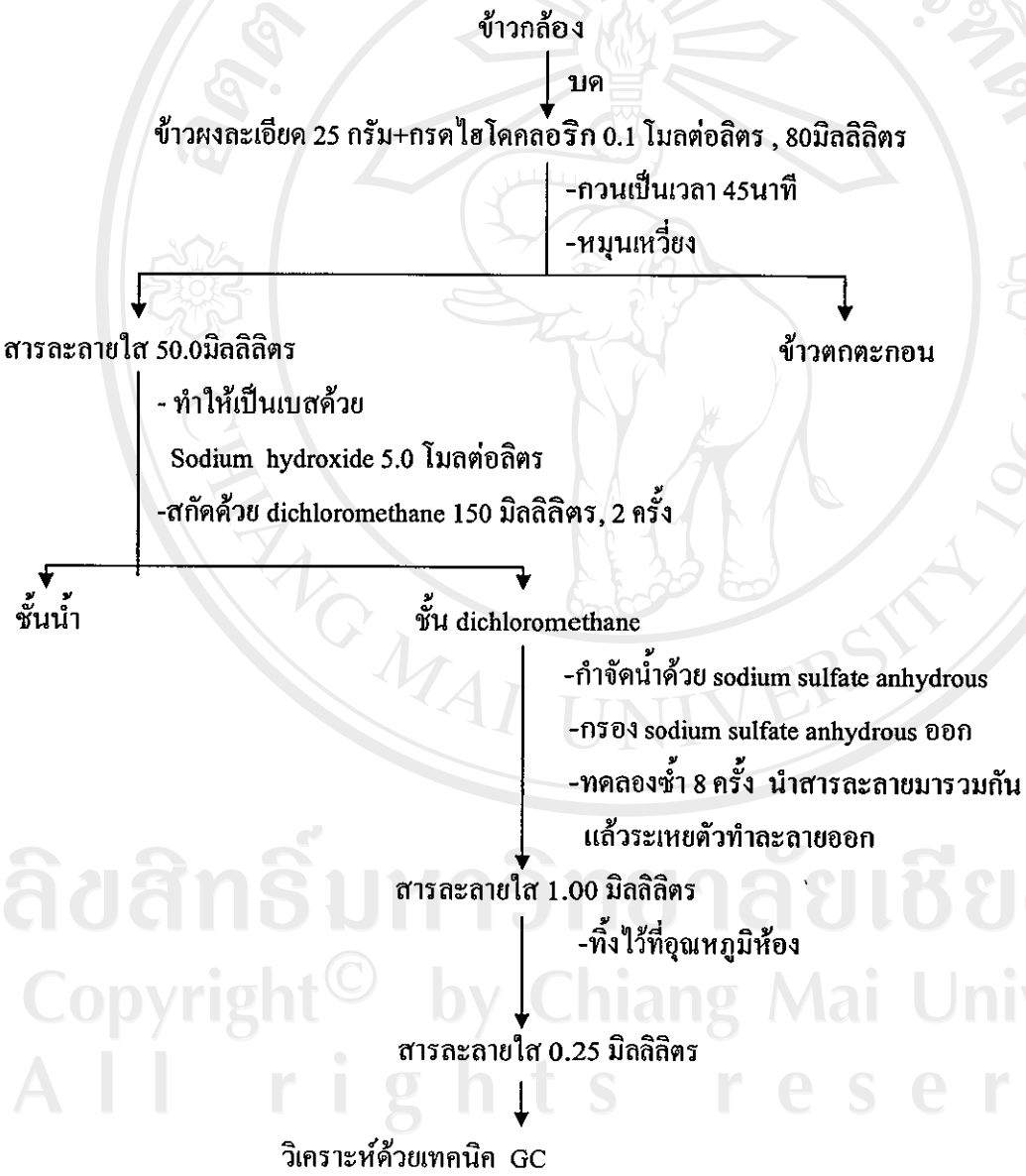
ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก (การวิเคราะห์ตัวอย่างพืช)

การวิเคราะห์คุณภาพความหอมของเมล็ดข้าว

วิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2 AP (2- acetyl-1-pyrroline) ในเมล็ดข้าว โดยวิธีการสกัดด้วยสารละลายกรดและตัวทำละลายอินทรีย์ แล้วตรวจวัดด้วยเทคนิค GC (Gas Chromatrography) โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังแผนภาพ(สุกัญญา,2544)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์โปรตีน (Manual of Kjeldahl procedure , 1979)

สารเคมี

1. สารละลาย boric acid 4 %(w/v)
2. Kjel tab auto(1.5 g K_2SO_4 , 0.0075 g Se)
3. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 95 – 97 %
4. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 N
5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกซ์ไซด์ 50 %(w/v)
6. Bromocresol green in absolute alcohol 0.2 %(w/v)
7. สารละลายมาตรฐานไนโตรเจนเข้มข้น 2.10 mg / mL

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งเมล็ดข้าวกล้องบดละเอียดให้มีน้ำหนักเท่ากันทุกหน่วยทดลองระหว่าง 0.5 ถึง 1.0 กรัม ใส่ในหลอดย่อยสลาย เติม Kjel tab auto 1 เม็ด แล้วใช้น้ำกลั่นฉีดล้างข้างหลอด
2. เติมกรดซัลฟริกเข้มข้น 5.0 mL ปิดหลอดทดลองด้วยพาราฟิล์ม แล้วตั้งสารละลายทิ้งไว้ 1 คืน
3. นำสารในข้อ 2 ไปเข้าเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ถึง 1 ชั่วโมงครึ่งทำการย่อยสลายจนได้สารละลายใส (ต้องค่อยๆเพิ่มอุณหภูมิ) แล้วยกออกจากเตาไฟฟ้าตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
4. เตรียมสารละลายใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 mL โดยเติมสารดังต่อไปนี้
   1) สารละลาย Boric acid 4 %(w/v) 5.0 mL
   2) น้ำกลั่น 20 mL
   3) Bromocresol green 2 หยด
5. การกลั่นสารตัวอย่าง มีวิธีทำดังต่อไปนี้
   1) วาง Erlenmeyer flask ที่ปลายหลอด Condenser โดยให้ปลายหลอดจุ่มในสารละลาย
   2) ใส่หลอดย่อยสลายต่อเข้ากับเครื่องกลั่น
   3) เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกซ์ไซด์ 50 %(w/v) 20.0 mL
   4) เปิดเครื่องกลั่นเป็นเวลา 3 นาที แล้วปิดเครื่องกลั่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6 นำสารละลายที่กลั่นได้ใน Erlenmeyer flask มาไตเตรทกับสารละลาย 0.1 N กรดไฮโดรคลอริก แล้วบันทึกปริมาตรสารละลายเพื่อนำไปคำนวณปริมาณโปรตีน

การคำนวณปริมาณโปรตีน

1.สารละลายมาตรฐานไนโตรเจนเข้มข้น 2.10 mg/ mL

ปริมาณไนโตรเจน (mg/ mL)

$$= \frac{[\text{Concentration of HCl}] \times [\text{Volume of HCl(mL)}] \times (14)}{[\text{volume of sample use (mL)}]}$$

2.ปริมาณโปรตีนในสารตัวอย่าง

ปริมาณโปรตีน(gm %)

$$= \frac{[\text{Concentration of HCl}] \times [\text{Volume of HCl(mL)}] \times 14 \times \text{Conversion factor}^*}{[10 \times \text{Sample use(g)}]}$$

* คือ Factor for converting nitrogen to protein

Factors for converting nitrogen to protein (Jones DB , 1941)

Foods	Conversion factors
Milk	6.38
Barley ; oats and rye	5.83
Rice	5.95
Wheat flour , refined	5.70
Wheat ; whole-kernel	5.83
Almonds	5.18
Peanuts , brazilnuts	5.46
Soybean	5.71
Nut and seeds , others	5.30

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์โพแทสเซียม (Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry,1982)

1. การเตรียมตัวอย่าง(sample preparation)

เตรียมตัวอย่างโดยวิธี wet digestion ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

1.1 ชั่งข้าวกล้องบดละเอียดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน (ใช้เครื่องชั่ง4 ตำแหน่ง) ใส่ใน digestion tube

1.2 เติมกรดผสมระหว่าง HNO_3 : $HCLO_4$: H_2SO_4 เข้มข้นในอัตราส่วน 4:1:0.5 โดยปริมาตร และเติม glass bead 4-5 เม็ดเพื่อเป็นตัวช่วยกระจายความร้อนขณะต้ม

1.3 ปิด digestion tube ด้วย parafilm แล้วทิ้งสารผสมไว้ 1 คืนที่อุณหภูมิห้อง

1.4 นำสารผสมใน digestion tube มาต้มใน digestion system ที่อุณหภูมิ 160^0 C จนกระทั่งสารละลายระเหยออกเกือบหมด (เหลือประมาณ 0.5 mL) จะได้สารละลายใส แต่ถ้าหากสารละลายต้มแล้วไหม้ให้แก้ไขด้วยการหยดกรด HNO_3 เข้มข้น 4-5 หยด แล้วนำไปต้มต่อจนกระทั่งได้สารละลายใส

1.5 ทิ้งสารละลายไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

1.6 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 9.5 ml ลงไปใน digestion tube และเขย่าผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

1.7 เทสารละลายที่ย่อยสลายแล้วจาก digestion tube ลงในหลอดทดลองขนาด 17×100 มิลลิเมตร

1.8 นำสารละลายที่เตรียมได้ไปเจือจางให้มีความเข้มข้นเหมาะสมสำหรับการวัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

2. การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม

internal control ในการวิเคราะห์ใช้นมผง Dumex เป็น internal control โดยนมผง Dumex ระบุปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับ 700 mg/นมผง 100 g ในการวิเคราะห์ชั่งนมผงน้ำหนักประมาณ 0.3000 กรัมต่อ digestion tube และทำการเจือจางสารละลายที่ได้จากการย่อยสลายด้วย กรดซัลฟูริค 5%ในอัตราส่วน 1:150 ก่อนนำไปวัดด้วย AAS

AAS condition สำหรับโพแทสเซียม ใช้ Flow spoiler

wavelength	=	766.5	nm
slit	=	0.7	nm
sensitivity check	=	2.00	mg/L
linear range	=	2.00	mg/L

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การเตรียมสารละลายมาตรฐานสำหรับโพแทสเซียม

1. stock standard มีความเข้มข้นโพแทสเซียมเท่ากับ 1000 mg/L

2. เตรียม intermediate standard มีความเข้มข้นโพแทสเซียมเท่ากับ 10 mg/L ดูด สารละลาย stock standard 1000 mg/L ปริมาตร 0.1 ml ใส่ใน volumetric flask 10 ml แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

3.เตรียม working standard มีความเข้มข้นโพแทสเซียมเท่ากับ 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 mg/L โดยดูดสารละลายดังแสดงในตารางต่อไปนี้

K intermediate standard (ml)	Na 1000 mg/L (ml)	5 %H_2SO_4 (ml)	total volume (ml)	K concentration (mg/L)
0.50	0.65	8.85	10	0.50
1.00	0.65	8.35	10	1.00
1.50	0.65	7.85	10	1.50
2.00	0.65	7.35	10	2.00

หมายเหตุ เพื่อเป็นการป้องกัน ionization effect จึงได้มีการเติม Na 1000 mg/L ทั้งในสารละลายมาตรฐานและสารละลายตัวอย่าง

การวิเคราะห์ไอโอดีน (R.E.D. Moxon and E.J.Dixon , 1980)

หลักการ

นำข้าวกล้องบดละเอียดไปเผาในเตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace) เพื่อย่อยสารอินทรีย์ (Organic matter) ได้ Iodine อยู่ในส่วนขี้เถ้า ทำการสกัด Iodine ออกมาจากขี้เถ้าด้วยน้ำ และนำไปทำปฏิกิริยาเคมีเพื่อวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนโดยอาศัยหลักการที่ว่า Iodine จะเร่งปฏิกิริยาการทำลาย Thiocyanate โดย Nitrite ซึ่งเป็นผลให้สีของ Iron (III) thiocyanate ลดลง

อุปกรณ์

1. Oven
2. Muffle furnace
3. Mixer (Vortex)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. Automixer
5. Sonicator
6. Certrifuge
7. Water bath (ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้)
8. Spectrophotometer
9. Thermometer
10. Automatic pipette
11. Dispenser
12. Stopwatch
13. Balance
14. Desiccator

เครื่องแก้ว

1. Ash tube และ Assay tube ใช้ Test tube (Pyrex) ขนาด 16 x 100 mm
2. Volumetric flask ขนาด 10, 25, 50, 100, 500 และ 1000 ml
3. Beaker
4. Glass pipette

การล้างเครื่องแก้ว

ล้างด้วยน้ำยาล้างแก้ว ล้างอีกครั้งด้วยน้ำประปา แช่ 50% HNO_3 ทิ้งไว้ค้างคืน แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากแร่ธาตุ (Demineralized Distilled Water, DDW) 3 ครั้ง และอบให้แห้ง

สารเคมี

1. Iodine standard

1.1 Stock iodine standard (เก็บในขวดสีน้ำตาลไว้ในตู้เย็น)

นำ KI ไปอบใน Oven 100°C นาน 1 ชั่วโมง และชั่ง KI 1.308 g เติม DDW ให้ครบ 1000 ml มีความเข้มข้นของ Iodine 10^6 ng/ml

1.2 เตรียม Intermediate standard iodine (เตรียมในวันที่ทำการ formสี)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดูดสารละลาย Stock standard iodine ในข้อ 1 (ความเข้มข้นของ Iodine 10^6 ng/ml) 0.1 ml เติม DDW ให้ครบ 500 ml มีความเข้มข้นของ Iodine เท่ากับ 200 ng/ml

1.3 เตรียม Working standard iodine ที่มีความเข้มข้นของ Iodine 0, 2.5, 5, 10, 15, 20 ng/ml (เตรียมในวันที่ทำการ form สี) โดยดูดสารละลายดังต่อไปนี้ใน Volumetric flask

Working std I (ng/ml)	Intermediate std I (200 ng/ml) (ml)	30%K_2CO_3 (ml)	DDW (ml)	Total Volume (ml)
0	0	0.10	9.90	10
2.5	0.125	0.10	9.775	10
5	0.25	0.10	9.65	10
10	0.50	0.10	9.40	10
15	0.75	0.10	9.15	10
20	1.00	0.10	8.90	10

2. 20% NaCl (เก็บที่อุณหภูมิห้อง)
   ชั่ง NaCl 20 g ละลาย DDW และปรับปริมาตรให้เป็น 100 ml
3. 0.023% KSCN (เก็บในตู้เย็น)
   ชั่ง KSCN 0.023 g ละลาย DDW และปรับปริมาตรให้เป็น 100 ml
4. Ammonium iron (III) sulphate reagent (เก็บในตู้เย็น)
   - ชั่ง Ammonium iron (III) sulphate [$NH_4Fe(SO_4)_2$, $12H_2O$] 77 g ละลาย DDW ประมาณ 400 ml
   - เติมกรด HNO_3เข้มข้น (specific gravity 1.42) 167 ml
   - นำไปอุ่นบน Hotplate จนละลายหมด และปรับปริมาตรให้ครบ 1000 ml ด้วย DDW
5. 2.07 % $NaNO_2$ (เตรียมในวันที่ทำการ form สี)
   ชั่ง $NaNO_2$ 2.07 g ละลาย DDW และปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml ด้วย DDW
6. Internal quality control
   6.1 Standard Reference Material 1549 เป็นผลิตภัณฑ์ของ National Institute of Standards and Technology (NIST) U.S. Department of Commerce, Gaithersburg, U.S.A. เป็น Non-fat milk powder ซึ่งมี Iodine 3.38±0.02 ug/g

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6.2 น้ำนม UHT ยี่ห้อ Alacta NF (ANF) ชนิดจืด ซึ่งมี Iodine ตามข้อมูลโภชนาการระบุไว้ข้างกล่อง มีปริมาณไอโอดีนร้อยละ 30 ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน (ร้อยละปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี)

6.2.1. นำน้ำนม UHT ยี่ห้อ Alacta มาวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนจำนวน 20 ซ้ำเพื่อหาค่า Precision ของการ วิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน

6.2.2. เพื่อให้สามารถเก็บน้ำนม UHT ได้เป็นเวลานาน จึงได้นำน้ำนมไป Lyophilized เป็นนมผง คำนวณค่าความชื้นได้เท่ากับ 86.71 % และนำนมผงมาวิเคราะห์เพื่อหาค่า Precision ซ้ำอีกครั้ง

วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างข้าว

1. วิธีการเตรียมตัวอย่าง

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างข้าวให้ละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง ประมาณ 0.15 g และ นม Control ลงใน Ash tube อย่างละ 3 หลอด วางหลอดทั้งหมดไว้ใน Stainless rack โดยมีรายละเอียดการเตรียมดังนี้

Samples	น้ำหนักตัวอย่าง(g) /หลอด
ข้าว	0.15 g
Control	**ปริมาณนม (ml/g)/หลอด**
NIST	0.1 g
ANF	1 ml/ 0.3 g

2. เติม 30 % K_2CO_3 1 ml ลงในทุกหลอด และ 10% $ZnSO_4$ 1ml ลงในทุกหลอด และ Mix ด้วย Vortex (ไม่ควร Mix ให้สารละลายขึ้นสูงมาก)
3. นำหลอดที่วางใน Stainless rack ไปไว้ใน Oven ที่อุณหภูมิ 100° C ประมาณ 22 ชั่วโมงเพื่อให้ตัวอย่างแห้งสนิท
4. นำหลอดไปเผาใน Furnace โดยเริ่มจากอุณหภูมิห้องถึง 550° C ซึ่งใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที และคงอยู่ที่ 550° C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำ Rack ออกจาก Furnace ทันทีที่ครบ 1 ชั่วโมง และทิ้งไว้ให้เย็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. เติม 5% $ZnSO_4$ ลงในทุกหลอด หลอดละ 2 ml และนำไปวางใน Sonicator เป็นเวลา 30 นาที และ Mix ด้วย Vortex อีกครั้งหนึ่ง ก่อนจะนำไปทิ้งไว้ค้างคืนใน Oven 100° C (ประมาณ 18 ชั่วโมง)
6. นำหลอดทั้งหมดจาก Oven ไปใส่ใน Furnace ทันทีโดยทำซ้ำข้อ 4
7. หลังจากทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติม Glass bead 2 เม็ด ลงในทุกหลอด เติม DDW 3 ml ลงในทุกหลอด และนำไป Incubate ใน Waterbath 50 °C 10 นาที
8. นำหลอดทั้งหมดไปวางใน Sonicator 10 นาที และ Mix ด้วย Automixter 10 นาที
9. นำหลอดทั้งหมดไปปั่นโดยใช้ Centrifuge ที่ 1000 rpm 4° C เป็นเวลา 10 นาที
10. ดูดส่วนที่เป็น Supernatant ใส่ใน Polyethylene tube ขนาด 16x100 mm เพื่อนำไป ทำปฏิกิริยาให้เกิดสีต่อไป
11. ดูดสารละลายต่างๆ ใส่ใน Assay tube ดังต่อไปนี้

Solutions / Assay tube	Std (ml)	DDW (ml)	20%NCl (ml)	0.023%KSCN (ml)	Supernatant จาก: Bk reagent A (ml)	Bk reagent NIST (ml)	NIST	ANF	Sample
Std	1	0.85	0.25	0.25	-	-	-	-	-
Blank reagent A 1	-	1.60	0.25	0.25	0.25	-	-	-	-
Blank reagent A 2	-	1.10	0.25	0.25	0.75	-	-	-	-
Blank reagent NIST	-	1.79	0.25	0.25	-	0.06	-	-	-
NIST	-	1.79	0.25	0.25	-	-	0.06	-	-
ANF	-	1.60	0.25	0.25	-	-	-	0.25	-
Sample	-	1.10	0.25	0.25	-	-	-	-	0.75

หมายเหตุ 1) Blank reagent A 1 คือ Blank reagent ของ ANF

2) Blank reagent A 2 คือ Blank reagent ของ Samples

3) ปริมาตรของ Supernatent ที่ใช้ในการ form สีขึ้นอยู่กับปริมาณไอโอดีนที่มีอยู่

12. ผสมสารละลายให้เข้ากันด้วย Vortex
13. เติม Ammonium sulfate reagent 0.50 ml ลงในทุกหลอด
14. Incubate ใน Waterbath 32 ° C 10 นาที และ เติม 2.07%$NaNO_2$ ลงในทุกหลอด โดยแต่ละหลอดห่างกัน 1 นาที ขณะ Incubate ใน Waterbath 32 °C
15. อ่าน OD_{450nm} หลังจากเติม 2.07% $NaNO_2$ ครบ 20 นาที โดยเทียบกับ DDW

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

16. Plot graph ระหว่าง ความเข้มข้นของ Iodine และ OD_{450mm} ของ Std และ เมื่อนำ OD_{450mm} ของ Sample มาเทียบกับ Standard graph จะทราบความเข้มข้นของ Iodine ในตัวอย่าง

การคำนวณ

การคำนวณปริมาณ Iodine ในตัวอย่างข้าว (ug/100 g wet weight)

$Iodine_{Sample}$ (ng/assay tube) = $Iodine_{Sample} - Iodine_{(bk\ reagent\ A2)}$

$Iodine_{Sample}$ (ng/ash tube) = $Iodine_{Sample}$ (ng/assay tube) x 3/0.75

$$Iodine_{Sample}\ (ug/100g\ Dry\ weight) = \frac{Iodine_{sample}\ (ng/ash\ tube) \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งของ sampleที่ใช้} \times 1000}$$

$$Iodine_{Sample}\ (ug/100g\ Wet\ weight) = \frac{Iodine_{Sample}\ (ug/100g\ Dry\ weight) \times (100 - M1)}{(100-M2)}$$

เมื่อ M1,M2 = %Moisture ใน Sample

0.75 = ปริมาตรของ Supernatant ที่ใช้ในการ Form สี

3 = ปริมาตรของ DDW ที่เติมใน Ash tube

การคำนวณ Iodine ใน NIST (ng/ml)

$Iodine_{NIST}$ (ng/assay tube) = $Iodine_{NIST} - Iodine_{(bk\ reagent\ B)}$

$Iodine_{NIST}$ (ng/ash tube) = $Iodine_{NIST}$ (ng/assay tube) x 3/0.06

เมื่อ 0.06 = ปริมาตรของ Supernatant (ml) จากหลอดของ NIST ที่ใช้ในการ Form สี

3 = ปริมาตรของ DDW ที่เติมใน Ash tube

การคำนวณ Iodine ใน ANF (ng/ml)

$Iodine_{ANF}$ (ng/assay tube) = $Iodine_{ANF} - Iodine_{(bk\ reagent\ A1)}$

$Iodine_{ANF}$ (ng/ml) = $Iodine_{ANF}$ (ng/assay tube) x 3/0.250

เมื่อ 0.25 = ปริมาตรของ Supernatant (ml) จากหลอดของ ANF ที่ใช้ในการ Form สี

3 = ปริมาตรของ DDW ที่เติมใน Ash tube

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการวิเคราะห์

1. วิธีการเตรียมตัวอย่าง

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างข้าวให้ละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง ประมาณ 0.2 g และ นม Control ลงใน Ash tube อย่างละ 3 หลอด วางหลอดทั้งหมดไว้ใน Stainless rack โดยมีรายละเอียดการเตรียมดังนี้

Samples	น้ำหนักตัวอย่าง(g) /หลอด
ข้าว	0.2 g
Control	**ปริมาณนม (ml/g)/หลอด**
NIST	0.1 g
ANF	1 ml/ 0.3 g

2. เติม 30 % K_2CO_3 0.2 ml และ DDW 1.6 ml ลงในทุกหลอด หลังจากนั้นเติม 10% $ZnSO_4$ 0.2 ml ลงในทุกหลอด และ Mix ด้วย Vortex ทันที (ไม่ควร Mix ให้สารละลายขึ้นสูงมาก)
3. นำหลอดที่วางใน Stainless rack ไปไว้ใน Oven ที่อุณหภูมิ 100° C ประมาณ 22 ชั่วโมงเพื่อให้ตัวอย่างแห้งสนิท
4. นำหลอดไปเผาใน Furnace โดยเริ่มจากอุณหภูมิห้องถึง 550° C ซึ่งใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที และคงอยู่ที่ 550° C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำ Rack ออกจาก Furnace ทันทีที่ครบ 1 ชั่วโมง และทิ้งไว้ให้เย็น
5. เติม 5% $ZnSO_4$ 0.4 ml และ DDW 1.6 ml ลงในทุกหลอดและนำหลอดทดลองทั้งหมดไปวางใน Sonicator เป็นเวลา 30 นาที และ Mix ด้วย Vortex อีกครั้งหนึ่ง ก่อนจะนำไปทำให้แห้งใน Oven 100° C (ประมาณ 18 ชั่วโมง)
6. นำหลอดทั้งหมดจาก Oven ไปใส่ใน Furnace ทันทีโดยทำซ้ำข้อ 4
7. หลังจากทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติม Glass bead 2 เม็ด ลงในทุกหลอด เติม DDW 3 ml ลงในทุกหลอด และนำไป Incubate ใน Waterbath 50 °C 10 นาที
8. นำหลอดทั้งหมดไปวางใน Sonicator 10 นาที และ Mix ด้วย Automixter 10 นาที
9. นำหลอดทั้งหมดไปปั่นโดยใช้ Centrifuge ที่ 1000 rpm 4° C เป็นเวลา 10 นาที
10. ดูดส่วนที่เป็น Supernatant ใส่ใน Polyethylene tube ขนาด 16x100 mm เพื่อนำไป ทำปฏิกิริยาให้เกิดสีต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

11. ดูดสารละลายต่างๆ ใส่ใน Assay tube ดังต่อไปนี้

					Supernatant จาก				
Solutions / Assay tube	Std (ml)	DDW (ml)	20%NCL (ml)	0.023 %KSCN (ml)	Bk reagent A (ml)	Bk reagent NIST (ml)	NIST	ANF	Sample
Std	1	-	0.25	0.25	-	-	-	-	-
Blank reagent A	-	0.7	0.25	0.25	0.3	-	-	-	-
Blank reagent NIST	-	0.9	0.25	0.25	-	0.1	-	-	-
NIST	-	0.9	0.25	0.25	-	-	0.1	-	-
ANF	-	0.7	0.25	0.25	-	-	-	0.3	-
Sample	-	0.7	0.25	0.25	-	-	-	-	0.3

หมายเหตุ 1) Blank reagent A คือ Blank reagent ของ ANF, Samples

2) ปริมาตรของ Supernatant ที่ใช้ในการ form สีขึ้นอยู่กับปริมาณไอโอดีนที่มีอยู่

12. ผสมสารละลายให้เข้ากันด้วย Vortex

13. เติม Ammonium sulfate reagent 0.50 ml ลงในทุกหลอด

14. Incubate ใน Waterbath 32 ° C 10 นาที และ เติม 2.07%$NaNO_2$ ลงในทุกหลอด โดยแต่ละหลอด ห่างกัน 1 นาที ขณะ Incubate ใน Waterbath 32 °C

15. อ่าน OD_{450nm} หลังจากเติม 2.07% $NaNO_2$ ครบ 20 นาที โดยเทียบกับ DDW

16. Plot graph ระหว่าง ความเข้มข้นของ Iodine และ OD_{450nm} ของ Std และ เมื่อนำ OD_{450nm} ของ Sample มาเทียบกับ Standard graph จะทราบความเข้มข้นของ Iodine ในตัวอย่าง

การคำนวณ

การคำนวณปริมาณ Iodine ในตัวอย่างข้าว (ug/100 g wet weight)

$Iodine_{Sample}$ (ng/assay tube) = $Iodine_{Sample} - Iodine_{(bk\ reagent\ A)}$

$Iodine_{Sample}$ (ng/ash tube) = $Iodine_{Sample}$ (ng/assay tube) x 3/0.3

$$Iodine_{Sample}\ (ug/100g\ Dry\ weight) = \frac{Iodine_{sample}\ (ng/ash\ tube) \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งของ sample ที่ใช้} \times 1000}$$

$$Iodine_{Sample}\ (ug/100g\ Wet\ weight) = \frac{Iodine_{Sample}\ (ug/100g\ Dry\ weight) \times (100 - M1)}{(100-M2)}$$

เมื่อ M1,M2 = %Moisture ใน Sample

0.3 = ปริมาตรของ Supernatant ที่ใช้ในการ Form สี

3 = ปริมาตรของ DDW ที่เติมใน Ash tube

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การคำนวณ Iodine ใน NIST (ng/ml)

$Iodine_{NIST}$ (ng/assay tube) = $Iodine_{NIST}$ - $Iodine_{(bk\ reagent\ NIST)}$

$Iodine_{NIST}$ (ng/ash tube) = $Iodine_{NIST}$ (ng/assay tube) x 3/0.10

เมื่อ 0.10 = ปริมาตรของ Supernatant (ml) จากหลอดของ NIST ที่ใช้ในการ Form สี

3 = ปริมาตรของ DDW ที่เติมใน Ash tube

การคำนวณ Iodine ใน ANF (ng/ml)

$Iodine_{ANF}$ (ng/assay tube) = $Iodine_{ANF}$ - $Iodine_{(bk\ reagent\ A)}$

$Iodine_{ANF}$ (ng/ml) = $Iodine_{ANF}$ (ng/assay tube) x 3/0.3

เมื่อ 0.3 = ปริมาตรของ Supernatant (ml) จากหลอดของ ANF ที่ใช้ในการ Form สี

3 = ปริมาตรของ DDW ที่เติมใน Ash tube

การวิเคราะห์อมิโลส (Juiano et. Al. , 1981)

1.อุปกรณ์และเครื่องมือ

1.1.ขวดแก้วพร้อมจุก (volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร (มล.)

1.2.ปิเปต แบบ volumetric pipette ขนาด 1 , 2 , 3 , 4 และ 5 มล.

1.3. ปิเปต แบบ measuring pipette ขนาด 1-10 มล.

1.4. สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer)

1.5. เครื่องชั่งละเอียดถึง 0.0001 กรัม

1.6. Water bath

1.7. เครื่องบดเมล็ดแบบ cyclone sample mill

2. สารละลายที่ใช้และวิธีการเตรียม

2.1. เอธิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) 95 %

2.2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 1 นอร์มัล

วิธีเตรียม ชั่ง NaOH หนัก 40 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นประมาณ 800 มล. ทิ้งให้เย็นแล้วนำไป ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

2.3. กรดเกลเซียลอะซิติก (glacial acetic acid) ความเข้มข้น 1 นอร์มัล

วิธีเตรียม ตวงกรดเกลเซียลอะซิติกเข้มข้น ปริมาณ 60 มล. ใส่ลงในน้ำกลั่นแล้วปรับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

2.4. สารละลายไอโอดีน

วิธีเตรียม ชั่งไอโอดีน (I_2) 0.2 กรัม และโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2.0 กรัม ผสมสารทั้งสองให้เข้ากัน แล้วละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. ถ้าสารยังละลายไม่หมดอาจทิ้งไว้ค้างคืนในที่มืดแล้วค่อยนำมาปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. ควรเก็บสารนี้ไว้ในขวดสีชา

2.5. อมิโลสบริสุทธิ์ (pure amylase)

3. วิธีการวิเคราะห์

3.1. บดข้าวกล้องให้เป็นแป้งโดยใช้เครื่องบดเมล็ดแบบ cyclone sample mill ที่มีตระแกรงขนาด 80-100 เมช (mesh)

3.2. การชั่งแป้ง ตรวจสอบเครื่องชั่งโดยปรับระดับเครื่องชั่งให้อยู่ตรงกึ่งกลาง แล้วปรับเครื่องชั่งให้เป็นศูนย์ (0)จากนั้นจึงชั่งตัวอย่างแป้ง 0.1000 กรัม ใส่ในขวดแก้ว (volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร ที่แห้งสนิท พยายามไม่ให้แป้งติดบริเวณคอขวดแก้ว(ขวดแก้วต้องแห้งสนิท ถ้ามีความชื้นหรือเปียกจะทำให้แป้งติดกันเป็นก้อน)

3.3. นำแป้งมาเติม เอธิลแอลกอฮอล์ 95 % ประมาณ 1 มล. เขย่าเบาๆ เพื่อเกลี่ยแป้งให้กระจายออก อย่าเขย่าแรง เพราะจะทำให้แป้งขึ้นไปเกาะตามผนังขวดแก้ว

3.4.เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาณ 800 มล. โดยในขณะเติมสารละลายนี้ ทำการล้างแป้งที่อาจติดตามคอขวด และผนังขวดแก้ว

3.5. นำไปต้มในน้ำเดือดหรือ water bath ที่อุณหภูมิ 100 ° ซ. เป็นเวลานาน 10 นาที

3.6. เติมน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล. ปิดจุกเขย่าขวดแก้วทิ้งไว้ค้างคืน

3.7. วันรุ่งขึ้น เตรียมขวดแก้วเปล่าขนาด 100 มล. เติมน้ำกลั่นปริมาณ 70 มล. เติมกรดเกลเซียล-อะซิติกความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาณ 1 มล. และเติมสารละลายไอโอดีนปริมาณ 2 มล.

3.8.เขย่าขวดแก้วในข้อ 3.6 จากนั้นดูดน้ำแป้งจำนวน 5 มล. ด้วย volumetric pipette ขนาด 5 มล. ใส่ในขวดแก้วที่เตรียมไว้ในข้อ 3.7 (เมื่อเปลี่ยนตัวอย่างใหม่ควรเช็ด volumetric pipette ด้วยกระดาษทิชชูและดูดล้างปิเปตด้วยน้ำแป้งตัวอย่างใหม่ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของตัวอย่างเก่า)

3.9. เติมน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล. ปิดจุกเขย่าขวดแก้ว และตั้งทิ้งไว้นาน 10 นาที

3.10. ทำแบลงค์ (blank) โดยทำเช่นเดียวกับข้อ 3.7 นำขวดแก้วมาเติมกรดเกลเซียลอะซิติกความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาณ 1 มล. และเติมสารละลายไอโอดีนปริมาณ 2 มล. แล้วเติม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล. ปิดจุกเขย่าขวด

3.11. วัดความเข้มสีของสารละลายด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่นแสง-610 นาโนเมตร (nm.) อ่านค่าเป็นแอบซอร์แบนซ์ (absorbance) โดยปรับค่าแอบซอร์แบนซ์ของแบลงค์ให้เป็น 0 (ศูนย์) (หลอดที่ใช้วัดก่อนใส่เข้าเครื่องต้องแห้งสะอาด และไม่สัมผัสกับนิ้วมือ โดยให้ใช้กระดาษทิชชูหุ้มไว้ตอนจับ และเมื่อเปลี่ยนตัวอย่างใหม่ควรทำการล้างหลอดหรือเซลที่ใช้วันด้วยตัวอย่างใหม่)

3.12. นำค่า absorbance ไปคำนวณหาปริมาณอมิโลสโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน

4. การเขียนกราฟมาตรฐาน (Standard curve)

4.1.ชั่งอมิโลสบริสุทธิ์ 0.0400 กรัมใส่ในขวดแก้วขนาด 100 มล. แล้วดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 3.3 - 3.6 ได้เป็นสารละลายมาตรฐาน

4.2. วันรุ่งขึ้น เตรียมขวดแก้วเปล่าขนาด 100 มล. จำนวน 5 ขวด เติมน้ำกลั่นปริมาณ 70 มล. เติมกรดเกลเซียลอะซิติกความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาณ 0.2 , 0.4 , 0.6 , 0.8 , และ 1.0 มล. ตามลำดับ และเติมสารละลายไอโอดีน ขวดละ 2 มล.

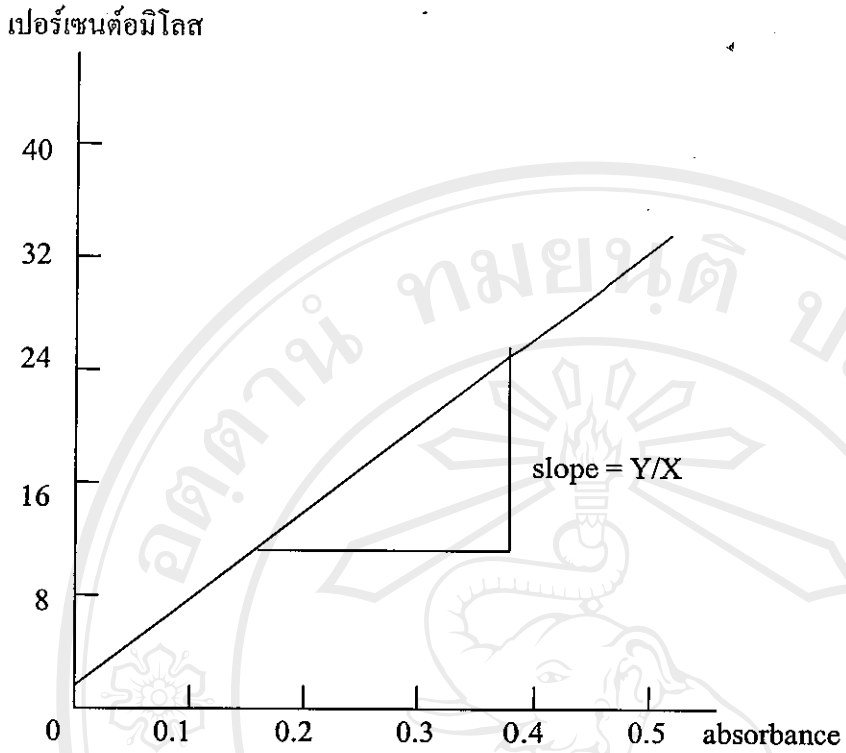
4.3. เขย่าขวดแก้วในข้อ 4.1 ดูดสารละลายมาตรฐานจำนวน 1 , 2 , 3 , 4 และ 5 มล.ด้วย volumetric pipette ขนาด 1 , 2 , 3 , 4 และ 5 มล5 มล. ใส่ในขวดแก้วที่เตรียมไว้ในข้อ 4.2 ตามลำดับ

4.4. เติมน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล. ปิดจุกเขย่าขวดแก้ว

4.5. นำไปวัดค่าแอบซอร์แบนซ์ตามข้อ 3.11

4.6. การเขียนกราฟมาตรฐานระหว่างค่าปริมาณอมิโลส (แกน Y) กับค่าแอบซอร์แบนซ์ (แกน X) โดยค่าปริมาณอมิโลสของสารละลายมาตรฐานเป็น 8 , 16 , 24 , 32 และ 40 % ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพภาคผนวก 1 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณอมิโลสกับค่าแอบซอร์แบนซ์

หรือคำนวณเป็นสมการเส้นตรง จากสูตร

$Y = aX + b$

เมื่อ Y = เปอร์เซนต์อมิโลส

X = ค่าแอบซอร์แบนซ์

โดยคำนวณหาค่า

$$a = \frac{\epsilon xy - (\epsilon x \epsilon y)/n}{\epsilon x^2 - (\epsilon x)^2/n}$$

จากสมการ $Y = aX + b$

นำค่าเฉลี่ยของ Y และ X และค่า a ที่คำนวณได้มาแทนค่าในสมการ จากนั้นคำนวณหาค่า b ก็จะได้สมการสำหรับใช้ในการคำนวณหาค่าอมิโลสของตัวอย่างข้าวต่อไป

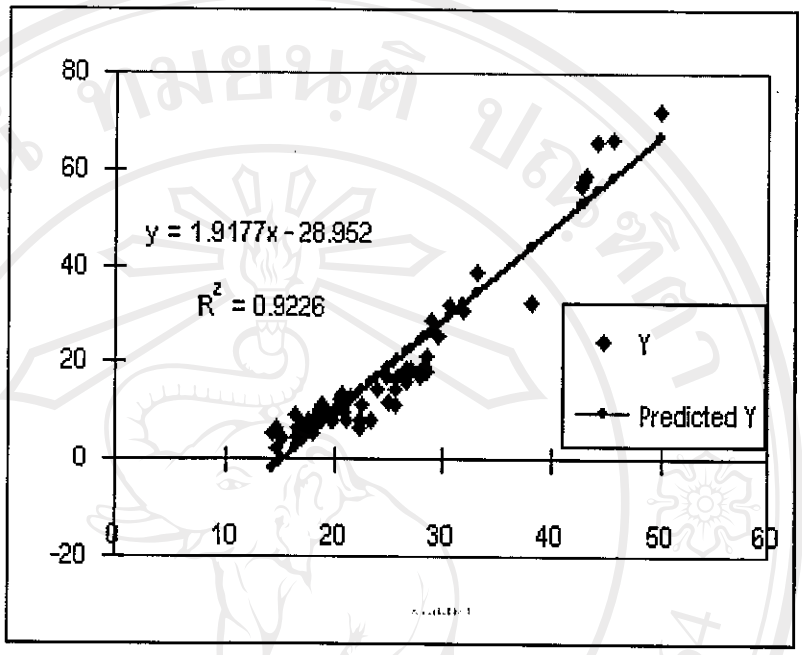
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การหาปริมาณคลอโรฟิลล์

ใช้เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในใบพืช(chlorophyll meter) รุ่น SPAD – 502 ยี่ห้อ Minolta นำค่าที่วัดได้เทียบกับกราฟมาตรฐานที่ได้จากวิธีวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์โดยใช้สารเคมีเทียบกับค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในใบพืช (สาวิตร , 2546)

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.960532
R Square	0.922622
Adjusted R Square	0.921354
Standard Error	4.703579
Observations	63



ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	16091.44	16091.44	727.3409	1.34026E-35
Residual	61	1349.543	22.12365		
Total	62	17440.98			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*
Intercept	-28.9525	1.818599	-15.9202	2.14E-23	-32.58900261	-25.31597309
X Variable 1	1.917749	0.071109	26.96926	1.34E-35	1.775558741	2.059940162

Y = -28.9525 + 1.917749X ; r2 = 0.923** , N = 63.

ภาพภาคผนวก 2 กราฟมาตรฐานของค่าที่ได้จากเครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในใบพืชเทียบกับวิธีสกัดโดยใช้สารเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

RESIDUAL OUTPUT

Observation	*Predicted Y*	*Residuals*	*Observation*	*Predicted Y*	*Residuals*
1	-1.89304	7.487211	33	12.22159	0.517987
2	-1.12594	7.609768	34	13.71744	-7.03531
3	-1.04923	3.118541	35	13.81332	-5.90279
4	0.197304	4.205814	36	14.23523	-3.27015
5	2.575313	6.75642	37	15.84614	-7.65075
6	2.767088	1.370864	38	16.92008	-2.63557
7	2.767088	1.47729	39	18.51181	-1.51389
8	2.786266	1.884702	40	19.18302	-7.31509
9	2.786266	3.635353	41	20.12272	-8.79968
10	3.20817	2.020537	42	20.1419	-5.75757
11	3.419123	3.765823	43	20.1419	-3.5337
12	3.802673	1.903962	44	20.67887	-3.57778
13	4.914967	3.028815	45	22.13636	-6.23676
14	5.375227	0.168926	46	22.32813	-3.76724
15	5.413582	2.836014	47	23.09523	-4.69897
16	6.238215	1.386779	48	24.53354	-7.52401
17	6.947782	3.33415	49	25.339	-5.98251
18	7.197089	3.801375	50	25.72255	-7.81196
19	7.273799	1.713537	51	25.74173	-4.31608
20	7.983367	1.653863	52	26.528	2.319321
21	7.983367	1.677883	53	27.65948	-2.04475
22	8.136787	0.966607	54	29.67311	2.075612
23	8.520336	1.131942	55	32.26207	-1.41581
24	8.769644	-0.59336	56	34.42913	4.558935
25	8.999774	-0.96432	57	44.1713	-11.8928
26	8.999774	0.273562	58	52.76282	4.085845
27	10.47644	1.768645	59	53.0313	4.996246
28	10.5148	0.485566	60	53.49156	5.245809
29	10.66822	2.534846	61	55.63944	10.08567
30	10.95588	-1.39648	62	58.26676	7.74717
31	11.2819	-0.14844	63	66.6665	5.561931
32	11.35861	-3.40751			

ภาพภาคผนวก2(ต่อ) กราฟมาตรฐานของค่าที่ได้จากเครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในใบพืชเทียบกับวิธีสกัดโดยใช้สารเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข (ข้อมูลจากการทดลอง)

ตารางภาคผนวก 1 ผลการวิเคราะห์ดินก่อนทำการทดลอง

การวิเคราะห์ตัวอย่าง	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2
พีเอช (pH)	5.62	5.70
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) g/100g	0.063	0.074
ฟอสฟอรัส (P) mg/kg	42.2	26.8
โพแทสเซียม (K) mg/kg	34.3	40.4

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 1 = แปลงน้ำขัง-ดินหมาด ตัวอย่างที่ 2 = แปลงน้ำขังตลอดฤดู

ภาพภาคผนวก 3 แปลงข้าวนาหว่านในระยะแตกกอ

ภาพภาคผนวก 4 แปลงข้าวนาดำในระยะแตกกอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพภาคผนวก 5 แปลงข้าวนาหว่าน(ซ้าย)และนาดำ(ขวา)ในระยะกำเนิดช่อดอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพภาคผนวก 6 ต้นข้าวที่ได้รับสิ่งทดลองที่แตกต่างกันในระยะตั้งท้อง

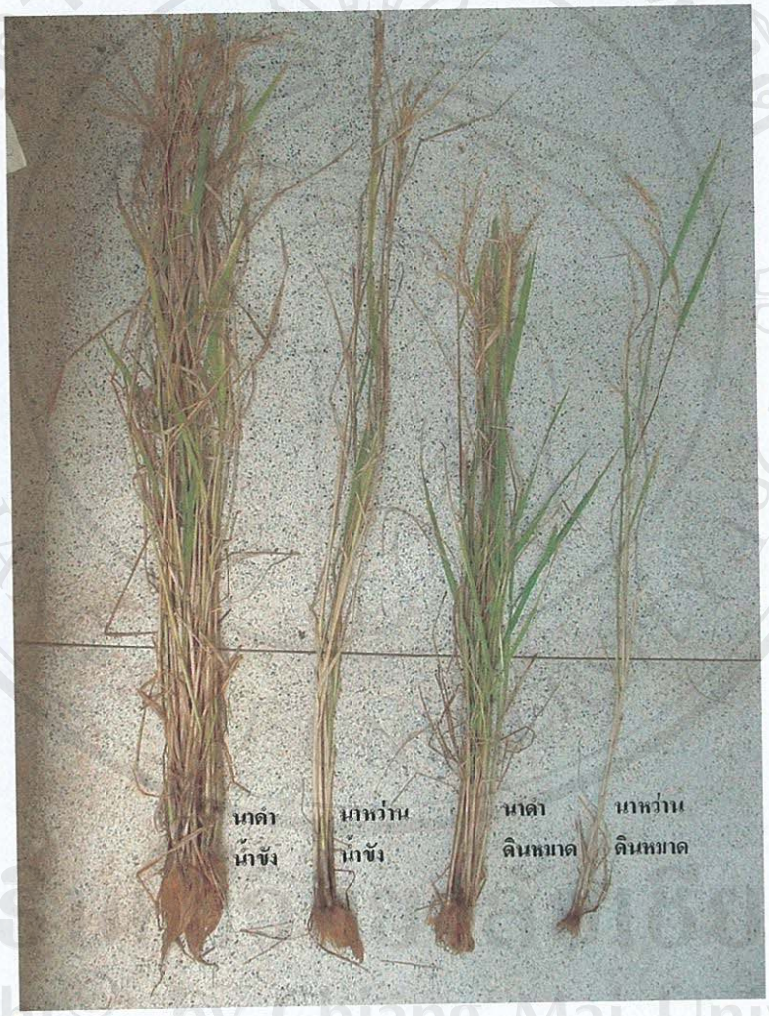
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพภาคผนวก 7 แปลงข้าวนาดำ/น้ำขังตลอด(ซ้าย)และนาหว่าน/น้ำขังตลอด(ขวา) ในระยะตั้งท้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

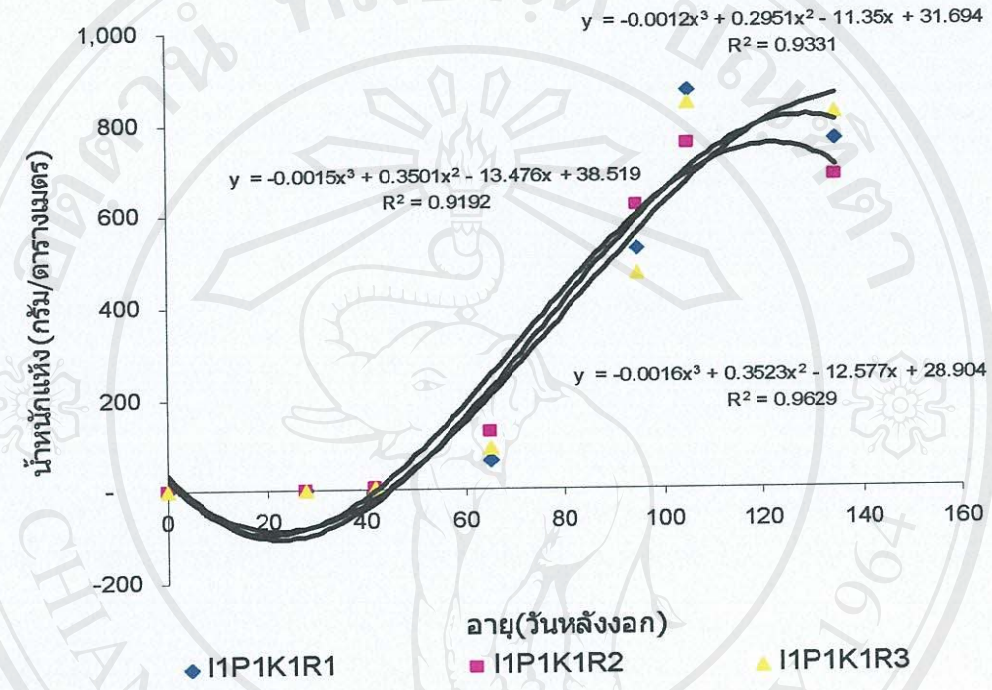
ภาพภาคผนวก 8 แปลงข้าวนาหว่าน/น้ำขัง-ดินหมาด(ซ้าย)และนาดำ/น้ำขัง-ดินหมาด(ขวา) ในระยะตั้งท้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพภาคผนวก 9 ต้นข้าวที่ได้รับสิ่งทดลองที่แตกต่างกันในระยะเก็บเกี่ยว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



I=วิธีการให้น้ำ : I1=น้ำขังตลอดฤดู I2=น้ำขัง-ดินหมาด

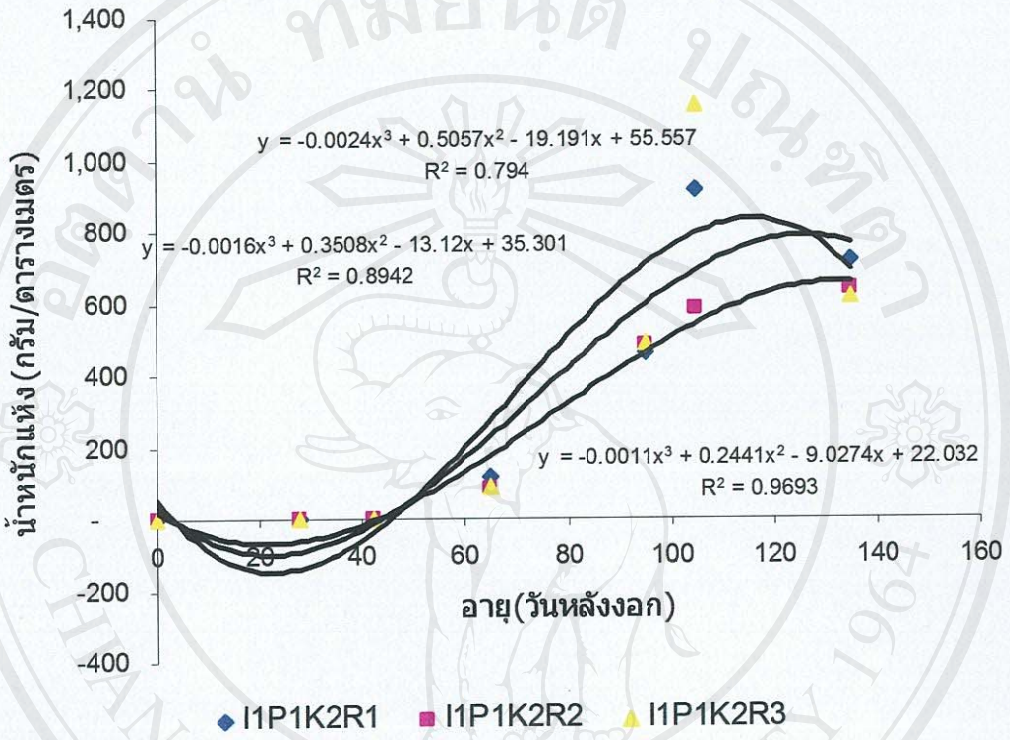
P= วิธีปลูก : P1= นาดำ P2=นาหว่าน

K= การใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์ K1=ใช้ K2=ไม่ใช้

R= ซ้ำ R1=ซ้ำที่ 1 R2=ซ้ำที่ 2 R3=ซ้ำที่ 3

ภาพภาคผนวกที่ 10 กราฟน้ำหนักแห้งสะสมของใบและต้นข้าวต่อพื้นที่ของข้าวนาดำที่มีการให้น้ำแบบน้ำขังตลอดฤดูและมีการใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



I=วิธีการให้น้ำ : I1=น้ำขังตลอดฤดู I2=น้ำขัง-ดินหมาด

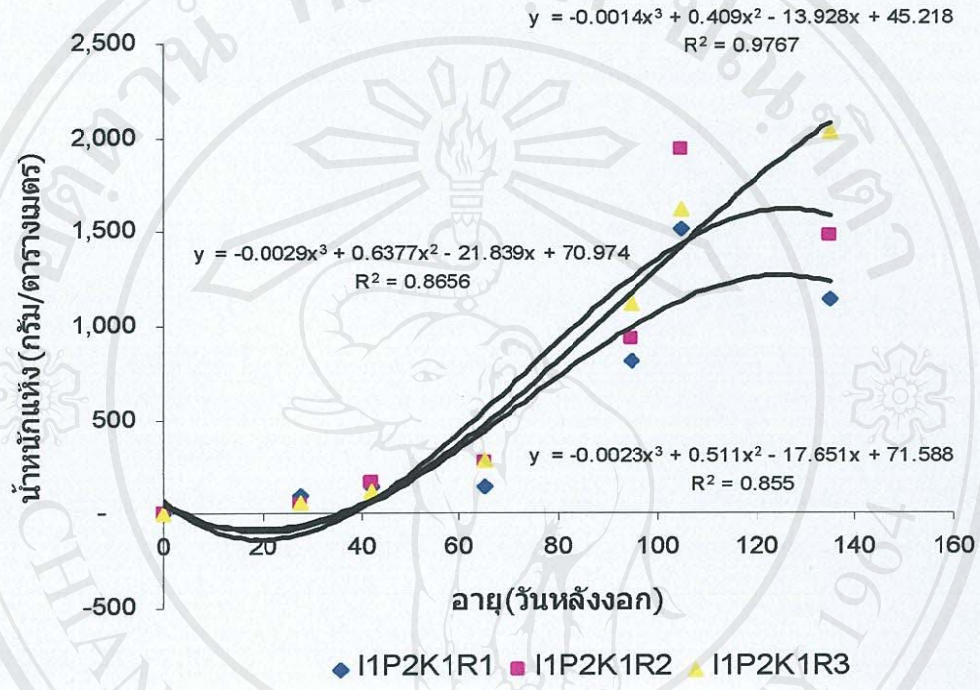
P= วิธีปลูก : P1= นาดำ P2=นาหว่าน

K= การใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์ K1=ใช้ K2=ไม่ใช้

R= ซ้ำ R1=ซ้ำที่ 1 R2=ซ้ำที่ 2 R3=ซ้ำที่ 3

ภาพภาคผนวกที่ 11 กราฟน้ำหนักแห้งสะสมของใบและต้นข้าวต่อพื้นที่ของข้าวนาดำที่มีการให้น้ำแบบน้ำขังตลอดฤดูและไม่มีการใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



I=วิธีการให้น้ำ : I1=น้ำขังตลอดฤดู I2=น้ำขัง-ดินหมาด

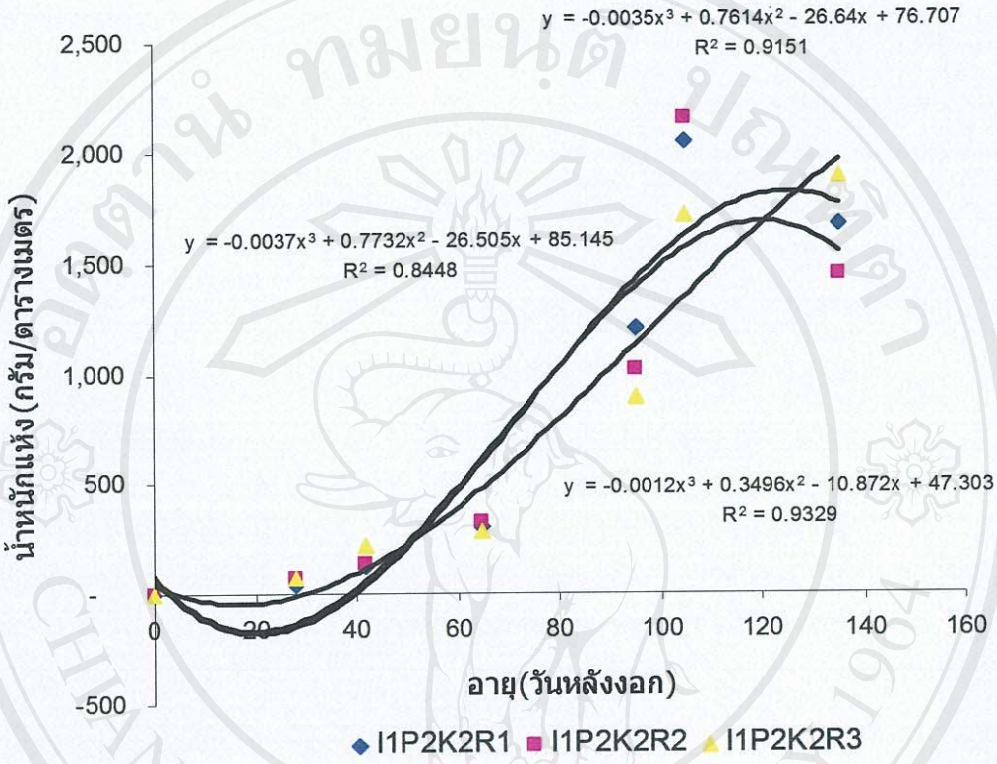
P= วิธีปลูก : P1= นาดำ P2=นาหว่าน

K= การใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์ K1=ใช้ K2=ไม่ใช้

R= ซ้ำ R1=ซ้ำที่ 1 R2=ซ้ำที่ 2 R3=ซ้ำที่ 3

ภาพภาคผนวกที่ 12 กราฟน้ำหนักแห้งสะสมของใบและต้นข้าวต่อพื้นที่ของข้าวนาหว่านที่มีการให้น้ำแบบน้ำขังตลอดฤดูและมีการใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



I=วิธีการให้น้ำ : I1=น้ำขังตลอดฤดู I2=น้ำขัง-ดินหมาด

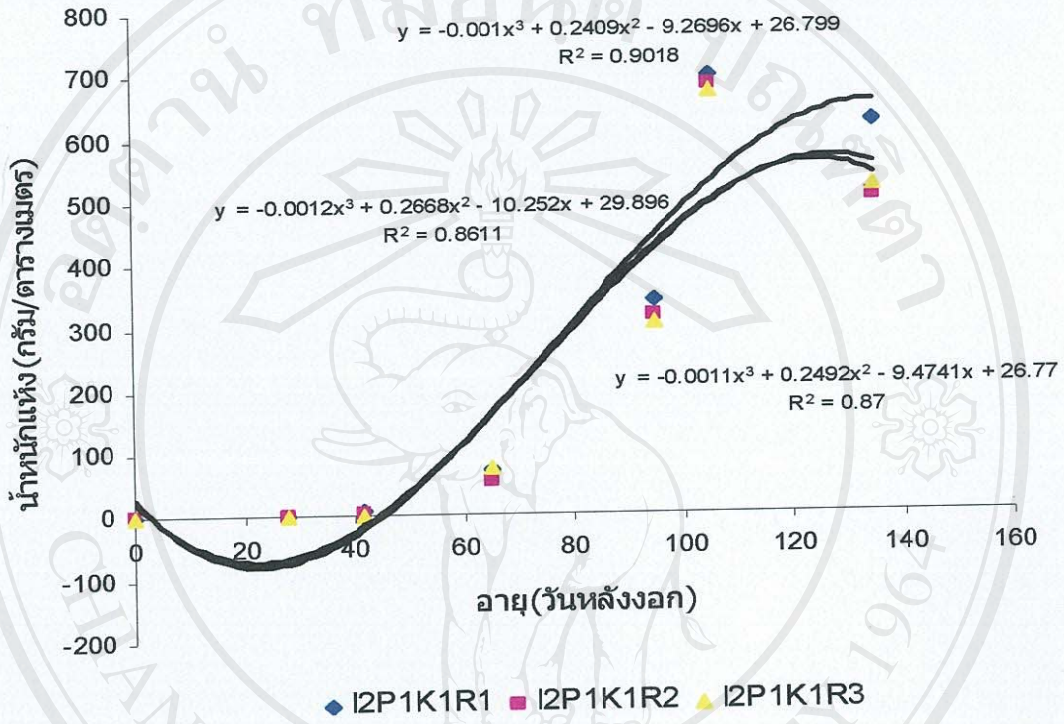
P= วิธีปลูก : P1= นาดำ P2=นาหว่าน

K= การใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์ K1=ใช้ K2=ไม่ใช้

R= ซ้ำ R1=ซ้ำที่ 1 R2=ซ้ำที่ 2 R3=ซ้ำที่ 3

ภาพภาคผนวกที่ 13 กราฟน้ำหนักแห้งสะสมของใบและต้นข้าวต่อพื้นที่ของข้าวนาหว่านที่มีการให้น้ำแบบน้ำขังตลอดฤดูและไม่มีการใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



I=วิธีการให้น้ำ : I1=น้ำขังตลอดฤดู I2=น้ำขัง-ดินหมาด

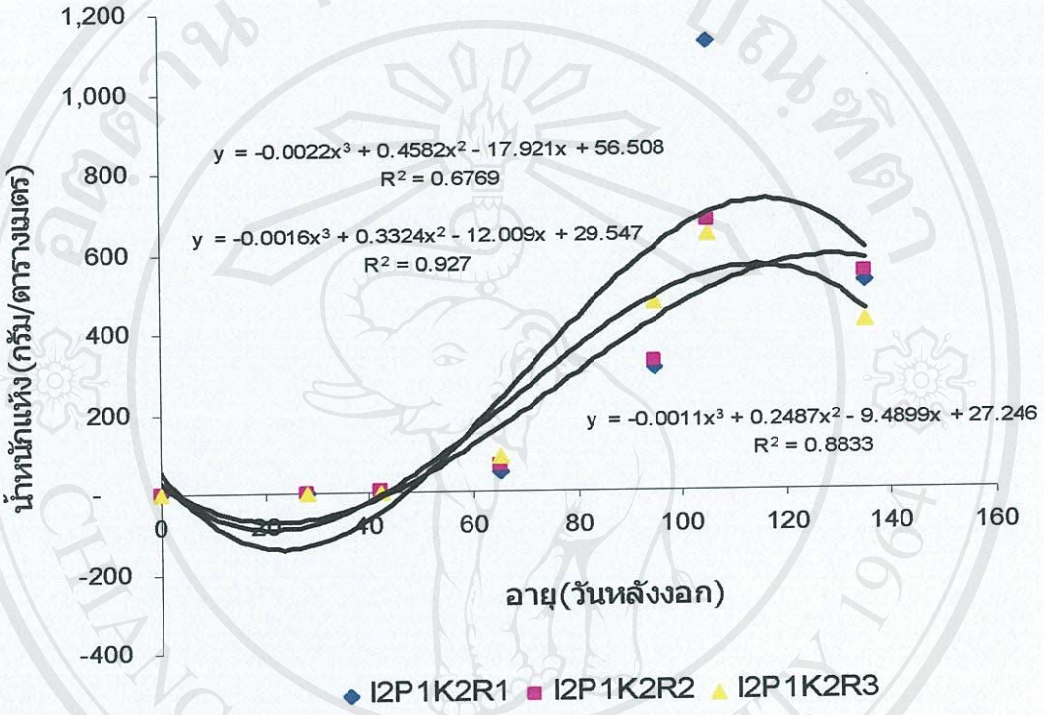
P= วิธีปลูก : P1= นาดำ P2=นาหว่าน

K= การใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์ K1=ใช้ K2=ไม่ใช้

R= ซ้ำ R1=ซ้ำที่ 1 R2=ซ้ำที่ 2 R3=ซ้ำที่ 3

ภาพภาคผนวกที่ 14 กราฟน้ำหนักแห้งสะสมของใบและต้นข้าวต่อพื้นที่ของข้าวนาดำที่มีการให้น้ำแบบน้ำขัง-ดินหมาดและมีการใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



I=วิธีการให้น้ำ : I1=น้ำขังตลอดฤดู I2=น้ำขัง-ดินหมาด

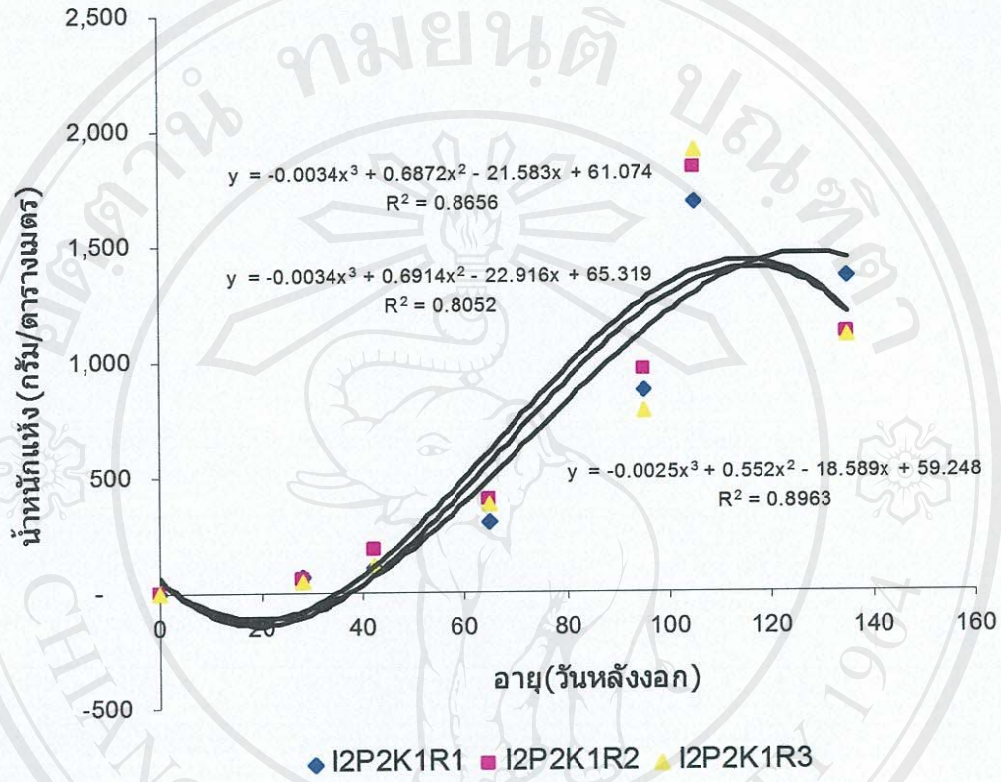
P= วิธีปลูก : P1= นาดำ P2=นาหว่าน

K= การใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์ K1=ใช้ K2=ไม่ใช้

R= ซ้ำ R1=ซ้ำที่ 1 R2=ซ้ำที่ 2 R3=ซ้ำที่ 3

ภาพภาคผนวกที่ 15 กราฟน้ำหนักแห้งสะสมของใบและต้นข้าวต่อพื้นที่ของ ข้าวนาดำที่มีการให้น้ำแบบน้ำขัง-ดินหมาดและไม่มีการใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



I=วิธีการให้น้ำ : I1=น้ำขังตลอดฤดู I2=น้ำขัง-ดินหมาด

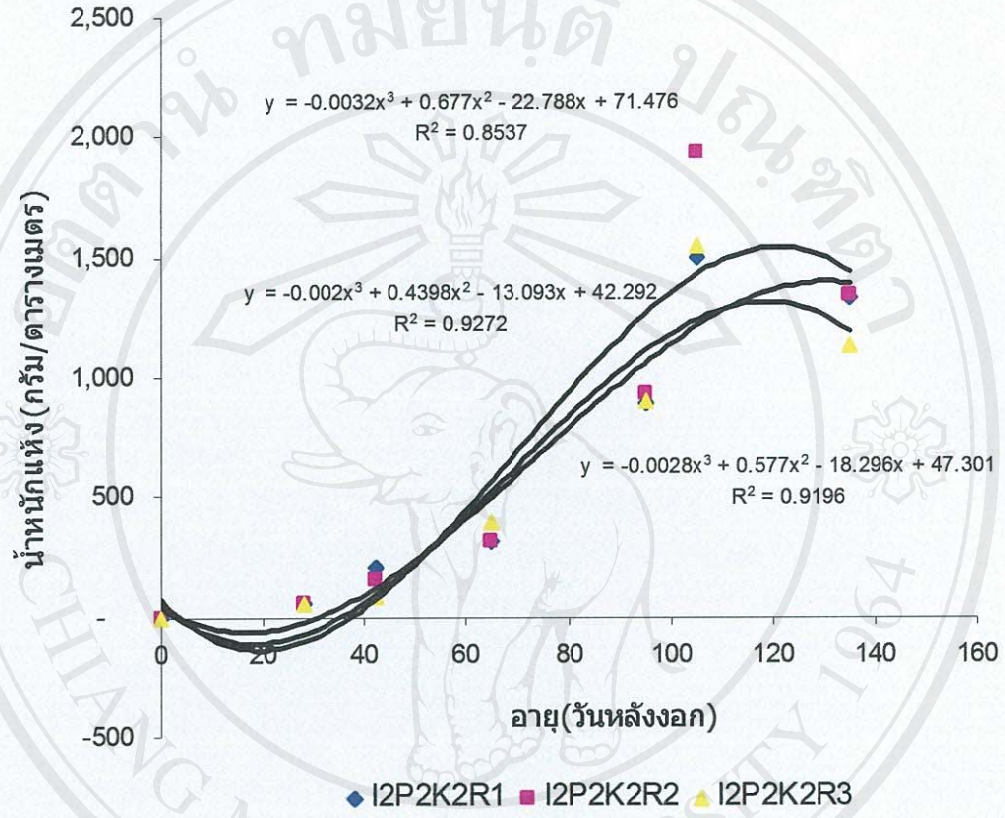
P= วิธีปลูก : P1= นาดำ P2=นาหว่าน

K= การใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์ K1=ใช้ K2=ไม่ใช้

R= ซ้ำ R1=ซ้ำที่ 1 R2=ซ้ำที่ 2 R3=ซ้ำที่ 3

ภาพภาคผนวกที่ 16 กราฟน้ำหนักแห้งสะสมของใบและต้นข้าวต่อพื้นที่ของข้าวนาหว่านที่มีการให้น้ำแบบน้ำขัง-ดินหมาดและมีการใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



I=วิธีการให้น้ำ : I1=น้ำขังตลอดฤดู I2=น้ำขัง-ดินหมาด

P= วิธีปลูก : P1= นาดำ P2=นาหว่าน

K= การใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์ K1=ใช้ K2=ไม่ใช้

R= ซ้ำ R1=ซ้ำที่ 1 R2=ซ้ำที่ 2 R3=ซ้ำที่ 3

ภาพภาคผนวกที่ 17 กราฟน้ำหนักแห้งสะสมของใบและต้นข้าวต่อพื้นที่ของข้าวนาหว่านที่มีการให้น้ำแบบน้ำขัง-ดินหมาดและไม่มีการใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค (ผลการวิเคราะห์ข้อมูล)

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของวันน้ำหนักแห้งสะสมของใบและต้นสูงสุด

Source of Variance	df	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	52.7500	26.3750	0.45	0.6906
Water management(B)	1	108.375	108.375	1.84	0.3077
A*B	2	117.750	58.8750		
Planting method(C)	1	7.04167	7.04167	0.23	0.6797
A*C	2	61.5833	30.7917		
B*C	1	30.3750	30.3750	0.64	0.5083
A*B*C	2	95.2500	47.6250		
Potassium iodide(D)	1	126.042	126.042	4.21	0.0742
B*D	1	15.0417	15.0417	0.50	0.4984
C*D	1	117.042	117.042	3.91	0.0833
B*C*D	1	22.0417	22.0417	0.74	0.4157
A*B*C*D	8	239.333	29.9167		
TOTAL	23	992.625			

CV = 4.0 %

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของน้ำหนักแห้งสะสมของใบและต้นสูงสุด

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	72941.3	36470.7	0.37	0.7316
Water management(B)	1	397932	397932	4.00	0.1834
A*B	2	198825	99412.5		
Planting method(C)	1	4704775	4704775	142.60	0.0069
A*C	2	65985.5	32992.8		
B*C	1	32866.8	32866.8	1.20	0.3878
A*B*C	2	54819.2	27409.6		
Potassium iodide(D)	1	3470.28	3470.28	0.22	0.6500
B*D	1	484.671	484.671	0.03	0.8645
C*D	1	14456.3	14456.3	0.93	0.3642
B*C*D	1	33863.2	33863.2	2.17	0.1791
A*B*C*D	8	124948	15618.5		
TOTAL	23	5705367			

CV = 10.8 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของน้ำหนักรวงข้าวระยะเก็บเกี่ยว

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	47238.2	23619.1	1.02	0.4954
Water management(B)	1	48036.4	48036.4	2.07	0.2867
A*B	2	46376.8	23188.4		
Planting method(C)	1	486268	486268	211.92	0.0047
A*C	2	4589.20	2294.60		
B*C	1	143.864	143.864	0.02	0.9076
A*B*C	2	16716.3	8358.17		
Potassium iodide(D)	1	3261.07	3261.07	0.46	0.5185
B*D	1	5118.18	5118.18	0.72	0.4221
C*D	1	25946.3	25946.3	3.63	0.0932
B*C*D	1	3236.87	3236.87	0.45	0.5200
A*B*C*D	8	57193.4	7149.17		
TOTAL	23	744124			

CV = 14.7 %

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อพื้นที่

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	7.26303	3.63152	0.19	0.8393
Water management(B)	1	74.3072	74.3072	3.92	0.1864
A*B	2	37.9358	18.9679		
Planting method(C)	1	557.674	557.674	422.16	0.0024
A*C	2	2.64203	1.32102		
B*C	1	5.05084	5.05084	0.56	0.5317
A*B*C	2	17.9776	8.98880		
Potassium iodide(D)	1	0.09754	0.09754	0.02	0.8836
B*D	1	0.40820	0.40820	0.10	0.7651
C*D	1	11.3850	11.3850	2.67	0.1411
B*C*D	1	1.01270	1.01270	0.24	0.6393
A*B*C*D	8	34.1588	4.26985		
TOTAL	23	749.913			

CV = 14.3 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อต้น

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	0.00436	0.00218	2.63	0.2756
Water management(B)	1	0.00120	0.00120	1.45	0.3514
A*B	2	0.00166	8.292E-04		
Planting method(C)	1	0.17510	0.17510	41.16	0.0234
A*C	2	0.00851	0.00425		
B*C	1	0.00454	0.00454	1.00	0.4226
A*B*C	2	0.00908	0.00454		
Potassium iodide(D)	1	0.00770	0.00770	3.45	0.1003
B*D	1	0.00120	0.00120	0.54	0.4837
C*D	1	3.750E-05	3.750E-05	0.02	0.9001
B*C*D	1	3.750E-05	3.750E-05	0.02	0.9001
A*B*C*D	8	0.01787	0.00223		
TOTAL	23	0.23130			

CV = 26.2 %

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของความสูงของข้าวระยะเก็บเกี่ยว

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	10.7566	5.37832	0.09	0.9195
Water management(B)	1	128.992	128.992	2.10	0.2844
A*B	2	122.878	61.4391		
Planting method(C)	1	5.92027	5.92027	0.88	0.4477
A*C	2	13.4866	6.74332		
B*C	1	151.202	151.202	2.01	0.2924
A*B*C	2	150.798	75.3992		
Potassium iodide(D)	1	0.42135	0.42135	0.01	0.9446
B*D	1	3.24135	3.24135	0.04	0.8472
C*D	1	36.0640	36.0640	0.44	0.5255
B*C*D	1	32.0628	32.0628	0.39	0.5489
A*B*C*D	8	654.889	81.8611		
TOTAL	23	1310.71			

CV = 6.8 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าว

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	2.46410	1.23205	0.93	0.5191
Water management(B)	1	2.83341	2.83341	2.13	0.2818
A*B	2	2.66025	1.33012		
Planting method(C)	1	320.040	320.040	1004.08	0.0010
A*C	2	0.63748	0.31874		
B*C	1	16.8947	16.8947	6.08	0.1325
A*B*C	2	5.55342	2.77671		
Potassium iodide(D)	1	4.97877	4.97877	1.55	0.2480
B*D	1	2.83341	2.83341	0.88	0.3748
C*D	1	0.67579	0.67579	0.21	0.6584
B*C*D	1	0.25898	0.25898	0.08	0.7835
A*B*C*D	8	25.6585	3.20731		
TOTAL	23	385.489			

CV = 4.3 %

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของจำนวนหน่อต่อพื้นที่ในระยะกล้า

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	6485.33	3242.67	0.55	0.6465
Water management(B)	1	1802.67	1802.67	0.30	0.6368
A*B	2	11861.3	5930.67		
Planting method(C)	1	7981067	7981067	2461.27	0.0004
A*C	2	6485.33	3242.67		
B*C	1	1802.67	1802.67	0.30	0.6368
A*B*C	2	11861.3	5930.67		
Potassium iodide(D)	1	1290.67	1290.67	0.02	0.8820
B*D	1	2400.00	2400.00	0.04	0.8397
C*D	1	1290.67	1290.67	0.02	0.8820
B*C*D	1	2400.00	2400.00	0.04	0.8397
A*B*C*D	8	439467	54933.3		
TOTAL	23	8468213			

CV = 37.5 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของจำนวนหน่อต่อพื้นที่ในระยะแตกกอ

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	12165.3	6082.67	0.30	0.7706
Water management(B)	1	1802.67	1802.67	0.09	0.7945
A*B	2	40869.3	20434.7		
Planting method(C)	1	5544971	5544971	518.67	0.0019
A*C	2	21381.3	10690.7		
B*C	1	1290.67	1290.67	0.07	0.8104
A*B*C	2	34597.3	17298.7		
Potassium iodide(D)	1	864.000	864.000	0.03	0.8673
B*D	1	266.667	266.667	0.01	0.9260
C*D	1	10.6667	10.6667	0.00	0.9852
B*C*D	1	10.6667	10.6667	0.00	0.9852
A*B*C*D	8	232064	29008.0		
TOTAL	23	5890293			

CV = 30.9 %

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของจำนวนหน่อต่อพื้นที่ในระยะกำเนิดช่อดอก

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	45385.6	22692.8	7.80	0.1137
Water management(B)	1	3060.04	3060.04	1.05	0.4130
A*B	2	5821.58	2910.79		
Planting method(C)	1	1606320	1606320	206.18	0.0048
A*C	2	15581.6	7790.79		
B*C	1	13113.4	13113.4	16.19	0.0566
A*B*C	2	1620.25	810.125		
Potassium iodide(D)	1	737.042	737.042	0.13	0.7284
B*D	1	11837.0	11837.0	2.08	0.1875
C*D	1	57.0417	57.0417	0.01	0.9228
B*C*D	1	18205.0	18205.0	3.19	0.1117
A*B*C*D	8	45586.3	5698.29		
TOTAL	23	1767325			

CV = 14.6 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของจำนวนหน่อต่อพื้นที่ในระยะตั้งท้อง

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	5717.33	2858.67	3.39	0.2277
Water management(B)	1	10250.7	10250.7	12.16	0.0733
A*B	2	1685.33	842.667		
Planting method(C)	1	479403	479403	45.49	0.0213
A*C	2	21077.3	10538.7		
B*C	1	39690.7	39690.7	7.74	0.1086
A*B*C	2	10261.3	5130.67		
Potassium iodide(D)	1	16224.0	16224.0	4.06	0.0788
B*D	1	17066.7	17066.7	4.27	0.0727
C*D	1	10250.7	10250.7	2.56	0.1481
B*C*D	1	2090.67	2090.67	0.52	0.4903
A*B*C*D	8	32000.0	4000.00		
TOTAL	23	645717			

CV = 12.7 %

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของจำนวนหน่อต่อพื้นที่ในระยะแทงรวง

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	2789.33	1394.67	0.23	0.8158
Water management(B)	1	10.6667	10.6667	0.00	0.9706
A*B	2	12357.3	6178.67		
Planting method(C)	1	661344	661344	101.18	0.0097
A*C	2	13072.0	6536.00		
B*C	1	3082.67	3082.67	0.56	0.5313
A*B*C	2	10949.3	5474.67		
Potassium iodide(D)	1	170.667	170.667	0.17	0.6892
B*D	1	3456.00	3456.00	3.48	0.0989
C*D	1	5162.67	5162.67	5.20	0.0520
B*C*D	1	682.667	682.667	0.69	0.4308
A*B*C*D	8	7936.00	992.000		
TOTAL	23	721013			

CV = 6.7 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของจำนวนหน่อต่อพื้นที่ในระยะเก็บเกี่ยว

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	8066.33	4033.17	0.52	0.6561
Water management(B)	1	26800.2	26800.2	3.48	0.2030
A*B	2	15392.3	7696.17		
Planting method(C)	1	58213.5	58213.5	35.14	0.0273
A*C	2	3313.00	1656.50		
B*C	1	12240.2	12240.2	3.89	0.1873
A*B*C	2	6292.33	3146.17		
Potassium iodide(D)	1	204.167	204.167	0.13	0.7241
B*D	1	73.5000	73.5000	0.05	0.8318
C*D	1	9361.50	9361.50	6.13	0.0383
B*C*D	1	1.50000	1.50000	0.00	0.9758
A*B*C*D	8	12213.3	1526.67		
TOTAL	23	152172			

CV = 12.6 %

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของจำนวนรวงต่อพื้นที่ในระยะเก็บเกี่ยว

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	2202.33	1101.17	0.11	0.8996
Water management(B)	1	19837.5	19837.5	2.01	0.2920
A*B	2	19741.0	9870.50		
Planting method(C)	1	54340.2	54340.2	80.48	0.0122
A*C	2	1350.33	675.167		
B*C	1	5581.50	5581.50	1.35	0.3655
A*B*C	2	8281.00	4140.50		
Potassium iodide(D)	1	368.167	368.167	0.21	0.6584
B*D	1	937.500	937.500	0.54	0.4848
C*D	1	4648.17	4648.17	2.66	0.1416
B*C*D	1	228.167	228.167	0.13	0.7272
A*B*C*D	8	13980.0	1747.50		
TOTAL	23	131496			

CV = 15.3 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของจำนวนเมล็ดดีต่อรวง

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	102.011	51.0054	0.57	0.6371
Water management(B)	1	1.45042	1.45042	0.02	0.9104
A*B	2	179.063	89.5317		
Planting method(C)	1	3896.40	3896.40	199.48	0.0050
A*C	2	39.0658	19.5329		
B*C	1	146.520	146.520	1.42	0.3552
A*B*C	2	205.923	102.962		
Potassium iodide(D)	1	12.0417	12.0417	0.10	0.7649
B*D	1	122.854	122.854	0.98	0.3520
C*D	1	7.26000	7.26000	0.06	0.8162
B*C*D	1	14.5704	14.5704	0.12	0.7424
A*B*C*D	8	1006.41	125.801		
TOTAL	23	5733.57			

CV = 14.4 %

ตารางภาคผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของน้ำหนัก 1000 เมล็ด

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	2.75723	1.37861	4.17	0.1934
Water management(B)	1	0.01815	0.01815	0.05	0.8365
A*B	2	0.66107	0.33054		
Planting method(C)	1	7.10682	7.10682	4.98	0.1553
A*C	2	2.85281	1.42640		
B*C	1	2.69340	2.69340	4.23	0.1760
A*B*C	2	1.27313	0.63656		
Potassium iodide(D)	1	3.31527	3.31527	5.56	0.0461
B*D	1	0.01402	0.01402	0.02	0.8819
C*D	1	0.00735	0.00735	0.01	0.9143
B*C*D	1	0.32667	0.32667	0.55	0.4803
A*B*C*D	8	4.76870	0.59609		
TOTAL	23	25.7946			

CV = 2.8 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 18 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของจำนวนเมล็ดลีบต่อรวง

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	49.0052	24.5026	4.49	0.1822
Water management(B)	1	1.08375	1.08375	0.20	0.6995
A*B	2	10.9144	5.45719		
Planting method(C)	1	319.740	319.740	67.58	0.0145
A*C	2	9.46313	4.73156		
B*C	1	2.80167	2.80167	0.06	0.8295
A*B*C	2	93.5715	46.7857		
Potassium iodide(D)	1	5.51042	5.51042	1.05	0.3348
B*D	1	8.52042	8.52042	1.63	0.2377
C*D	1	4.00167	4.00167	0.76	0.4073
B*C*D	1	75.6150	75.6150	14.45	0.0052
A*B*C*D	8	41.8625	5.23281		
TOTAL	23	622.090			

CV = 14.4 %

ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของผลผลิตข้าวเปลือก

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	32228.4	16114.2	1.37	0.4211
Water management(B)	1	5502.48	5502.48	0.47	0.5640
A*B	2	23444.6	11722.3		
Planting method(C)	1	154799	154799	13.17	0.0682
A*C	2	23502.0	11751.0		
B*C	1	101416	101416	41.94	0.0230
A*B*C	2	4835.81	2417.90		
Potassium iodide(D)	1	314.795	314.795	0.01	0.9108
B*D	1	6038.22	6038.22	0.26	0.6261
C*D	1	15259.1	15259.1	0.65	0.4439
B*C*D	1	3557.53	3557.53	0.15	0.7075
A*B*C*D	8	188242	23530.2		
TOTAL	23	559139			

CV = 29.3 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของเปอร์เซนต์ข้าวต้น

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	7.60631	3.80315	0.06	0.9437
Water management(B)	1	33.0645	33.0645	0.52	0.5462
A*B	2	127.475	63.7374		
Planting method(C)	1	474.637	474.637	118.82	0.0083
A*C	2	7.98916	3.99458		
B*C	1	30.9401	30.9401	3.91	0.1867
A*B*C	2	15.8409	7.92045		
Potassium iodide(D)	1	17.3230	17.3230	1.75	0.2219
B*D	1	49.5075	49.5075	5.01	0.0555
C*D	1	53.7303	53.7303	5.44	0.0480
B*C*D	1	3.21934	3.21934	0.33	0.5837
A*B*C*D	8	78.9861	9.87327		
TOTAL	23	900.319			

CV = 5.8 %

ตารางภาคผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของเปอร์เซนต์ข้าวสาร

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	1.65291	0.82645	0.07	0.9310
Water management(B)	1	5.27344	5.27344	0.47	0.5628
A*B	2	22.3130	11.1565		
Planting method(C)	1	7.83184	7.83184	2.40	0.2613
A*C	2	6.52068	3.26034		
B*C	1	5.19870	5.19870	70.23	0.0139
A*B*C	2	0.14806	0.07403		
Potassium iodide(D)	1	8.38984	8.38984	24.78	0.0011
B*D	1	4.97770	4.97770	14.70	0.0050
C*D	1	7.80900	7.80900	23.06	0.0014
B*C*D	1	0.00150	0.00150	0.00	0.9485
A*B*C*D	8	2.70880	0.33860		
TOTAL	23	72.8255			

CV = 0.9 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 22 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของเปอร์เซนต์ข้าวกล้อง

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	0.23477	0.11739	0.07	0.9303
Water management(B)	1	2.66667	2.66667	1.70	0.3221
A*B	2	3.13591	1.56795		
Planting method(C)	1	7.77482	7.77482	3.61	0.1980
A*C	2	4.31256	2.15628		
B*C	1	0.05042	0.05042	0.17	0.7234
A*B*C	2	0.60836	0.30418		
Potassium iodide(D)	1	0.25627	0.25627	0.74	0.4151
B*D	1	0.28167	0.28167	0.81	0.3939
C*D	1	1.20602	1.20602	3.48	0.0992
B*C*D	1	0.23602	0.23602	0.68	0.4334
A*B*C*D	8	2.77513	0.34689		
TOTAL	23	23.5386			

CV = 0.8 %

ตารางภาคผนวกที่ 23 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวกล้อง

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	0.04566	0.02283	0.47	0.6822
Water management(B)	1	0.01870	0.01870	0.38	0.5997
A*B	2	0.09801	0.04900		
Planting method(C)	1	4.02620	4.02620	796.61	0.0013
A*C	2	0.01011	0.00505		
B*C	1	0.00400	0.00400	0.07	0.8171
A*B*C	2	0.11566	0.05783		
Potassium iodide(D)	1	0.01260	0.01260	0.23	0.6465
B*D	1	0.23800	0.23800	4.29	0.0722
C*D	1	0.10270	0.10270	1.85	0.2109
B*C*D	1	0.11344	0.11344	2.04	0.1907
A*B*C*D	8	0.44410	0.05551		
TOTAL	23	5.22920			

CV = 9.5 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 24 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของความแข็งของเมล็ดข้าวกล้อง

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	42.0308	21.0154	2.12	0.3204
Water management(B)	1	1.87042	1.87042	0.19	0.7063
A*B	2	19.8158	9.90792		
Planting method(C)	1	21.8504	21.8504	0.83	0.4589
A*C	2	52.7858	26.3929		
B*C	1	0.09375	0.09375	0.02	0.9073
A*B*C	2	10.8175	5.40875		
Potassium iodide(D)	1	1.76042	1.76042	0.11	0.7438
B*D	1	13.6504	13.6504	0.89	0.3737
C*D	1	0.22042	0.22042	0.01	0.9077
B*C*D	1	1.65375	1.65375	0.11	0.7514
A*B*C*D	8	123.030	15.3788		
TOTAL	23	289.580			

CV = 6.3 %

ตารางภาคผนวกที่ 25 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวกล้อง

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	2.03331	1.01665	9.23	0.0978
Water management(B)	1	4.37760	4.37760	39.72	0.0243
A*B	2	0.22041	0.11020		
Planting method(C)	1	3.35254	3.35254	25.12	0.0376
A*C	2	0.26688	0.13344		
B*C	1	9.375E-04	9.375E-04	0.01	0.9485
A*B*C	2	0.35258	0.17629		
Potassium iodide(D)	1	0.09004	0.09004	0.44	0.5265
B*D	1	0.87784	0.87784	4.27	0.0725
C*D	1	0.00184	0.00184	0.01	0.9270
B*C*D	1	0.21094	0.21094	1.03	0.3406
A*B*C*D	8	1.64330	0.20541		
TOTAL	23	13.4282			

CV = 5.1 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 26 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของปริมาณโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวกล้อง

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	578.809	289.405	0.99	0.5033
Water management(B)	1	1090.53	1090.53	3.72	0.1936
A*B	2	586.574	293.287		
Planting method(C)	1	288.982	288.982	2.34	0.2656
A*C	2	246.789	123.395		
B*C	1	1.28807	1.28807	0.01	0.9398
A*B*C	2	353.724	176.862		
Potassium iodide(D)	1	0.97607	0.97607	0.01	0.9194
B*D	1	4.36907	4.36907	0.05	0.8307
C*D	1	19.7654	19.7654	0.22	0.6511
B*C*D	1	0.38002	0.38002	0.00	0.9497
A*B*C*D	8	716.659	89.5824		
TOTAL	23	3888.85			

CV = 4.6 %

ตารางภาคผนวกที่ 27 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของปริมาณไอโอดีนในเมล็ดข้าวกล้อง

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	0.77843	0.38922	0.48	0.6758
Water management(B)	1	7.74070	7.74070	9.54	0.0908
A*B	2	1.62263	0.81132		
Planting method(C)	1	3.67384	3.67384	1.42	0.3557
A*C	2	5.17530	2.58765		
B*C	1	0.28384	0.28384	3.21	0.2149
A*B*C	2	0.17670	0.08835		
Potassium iodide(D)	1	1.02920	1.02920	3.61	0.0938
B*D	1	0.02344	0.02344	0.08	0.7815
C*D	1	0.49020	0.49020	1.72	0.2259
B*C*D	1	0.01760	0.01760	0.06	0.8099
A*B*C*D	8	2.27800	0.28475		
TOTAL	23	23.2899			

CV = 12.6 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 28 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ(analysis of variance) ของปริมาณอมิโลสในเมล็ดข้าวกล้อง

Source of Variance	DF	SS	MS	F	P
Replication(A)	2	0.35613	0.17807	0.04	0.9660
Water management(B)	1	2.78529	2.78529	0.55	0.5356
A*B	2	10.1281	5.06405		
Planting method(C)	1	7.78620	7.78620	2.97	0.2271
A*C	2	5.24925	2.62463		
B*C	1	2.87180	2.87180	1.04	0.4149
A*B*C	2	5.51651	2.75826		
Potassium iodide(D)	1	2.49873	2.49873	5.14	0.0532
B*D	1	0.85882	0.85882	1.77	0.2205
C*D	1	0.07684	0.07684	0.16	0.7014
B*C*D	1	1.03917	1.03917	2.14	0.1820
A*B*C*D	8	3.89080	0.48635		
TOTAL	23	43.0576			

CV = 4.2 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	พิมประไพ สุขใส
วัน เดือน ปีเกิด	2 มกราคม 2502
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาตอนต้นและตอนปลายโรงเรียนโกวิทธำรงปีการศึกษา2514
	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนดาราวิทยาลัย ปีการศึกษา 2517
	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนปรินสรอยแยลวิทยาลัยปีการศึกษา 2519
	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์ วิชาเอกพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2523
ประวัติการทำงาน	รับราชการสังกัดวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีตาก สำนักงานการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ตั้งแต่ เดือน พฤษภาคม 2525 จนถึงปัจจุบัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved