



การจัดการปุ๋ยอย่างเหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเหง้าของว่านน้ำ (*Acorus calamus*) พืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ฆ่าแมลง

ปัทมา หาญนอก^{1*} ปิยพงษ์ ประสมทรัพย์¹ เชาวุฒม์ เจริญวงศ์¹ และภรนาลีนท์ สิงห์บำรุง¹

¹สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

*Corresponding author: pattama_h@mju.ac.th

(Received: December 3, 2024; Revised: May 26, 2025; Accepted: May 26, 2025)

บทคัดย่อ

ด้วยศักยภาพของว่านน้ำในการใช้เป็นวัสดุทดแทนสารเคมีกำจัดแมลง การส่งเสริมการผลิตพืชดังกล่าวจึงเป็นแนวทางที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มผลผลิตเหง้า ซึ่งเป็นแหล่งสะสมของสารสำคัญทางชีวภาพ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมในแปลงปลูกต่อผลผลิตเหง้าของว่านน้ำ เพื่อให้ได้แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต วางแผนการทดสอบโดยใช้แผนการทดลองชนิด Split plot ใน CRD จำนวน 3 ซ้ำ กำหนดให้ปัจจัยหลัก คือ อิทธิพลของปุ๋ยยูเรีย ซึ่งมี 2 ระดับ ได้แก่ การไม่ให้และการให้ปุ๋ยยูเรียที่อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่หลังย้ายปลูก 1 เดือน ขณะที่ปัจจัยรอง คือ ผลของปุ๋ยผสม ได้แก่ 1) การไม่ให้ปุ๋ยผสม 2) การให้ปุ๋ยผสมสูตร 16-16-16 3) การให้ปุ๋ยผสมสูตร 18-46-0 และ 4) การให้ปุ๋ยผสมสูตร 14-14-21 โดยให้เท่ากันที่อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หลังย้ายปลูกครบ 4 เดือน ผลการทดสอบ พบว่า ปุ๋ยยูเรียมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อทั้งน้ำหนักเหง้าสด น้ำหนักเหง้าแห้ง และเส้นผ่านศูนย์กลางเหง้า ขณะที่ปุ๋ยผสมมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อน้ำหนักเหง้าแห้งเพียงลักษณะเดียว ในส่วนของอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ร่วมนั้น ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติต่อทุกลักษณะ ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเหง้าแห้งของต้นว่านน้ำที่ได้รับและไม่ได้รับปุ๋ยยูเรีย มีค่าเท่ากับ 243.3 ± 48.2 และ 128.3 ± 55.3 กรัมต่อพื้นที่ 0.6 ตารางเมตร ตามลำดับ ประสิทธิภาพการผลิตเมื่อให้ปุ๋ยยูเรียสูงถึง 122.67% ขณะที่การให้ปุ๋ยยูเรียรวมกับการให้ปุ๋ยผสม 18-46-0 ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันส่งผลให้น้ำหนักแห้งของเหง้ามีค่าเฉลี่ยสูงถึง 281.7 ± 5.8 กรัมต่อพื้นที่ 0.6 ตารางเมตร แต่ก็ไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้ปุ๋ยยูเรียรวมกับการให้ปุ๋ยผสมชนิดอื่น ๆ การให้ธาตุไนโตรเจนในระยะแรกของการเจริญเติบโตของว่านน้ำมีความสำคัญอย่างมากต่อการให้ผลผลิตเหง้าว่านน้ำ เนื่องจากธาตุไนโตรเจนส่งเสริมการยืดยาวของเหง้าให้กระจายเต็มพื้นที่ปลูก นอกจากการจัดการปุ๋ยเคมีในแปลงปลูกแล้ว การทดสอบเกี่ยวกับระยะห่างในการปลูกเป็นอีกประเด็นที่สำคัญของพืชที่ใช้เหง้าในการขยายพันธุ์ และจำเป็นต้องทดสอบในลำดับถัดไป

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพการผลิต; พืชที่มีเหง้าเป็นส่วนขยายพันธุ์; พืชที่มีฤทธิ์ในการกำจัดศัตรูพืช

Optimizing Fertilizer Regimes for Enhancing Rhizome Production Efficiency of Sweet Flag (*Acorus calamus*), a Medicinal Plant with Insecticidal Properties

Pattama Hannok^{1*}, Piyaphong Prasomsab¹, Chaowut Jaroenwong¹ and Pornnalin Singhabumrung¹

¹Division of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai Province

*Corresponding author: pattama_h@mju.ac.th

(Received: December 3, 2024; Revised: May 26, 2025; Accepted: May 26, 2025)

Abstract

Given the potential of *Acorus calamus* (sweet flag) as a natural alternative to chemical insecticides, promoting its cultivation has become increasingly important. Enhancing rhizome yield is particularly crucial, as the rhizome serves as the primary reservoir of bioactive compounds. This study aimed to investigate the effects of appropriate chemical fertilizer management in cultivation plots on the rhizome production of *A. calamus*. The goal was to develop strategies for improving agricultural productivity. The experiment was conducted in a split-plot layout in a Completely Randomized Design (CRD) with three replications. The main factor was the influence of urea fertilizer, tested at two levels: no application and application of urea at 25 kilograms per rai, one month after transplanting. The sub-factor was the effect of mixed fertilizers, which included: 1) no mixed fertilizer, 2) application of 16-16-16 NPK fertilizer, 3) application of 18-46-0 NPK fertilizer, and 4) application of 14-14-21 NPK fertilizer. These mixed fertilizers were uniformly applied at 50 kilograms per rai, four months after transplanting. The results indicated that urea fertilizer had a statistically significant influence on fresh rhizome weight, dry rhizome weight, and rhizome diameter. Conversely, mixed fertilizers significantly influenced only the dry rhizome weight. Regarding the interaction effects, no significant statistical influence was observed on any characteristic. The average dry rhizome weights of sweet flag plants treated and untreated with urea were 243.3 ± 48.2 and 128.3 ± 55.3 grams per 0.6 square meters, respectively. The agronomic efficiency with urea application reached 122.67%. Furthermore, the combined application of urea and 18-46-0 NPK fertilizer at different

times resulted in an average dry rhizome weight of 281.7 ± 5.8 grams per 0.6 square meters, although this was not statistically different from other mixed fertilizer combinations. The application of nitrogen during the early growth stages of the sweet flag is crucial for rhizome yield, as nitrogen promotes the elongation and spread of rhizomes across the planting area. In addition to chemical fertilizer management in planting fields, testing the planting space is another crucial aspect for rhizomatous plants and should be further investigated in subsequent studies.

Keywords: Agronomic efficiency; Rhizomatous; Phyto-pesticide plants

บทนำ

ในปัจจุบัน นักวิจัยเริ่มให้ความสนใจในการใช้สารพิษเคมีในการกำจัดศัตรูพืช ทั้งนี้เพื่อลดปัญหาอันเกิดจากการใช้ผลิตภัณฑ์เคมีเกษตรอย่างไม่เหมาะสม ว่านน้ำ (sweet flag หรือ calamus) เป็นพืชอีกชนิดที่มีการนำเหง้ามาใช้ประโยชน์ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชและแมลงโรงเก็บ (ปัทมา และคณะ, 2562; พรณิกา และคณะ, 2558; ลักษมี และคณะ, 2564) ว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.) เป็นพืชล้มลุกอายุหลายปี (herbaceous perennial plant) อยู่ในวงศ์ Acoraceae เป็นพืชดอก และมีเหง้าเป็นส่วนขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เหง้าของว่านน้ำมีสารสำคัญที่ชื่อ เบต้าอะซารอน (β -asarone) ซึ่งมีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช โดยเฉพาะในอันดับ Coleoptera (El-Nahal et al., 1989; Risha et al., 1990; Schmidt et al., 1991; Rahman and Schmidt, 1999; Chander and Ahmed, 1987) เช่น มอดถั่วอะชูกิ *Callosobruchus chinensis* (L.), ตัวงวงข้าวสาลี *Sitophilus granaries* (L.) และตัวงวงข้าว *Sitophilus oryzae* (L.) มอดยาสูบ *Lasioderma serricorne*, มอดแป้งแดง *Tribolium castaneum* เป็นต้น มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์ของสาร β - Asarone ในการไล่หรือกำจัดแมลงศัตรูพืช ว่ามีคุณสมบัติในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Glutathione-S-transferase (GST) (Kumrungsee et al., 2023; Leenuwingphun and Milne, 2008) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตฮอร์โมนและการขนส่งสารสื่อประสาทระหว่างเซลล์ เมื่อ GST ถูกยับยั้ง จึงส่งผลให้แมลงศัตรูพืชตายในที่สุด

เหง้า (rhizome) คือ ลำต้นใต้ดินที่ประกอบด้วยข้อ (node) ที่สามารถแตกเป็นต้นใหม่และรากได้ ในส่วนของเหง้ามักมีการสะสมของแป้ง โปรตีน และแร่ธาตุเพื่อให้พืชสามารถนำมาใช้ในการดำรงชีวิตภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม การเจริญเติบโตของเหง้ามักเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนพืช (เอทิลีน และกรดจัสโมนิก) และธาตุอาหารหลักที่ช่วยควบคุมการเจริญเติบโต ในประเทศไทย การเพาะปลูกว่านน้ำในเชิงพาณิชย์ยังไม่แพร่หลายมากนัก และเกษตรกรที่เพาะปลูกส่วนใหญ่ ปลูกเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับโรงงานยาแผนโบราณ จากข้อมูลในรายการเศรษฐกิจ โดยสำนักข่าวออนไลน์สปริงนิวส์ยูทูบ (2558) ที่ได้สัมภาษณ์เกษตรกรรายใหญ่ที่เพาะปลูกว่านน้ำในพื้นที่อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี และเผยแพร่ผ่านแพลตฟอร์มยูทูบ ในปี พ.ศ. 2558 พบว่า เกษตรกรใช้ปุ๋ยสูตรเสมอในการปลูกเป็นหลักและให้ปุ๋ยหลายครั้งตลอดจนเก็บเกี่ยว จากข้อมูลที่ได้มาจะเห็นได้ว่า หากหน่วยงานราชการสามารถรายงานสูตรปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการผลิตเหง้าของว่านน้ำ เกษตรกรจะสามารถลดต้นทุนและเพิ่มความสามารถในการผลิตในพื้นที่ปลูกได้ดีขึ้น สำหรับการส่งเสริมการเพาะปลูกว่านน้ำยังไม่ค่อยได้พบเห็นมากนักในงานวิจัยของประเทศไทย จากผลการศึกษาของ Vojtišková et al. (2004) ที่ทดสอบระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของต้นว่านน้ำ ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นพืชบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ชุ่มน้ำ (wetland) ผลพบว่า ไนโตรเจนที่มีความเข้มข้นสูง (18 mM Nitrogen) มีผลเชิงลบต่อการเจริญเติบโตของว่านน้ำ โดยส่วนของต้น เหง้า และรากมีขนาดลดลงได้สูงถึง 50, 30 และ 50% ตามลำดับ ขณะที่ความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ 8.75 mM ไม่พบผลกระทบเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของว่านน้ำ นอกจากนี้ Vojtišková et al. (2004) ยังรายงานอีกว่า ฟอสฟอรัสและ

โพแทสเซียมในระดับความเข้มข้นที่สูง ไม่ได้ส่งผลต่อการเจริญเติบโต ดังนั้น ความเข้มข้นดังกล่าวจึงถูกนำมาใช้เป็นเกณฑ์และกำหนดค่าเป็นอัตราการให้ปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้

การพิจารณาค่าดัชนีที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการผลิต (agronomic efficiency) ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย (Congreves et al., 2021; Raun and Johnson, 1999; Fageria and Baligar, 2005; Moll et al., 1982) ค่าดัชนีประสิทธิภาพการผลิต บ่งชี้ถึงผลผลิตที่เพิ่มขึ้นมาต่อหนึ่งหน่วยของปุ๋ยที่ได้ให้ไปแก่พืชปลูก ดังนั้น การใช้ค่าดัชนีนี้ในการเปรียบเทียบจึงมีประโยชน์อย่างมากต่อการจัดการปุ๋ยเคมีในแปลงปลูก งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการให้ปุ๋ยยูเรีย และปุ๋ยผสมสูตรต่าง ๆ รวมถึงการใช้ร่วมกันของปุ๋ยทั้งสองชนิดต่อปริมาณผลผลิตเหง้าของว่านน้ำ (*Acorus calamus*) เพื่อหาแนวทางการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มผลผลิตพืชสมุนไพรที่มีศักยภาพในการใช้ทดแทนสารเคมีกำจัดแมลง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมหน่อจากเหง้าว่านน้ำและการเตรียมพื้นที่ทดสอบ

ในการทดสอบนี้ ใช้เหง้าของต้นว่านน้ำที่มีอายุมากกว่า 1 ปี มาขยายพันธุ์ด้วยการตัดแบ่งเป็นท่อนพันธุ์ที่ประกอบด้วย 2-3 ข้อ นำท่อนพันธุ์ดังกล่าวมาเพาะในภาชนะที่มีน้ำขังเหนือผิวดินสูงประมาณ 1 นิ้ว เมื่อใบใหม่แตกออกจากข้อของท่อนพันธุ์และมีอายุครบ 30 วัน (Figure 1A) จึงนำมาใช้ในการทดสอบ

จัดเตรียมพื้นที่ทดสอบ โดยใช้อิฐประสานวางเป็นแนว และใช้ผ้าใบพลาสติกรองพื้น แบ่งพื้นที่เป็น 24 แปลงย่อย (หน่วยทดลอง) ให้มีขนาดความกว้างและความยาว 0.50 และ 1.20 เมตร ตามลำดับ (Figure 1B) หรือคิดเป็น 0.6 ตารางเมตร นำดินใส่ลงในแต่ละแปลงย่อยในปริมาณที่เท่ากัน และปล่อยน้ำให้ท่วมขังผิวดินประมาณ 4 - 5 เซนติเมตร เพื่อเตรียมสำหรับย้ายหน่อว่านน้ำมาลงปลูก

ดินที่นำมาใช้ในการทดสอบเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ที่ 6.64 และมีอินทรียวัตถุ เท่ากับ 1.4% ส่วนปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ค่าเท่ากับ 0.20% Total N, 370.52 mg of available P.kg⁻¹, 147.26 mg of extracted K.kg⁻¹ ตามลำดับ

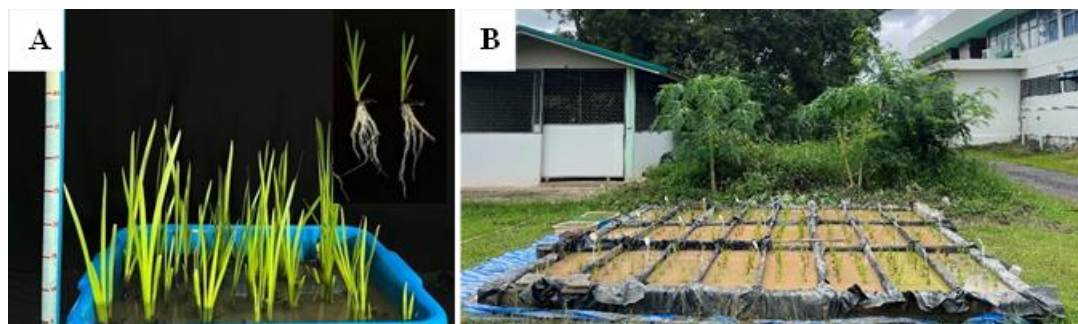


Figure 1. Sweet flag management A) vegetative propagation and new plant characteristics at 30 days after after shoot propagation B) plot experiment

แผนการทดลอง

วางแผนการทดสอบ โดยใช้แผนการทดลองชนิด Split plot ใน CRD จำนวน 3 ซ้ำ กำหนดให้ปัจจัยหลัก คือ อิทธิพลของปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ซึ่งมี 2 ระดับ ได้แก่ การไม่ให้ปุ๋ยยูเรีย และการให้ปุ๋ยยูเรียที่อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ปุ๋ยยูเรียหลังย้ายปลูกต้นแม่ได้ 30 วัน ขณะที่ปัจจัยรอง คือ อิทธิพลของปุ๋ยผสมใน 4 สูตรที่แตกต่างกัน ได้แก่ 1) การไม่ให้ปุ๋ยผสม 2) การให้ปุ๋ยผสมสูตร 16-16-16 3) การให้ปุ๋ยผสมสูตร 18-46-0 และ 4) การให้ปุ๋ยผสมสูตร 14-14-21 โดยทุกสูตรให้เท่ากันที่อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ กำหนดให้เมื่อวานน้ำมีอายุครบ 4 เดือนหลังย้ายปลูก สำหรับการทดสอบ เมื่อเพาะหน่อของวานน้ำครบ 30 วัน จึงทำการย้ายหน่อมาปลูกลงในแปลงย่อย แปลงย่อยละ 10 ต้น (Figure 1B) โดยปลูกที่ระยะห่าง 20 x 20 เซนติเมตร ดูแลรักษาโดยการเติมน้ำลงในแปลงย่อยทุก ๆ 2 วัน พร้อมกำจัดวัชพืชน้ำ จนต้นวานน้ำมีอายุครบ 8 เดือนหลังย้ายปลูก จึงทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเหง้า

การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ทางสถิติ

เมื่อต้นวานน้ำมีอายุครบ 8 เดือนหลังย้ายปลูก ทำการขุดต้นวานน้ำในแต่ละแปลงย่อย และแยกส่วนของเหง้ามาล้างทำความสะอาดพร้อมผึ่งให้สะเด็ดน้ำ จึงบันทึกน้ำหนักสดเหง้า ในหน่วย กรัมต่อพื้นที่ 0.6 ตารางเมตร พร้อมวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหง้า ในหน่วย เซนติเมตร โดยทำการสุ่มตัวอย่างมา 30 % ของจำนวนเหง้าทั้งหมดของแต่ละแปลงย่อย วัดเส้นผ่านศูนย์กลางทั้งหมด 3 ตำแหน่งของเหง้าที่สุ่มมาได้ เพื่อใช้เป็นค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของแต่ละแปลงย่อย จากนั้นนำส่วนของใบและเหง้าไปตากแห้ง (air dry) นาน 120 ชั่วโมง (หรือจนกระทั่งน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง) จึงบันทึกน้ำหนักเหง้าแห้ง ในหน่วย กรัมต่อพื้นที่ 0.6 ตารางเมตร ในส่วนของข้อมูลน้ำหนักเหง้าแห้งนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (agronomic efficiency) จากสมการของ Moll et al. (1982)

$$\text{Agronomic efficiency} = \frac{Y - Y_0}{F}$$

โดยกำหนดให้ Y และ Y₀ คือ น้ำหนักผลผลิตของต้นที่ได้รับปุ๋ยและไม่ได้รับปุ๋ย ตามลำดับ ส่วน F คือ อัตราปุ๋ยที่ให้ไป

นำข้อมูลทั้ง 3 ลักษณะที่บันทึกได้ไปวิเคราะห์สถิติพรรณนา ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel พร้อมวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนชนิด Two-way ANOVA ที่ระดับแอลฟา 0.05 และ 0.01 จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ด้วย package 'Agricolae' (de Mendiburu, 2023) ในโปรแกรม R เวอร์ชัน 4.4.0 (R Core Team, 2024)

Fertilization		Month								Rhizome yield
1st	2nd	1st	2nd	3th	4th	5th	6th	7th	8th	
No urea	No NPK									
	16-16-16									
	18-46-0									
	14-14-21									
Urea	No NPK									
	16-16-16									
	18-46-0									
	14-14-21									

Figure 2. Aerial views of the growth and development of sweet flag (*Acorus calamus*) plants over eight months and their rhizome yields at the eighth month

ผลและวิจารณ์

ลักษณะการเจริญเติบโตโดยทั่วไปของต้นว่านน้ำ

จากการสังเกตพบว่า การเจริญเติบโตของว่านน้ำในช่วงอายุ 1-2 เดือนแรกหลังย้ายปลูกเป็นการเจริญเติบโตของในส่วนต้นแม่ (mother plant) โดยใบมีการขยายใหญ่และแตกใบใหม่ ในช่วงระยะเวลานี้ต้นว่านน้ำมีการเจริญในแนวตั้ง จนเมื่อว่านน้ำมีอายุครบ 3 เดือนหลังย้ายปลูก สังเกตพบว่า ต้นว่านน้ำที่ได้รับปุ๋ยยูเรีย มีการขยายตัวครอบคลุมพื้นที่ของแปลงย่อย ดังที่แสดงใน Figure 2 การกระจายตัวของพื้นที่สีเขียวนี้เกิดจากเหง้าใต้ดินมีการยืดยาวไปตามระยะ และข้อที่อยู่บนเหง้าแทงใบออกมา สร้างเป็นหน่อใหม่ (suckers) ขณะที่แปลงย่อยของต้นว่านน้ำที่ไม่ได้รับปุ๋ยยูเรียนั้น การกระจายของพื้นที่สีเขียวครอบคลุมพื้นที่แปลงย่อยสังเกตได้ช้ากว่า โดยพบการกระจายตัวในพื้นที่ปลูกเมื่อต้นว่านน้ำมีอายุครบ 4 เดือนหลังย้ายปลูก (Figure 2) สำหรับความสูงของต้นว่านน้ำนั้น (ไม่ได้แสดงข้อมูล) สังเกตเห็นว่า เมื่อว่านน้ำมีอายุครบ 3 เดือนหลังย้ายปลูก ต้นว่านน้ำมีความสูงมากที่สุดและเริ่มคงที่ โดยมีค่าเฉลี่ยความสูงเท่ากับ 70.4 เซนติเมตร

อิทธิพลของปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยผสม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่อผลผลิตเหง้า

ผลการวิเคราะห์ Two-way ANOVA พบว่า ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อทั้งน้ำหนักเหง้าสดและน้ำหนักเหง้าแห้ง (Table 1) รวมถึงมีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเหง้าด้วย ขณะที่ปุ๋ยผสม NPK ผลทดสอบพบว่า มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อน้ำหนักเหง้าแห้งเพียงลักษณะเดียว ($P < .05$) ดังแสดงใน Table 1 ในส่วนของอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ร่วมนั้น ไม่พบมีนัยสำคัญทางสถิติต่อทั้ง 3 ลักษณะของเหง้าว่านน้ำที่ได้ทำการศึกษา ($P > .05$) ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การให้ปุ๋ยผสม NPK ใด ๆ ในเดือนที่ 4 หลังย้ายปลูกโดยปราศจากการให้ปุ๋ยยูเรียในช่วงแรก ไม่สามารถทำให้ต้นว่านน้ำกลับมาเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเหง้าแห้งได้เทียบเท่ากับการให้ปุ๋ยยูเรียในช่วงแรกร่วมกับการให้ปุ๋ยผสมในเวลาถัดมาได้

ในต้นว่านน้ำที่ได้รับปุ๋ยยูเรียนั้น ทั้งน้ำหนักเหง้าสด (rhizome fresh weight) และแห้ง (rhizome dry weight) มีค่าสูงกว่าต้นที่ไม่ได้รับปุ๋ยยูเรียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) โดยน้ำหนักเหง้าสดและน้ำหนักเหง้าแห้งจากต้นว่านน้ำที่ได้รับปุ๋ยยูเรีย มีค่าเท่ากับ 535.8 ± 93.1 และ 243.3 ± 48.2 กรัมต่อพื้นที่ 0.6 ตารางเมตร ขณะที่น้ำหนักเหง้าสดและน้ำหนักเหง้าแห้งจากแปลงย่อยที่ไม่ได้รับปุ๋ยยูเรีย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 280.8 ± 127.1 และ 128.3 ± 55.3 กรัมต่อพื้นที่ 0.6 ตารางเมตร ตามลำดับ (Table 2) จากข้อมูลนี้พบว่า น้ำหนักของเหง้าทั้งสดและแห้งของต้นว่านน้ำที่ได้รับปุ๋ยยูเรียสูงเป็น 1.9 เท่าของเหง้าจากต้นที่ไม่ได้รับปุ๋ยยูเรีย และเมื่อพิจารณาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหง้าจากตัวอย่างทั้งที่ได้รับ (1.3 ± 0.2 กรัม) และไม่ได้รับปุ๋ยยูเรีย (1.2 ± 0.2 กรัม) พบว่า มีขนาดแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (คิดเป็น 1.13 เท่า) แต่ก็มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < .05$) (Table 2) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาดัชนีประสิทธิภาพการผลิตในการให้ปุ๋ยยูเรียพบว่า ในผลผลิตเหง้าแห้งนั้น เมื่อให้ยูเรีย ส่งผลให้มีประสิทธิภาพการผลิตสูงถึง 122.67% ผลนี้ชี้ให้เห็นอย่างเด่นชัดว่า การให้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) หรือ ธาตุไนโตรเจนในระยะแรกของการเจริญเติบโตมีความสำคัญอย่างมากต่อการให้ผลผลิตเหง้าว่านน้ำ เนื่องจากธาตุไนโตรเจนส่งเสริมการสังเคราะห์โปรตีน และฮอร์โมนพืช

Table 1. Sources of variation obtained from split-plot experimental design and their statistical effects on rhizome fresh and dry weights, rhizome diameter and surface area of rhizome

Source of variation	df	Mean square of rhizome		
		fresh weight	dry weight	diameter
Urea	1	390150**	79350**	0.12615*
Residuals	4	9846	3458	0.01071
Mixed fertilizer	3	31633	7039*	0.03654
Urea*mix fertilizer	3	7450	1528	0.06783
Residuals	12	9696	1642	0.03611
Total	23	448775	93017	0.27734

Remarks: * and ** represent significant effects at 0.05 and 0.01 alpha level respectively

ที่สำคัญ เช่น ไซโตไคนิน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกระตุ้นตาบนเหง้าให้เจริญเป็นหน่อใหม่ (Marschner, 2012; Fageria and Baligar, 2005) รวมถึงส่งเสริมการแบ่งเซลล์และขยายเซลล์ในเนื้อเยื่อ meristem จึงส่งผลให้เหง้าขยายวงกระจายเต็มพื้นที่ปลูก นอกจากนี้ ค่าดัชนีประสิทธิภาพการผลิตที่สูงของยูเรีย (122.67%) แสดงถึงความสามารถของพืชในการเปลี่ยนธาตุอาหารให้เป็นผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Raun and Johnson (1999) ที่ระบุว่า ดัชนีประสิทธิภาพการผลิตเป็นเครื่องมือสำคัญในการตัดสินใจวางแผนการให้ปุ๋ย โดยเฉพาะในบริบทของการลดต้นทุนและเพิ่มผลตอบแทนต่อหน่วยปุ๋ยที่ใช้ แม้ว่าในระยะถัดมา จะมีการให้ปุ๋ยผสมที่ประกอบด้วยธาตุไนโตรเจน แต่ก็ไม่ได้ส่งเสริมการขยายของเหง้าได้เท่ากับการให้ธาตุไนโตรเจนในระยะเริ่มแรกของการเจริญเติบโต สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zheng and Ma (2018) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชีวมวลของหญ้า *Leymus chinensis* ซึ่งมีเหง้าเป็นส่วนขยายพันธุ์ และรายงานว่าเมื่อหญ้า *L. chinensis* ได้รับไนโตรเจน ค่าอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักใต้ดิน (เหง้าและราก) และน้ำหนักเหนือดิน (ลำต้นและใบ) มีค่าสูงขึ้น ขณะที่ค่าอัตราส่วนของน้ำหนักเหง้าต่อน้ำหนักรากลดลง นั่นหมายความว่า เมื่อพืชที่มีเหง้าได้รับธาตุไนโตรเจน เหง้ามีการเจริญเติบโตขยายมากขึ้น รวมถึงมีน้ำหนักเหง้าที่มากขึ้น จึงส่งผลให้หญ้าชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตและแพร่กระจายได้อย่างโดดเด่นในพื้นที่ของระบบนิเวศนั้น และในภาวะที่มีธาตุไนโตรเจนจำกัด พืชยังแสดงพฤติกรรมการเจริญแบบกระจายตัว เพื่อค้นหาแหล่งธาตุอาหารใหม่ผ่านการผลิตเหง้าในแนวราบ (Zuo et al., 2023) สะท้อนให้เห็นว่า ธาตุไนโตรเจนมีผลต่อเชิงพฤติกรรม การเติบโตของพืชเหง้าโดยตรง

Table 2. Means with standard deviation of three characteristics of sweet flag rhizome with and without urea fertilization

Rhizome Characteristics	No Urea fertilization	Urea fertilization	Grand mean	CV (%)
Fresh weight (g.0.6 ⁻¹ m ⁻²)	280.8±127.1 b	535.8±93.1 a	408.33	24.30
Dry weight (g.0.6 ⁻¹ m ⁻²)	128.3±55.3 b	243.3±48.2 a	185.33	31.64
Diameter (cm)	1.2±0.2 b	1.3±0.2 a	1.23	8.44

Remarks: different letters on mean values in the same row mean statistically significant differences at the 0.05 alpha level

อย่างไรก็ตาม จากที่กล่าวมาในข้างต้นว่า ปุ๋ยผสม NPK มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อน้ำหนักเหง้าแห้ง (Table 1) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเหง้าแห้งระหว่างชนิดของปุ๋ยผสม NPK ดังแสดงใน Figure 3B พบว่า ต้นว่านน้ำที่ได้รับปุ๋ยผสม 18-46-0 (216.7±71.7 กรัมต่อพื้นที่ 0.6 ตารางเมตร) และ 16-16-16 (206.7±82.8 กรัมต่อพื้นที่ 0.6 ตารางเมตร) ให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเหง้าแห้งสูงกว่าตัวควบคุมที่ไม่ได้ให้ปุ๋ยผสมใด ๆ (140±83.6 กรัมต่อพื้นที่ 0.6 ตารางเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างปุ๋ยผสมทั้งสองชนิดดังกล่าว ขณะที่ปุ๋ยผสม 14-21-0 ไม่ได้ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเหง้าแห้งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวควบคุม นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปุ๋ยยูเรียและปุ๋ยผสมที่ให้ในแต่ละระยะเวลาในการปลูกที่แตกต่างกัน (Figure 3C) ผลการวิเคราะห์พบว่า การให้ปุ๋ยยูเรียในระยะแรกของการปลูกร่วมกับการให้ปุ๋ยผสม 18-46-0 ในระยะถัดมาส่งผลให้น้ำหนักเหง้าของเหง้ามีค่าเฉลี่ยสูงถึง 281.7±5.8 กรัมต่อพื้นที่ 0.6 ตารางเมตร รองลงมาคือ การให้ปุ๋ยยูเรียร่วมกับการให้ปุ๋ยผสม 16-16-16 (241.7±80.8 กรัมต่อพื้นที่ 0.6 ตารางเมตร) และ 14-14-21 (238.3±28.9 กรัมต่อพื้นที่ 0.6 ตารางเมตร) และการให้ปุ๋ยยูเรียเพียงอย่างเดียว (211.7±40.4 กรัมต่อพื้นที่ 0.6 ตารางเมตร) อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยเหล่านี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับแอลฟา 0.05 ดังแสดงใน Figure 3C หากพิจารณาถึงประสิทธิภาพการผลิตพืช (agronomic efficiency) เมื่อให้ปุ๋ยผสม จะพบว่า การให้ปุ๋ยผสม 18-46-0 16-16-16 14-14-21 ร่วมกับการให้ปุ๋ยยูเรียแต่ให้ต่างกันในแต่ละระยะปลูก มีค่าประสิทธิภาพการผลิตพืชคิดเป็น 37.33% 16% และ 14.21% ตามลำดับ

Stoll et al. (1998) รายงานเกี่ยวกับผลของปุ๋ยผสมที่มีต่อการสร้างเหง้าของ *Solidago altissima* ว่าปุ๋ยผสม N-P-K ไม่ได้ช่วยเพิ่มความยาวของเหง้าแต่อย่างใด แต่มีผลในการเพิ่มจำนวนของตาบนข้อให้มากขึ้นได้ นอกจากนี้ การศึกษาดังกล่าวยังพบอีกว่า ความแตกต่างของน้ำหนักเหง้าแห้งระหว่างต้นที่ได้รับและไม่ได้รับปุ๋ยผสมมีค่าไม่มากนัก (คิดเป็นสัดส่วน ≤ 0.5 เท่า) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Attoe and Osodeke (2009) ที่พบว่าในพืชจำพวกเหง้า เช่น ชิง (*Zingiber officinale*) เมื่อให้ N-P-K ที่อัตราส่วน 2.5 : 1 : 1.25 ให้ผลผลิตเหง้าชิงสูงที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ไนโตรเจนยังคงเป็นปัจจัยหลักในการกระตุ้นการเจริญเติบโตและ



ขยายขนาดของเหง้า นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาน้ำหนักเหง้าที่หายไปหลังจากการนำเหง้าสดมาลดความชื้นพบว่า น้ำหนักหายไปอยู่ในช่วง 50 - 54% ของน้ำหนักเหง้าสด ดังนั้น น้ำหนักแห้งที่คงเหลือ คิดเป็น 0.45 เท่าของน้ำหนักเหง้าสดเมื่อเก็บเกี่ยวเท่านั้น แนวทางในการเร่งการเจริญเติบโตของเหง้าให้เต็มพื้นที่ เพื่อให้ได้ผลผลิตเหง้าสดต่อหน่วยพื้นที่ปลูกให้ได้มากที่สุด จึงเป็นประเด็นที่สำคัญในการผลิตว่านน้ำในเชิงพาณิชย์

จากผลที่ได้ในการศึกษาครั้งนี้และข้อมูลเพิ่มเติมจากรายงานการศึกษาก่อน ชี้ให้เห็นถึงบทบาทของธาตุไนโตรเจน ทั้งที่มีต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตเหง้า การให้ปุ๋ยที่เป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจนในช่วงเริ่มแรกของการปลูก ช่วยส่งเสริมให้เหง้ามีการขยายตัวและแพร่กระจายเต็มพื้นที่ปลูกได้อย่างรวดเร็วภายใน 1 เดือนหลังย้ายปลูก นอกจากนี้ การให้ปุ๋ยผสม 18-46-0 เมื่อว่านน้ำอายุครบ 4 เดือนหลังย้ายปลูก ช่วยส่งเสริมให้น้ำหนักเหง้าแห้ง ซึ่งเป็นผลผลิตหลักในการซื้อขาย มีค่าเพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยผสมหรือใส่ปุ๋ยผสมชนิดอื่น แต่ค่าประสิทธิภาพการผลิตพืชเท่ากับ 37.33% เท่านั้น ดังนั้น การให้ปุ๋ยผสม 18-46-0 ในระยะถัดมา อาจเป็นทางเลือกของแต่ละบุคคล โดยแนะนำให้พิจารณาถึงต้นทุน ที่มาจากราคาของปุ๋ยเคมีที่อาจมีการปรับขึ้นลงตามสถานการณ์ภาคเกษตรโลก และแม้แต่ค่าแรงงานเองก็ตาม การให้ปุ๋ยแบบมุ่งเป้า เน้นปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน) เพื่อให้เหง้าเจริญเติบโตตามระนาบ คลอบคลุมพื้นที่ปลูกได้อย่างรวดเร็ว จึงถือเป็นการจัดการในแปลงปลูกที่มีประสิทธิภาพสูง อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดในแง่ของปัจจัยการจัดการอื่น ๆ เช่น ระยะปลูกที่เหมาะสม หรือการตอบสนองของว่านน้ำในฤดูที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจมีผลต่อประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมี จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนการผลิตในระดับเกษตรกรอย่างยั่งยืน

สรุป

ผลจากการศึกษาผลของการให้ปุ๋ยยูเรียและปุ๋ยผสมต่อการเพิ่มปริมาณและผลผลิตของเหง้าว่านน้ำ สรุปได้ว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียหลังย้ายปลูก 30 วัน ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยผสม 18-46-0 เมื่อว่านน้ำอายุ 4 เดือนหลังย้ายปลูก ที่อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถให้ผลผลิตเหง้าแห้งของว่านน้ำสูงที่สุด ผลจากการวิจัยในครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการลดต้นทุนด้านปุ๋ยเคมีและเพิ่มผลผลิตให้กับเกษตรกรที่เพาะปลูกว่านน้ำในเชิงพาณิชย์ได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนงบวิจัยจาก คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ รหัสโครงการวิจัย มจ.2-66-034

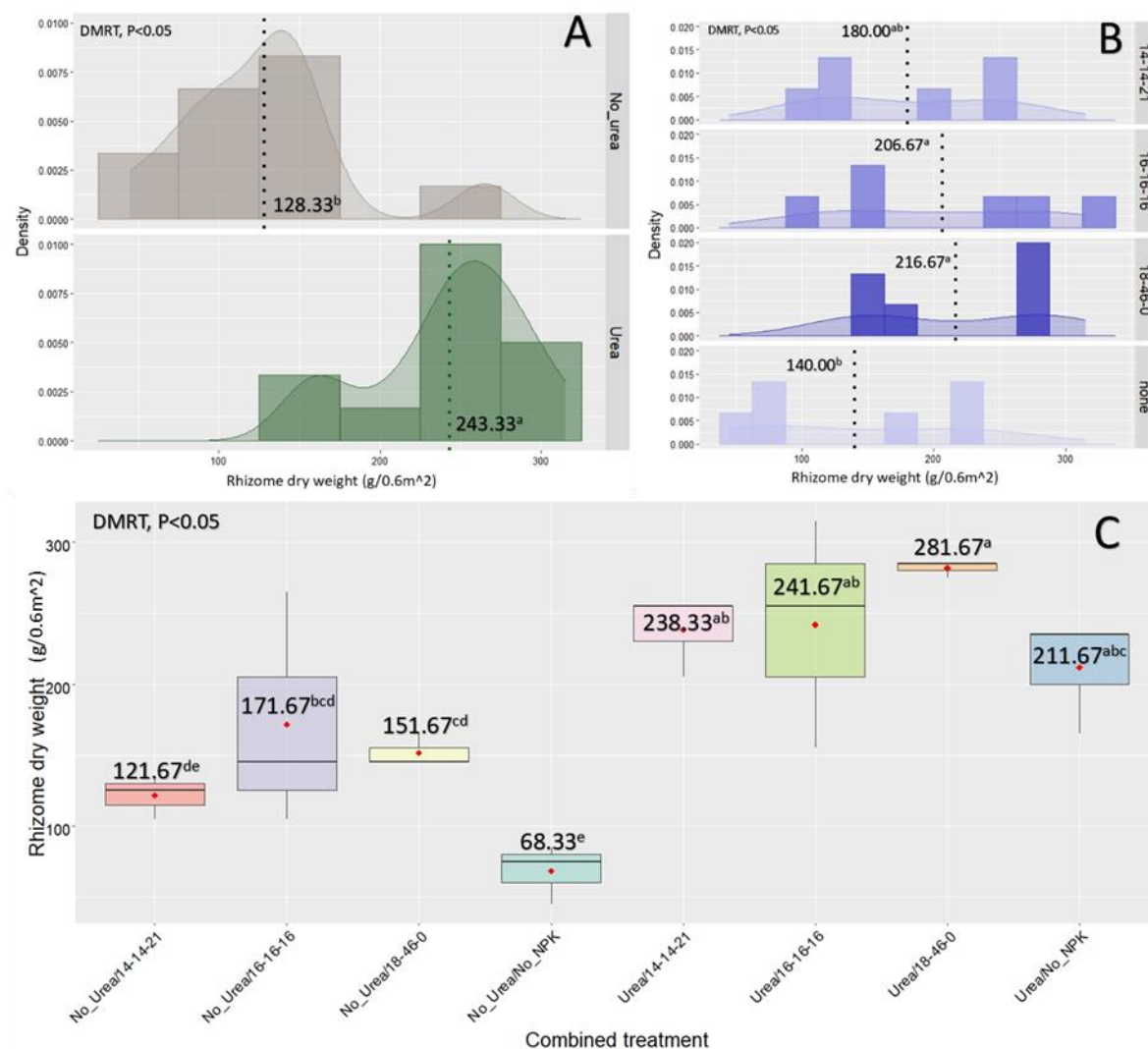


Figure 3. Comparisons of rhizome dry weight in sweet flag plants A) with and without urea fertilization at one month old after transplanting, displayed as a histogram B) under different NPK mixed fertilization treatments at four months old after transplanting, presented as a histogram graph and C) under different combined fertilization treatments, presented as a bar graph

เอกสารอ้างอิง

- ปัทมา หาญนอก, ภรนาลันท์ สิงห์บำรุง, เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์ และวนาลี แก้วใจ. (2562). ผลการทดสอบเบื้องต้นในการใช้ผงว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.) ต่อการเข้าทำลายของแมลงในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด. *วารสารผลิตกรรมการเกษตร*, 1(1), 85-95.
- พรรณิกา อัดตนนท์, ธนิตา คำอำนวย, ภัทรวรินทร์ ศานติธีรโรจน์, ศิริพร สอนท่าโก, รัตนภรณ์ พรหมศรีธา, ธิตยาภรณ์ อุดมศิลป์ และปิยวดี พิศาลรัตน์กุล. (2558). *การวิจัยและการพัฒนาการใช้พืชสมุนไพรเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช* (รายงานโครงการวิจัย). กองวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.
- ลักขมิ เตชานุรักษ์กุล, ธิตยาภรณ์ อุดมศิลป์, พงนิย หน่อฝั้น, สุทิสา เงินเรืองโรจน์, มัลลิกา ทองเขียว, ภาสินี ไชยชนะ, ศศิมา มั่งนิมิตร, พนิดา มงคงวุฒิกุล, ดวงรัตน์ วิลาสินี, สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง, สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น, นงพงา โอลเสน และพิเชฐ เขาวนวัฒนวงศ์. (2564). *วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากสารธรรมชาติในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อลดการใช้สารเคมี*. กรมวิชาการเกษตร.
- สปริงนิวส์ยูทูบ. (31 ตุลาคม 2558). *เศรษฐกิจเกษตร: "การปลูกว่านน้ำ" ส่งโรงงานยาไทย*. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=oEDkN0DsHbs>
- Attoe, E. E., & Osodeke, V. E. (2009). Effects of NPK on growth and yield of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) in soils of contrasting parent materials of Cross River State. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural & Food Chemistry*, 8(12).
- Chander, H., & Ahmed, S. M. (1987). Laboratory evaluation of natural embelin as a grain protectant against some insect pests of wheat in storage. *Journal of Stored Products Research*, 23(1), 41-46.
- Chen, P., Lu, J., Haack, R. A., & Ye, H. (2015). Attack pattern and reproductive ecology of *Tomicus brevipilosus* (Coleoptera: Curculionidae) on *Pinus yunnanensis* in Southwestern China. *Journal of Insect Science*, 15(1), 43.
- Congreves, K. A., Otchere, O., Ferland, D., Farzadfar, S., Williams, S. & Arcand, M. M., (2021). Nitrogen use efficiency definitions of today and tomorrow. *Frontiers in Plant Science*, 12, 637108.
- El-Nahal, A. K. M., Schmidt, G. H., & Richa, E. M. (1989). Vapours of *Acorus calamus* oil-A space treatment for stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 25(4), 211-216.
- Fageria, N. K., & Baligar, V. C. (2005). Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy*, 88, 97-185.

- Kumrungsee, N., Wiwattanawanichakun, P., Phankaen, P., Saiyaitong, C., Koul, O., Nobsathian, S., Bullangpoti, V., & Dunkhunthod, B. (2023). Phenolic secondary metabolites from *Acorus calamus* (Acorales: Acoraceae) rhizomes: The feeding deterrents for *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, 116(5), 1613-1620.
- Leenuwongphun, C., & Milne, M. (2008). Effect of sweet flag extracts (*Acorus calamus* L.) on toxicity and the levels of esterase and glutathione-S-transferase on the brown dog tick (*Rhipicephalus sanguineus* (Latreille)). *Thai Journal Forest*, 27(2), 14-20.
- de Mendiburu, F. (2023). *Agricolae: Statistical procedures for agricultural research* (Version 1.3-7) [Software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://cran.r-project.org/package=agricolae>
- Marschner, H. (2012). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Academic Press.
- Moll, R. H., Kamprath, E. J., & Jackson, W. A. (1982). Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal*, 74(3), 562-564. doi.org/10.2134/agronj1982.00021962007400030037x
- Raun, W. R., & Johnson, G. V. (1999). Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy Journal*, 91(3), 357-363.
- Rahman, M. M., & Schmidt, G. H. (1999). Effect of *Acorus calamus* (L.) (Araceae) essential oil vapours from various origins on *Callosobruchus phaseoli* (Gyllenhal) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 35(3), 285-295.
- R Core Team. (2024). *R: A language and environment for statistical computing* (Version 4.2.0) [Software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Risha, E. M., El-Nahal, A. K. M., & Schmidt, G. H. (1990). Toxicity of vapours of *Acorus calamus* L. oil to the immature stages of some stored-product Coleoptera. *Journal of Stored Products Research*, 26(3), 133-137.
- Schmidt, G. H., Risha, E. E., & El-Nahal, A. K. M. (1991). Reduction of progeny of some stored-product Coleoptera by vapours of *Acorus calamus* oil. *Journal of Stored Products Research*, 27(2), 121-127.
- Stoll, P., Egli, P., & Schmid, B. (1998). Plant foraging and rhizome growth patterns of *Solidago altissima* in response to mowing and fertilizer application. *Journal of Ecology*, 86, 341-354. doi.org/10.1046/j.1365-2745.1998.00263.x

- Vojtíšková, L., Munzarová, E., Votrubová, O., Říhová, A., & Juřicová, B. (2004), Growth and biomass allocation of sweet flag (*Acorus calamus* L.) under different nutrient conditions. *Hydrobiologia*, 518, 9–22. doi.org/10.1023/B:HYDR.0000025052.81373.f3
- Zheng, Z., & Ma, P. (2018). Changes in above and belowground traits of a rhizome clonal plant explain its predominance under nitrogen addition. *Plant soil*, 432, 415-424. doi.org/10.1007/s11104-018-3815-2
- Zuo, S., Liu, L., Zhou, C., Wang, X., & Huang, D. (2023). Effects of nitrogen limitation on *Leymus chinensis* clonal growth form and bud bank. *Flora*, 298, 15218.