การจัดการปุ๋ยเคมีในการปลูกผักกาดหอมห่อบนพื้นที่สูงของภาคเหนือ

Chemical Fertilizer Management for Head Lettuce in the Northern Highland

ปวีณา เกียรติตระกลกาล [1/]
อำพรรณ พรมศิริ [1/]
Paweena Kirttrakolkal [1/]
Ampan Bhromsiri [1/]

ABSTRACT

The research was conducted in order to evaluate the basic fertility status of the soils in vegetable cultivated areas on the highland of northern Thailand and to find out the proper chemical fertilizer management for vegetable cultivation. The studied sites were the Royal Project Development Centre at Tung Loung (TL) and farmers' fields in June-July 2005. Simple soil test kit was used for soil quality study. The results indicated that the soils had pH within the range of 4.4-7.2. The levels of organic matter content in those soils were high (>2.5%) while the levels of available P and exchangeable K were high (>40 mgP/kg, >100 mgK/kg) to very high (>100 mgP/kg, >300 mgK/kg). Two field experiments were conducted to study the response of head lettuce at Tung Loung Centre and in the farmers' fields during wet season. In each experiment, the experimental design was RCB with 4 replications and 5 treatments. In the first treatment, chemical fertilizers containing N, P and K were applied at the rates commonly used at the centre or by farmers. In the second, third and forth treatments, no P, K and both P and K were applied (NK, NP and N) respectively. In the fifth treatment, the fertilizer was applied according to soil analysis data and crop removal of N, P and K plus N, P and K lost by leaching about 30% of crop removal (SPA). For on-farm trial, the vegetable cultivated area in each farmer's field was the same design as the centre. The results from both experiments indicated that SPA rate was the suitable rate for head lettuce cultivation because this rate was not different from NPK rate in terms of fresh weight yield, concentration and the total amount of N, P and K accumulated in harvested yield. The use of SPA rate could reduce the cost of input on fertilizer. Furthermore, by the SPA rate, P and

[1/] คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

[1/] Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Muang district, Chiang Mai province 50200

K fertilizers were not applied while the amount of N fertilizer was also reduced resulting in prolonging soil degradation.

Key words: soil fertility, chemical fertilizer, head lettuce, highland soil

บทคัดย่อ

การวิจัยเพื่อศึกษาสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการจัดการใส่ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมในการปลูกผักกาดหอมห่อบนพื้นที่สูงของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง และพื้นที่เกษตรกรภายใต้ความดูแลของศูนย์ฯ ในช่วงฤดูฝนในระหว่างเดือนมิถุนายน - กรกฎาคม พ.ศ. 2548 โดยการตรวจสอบคุณภาพดินจากชุดตรวจดินแบบง่าย พบว่าสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ใช้ศึกษามี pH ในช่วง 4.4-7.2 มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง (>2.5%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง (> 40 มก. P/กก. > 100 มก. K/กก.) ถึงสูงมาก (>100 มก. P/กก. >300 มก. K/กก.) สำหรับศึกษาการจัดการใส่ปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการปลูกผักกาดหอมห่อแบ่งเป็น 2 การทดลอง โดยที่การทดลองแรกเป็นการทดลองในแปลงปลูกผักของศูนย์ฯ ซึ่งใช้แผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ และ 5 กรรมวิธี คือ (1) ใส่ปุ๋ย NPK ตามอัตราที่ศูนย์ฯ ใช้ในการปลูกผักกาดหอมห่อ (NPK) (2 3 และ 4) งดการใส่ปุ๋ย P K และทั้ง P และ K ตามลำดับ (NK NP และ N ตามลำดับ) และ (5) ใส่ปุ๋ยโดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ดินและความต้องการธาตุอาหารของพืช และเพิ่มการใส่ปุ๋ยเพื่อชดเชยการสูญเสียธาตุอาหารจากการชะล้างอีก 30% (SPA) สำหรับการทดลองที่สองเป็นการทดลองในพื้นที่ปลูกผักของเกษตรกร โดยใช้แผนการทดลองและกรรมวิธีการทดลอง เช่นเดียวกับศูนย์ฯ พบว่าทั้งพื้นที่ทดสอบทั้งในศูนย์ฯ และของเกษตรกรทั้ง 2 แห่ง การใส่ปุ๋ยอัตรา SPA เป็นอัตราที่เหมาะสมในการปลูกผักกาดหอมห่อ โดยให้ปริมาณผลผลิต ความเข้มข้นและการสะสมธาตุอาหารหลักในผลผลิตผักกาดหอมห่อไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยในอัตรา NPK ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ย พร้อมทั้งลดปัญหาดินเสื่อมโทรมได้อีกด้วย

คำหลัก: ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปุ๋ยเคมี ผักกาดหอมห่อ พื้นที่สูง

คำนำ

พื้นที่สูงในประเทศไทยครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 67.22 ล้านไร่ โดยพื้นที่ตั้งของชุมชนบนที่สูงส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร(นิรนาม, 2550) ดังนั้น การใช้พื้นที่สูงเพื่อการเกษตรย่อมมีผลเกี่ยวเนื่องกันทั้งพื้นที่สูง และพื้นที่ราบ เพราะการเกษตรในพื้นที่ลาดชันย่อมมีการชะล้างพังทลายของดินในอัตราสูงและดินเสื่อมคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้การใช้สารเคมีเพื่อการป้องกันกำจัดศัตรูพืชบนที่สูงซึ่งไม่เพียงจะตกค้างบนพื้นที่สูง แต่ยังมีโอกาสถูกชะล้างไปกับน้ำลงไปสะสมอยู่ในแหล่งน้ำบนพื้นที่ราบได้อีกด้วย

(ชูชาติและคณะ, 2550) เมื่อดินเสื่อมคุณภาพ เกษตรกรบนพื้นที่สูงมักแก้ปัญหาโดยการใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งปุ๋ยที่นิยมใช้ทั่วไปคือ ปุ๋ยเคมีสูตรผสมที่มีธาตุอาหารพืชครบทั้ง 3 ธาตุ การใช้ปุ๋ยเคมีสูตรผสมอย่างต่อเนื่องในอัตราสูง ซึ่งอาจมีผลให้มีการตกค้างของปุ๋ยเคมีซึ่งไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมหรือยูเรียที่มีอยู่ในปุ๋ย ส่งผลทำให้ดินเป็นกรดมากขึ้น (Tisdale and Nelson, 1975) ส่วนฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่มีอยู่ในปุ๋ย เมื่อใช้ในอัตราที่สูงเกินกว่าการดูดใช้ของพืช สามารถสะสมอยู่ในดิน และทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มสูงขึ้น (Li and Barber,1988, Kumar and Yadav, 2001) ซึ่งการที่ดินมีปริมาณของฟอสฟอรัสที่สามารถเป็นประโยชน์ได้ในระดับสูง สามารถชักนำให้พืชดูดใช้ธาตุสังกะสีได้น้อยลง (Chapman, 1966) ส่วนโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินที่มีอยู่ในระดับสูง สามารถทำให้พืชดูดใช้ธาตุแมกนีเซียม (Embleton,1966) และแคลเซียมได้น้อยลง (Chapman,1966) สำหรับสภาวะการขาดสมดุลของธาตุอาหารพืชมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช (นิรนาม, 2541) ด้วยเหตุนี้การลดการใช้ปุ๋ยเคมีบนพื้นที่สูงจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพราะการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีไม่เพียงแต่จะทำให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิต แต่ยังส่งผลดีต่อสภาพแวดล้อมอีกด้วย สำหรับพื้นที่สูงในภาคเหนือที่ใช้ศึกษาเป็นพื้นที่ที่ใช้ในการปลูกผักหลายชนิด โดยเฉพาะพืชผักที่ต้องการอากาศหนาวเย็น เนื่องจากผักเป็นพืชอายุสั้น ดังนั้นการปลูกพืชผักให้ได้ผลผลิตดีและมีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาด จะต้องมีการวางแผนการจัดการให้เหมาะสม ซึ่งการปลูกพืชผักแต่ละครั้งมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูง และปุ๋ยที่ใช้เป็นปุ๋ยสูตรผสม (ปรีชา, 2533) สำหรับการปลูกผักบนพื้นที่สูง ปุ๋ยเคมีที่แนะนำให้เกษตรกรใช้ ได้แก่ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ($N-P_2O_5-K_2O$) 13-13-21 และ 46-0-0 โดยอัตราการใช้แตกต่างตามชนิดของพืช (วิลเลียมและดุษฎี, 2531) สำหรับแนวทางการลดการใช้ปุ๋ยเคมี สิ่งที่ต้องพิจารณาสมบัติขั้นพื้นฐานของดิน เช่น ปฏิกิริยาดินหรือ pH ปริมาณของอินทรียวัตถุปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ (available P) และปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) รวมถึงปริมาณของธาตุอาหารหลักของพืชซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ที่อยู่ในผลผลิตพืชชนิดต่างๆ การใช้ปุ๋ยเคมีที่ถูกต้องนั้นจะต้องคำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารพืชที่อยู่ในดินและธาตุอาหารพืชที่ขนย้ายออกไปจากพืชที่ปลูกในรูปของผลผลิต การใช้ข้อมูลดังกล่าวประกอบในการกำหนดอัตราการใส่ปุ๋ย ส่งผลให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการใส่ปุ๋ย กับปัญหาการมีธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสะสมในดินในระดับสูงได้ จากข้อมูลด้านความอุดมสมบูรณ์ขั้นพื้นฐานของดินในศูนย์พัฒนาเกษตรที่สูงของมูลนิธิโครงการหลวง (Boonchitsirikul *et al.*, 2006) พบว่าดินในศูนย์ฯ ต่างๆ ส่วนใหญ่มีความเป็นกรดจัด มีปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ โพแทชเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมาก ด้วยเหตุนี้การใช้ปุ๋ยผสมอย่างต่อ

เนื่องในพื้นที่ปลูกผักของศูนย์ฯต่างๆ และเกษตรกรบนพื้นที่สูง อาจไม่เหมาะสมกับสภาพดิน นอกจากนี้พืชที่ปลูกในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ โพแทชเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงนั้น จะไม่ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส (Deenik *et al.*, 2006) และโพแทสเซียม (Melton and Dufault, 1991) ดังนั้นการใส่ปุ๋ยที่มีธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมให้แก่พืชที่ปลูกในดินที่มีลักษณะดังกล่าวนั้นจะเป็นการสูญเปล่า และอาจก่อให้เกิดปัญหาการขาดสมดุลของธาตุอาหารได้อีกด้วย การตรวจคุณภาพดินจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพราะข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาปริมาณการใส่ปุ๋ยให้เหมาะสม กับสภาพดินและชนิดของพืชได้ หากเกษตรกรมีการจัดการปุ๋ยให้เหมาะสมกับสภาพดินจะทำให้เกษตรกรสามารถลดค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ย และลดปัญหาดินเสื่อมโทรมได้อีกด้วย ในการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพความอุดมสมบูรณ์ขั้นพื้นฐานของดินที่ใช้ปลูกพืชผักบนพื้นที่สูง และเพื่อหาแนวทางในการจัดการปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมกับคุณภาพดินบนพื้นที่ดังกล่าว

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินและการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม ในการปลูกผักบนพื้นที่สูง โดยใช้พื้นที่ทดลองภายในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง และพื้นที่ของเกษตรกรที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของศูนย์ฯทุ่งหลวง พืชผักที่ใช้ทดลองคือ ผักกาดหอมห่อ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน 2 ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินชั้นพื้นฐานในพื้นที่ปลูกผักบนพื้นที่สูง โดยเก็บตัวอย่างดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-15 ซม. จากแปลงผักภายในศูนย์ฯ จำนวน 15 แปลง และพื้นที่ของเกษตรกรที่เพาะปลูกผักภายใต้การดูแลรับผิดชอบของศูนย์ฯ จำนวน 8 ราย ใช้วิธีการเก็บตัวอย่างดินแบบ composite sample โดย 1 composite sample ประกอบด้วยดินที่เก็บมาจากจุดต่างๆ ในพื้นที่เดียวกันอย่างน้อย 5 จุด ผึ่งตัวอย่างดินที่เก็บมาให้แห้งในที่ร่ม บดและร่อนตัวอย่างดินให้มีขนาด 2 มม. โดยใช้ตะแกรงร่อนดิน ตรวจสอบคุณสมบัติได้แก่ ความเป็นกรดด่าง (pH) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ ปริมาณอินทรียวัตถุ ตลอดจนความต้องการปูนในการแก้ไขความเป็นกรดของดิน โดยใช้ชุดตรวจสอบดินแบบง่าย (soil test kit) ซึ่งพัฒนาโดยคณะนักวิจัย คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในการตรวจสอบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ โดยชุดตรวจดินดังกล่าว ใช้วิธีการสกัดดินด้วยน้ำยาสกัดดิน และเปรียบเทียบปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างฟอสฟอรัสหรือโพแทสเซียม ในตัวอย่างภายหลังการสกัดดินกับน้ำยาที่มีความจำเพาะเจาะจงกับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม โดยใช้สารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นของฟอสฟอรัส หรือโพแทสเซียมที่แน่นอนเป็นตัวเปรียบเทียบ

2. ศึกษาการจัดการปุ๋ยเคมีในการปลูก

ผักกาดหอมห่อ โดยทดลองในแปลงทดลอง ในช่วงฤดูฝน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน - กรกฎาคม พ.ศ. 2548 โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อย การทดลองแรกเป็นการทดลองในศูนย์ฯ วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ และ 5 กรรมวิธีดังนี้

1. การใส่ปุ๋ย ไนโตรเจน (N) โพแทสเซียม (P) และ ฟอสฟอรัส (K) ตามอัตราที่ศูนย์ฯใช้ในการปลูกผัก (NPK)

2. ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ส่วน N และ K ใส่ตามที่ใช้ในกรรมวิธีที่ 1(NK)

3. ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ส่วน N และ P ใส่ตามที่ใช้ในกรรมวิธีที่ 1(NP)

4. ไม่ใส่ทั้งปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ส่วน N ใส่ตามกรรมวิธีที่ 1(N)

5. ใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดิน และปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในต้นพืช (soil and plant analysis, SPA)

อัตราการใส่ปุ๋ย N P และ K ตามกรรมวิธีที่ 1 สำหรับการทดลองในศูนย์ฯ (Table 1) ในกรรมวิธีที่ 2-5 ปุ๋ยที่ใช้เป็นปุ๋ยเดี่ยว โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจนคือ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0, N-P_2O_5-K_2O) ปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสคือ triple super phosphate (0-46-0, N-P_2O_5-K_2O) และปุ๋ยที่ให้ธาตุโพแทสเซียมคือ ปุ๋ย potassium sulfate (0-0-50, N-P_2O_5-K_2O) ส่วนการทดลองที่สองเป็นการทดลองในพื้นที่ของเกษตรกร วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ และ 5 กรรมวิธีดังเช่นที่ใช้กับการทดลองในศูนย์ฯ แต่ในกรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่เกษตรกรใช้ในการปลูกผัก (Table 1) สำหรับปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยเคมีที่ใช้ในกรรมวิธีที่ 1 ทั้งในศูนย์ฯ และในพื้นที่ของเกษตรกรแสดงไว้ใน Table 2

Table 1. Common fertilizer application rates for head lettuce cultivation at Tung Loung Centre and farmers' fields

Location	Type of fertilizer (N-P_2O_5-K_2O)	Rate (kg/rai)
Tung Loung Centre	46-0-0	47.52
	15-15-15	384
	13-13-21	144
Farmers' fields	46-0-0	47.52
	15-15-15	96
	13-13-21	144

ในการกำหนดอัตราการใส่ปุ๋ยสำหรับการปลูกผักกาดหอมห่อในกรรมวิธีที่ 5 ซึ่งใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในต้นผัก โดยพิจารณาจากปริมาณ N P และ K ทั้งหมดที่สะสมอยู่ในผลผลิตตัวอย่างผักที่วิเคราะห์ก่อนการทดลอง ซึ่งมีปริมาณการสะสม N 31.98 กก./ไร่ P 5.09 กก./ไร่ และ K 39.71 กก./ไร่ และเพิ่มปริมาณการใส่ปุ๋ยเพื่อชดเชยธาตุอาหารพืชที่คาดว่าจะสูญเสียไปกับการชะล้างโดยน้ำประมาณ 30% ของปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิตที่เก็บเกี่ยวออกไปจากพื้นที่ นอกจากนี้ยังพิจารณาจากปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ ที่มีอยู่ในดินของแต่ละพื้นที่ในช่วงก่อน

Table 2. The quantities of primary nutrients in common fertilizer application rates at Tung Loung Centre and farmers fields

Location	Quantities of primary nutrients (kg/rai) in common fertilizer rate		
	N	P_2O_5 (P)	K_2O (K)
Tung Loung Centre	98.18	76.32(33.25)	87.34(72.51)
Farmers' fields	44.98	33.12(14.43)	44.64(37.06)

Table 3. Basic fertility status of the soils in Tung Loung Centre and in the tested farmers' fields before head lettuce transplanting

Location	pH	Available P[1/]	Exchangeable K[2/]	Organic matter[3/]
Tung Loung Centre	6.0	VH	VH	H
Farmers' fields				
Jakra 1	6.0	M	VH	H
Jakra 2	6.4	H	VH	H
Tika	5.4	VH	VH	H
Takui	6.0	VH	VH	H

[1/] Levels of available P: M = medium (10-40 mg P/kg), H = high (>40 mg P/kg)
VH = very high (>100 mg P/kg)

[2/] Level of exchangeable K: VH = very high (>300 mgK/kg)

[3/] Level of organic matter: H = high (> 2.5 %)

การปลูกพืช (Table 3) ถ้าปริมาณของธาตุอาหารพืชในดินดังกล่าวมีมากกว่าปริมาณ P และ K ทั้งหมดที่สะสมอยู่ในผลผลิตผัก รวมทั้งปริมาณ P K ที่คาดว่าจะสูญเสียไปจากพื้นที่ในช่วงที่มีการปลูกผักก็ไม่มีการใส่ปุ๋ย P และ K เพิ่มเติมลงไปในดินอีก

เนื่องจากปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินจากพื้นที่ที่ใช้ในการทดลองปุ๋ยทั้งในศูนย์ฯ และพื้นที่ของเกษตรกร มีสูงกว่าปริมาณธาตุอาหารหลักที่พืชสะสมในผลผลิต ดังนั้นในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดินและปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในต้นพืช จึงไม่มีการใส่ปุ๋ย P และ K และใช้เฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนในรูปยูเรียในอัตราที่ให้ไนโตรเจน 41.57 กก./ไร่ สำหรับข้อมูลที่บันทึก ได้แก่ ผลผลิตน้ำหนักสด ผลผลิตน้ำหนักแห้งของผักที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด และผลผลิตภายหลังการตัดแต่ง (marketable yield) ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักของพืชในผลผลิตภายหลังการตัดแต่ง และเศษผักที่เหลือซึ่งเป็นใบ

ที่ห่อหุ้มหัว (wrapper leaves) ตลอดจนการสะสมธาตุอาหารพืชในผลผลิตทั้งหมด ในการเก็บเกี่ยวผลผลิตใช้พื้นที่เก็บเกี่ยว2ตร.ม./ซ้ำ/กรรมวิธี

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ในพื้นที่ปลูกผักของศูนย์ฯทุ่งหลวงจำนวนทั้งหมด 15 ตัวอย่าง ดินชั้นบนมี pH อยู่ในช่วงตั้งแต่ 4.8-7.2 โดยประมาณ 80 % ของตัวอย่างดินชั้นบนมีค่า pH อยู่ในช่วง 6.0-7.2 ซึ่งจัดว่าเป็นกรดอ่อนถึงเป็นด่างเล็กน้อย ส่วนที่เหลือประมาณ 20 % มี pH อยู่ในช่วงตั้งแต่ 4.8-5.2 ซึ่งนับว่าเป็นกรดจัดซึ่งต้องการปูนโดโลไมท์ในด้านการแก้ไขความเป็นกรดในปริมาณตั้งแต่ 507-697 กก./ไร่ ในด้านของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน พบว่าในดินชั้นบนส่วนใหญ่ (7 %) มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในดินในระดับสูง (>2.5 %) อีก 20% มีอินทรียวัตถุในระดับปานกลาง และมีเพียง 7% มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินชั้นบนในระดับต่ำ (<1.5%) ในส่วนของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดิน พบว่าดินชั้นบนทั้งหมดมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้อยู่ในระดับสูงมาก (>100 มก.P/กก.) ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดิน พบว่าดินชั้นบนมีปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง (>100 มก.K/กก.) ถึงสูงมาก (>300 มก.K/กก.) (Table 4)

สำหรับดินชั้นบนในแปลงผักของเกษตรกรศูนย์ฯทุ่งหลวงที่ใช้ศึกษาจำนวน 8 พื้นที่ มี pH อยู่ในช่วงตั้งแต่ 4.4-6.4 ซึ่งประมาณ 50 % ของตัวอย่างดินทั้งหมด มี pH อยู่ในช่วงตั้งแต่ 6.0-6.4 ซึ่งจัดว่าเป็นกรดเล็กน้อย และอีก 50 % ของตัวอย่างดินทั้งหมด มี pH อยู่ในช่วง 4.4-5.4 ซึ่งจัดว่าเป็นกรดจัด ต้องการปูนโดโลไมท์ในการแก้ไขความเป็นกรดในปริมาณตั้งแต่ 507-697 กก./ไร่ สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน พบว่าประมาณ 50 % ของดินทั้งหมดมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง (1.5-2.5%) และอีก 50% ที่เหลือมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับสูง (>2.5%) ในด้านของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้พบในดิน ประมาณ 63% ของตัวอย่างดินทั้งหมดมีอยู่ในระดับสูง (>40 มก.P/กก.) ถึงสูงมาก และอีก 37% ของตัวอย่างดินทั้งหมดมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้อยู่ในระดับปานกลาง ในด้านของปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดิน พบว่ามีปริมาณที่สามารถแลกเปลี่ยนที่ได้ในดินอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก (Table 5) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Boonchitsirikul และคณะ (2006) ที่พบว่าดินในศูนย์พัฒนาเกษตรที่สูงของมูลนิธิโครงการหลวงที่ใช้ปลูกผักส่วนใหญ่มีความเป็นกรดจัดและมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ กับโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก

2. ผลของอัตราการใส่ปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตผักสดและผลผลิตน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมห่อในพื้นที่ศูนย์ฯทุ่งหลวง

อัตราการใส่ปุ๋ยมีผลทำให้ผลผลิตผักสด

Table 4. Basic fertility status of the soils from vegetable cultivated plots at Tung Loung Centre

No	Type of vegetable	Soil depth (cm)	pH	LR[1] (kg/rai)	Level		
					OM[2]	Avai P[3]	Exch K[4]
1	Lettuce	0-10	6.0	-	H	VH	VH
2	-	0-8	5.2	697	H	VH	VH
3	Cowpea	0-20	6.2	-	M	VH	H
4	Cowpea	0-20	6.4	-	H	VH	VH
5	Cowpea	0-7	6.8	-	H	VH	VH
6	Cowpea	0-20	6.0	-	H	VH	H
7	Cowpea	0-12	6.6	-	H	VH	H
8	Cowpea	0-11	6.0	-	M	VH	H
9	Lettuce	0-22	6.0	-	H	VH	VH
10	Lettuce	0-10	6.2	-	H	VH	VH
11	Lettuce	0-17	6.2	-	M	VH	H
12	Lettuce	0-20	7.2	-	H	VH	VH
13	Cowpea	0-20	4.8	697	L	VHH	
14	Lettuce	0-20	5.0	507	H	VH	VH
15	Lettuce	0-20	6.0	-	H	VH	VH

[1] Lime requirement (dolomitic limestone, kg/rai)

[2] OM, organic matter: L = low (<1.5%), M = medium (1.5-2.5%), H = high (>2.5%)

[3] Available P: L = low (<10 mgP/kg), M = medium (10-40 mgP/kg), H = high (>40 mgP/kg), VH = very high (>100 mgP/kg)

[4] Exchangeable K: H = high (>100 mgK/kg), VH = very high (>300 mgK/kg)

หลังการตัดแต่ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยอัตรา N ทำให้ปริมาณผลผลิตผักหลังตัดแต่งต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยอัตราอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ปริมาณผลผลิตผักหลังตัดแต่ง 2,028 กก./ไร่ ซึ่งต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยอัตรา NPK (2,735 กก./ไร่) ประมาณ 25 % สำหรับการใส่ปุ๋ยอัตรา NP NK และ SPA ให้ผลผลิตผักหลังการตัดแต่งในช่วงตั้งแต่ 2,658-2,788 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างจากอัตรา NPK อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6) อย่างไรก็ตามปริมาณผลผลิตที่ได้จากการใส่ปุ๋ยทั้ง 3 อัตราดังกล่าวยังสูงกว่าปริมาณผลผลิตเฉลี่ยที่ผลิตได้จากพื้นที่

Table 5. Basic fertility status of soils from vegetable cultivated plots of the farmers' field.

Field No	Soil depth (cm.)	pH	LR[1] (kg/rai)	Level		
				OM[2]	Avai P[3]	Exch K[4]
1	**0-25**	**6.0**	**-**	**M**	**VH**	**VH**
2	0-15	5.2	697	M	H	H
3	0-20	5.0	507	M	M	VH
4	0-20	4.4	697	M	M	VH
5	0-20	6.0	-	H	M	VH
6	0-20	6.4	-	H	H	VH
7	0-20	5.4	-	H	VH	VH
8	0-20	6.0	-	H	VH	VH

[1] Lime requirement (dolomitic limestone, kg/rai)

[2] OM, organic matter: L = low (<1.5%); M = medium (1.5-2.5%); H = high (>2.5%)

[3] Available P: L = low (<10 mgP/kg), M = medium (10-40 mgP/kg), H = high (>40 mgP/kg), VH = very high (>100 mgP/kg)

[4] Exchangeable K: H = high (>100 mgK/kg), VH = very high (>300 mgK/kg)

ปลูกผักของโครงการหลวง ซึ่งวิลเลียมและดุษฎี (2531) ได้รายงานว่าปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของผักกาดหอมห่อที่ปลูกในฤดูฝนมีผลผลิตอยู่ในช่วง 50-70 กก./100 ตร.ม. หรือ 800-1,120 กก. /ไร่ นอกจากนี้อัตราการใส่ปุ๋ยยังมีผลทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของผักหลังการตัดแต่งที่ได้จากการเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยอัตรา N ทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้งผักหลังตัดแต่งต่ำที่สุด (99 กก./ไร่) ส่วนการใส่ปุ๋ยอัตรา NP ทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้งหลังการตัดแต่งสูงที่สุด (129 กก./ไร่) ซึ่งแตกต่างจากอัตรา NPK และ NK อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่ต่างจากอัตรา SPA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6)

ในพื้นที่ของเกษตรกรทุ่งหลวง (Table 6) พบว่าการใส่ปุ๋ยในอัตราที่แตกต่างกันไม่ทำให้ปริมาณผลผลิตผักสดหลังตัดแต่งและผลผลิตน้ำหนักแห้งผักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณผลผลิตผักสดหลังตัดแต่งอยู่ในช่วงตั้งแต่ 2,109-2,371 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยอัตรา NP ให้ปริมาณผลผลิตผักหลังตัดแต่งและผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงที่สุด คือ 2,371 และ 86 กก./ไร่ ตามลำดับ (Table 6)

Table 6. Effects of fertilizer treatments on fresh weight (FW) and dry weight (DW) yields (kg/rai) of marketable head lettuce at Tung Loung Centre and farmers' fields

Treatment	Marketable yields (kg/rai) of head lettuce			
	Tung Loung Centre		Farmers' fields	
	FW	DW	FW	DW
NPK	2735 a	118 b	2,341 NS	82 NS
NK	2658 a	114 b	2,109	81
NP	2724 a	129 a	2,371	86
N	2028 b	99 c	2,303	81
SPA	2788 a	123 ab	2,256	86
CV(%)	**8.55**	**6.05**	**12.21**	**11.85**

NS = non significant

Means the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

3. ผลของอัตราการใส่ปุ๋ยต่อความเข้มข้นของ N P และ K ในผลผลิตของผักกาดหอมห่อ

สำหรับการปลูกผักในศูนย์ฯ ทุ่งหลวง การใส่ปุ๋ยในอัตราที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความเข้มข้นของ N ในผลผลิตของผักกาดหอมห่อภายหลังการตัดแต่ง (marketable yields, MY) และความเข้มข้นของ P ในใบที่ห่อหุ้มหัว (wrapper leaves, WL) ซึ่งถูกปลิดออกจากหัวในช่วงที่มีการตัดแต่งผักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับความเข้มข้นของ P และ K ในผลผลิตผักภายหลังการตัดแต่ง ตลอดจนความเข้มข้นของ N และ K ในใบที่ห่อหุ้มหัว พบว่าอัตราการใส่ปุ๋ยที่ใช้ในการทดลองไม่มีผลกระทบแต่อย่างใดในทางสถิติ ส่วนในพื้นที่ของเกษตรกรอัตราการใส่ปุ๋ยไม่มีผลให้ความเข้มข้นของ N P และ K ในผลผลิตผักกาดหอมห่อภายหลังการตัดแต่งและในใบที่ห่อหุ้มหัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 7) ในด้านของความเข้มข้นของ N ในผลผลิตผักกาดหอมห่อภายหลังการตัดแต่ง พบว่าการใส่ปุ๋ยอัตรา NPK ทำให้ N ในผลผลิตผักมีประมาณ 2.68% ซึ่งต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยอัตราอื่น และแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยอัตรา NK NP และ N อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างจากอัตรา SPA ที่ 2.79% ในทางสถิติ สำหรับการใส่ปุ๋ยอัตรา NK NP และ N มี %N ในผลผลิตผักกาดหอมห่อภายหลังการตัดแต่งอยู่ในช่วงตั้งแต่ 3.12-3.19% ซึ่งทั้งสามอัตราไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ส่วนเปอร์เซ็นต์ของ P ในใบที่ห่อหุ้มหัว พบว่า การใส่ปุ๋ยในอัตรา N ทำให้ P สูงที่สุด 1.72% ซึ่งแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยอัตรา NPK NK และ SPA ที่ให้ P ในใบที่ห่อหุ้มหัวอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.79-1.13% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการใส่ปุ๋ยอัตรา NP ซึ่งให้ P ในใบที่ห่อหุ้มหัวประมาณ 1.16% ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยอัตรา NPKและอัตราอื่นที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Maynard และ Hochmuth (1997) รายงานว่าใบที่ห่อหุ้มหัว เป็นส่วนที่บ่งชี้ถึงสภาวะของธาตุอาหารพืชในผักกาดหอมห่อว่ามีพอเพียงหรือไม่ ตามรายงานดังกล่าวในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ถ้าใบที่ห่อหุ้มหัวผักกาดหอมห่อมีความเข้มข้นของ N 2-3% P 0.25-0.50% และ K 2.5-5.0% นับได้ว่าพืชได้รับธาตุอาหารทั้ง 3 ธาตุอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต

ในการทดลองปุ๋ยในศูนย์ฯ ผักกาดหอมห่อที่ได้รับปุ๋ยในอัตรา NPK NK NP และ N มีความเข้มข้นของ N ในใบที่ห่อหุ้มหัว ในช่วงตั้งแต่ 3.14-3.40% ในขณะที่การใส่ปุ๋ยอัตรา SPA มีความเข้มข้นของ N 2.95% ซึ่งทุกอัตราไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยในอัตรา SPA มีผลให้ความเข้มข้นของ N ในใบที่ห่อหุ้มหัวของผักกาดหอมห่ออยู่ในเกณฑ์ที่จัดว่าอยู่ในระดับที่เพียงพอแก่ความต้องการของพืชชนิดนี้ ตามเกณฑ์การประเมินสภาวะของธาตุอาหาร N ในผักกาดหอมห่อของ Maynard และ Hochmuth (1997) จึงนับได้ว่าการใส่ปุ๋ย N ในอัตรา SPA เป็นอัตราที่เพียงพอแก่ความต้องการของผักกาดหอมห่อที่ปลูกในศูนย์ฯ ส่วนการทดลองปุ๋ยในพื้นที่ของเกษตรกรซึ่งผลการทดลองก็คล้ายคลึงกับการทดลองในศูนย์ฯ คือ การใส่ปุ๋ยทุกอัตราไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในส่วนของเปอร์เซ็นต์ N ในใบที่ห่อหุ้มหัว และมี N อยู่ในช่วง 3.20-3.80% ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอเช่นกัน ดังนั้นการใส่ปุ๋ย N ในอัตรา SPA เพียงพอสำหรับการผลิตผักกาดหอมห่อในพื้นที่ของเกษตรกรด้วย

ในด้านของความเข้มข้นของ P และ K ในใบที่ห่อหุ้มหัวซึ่งการทดลองนี้ พบว่าการใส่ปุ๋ยทุกอัตราที่ใช้ในการทดลองทั้งในศูนย์ฯ และในพื้นที่ของเกษตรกรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับผักกาดหอมห่อที่ปลูกในศูนย์ฯที่ได้รับปุ๋ยอัตรา NPK มีความเข้มข้นของ P และ K ในใบที่ห่อหุ้มหัว 1.13 และ 6.89% ตามลำดับ ส่วนผักกาดหอมห่อที่ปลูกในพื้นที่ของเกษตรกรมีความเข้มข้นของ P ในใบที่ห่อหุ้มหัว 0.68% และมี K 6.71% สำหรับผักกาดหอมห่อที่ได้รับปุ๋ยในอัตรา NK N และ SPA ซึ่งเป็นอัตราที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย P ลงไปในดิน ทั้งในศูนย์ฯ และในพื้นที่ของเกษตรกรมี P ในใบที่ห่อหุ้มหัวอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.74-1.72% ซึ่งเป็นระดับสูงกว่าเกณฑ์ที่เพียงพอ (0.25-0.50%P) ตามเกณฑ์การประเมินของ Maynard และ Hochmuth (1997) ส่วนผักกาดหอมห่อที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ย K ซึ่งได้แก่ ผักกาดหอมห่อที่ได้รับปุ๋ยอัตรา NP N และ SPA มี K ในใบที่ห่อหุ้มหัวอยู่ในช่วงตั้งแต่ 3.21-6.99% ระดับความเข้มข้นของ K ดังกล่าวก็จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอเช่นกัน แสดงว่าพื้นที่ที่ใช้ในการทดลองปุ๋ยทั้งสองการทดลอง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มี

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในระดับสูงถึงสูงมาก ไม่มีความจำเป็นต้องใส่ปุ๋ย P และ K เพิ่มเติมลงไปในดินอีก เพราะถึงแม้จะไม่ใส่ปุ๋ย P และ K พืชก็ได้รับธาตุอาหารพืชทั้ง 2 ธาตุในระดับที่เพียงพอแก่ความต้องการในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตในระดับที่น่าพอใจ

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของ K ในผลผลิตผักภายหลังการตัดแต่ง พบว่าการทดลองในพื้นที่ศูนย์ฯ ถึงแม้การใส่ปุ๋ยแต่ละอัตราไม่มีผลให้ความเข้มข้นของ K ในผลผลิตผักภายหลังการตัดแต่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยอัตรา NPK และ NK ทำให้ K ในผลผลิตผักหลังการตัดแต่งมีประมาณ 4.2 และ 3.8% ส่วนการใส่ปุ๋ยอัตรา NP ทำให้เปอร์เซ็นต์ K ในผลผลิตหลังการตัดแต่งมีประมาณ 3.2% ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ K ในผลผลิตผักภายหลังการตัดแต่งมีความสัมพันธ์กับข้อมูลด้านผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง จากข้อมูลด้านน้ำหนักสดของผลผลิตผักหลังการตัดแต่ง การใส่ปุ๋ยอัตรา NPK, NK และ NP ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่ในด้านน้ำหนักแห้งผักที่ได้รับปุ๋ยอัตรา NPK และ NK เนื่องจาก K มีบทบาทสำคัญในการรักษาสมดุลของน้ำในเซลล์พืช (Taiz and Zeiger, 2006) และ K มีความเกี่ยวข้องกับการดูดใช้น้ำของเซลล์และเนื้อเยื่อของพืช โดยทำให้เกิดแรงดึงออสโมติกของน้ำผ่านเข้าไปในรากพืช สำหรับการควบคุมและรักษาแรงตึงผิวของน้ำเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมกระบวนการสังเคราะห์แสง และกระบวนการภายในเซลล์พืช อีกทั้งการปิดเปิดของปากใบก็เป็นผลมาจากแรงตึงผิวที่เพิ่มขึ้นในเซลล์คุมที่อยู่รอบปากใบ (สุชาติ, 2546) ดังนั้นจึงคาดว่า การที่ผักที่ได้รับปุ๋ยอัตรา NPK และ NK ให้น้ำหนักแห้งต่ำกว่าผักที่ได้รับปุ๋ยอัตรา NP ขณะที่ปุ๋ยทั้งสามอัตราให้น้ำหนักสดในปริมาณที่ไม่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ น่าจะเป็นผลมาจากการใส่ปุ๋ย K ซึ่งทำให้เนื้อเยื่อพืชเกิดการอวบน้ำมากกว่าผักที่ไม่ได้รับปุ๋ย K

4. ผลของการใส่ปุ๋ยต่อปริมาณธาตุอาหาร N P และ K ที่สะสมในผลผลิตผักกาดหอมห่อ

การปลูกผักกาดหอมห่อในศูนย์ฯทุ่งหลวง การใส่ปุ๋ยมีผลทำให้ปริมาณการสะสม N ในผลผลิตผักทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยการใส่ปุ๋ยอัตรา NK มีปริมาณการสะสม N ในผลผลิตผักทั้งหมดสูงที่สุดคือ 6.04 กก.N/ไร่ ซึ่งแตกต่างทางสถิติจากการใส่ปุ๋ยอัตรา N ที่ 5.01 กก.N/ไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่ต่างจากการใส่ปุ๋ยอัตรา NPK NP และอัตรา SPA ที่มีปริมาณการสะสม N ในผลผลิตผักทั้งหมด 5.44 6.00 และ 5.33 กก.N/ไร่ ตามลำดับ ส่วนของปริมาณการสะสม P ในผลผลิตผักกาดหอมห่อ พบว่าการใส่ปุ๋ยในอัตราที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้ปริมาณการสะสม P ในผลผลิตผักกาดหอมห่อทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณการสะสม P ในผลผลิตผักทั้งหมดอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1.97-2.74 กก.P/ไร่ ซึ่งการใส่ปุ๋ยอัตรา SPA มีปริมาณการสะสม P ในผลผลิตผักทั้งหมดสูงที่สุดคือ 2.74 กก.P/ไร่ สำหรับ

Table 7. Effects of fertilizer treatments on N P and K concentrations as duy weight basis (%) of marketable yields (MY) and the waste of wrapper leaves (WL) of head lettuce at Tung Loung Centre and farmers' fields

Treatment	Tung Loung Centre						Farmers' fields					
	%N		%P		%K		%N		%P		%K	
	MY	WL	MY	WL	MY	WL	MY	WL	MY	WL	MY	WL
NPK	268 b	3.14	1.00	113 b	4.20	6.89	3.51	3.37	0.77	0.68	3.47	6.71
NK	316 a	3.38	1.34	110 b	3.83	5.51	3.13	3.80	0.80	0.86	3.61	5.76
NP	312 a	3.34	1.07	116 ab	3.21	4.96	2.92	3.31	1.33	0.87	3.41	4.95
N	319 a	3.40	1.24	172 a	3.34	5.54	3.50	3.50	1.18	0.82	3.95	6.24
SPA	279 b	2.95	1.81	079 b	3.91	6.42	3.33	3.20	0.74	0.86	3.66	6.99
CV(%)	**642**	**7.71**	**61.72**	**3105**	**19.64**	**19.45**	**12.02**	**13.24**	**68.01**	**60.74**	**22.57**	**17.49**

Means a column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 8. Effects of fertilizer treatments on N P and K uptake (kg/rai) at Tung Loung Centre and farmers' fields

Treatment	Tung Loung Centre			Farmers' fields		
	N uptake	P uptake	K uptake	N uptake	P uptake	K uptake
NPK	5.44 ab	1.97	10.13 a	5.31	1.12	7.92
NK	6.04 a	2.20	8.30 abc	5.53	1.39	7.51
NP	6.00 a	2.03	7.01 bc	5.06	1.79	6.82
N	5.01 b	2.07	6.16 c	5.66	1.73	8.56
SPA	5.33 ab	2.74	9.05 ab	5.50	1.32	9.11
CV(%)	**8.66**	**40.38**	**20.43**	**13.65**	**43.63**	**15.63**

Means a column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

ปริมาณการสะสม K ในผลผลิตผักกาดหอมห่อ พบว่าการใส่ปุ๋ยในอัตราที่แตกต่างกันมีผลทำให้ปริมาณการสะสม K ในผลผลิตผักทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยอัตรา NPK มีปริมาณการสะสม K ในผลผลิตผักทั้งหมดสูงที่สุดคือ 10.13 กก.K/ไร่ และต่างจากการใส่ปุ๋ยอัตรา NP และ N อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการใส่ปุ๋ยอัตรา NK และ SPA (Teble 8)

สำหรับพื้นที่ของเกษตรกรที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของศูนย์ฯทุ่งหลวง การใส่ปุ๋ยไม่มีผลทำให้ปริมาณการสะสม N P และ K ในผลผลิต

ผักทั้งหมดของผักกาดหอมห่อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปริมาณการสะสม N ในผลผลิตผักทั้งหมดอยู่ในช่วง 5.06-5.66 กก.N/ไร่ และการใส่ปุ๋ยอัตรา N มีปริมาณการสะสม N ในผลผลิตผักทั้งหมดสูงที่สุดคือ 5.66 กก.N/ไร่ สำหรับปริมาณการสะสม P ในผลผลิตผักทั้งหมดอยู่ในช่วง 1.12-1.79 กก.P/ไร่ ซึ่งการใส่ปุ๋ยอัตรา NP มีปริมาณการสะสม P ในผลผลิตผักทั้งหมดสูงที่สุดคือ 1.79 กก.P/ไร่ และปริมาณการสะสม K ในผลผลิตผักทั้งหมดอยู่ในช่วง 6.82-9.11 กก. K/ไร่ โดยการใส่ปุ๋ยอัตรา SPA มีการสะสม K ในผลผลิตผักทั้งหมดในปริมาณสูงที่สุดคือ 9.11 กก. K/ไร่

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้ปุ๋ยกับปริมาณการสะสมธาตุอาหารในผลผลิตผักในพื้นที่ศูนย์ฯทุ่งหลวง พบว่าเมื่อมีการใส่ปุ๋ยอัตรา NPK ซึ่งใส่ N 98.18 กก./ไร่ P 33.25 กก./ไร่ และ K 72.51 กก./ไร่ ปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยอัตราดังกล่าวมากกว่าปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดใช้ดังนี้ N 18.05 เท่า P 16.88 เท่า และ K 7.16 เท่า ส่วนการใส่ปุ๋ยอัตรา SPA ซึ่งใช้เฉพาะปุ๋ย N ในอัตรา 41.57 กก.N/ไร่ มีการใช้ปุ๋ย N มากกว่าที่พืชดูดใช้เพียง 7.80 เท่า สำหรับในพื้นที่เกษตรกรของศูนย์ฯ ทุ่งหลวง การใช้ปุ๋ยอัตรา NPK โดยใช้ N 54.38 กก.N/ไร่ P_2O_5 33.12 กก./ไร่ (14.43 กก.P/ไร่) และ K_2O 44.64 กก./ไร่ (37.06 กก.K/ไร่) มีการใส่ปุ๋ย N มากกว่าการดูดใช้ของพืชประมาณ 10.24 เท่า P ประมาณ 12.88 เท่า และ K ประมาณ 4.68 เท่า ส่วนการใส่ปุ๋ยอัตรา SPA ที่มีการใส่เฉพาะปุ๋ย N อัตรา 41.57 กก. N/ไร่ มีการใช้ปุ๋ย N มากกว่าการดูดใช้ของพืชประมาณ 7.56 เท่า แสดงว่าการนำผลการวิเคราะห์ดินและพืชมาใช้ในการกำหนดอัตราการใส่ปุ๋ย N P และ K นอกจากจะช่วยในการกำหนดอัตราการใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมกับคุณภาพของดินและความต้องการของพืชที่ปลูกแล้ว ยังช่วยทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ย และช่วยชะลอปัญหาด้านการเสื่อมโทรมของดินที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยไม่ถูกต้องได้อีกด้วย

สรุปผลการทดลอง

สภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ปลูกผักของศูนย์ฯ ทุ่งหลวง และพื้นที่ของเกษตรกรที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของศูนย์ฯส่วนใหญ่มีpH 4.4-7.2 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในระดับสูงถึงสูงมาก สำหรับการจัดการปุ๋ยในการปลูกผักกาดหอมห่อในพื้นที่เพาะปลูกที่ดินมีปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินในระดับสูงถึงสูงมากนั้น การใส่ปุ๋ยอัตรา SPA ให้ปริมาณผลผลิตผักกาดหอมห่อความเข้มข้นและปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร N P และ K ในผลผลิตผักไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการใส่ปุ๋ยในอัตราที่ให้ธาตุอาหาร NPK ครบตามที่ศูนย์ฯ และเกษตรกรใช้ในการผลิตผักกาดหอมห่อ ด้วยเหตุนี้ การผลิตผักกาดหอมห่อในพื้นที่ศูนย์ฯและเกษตรกรที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของศูนย์ฯทุ่งหลวง การใส่ปุ๋ยอัตรา SPA จึงเป็นอัตราการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมในการผลิตผักกาดหอมห่อ

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณที่ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากมูลนิธิโครงการหลวง และได้รับความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดีจากเจ้าหน้าที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง และเกษตรกรผู้ร่วมงานวิจัยในการอำนวยความสะดวกและกรุณาให้ใช้พื้นที่สำหรับการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

นิรนาม. 2541. *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา.* คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 528 หน้า.

ชูชาติ สันธทรัพย์ อำพรรณ พรมศิริ จุฑามาศ ปูริยะ และสุปราณี จี้มูล. 2550. *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการการศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการดินเพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีบนพื้นที่สูง.* สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). 130 หน้า.

นิรนาม, 2550. *คู่มือนักวิจัย.* สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). 131 หน้า.

ปรีชา วทัญญู. 2533. เกษตรกรไทยกับการใช้ปุ๋ย. *วารสารดินและปุ๋ย* 13: 201-205.

วิลเลียม บอร์น และดุษฎี ณ ลำปาง. 2531. *คู่มือสำหรับการปลูกผักและไม้ดอกบนที่สูงของประเทศไทย.* สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). 273 หน้า.

สุชาติ จิรพรเจริญ. 2546. *เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ปุ๋ยเพื่อการเกษตร.* ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 567 หน้า.

Boonchitsirikul, C., S. Srichuwong, S. Buranapanichpan, P. Lueang-a-papong, A. Bhromsiri, S. Ruamrungsri, K. Kunasakdakul, S. Valyasevi, A. Shutsrirung, K. Uaengsawat, K Sringarm and S. Pak-u-thai. 2006. *Appropriate Technology for Reduction of Agrochemical Use in Crucifer Production.* Accumulative Report of ATRACT Project on Appropriate Technology for Reduction of Agro-chemical in Northern Thailand. Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. 175 p.

Chapman, H. D. 1966. Calcium. Pages. 65-92. *In: Diagnostic Criteria for Plants and Soils.* H. D. Chapman (ed.), Division of Agricultural Sciences, University of California, California, U.S.A.

Deenik, J., R. Hanasaki, R. Shimabuku., S. Nakamoto and R. Uchida. 2006. *Phosphorus Fertilizer Management for Head cabbage.* Soil and Crop Management: SCM-16. University of Hawai, U.S.A. 1-6. http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/SCM-16.pdf, 2/11/ 2007.

Embleton, T. W. 1966. Magnesium. Pages. 225-263. *In: Diagnostic Criteria for Plants and Soils.* H. D. Chapman, (ed.), Division of Agricultural Sciences, University of California, California. U.S.A.

Kumar, A. and D. S. Yadav. 2001. Long-term effects of fertilizers on the soil fertility and productivity of a rice-wheat system. *J. of Agron. and Crop Sci.* 186(1): 45-54.

Li, R. G. and S. A. Barber. 1988. Effect of phosphorus and potassium fertilizer on crop response and soil fertility in a long-term experiment. *Nutrient Cycling in Agro ecosystems* 15(2): 123-136.

Maynard, D. N., and G. J. Hochmuth. 1997. *Knotts Handbook for Vegetable Growers,* 4th edition. New York, John Wiley & Sons Inc. http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/pub363/a-fert-lettuce.htm, 28/11/2007.

Melton, R. R. and R. J. Dufault. 1991. Nitrogen, phosphorus and potassium fertility regimes affect tomato transplant growth. *HortSci.* 26 (2): 141-142.

Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. *Plant Physiology,* 4th edition. Sunderland, Sinauer Associates.764 p.

Tisdale, S. L. and W. L. Nelson. 1975. *Soil Fertility and Fertilizers.* New York, Macmillan Publishing Co., Inc. 694 p.