**ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์** การประเมินความต้องการไนโตรเจนและการนำไนโตรเจนไปใช้ประโยชน์ในปทุมมา

**ผู้เขียน** นายชัยอาทิตย์ อิ่นคำ

**ปริญญา** วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (พืชสวน)

**คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์**

| | |
|---|---|
| รองศาสตราจารย ดร. โสระยา รวมรังษี | อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก |
| รองศาสตราจารย ดร. คูนิ ซูเอะโยชิ | อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย ดร. ดรุณี นาพรหม | อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม |
| อาจารย์ ดร. อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง | อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม |

## บทคัดย่อ

การศึกษาการประเมินความต้องการไนโตรเจนและการนำไนโตรเจนไปใช้ประโยชน์ในปทุมมา แบ่งออกเป็น 5 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้ธาตุไนโตรเจนในปทุมมา โดยทำการทดลองในแปลงของเกษตรกรที่ปลูกปทุมมาเพื่อการค้าในเขตจังหวัดเชียงใหม่ 4 ราย (แบ่งเป็นพื้นที่ A, B, C และ D) ซึ่งแต่ละพื้นที่มีการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่แตกต่างกันตามวิธีการของเกษตรกรแต่ละราย (A= 15, B= 6.9, C= 4.1, และ D=1.95 กรัมไนโตรเจนต่อต้น) ผลการทดลองพบว่า ระยะออกดอก ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบมีแนวโน้มลดลงจาก พื้นที่ A ถึง พื้นที่ D ซึ่งเรียงลำดับจากการได้รับปุ๋ยไนโตรเจนจากมากไปน้อย (15.0 ถึง 1.95 กรัมไนโตรเจนต่อต้น) ส่วนในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตพบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนที่อยู่ในหัวใหม่มีค่ามากที่สุดในปทุมมาที่ปลูกในพื้นที่ C ในขณะที่ ความเข้มข้นของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไนโตรเจนที่น้อยที่สุดในหัวใหม่พบในปทุมมาที่ปลูกในพื้นที่ D นอกจากนั้นปทุมมาที่ปลูกในพื้นที่ B และ C ให้คุณภาพของผลผลิต ในรูปของน้ำหนักสดหัวใหม่ต่อกอ เส้นผ่าศูนย์กลางหัวและตุ้มรากสูงที่สุด ในขณะที่ปทุมมาที่ปลูกใน พื้นที่ D ให้ปริมาณผลผลิตที่ต่ำที่สุด

การทดลองที่ 2 ศึกษาค่าไนโตรเจนวิกฤตในปทุมมา โดยพืชได้รับระดับไนโตรเจนที่แตกต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 3.75, 7.5, 15, 30, และ 60 กรัมไนโตรเจนต่อต้น (กำหนดเป็น N1, N2, N3, N4, และ N5 ตามลำดับ) บันทึกการเจริญเติบโตและการหาค่าไนโตรเจนวิกฤต ใน 5 ระยะการเจริญเติบโต ได้แก่ 1) ระยะใบที่ 1 คลี่เต็มที่ (45 วันหลังปลูก) 2) ระยะใบที่ 3-4 คลี่เต็มที่ (75วันหลังปลูก) 3) ระยะออกดอก (105 วันหลังปลูก) 4) ระยะก่อนพักตัว (135 วันหลังปลูก) และ 5) ระยะเก็บเกี่ยวหัว (165 วันหลังปลูก) ผลการทดลองพบว่า ในระยะใบที่ 1 คลี่เต็มที่ (45 วันหลังปลูก) ผลผลิตในรูปของน้ำหนักแห้งรวมทั้งหมดของพืชเพิ่มขึ้น เมื่อได้รับไนโตรเจนที่ระดับสูง (กรรมวิธีที่ N3-N5) อย่างไรก็ตาม ในระยะใบที่ 3-4 คลี่เต็มที่ (75วันหลังปลูก) พบว่าการได้รับไนโตรเจนระดับสูงจากกรรมวิธี N4 และ N5 หรือการได้รับไนโตรเจนในระดับต่ำจากกรรมวิธี N1 และ N2 ทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นในพืชลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ กรรมวิธี N3 ในขณะที่การสะสมน้ำหนักแห้งในระยะออกดอก (105 วันหลังปลูก) และ ระยะก่อนพักตัว (135 วันหลังปลูก) มีค่ามากที่สุดเมื่อได้รับไนโตรเจนในกรรมวิธี N1- N3 (3.75 - 15 กรัมไนโตรเจนต่อต้น) นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อพืช ขึ้นอยู่กับระดับของไนโตรเจนที่ให้ ส่วนของพืช และช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง ซึ่งโดยส่วนใหญ่ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในแต่ละส่วนของพืช มีการเรียงลำดับจากมากไปน้อยตามกรรมวิธี N5>N4>N3>N2>N1 สำหรับค่าไนโตรเจนวิกฤตในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของปทุมมา (45, 75, 105, และ 135 วันหลังปลูก) ที่ได้จากการวิเคราะห์ใบ และคำนวณโดยใช้แบบจำลองของ Mitscherlich แล้วแสดงผลออกมาในรูปของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งใบ ได้แก่ 1.51, 1.75, 1.51, และ 1.80 % ตามลำดับ

การทดลองที่ 3 การปรับปรุงการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในแปลงเกษตรกร โดยคัดเลือกแปลงปทุมมาของเกษตรกรที่มีการให้ระดับไนโตรเจนต่ำในการทดลองที่ 1 (N1= 1.95 กรัมไนโตรเจนต่อต้น) มาเปรียบเทียบกับการให้ระดับไนโตรเจนแนะนำที่ได้จากการทดลองที่ 2 (N2= 7.5 กรัมไนโตรเจนต่อต้น) ทดลองในแปลงของเกษตรกรโดยให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่างๆในอัตราเท่ากัน ผลการทดลองพบว่า ในระยะออกดอก ปทุมมาที่ได้รับระดับไนโตรเจนในกรรมวิธี N2 มีการสะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของน้ำหนักแห้งในส่วนที่อยู่ใต้ดินทั้งหมดมากกว่าปทุมมาที่ได้รับระดับไนโตรเจนในกรรมวิธี N1 นอกจากนั้นยังพบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนที่อยู่ใต้ดินทั้งหมด รวมถึง ใบที่ 1 และใบที่ 2 นับจากโคนต้นขึ้นมา ในกรรมวิธี N2 ให้ค่ามากกว่ากรรมวิธี N1 แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าความเข้มข้นไนโตรเจนในส่วนที่อยู่เหนือดินทั้งหมด และ ในใบที่ 3 นับจากโคนต้นขึ้นมา ไม่มีความแตกต่างกันในทั้งสองกรรมวิธี ในขณะที่ช่วงเก็บผลผลิต ความเข้มข้นของไนโตรเจนในหัวรวมของกรรมวิธี N2 ให้ค่าสูงกว่า กรรมวิธี N1 นอกจากนั้นผลผลิตในรูปของ จำนวนหัวใหม่ น้ำหนักสดและแห้งของหัวใหม่ ให้ค่าที่สูงกว่าเมื่อปทุมมาได้รับกรรมวิธี N2

การทดลองที่ 4 ศึกษาอัตราส่วนของ แอมโมเนียมและไนเตรท ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ไนโตรเจนในปทุมมา โดยการคัดหัวปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัวประมาณ 1.8 -2.5 เซนติเมตร ปลูกในโรงเรือนพลาสติกโดยใช้ถุงปลูกขนาด 5 นิ้วและใช้ทรายผสมเวอร์มิคูไลท์เป็นวัสดุปลูก (อัตราส่วน 2:1) หลังจากนั้น 6 สัปดาห์หลังปลูก ให้สารละลายธาตุอาหารที่มีอัตราส่วนของ แอมโมเนียมและไนเตรทแตกต่างกัน 5 กรรมวิธี ได้แก่ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, และ 0:100 โดยกำหนดให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนคงที่ ที่ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ให้ด้วย $50NH_4^+$:$50NO_3^-$ สามารถเพิ่มความสูงต้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ จำนวนตุ้มรากใหม่ และน้ำหนักสดหัวรวมได้ ในขณะที่ คุณภาพของช่อดอกในรูปของความยาวช่อดอกและความยาวก้านช่อดอก รวมถึง จำนวนของหัวใหม่ ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี สำหรับกิจกรรมของเอ็นไซม์ไนเตรทรีดักเตส (NRA) ในปทุมมาพบว่า เกิดกิจกรรมของเอ็นไซม์ไนเตรทรีดักเตสในใบมากกว่าในรากฝอย และ การเกิดกิจกรรมของเอ็นไซม์นี้ในใบยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของไนเตรทที่เพิ่มขึ้นในสารละลายธาตุอาหาร สำหรับความเข้มข้นของฮอร์โมนไซโตไคนินในใบและรากฝอยของปทุมมานั้นพบว่า เมื่อพืชได้รับกรรมวิธี 100% แอมโมเนียม จะพบปริมาณฮอร์โมนไซโตไคนินสะสมในรากฝอยมากกว่า พืชที่ได้รับกรรมวิธี 100% ไนเตรท ในทางกลับกันพืชที่ได้รับกรรมวิธี 100% ไนเตรท จะพบปริมาณฮอร์โมนไซโตไคนินสะสมในใบสูงกว่า พืชที่ได้รับกรรมวิธี 100% แอมโมเนียม สำหรับการสะสมของกรดอะมิโนอิสระในแต่ละส่วนของพืชนั้นพบว่า ส่วนใหญ่พบอยู่ในรูปของ แอสพาราจีน (Asn) กรดแอสพาติก (Asp) กรดกลูตามิก (Glu) และทรีโอนีน (Thr) และในส่วนของคุณภาพหัวพบว่า ที่กรรมวิธี $50NH_4^+$:$50NO_3^-$ สามารถเพิ่มจำนวนของตุ้มรากใหม่และน้ำหนักสดหัวรวมต่อกอได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 5 ศึกษาผลของอุณหภูมิและแหล่งไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและการดูดซึมไนโตรเจนในปทุมมา โดยการเตรียมพืชทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 4 จากนั้นย้ายพืชเข้าสู่ตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม ภายใต้สภาพควบคุมอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนที่แตกต่างกันสองกรรมวิธีคือ 1) อุณหภูมิกลางวันและกลางคืน 30/24 องศาเซลเซียส และกรรมวิธีที่ 2) อุณหภูมิกลางวันและกลางคืน 30/18 องศาเซลเซียส หลังจากนั้น 6 สัปดาห์หลังปลูก ให้พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ประกอบด้วยแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกัน 3 แหล่ง ได้แก่ จากไนเตรท จากแอมโมเนียม และจากไนเตรทรวมกับแอมโมเนียม(อัตราส่วน 1:1) ผลการทดลองพบว่า พืชมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าในอุณหภูมิ 30/24 องศาเซลเซียส และคุณภาพดอกได้แก่ความยาวก้านช่อดอก ขนาดช่อดอก และจำนวนกลีบประดับ ลดลงเมื่อพืชได้รับอุณหภูมิ 30/18 องศาเซลเซียส การดูดซึมไนโตรเจนส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ใบเมื่อพืชได้รับอุณหภูมิ 30//24 องศาเซลเซียส ในทางกลับกัน เมื่อพืชได้รับอุณหภูมิ 30/18 องศาเซลเซียส การดูดซึมไนโตรเจนส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในราก สำหรับความเข้มข้นของกรดอะมิโนรวม พบว่า เมื่อพืชได้รับแอมโมเนียมเป็นแหล่งไนโตรเจนทำให้ความเข้มข้นของกรดอะมิโนรวมมากกว่าพืชที่ได้รับไนเตรทเป็นแหล่งไนโตรเจน นอกจากนั้นยังพบว่ากรดอะมิโนอิสระที่สะสมในหัวเก่าและหัวใหม่ของพืชที่ได้รับไนเตรทเป็นแหล่งไนโตรเจนร่วมกับได้รับอุณหภูมิ 30/18 องศาเซลเซียส ส่วนใหญ่สะสมอยู่ในรูปของ กรดกลูตามิก (Glu) ในขณะที่กรดอะมิโนอิสระที่สะสมอยู่ในรากฝอยของพืชได้รับอุณหภูมิ 30/18 องศาเซลเซียส ส่วนใหญ่อยู่ในรูป แอสพาราจีน (Asn) กับ กรดแอสพาติก (Asp)

**คำสำคัญ** : ปทุมมา ไนโตรเจน ค่าไนโตรเจนวิกฤต การดูดซึมไนโตรเจน ความต้องการไนโตรเจน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**Thesis Title** Nitrogen Requirement Evaluation and Nitrogen Utilization in *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

**Author** Mr. Chaiartid Inkham

**Degree** Doctor of Philosophy (Horticulture)

**Thesis Advisory Committee**

| | |
|---|---|
| Assoc. Prof. Dr. Soraya Ruamrungsri | Advisor |
| Assoc. Prof. Dr. Kuni Sueyoshi | Co-advisor |
| Asst. Prof. Dr. Daruni Naphrom | Co-advisor |
| Lect. Dr. Arawan Shutsrirung | Co-advisor |

## ABSTRACT

The study on nitrogen requirement evaluation and nitrogen utilization in *Curcuma alismatifolia* Gagnep. was carried out in 5 experiments as follows:

Experiment 1: On-farm comparison of fertilizer application practices to assess nitrogen-use efficiency of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. The field experiments were carried out on 4 commercial *Curcuma* farms (designated site A, B, C and D). The total amount of nitrogen was differently supplied at 15.0, 6.9, 4.1 and 1.95 g N/plant in site A, B, C and D, respectively. At the flowering stage, the trend of N concentration in leaves (from site A to site D) decreased along with the decrease of N supply (from 15 g/plant to 1.95 g/plant). At the harvest stage, the highest and lowest N concentrations in new rhizomes were obtained when plants were grown in site C and site D,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

respectively. Yields in terms of rhizome fresh weight per clump and rhizome quality in terms of rhizome diameter and storage roots diameter were greatest when plants were grown in site B and C, respectively. The lowest plant yield was observed in site D.

Experiment 2: Establishment of critical nitrogen concentrations in *Curcuma alismatifolia* Gagnep was conducted. The treatments were 3.75, 7.5, 15, 30 and 60 g N/plant (designated respectively: N1, N2, N3, N4 and N5) supply using urea. Plant growth and N critical levels were determined at five growth stages, i.e., 1) the 1$^{st}$ fully-expanded leaf (45 days after planting: DAP), 2) the 3$^{rd}$ – 4$^{th}$ fully-expanded leaf (75 DAP), 3) flowering stage (105 DAP), 4) pre-resting stage (135 DAP) and 5) harvest stage (165 DAP). At the 1$^{st}$ fully-expanded leaf stage (45 DAP), the total plant dry weight increased with an increase in N supply rate (N3-N5 treatments). However, at the 3$^{rd}$ – 4$^{th}$ fully-expanded leaf stage (75 DAP), plants supplied with high nitrogen rate as N4-N5 or low nitrogen rate as N1-N2 treatments decreased in total plant dry weight when compared with N3 treatment. The highest total plant dry weights at flowering (105 DAP) and pre-resting stage (135 DAP) were obtained when supplied with N1-N3 treatments (3.75 - 15 g N/plant). There was a highly significant difference of nitrogen concentration in plant tissue, depending on nitrogen supply, individual plant parts and time of sampling. On most of the sampling times, the concentration of nitrogen in various tissues ranked N5>N4>N3>N2>N1. The leaf N critical level for *C. alismatifolia* at each growth stage (45, 75, 105 and 135 DAP) calculated, by using the Mitscherlich model and expressed as a percentage of leaf dry weight, was 1.51, 1.75, 1.51 and 1.80 % respectively.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Experiment 3: Nitrogen application improvement on commercial *Curcuma* farms. The experiment was carried out on poor management farm (selected from Experiment 1). N fertilizer management on this experiment was separated into two treatments as N1 and N2; N1 treatment was managed by cooperating farmer as a part of his crop (1.95 g N/plant) while in N2 treatment was managed by using of the results in Experiment 2 (7.5 g N/plant). Other essential elements were supplied equally to plants in each treatment group. At the flowering stage, there was higher dry weight of underground parts in plant supplied with N2 than N1 treatment. The higher concentration of N in underground parts, the 1$^{st}$ leaf and the 2$^{nd}$ leaf from bottom, were found in N2 treatment compared with N1 treatment while there was no significant difference in aboveground part and the 3$^{rd}$ leaf from bottom. At the harvest stage, plants supplied with N2 treatment gave the higher N concentration in total rhizome than N1 treatment. Yields in terms of number of new rhizomes, rhizome fresh weight and dry weight were greatest when plants were supplied with N2 treatment.

Experiment 4: Effect of ammonium: nitrate ratio on the growth and nitrogen assimilation of *Curcuma alismatifolia* Gagnep was studied. Rhizomes of *C. alismatifolia* cv. “Chiang Mai Pink” with a diameter of 1.8-2.5 cm and 4 storage roots were grown in 5-inch pots, using sand and vermiculite mixed at a ratio of 2:1, in a plastic greenhouse. At six weeks after planting (6 WAP), plants were treated with nutrient solutions consisting of different proportions of $NO_3^-$ and $NH_4^+$ (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100, total nitrogen was 200 mg $L^{-1}$). The results showed that plant height, chlorophyll content, the number of new storage roots and total rhizome fresh weight were greatest in the medium supplied with $50NH_4^+$: $50NO_3^-$ treatment. Inflorescence quality in terms of stalk length and inflorescence length, the numbers of

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

new rhizomes, were not significantly different among various ratios of $NH_4^+$: $NO_3^-$ treatments. There was significantly more nitrate reductase activity (NRA) in the leaf compared to the fibrous roots. In leaf, there was a trend toward higher NRA with increasing $NO_3^-$ ratio in the nutrient solution. The concentration of cytokinin in fibrous roots was higher when plants were grown with 100% $NH_4^+$ rather than with 100% $NO_3^-$, on the other hand, the concentration in leaves was greatest by 100% $NO_3^-$ treatment. Distributions of free amino acids in plant organs were mostly incorporated into asparagines (Asn), aspartic acid (Asp), glutamic acid (Glu) and threonine (Thr) in all $NH4^+$: $NO_3^-$ treatments. Rhizome quality, in terms of the number of storage roots and total rhizome fresh weight per cluster, was highest following the $50NH_4^+$: $50NO_3^-$ treatment.

Experiment 5: Effects of temperature and nitrogen sources on growth and nitrogen assimilation of *Curcuma alismatifolia* Gagnep were studied. Rhizomes of *C. alismatifolia* were prepared in the same procedure as in Experiment 4, then allocated into a controlled-environment growth chamber (Conther phytotron climate simulator) at 30/24 $^{\circ}$C and 30/18 $^{\circ}$C (day/night). At six weeks after planting (6 WAP), plants in each temperature treatment were treated with nutrient solutions consisting of different nitrogen sources; $NO_3^-$ , $NH_4^+$, $NO_3^-$ + $NH_4^+$ (1:1 ratio). The results showed that plant grew taller when grown under the 30/24 ºC treatment and flower quality, in terms of stalk length, size of inflorescence and number of bracts, declined at low night temperatures. Most nitrogen assimilation occurred in leaves at 30/24 $^{\circ}$C and in fibrous roots at 30/18 $^{\circ}$C. The total amino acid concentration in $NH_4^+$-fed plants was significantly higher than that of $NO_3^-$- fed plants. Glutamic acid (Glu) was recognized as a major form of accumulated N in old and new rhizomes, particularly in plants

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

supplied with $NO_3^-$ N at 30/18 ˚C, while asparagine (Asn) and aspartic acid (Asp) were the major form of the accumulated N in fibrous roots when plants were cultivated with low night temperature (30/18 ˚C).

**Key words**: *Curcuma alismatifolia*, nitrogen, nitrogen critical value, nitrogen assimilation, nitrogen requirement

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved