การตรวจเอกสาร

ประวัติการปลูกถั่วแดงหลวงในไทย

Phaseolus vulgaris, L. มีแหล่งกำเนิดมาจากทวีปอเมริกาใต้ ต่อมาได้แพร่หลายเข้าไปยังอเมริกา ยุโรป และเอเชีย สำหรับประเทศไทยนั้นถั่วแดงหลวง P. vulgaris, red kidney bean type) เป็นพืชที่โครงการสหประชาชาติ (UN) ได้นำเข้ามาให้ชาวไทยภูเขาในภาคเหนือของประเทศไทยปลูกเพื่อเป็นพืชทดแทนฝิ่น ต่อมาพบว่าถั่วแดงหลวงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตที่สูงของภาคเหนือ จึงทำให้พื้นที่ปลูกเพิ่มมากขึ้นทุกปี จนกระทั่งในปี พ.ศ.2526 งานปลูกพืชทดแทนฝิ่นโครงการร่วมมือของสหประชาชาติได้สิ้นสุดลงจึงเกิดปัญหาในเรื่องของเมล็ดพันธุ์ที่จะนำไปส่งเสริมให้ชาวไทยภูเขาปลูก โครงการหลวงหมอกจ๋ามจึงได้พยายามศึกษาหาวิธีการผลิตเมล็ดพันธุ์ขึ้นมาเพื่อจะได้นำไปแจกจ่ายให้ชาวไทยภูเขาในเขตรับผิดชอบของโครงการปลูกโดยการนำเมล็ดส่วนหนึ่งที่ได้รับคืนจากชาวไทยภูเขามาปลูกขยายให้มีปริมาณมากขึ้น สำหรับเมล็ดพันธุ์ที่ส่งเสริมให้ชาวไทยภูเขาปลูกในระยะเริ่มแรกนั้นมี 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ที่เมล็ดมีสีแดงเข้มจนเป็นสีม่วง กับพันธุ์ที่เมล็ดมีสีแดงสด แต่ปรากฏว่าพันธุ์ที่เมล็ดมีสีม่วงไม่อยู่ในความต้องการของตลาด ชาวไทยภูเขาจึงหันมาปลูกพันธุ์ที่มีเมล็ดสีแดงจนกลายเป็นพันธุ์ที่รู้จักกันทั่วไปว่าเป็นถั่วแดงหลวงพันธุ์หมอกจ๋ามมาจนถึงทุกวันนี้

ลักษณะทางสรีรวิทยาของ P. vulgaris

P. vulgaris มีความหลากหลายในลักษณะการเจริญเติบโต CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) จึงได้แบ่งลักษณะการเจริญเติบโตของ P. vulgaris ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 จะมีลักษณะการเจริญเติบโตแบบ determinate bush โดยจะหยุดการเจริญเติบโตทางลำต้นหลังจากออกดอกไปแล้ว จำนวนข้อต่อต้นของลักษณะการเจริญเติบโตแบบนี้จะอยู่ระหว่าง 5-9 ข้อ กลุ่มที่ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

indeterminate bush การเจริญเติบโตแบบนี้ยังคงมีการเจริญทางลำต้นต่อไป ถึงแม้ว่าจะออกดอกออกไปแล้ว จำนวนข้อต่อต้นจะอยู่ระหว่าง 7-23 ข้อ กลุ่มที่ 3 indeterminate semi-climbing จะมีจำนวนข้อต่อต้นอยู่ระหว่าง 11-30 ข้อ กลุ่มที่ 4 indeterminate climbing มีจำนวนข้อต่อต้นระหว่าง 13-35 ข้อ (Laing et al., 1984) P. vulgaris มีระยะเวลาในการออกดอกอยู่ในช่วง 28-42 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ โดยปกติกลุ่มที่ 1 จะผสมเกสรเสร็จภายใน 5-6 วัน กลุ่มที่ 2, 3 และ 4 จะผสมเกสรเสร็จภายในระยะเวลา 15-30 วัน พันธุ์ที่มีอายุสั้นจะเก็บเกี่ยวได้ภายในระยะเวลา 60-65 วันหลังจากปลูก (Adams et al., 1985)

ปัญหาของการปลูกถั่วแดงหลวง

ถั่วแดงหลวง (Phaseolus vulgaris, red kidney bean type) เป็นพืชหลักที่แนะนำให้ปลูกเป็นพืชทดแทนฝิ่น เนื่องจากช่วงที่ปลูกถั่วแดงหลวงได้ตรงกับระยะที่ชาวไทยภูเขาปลูกฝิ่น ดังนั้นรัฐบาลไทยจึงได้ร่วมมือกับสหประชาชาติส่งเสริมให้ชาวไทยภูเขาปลูกในเขตรับผิดชอบของโครงการ แต่ผลผลิตที่ได้โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับประมาณ 70-100 กก./ไร่ (ไทย/สหประชาชาติ, 2526) สาเหตุหนึ่งก็อาจจะเนื่องมาจากดินบนที่สูงโดยทั่วไปมักจะมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จากการชะล้างพังทลายของหน้าดินเกิดขึ้นทุกปี รวมทั้งมีการเก็บเกี่ยวความอุดมสมบูรณ์ของดินออกไปอีกในรูปของผลผลิต ปัญหาการขาดธาตุไนโตรเจนจึงอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งของการปลูกถั่วแดงหลวง Tiyawalee et al. (1978) รายงานว่า ผลผลิตของ P. vulgaris, ถั่วปากอ้า และ chick pea ที่ปลูกบนที่สูงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน แต่การใส่ปุ๋ยสำหรับการปลูกถั่วบนที่สูงเป็นการลงทุนที่มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และการปฏิบัติก็ค่อนข้างจะทำได้ยาก นอกจากนี้ยังจะต้องใส่ทุกปี อย่างไรก็ตามพืชตระกูลถั่วมีความสามารถที่จะตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ได้ ดังนั้นคุณสมบัติในการตรึงไนโตรเจนในถั่วแดงหลวงอาจนำมาใช้ลดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนได้บ้าง การปลูกถั่วแดงหลวงซึ่งเป็นพืชตั้งเดิมของอเมริกาใต้บนที่สูงในขณะนี้ยังไม่มีการคลุกเชื้อไรโซเบียมร่วมกับการปลูก และถั่วแดงหลวงก็จัดอยู่ในกลุ่มถั่วที่เฉพาะเจาะจงกับ Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli เท่านั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จึงสันนิษฐานได้ว่าสภาพการปลูกบนที่สูงอาจจะยังไม่มีกระบวนการตรึงไนโตรเจนเกิดขึ้นในถั่วแดงหลวง การแนะนำให้มีการคลุกเชื้อไรโซเบียมร่วมกับการปลูกจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการลดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและเพิ่มผลผลิตในถั่วแดงหลวง และหากเชื้อไรโซเบียมสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพดินบนที่สูงก็อาจมีชีวิตรอดอยู่ได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อถั่วแดงหลวงที่จะปลูกในฤดูต่อ ๆ ไป เมื่อเทียบกับถั่วเหลือง ถั่วดำ หรือถั่วเขียว ซึ่งมีประวัติการปลูกในประเทศไทยมาเป็นเวลานาน ถั่วเหล่านี้สามารถเกิดปมและตรึงไนโตรเจนได้ในดิน พื้นที่การเกษตรในประเทศไทยโดยไม่ต้องมีการคลุกเชื้อไรโซเบียม แต่ถั่วแดงหลวงซึ่งเป็นพืชใหม่การคลุกเชื้อไรโซเบียมอาจจำเป็นต่อการเกิดปมและตรึงไนโตรเจนในระดับสูง Tiyawalee et al. (1978) พบว่าการคลุกเชื้อไรโซเบียมให้กับ P. vulgaris ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 39 เปอร์เซนต์ จากที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และ 15 เปอร์เซนต์ จากที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 2 กก. N/ไร่ แสดงว่า P. vulgaris มีการตอบสนองต่อการคลุกเชื้อไรโซเบียม ดังนั้นจึงมีโอกาสเป็นไปได้ที่จะคลุกเชื้อไรโซเบียมร่วมกับการปลูกถั่วแดงหลวงเพื่อเพิ่มผลผลิต

ปัจจัยที่จำกัดการตรึงไนโตรเจนใน P. vulgaris

ผลงานวิจัยในต่างประเทศที่ผ่านมาส่วนใหญ่แสดงว่า P. vulgaris เมื่อเกิดปมแล้ว โดยทั่วไปตรึงไนโตรเจนได้ต่ำ (Vincent, 1974) และไม่แน่นอน (Graham, 1981) ปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้นี้อยู่ในช่วง 3 ถึง 125 กก. N/เฮกตาร์ (Westermann et al., 1981; Ruschel et al., 1982; Taylor et al., 1983; Graham and Rosas, 1977; Rennie and Kemp, 1983b; Piha and Munns, 1987) ซึ่งถือว่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับพืชตระกูลถั่วอื่น ๆ เช่น ถั่วเหลือง (Hardy et al., 1968) และ cowpea (Zary et al., 1978) นอกจากนี้การตอบสนองต่อการคลุกเชื้อไรโซเบียมของ P. vulgaris ยังมีความแปรปรวนเป็นอย่างมาก (Graham and Rosas, 1977) สาเหตุบางประการที่อาจจะทำให้ P. vulgaris เกิดปมและตรึงไนโตรเจนได้ต่ำ มีดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. พันธุกรรม เนื่องจาก P. vulgaris มีความหลากหลายในลักษณะการเจริญเติบโต CIAT จึงได้แบ่ง P. vulgaris ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 determinate bush กลุ่มที่ 2 indeterminate bush กลุ่มที่ 3 indeterminate semi-climbing และกลุ่มที่ 4 indeterminate climbling จากการศึกษาการตรึงไนโตรเจนโดยวิธี acetylene reduction แสดงให้เห็นว่าอย่างชัดเจนว่าถั่วทั้ง 4 กลุ่มมีความแตกต่างกันในปริมาณที่ตรึงได้ Westermann and Kolar (1978) และ Graham and Halliday (1977) ได้รายงานว่าพันธุ์ที่มีลักษณะการเจริญเติบโตแบบเลื้อยจะมีการเกิดปมและความสามารถในการตรึงไนโตรเจนสูงกว่าพันธุ์ที่มีลักษณะการเจริญเติบโตแบบไม่ทอดยอด พันธุ์ที่มีอายุยาวจะตรึงไนโตรเจนได้มากกว่าพันธุ์ที่มีอายุสั้น ปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างดังกล่าวมีอยู่ 3 ปัจจัย คือปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่จะส่งไปให้ปม ไนโตรเจนที่สะสมได้และอายุการออกดอก (Graham, 1981) ความสามารถในการถ่ายทอดคาร์โบ-ไฮเดรตไปยังลำต้นและรากจะผันแปรไปตามพันธุ์ (Adams et al., 1978) พันธุ์ที่ตรึงไนโตรเจนได้มากจะถ่ายเทคาร์โบไฮเดรทไปให้ปมและรากได้ดีกว่าพันธุ์ที่ตรึงไนโตรเจนได้น้อย (Graham and Rosas, 1977) เพราะในระยะสร้างเมล็ดคาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่จะถูกส่งไปให้เมล็ดทำให้ปมได้รับคาร์โบไฮเดรตไม่เพียงพอการตรึงไนโตรเจนจึงลดลง (Lawn and Brun, 1974)

2. ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับไรโซเบียม การตอบสนองต่อการคลุกเชื้อไรโซเบียมของ P. vulgaris มีความไม่แน่นอน (Graham and Halliday, 1977) เช่น P. vulgaris พันธุ์ Aurora ตรึงไนโตรเจนได้มากที่สุดกับไรโซเบียมสายพันธุ์ 407 ในปี 1980 แต่ในปี 1981 กลับตรึงไนโตรเจนได้มากที่สุดกับไรโซเบียมสายพันธุ์ 161 (Rennie and Kemp, 1983a) P. vulgaris พันธุ์ R-275 ซึ่งได้รับการรับรองว่ามีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจน (Westermann and Kolar, 1978) แต่ Rennie and Kemp (1983b) พบว่า P. vulgaris พันธุ์นี้ตรึงไนโตรเจนได้สูงเฉพาะกับไรโซเบียมสายพันธุ์ 3644 เท่านั้น และไรโซเบียมสายพันธุ์ 3605 ที่ถูกคัดเลือกว่าไม่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนแต่กับ P. vulgaris บางพันธุ์กลับตรึงไนโตรเจนได้มากกว่าไรโซเบียมสายพันธุ์ 3644 หรือ 8215 ที่มีประสิทธิภาพเสียอีก (Rennie and Kemp, 1983b)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ความเป็นกรดของดิน ความเป็นกรดของดินจะมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการตรึงไนโตรเจน ดินกรดจะทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารบางชนิดทั้งธาตุอาหารไรโซเบียมและถั่วต่ำลง เป็นต้นว่าถ้าดินเป็นกรดความเป็นประโยชน์ของ Mo ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอ็นไซม์ N_2 ase จะลดลง การเกิดปมและการตรึงไนโตรเจนจึงอาจจะถูกจำกัดโดยความเป็นกรด นอกจากนี้ดินที่เป็นกรดอาจมีปัญหาธาตุอาหารบางชนิด เช่น Al และ Mn ที่อาจจะละลายออกมามากจนถึงขั้นเป็นพิษต่อไรโซเบียม สำหรับ Al ถ้ามีความเข้มข้นมากกว่า 33 uM จะไปจำกัดการเจริญเติบโตของรากและการเข้าไปอยู่ในรากของเชื้อไรโซเบียม และถ้าหาก pH ลดลงจาก 5.5 เหลือ 5.0 จำนวนปมของ P. vulgaris จะลดลงจาก 60 ปม/ต้น เหลือเพียง 10 ปม/ต้นเท่านั้น (Franco and Munns, 1982) ดังนั้นการคัดเลือกใช้เชื้อไรโซเบียมที่เหมาะสมในสภาพดินที่เป็นกรดจึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการปลูก P. vulgaris ไรโซเบียมสายพันธุ์ CIAT 899 สามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มี pH ช่วง 4.5 ถึง 4.9 ในขณะที่ไรโซเบียมสายพันธุ์ CIAT 632 ไม่สามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ เมื่อนำไรโซเบียมสายพันธุ์นี้ไปคลุกกับ P. vulgaris ที่ปลูกในสภาพไร่นาที่ปรับให้มี pH ระดับต่าง ๆ ก็ยังคงปรากฏว่าในสภาพไร่นาไรโซเบียมสายพันธุ์ CIAT 899 ก็ทำให้ P. vulgaris มีจำนวนปม/ต้นสูงกว่าไรโซเบียมสายพันธุ์ CIAT 632 (Graham et al., 1982)

4. สารประกอบไนโตรเจน เมื่อพบว่า P. vulgaris โดยทั่วไปตรึงไนโตรเจนได้ต่ำ (Vincent, 1974) จึงมีการให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเพิ่มผลผลิตในหลาย ๆ ประเทศ (Adams et al., 1985) ผลผลิตของ P. vulgaris จะเพิ่มขึ้นในทุกอัตราปุ๋ยไนโตรเจนไปจนถึงอัตรา 200 กก. N/เฮกตาร์ (Edje et al., 1975) แต่ในแง่ของการตรึงไนโตรเจน สารประกอบไนโตรเจนที่อยู่ในดินและปุ๋ยซึ่งถั่วนำไปใช้ในรูปไนเตรทและแอมโมเนียมมีผลต่อการตรึงไนโตรเจน กล่าวคือจะมีอิทธิพลทั้งสนับสนุนหรือยับยั้งกระบวนการตรึงไนโตรเจน ในระยะแรกของการเจริญเติบโตถั่วจำเป็นต้องได้รับไนโตรเจนจากดินหรือปุ๋ยจำนวนหนึ่งเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและพัฒนาพื้นที่ใบ ในกรณีนี้การมีไนโตรเจนในปริมาณที่เหมาะสมจะสนับสนุนการตรึงไนโตรเจนได้สูงสุด เพราะจะทำให้ถั่วเจริญแข็งแรงและพัฒนาพื้นที่ใบได้รวดเร็วและเพียงพอที่จะสังเคราะห์อาหารส่งไปให้ปมในระยะต่อไป ไนโตรเจนในปริมาณที่สูงเกินไปจะมีผลไปยับยั้งกระบวนการตรึง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไนโตรเจน (Marschner, 1986) เพราะไนโตรเจนที่มากเกินไปนี้จะไปยับยั้งการเกิดปม และลดกิจกรรมของเอ็นไซม์ N_2ase ที่ใช้ในกระบวนการตรึงไนโตรเจน ดังผลการทดลองของ Sundstrom et al. (1982, อ้างโดย Marschner, 1986) ที่พบว่าการใส่ปุ๋ยไนเตรทอัตรา 25 กก./เฮกตาร์ ทำให้จำนวนปมและการตรึงไนโตรเจนเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับอัตรา 0 50 และ 100 กก./เฮกตาร์ ที่ทำให้จำนวนปมและกระบวนการตรึงลดลงตามลำดับ

การวัดการตรึงไนโตรเจนในถั่วแดงหลวงโดยการวิเคราะห์น้ำหล่อเลี้ยงลำต้น

น้ำหล่อเลี้ยงลำต้น (Xylem sap) เป็นตัวนำสารประกอบไนโตรเจนจากรากไปยังลำต้น ในถั่วการลำเลียงนี้มีจุดเริ่มต้นจากปมคือไนโตรเจนที่ตรึงได้จากอากาศและจากดินคือไนโตรเจนที่รากดูดขึ้นมา ความสามารถในการแยกแยะสารประกอบไนโตรเจนที่มาจากสองแหล่งนี้ได้อย่างชัดเจน ย่อมเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่การประเมินอัตราส่วนไนโตรเจนที่ตรึงได้จากอากาศและที่ดูดขึ้นมาจากดินได้

ไนโตรเจนที่รากดูดขึ้นมาจากดินและปุ๋ยจะอยู่ในรูปไนเตรทและแอมโมเนีย แต่ในพื้นที่เกษตรส่วนใหญ่ขบวนการ Nitrification ทำให้เกิดการเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนเตรทอย่างรวดเร็ว ดังนั้นโดยทั่วไปรูปสารประกอบไนโตรเจนที่มีความสำคัญที่สุดแก่การเจริญเติบโตของพืชในสภาพไร่คือ ไนเตรท ในกรณีนี้ไนเตรทที่รากดูดจะถูกลำเลียงเข้าสู่ระบบท่อ Xylem ในรูปสารประกอบอนินทรีย์ไนเตรทหรือในรูปสารประกอบอินทรีย์ซึ่งเป็นผลของ Nitrate Reduction ที่เกิดขึ้นในรากเช่นกรดอะมิโน Aspargine ในระบบการเพาะปลูกที่มีสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อขบวนการ Nitrate Reduction เช่น การปลูกถั่วในดินกรดจัด ไนโตรเจนส่วนใหญ่จะถูกดูดจากดินในรูปแอมโมเนีย แต่เนื่องจากแอมโมเนียมีปฏิกิริยาเป็นพิษต่อเซลล์สูง การลำเลียงขึ้นสู่ลำต้นจึงดำเนินไปหลังจากที่แอมโมเนียได้ถูกเปลี่ยนแปลงเป็นสารประกอบอินทรีย์โดยเฉพาะกรดอะมิโนเสียก่อน

ถั่วเมืองร้อนส่วนใหญ่จะส่งไนโตรเจนที่ตรึงได้ออกจากปมในรูปยูรีไอด์ (Ureide) ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ อะลันโทอิน (Allantoin) และกรดอะลันโทอิก (Allantoic acid) ถั่วในกลุ่มที่เหลือ ไนโตรเจนที่ตรึงได้จะถูกลำเลียงออกจากปมในรูปเอไมด์ (Amides) ซึ่งได้แก่ อัสปาระจีน (Asparagine) และกลูตะมีน (Glutamine)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในรากของถั่วกลุ่มที่ลำเลียงไนโตรเจนในรูปยูรีไอด์ เอ็นไซม์ Nitrate Reductase มีบทบาทน้อยมาก ดังนั้น ไนเตรทที่รากดูดขึ้นมาจะถูกส่งเข้าระบบท่อ Xylem โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง ในถั่วที่ได้ไนโตรเจนจากการตรึงเพียงอย่างเดียว ไนโตรเจนในน้ำเลี้ยงจะอยู่ในรูปยูรีไอด์เป็นส่วนใหญ่และมีไนเตรทเป็นส่วนน้อย ในถั่วที่ดูดไนโตรเจนจากดินมากขึ้นและได้ไนโตรเจนจากการตรึงน้อยลง ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนในรูปยูรีไอด์จะลดลง ในขณะที่ไนโตรเจนในรูปไนเตรทจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกัน ดังนั้นจึงได้มีการวัดปริมาณยูรีไอด์สัมพัทธ์ (อัตราส่วนไนโตรเจนที่อยู่ในรูปยูรีไอด์ต่อไนโตรเจนทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำหล่อเลี้ยงในท่อ Xylem) เพื่อใช้เป็นตัวประเมินระดับการตรึงไนโตรเจน

การวัดการตรึงไนโตรเจนในถั่วโดยการวิเคราะห์น้ำหล่อเลี้ยงลำต้นจึงถูกนำมาใช้เนื่องจากทำได้ง่ายรวดเร็ว โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือราคาแพงและสามารถบ่งบอกปริมาณการตรึงไนโตรเจนโดยไม่จำเป็นที่จะต้องขุดปมขึ้นมา (People et al., 1989)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved