ตารางภาคผนวกที่ 1 การเจริญของต้นลองกองกิ่งตอนหลังปลูกอายุ 1 ปี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนตุลาคม 2543

ตัวแปร	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.)	3.71±0.52	3.71±0.52	3.80±0.57	3.80±0.57	3.81±0.57	3.84±0.60	3.84±0.60	3.92±0.64	3.96±0.66
จำนวนกิ่ง	13.44±5.73	13.44±5.73	17.22±7.28	18.22±6.87	19.78±7.00	21.11±7.59	22.22±8.63	23.33±10.25	27.78±14.3
จำนวนใบประกอบ	45.33±18.42	45.33±18.42	65.44±32.36	60.44±29.84	55.44±26.11	52.22±26.25	53.44±26.76	60.89±27.98	67.22±33.82
ความสูงต้น (ซม.)	190.63±25.51	190.63±25.51	190.63±25.51	193.13±27.61	193.33±24.62	193.33±24.47	193.33±22.56	197.50±24.12	199.17±20.78
พื้นที่ใบ (ตร.ม.)	1.68±0.84	1.68±0.84	2.90±1.46	2.67±1.36	2.54±1.32	2.66±1.45	2.60±1.46	3.29±1.60	3.46±1.83

ค่าเฉลี่ยของตัวแปร ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละเดือน

ตารางภาคผนวกที่ 2 ความยาวรากในแนวระนาบของต้นลองกองกิ่งตอนหลังปลูกอายุ 1 ปี ระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนสิงหาคม 2543

ตัวแปร	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.
ความยาวราก (ซม.)	211.25±87.29	222.50±64.13	182.00±40.42	217.63±59.38	210.88±73.14	160.75±81.57	128.75±74.92	143.50±66.05

ค่าเฉลี่ยของตัวแปร ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละเดือน

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลของระยะเวลาการใส่ปุ๋ยต่อความยาวรากในแนวระนาบของต้นลองกอง

ระยะเวลาการใส่ปุ๋ย	ความยาวราก (ซม./10x10 ตร.ซม.)				
	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
ควบคุม	25.07	24.36 ab	22.16 ab	23.42 ab	25.15 c
1 สัปดาห์	24.12	17.03 b	16.22 b	17.92 b	11.39 c
3 สัปดาห์	26.48	29.70 a	30.65 a	38.97 a	91.26 a
5 สัปดาห์	35.36	33.32 a	26.40 ab	28.13 ab	62.63 b
F-test	ns	*	*	**	**
C.V. (%)	38.25	32.64	40.24	37.32	26.95

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรแตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

** แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ $P \leq 0.01$

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลของการตัดแต่งรากต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบลองกอง

ทรีตเมนต์	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%)							
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
ไม่ตัดแต่งราก	16.38 ab	25.06	16.41	7.74 b	11.96 b	18.41 c	29.8 a	7.02 b
ตัดแต่งราก 12.5%	14.45 b	32.91	27.71	9.25 ab	14.81 ab	34.59 b	24.48 b	8.38 ab
ตัดแต่งราก 25%	15.20 b	31.76	27.62	11.06 a	18.52 a	44.95 a	29.30 a	10.64 a
ตัดแต่งราก 50%	22.17 a	34.27	31.64	8.57 ab	16.73 ab	41.81 a	25.88 ab	9.94 a
F-test	*	ns	ns	**	**	**	*	*
C.V. (%)	18.41	24.0	30.06	10.82	11.94	7.19	7.85	15.27

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรแตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

** แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ $P \leq 0.01$

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลของการตัดแต่งรากต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในใบลองกอง

ทรีตเมนต์	ปริมาณไนโตรเจน (%)							
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
ไม่ตัดแต่งราก	1.69	1.68	1.75	1.96	1.73	2.07	2.42	2.82
ตัดแต่งราก 12.5%	1.79	1.64	1.74	1.81	1.85	2.03	2.21	2.77
ตัดแต่งราก 25%	1.70	1.64	1.78	1.66	1.92	2.30	2.68	2.86
ตัดแต่งราก 50%	1.76	1.70	1.77	1.85	2.08	2.40	2.74	2.94
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.62	7.66	9.09	8.69	8.99	14.78	22.23	6.54

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรแตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลของการตัดแต่งรากต่อการเปลี่ยนแปลง C:N ratio ในใบลองกอง

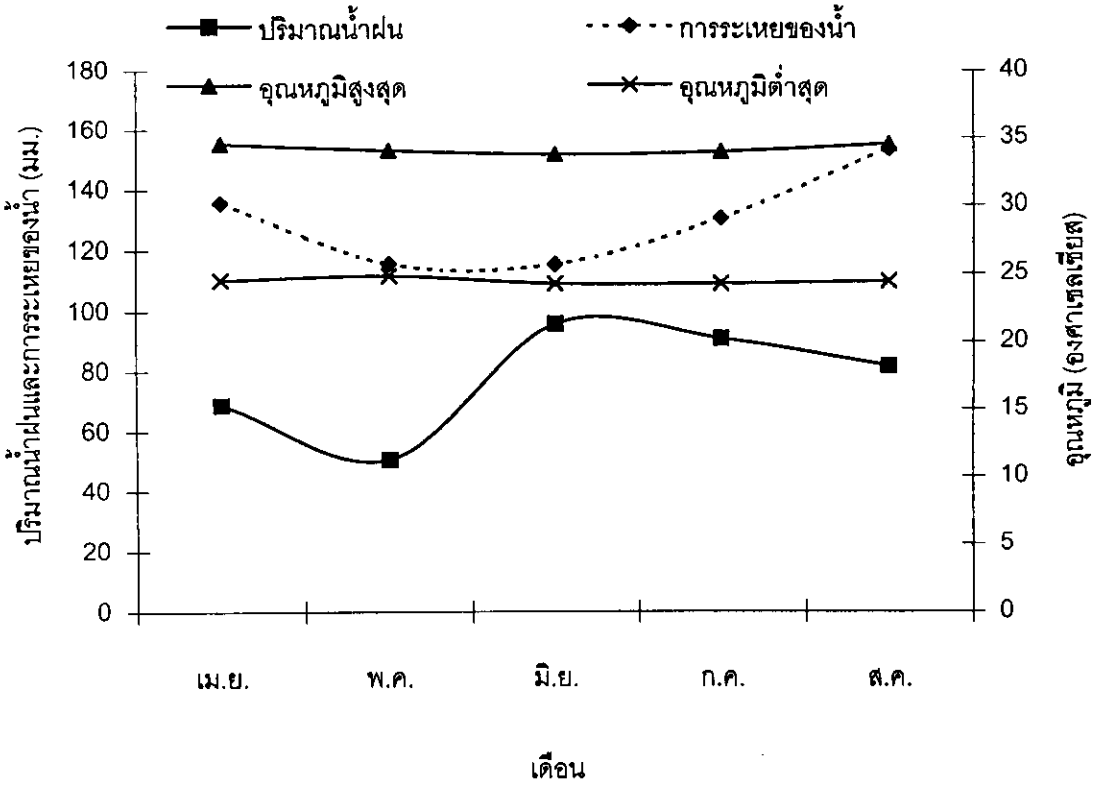
ทรีตเมนต์	ปริมาณ C:N							
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
ไม่ตัดแต่งราก	9.68 ab	14.83	9.22	3.92 b	7.02 b	8.98 b	12.67	2.51 b
ตัดแต่งราก 12.5%	8.39 b	20.07	16.06	5.14 b	8.05 ab	17.15 a	11.15	3.03 ab
ตัดแต่งราก 25%	8.98 b	19.66	15.87	6.68 a	9.69 a	19.68 a	11.02	3.72 a
ตัดแต่งราก 50%	12.56 a	20.23	17.93	4.63 b	8.04 ab	17.86 a	10.11	3.42 ab
F-test	*	ns	ns	**	*	**	ns	*
C.V. (%)	15.84	25.86	32.75	8.99	14.42	15.96	19.06	17.82

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรแตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

** แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ $P \leq 0.01$

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพภาคผนวกที่ 1 ปริมาณน้ำฝน การระเหยของน้ำ อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด ในช่วงการฉีดพ่นสารเคมีต่อการแตกยอดของต้นลองกอง ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคม ปี 2544 จากสถานีตรวจอากาศศูนย์วิจัยยางสงขลา ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

การวิเคราะห์ปริมาตรคาร์โบไฮเดรต (Total Nonstructural Carbohydrate) โดยวิธี Clegg Anthorone Method

การเตรียมสารเคมี

1. เตรียมกรดเปอร์คลอริก 52% จากกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น (sp.gr. 1.70) ปริมาตร 270 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร หลังจากนั้นรอให้สารเย็นก่อนนำไปใช้
2. เตรียมกรดซัลฟุริก จากกรดซัลฟุริกเข้มข้น ปริมาตร 760 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 330 มิลลิลิตร หลังจากนั้นรอให้สารเย็นก่อนนำไปใช้
3. เตรียมตัวทำปฏิกิริยา โดยใช้กรดซัลฟุริกที่เตรียมไว้ นำไปเตรียม anthrone 0.1% ซึ่งต้องเตรียมสารละลายใหม่ทุกครั้งที่ใช้ทำการทดลอง
4. เตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐาน จากกลูโคส 100 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
5. เตรียมสารละลายกลูโคสเจือจางมาตรฐาน จากสารละลายกลูโคสมาตรฐานข้อ 4. ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร (1 มิลลิลิตร = 0.1 มิลลิกรัมกลูโคส)

การเตรียมสารละลายตัวอย่างพืช

1. นำตัวอย่างแห้งบดละเอียด 1.0 กรัม ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนจนกระทั่งเป็นเนื้อเดียวกัน
3. เติมกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น 52% ปริมาตร 13 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้เป็นเนื้อเดียวกัน อย่างน้อย 20 นาที
4. หลังจากนั้นปรับปริมาตรสารละลายตัวอย่างเป็น 100 มิลลิลิตร
5. นำสารละลายตัวอย่างกรองด้วยกระดาษกรอง ในขวดปรับปริมาตร 250 มิลลิลิตร
6. ล้างขวดปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น หลังจากนั้นเทสารละลายลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
7. ปรับปริมาตรสารละลายตัวอย่างจนมีปริมาตร 250 มิลลิลิตร

ขั้นตอนการทดสอบ

1. นำสารละลายตัวอย่างมาเจือจาง โดยใช้ปริมาณสารละลาย 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร
2. ดูดสารละลายตัวอย่างเจือจางปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง
3. เตรียม blank โดยใช้น้ำกลั่นปริมาตร 1 มิลลิลิตร และสารละลายกลูโคสเจือจาง ปริมาตร 1 มิลลิลิตร อย่างละ 2 หลอด
4. เติมสารละลาย anthrone reagent ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ทุกหลอด ปิดฝาแล้วเขย่าให้สารละลายรวมกันเป็นสีใส
5. นำสารละลายที่ได้ไปต้มในน้ำเดือดนาน 12 นาที จากนั้นทำให้เย็นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส)
6. นำสารละลายที่ได้จากข้อ 6. วัดการดูดซับแสง (absorption) ที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตร

การคำนวณ

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต = (25 x b) / (a x W)

a = ค่าดูดกลืนแสงของกลูโคสเจือจาง

b = ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่างพืช

W = น้ำหนักตัวอย่างพืช (กรัม)

การวิเคราะห์ไนโตรเจน (Total Nitrogen : TN) โดยวิธี Kjeldahl Method

การย่อยตัวอย่าง

การเตรียมสารเคมี

1. กรดย่อย (Digestion acid) ซึ่งประกอบด้วย 25% salicylic acid ($C_7H_6O_3$) ใน H_2SO_4(conc)
2. Catalyst tablet ซึ่งใน catalyst 1 กรัม ประกอบด้วย 1% selenium
3. Sodium thiosulfate ($Na_2S_2O_3.5H_2O$)
4. น้ำมันก๊าด

วิธีการย่อยตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างพืชที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ปริมาณ 200-300 มิลลิกรัม ใส่ในหลอดทดลอง ย่อย (Kjeldahl digestion tube) ใส่ Catalyst tablet 1 เม็ดต่อหนึ่งหลอด เติม glass beat ขนาด 2 มิลลิเมตร 3-4 เม็ด เติมกรดย่อยปริมาตร 5 มิลลิลิตร โดยพยายามล้างให้เศษพืชที่ติดอยู่ข้างหลอดลงไปให้หมด เขย่าให้เข้ากันด้วย vertex mixer วางทิ้งไว้ 20 นาที เติม Sodium thiosulfate ประมาณ 0.5 กรัม เพื่อเปลี่ยนรูปไนโตรเจนที่อยู่ในรูปไนเตรทเป็นแอมโมเนีย เขย่าให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ 1 คืน หรืออย่างน้อย 2 ชั่วโมง เติมน้ำมันก๊าด 2-3 หยด นำไปย่อยในบล็อคย่อย ค่อย ๆ เพิ่มความร้อนจนอุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส การย่อยสิ้นสุดเมื่อสารละลายที่ได้ใส วางทิ้งไว้จนเย็น สารละลายที่ได้สามารถนำไปวิเคราะห์ N, P และ K กรณีวิเคราะห์เฉพาะ N ไม่จำเป็นต้องปรับปริมาตร ส่วนที่ต้องการวิเคราะห์ N และ P ด้วย จะต้องปรับปริมาตรด้วยน้ำที่ปราศจากไอออนเป็น 100 หรือ 75 มิลลิลิตร และควรใช้ปริมาณตัวอย่างเพิ่มขึ้นอาจเป็น 0.5-1.0 กรัม ทำ blank โดยไม่ใส่ตัวอย่างพืชที่เราทราบความเข้มข้นของธาตุที่วิเคราะห์เพื่อเป็นตัวทดสอบ (reference sample)

การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน

การเตรียมสารเคมี

1. กรดย่อย : 25% Salicylic acid ($C_7H_6O_3$) ใน H_2SO_4 (conc)
2. สารละลาย 40%NaOH (w/v) : ละลาย NaOH ปริมาณ 400 กรัม ในน้ำที่ปราศจากไอออน ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร ควรเตรียมในตู้ควัน
3. Mixed indicator : metyl red 0.066 กรัม และ bromocresol green 0.099 กรัม ใน 95%ethanol ปริมาณ 80 มิลลิลิตร ปรับสีอินดิเคเตอร์ผสมนี้ให้เป็นสีเขียว (pH ประมาณ 4.2) ด้วย 0.1 M NaOH ปรับปริมาตรด้วย 95% ethanol
4. สารละลาย 4%H_3BO_3 (w/v) : ละลาย H_3BO_3 ปริมาณ 80 กรัม ในน้ำปราศจากไอออนประมาณ 1,800 มิลลิลิตร อาจให้ความร้อนขณะที่ละลายเพื่อให้การละลายเร็วขึ้น เติม mixed indicator 2.5 มิลลิลิตร จะได้สารละลายสีแดงอมม่วง ปรับปริมาตรด้วยน้ำที่ปราศจากไอออนเป็น 2,000 มิลลิลิตร
5. สารละลายมาตรฐาน Na_2CO_3 0.05N: ละลาย Na_2CO_3 ซึ่งผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปริมาณ 5.2994 กรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำที่ปราศจากไอออน
6. สารละลายกรด H_2SO_4 5 N : ใส่น้ำที่ปราศจากไอออนลงใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปิเปต H_2SO_4 เข้มข้น (98%) 13.59 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำ
7. สารละลายมาตรฐานกรด H_2SO_4 เจือจางสารละลายกรดในข้อ 6. ใน Volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร โดยใช้สารละลายกรด 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำที่ปราศจากไอออน จะได้สารละลายกรด ความเข้มข้นประมาณ 0.05 N ทำการ Standardize ด้วยสารละลายมาตรฐาน Na_2CO_3 โดยปิเปตมา 5 มิลลิลิตร ใส่ใน Erlenmyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร หยด methyl red 2-3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายกรด H_2SO_4 0.05 N เมื่อถึงจุดยุติ (end point) สารละลายจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีชมพูอมส้ม นำสารละลายใน Erlenmyer flask ไปวางบน hot plate เพื่อไล่ CO ถ้าสารละลาย เปลี่ยนเป็นสีเหลืองให้ไทเทรตต่อ บันทึกปริมาตรของกรดทั้งหมดที่ใช้ คำนวณความเข้มข้นที่แน่นอนของกรด H_2SO_4 โดยใช้สูตร $N_1V_1=N_2V_2$ เมื่อ N_1 และ V_1= ความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน Na_2CO_3 ส่วน N_2 และ V_2 = ความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายกรด H_2SO_4

วิธีการวิเคราะห์

1. ย่อยตัวอย่างด้วยกรดผสมด้วยสารเคมีข้อ 1 โดยใช้ตัวอย่างพืช 0.2 กรัม กรดย่อย 5 มิลลิลิตร และเตรียม blank โดยย่อยกรดพร้อม ๆ กับตัวอย่างพืช โดยไม่ใส่ตัวอย่าง

2 กลั่นและไทเตรทหาปริมาณ NH^{4+}-N

2.1 ตวงสารละลาย 4%H_3BO_3 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ใน Erlenmyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปวางใต้ก้าน condenser โดยให้ปลายก้านจุ่มอยู่ใต้สารละลาย

2.2 กรณีใช้สารละลายที่ได้จากการย่อยทั้งหมดหาไนโตรเจน ให้เติมน้ำที่ปราศจากไอออนลงไปประมาณ 20 มิลลิเมตร

2.3 เติมสารละลาย 40%NaOH ลงไปในหลอดกลั่นประมาณ 75 มิลลิลิตร เปิดเครื่องกลั่นถ้ามีไนโตรเจน สารละลาย H_3BO_3 ใน Erlenmyer flask จะเปลี่ยนจากสีแดงม่วงเป็นสีเขียว กลั่นให้ได้สารละลายประมาณ 150 มิลลิลิตร หรือประมาณ 5 นาที จึงดึง Erlenmyer flask ออกจากก้าน condenser ปิดเครื่องกลั่น

2.4 นำสารละลายที่ได้ใน Erlenmyer flask จากข้อ 2.3 มาไทเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานกรด H_2SO_4 บันทึกปริมาตรสารละลายกรดที่ใช้

การคำนวณ

เมื่อไทเตรทถึงจุดยุติ มิลลิกรัมสมมูลของกรดเท่ากับมิลลิกรัมสมมูลของไนโตรเจนในสารละลาย H_3BO_3

ไนโตรเจนในสารละลาย	= NxV	มิลลิกรัมสมมูล
ไนโตรเจน 1 มิลลิกรัมสมมูล	= 14	มิลลิกรัม
ไนโตรเจน NxV มิลลิกรัมสมมูล	= 14xNxV	มิลลิกรัม
ตัวอย่างพืชหนัก W มิลลิกรัม มีไนโตรเจน	= 14xNxV	มิลลิกรัม
ตัวอย่างพืชหนัก 100 มิลลิกรัม มีไนโตรเจน	=14xNxVx100/W	มิลลิกรัม

สรุปสูตรที่ใช้คำนวณ

%ไนโตรเจน = 14xNxVx100/W

N = ความเข้มข้นเป็นนอร์มอลของสารละลายมาตรฐานกรด H_2SO_4

V = ปริมาตรสารละลายมาตรฐานกรด H_2SO_4 ที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง เมื่อลบออกจากปริมาตรกรดที่ใช้ในการไทเทรต blank แล้ว

W = น้ำหนักตัวอย่างพืชที่นำมาวิเคราะห์ (มิลลิกรัม)