการสังเคราะห์แสงในกีวีฟรุต

ส่วนความเข้มสีใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ พบว่า ความเข้มของสีใบลดลง เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นและความเข้มของสีใบรวมทั้งปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสันติภาพและมงคล (2540) คือ พืชที่ได้รับผลกระทบจากความเค็มจะมีอาการใบสีเขียวเข้มขึ้นกว่าปกติเริ่มแรก จากนั้นพืชที่ได้รับอิทธิพลจากความเค็มมักจะมีขนาดเล็กกว่าพืชที่ขึ้นบนดินที่ปกติ และในบางสภาพพืชอาจมีสีเขียวเข้มและสีเขียวแกมน้ำเงิน การที่สีใบของพืชนั้นเปลี่ยนแปลงไป เกิดจากปริมาณคลอโรฟิลล์ที่เพิ่มมากขึ้น (กิตติพัฒน์, 2531) นอกจากนั้น สมศรี (2532) กล่าวว่าพืชที่ขึ้นในดินเค็มจะมีต้นที่แคระแกร็น การเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ ขนาดใบลดลง และมีสีเขียวเข้มกว่าปกติ ซึ่ง Awad *et al*. (1990) รายงานว่าความเค็มที่เพิ่มขึ้นจะชักนำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในใบลดลง ทำให้ใบมีสีเขียวเพิ่มขึ้น

ส่วนการที่จำนวนใบของผักโขมมีจำนวนลดลงตามความเค็มของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มสูงขึ้นนั้นอาจเป็นผลเนื่องมาจากผักโขมมีการเจริญเติบโตอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมคือ ดินมีความเค็มมาก ซึ่งสภาวะเช่นนี้จะส่งเสริมให้พืชสร้างเอทธิลีนมากผิดปกติ (สุชน และคณะ, 2541) และเอทีลีนนี้จะเป็นตัวกระตุ้นให้พืชมีการเสื่อมโทรม มีผลทำให้คลอโรฟิลล์สลายตัวทำให้สีเขียวของใบพืชลดลง เกิดความไม่สมดุลของปริมาณออกซิน ทำให้เกิดใบร่วง (ไฉน, 2529)

จากการศึกษาน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ ผลผลิตรวม(ลำต้น+ใบ) และรากของผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าที่รดด้วยน้ำกลั่น มีน้ำหนักแห้งของทั้งลำต้น ใบ ผลผลิตรวม(ลำต้น+ใบ) และรากสูงที่สุด รองลงมาคือ ผักโขมที่รดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักแห้งของผลผลิตรวม (ลำต้น+ใบ) ของผักโขมที่รดด้วยน้ำกลั่นแล้วพบว่า ผักโขมที่รดด้วยสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักแห้งของผลผลิตรวม(ลำต้น+ใบ) ลดลงเท่ากับ 20.14, 25.69, 34.72 และ 36.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งกิตติพัฒน์ (2531) ได้กล่าวว่า ความเค็มของเกลือโซเดียมคลอไรด์ จะทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลดลง เมื่อเพิ่มระดับความเค็มของเกลือมากขึ้น ทั้งในระยะที่โตเต็มที่และระยะที่เป็นต้นกล้า และสอดคล้องกับวิโรจ (2531) ซึ่งรายงานว่าต้นมะขามที่ปลูกในพื้นที่ดินเค็มที่ระดับความเค็ม 2 mS/cm ขึ้นไปให้ค่าน้ำหนักแห้งใบ ลำต้น ราก และพื้นที่ใบน้อยกว่าต้นที่ปลูกในดินไม่มีเกลือ ตรงกับการทดลองของ Sultana *et al*. (1999) ที่ทดลองปลูกข้าวในกระถางแล้วทำการรดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้น 0, 25, 50, 100 และ 200 มิลลิโมลาร์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง พบว่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้นที่มีใบติดอยู่นั้นมีค่าลดลงเมื่อระดับความเค็มเพิ่มขึ้นและมีค่าน้อยที่สุดที่ระดับความเค็ม 200 มิลลิโมลาร์ และน้ำหนักของช่อดอกก็มีค่าลดลงอย่างมากเมื่อความเค็มเพิ่มมากขึ้น และเช่นเดียวกับการทดลองของ Maggio *et al*. (2005) ที่ทำการทดลองกับกะหล่ำปลี พบว่า น้ำหนักแห้งของรากและหัวลดลง เมื่อได้รับน้ำที่มีความเค็มเพิ่มมากขึ้น และ Shannon (1984) รายงานว่ามะเขือเทศจะมีน้ำหนักสดและแห้งของลำต้นลดลงเมื่อได้รับความเค็มในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโต ส่วน Bunce (1977) รายงานว่าพืชวงศ์ถั่วมีน้ำหนักแห้งของราก ลำต้นและใบลดลงเมื่อได้รับความเค็ม และ Chartzoulakis (1994) รายงานว่าแตงกวาจะมีน้ำหนักแห้งลดลง 94 เปอร์เซ็นต์ เมื่อได้รับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 120 มิลลิโมลาร์ Snapp and Shennan (1994) รายงานว่าความเค็มมีผลทำให้จำนวนและขนาดของรากมะเขือเทศลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และการเจริญเติบโตของรากขนอ่อนจะลดลงด้วย นอกจากนั้น Zekki *et al*. (1996) ยังพบว่าความเค็มจะยับยั้งการเจริญเติบโตของรากมะนาวและมะเขือเทศ Kurth *et al*. (1986) รายงานว่าความเค็มจะทำให้รากฝ้ายมีขนาดเล็กลงและขนาดของเซลล์รากจะเล็กลงด้วย Snapp *et al*. (1991) รายงานว่านอกจากที่ความเค็มจะมีผลทำให้ความยาวและจำนวนรากรากในมะเขือเทศ

และถั่วลิสงลดลงแล้ว ยังทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางของ รากลดลงในระยะต้นอ่อนด้วย สาเหตุที่ทำให้รากมีขนาดเล็กลงเนื่องจากเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ลดลงและการพัฒนาของชั้นอิพิเดอร์มิสและไฮโปเดอร์มิส ลดลงนั้นเอง

จากผลการทดลองพบว่า สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ (0.2-0.4 เปอร์เซ็นต์) มีผลกระทบน้อยมากต่อความยาวและน้ำหนักแห้งของรากของผักโขมซึ่งกิตติพัฒน์ (2531) ได้รายงานไว้ว่า พืชที่สามารถปรับตัวให้เข้าต่อสภาพความเค็มได้นั้น ความเค็มก็จะไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของรากหรือมีผลต่อการเจริญเติบโตของรากเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในดินปลูกผักโขมพบว่า ค่า pH ในดินภายหลังรดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์มีค่าลดลงจากดินก่อนรดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยค่า pH ในดินภายหลังรดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ จะลดลงตามระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อทำการวัดค่า pH หลังปลูกพบว่า ค่า pH หลังปลูกเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในดินที่มีการรดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของกิตติพัฒน์ (2531) ที่ได้ศึกษาการใส่เกลือโซเดียมคลอไรด์ ในดิน 4 ชนิด คือ Acid sulfate saline soil, Neutral saline soil, Saline alkali soil และ Organic saline soil โดยเพิ่มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 4 ระดับ (0, 0.1, 0.2 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์) ผลการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มเกลือมากขึ้นจะทำให้ดินเป็นกรดมากขึ้นเล็กน้อย (ค่า pH ลดลง) ในดินทุกชนิด แต่เมื่อมีการรดน้ำไปเรื่อยๆ จะทำให้ความเป็นกรดลดลง (pH เพิ่มขึ้น)

สำหรับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในดินปลูก ผักโขมพบว่าความเข้มข้นของสารละลายเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในดินเพิ่มขึ้น เนื่องจากสภาพการนำไฟฟ้าของดินเป็นสมบัติที่แสดงถึงความเค็ม (salinity) ของดิน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของเกลือที่ละลายน้ำได้ในดิน ถ้าในดินมีเกลือที่ละลายน้ำได้อยู่มากก็จะทำให้ดินมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูง (จำเป็น, 2545) และพบว่าค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในดินหลังปลูกลดลงจากค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในดินภายหลังรดสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เนื่องจากพืชดูดกินเกลือเข้าไปสะสมในต้น ทำให้เกลือในดินลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสัมฤทธิ์ (2546) ได้รายงานว่า พืชที่ทนเค็มสูงจะเหลือค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในสารละลายดินที่ปลูกไว้ต่ำ และจะเพิ่มขึ้นเมื่อความสามารถในการทนเค็มลดลง

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการตอบสนองต่อความเค็มระดับต่างๆ ของผักโขม (*Amaranthus dubius*) โดยใช้สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ระดับความเข้มข้น 0, 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ สามารถสรุปผลการทดลองดังนี้

1. เมล็ดของผักโขมสามารถงอกได้ภายใต้ความเค็มของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ ที่ระดับ 0.2 - 0.8 เปอร์เซ็นต์ แต่เปอร์เซ็นต์และดัชนีการงอกจะลดลง (2.93 - 26.58 และ 12.15 - 59.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

2. ผักโขมสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ในสภาพดินเค็มของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ตั้งแต่ 0.2 - 0.8 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณของผลผลิต (ลำต้น+ใบ) จะลดลง 20.14 - 36.81 เปอร์เซ็นต์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อ.ดร.สุเทพ ทองแพ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร. อัญชลี จาละ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่กรุณาอ่านและแก้ไข รายงานวิจัยนี้ ดร. เฉลิมพล เกิดมณี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่กรุณาอนุญาตให้ใช้อุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนินการวิจัย นายเพิ่มสินทร์ สุกวรรณรัตน์ และนางสาวปัทมา เฮ้าเอี้ยง ที่ช่วยรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและเก็บข้อมูลงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2527. ความรู้เรื่องดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารวิชาการ. ฝ่ายเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ. 159 หน้า.

กิตติพัฒน์ อุโฆษกิจ. 2531. การคัดเลือกข้าวสาลีทนเค็มในสารละลายอาหารและในดินเค็ม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 51 หน้า.

ขจรศรี แก้วคล้าย เสาวรี ตังสกุล วิมล ชีพสัจญาณ และทิวา บุบผาประเสริฐ. 2533. เมล็ดผักโขม พืชโปรตีนสูง. วารสารเกษตรศาสตร์ 35(3): 52-61.

จำเป็น อ่อนทอง. 2545. คู่มือการวิเคราะห์ดิน และพืช. เอกสารประกอบการสอน. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 168 หน้า.

ไฉน ยอดเพชร. 2529. การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช. คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา ชลบุรี, กรุงเทพฯ. 350 หน้า.

วิโรจ อิ่มพิทักษ์. 2531. การจัดการดิน เล่มที่ 2: การจัดการดินที่เป็นปัญหา และการจัดการดินในที่ราบและที่ดอนเพื่อการเพาะปลูก. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 607 หน้า.

สมศรี อรุณินท์. 2532. พืชทนเค็ม. วารสารพัฒนาที่ดิน 26(287): 38-46.

สมศรี อรุณินท์. 2539. ดินเค็มในประเทศไทย. เอกสารวิชาการ. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ. 275 หน้า.

สรวงสุดา สีอ่อน. 2543. ผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อสรีรวิทยาของมะเขือเทศ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 126 หน้า.

สันติภาพ ปัญจพรรค์ และมงคล ต๊ะอุ่น. 2540. อิทธิพลของระดับความเค็มต่อการเจริญเติบโตของไม้ผลบางชนิดที่สามารถขึ้นได้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อการเพิ่มพูนรายได้ของเกษตรกร ลดการแพร่กระจายดินเค็ม และการอนุรักษ์ดินและน้ำ. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 32 หน้า.

สัมฤทธิ์ เศรษฐวงศ์. 2546. ฮอร์โมนและการใช้ฮอร์โมนกับไม้ผล. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 144 หน้า.

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล บรรจง วงศ์เรือง ยงเส็ง หล่อเรืองศิลป์ และถาวร ชื่นใจ. 2541. การใช้ผักโขมเป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานในอาหารสัตว์ปีก. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 35 หน้า.

สุนทร ดุริยะประพันธ์ พนัส บูรณศิลปิน จิราภรณ์ วัฒนะกุล สามารถ จิตนาวสาร และสายันต์ ตันพานิช. 2530. ผักโขม พืชโปรตีนในอนาคต. เอกสารวิชาการ. สาขาวิจัยอุตสาหกรรมการเกษตร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 38 หน้า.

Awad, A.S., D.G. Edwards and L.S. Campbell. 1990. Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. Crop Science 30: 123-128.

Bunce, J.A. 1977. Leaf elongation in relation to leaf water potential in soybean. Journal of Experimental Botany 28: 156-161.

Buwalda, J.G. and G.S. Smith. 1992. Acquisition and utilization of carbon, mineral nutrient and water by the kiwi fruit vines. Horticulture Review 13: 307-347.

Chartzoulakis, K.S. 1994. Photosynthesis, water relation and leaf growth of cucumber exposed to salt stress. Scientia Horticulturae 59: 27-35.

Frett, J.J., H.G. Pill and D.C. Morneau. 1991. A comparison of priming agents for tomato and asparagus seeds. HortScience 26(9): 1158-1159.

Greenway, H. and R. Munns. 1980. Mechanism of salt tolerance in nonhalophytes. Annual Review of Plant Physiology 31: 149-190.

Jones, L.H. 1961. Some effects of potassium deficiency on the metabolism of the tomato plant. Canadian Journal of Botany 39: 593-606.

Kurth, F., G.R. Cramer, A. Lauchli and I. Epstem. 1986. Effect of Nacl and $CaCl_2$ on cell enlargement and cell production in cotton roots. Plant Physiology 82: 1102-1106.

Leonor, C., M. Balzarini, E. Taleisnik, R. Sereno and U. Karlin. 1994. Effects of salinity on germination and seedling growth of *Prosopis flexuosa*. Forest Ecology and Management 63(2-3): 347-357.

Maggio A., S. De Pascale, C. Ruggiero and G. Barbieri. 2005. Physiological response of field-grown cabbage to salinity and drought stress. European Journal of Agronomy 23(1): 57-67.

Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1982. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute. Bern, Switzerland.

Shannon, M.C. 1984. Breeding, selection and the genetics of salt tolerance. pp. 231-254. *In*: R.C. Staples and G.H. Toenniessen. (eds.). Salinity Tolerance in Plants. John Wiley & Sons, New York.

Slatyer, R.O. 1961. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook No. 60, USA.

Snapp, S.S. and C. Shennan. 1994. Salinity effects on root growth and senescence in tomato and the consequences for severity of phytophthora root rot infection. Journal of the American Society for Horticultural Science 119(3): 458-463.

Snapp, S.S., C. Shennan and A.H.C. van Bruggen. 1991. Effects of salinity on severity of *Phytophthora parasitica* Dast., ion concentrations and growth of tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. New Phytologist 119: 275-284.

Sultana, N., T. Ikeda and R. Itoh. 1999. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. Environmental and Experimental Botany 42(2): 211-220.

Thomson, L.A.J., J.D. Morris and G.M. Halloran. 1987. Salt tolerance in Eucalyptus. Paper presented at International Symposium on Afforestation of Salt Affected Soils. Central Soil Salinity Research Institute. Karnal, India. 46 pp.

Zekki, H., L. Gauthier and A. Gosselin. 1996. Growth, productivity, and mineral composition of hydroponically cultivated greenhouse tomatoes with or without nutrient solution recycling. Journal of American Society for Horticultural Science 121(6): 1082-1088.

Agrobacterium-Mediated Transformation of *Cry1Ac* Gene to Tobacco (*Nicotiana tabacum*) and Evaluation of *Heliothis armigera* Resistance

Tran Thi Dung[1/], Le Tan Duc[2/], Nguyen Huu Ho[2/] and Nguyen Van Uyen[2/]

Abstract: *Agrobacterium* mediated gene transfer is a standard technique in plant genetic engineering. For the gene transfer, leaf discs of tobacco variety K326 were co-cultured with *A. tumefaciens* strain EHA carried *Cry1Ac, bar* and GUS genes which are insect toxin, herbicide resistant and reporter genes respectively in the plasmid pITB2. Phosphinothricin (PPT)-resistant shoots that express GUS activity were derived from the cultured leaf discs and the presence of *Cry1Ac* was checked using PCR and toxin protein was determined by Western Blot analysis. The *in vivo* assay using cotton bollworm larvae showed that the transgenic plants were protected from the feeding and the loss became minimized.

Keywords: Tobacco transformation, insecticidal proteins, transgenic plants, *Bacillus thuringiensis* toxin

บทคัดย่อ: การถ่ายยีนเข้าสู่พืชโดยผ่านทางเชื้อ *Agrobacterium* เป็นที่ยอมรับในกระบวนการทางพันธุวิศวกรรมทางด้านพืช ในการทดลองนี้ใช้ชิ้นส่วนของใบยาสูบพันธุ์ K326 มาเลี้ยงร่วมกับ *A. tumefaciens* สายพันธุ์ EHA ที่มีพลาสมิด pITB2 ที่ได้รับการสอดถ่ายยีน *Cry1Ac, bar* และ GUS ซึ่งเป็นยีนที่ควบคุมการสร้างสารพิษต่อแมลง ยีนต้านทานต่อสารปราบวัชพืชและยีนรายงาน หรือใช้ตรวจสอบตามลำดับ หลังจากการเลี้ยงชิ้นใบยาสูบในอาหาร พบว่ายอดที่มีลักษณะต้านทานต่อสารปราบวัชพืช phosphinothricin และมีการแสดงผลของ GUS ยีนพัฒาจากส่วนของชิ้นใบ เมื่อนำยอดที่ได้มาตรวจสอบการแสดงออกของยีน *Cry1Ac* โดยวิธี Western Blot และการนำหนอนเจาะสมอฝ้ายมาเลี้ยงบนใบยาสูบที่ได้รับการถ่ายยีน ผลการทดลองแสดงว่า ยาสูบที่ได้รับการถ่ายยีนสามารถป้องกันการกัดกินของหนอนได้ทำให้ความเสียหายอันเนื่องจากการทำลายของหนอนลดลงอย่างชัดเจน

คำสำคัญ: พันธุวิศวกรรมใบยาสูบ โปรตีนฆ่าแมลง พืชดัดแปลงพันธุกรรม สารพิษจาก *Bacillus thuringiensis*

[1/] Department of Biotechnology, University of Agriculture and Forestry, HCM City, Vietnam.

[2/] Institute of Tropical Biology, HCM City, Vietnam.

Introduction

In recent studies of plant biotechnology, tobacco has been used as a model crop in the development of new technologies. Tobacco is an excellent material for model experiments on genetic transformation. With advances in gene technology, more and more genes have been transferred to plant for various purposes. A number of useful genes have been introduced into the tobacco genome to produce new traits for the tobacco varieties improvement. Some of the genes are related to insect resistant, herbicide resistant to and tolerate to environmental stresses.

Therefore, numerous kinds of transgenic tobacco plants with valuable traits have been created. The gene encoding for the δ-endotoxin of *Bacillus thuringiensis* (Bt) had been successfully expressed in transgenic tobacco plants and proved to be effective in controlling lepidopteran insects pests (Vaeck *et al*., 1987). Efforts have been made to obtain a higher expression level in order to increase the effectiveness of this technology. The best insecticidal activity was found in tobacco expressing a truncated Bt endotoxin (Barton *et al.,* 1987). Modifications to the bacterial gene sequence of Bt endotoxin were made it more readily expressible in plants and were efficient to obtain resistance against less sensitive pests (Bhau and Koul, 1998).

The cotton bollworm *Heliothis armigera* feeds on at least 120 cultivated plants, included tobacco. Larvae infest the leaves or buds of tobacco plant and cause serious damage with large holes. Tobacco transplanted fields are in heavily infested areas within 3-5 days. The transformation of Bt insecticidal gene *Cry 1Ac* from the *B. thuringiensis* to tobacco plant allows crop protection from lepidopteran insect attack such as *H. armigera.*

For many different plant species, it is possible to obtain transgenic plants using *Agrobacterium*-mediated DNA transformation. Genetics transformation in tobacco has been extensively performed by the *Agrobacterium*-mediated system. The co-cultivation of leaf-discs with *Agrobacterium* can produce tobacco transformants with high quality and fertility.

This paper describes the transformation of tobacco by using *Agrobacterium tumefaciens* and the examination of transgenes in plant genome, especially insect resistant gene *Cry 1Ac*. We observed that the insecticidal crystal protein of the Cry1Ac type was synthesized in Bt tobacco plants and was toxic to feeding larvae of *H. armigera.*

Materials and Methods

Plant material

Tobacco K326 variety was supplied from Tobacco Research Institute (Vietnam). Leaf discs 1x1 cm derived from seed culture were prepared and placed on MS medium supplemented with NAA 0.1 mg/l, at 10/14 light/dark, at 25^{o}C.

Bacterial strain and plasmid

Agrobacterium strain EHA 105 harboring pITB2 vector was used for transformation. PITB2 is derived from plasmid pCAMBIA 3301 (Australia). The T-DNA region of plasmid includes a herbicide resistance gene encoding enzyme to detoxify respective herbicide (*bar* gene), an insect-resistance gene encoding the δ-endotoxin of *B. thuringiensis* (*Cry1Ac* gene) and a β-glucuronidase gene (*gusA* gene).

Infection with *Agrobacterium*

After 2 days of incubation, tobacco cells were infected with *Agrobacterium*. Co-cultivation was carried out at 25°C in the dark on MS medium supplemented with NAA 0.1 mg/l, BA 0.5 mg/l for 2 days. Bacteria were then removed by several washes in Cefotaxim solution (600 mg/l) .

Selection and regeneration of transformants

The infected leaves were subcultured on MS medium containing Cefotaxim 500 mg/l, NAA 0.1 mg/l and BA 1 mg/l for 4 days prior to selection of transferred plates on MS containing PPT 5-10 mg/l.

After at least 2 rounds of selection (3 weeks per round), plates were transferred to MS regeneration medium supplemented with NAA 0.1 mg/l, BA 1 mg/l.

After 20 days of culture, the regenerated shoots were transferred to MS medium containing 10-30 mg/l PPT for the selection of transformed plants. Subsequent culture of 2 cm long shoots in medium without growth regulators led to rooting and plantlet development.

Assay for GUS activity

Tobacco calli and shoots were stained in a phosphate-buffered solution containing 5-bromo-4-chloro-3-indolyl glucuronide (X-gluc) at 37°C for 16 hours. They were bleached by soaking in ethanol overnight. Penetration of leaves by X-gluc was faciliated by soaking them in diethyl ether (3 min) followed by three washes in ethanol.

DNA isolation and PCR analysis

Total DNA was isolated using SDS – DNA extraction method. Leaf material was ground in DNA extraction buffer (0.1M Tris-HCl, 0.5M NaCl, 50 mM EDTA pH 8.0) and SDS 20%. The mixture was incubated at 65°C for 10 min. Phenol/chloroform/ isoamyl alcohol (25:24:1) mix was then added. The aqueous phase was separated by centrifugation at 3000 rpm for 5 min. Collect the supernatant and isopropanol was added. After 30 min at 4°C, the mixture was centrifuged at 3,000 rpm for 5 min. The pellet was washed in 70% ethanol and after drying, it was dissolved in TE buffer. This solution was treated with RNAse to make it RNA-free.

Reaction was carried out in 50 μl volume containing 50mM KCl, 10mM Tris-HCl, 1.5 mM $MgCl_2$, 0.2 mM each of four dNTPs, 50 ng each of primers, 1.5 unit *Taq polimerase*, and genomic DNA. For *Cry1Ac* gene, amplification consisted of start of the reaction at 95°C for 7 min and 30 cycles of 1 min at 95°C, 1 min at 54°C and 1 min at 72°C followed by 7 min at 72°C. The sequence of the primers which decribed as the following were designed to amplify 0.605 kb fragment of *Cry1Ac* gene.

1Ac-1: 5'ACAGAAGACCCTTCAATATA 3'

1Ac-2: 5'GTTACCGAGTGAAGATGTAA 3'

Detection of Cry1Ac protein

To confirm *Cry1Ac* gene expression in leaf tissue, Western Blot analysis was done. Fresh leaf tissue was homogenized in extraction buffer (0.125 M Tris-HCl, 4% SDS, 20% glycerol, 0.2 M DTT, 0.02 bromophenol blue, pH 6.8). Total soluble protein was loaded and electrophoresed in a 10% SDS-PAGE gel and then transferred to a nylon membrane and incubated with Cry1Ab polyclonal antibodies (1:3,000 dilution). This antibody was found equally reactive to Cry1Ab and Cry1Ac (Sardana *et al.,* 1996, Cheng *et al.,* 1998). Alkaline phosphatase-conjugated goat anti-rabbit IgG (Pierce) was used (1:5,000 dilution).

Insect bioassay

Young, fresh leaves of transgenic tobacco plants grown in the greenhouse were placed on moist cotton in Petri dishes. A one third-instar larva of *H. armigera* was placed in each plate in 10 replicates for each potted plant. All the Petri dishes were kept under the conditions that were optimal for survival and growth of the insects.

Mortality of larvae and body weight of the individual insects were recorded after 5 days.

Results

Transformation of tobacco

Results from our experiments showed that 10 mg/l PPT were sufficient to suppress shoot regeneration from the control explants. After 3 – 5 weeks of selection on 5-10 mg/l PPT, small shoot primordial were regenerated on the explants co - cultured with EHA 105 (pITB2). After 4 weeks of culture, resistant shoots were developed on 10-30 mg/l PPT medium (Figure 1, Table 1).

(a) (b)

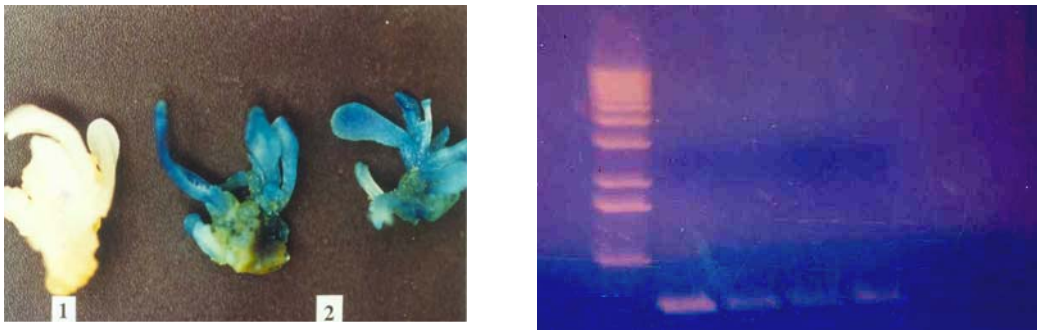
Figure 1 (a) Transformed tobacco shoots regenerated from the explants on PPT medium after 3 weeks of selection and untransformed control.
(b) Tobacco transformants and untransformants on PPT medium after 4 weeks of selection.

Table 1 Percentage of regenerated tobacco explants on PPT medium (%).

Duration of culture	PPT (mg/l)	Transgenic explants			Control		
		No. of original explants	No. of regenerated explants	% of regenerated explants	No. of original explants	No. of regenerated explants	% of regenerated explants
3 weeks	5	20	12	60	20	2	10
5 weeks	10	12	12	100	2	0	0

Integration of T-DNA in the tobacco genome

The PPT-resistant regenerated calli and shoots were examined for GUS activity by histochemical assay. These lines exhibited the high frequency of GUS expression. On average, 60-70% of the transformants were blue in the GUS assay (Figure 2a, Table 2). Subsequently, the interest transgenes were screened by using PCR. The 0.605 kb band on the agarose gels determined the presence of *Cry1Ac* gene in the genome of the initially putative transformants, respectively (Figure 2b).



(a) (b)

Figure 2 (a) Expression of GUS in the transformed tobacco shoots (2) and untransformed control (1)
(b) PCR analysis of tobacco transformants
1: standard DNA
2: DNA from plasmid
3, 4, 5: DNA from transformants
6: DNA from untransformant

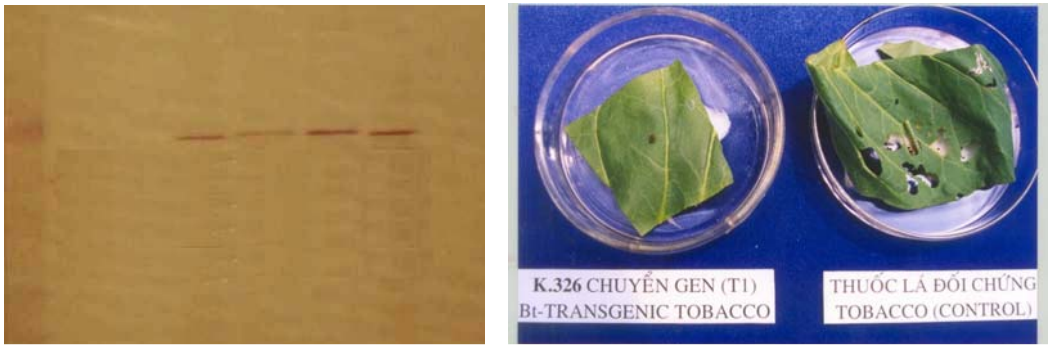
Table 2 Expression of GUS in tobacco shoots after 3 weeks on selection medium.

	Transgenic shoots	Control
No. of original shoots	10	10
No. of blue shoots	10	0
% of blue shoots	100	0

The expressions of *bar* gene and *Cry1Ac* gene

After four weeks growing in the selective medium at the concentration of 30 mg/l PPT, the seedlings derived from the transgenic lines survived and grew as vigorously as the plantlets grown in fresh MS medium. Whereas, all non-transgenic plantlets turned yellow and died (Table 3). These transgenic-surviving plantlets as well as the untransformed ones in the MS medium were removed to plant in pots in the greenhouse (Figure 3b).

Protein encoded by *Cry1Ac* gene in the transgenic lines was examined immunologically by using a polyclonal antibody against Cry1Ab, which also was found to be cross-reactive with Cry1Ac. A major band was seen at the site of 50 kD in the lanes loading the protein extracted from the transgenic plants. No antibody reactive protein was found in the lane of negative control (Figure 3a).



1 2 3 4 5 6

(a) (b)

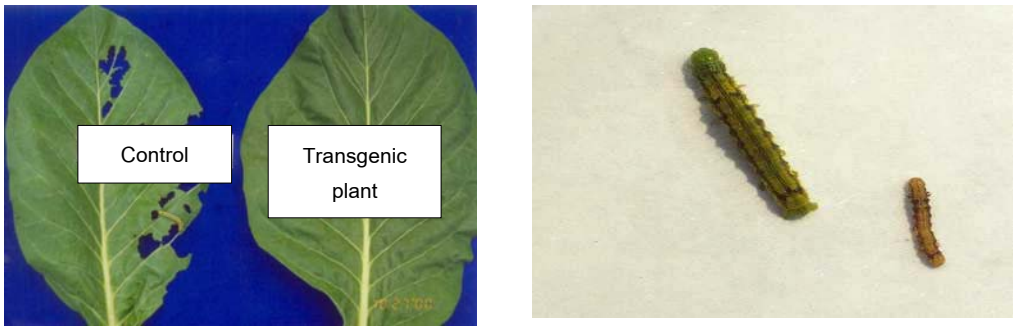
Figure 3 (a) Western Blot of tobacco transformants
1: standard protein
2: protein from untransformant
3, 4, 5, 6: protein from transformants
(b) Control plant was damaged within 5 days

Table 3 Percentage of survived tobacco plantlets on PPT medium after 4 weeks of culture (%).

PPT (mg/l)	Transgenic plantlets			Control		
	No. of plantlets	No. of Survived plantlets	% of Survived plantlets	No. of plantlets	No. of survived plantlets	% of survived plantlets
10	20	20	100	20	0	0
20	20	20	100	20	0	0
30	20	20	100	20	0	0

Insect bioassay

The insecticidal activity of the transgenic tobacco plants was tested in two-month old plants using *H. armigera*. The unstransformed plants were used as control. Since the larvae of *H. armigera* can attack each other, one third-instar larva was placed on each leaf-disc derived from each transgenic plant for 10 replicates. Within 60 hours, the larvae on the transgenic leaves almost stopped feeding and began to be killed (Figure 4a). Five days after feeding, in the genetic engineered lines, the mortality of the insects reached 75% (Table 4). The surviving larvae fed with plants carrying *Bt* gene increased the body weight so much less than of the larvae on the control (Figure 4b). Some larvae were scored to be reduced the body weight. Those transgenic leaf-discs exhibited only minor damage. Whereas, larvae fed on untransformed tissue grew well with mortality of 0% and the increase of the body weight ranging from 8.3 – 8.5 fold (Table 5). These larvae caused severe damage on the untransformed leaves.



(a) (b)

Figure 4 (a) Transformed plant was well protected from leaf damage
(b) *H. armigera* fed on transformants (right) and untransformants (left)

Table 4 Bioassay of *Heliothis armigera* on tobacco leaf of transformed plants.

	Transgenic plants		Control	
	After 3 days	After 5 days	After 3 days	After 5 days
No. of larvae tested	120	120	120	120
No. of larvae died	54	90	0	0
Mortality (%)	45.0	75.0	0.0	0.0

Table 5 Weight increase of *Heliothis armigera* surviving larvae.

	Transgenic plants	Control
Weight of larvae before tested (mg)	12.6	13.0
Weight of larvae 5 days after feeding (mg)	20.3	121.8
% of weight increase (%)	61.1	836.9

Discussion

The results presented in this paper confirm the ability to obtain the transgenic plants using *Agrobacterium*-mediated transformation. It is true that *Agrobacterium* system does not always enable to result in success for any species, especially the monocot varieties. However, at present and in the near future, under the conditions of most agronomic research laboratories in Vietnam, *Agrobacterium*-mediated system is very likely to be the best choice to improve the crops carrying the new agronomically important traits without requiring as much of time as the traditional breeding.

For the pesticide management in agriculture, Bt biopesticide has been used for nearly four decades but the percentage is estimated to be less than 1% worldwide (Krattiger, 1997) because of many restrictions such as: necessity of repeated applications several times per season, breaking down the active ingredient by sunlight, being washed by rain or dew.

Molecular analyses and insect feeding assays revealed that the gene *Cry 1Ac* encoding for the δ-endotoxin of *B. thuringiensis* was successfully expressed in transgenic tobacco plants and proved to be effective in controlling insect pests. The bioassay demonstrated the effectiveness in protecting the transgenic plants from the damage caused by insect as soon as the attack happened. This result confirms that Cry1Ac protein is highly toxic to *H. armigera* larvae. Some studies before also showed that the insecticidal crystal protein of the Cry 1Ac type was effective to lessen the damage of *H. armigera* (Krattiger,1997). Cry1Ac protein from transgenic rice plant is very sensitive to the feeding neonates of *H. armigera* when mixed this toxin with the synthetic medium (Nayak *et al*., 1997).

Therefore, plants containing Bt insecticidal protein indicated the application of plant genetic engineering for the protection of crops against insect attack and opened the door for rapid crop improvement.

Conclusion

Tobacco K326 variety transformed with the Bt genes expressed for the *Cry1Ac* encoding for the δ-endotoxin via the *Agrobacterium* mediated gene transfer contain adequate amount of insecticidal protein. We have used the cotton bollworm in the bioassay by feeding the third-instar larvae feeding on the tobacco carried Bt gene leaf discs for 60 hours. The results revealed that the larvae stopped feeding and death after 5 days of feeding at the rate of 75%. Furthermore, the survived larvae also significantly decreased in body weight than the control ones fed on the untransformed tobacco leaf discs. Our results

should be concretely confirmed the advantages of using the Bt transgenic plants for the crop protection especially against the lepidopterans.

Acknowledgments

We thank *Dr. Michael B. Cohen* (IRRI, Philippines) for the polyclonal antibody against CrylAb and *M. Do Hoang Di* (Lilly Co., USA) for the antibody anti-rabbit alkaline phosphatase conjugated.

References

Barton, K.A., H.R. Whiteley and N.S. Yang. 1987. *Bacillus thuringinesis* delta-endotoxin expressed in transgenic *Nicotiana tobacum* provides resistance to lepidopteran insects. Plant Physiol. 85(4): 1103-1109.

Bhau, B.S. and V. Koul. 1998. Switching on *Bacillus thuringiensis* to reduce selection for resistance. Current Science 75(8): 771-777.

Cheng X., R. Sardana, H. Kaplan and I. Altosaar. 1998. *Agrobacterium*-transformed rice plants expressing synthetic *cry1A(b)* and *cry1A(c)* genes are highly toxic to striped stem borer and yellow stem borer. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 95(6): 2767–2772.

Krattiger, A.F. 1997. Insect Resistance in Crops: A Case Study of *Bacillus thuringiensis (Bt)* and its Transfer to Developing Countries. ISAAA Briefs No. 2. ISAAA. Ithaca, NY. 42 pp.

Nayak, P., D. Basu, S. Das, A. Basu, D. Ghosh, N. A. Ramakrishnan, M. Ghosh and S. K. Sen. 1997. Transgenic elite *indica* rice plants expressing Cry1Ac δ-endotoxin of *Bacillus thuringiensis* are resistant against yellow stem borer (*Scirpophaga incertulas*) Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 94(6): 2111–2116.

Sardana, R., S. Dukiandjiev, M. Giband, X. Cheng, K. Cowan, C. Sauder and I. Altosaar. 1996. Construction and rapid testing of synthetic and modified toxin gene sequences *cry1A(b&c)* by expression in maize endosperm culture. Plant Cell Reports. 15: 677-681.

Vaeck, M., A. Reynaerts, H. Hofte, S. Jansens, M. De Beuckeleer, C. Dean, M. Zabeau, M. van Montagu and J. Leemans 1987. Transgenic plants protected from insect attack. Nature 328: 33-37.

สมรรถภาพการให้ผลผลิตของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงในหมู่บ้าน

Production Performance of Native Chickens in Village

อรอนงค์ พิมพ์คำไหล[1/] ชูศักดิ์ ประภาสวัสดิ์[2/] และ อำนวย เลี้ยวธารากุล[3/]

Onanong Pimcomelai,[1/] Chusak Prapasawat[2/] and Amnuay Leotaragul[3/]

Abstract: The study of raising native chickens in the local condition at Kuamoong village, Maefakmai subdistrict, Sansai district, Chiang Mai by 36 farmers that raised 273 hens from February 2003 to January 2004. The result indicated that number of clutches of almost hens (49.1%) was 3 clutches/year, followed in order (14.8 and 13.8% of hens) by 4 and 5 clutches respectively. Average production of native hen in one year for number of clutches, total eggs, total chicks were 3.41 clutches, 39.14 eggs and 24.84 birds respectively. The average of one clutch for number of eggs, number of chicks and hatchability were 11.60 eggs, 7.08 birds and 61.17 % respectively. In one year number of native chickens that farmer ate and sold were 72.03 and 84.47 birds/family. Income for sales live native chickens was 3,879.82 Baht. The average number of chickens for eating and sales were 9.54 and 10.88 birds/hen, and income from sold chickens was 503.48 Baht/hen. Effect of season for production performance and losses rate of native chickens showed that native hen had highest eggs and chicks per clutch in cold season (15.11 eggs and 9.95 chicks), followed in order by rainy and summer respectively. Hatchability of cold season had higher than summer and rainy. For mortality of chickens had highest in summer (53.34%), rainy and cold season were 27.02 and 19.64 % respectively.

Keywords: Native chickens, production performance

[1/] ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีเชียงราย อ. เมือง จ. เชียงราย 57100

[2/] ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ท่าพระ อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40260

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

[1/] Chiang Rai Livestock Technology Transfer and Research Center, Amphur Muang, Chiang Rai 57100

[2/] Livestock Breeding and Research Center, Amphur Muang, Khon Kaen 40260

[3/] Livestock Breeding and Research Center, Amphur Sanpatong, Chiang Mai 50120

บทคัดย่อ: การศึกษาการเลี้ยงไก่พื้นเมืองของเกษตรกรในชนบท พื้นที่บ้านขัวมุง ต.แม่แฝกใหม่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ จำนวน 36 ราย มีแม่ไก่ทั้งหมด 273 ตัว ตลอดระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2546 ถึงเดือนมกราคม 2547 ผลปรากฏว่าแม่ไก่ส่วนใหญ่ถึงร้อยละ 49.1 ให้ไข่ปีละ 3 ตับ รองลงมาให้ไข่จำนวน 4 และ 5 ตับ (14.8 และ 13.8 %) ตามลำดับ เมื่อเฉลี่ยทั้งปีจะให้ไข่ ได้3.41 ตับ (ชุด) โดยมีจำนวนไข่ที่ได้ 39.14 ฟอง และจำนวนลูกไก่ 24.84 ตัว ซึ่งเฉลี่ยต่อตับไข่แล้ว จะได้จำนวนไข่ และลูกไก่ เท่ากับ 11.60 ฟอง และ 7.08 ตัว ตามลำดับ โดยมีอัตราการฟักออกเฉลี่ยร้อยละ 61.17 เกษตรกรมีการบริโภคและจำหน่ายไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงในรอบหนึ่งปี เฉลี่ยครอบครัวละ 72.03 และ 84.47 ตัว โดยมีรายได้จากการจำหน่ายเท่ากับ 3,879.82 บาท หรือเมื่อเฉลี่ยต่อแม่ไก่ 1 ตัวแล้ว การเลี้ยงแม่ไก่จะได้ลูกไก่สำหรับบริโภคและจำหน่ายเท่ากับ 9.54 และ 10.88 ตัวต่อแม่ ตามลำดับ มีรายได้จากการจำหน่าย 503.48 บาทต่อแม่ ปัจจัยของฤดูกาลที่มีผลต่อการให้ผลผลิตและการสูญเสียของไก่พื้นเมือง พบว่า ไก่พื้นเมืองจะให้จำนวนไข่และลูกไก่ต่อตับสูงที่สุด ในช่วงฤดูหนาว คือ 15.11 ฟอง และ 9.95 ตัว รองลงมาได้แก่ ฤดูฝน และ ฤดูร้อน ตามลำดับ สำหรับอัตราการฟักออกนั้น ฤดูหนาวก็มีอัตราการฟักออกสูงกว่าในฤดูร้อน และฝน ส่วนอัตราการตายของลูกไก่ พบว่ามีการตายสูงที่สุดถึงร้อยละ 53.34 ในฤดูร้อน โดยในฤดูฝนและฤดูหนาวมีการตายร้อยละ 27.02 และ 19.64 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ไก่พื้นเมือง สมรรถภาพการให้ผลผลิต

คำนำ

ไก่พื้นเมืองจัดเป็นสัตว์เลี้ยงประจำครอบครัวของเกษตรกรไทยในชนบทเป็นเวลาช้านาน ทั้งนี้เนื่องจากมีคุณประโยชน์ต่อผู้เลี้ยงหลายประการ เช่น เป็นแหล่งอาหารโปรตีนในครอบครัวที่หาได้ง่ายและมีราคาถูก ส่วนที่เหลือจากการบริโภคก็นำไปจำหน่ายเป็นรายได้เพื่อนำไปซื้อหาสินค้าอุปโภคอื่น ๆ นอกจากนี้ยังนำมาซึ่งความเพลิดเพลิน เพราะจัดว่าเป็นสัตว์เลี้ยงที่มีสีขนสวยงาม รวมทั้งยังใช้เป็นนาฬิกาบอกเวลา เป็นเกมกีฬา ควบคู่กับประเพณีและวัฒนธรรมไทย เป็นต้น จากข้อมูลของกลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ (2546) รายงานว่า มีเกษตรกรทั้งประเทศเลี้ยงไก่จำนวน 1.96 ล้านครอบครัว คิดเป็นไก่จำนวน 228.760 ล้านตัว โดยจำแนกเป็นผู้ที่เลี้ยงไก่พื้นเมืองจำนวน1.91 ล้านครอบครัว (ร้อยละ 97 ของผู้เลี้ยงไก่ทั้งหมด) หรือเท่ากับมีไก่จำนวน 57.761 ล้านตัว ส่วนของภาคเหนือตอนบนประกอบด้วย 8 จังหวัด ได้แก่ แม่ฮ่องสอน เชียงราย เชียงใหม่ น่าน พะเยา แพร่ ลำพูน และลำปาง มีเกษตรกรเลี้ยงไก่พื้นเมืองทั้งสิ้น 273,154 ครอบครัว มีจำนวนไก่ทุกอายุเท่ากับ 7.886 ล้านตัว (หรือเท่ากับ 98.5 %ของผู้เลี้ยงไก่ทั้งหมดในภาคเหนือ) จะเห็นได้ว่าเกือบทั้งหมด (มากกว่าร้อยละ 97) เลี้ยงไก่พื้นเมืองเป็นหลัก ซึ่งกระจายไปสู่เกษตรกรแทบทุกครัวเรือน เฉลี่ยเลี้ยงกันครอบครัวละ 28 – 30 ตัว ดังนั้นการให้ความสำคัญต่อการเลี้ยงไก่พื้นเมืองจึงเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะนอกจากจะเป็นแหล่งอาหารโปรตีนของครอบครัวในชนบทแล้ว จนถึงปัจจุบันไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงทั่วประเทศยังผลิตไม่พอเพียงกับ ความต้องการของตลาด ทั้งนี้ถึงแม้ว่าไก่พื้นเมืองจะมีข้อดีที่หาไม่ได้ในไก่พันธุ์อื่นๆ คือ ทนทานต่อโรคและสิ่งแวดล้อมในสภาพการจัดการในชนบททั่วไป มีความเป็นแม่ที่ดี คือ ฟักไข่และเลี้ยงลูกเก่ง แต่ก็มีจุดอ่อนที่ต้องแก้ไขหลายประการ อาทิเช่น การเจริญเติบโตต่ำ อัตราการตายสูง สมรรถภาพการขยายพันธุ์ต่ำเนื่องจากแม่ไก่ต้องไปทำหน้าที่ฟักไข่ และเลี้ยงลูกเอง จึงทำให้มีอัตราการให้ลูกต่ำเฉลี่ยปีละ 20 – 24 ตัว/แม่ (เกรียงไกร, 2544) อย่างไรก็ดีในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา การศึกษาข้อมูลการเลี้ยงไก่ของเกษตรกรในหมู่บ้าน แทบไม่มีรายงานไว้เลย การศึกษาในครั้งนี้ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึง สมรรถภาพการผลิตทั้งในแม่พันธุ์และลูก รวมทั้งการสูญเสียของลูกไก่ที่เลี้ยงในหมู่บ้าน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการหาแนวทางสำหรับการเพิ่มสมรรถภาพการผลิต การสืบพันธุ์ รวม

ตลอดถึงการลดอัตราการตาย เพื่อให้เกิดความยั่งยืนของการเลี้ยงไก่ประเภทนี้ในระดับหมู่บ้านต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาข้อมูลจากเกษตรกรบ้านขัวมุง ตำบลแม่แฝกใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 36 ราย ซึ่งเลี้ยงไก่แม่พันธุ์พื้นเมืองจำนวนรวมทั้งสิ้น 273 แม่ โดยจะติดเบอร์แข้งเป็นเครื่องหมายประจำตัวแม่ไก่ทุกตัว เมื่อเริ่มทดลอง ส่วนการเลี้ยงดูให้เป็นไปตามปกติ เช่นเดียวกับที่เกษตรกรแต่ละรายปฏิบัติ

การทำวัคซีนในพ่อแม่พันธุ์ทำตามโปรแกรมของกรมปศุสัตว์ กล่าวคือ ในพ่อแม่พันธุ์จะทำการถ่ายพยาธิภายใน พยาธิภายนอก ส่วนวัคซีนนิวคาสเซิลชนิดลาโซต้า วัคซีนหลอดลมอักเสบฯ และอหิวาต์ฯ ทำทุก 3 เดือน ส่วนในลูกไก่ที่อายุต่ำกว่า 1 เดือน ทำวัคซีนนิวคาสเซิลชนิดลาโซต้า ร่วมกับฝีดาษ แต่ถ้าอายุ 3 เดือนขึ้นไป ทำวัคซีนนิวคาสเซิลชนิดลาโซต้า ร่วมกับอหิวาต์ฯ

การเก็บข้อมูล

1. จำนวนตับไข่/ปี
2. จำนวนไข่ต่อตับ
3. จำนวนลูกไก่เกิดต่อตับ
4. อัตราการฟักออก
5. อัตราการตาย และการสูญเสียอื่นๆของลูกไก่ตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุ 12 สัปดาห์
6. จำนวนไก่ที่บริโภคและจำหน่าย
7. ค่าใช้จ่ายและรายได้จากการเลี้ยงไก่

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ ส่วนกรณีอิทธิพลของฤดูกาลวิเคราะห์โดยใช้ Least square means โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1990)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาการเลี้ยงไก่พื้นเมืองของเกษตรกรในหมู่บ้านขัวมุง ต.แม่แฝกใหม่ ครั้งนี้ ได้ข้อมูลสมรรถภาพการผลิต การสูญเสีย รวมทั้งการนำไปบริโภคและจำหน่าย ดังนี้

สมรรถภาพการให้ผลผลิตและการสืบพันธุ์

ในรอบ 1 ปี ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2546 ถึงเดือนมกราคม 2547 การบันทึกข้อมูลจากแม่ไก่ทั้งหมด 273 ตัว พบว่ามีการสูญเสียและตายในระหว่างการศึกษาจำนวน 63 ตัว จึงเหลือแม่ไก่เลี้ยงรอดให้ไข่ได้ครบ 1 ปี จำนวน 210 ตัว (อัตราการเลี้ยงรอดเท่ากับ 77%) ปรากฏว่า แม่ไก่ให้ไข่มีตั้งแต่ 1 ตับ (clutch) ไปจนถึง 6 ตับต่อปี (ตารางที่ 1) โดยมีไก่ประมาณครึ่งหนึ่ง (49 %) ให้ไข่จำนวน 3 ตับ/ปี ซึ่งมีมากที่สุด รองลงมาให้ไข่จำนวน 4 และ 5 ตับ หรือเท่ากับ 14.8 และ 13.8 % ของจำนวนแม่ไก่ทั้งหมด ส่วนที่ให้จำนวน 1 ตับ/ปี มีน้อยที่สุด (2.9 %) ผลการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับ สวัสดิ์และคณะ (2531) ที่รายงานว่าแม่ไก่พื้นเมืองภายใต้การเลี้ยงดูแบบชาวบ้าน ส่วนใหญ่ (50.8 %) ให้ไข่หรือได้ลูกจำนวน 3 ชุดต่อปี

Table 1 Number of egg clutches of native hens in 1 year (February 2003 – January 2004).

Number of egg clutches	Number of hens	Percentage
1	6	2.86
2	23	10.95
3	103	49.05
4	31	14.76
5	29	13.81
6	18	8.57
Total	210	100.00

เมื่อพิจารณาด้านผลผลิตไข่ พบว่าในรอบ 1 ปี จากแม่ไก่ที่มีทั้งหมด 210 แม่ ได้จำนวนไข่รวม 8,550 ฟอง และสามารถฟักออกเป็นลูกไก่ได้จำนวน 5,466 ตัว (ตารางที่ 2) จากข้อมูลดังกล่าวเมื่อนำไปเฉลี่ยต่อตัวแม่ไก่หรือต่อชุดการไข่ พบว่า แม่ไก่ให้ไข่เฉลี่ยตัวละ 3.41 ตับ แต่ละตับได้จำนวนไข่และลูกไก่เท่ากับ 11.60 ฟองและ 7.08 ตัว ตามลำดับ แม่ไก่แต่ละตัวให้ไข่และลูกไก่ เฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 39.14 ฟองและ 24.84 ตัว ตามลำดับ โดยมีอัตราการฟักออกจากไข่ทั้งหมดเท่ากับ 61.17 % จะเห็นว่าจำนวนตับไข่ที่ได้สอดคล้องกับรายงานของพิทยา (2534) ที่ได้สำรวจการเลี้ยงไก่พื้นเมืองในหมู่บ้านภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (3.4 $\pm$ 0.6 ชุดต่อปี) อย่างไรก็ดี จำนวนลูกไก่ที่ได้ต่อตับไข่หรือต่อชุดในครั้งนี้ต่ำกว่ารายงานของกองบำรุงพันธุ์สัตว์ (2545) และพิทยา (2534) ซึ่งระบุว่ามีจำนวน 8.5 – 9.7 และ 10.1 ตัว ตามลำดับ แต่มีจำนวนใกล้เคียงกับรายงานของวิโรจน์ และคณะ (2531) ที่อ้างว่าจะได้ลูกไก่ 2.04 ตัวต่อเดือนหรือ 24.48 ตัวต่อปี สำหรับอัตราการฟักออกที่ได้ในครั้งนี้มีค่าค่อนข้างต่ำกว่าที่พิทยา (2534) ได้รายงานไว้ว่าไก่จะผลิตลูกได้ประมาณ 34 ตัวต่อปี โดยมีอัตราการฟักออกอยู่ในช่วง 62 – 80 เปอร์เซ็นต์

Table 2 Egg production and reproduction performance of native hens (n = 210) in 1 year (February 2003 – January 2004).

Egg production performance		Reproduction performance	
Total eggs	8,550	Total chicks	5,466
No. of egg clutches/hen	3.41 $\pm$ 1.10	No. of chicks/hen	24.84 $\pm$ 13.88
No. of eggs/hen	39.14 $\pm$ 14.91	No. of chicks/clutch	7.08 $\pm$ 2.47
No. of eggs/clutch	11.60 $\pm$ 1.18	Hatchability (%)	61.17 $\pm$ 18.84

อิทธิพลของฤดูกาลที่มีผลต่อการให้ผลผลิตและการสืบพันธุ์

เมื่อพิจารณาข้อมูลการให้ผลผลิตของแม่ไก่พื้นเมืองเป็นรายเดือนและจัดแบ่งเป็นฤดูกาล ได้แก่ ฤดูร้อน (ช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน) ฤดูฝน (ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม) และฤดูหนาว (ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์) พบว่า แม่ไก่จะให้จำนวนไข่ และลูกไก่ในฤดูหนาวสูงที่สุด คือจำนวน 15.11 ฟองต่อตับ และ 9.95 ตัวต่อตับ รองลงไปคือ ฤดูฝนและฤดูร้อน ตามลำดับ โดยจะให้จำนวนไข่ต่อตับ เท่ากับ 12.74 และ 11.04 ฟอง ส่วนจำนวนลูกไก่เท่ากับ 7.58 และ 6.89 ตัว ตามลำดับ การที่ฤดูกาลมีผลต่อจำนวนไข่และจำนวนลูกไก่ นั้น น่าจะเนื่องจากฤดูหนาวมีสภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิ) พอเหมาะต่อการให้ผลผลิตของสัตว์ ประกอบกับอาหารที่มีตามธรรมชาติ อุดมสมบูรณ์ ซึ่งเริ่มดีตั้งแต่ฤดูฝนเป็นต้นมา ไก่พ่อแม่พันธุ์พื้นเมืองที่เลี้ยงแบบปล่อยให้หากินเองตามธรรมชาติจึงมีสุขภาพที่สมบูรณ์เต็มที่ สอดคล้องกับสวัสดิ์และคณะ(2531) ที่รายงานว่าไก่พื้นเมืองจะให้ไข่มากในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม

การที่อาหารธรรมชาติมีอย่างหลากหลายและพอเพียงต่อความต้องการของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงในหมู่บ้านนอกจากจะทำให้จำนวนไข่มีมากในฤดูหนาวแล้ว ยังมีผลต่ออัตราการฟักออกและจำนวนลูกไก่ที่ได้ ซึ่งจากข้อมูลพบว่า ฤดูหนาวเป็นฤดูที่ไก่พื้นเมืองฟักออกสูงกว่า ($P<0.05$) ฤดูร้อนและฤดูฝน ส่วนอัตราการฟักออกของฤดูร้อนแม้ว่าจะสูงกว่าฤดูฝนเล็กน้อย แต่ก็แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ($P>0.05$) คล้ายคลึงกับที่ วิโรจน์ และคณะ(2531) รายงานว่าการฟักไข่ของไก่พื้นเมืองในหมู่บ้าน ในช่วงฤดูหนาวเป็นช่วงที่ให้เปอร์เซ็นต์การฟักไข่สูงกว่าระยะเวลาอื่นๆ นอกจากนี้ พิทยา (2534) ก็ได้รายงานว่าไก่พื้นเมือง จะมีการฟักออกสูงที่สุดในฤดูหนาว และต่ำสุดในฤดูฝน การที่ไก่มีอัตราฟักออกในฤดูหนาวสูง

ส่วนหนึ่งน่าจะมาจากอัตราผสมติดจะสูงกว่าในช่วงอากาศเย็น คล้ายคลึงกับการศึกษาของ อำนวย และคณะ (2541)ที่พบว่า ในฤดูหนาวอัตราการผสมติดของไข่ฟักสูงกว่าฤดูร้อน และฤดูฝน สอดคล้องกับที่(North, 1984) รายงานว่าอุณหภูมิที่พอเหมาะแก่พ่อแม่พันธุ์ไก่ ที่ทำให้อัตราการผสมติดดี คือ 19 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิขนาดนี้จะเป็นช่วงฤดูหนาว ขณะที่ในฤดูร้อนและฝน ในบางวันอุณหภูมิของประเทศไทยสูงเกือบ 40 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ทำให้พ่อพันธุ์ไก่เป็นหมันชั่วคราวได้ มีผลทำให้อัตราการผสมติดต่ำได้

สำหรับผลด้านอัตราการตาย และการสูญเสียของลูกไก่ พบว่า ฤดูร้อนมีการตายสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ฤดูฝน และหนาว โดยมีอัตราการตายเท่ากับ 53.34, 27.02 และ 19.64 % ตามลำดับ (ตารางที่ 3) สอดคล้องกับพิทยา (2534) ที่รายงานว่า การตายของไก่พื้นเมืองของเกษตรกรในหมู่บ้าน จะเริ่มตายในต้นฤดูร้อนราวเดือนกุมภาพันธ์ และตายมากที่สุดในเดือนมีนาคม ถึง เมษายน ส่วนการสูญเสียอื่นๆ ที่นอกเหนือจากการตาย เช่น หาย ถูกสัตว์อื่นกัด ถูกรถทับ พบว่า คล้ายคลึงกับการตาย การสูญเสียจะสูงที่สุดในฤดูร้อน และต่ำที่สุดในฤดูหนาว

Table 3 Seasonal effect on the production performance of native chickens.

Traits	Season (month)		
	Summer (Mar. - Jun.)	Rainy (July – Oct.)	Cold (Nov. – Feb.)
Hen			
- No. of eggs/clutch *	11.04 ± 1.02^{b}	12.74 ± 1.08^{ab}	15.11 ± 1.14^{a}
- No. of chicks/clutch *	6.89 ± 0.87^{b}	7.58 ± 0.88^{ab}	9.95 ± 0.97^{a}
- Hatchability (%)*	61.74 ± 2.72^{ab}	58.57 ± 2.40^{b}	64.86 ± 2.74^{a}
Chick (%)			
- Mortality *	53.34 ± 8.32^{a}	27.02 ± 6.59^{b}	19.64 ± 5.12^{b}
- Losses **	52.53 ± 9.81^{a}	36.81 ± 7.42^{a}	10.66 ± 4.21^{b}
- Mortality+losses	52.93 ± 8.86^{a}	31.91 ± 6.86^{b}	15.15 ± 4.98^{b}

* Means within a row with no common superscript are significantly different (P<0.05)

** Means within a row with no common superscript are high significantly different (P<0.01)

การบริโภคและการจำหน่าย

ในรอบ 1 ปี เกษตรกรมีการบริโภคไก่เฉลี่ยครอบครัวละ 72.0 ตัว และจำหน่ายไปจำนวน 84.5 ตัว โดยมีรายได้เท่ากับ 3,879.82 บาทต่อครอบครัว สำหรับรายจ่ายจากการเลี้ยงไก่ซึ่งส่วนใหญ่ เป็นค่าอาหารไก่จำนวน 1,797.94 เมื่อเฉลี่ยแต่ละครอบครัวจะมีผลตอบแทนเท่ากับ 2,081.65 บาทต่อปี โดยไม่รวมไก่ที่บริโภคในครอบครัว จะเห็นว่าจำนวนไก่ที่บริโภคและจำหน่ายมีค่าสูงกว่าที่เชิดชัยและคณะ (2541) รายงานไว้ กล่าวคือเกษตรกรในจังหวัดขอนแก่น ในรอบ 1 ปี จะบริโภคไก่ 25 – 53 ตัว จำหน่ายไก่ 29 – 42 ตัว มีรายได้ 1,450 – 2,533 บาท รวมทั้งสูงกว่า ประภัสสร (2543) ที่เก็บข้อมูลจากเกษตรกรในจังหวัดอยุธยา พบว่า ร้อยละ 71.4 และ 23.8 มีรายได้จากการจำหน่ายไก่พื้นเมือง น้อยกว่า 1,500 บาท และ 1,501 – 3,000 บาท ตามลำดับ ทั้งนี้ มีสาเหตุเนื่องจากการศึกษาครั้งนี้มีการทำวัคซีนให้

พ่อแม่พันธุ์ไก่ทุกตัวตามโปรแกรม ทำให้ลูกไก่ที่เกิดได้รับภูมิคุ้มกันจากพ่อแม่ (parental immunity) ถ่ายทอดไปสู่ลูกไก่ ลูกไก่จึงมีอัตราการสูญเสีย และการตายต่ำมาก ทำให้มีจำนวนไก่คงเหลือจำนวนมากกว่า จึงทำให้จำนวนการบริโภคและจำหน่ายสูงตามไปด้วย

จากข้อมูลข้างต้นเมื่อเฉลี่ยต่อแม่ไก่พื้นเมือง 1 ตัว พบว่าจะให้ลูกซึ่งนำไปบริโภคได้ จำนวน 9.54 ตัว และนำไปจำหน่ายจำนวน 10.88 ตัว ก่อให้เกิดเป็นรายได้ปีละ 503.48 บาทเมื่อหักค่าใช้จ่าย (236.26 บาท)จะเหลือเป็นรายได้เท่ากับ 273.90 บาทต่อปี (ตารางที่ 4)

Table 4 Number of chickens for eating, sale and income, cost of raising native chickens.

Traits	Means
No. of chickens/ income per family	
- No. of chickens for eating	72.03
- No. of chickens for sale	84.47
- Income from sold chickens (Baht)	3,879.82
- Cost of raising chickens (Baht)	1,797.94
- Income return (Baht)	2,081.65
No. of chickens/income per hen	
- No. of chickens for eating	9.54
- No. of chickens for sale	10.88
- Income from sold chickens (Baht)	503.48
- Cost of raising chickens (Baht)	236.26
- Income return (Baht)	273.90

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาวิจัย การเลี้ยงไก่พื้นเมืองของเกษตรกรในหมู่บ้าน ในระยะเวลา 1 ปีที่ทำการศึกษาได้ผลดังนี้

1. แม่ไก่ส่วนใหญ่จะให้ไข่ปีละ 3 ตับ รองลงมาให้ไข่จำนวน 4, 5, 2, 6 และ 1 ตับตามลำดับ เมื่อเฉลี่ยทั้งปีแล้ว แม่ไก่จะให้ไข่ 3.41 ตับ, โดยมีจำนวนไข่ที่ได้ 39.14 ฟอง และจำนวนลูกไก่ 24.84 ตัว ซึ่งเฉลี่ยต่อตับไข่แล้วจะได้จำนวนไข่ และลูกไก่ เท่ากับ 11.60 ฟอง และ 7.08 ตัว ตามลำดับ โดยมีอัตราการฟักออกเฉลี่ยร้อยละ 61.17

2. ปัจจัยของฤดูกาลที่มีผลต่อการให้ผลผลิตและการสูญเสียของไก่พื้นเมือง พบว่า ไก่พื้นเมืองจะให้จำนวนไข่และลูกไก่ต่อตับสูงที่สุด ในช่วงฤดูหนาว รองลงมาได้แก่ ฤดูฝน และ ฤดูร้อน ตามลำดับ สำหรับอัตราการฟักออกนั้น ฤดูหนาวก็มีอัตราการฟักออกสูงกว่าในฤดูร้อน และฝน ส่วนอัตราการตายของลูกไก่ พบว่ามีการตายสูงที่สุดในฤดูร้อน รองลงมาคือฤดูฝนและฤดูหนาว ตามลำดับ

3. เกษตรกรมีการบริโภคและจำหน่ายไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงในรอบหนึ่งปี เฉลี่ยครอบครัวละ 72.03 และ 84.47 ตัว โดยมีรายได้จากการจำหน่ายเท่ากับ 3,879.82 บาท หรือเมื่อเฉลี่ยต่อแม่ไก่ 1 ตัวแล้ว การเลี้ยงแม่ไก่จะได้ลูกไก่สำหรับบริโภคและจำหน่ายเท่ากับ 9.54 และ 10.88 ตัวต่อแม่ ตามลำดับ มีรายได้จากการจำหน่าย 503.48 บาทต่อแม่

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ. 2546. ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศปี 2545. ศูนย์สารสนเทศกรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ. 306 หน้า.

กองบำรุงพันธุ์สัตว์. 2545. โครงการอนุรักษ์และพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนไก่พื้นเมืองไทย. เอกสารประกอบการประชุมระดมความคิดแนวทางการอนุรักษ์และปรับปรุงไก่พื้นเมือง. ณ โรงแรมทวาราวดี. จังหวัดปราจีนบุรี.

เกรียงไกร โชประการ. 2544. ไก่พื้นเมือง: ปัจจุบันและอนาคต. หน้า 249–254. ใน: เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ “ไก่พื้นเมือง: โจทย์วิจัยและแนวทางการพัฒนาในอนาคต”. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

เชิดชัย รัตนเศรษฐากุล, บัญญัติ เหล่าไพบูลย์, พิชญ์รัตน์ แสนไชยสุริยา, สุวัฒน์ จิตต์ปราณีชัย, กัลยา เจือจันทร์, ศิลธรรม วราอัศวปติ, กิติกรณ์ เจนไพบูลย์, กิตติ กุบแก้ว และสำราญ วิจิตรพันธ์. 2541. การเผยแพร่เทคโนโลยีการผลิตไก่พื้นเมืองและลูกผสม. รายงานวิจัย คณะสัตวแพทยศาสตร์ และคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดขอนแก่น, ขอนแก่น. 221 หน้า.

ประภัสสร วุฒิปราณี. 2543. เทคโนโลยีที่จำเป็นในการพัฒนาการเลี้ยงไก่พื้นเมืองของเกษตรกร: ศึกษากรณีจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 92 หน้า.

พิทยา นามแดง. 2534. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการตายของไก่พื้นเมือง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น 43 หน้า.

วิโรจน์ ชลวิริยะกุล, หรรษา ฐิติโภคา และ สุมาลี ไหลรุ่งเรือง. 2531. การผลิตไก่พื้นเมืองในระบบการทำฟาร์มเขตเกษตรน้ำฝน. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาทางวิชาการเกษตรไก่พื้นเมืองครั้งที่ 2 ณ หอประชุมสำนักงานการเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ขอนแก่น. 16 หน้า.

สวัสดิ์ ธรรมบุตร, พิทยา นามแดง และ วีระชัย โพธิวาระ. 2531. การเลี้ยงไก่พื้นเมืองในระบบของเกษตรกรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาทางวิชาการเกษตรไก่พื้นเมืองครั้งที่ 2 ณ หอประชุมสำนักงานการเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ขอนแก่น. 10 หน้า.

อำนวย เลี้ยวธารากุล, พัชรินทร์ สนธิ์ไพโรจน์ และจารุณี ปัญญาวีร์. 2541. อิทธิพลของพันธุ์, ฤดูกาล, และวิธีการผสมพันธุ์ที่มีผลต่อการฟักไข่ในตู้ฟักไข่. หน้า 133 – 139. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2539 - 2540. ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ สำนักงานปศุสัตว์เขต 5, เชียงใหม่.

North, M. O. 1984. Commercial Chicken Production Manual. 3rd ed. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut. 711 pp.

SAS. 1990. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute, Inc., North Carolina. 548 pp.

ความยากจนและการกระจายรายได้ของเกษตรกรในศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ปี พ.ศ. 2548

Poverty and Income Distribution of Farmers in the Royal Project Development Centers in 2005

พรสิริ สืบพงษ์สังข์[1/]

Pornsiri Suebpongsang[1/]

Abstract: The objective of this study is to analyze the poverty and income distribution of farmers in the Royal Project Development Centers (RPDCs) in 2005. Socio-economic data of 2610 sample farm households in 36 RPDCs had been employed to determine the general conditions and income of farmers, and to analyze the poverty and the income distribution using Gini-coefficient. The results showed that 69% of households' cash income in RPDCs were below the poverty line and Gini-coefficient was 0.48 indicating unequal cash income distribution among households in the RPDCs. A general conclusion was that the farmers in the RPDCs still need further development programs to reduce the poverty and the unequal cash income distribution.

Keywords: Income distribution, poverty, Royal Project Development Centers, Gini-coeffecient

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ที่จะวิเคราะห์ภาวะความยากจนและการกระจายรายได้ของเกษตรกรในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงในปี พ.ศ. 2548 โดยใช้ข้อมูลเศรษฐกิจสังคมของเกษตรกรตัวอย่างจำนวน 2610 ราย ใน 36 ศูนย์ฯ เพื่อชี้สภาพทั่วไปและรายได้ของเกษตรกร และเพื่อวิเคราะห์ความยากจน และการกระจายรายได้โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์จินี่ ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯ ร้อยละ 69 มีรายได้ที่เป็นตัวเงินต่ำกว่าเส้นความยากจน และมีค่าสัมประสิทธิ์จินี่เท่ากับ 0.48 ซึ่งแสดงว่าการกระจายรายได้ไม่เท่าเทียมกันสูง สรุปได้ว่าเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯ ยังจัดอยู่ในกลุ่มที่ต้องได้รับการพัฒนาโดยมุ่งประเด็นการขจัดปัญหาความยากจนและการกระจายรายได้ที่ไม่เท่าเทียมกัน

คำสำคัญ: การกระจายรายได้ ความยากจน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ค่าสัมประสิทธิ์จินี่

[1/] ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1/] Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

คำนำ

ภาวะความยากจนและการกระจายรายได้เป็นดัชนีสำคัญที่ใช้ชี้หรือวัดผลสำเร็จในการดำเนินงานตามนโยบายหรือแผนงานพัฒนาต่าง ๆ ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการแก้ปัญหาความยากจน ซึ่งรวมถึงศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ซึ่งศูนย์ฯและหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ดำเนินความพยายามอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลาเกือบ 10 ปี ในการแก้ปัญหาความยากจนของเกษตรกรผ่านแผนงานต่าง ๆ เพื่อยกระดับรายได้ของเกษตรกรและชุมชนบนพื้นที่สูง ให้สามารถดำรงชีวิตและช่วยเหลือตนเองได้ตลอดจนมีการกระจายรายได้ที่เหมาะสม การศึกษาเพื่อวิเคราะห์ถึงภาวะความยากจนและการกระจายรายได้ของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯ ปี พ.ศ. 2548 นี้จะชี้ให้เห็นถึงผลสำเร็จในการดำเนินงานของศูนย์ฯ และยังใช้เป็นข้อมูลประกอบในการจัดทำแผนพัฒนาของศูนย์ฯและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไปอีกด้วย

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ได้นำเอาข้อมูลจากโครงการศึกษาสภาพวะเศรษฐกิจสังคมของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯ ปี พ.ศ. 2548 (ดุษฎีและคณะ, 2548) ซึ่งได้ทำการสำรวจทางเศรษฐกิจสังคมของครัวเรือนเกษตรกรตัวอย่างจำนวน 2610 ครัวเรือนในทั้ง 36 ศูนย์ ใน 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน แม่ฮ่องสอน และพะเยามาใช้เป็นหลัก นอกจากนี้ยังนำข้อมูลสถิติบางส่วนมาประกอบในการวิเคราะห์อีกด้วย

ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ก) การวิเคราะห์สภาพเศรษฐกิจสังคมทั่วไปและรายได้ของเกษตรกรโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติด้านสังคมศาสตร์ (Statistical Package for Social Science: SPSS) ในการพรรณนาผ่านค่าสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (arithmetic mean) ความถี่ (frequency) และร้อยละ (percentage) ข) การประเมินความยากจน โดยเปรียบเทียบรายได้กับเส้นความยากจนตามกำหนดของสำนักงานสถิติแห่งชาติปี พ.ศ. 2547 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,230 บาท/คน/เดือน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2548) และ ค) การวัดการกระจายรายได้ ด้วยการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์จินี่ (Gini-coefficient: G) ซึ่งมีสูตรคำนวณ (เมธี, 2523) ดังนี้

$$G = 1 - 2\left[\sum_{i=1}^{n} (f_i - f_{i-1})(y_{i-1}) + 0.5\sum_{i=1}^{n}(f_i - f_{i-1})(y_i - y_{i-1})\right]$$

เมื่อ f_i = ค่าสะสมของจำนวนครัวเรือนตามลำดับรายได้ที่ i

y_i = ค่าสะสมของรายได้ทั้งหมดของครัวเรือนที่ i

I = จำนวนครัวเรือนตามลำดับรายได้ มีจำนวน 1- n

โดยค่า G จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 หากค่า G เท่ากับ 0 จะแสดงว่าเกษตรกรที่ทำการศึกษามีการกระจายรายได้เท่าเทียมกันโดยสมบูรณ์ แต่ถ้าค่า G เท่ากับ 1 แสดงว่าเกษตรกรที่ทำการศึกษามีการกระจายรายได้ไม่เท่าเทียมกันโดยสมบูรณ์ ดังนั้นเมื่อค่า G ที่คำนวณได้มีค่าน้อยลงและเข้าใกล้ศูนย์มากเท่าใด จะแสดงว่าการกระจายรายได้ของเกษตรกรที่ทำการศึกษาเท่าเทียมกันมากขึ้นเท่านั้น

ผลการศึกษา

สภาพเศรษฐกิจสังคมทั่วไป

ขนาดครัวเรือนและลักษณะประชากร

เกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯมีสมาชิกครัวเรือนโดยเฉลี่ยประมาณ 5 คน ในจำนวนนี้เป็นประชากรชายร้อยละ 52 และเป็นประชากรหญิงร้อยละ 48 โดยประชากรกลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า 11 ปี และอายุระหว่าง 11-20 ปี มีสัดส่วนเท่า ๆ กัน คือประมาณร้อยละ 20 ส่วนประชากรที่มีอายุอยู่ในช่วง 21- 50 ปี ซึ่งเป็นช่วงอายุที่เป็นแรงงานหลักของครัวเรือนมีอยู่ร้อยละ 46 โดยมีสัดส่วนของประชากรชายและหญิงใกล้เคียงกัน ในขณะที่ประชากรวัยชรา (อายุ 51 ปีขึ้นไป) มีสัดส่วน ร้อยละ12 (ตารางที่ 1)

Table 1 Household demographic structure and average family size.

Age	Male		Female		Total	
	head	%	head	%	head	%
< 11	1,279	20.33	1,137	19.43	2,416	19.90
11 – 20	1,309	20.81	1,296	22.15	2,605	21.45
21 –30	1,173	18.65	1,039	17.75	2,212	18.22
31 – 40	848	13.48	869	14.85	1,717	14.14
41 –50	871	13.85	834	14.25	1,705	14.04
51 –60	485	7.71	391	6.68	876	7.21
> 60	325	5.17	286	4.89	611	5.03
Total	6,290	100.00	5,852	100.00	12,142	100.00
Average family size	2.41	51.80	2.24	48.20	4.65	100.00

ขนาดการถือครองที่ดิน

เกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯมีขนาดการถือครองที่ดินทำกินโดยเฉลี่ย 11.25 ไร่ต่อครัวเรือน โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ทำกินบนที่ดินที่จับจองใช้ประโยชน์มาแล้วกว่า 10 ปี แต่ยังไม่ได้รับการจัดสรรสิทธิ์ที่ทำกิน (ตารางที่ 2)

Table 2 Source of land and average land holding of farm household.

Source of land	Household	
	Number	%
Land from buying with legal right	57	2.20
Land under cultivation without any legal rights for		
between 1-3 years	6	0.20
between 4-5 years	17	0.70
between 6-10 years	53	2.00
More than 10 years	2,245	86.00
Land allocated without legal right	26	1.00
Land rent	60	2.30
Farmer deny to give answer	146	5.60
Total	2,610	100.00
Average land holding (Rai/hh)	11.25	

ภาวะหนี้สินและการออม

เกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯมีหนี้สินเฉลี่ยต่อครัวเรือนเท่ากับ 34,234 บาท ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 42 ของรายได้ทั้งหมดหรือร้อยละ 49 ของรายได้ที่เป็นตัวเงิน โดยแหล่งเงินกู้ที่สำคัญมีสองแหล่งคือธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ และกองทุนหมู่บ้าน (กองทุนเงินล้าน) ในส่วนของการออม เกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯมีมูลค่าการออมเฉลี่ยต่อครัวเรือนเท่ากับ 20,399 บาท โดยมีรูปแบบหรือลักษณะการออมที่สำคัญคือการฝากธนาคารและเก็บไว้ในรูปของเงินสด (ตารางที่ 3)

การถือครองทรัพย์สิน

ทรัพย์สินที่เกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯถือครองแบ่งออกได้เป็นสองประเภทคือ ทรัพย์สินที่แปลงเป็นทุนหรือเงินสดได้ไม่ยาก ได้แก่อาคาร ยานพาหนะ มูลค่าสัตว์และอุปกรณ์ทางการเกษตร และทรัพย์สินที่แปลงเป็นทุนได้ยากแต่ให้อรรถประโยชน์แก่ครัวเรือนในฐานะผู้บริโภค ได้แก่เครื่องใช้ภายในครัวเรือนเช่น โทรทัศน์ วิทยุ ตู้เย็น และคอมพิวเตอร์ พบว่า ทรัพย์สินประเภทที่ 1 ที่เกษตรกรส่วนใหญ่ถือครองและมีมูลค่าสูง 5 อันดับแรก โดยไม่ได้เรียงตามมูลค่าได้แก่ บ้าน รถกระบะ รถจักรยานยนต์ สัตว์และร้านค้า ส่วนทรัพย์สินประเภทที่ 2 พบว่า ชนิดของทรัพย์สินที่เกษตรกรส่วนใหญ่ถือครองและมีมูลค่าสูง 5 อันดับแรก โดยไม่ได้เรียงตามมูลค่าได้แก่ โทรทัศน์ ตู้เย็น วิทยุ เครื่องซักผ้าและ วีดีโอ (ตารางที่ 3)

Table 3 Average values of asset, loan and saving of farm household.

Assets	Value (Baht/hh)
Type I	
Building	78,372.45
Pick up	41,393.49
Motorcycle	17,077.55
Livestock	32,914.88
Shop house	4,390.80
Type II	
Television	3,018.55
Refrigerator	1,532.43
Radio	807.77
VDO	780.36
Washing machine	813.22
Mobile phone	712.52
Debt	34,234
Saving	20,399

อาชีพและกิจกรรมการเกษตร

อาชีพหลัก

โดยทั่วไปเกษตรกรในศูนย์ฯประกอบอาชีพหลาย ๆ อย่าง ทั้งในและนอกภาคการเกษตร หากพิจารณาอาชีพหลัก โดยหมายถึงการประกอบอาชีพที่ก่อให้เกิดรายได้สูงหรือใช้เวลาทำงานเกินกว่าครึ่งของทั้งช่วงเวลาการทำงานหมดของหัวหน้าครัวเรือน พบว่าเกษตรกรกว่าร้อยละ 90 ประกอบอาชีพทางการเกษตรเป็นอาชีพหลัก ส่วนที่เหลือซึ่งเป็นส่วนน้อยประกอบอาชีพหลักนอกภาคการเกษตร อันได้แก่ การรับจ้างเป็นแรงงานทั้งแบบประจำและชั่วคราว และการค้าขายส่วนตัว (ตารางที่ 4)

Table 4 Main occupations of farm household.

Occupations	Household	
	Number	%
Farming (crop)	1,916	73.50
Farming (fruit crop)	186	7.10
Farming (livestock / poultry)	49	1.90
Off – farm wage employment	219	8.40
Private business	84	3.20
Government employment	36	1.40
House work	37	1.40
Others	83	3.10
Total	2,610	100.00

กิจกรรมการเกษตร

ส่วนกิจกรรมการเกษตรที่สำคัญของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯโดยพิจารณาจากรายได้พบว่า กิจกรรมการปลูกผักเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดรายได้สูงสุดเมื่อเทียบกับกิจกรรมทางการเกษตรอื่น ๆ โดยกิจกรรมการเกษตรที่มีความสำคัญรองลงมาตามลำดับคือการปลูกไม้ผล การเพาะปลูกพืชไร่ การปลูกไม้ดอก การปลูกชาและกาแฟ และการเลี้ยงสัตว์ (ตารางที่ 6)

ปัญหาในการประกอบอาชีพ

เกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯประสบปัญหาในการประกอบอาชีพที่สำคัญ 6 ประการ โดยไม่ได้เรียงตามลำดับความสำคัญ ดังนี้ ก) โรคและแมลงรบกวนพืชผล ข) ราคาผลผลิตตกต่ำ ค) ขาดแคลนเงินทุนในการประกอบอาชีพ ง) ขาดแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร จ) ผลผลิตไม่ดี และ ฉ) ปุ๋ยมีราคาแพง (ตารางที่ 5) อย่างไรก็ตามปัญหาที่ 1-4 ข้างต้นนี้ก็เป็นปัญหาสำคัญของเกษตรกร 4 ลำดับแรกที่พบเมื่อปี พ.ศ. 2543 (กมลและนรินทร์ชัย, 2543) ซึ่งแสดงว่า เกษตรกรยังคงเผชิญกับปัญหาเดิม ๆ เช่นเดียวกับเมื่อ 5 ปีก่อน

Table 5 Problems encountered in agriculture of farm household.

Problems	Household	
	Number	%
Pests and diseases	193	7.40
Expensive fertilizer input	128	4.90
Poor crop outputs	88	3.40
Low product prices	87	3.30
Inadequate water for farming	101	3.90
Lack of capital	51	2.00
Soil erosion	18	0.70
Lack of skill and knowledge in professional	16	0.60
Others	37	1.41
No problem	1,891	72.50
Total	2,610	100.00

รายได้

รายได้เฉลี่ย

สำหรับรายได้ของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ รายได้ที่เป็นตัวเงิน ซึ่งหมายถึงรายได้ที่เกษตรกรได้รับตอบแทนเป็นหรือในรูปตัวเงิน และรายได้ที่ไม่ได้เป็นตัวเงิน ซึ่งหมายถึงรายได้ที่เกษตรกรได้รับตอบแทนไม่เป็นตัวเงินแต่สามารถตีค่าออกมาเป็นตัวเงินได้ โดยรายได้ประเภทนี้ได้แก่ รายได้จากข้าว สัตว์เลี้ยง พืชผักผลไม้ ของป่าและสมุนไพร ที่เกษตรกรเก็บไว้เพื่อบริโภคภายในครัวเรือน ทั้งนี้โดยใช้หลักค่าเสียโอกาสในการพิจารณาตีค่าเป็นตัวเงินเพราะได้นำเอาผลผลิตที่เกษตรกรมีโอกาสขายได้มาใช้บริโภคภายในครัวเรือน

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯมีรายได้รวมเฉลี่ยเท่ากับ 80,822 บาทต่อปีต่อครัวเรือน ในจำนวนนี้เป็นรายได้ที่เป็นตัวเงิน 68,596 บาทหรือคิดเป็นร้อยละ 85 ของรายได้รวม และเป็นรายได้ที่ไม่เป็นตัวเงิน 12,226 บาทหรือคิดเป็นร้อยละ 15 ของรายได้รวม (ตารางที่ 6)

แหล่งที่มาของรายได้

ในส่วนของรายได้ที่เป็นตัวเงิน สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 3 ประเภทตามแหล่งของรายได้ คือ รายได้ภาคการเกษตร รายได้นอกภาคการเกษตรและรายได้อื่น ๆ พบว่ารายได้ส่วนใหญ่จะมาจากรายได้ภาคการเกษตรเป็นเงิน 39,982 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 50 ของรายได้รวม โดยแหล่งของรายได้ภาคการเกษตรที่ให้รายได้สูงสุดคือ การปลูกผัก มีรายได้เฉลี่ยเท่ากับ 15,340 บาทหรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 39 ของรายได้จากภาคการเกษตร อับดับสองคือการปลูกไม้ผล ให้รายได้เฉลี่ยเท่ากับ 6,559 บาทหรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 16 ของรายได้จากภาคการเกษตร โดยอันดับรองลงไปตามลำดับคือ การปลูกพืชไร่ การปลูกไม้ดอก การปลูกชาและกาแฟ ตามด้วยการเลี้ยงสัตว์ ส่วนรายได้ภาคการเกษตรกรอื่น ๆ ซึ่งเป็นรายได้จากการขายข้าว ของป่า และประมง มีสัดส่วนเพียงร้อยละ 1 เท่านั่น ในด้านรายได้นอกภาคการเกษตรมีแหล่งรายได้สูงสุดได้แก่ การรับจ้าง มีรายได้เฉลี่ยเท่ากับ 14,011 บาทหรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 53 ของรายได้นอกภาคการเกษตร รองลงมาคือการค้า

ขายและการทำงานประจำ คิดเป็นมูลค่า 6,543 และ 4,667 บาทหรือคิดเป็นร้อยละ 25 และ 17 ของรายได้นอกภาคการเกษตร ตามลำดับ ส่วนรายได้นอกภาคการเกษตรอื่น ๆ มีมูลค่า 2,009 บาทหรือคิดเป็นร้อยละ 2 ของรายได้รวม โดยส่วนใหญ่ (ร้อยละ 82 ของรายได้อื่น ๆ) เป็น เงินที่คนในครอบครัวส่งมาให้จากการไปทำงานในที่อื่น (ตารางที่ 6)

สำหรับรายได้ที่ไม่เป็นเงินสดซึ่งมีจำนวน 12,226 บาทต่อปีต่อครัวเรือนหรือคิดเป็นร้อยละ 15 ของรายได้รวม โดยแหล่งรายได้ส่วนนี้ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 63) เป็นค่าเสียโอกาสของการที่เกษตรกรบริโภคข้าวที่ตนเองปลูก รองลงมาคือ การบริโภคเนื้อสัตว์ที่เลี้ยงในครัวเรือน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 32 ของรายได้ที่ไม่เป็นเงินสด

Table 6 Average income of farm household in 2005.

Income source	Income (B/hh)	
	Baht	%
1. Cash income	68,596	85
1.1 Agriculture	39,982	50
1.1.1 Vegetables	15,340	39
1.1.2 Fruits	6,559	16
1.1.3 Annual crops	5,361	14
1.1.4 Flowers	4,397	11
1.1.5 Tea/Coffee	4,141	10
1.1.6 Livestock	3,715	9
1.1.7 Others	469	1
1.2 Off-farm activities	26,605	33
1.2.1 Labor	14,011	53
1.2.2 Small business (shop)	6,543	25
1.2.3 Salary	4,667	17
1.2.4 Others	1,384	5
1.3 Other cash income	2,009	2
1.3.1 Remittance	1,655	82
1.3.2 Others	354	18
2. Non cash income	12,226	15
2.1 Value of rice from household consumption	7,678	63
2.2 Value of livestock / poultry from household consumption	3,961	32
2.3 Value of vegetable and fruit from household consumption	521	4
2.4 Value of forestry product from household consumption	66	1
Total	80,822	100

การกระจายตัวของรายได้

จากรายได้ที่เป็นตัวเงินและรายได้รวมของเกษตรกรข้างต้น เมื่อจำแนกออกเป็นช่วง ๆ พบว่ากลุ่มที่มีรายได้ต่ำในช่วงรายได้น้อยกว่า 30,000 บาท/ครัวเรือน/ปี เมื่อพิจารณาจากรายได้รวมจะมีเกษตรกรร้อยละ 38 แต่ถ้าพิจารณาจากรายได้ที่เป็นเงินสดจะมีเกษตรกรร้อยละ 24 ในขณะที่กลุ่มครัวเรือนร่ำรวยซึ่งมีรายได้มากกว่า 150,000 บาท/ครัวเรือน/ปี เมื่อพิจารณาจากรายได้รวมและรายได้ที่เป็นเงินสดมีสัดส่วนของเกษตรกรที่มีรายได้ในช่วงนี้เท่ากับร้อยละ 9 และ 10 ตามลำดับ ส่วนช่วงรายได้ปานกลางซึ่งมีรายได้ระหว่าง 30,001 ถึง 150,000 บาทต่อปี มีเกษตรกรที่มีรายได้ในช่วงนี้ คิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 66 ในกรณีที่พิจารณาจากรายได้ที่เป็นเงินสดและร้อยละ 53 ถ้าพิจารณาจากรายได้รวม (ภาพที่ 1)

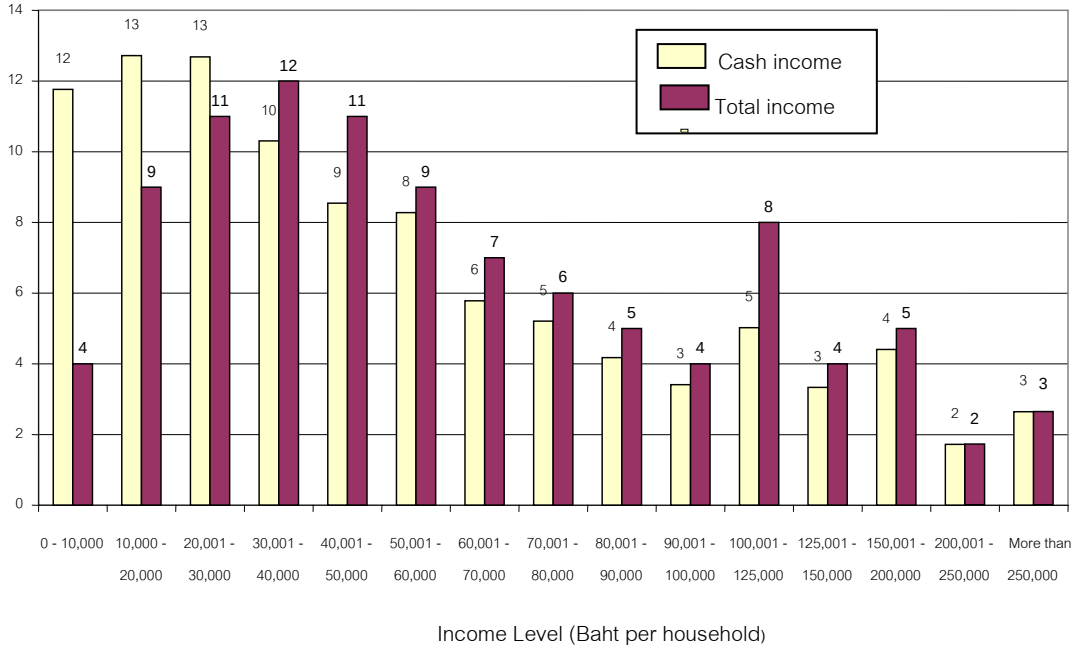


Figure 1 Distribution of households' annual cash and total income classified by income level.

ภาวะความยากจนของเกษตรกร

กรณีพิจารณาจากรายได้ที่เป็นตัวเงิน

จากการเปรียบเทียบรายได้ที่เป็นตัวเงินต่อคนต่อเดือนของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯกับเส้นความยากจนตามกำหนดของสำนักงานสถิติแห่งชาติปี พ.ศ. 2547 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,230 บาท/คน/เดือน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2548) พบว่า เกษตรกรร้อยละ 68 มีรายได้ต่ำกว่าเส้นความยากจน ในขณะที่กลุ่มที่มีรายได้สูงกว่าเส้นความยากจนมีสัดส่วนร้อยละ 32 (ภาพที่ 2)

กรณีพิจารณาจากรายได้รวม

เมื่อเปรียบเทียบรายได้รวมต่อคนต่อเดือนของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์กับเส้นความยากจนพบว่าเกษตรกรร้อยละ 60 มีรายได้ต่ำกว่าเส้นความยากจน ในขณะที่กลุ่มที่มีรายได้สูงกว่าเส้นความยากจนมีสัดส่วนร้อยละ 40 (ภาพที่ 2)

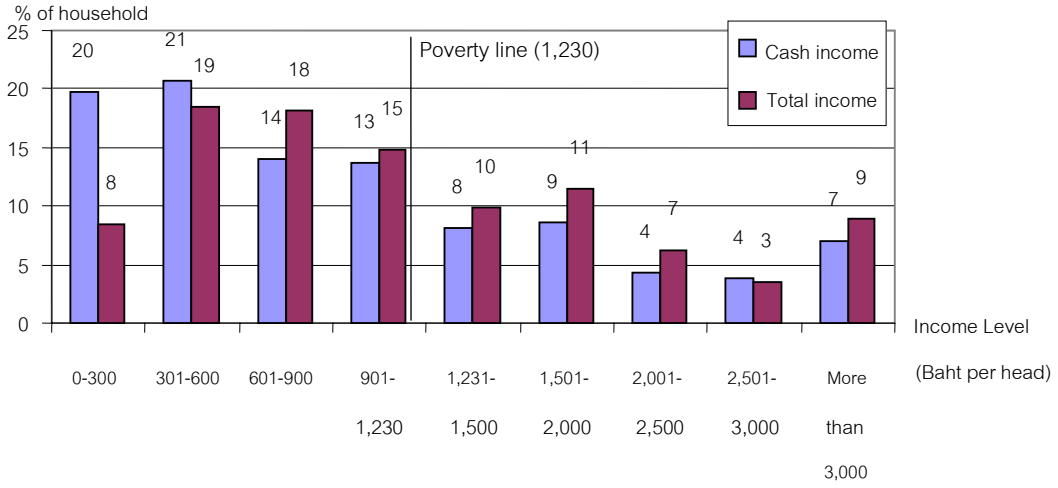


Figure 2 Distribution of households' monthly cash and total income classified by income level and poverty line.

การกระจายรายได้

ส่วนการกระจายรายได้ของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯ โดยศึกษาการกระจายรายได้ที่เป็นตัวเงินของเกษตรกรในศูนย์ฯด้วยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์จินี่ พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.48 (ตารางที่ 7) ซึ่งแสดงว่า โดยรวมแล้วเกษตรกรภายใต้ศูนย์ฯทั้ง 36 แห่ง มีการกระจายรายได้ที่เป็นตัวเงินของครัวเรือนอย่างไม่เท่าเทียมกันค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบจากผลการสำรวจเมื่อปี พ.ศ. 2543 พบว่ามีการกระจายรายได้ที่ดีขึ้นกว่าการสำรวจในปี พ.ศ. 2543 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์จินี่ของรายได้ที่เป็นตัวเงินของทุกศูนย์ฯมีค่าเท่ากับ 0.62 (กมลและนรินทร์ชัย, 2543)

Table 7 Percentage of farm household under and over poverty line and Gini-coefficient.

Items	Household (%)	
	Cash income	Total income
Under poverty line	68	60
Above poverty line	32	40
Gini-coefficient	0.48	-

สรุปและข้อเสนอแนะ

เกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯส่วนใหญ่เป็นผู้ที่มีรายได้ต่ำโดยส่วนใหญ่มาจากภาคการเกษตร มีภาวะการออมในระดับต่ำแต่มีภาวะหนี้สินในระดับสูงเมื่อเทียบกับรายได้ที่เป็นตัวเงิน และมีการกระจายของรายได้ที่ไม่เท่าเทียมกันสูง ดังนั้นประเด็นการขจัดปัญหาความยากจนและการกระจายรายได้ให้เท่าเทียมกันของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ฯ จึงยังคงเป็นประเด็นที่ควรได้รับการพิจารณาจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ขณะเดียวกันควรมีการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตเกษตรและแผนการผลิตเกษตรที่เหมาะสมของเกษตรกร เพื่อการปรับปรุงการผลิตเกษตรให้มีประสิทธิภาพซึ่งจะมีผลทำให้รายได้ของเกษตรกรเพิ่มสูงขึ้นจนเหนือเส้นความยากจน รวมถึงควรมีการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายรายได้ของเกษตรกรด้วยเพื่อการจัดการให้การกระจายรายได้เท่าเทียมกันมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กมล งามสมสุข และนรินทร์ชัย พัฒนพงศา. 2543. สภาวะทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปี พ.ศ. 2543. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 370 หน้า.

ดุษฎี ณ ลำปาง, ลักษมี วรชัย, วรทัศน์ อินทรัคคัมพร และพรสิริ สืบพงษ์สังข์. 2548. สภาวะทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปี พ.ศ.2548. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 340 หน้า.

เมธี ครองแก้ว. 2523. รัฐบาลกับช่องว่างทางรายได้ของประชาชน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ. 158 หน้า.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2548. เครื่องชี้วัดสภาวะเศรษฐกิจที่สำคัญ: ตารางที่ 33 เส้นความยากจน สัดส่วน จำนวนคนจน ช่องว่างความยากจน และความรุนแรงของปัญหาความยากจน พ.ศ. 2535-2547. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://service.nso.go.th/nso/data/data05/eco01-12/chart_table/tab9-33.pdf (3 กันยายน 2548).

บริษัท ฉวีวรรณ อินเตอร์เนชั่นแนลฟู้ดส์ จำกัด

อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี

มีความยินดีให้การสนับสนุน

การจัดทำวารสารเกษตร ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เพื่อการเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการและเทคโนโลยี
ด้านการเกษตรและด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
ในการพัฒนาภาคการเกษตรของประเทศให้เข้มแข็งและแข่งขันได้

JOURNAL OF AGRICULTURE

A Technical Journal of Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

Volume 22 No. 2 June 2006

Effect of Plant Nutrition on Growth and Development of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

Sopita Tapun and Soraya Ruamrungsri.....95

Effect of Nitrogen and Calcium on Growth and Nutrient Accumulation in *Hippeastrum* spp.

Jakarin Somboon and Soraya Ruamrungsri.....105

Postharvest Physico-chemical Quality of Strawberry Fruit cv. No. 72

Chaipichit chuamuangphan and Danai Boonyakiat.....113

Effect of Chitosan Coating on Fungal Infection in Strawberry Fruit cv. No. 72

Pimjai Seehanam, Danai Boonyakiat and Kobkiat Saengnil..... 123

Effects of Light Supplement Methods on Off-season Flowering of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

Anong Payakaihapon and Soraya Ruamrungsri.....131

Basic Information for Varietal Improvement of Crown Flower (*Calotropis gigantea*)

Uraiwan Taya and Adisorn Krasaechai.....141

Response of Different Salinity Levels on Growth of *Amaranthus dubius*

Somchai Chakhatrakan.....147

Agrobacterium-Mediated Transformation of *Cry1Ac* Gene to Tobacco (*Nicotiana tabacum*) and Evaluation of *Heliothis armigera* Resistance

Tran Thi Dung, Le Tan Duc, Nguyen Huu Ho and Nguyen Van Uyen.....147

Production Performance of Native Chickens in Village

Onanong Pimcomelai, Chusak Prapasawat and Amnuay Leotaragul.....171

Poverty and Income Distribution of Farmers in the Royal Project Development Centers in 2005

Pornsiri Suebpongsang.....179

ISSN 0857-0841