# ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

## ภาคผนวก 1

### วิธีการวิเคราะห์ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

**การเตรียมตัวอย่างพืชสำหรับวิเคราะห์ธาตุอาหาร**

สุ่มพืชในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ กัน ทุกเดือน จนครบวงจรการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด รวม 4 ชนิด ชนิดละ 4 ซ้ำ สำหรับต้นเอื้องพร้าว และช้างผสมโขลงที่สุ่มได้ นำมาแยกส่วนต่าง ๆ คือ หัวเทียม ใบ ดอก และราก ส่วนลิ้นมังกรและอั้วสุเทพแยกส่วนต่างๆ คือ หัว ใบ ดอก และราก นำแต่ละส่วนมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปาจำนวน 2 ครั้งและตามด้วยน้ำกลั่นจำนวน 2 ครั้ง ซับให้แห้ง จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักสด บันทึกข้อมูลไว้ แล้วนำตัวอย่างพืชไปอบที่อุณหภูมิ 60 °ซ จนกระทั่งน้ำหนักแห้งไม่เปลี่ยนจึงบันทึกน้ำหนักแห้ง

**การย่อยตัวอย่างพืชเพื่อวิเคราะห์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสด้วยกรด (Wet Acid Digestion) ดัดแปลงโดย Ohyama *et al.*, (1985 ;1986 )**

ชั่งตัวอย่างพืชอบแห้งที่บดละเอียด 0.05 ก ใส่ลงในหลอดทดลองเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1 มล ปิดหลอดด้วยพาราฟิล์ม แล้วนำไปปั่นให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 1 คืน และวันต่อมานำมาย่อยที่เตาย่อยตัวอย่างพืชที่อุณหภูมิ 180 °ซ นาน 10 นาที จากนั้นนำหลอดออก วางทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หลอดละ 0.3 มล ปั่นให้เข้ากัน นำมาย่อยต่อโดยปรับอุณหภูมิเป็น 230 °ซ จับเวลา 30 นาที สังเกตสีของสารละลาย หากสารละลายยังไม่ใสให้เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.2 มล แล้วนำไปย่อยต่อ ทำซ้ำเดิมจนกระทั่งสารละลายใสจึงหยุด จากนั้นทิ้งให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นประมาณ 5 มล ทิ้งไว้ 1 คืนวันต่อมานำมาปรับปริมาตรให้ได้ 50 มล ใส่ขวดพลาสติกเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

**การวิเคราะห์ไนโตรเจนโดยวิธี Indolphenol Method**

**เตรียมสารละลายสำหรับวิเคราะห์ไนโตรเจน**

สารละลาย A ชั่ง EDTA.2Na 25 ก ละลายในน้ำกลั่น 800 มล จากนั้นเติมสารละลายระหว่างเอทธานอล 60% และเมทธิเรด 0.25% จำนวน20 มล ปรับ pH ให้เป็น 10 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ คนให้เข้ากันแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารละลาย C ชั่งโซเดียมไนโตรพลัสไซด์ 100 มล ละลายในน้ำกลั่น จากนั้นเติมฟีนอล 10.25 มล ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ล เก็บไว้ในตู้เย็นที่ 4 °ซ ได้นาน 2 สัปดาห์

สารละลาย D ชั่ง $NaH_2PO_4.12H_2O$ 9.43 ก $Na_3PO_4.12H_2O$ 31.8 ก และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 ก ละลายในน้ำกลั่น จากนั้นเติมโซเดียมไฮเปอร์คลอไรด์ 10 มล แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ล เก็บไว้ในตู้เย็นที่ 4 °ซ ได้นาน 2 สัปดาห์

เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มอล์

เตรียมสารละลายมาตราฐานจาก แอมโมเนียมซัลเฟต$(NH_4)_2SO_2$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 มก/ล เพื่อใช้ทำกราฟมาตรฐาน

ดูดตัวอย่างที่ผ่านการย่อยด้วยกรดแล้ว 0.3 มล เติมสารละลาย A 0.5 มล และ สารละลาย B 0.5 มล นำมาไตเตรท โดยหยดโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มอล์ ลงไป เขย่าเล็กน้อยให้สีเปลี่ยนจากสีชมพู เป็นสีเหลือง จากนั้น เติมสารละลาย C 2.5 มล และสารละลาย D 2.5 มล ตามลำดับ ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 25 มล ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 30 °ซ นาน 3 ชั่วโมง สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน นำมาวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 625 นาโนเมตร บันทึกผลแล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานตามกฎของ Beer's-Lambert's Law จากนั้นนำค่าที่คำนวณได้มาคำนวณหาปริมาณไนโตรเจน (มก/กรัมน้ำหนักแห้ง) ตามสูตรคือ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างพืช (มก/กรัมน้ำหนักแห้ง)} = \frac{\text{สาร A (ppm)} \times B \times C}{10000 \times DW}$$

A = ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในสารละลายตัวอย่างพืชจากกราฟมาตรฐาน ( มก/ล)

B = ปริมาตรสุดท้ายของปฏิกิริยา (25 มล)

C = ปริมาตรสุดท้ายของสารตัวอย่างที่ใช้ (50 มล)

D = น้ำหนักแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสโดยการวัดการดูดกลืนแสงของสารที่มีสี (colorimetry) (Ohyama *et al.*, 1991) ซึ่งได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างฟอสเฟต และอนุมูลโมลิบเดท ดังนี้**

**เตรียมสารละลายสำหรับการวิเคราะห์**

สารละลาย A : ชั่ง $(NH_4)_6MoO_{24}$ 25 ก ละลายในน้ำกลั่น 200 มล จากนั้นนำมากรองโดยใช้ระบบสูญญากาศช่วย

สารละลาย B : เตรียมกรดซัลฟูริก 20 มล ผสมน้ำกลั่น 200 มล ทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 500 มล

สารละลาย C : นำ สารละลาย A มาผสม สารละลาย B โดยเท สารละลาย B ลงในบีกเกอร์ขนาด 1000 มล ค่อยๆ เท สารละลาย A ทีละน้อย ช้าๆ ทิ้งไว้ 1 คืน วันต่อมานำมาปรับปริมาตรให้เป็น 1000 มล เก็บไว้ในขวดสีชา

เตรียมสารละลาย stanous chloride โดยชั่ง stanous chloride ($SnCl_2.2H_2O$) 0.25 ก เทลงในขวดสีชา (ควรเตรียมในตู้ควัน) โดยเติม HCl 5 มล ละลายให้หมด จากนั้นเติมน้ำกลั่น 20 มล

เตรียมสารละลายมาตรฐานของฟอสฟอรัสจาก $KH_2PO_4$ ปรับให้มีความเข้มข้นตามลำดับคือ 0 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 มก/ล เพื่อใช้ทำกราฟมาตรฐาน

ดูดสารละลายตัวที่ผ่านการย่อยด้วยกรดแล้ว 1 มล ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มล เติมน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อย เติมน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อย เติมสารละลาย C ขวดละ 1 มล และเติม stanous chloride 0.2 มล ตามลำดับ ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 25 มลตั้งทิ้งไว้ 15 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ 660 นาโนเมตร นำค่าที่อ่านได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของฟอสฟอรัส จากนั้นนำค่าที่คำนวณได้มาคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัส (มกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) เช่นเดียวกับการหาปริมาณไนโตรเจน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

## ภาคผนวก 2

**วิธีการวิเคราะห์โพแทสเซียม (Mizukoshi *et al.*, 1994)**

**การย่อยตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์โพแทสเซียม (Mizukoshi *et al.*, 1994)**

ชั่งตัวอย่างพืชที่อบแห้งบดละเอียด 0.05 ก ใส่หลอดทดลอง เติม $HClO_4$ 0.4 มล และ $HNO_3$ 0.5 มล ตามลำดับ ปั่นให้เข้ากัน ปิดหลอดด้วยพาราฟิล์ม ทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำมาย่อยที่อุณหภูมิ 100 °ซ เพื่อไล่ควันสีเหลืองของ $NO_2^-$ ออกหมด จึงปรับเพิ่มอุณหภูมิ เป็น 100 °ซ ทิ้งไว้จนตัวอย่างแห้งระวังอย่าให้ไหม้ นำออกมาทิ้งไว้ให้เย็นแล้ว เติมสารละลายเจือจางของไฮโดรคลอริก ($HCl : H_2O$ 4 มล) หลอดละ 1 มล ปั่นให้เข้ากัน จากนั้นนำมาตั้งบนเตาที่อุณหภูมิ 100 °ซ นาน 5 นาที เพื่อไล่ $Cl^-$ ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำมาปรับปริมาตรเป็น 50 มล เทใส่ขวดพลาสติกเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง สำหรับวิเคราะห์ต่อไป

**การวิเคราะห์โพแทสเซียม**

เตรียมสารละลายมาตราฐานของโพแทสเซียม ปรับให้มีความเข้มข้นตามลำดับคือ 0 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 มก/ล เพื่อใช้ทำกราฟมาตรฐาน

เจือจางสารละลายตัวอย่างที่ผ่านการย่อยแล้วโดยใช้สารตัวอย่าง 0.5 มล จากนั้นเจือจางด้วยน้ำกลั่นเป็น 25 มล

นำสารละลายดังกล่าวไปวัดปริมาณธาตุโพแทสเซียม ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 760.5 นาโนเมตร บันทึกผล แล้วนำค่าที่อ่านได้มาคำนวณหาปริมาณธาตุโพแทสเซียม (มก ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) โดยใช้สูตรคำนวณหาเช่นเดียวกับการหาปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

## ภาคผนวก 3

### การวิเคราะห์น้ำตาลโดยวิธี Phenol-sulphuric method ของ Dubois *et al.* (1956)

**การเตรียมตัวอย่างพืช**

สุ่มพืชในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ กัน ทุกเดือน จนครบวงจรการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด รวม 4 ชนิด ชนิดละ 4 ซ้ำ สำหรับต้นเอื้องพร้าวและช้างผสมโขลงที่สุ่มได้มาแยกส่วนต่าง ๆ คือ หัวเทียม ใบ ดอก และราก ส่วนลิ้นมังกรและอั้วสุเทพแยกส่วนต่าง ๆ คือ หัว ใบ ดอก และราก นำแต่ละส่วนมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปาจำนวน 2 ครั้งและตามด้วยน้ำกลั่นจำนวน 2 ครั้ง ซับให้แห้งก่อนนำมาวิเคราะห์สารต่าง ๆ ตามวิธีการดังนี้

**การสกัดพืชเพื่อวิเคราะห์น้ำตาล**

ชั่งตัวอย่างสด 4 ก สกัดด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ 80% นำไปปั่นแยกส่วนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูงที่ 10000 รอบต่อนาที นาน 15 นาที เทส่วนสารละลายใสลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มล ล้างตะกอนด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ 80% 2 ครั้ง จากนั้นปรับปริมาตรให้ครบ 50 มล ด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ 80% สารสกัดส่วนนี้ใช้สำหรับวิเคราะห์น้ำตาล กากที่เหลือนำไปอบแห้งเพื่อใช้วิเคราะห์แป้ง

**การวิเคราะห์น้ำตาลโดยวิธี Phenol-sulphuric method ของ Dubois *et al.* (1956)**

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานจากน้ำตาลเดคโตสที่ระดับความเข้มข้น 0 0.04 และ 0.08 ก/ 100 มล
2. เตรียมสารละลายฟีนอล 5 %
3. ดูดสารสกัด 10 ไมโครล ใส่ในหลอดแก้ว
4. เติมน้ำกลั่น 1 มล
5. เติมฟีนอล 5% 1 มล
6. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 5 มล (ใส่อย่างรุนแรง เพื่อให้ปฏิกิริยาสมบูรณ์)
7. นำไปเขย่าทันทีด้วยเครื่องปั่น (vortex)
8. ตั้งทิ้งไว้ 10 นาทีแล้วเขย่าอีกครั้ง จากนั้นนำไปตั้งในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 30 °ซ นาน 10 นาที เพื่อลดอุณหภูมิลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

9. นำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 485 นาโนเมตร

10. ในแต่ละตัวอย่างต้องทำ blank โดยการดูดสารละลายตัวอย่าง 100 ไมโครล (ไมโครลิตร) (เท่ากับปริมาณสารสกัดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง) จากนั้นเติมน้ำกลั่น 2 มล แล้วทำตามขั้น ตอนที่ 6-91

11. นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ของตัวอย่างมาลบด้วยค่าการดูดกลืนแสงของ blank ของแต่ละตัวอย่าง (ถ้าใกล้เคียง 0 มาก สามารถตัดทิ้งได้) นำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน แล้วแทนค่าลงในสูตรการหาความเข้มข้นของน้ำตาล

$$\text{ความเข้มข้นของน้ำตาล} = \frac{X \times D \times F}{FW} \text{ มก/กรัมน้ำหนักสด}$$

X = ค่าความเข้มข้นที่ได้จาการเปรียบเทียบกับกราฟมาตราฐาน

D = ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์

F = ปริมาตรที่ใช้ในขั้นตอนการสกัดด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ 80% ( 50 มล)

FW = น้ำหนักที่ใช้ในขั้นตอนการสกัดด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ 80% ( 4 ก)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

## ภาคผนวก 4

### วิธีการวิเคราะห์แป้ง โดยวิธี Anthrone ของ JSPN (1990)

**การสกัดพืชเพื่อวิเคราะห์แป้ง**

ชั่งกากอบแห้งที่เหลือจากการสกัดน้ำตาล 0.5 ก ใส่ลงในหลอดเซนติฟิวส์ขนาด 15 มล เติมน้ำกลั่น 2.5 มล นำไปตั้งบนอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 100 °ซ นาน 15 นาที ยกลงมาเติมกรดเปอร์คลอริก 8.14 N ปริมาตร 3.625 มล ใช้แท่งแก้วคนให้ทั่วนาน 5 นาที คนเป็นครั้งคราวนาน 15 นาที เติมน้ำกลั่น 8 มล นำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วสูงที่ 10000 รอบต่อนาทีนาน 10 นาที เทส่วนของเหลวลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มล ระวังอย่าให้ตะกอนลงไป ตะกอนที่เหลือให้ทำซ้ำในขั้นตอนตั้งแต่เติมกรดเปอร์คลอริกอีกครั้ง นำสารสกัดที่สกัดได้ไปปรับปริมาตรให้ได้ปริมาตรสุดท้าย 50 มล จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองและเก็บในขวดพลาสติก

**การวิเคราะห์แป้ง โดยวิธี Anthrone ของ JSPN (1990)**

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคสที่ระดับความเข้มข้น 0 10 20 และ 30 มก ต่อลิตร
2. เจือจางสารสกัดที่ได้จากกากพืชอบแห้ง ปริมาตร 25 เท่า
3. นำสารละลายที่เจือจางได้มา 2.5 มล ใส่ในหลอดเซนติฟิวส์ที่ตั้งไว้ในกล่องน้ำแข็ง
4. เติมสารละลาย แอนโทรน 5 มล
5. ปั่นให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่น แล้วรีบนำลงไปไว้ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 100 °ซ นาน 7.5 นาที
6. นำไปแช่ในกล่องน้ำแข็งเพื่อลดอุณหภูมิ
7. นำออกมาตั้งไว้รอจนกระทั่งอุณหภูมิใกล้เคียงอุณหภูมิห้อง แล้วนำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ 630 นาโนเมตร
8. ค่าที่ได้นำไปเปรียบเทียบกับกราฟของสารละลายมาตรฐาน แล้วแทนค่าลงในสูตรหาความเข้มข้นของแป้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณแป้ง (มก ต่อลิตร) (X ) = ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ได้จากการเปรียบเทียบกราฟมาตรฐาน × 0.9

$$\text{ความเข้มข้นของแป้งต่อน้ำหนักแห้ง} = \frac{X \times F \times d}{1000 \times D} \quad \text{มก/ กรัมน้ำหนักแห้ง}$$

X = ความเข้มข้นของแป้ง (มก ต่อลิตร)

F = ปริมาตรที่ใช้ในขั้นตอน hydrolysis

d = จำนวนเท่าที่เจือจาง

D = น้ำหนักแห้งที่นำมาสกัด (ก)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

## ภาคผนวก 5

**ตารางภาคผนวก 1** องค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารในการทดลองที่ 2

| Tr | N | P | K | $NH_4NO_3$ (ก/ล) | $CaNO_3$ (ก/ล) | $NH_4H_2PO_4$ (ก/ล) | $KNO_3$ (ก/ล) | KCl (ก/ล) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 100 | 50 | 100 | 13 | 17 | 18.5 | 13 | 9.5 |
| 2 | 100 | 50 | 200 | 2.6 | 17 | 18.5 | 39 | 9.5 |
| 3 | 100 | 50 | 300 | 2.6 | 17 | 18.5 | 39 | 28.5 |
| 4 | 100 | 70 | 100 | 10.3 | 17 | 26 | 13 | 9.5 |
| 5 | 100 | 70 | 200 | 0 | 17 | 26 | 39 | 9.5 |
| 6 | 100 | 70 | 300 | 0 | 17 | 26 | 39 | 28.5 |
| 7 | 200 | 50 | 100 | 41.4 | 17 | 18.5 | 13 | 9.5 |
| 8 | 200 | 50 | 200 | 31.2 | 17 | 18.5 | 39 | 9.5 |
| 9 | 200 | 50 | 300 | 31.2 | 17 | 18.5 | 39 | 28.5 |
| 10 | 200 | 70 | 100 | 34.8 | 34 | 26 | 13 | 9.5 |
| 11 | 200 | 70 | 200 | 28.6 | 17 | 26 | 39 | 9.5 |
| 12 | 200 | 70 | 300 | 28.6 | 17 | 26 | 39 | 28.5 |

องค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารในการทดลองที่ 2 ที่เพิ่มเข้าไปในทุกกรรมวิธี

| | | |
|---|---|---|
| $MgSO_4.7H_2O$ | 25 | ก/ล (กรัม/ลิตร) |
| $CaCl.2H_2O$ | 50 | ก/ล |
| $H_3BO_3$ | 0.022 | ก/ล |
| $MnSO_4.4H_2O$ | 0.05 | ก/ล |
| $ZnSO_4.7H_2O$ | 0.019 | ก/ล |
| $CuSO_4.5H_2O$ | 0.003 | ก/ล |
| $(NH_4)_6Mo7H_2O$ | 0.005 | ก/ล |
| FeEDTA | 0.146 | ก/ล |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

## ประวัติผู้เขียน

**ชื่อ-สกุล** นางสาววัชราภรณ์ ชนะเดน

**วัน เดือน ปี เกิด** 5 สิงหาคม พศ. 2522

**ประวัติการศึกษา**
- สำเร็จการศึกษามัธยมต้น โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย ปีการศึกษา 2538
- สำเร็จการศึกษามัธยมปลาย โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย ปีการศึกษา 2540
- สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร) สาขาพืช มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปีการศึกษา 2544

**ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้** 3 หมู่ 7 ถนนชยางกูร ตำบลดอนนางหงส์ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม 48110

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved