นิพนธ์ต้นฉบับ

ผลของระดับปุ๋ย P และ K ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์[1] ชัยรัตน์ นิลนนท์[2] ธีระพงศ์ จันทรนิยม[3]
ประกิจ ทองคำ[4] และ สมมิตร สังข์แก้ว[5]

Abstract

Eksomtramage, T.[1], Nilnond, C.[2], Juntaraniyom, T.[3], Tongkum, P.[4] and Sangkaew, S.[5]

Effect of levels P and K fertilizer on growth and yield of oil palm

Songklanakarin J. Sci. Technol., 2001, 23(Suppl.): 661-677

The effects of P and K levels on growth and yield of oil palm were studied at the Agricultural and Technology College Plantation in Trang province in October, 1993 using eight-year-old palms planted on the Natham soil series (fine loamy, mixed, isohyperthermic Oxic Plinthudults) at the spacing of 8.5 x 8.5 x 8.5 m. A factorial experiment in randomized complete block design with three replications was used. The four treatments consisted of the combinations of two fertilizers: P (2 levels; 0.4, 0.8 kg P_2O_5/palm/year) and K (2 levels; 1.2, 2.4 kg K_2O/palm/year). All treatments were applied the same rate of N (0.8 kg N/palm/year). The growth and oil palm yield were recorded for 4 years. The results showed clear effects of high P and K levels on growth of oil palm. Although the number of fronds did not differ, leaf area, leaf dry matter weight and leaflets of 17th frond tended to increase. The high K level tended also to give an increased FFB yield in years

[1]Department of Plant Science [2]Department of Soil Science [3,4]Oil Palm Research and Development Center, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112 [5]Department of Plant Science, Agricultural and Technology College, Trang, 92000 Thailand

[1]Docteur de l'Universite' de Rennes I (Sciences Biologiques), รองศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชศาสตร์ [2]Ph.D.(Soil Science), รองศาสตราจารย์ ภาควิชาธรณีศาสตร์ [3]วท.ม.(ชีววิทยา) [4]วท.บ.(เกษตรศาสตร์) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112 [5]วท.บ.(เกษตรศาสตร์) ภาควิชาพืชศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรกรรมและเทคโนโลยีจังหวัดตรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง 92000

Corresponding e-mail: etheera@ratree.psu.ac.th

2, 3 and 4. However, the effect of P levels on FFB yield of oil palm varied over the years. Considering a suitable rate of fertilizer application in terms of economic return, the low fertilizer rate (P 0.4 kg P_2O_5/palm/year, K 1.2 kg K_2O/palm/year and N 0.8 kg N/palm/year) gave the highest profit, although it resulted in the lowest FFB yield.

Key words : oil palm, fertilizer, growth, yield, economic return

บทคัดย่อ

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ชัยรัตน์ นิลนนท์ ธีระพงศ์ จันทรนิยม ประกิจ ทองคำ และ สุมมิตร สังข์แก้ว

ผลของระดับปุ๋ย P และ K ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

ว. สงขลานครินทร์ ฉบับวทท. 2544 23(ฉบับพิเศษ): 661-677

การศึกษาผลของระดับปุ๋ย P และ K ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่จังหวัดตรัง เริ่มทำการทดลองในปี 2536 โดยได้ทำการทดลองกับปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้วอายุ 8 ปี ซึ่งปลูกในดินชุดนาท่าม (fine loamy, mixed, isohyper thermic Oxic Plinthudults) ระยะปลูก 8.5 x 8.5 x 8.5 เมตร ใช้การทดลองแฟคทอเรียล โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 4 สิ่งทดลอง (แปลง) ซึ่งประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ระดับปุ๋ย P มี 2 ระดับ คือ 0.4 และ 0.8 กก. P_2O_5/ต้น/ปี และระดับปุ๋ย K มี 2 ระดับ คือ 1.2 และ 2.4 กก. K_2O/ต้น/ปี โดยทุกสิ่งทดลองมีการใส่ปุ๋ย N ในอัตรา 0.8 กก. N/ต้น/ปีเท่ากันหมด ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันเป็นระยะเวลา 4 ปีติดต่อกัน ผลการทดลองพบว่าระดับของปุ๋ย P และ K ในระดับต่าง ๆ ที่ใช้ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันในลักษณะการเพิ่มจำนวนทางใบ แต่มีแนวโน้มที่เพิ่มพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบและจำนวนใบย่อยของทางใบที่ 17 เมื่อพิจารณาถึงลักษณะการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน พบว่าการใช้ปุ๋ย K ในอัตราที่สูงมีแนวโน้มเพิ่มผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมัน โดยเริ่มสังเกตเห็นความแตกต่างตั้งแต่ปีที่ 2, 3 และ 4 ของการทดลอง ส่วนการใช้ปุ๋ย P ในระดับต่าง ๆ พบว่า การให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันมีความแปรปรวนในแต่ละปี เมื่อพิจารณาถึงอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม พบว่าการใช้ปุ๋ย P อัตรา 0.4 กก. P_2O_5/ต้น/ปี และ K อัตรา 1.2 กก. K_2O/ต้น/ปี ร่วมกับการใช้ปุ๋ย N อัตรา 0.8 กก. N/ต้น/ปี ทำให้ได้ผลตอบแทนกำไรสูงสุด แม้ว่าอัตราปุ๋ยดังกล่าว จะทำให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตต่ำสุด

ประเทศไทยมีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันอย่างรวดเร็ว นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2511 มีพื้นที่ปลูกประมาณ 1600 ไร่ ปี พ.ศ. 2544 มีพื้นที่ปลูกไม่ต่ำกว่า 1.3 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2544) โดยเฉลี่ยมีการขยายตัวของพื้นที่ปลูกปาล์มประมาณปีละ 4-5 หมื่นไร่ พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ของไทย เช่น จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์-ธานี ชุมพร ตรัง และสตูล เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการขยายพื้นที่ปลูกไปยังภาคกลางและตะวันออก เช่น จังหวัดกาญจนบุรี ชลบุรี ระยอง และจันทบุรี เป็นต้น ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบที่ไทยผลิตได้ในปี พ.ศ. 2543 ประมาณ 597,015 ตัน มีปริมาณมากกว่าความต้องการใช้ภายในประเทศ ประมาณ 63,975 ตัน

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชยืนต้นอายุยาว ที่สามารถให้ผลผลิตทะลายปาล์มตลอดทั้งปี ความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันเพื่อใช้ในการการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตทะลายอยู่ในเกณฑ์ที่สูง จากรายงานการศึกษาในประเทศมาเลเซีย พบว่าการเก็บผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันปริมาณ 1,000 กก. จะมีปริมาณธาตุอาหารสูญเสียไปกับผลผลิตทะลายสดดังนี้ ไนโตรเจน (N) 2.94 กก. ฟอสฟอรัส (P) 0.44 กก. โพแทสเซียม (K) 3.71 กก. แคลเซียม (Ca) 0.81 กก. และแมกนีเซียม (Mg) 0.77 กก. หรือคิดเป็น เท่ากับ 33.9, 5.1, 42.8, 8.9 และ 9.3% ตาม

ลำดับ (Fairhurst and Mutert, 1999) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปาล์มน้ำมันมีความต้องการธาตุอาหาร K สูงที่สุด และมีความต้องการธาตุอาหาร P ต่ำที่สุด ในขณะที่ธาตุอาหาร N ปาล์มน้ำมันมีความต้องการรองจากธาตุอาหาร K

สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมันในประเทศไทย ธีระ และคณะ (2540) ทำการทดลองผลของระดับปุ๋ยผสม N P และ K ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน โดยทำการทดลองในดินร่วนปนทรายชุดท่าแซะ (Typic Paleudults, fine loamy mixed) ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างต่ำ เป็นระยะเวลา 3 ปี (พ.ศ. 2536 - พ.ศ. 2539) โดยทดสอบกับปุ๋ยผสม N, P_2O_5 และ K_2O จำนวน 3 อัตรา คือ 0.4-0.4-1.2, 0.8-0.8-3.0 และ 1.2-0.67-2.4 (อัตราแนะนำ) กก./ต้น/ปีของ N, P_2O_5 และ K_2O พบว่า การใช้ปุ๋ย N P และ K ในระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันในลักษณะพื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งใบของทางใบที่ 17 อย่างเด่นชัด ยกเว้นต้นปาล์มน้ำมันที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเลยมีแนวโน้มว่าลักษณะดังกล่าวลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองต่างๆ ที่ได้รับปุ๋ย การใช้ปุ๋ย N P และ K ในระดับต่างๆ มีผลต่อการตอบสนองของปาล์มน้ำมันในลักษณะการให้ผลผลิต แต่ต้องใช้ระยะเวลานานมากกว่า 1 ปีนับจากการใส่ปุ๋ยปีแรก นอกจากนี้อิทธิพลของระยะเวลา (ปี) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแปรปรวนของสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะปริมาณและการกระจายของฝนในแต่ละปี มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในลักษณะจำนวนทะลายและผลผลิต ส่วนอิทธิพลของอัตราปุ๋ยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของขนาดทะลาย (น้ำหนัก/1 ทะลาย) ปริมาณธาตุอาหารในใบจากทางใบที่ 17 ในชุดดินท่าแซะที่ทำการทดลอง พบว่าธาตุที่มีแนวโน้มว่าขาดและเป็นปัญหาอย่างมากต่อการให้ผลผลิตของปาล์มและลักษณะอื่นๆ คือ K, N และ B สำหรับธาตุ P แม้ว่าในดินจะมีปริมาณ P ที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าช่วงค่าวิกฤตสำหรับพืชทั่วไปมาก แต่มีปริมาณในใบของทางใบที่ 17 อยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าหรือใกล้เคียงกับค่าวิกฤตที่เคยมีผู้ศึกษามาก่อน ซึ่งก็เช่นเดียวกับธาตุ Mg เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนเชิงเศรษฐกิจได้ชี้ให้เห็นว่าการให้ปุ๋ย N, P และ K ต่อปาล์มน้ำมันในระดับที่สูง ถึงแม้จะให้ผลผลิตปาล์มสูงขึ้นก็จริง แต่ผลตอบแทนเชิงเศรษฐกิจอาจไม่คุ้มต่อการลงทุน โดยจากการทดลองจะเห็นว่าการใช้ปุ๋ยในระดับต่ำ (0.4-0.4-1.2 กก./ต้น/ปีของ N, P_2O_5 และ K_2O) ให้ผลตอบแทนหรือกำไรสุทธิที่ดีกว่าการใช้ปุ๋ยในระดับแนะนำ (1.2-0.67-2.4 กก./ต้น/ปีของ N, P_2O_5 และ K_2O) คิดเป็นเงิน 809 บาท/ไร่/ 3 ปี และการใช้ปุ๋ยในอัตราที่สูง (0.8-0.8-3.0 กก./ต้น/ปีของ N, P_2O_5 และ K_2O) ให้ผลตอบแทนดีกว่าการใช้ปุ๋ยระดับต่ำและระดับแนะนำ คิดเป็นเงิน 809 และ 1,618 บาท/ไร่/3 ปี ตามลำดับ ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยให้กับปาล์มน้ำมันเลยให้ผลประกอบการในลักษณะขาดทุน นอกจากนี้ยังพบว่าปาล์มน้ำมันมีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยอัตราต่างๆ ประมาณ 15 เดือนหลังจากที่ใส่ปุ๋ยให้กับปาล์มน้ำมัน อัตราปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 5 ปี คือ ธาตุ N ทั้งหมด 0.8-1.2 กก./ต้น/ปี (หรือคิดเป็นยูเรีย 1.74-2.60 กก./ต้น/ปี) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 0.6 กก./ต้น/ปี (หรือคิดเป็นทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต 1.30 กก./ต้น/ปี) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ 2.40-3.00 กก./ต้น/ปี (หรือคิดเป็นโพแทสเซียมคลอไรด์ 3.90-4.90 กก./ต้น/ปี)

สุนีย์ และคณะ (2540) ได้ทำการทดลองการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมันในดินร่วนปนทรายชุดคอหงส์ (Typic Paleudults, coarse loamy, siliceous, isohyperthermic) โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ ในอัตราต้นละ 3 กก. 1 กก. และ 3 กก. ตามลำดับ พบว่าปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตทะลายสดสูงถึง 3,220 กก./ไร่/ปี ชัยรัตน์ และคณะ (2544) ได้ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยต่อการให้ผลผลิตและปริมาณธาตุอาหารในใบของปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี ซึ่งปลูกในดินชุดนาท่าม (fine loamy mixed, isohyperthermic Oxic Plinthudults) พบว่าการใช้ปุ๋ยในอัตราที่สูงมากสามารถเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในใบ โดยเฉพาะธาตุ N, P และ K ส่วน Ca และ Mg มีแนวโน้มลดลง อัตราปุ๋ยที่เหมาะสมและให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุดคือ อัตราปุ๋ยระดับกลาง ซึ่งมีธาตุอาหาร N, P_2O_5, K_2O, MgO และ B ในปริมาณ 0.89, 0.48, 1.68, 0.19 และ 0.01 กก./ต้น/ปี ตามลำดับ โดยให้ผลผลิตสะสมรวม 2 ปี 6 เดือน ในปริมาณ 6,855 กก./ไร่ ในขณะที่การใช้ปุ๋ยในอัตราที่สูงขึ้นแม้อาจจะทำให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่เมื่อคิดถึงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจแล้วให้ค่า VCR (Value : Cost ratio = Income/Cost of production) ต่ำกว่า

สำหรับการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลการตอบสนองของปาล์มน้ำมันต่อการใช้ปุ๋ย P และ K ที่ระดับต่างๆ โดยพิจารณาจากลักษณะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ตลอดจนผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ปุ๋ย

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. สถานที่ทดลองและข้อมูลพื้นฐานของสวนปาล์มก่อนเริ่มทำการทดลอง

ทำการทดลองโดยใช้สวนปาล์มน้ำมันของวิทยาลัยเกษตรกรรมและเทคโนโลยีจังหวัดตรัง ซึ่งเป็นปาล์มลูกผสมเทเนอรา มีอายุประมาณ 8 ปี ระยะปลูก 8.5 x 8.5 x 8.5 เมตร แปลงปาล์มน้ำมันดังกล่าวไม่มีการให้ปุ๋ยมาก่อนต่อเนื่องกันเป็นเวลา 3 ปี สภาพพื้นที่ปลูกเป็นพื้นที่ราบไม่มีความลาดชัน ตลอดระยะเวลาการทดลองไม่มีการให้น้ำกับปาล์มน้ำมัน การกำจัดวัชพืชปีละ 2 ครั้ง ก่อนการใส่ปุ๋ย

2. วิธีการทดลอง

2.1 การวางแผนการทดลอง

ใช้การทดลองแฟคทอเรียลโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อก (factorial in randomized complete block) มีจำนวน 6 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้พื้นที่ปลูกปาล์มประมาณ 10 ไร่ (ประมาณ 220 ต้น) โดยแต่ละซ้ำมีสิ่งทดลอง (treatment, T) จำนวน 4 สิ่งทดลอง (Table 1) ซึ่งประกอบด้วยอัตราปุ๋ย P จำนวน 2 ระดับ คือ 0.4 และ 0.8 กก. P_2O_5/ต้น/ปี และอัตราปุ๋ย K จำนวน 2 ระดับ คือ 1.2 และ 2.4 กก. K_2O/ต้น/ปี สำหรับปุ๋ย N ทุกสิ่งทดลองใส่เท่ากันหมดในอัตรา 0.8 กก. N/ต้น/ปี

แต่ละสิ่งทดลองในแต่ละซ้ำทำการสุ่มและให้หมายเลขต้นปาล์มจำนวน 14-20 ต้นจากจำนวนต้นปาล์มทั้งหมดประมาณ 40 ต้น/แปลง ในเดือนตุลาคม 2536 โดยทำการสุ่มเฉพาะต้นที่มีทะลายปาล์มปรากฏบนต้น เพื่อทำการบันทึกลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตตลอดระยะเวลาการทดลอง 4 ปี (มกราคม 2537 ถึง ธันวาคม 2540) ต้นที่ทำการสุ่มและให้หมายเลขของแต่ละสิ่งทดลองในแต่ละซ้ำจะมีแถวปาล์มควบคุมจำนวน 2 แถว เพื่อป้องกันผลกระทบจากการชะล้างของปุ๋ยจากแปลงหนึ่งไปยังอีกแปลงหนึ่ง สำหรับตัวเปรียบเทียบ (control) ซึ่งเป็นต้นปาล์มที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยตลอดการทดลอง ได้ให้หมายเลขต้นไว้ จำนวน 14 ต้น เพื่อเก็บข้อมูลต่างๆ แต่ไม่นำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติร่วมกับแปลงที่มีการใส่ปุ๋ย

2.2 วิธีการใส่ปุ๋ยและการปฏิบัติดูแลรักษาสวนปาล์มทั่วไป

ทำการใส่ปุ๋ยรอบโคนต้น บริเวณใต้ทรงพุ่มที่มีรัศมีประมาณ 2 เมตรจากโคนต้น โดยใส่ปุ๋ยปีละ 2 ครั้ง ครั้งละครึ่งหนึ่งของปริมาณปุ๋ยทั้งหมดของแต่ละสิ่งทดลอง โดยในปีแรกที่เริ่มทดลองใส่ปุ๋ยครั้งแรกในเดือนพฤศจิกายน 2536 และใส่ครั้งที่ 2 ในเดือนมิถุนายน 2537 กำหนดการใส่ปุ๋ยในปีที่ 2, 3 และ 4 เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยในปีแรก

ตลอดระยะเวลาการทดลอง 4 ปี ไม่มีการให้น้ำในสวนปาล์ม การกำจัดวัชพืชทำโดยวิธีกล จำนวน 2 ครั้ง/ปี คือในช่วงกลางฤดูฝนและในช่วงฤดูแล้ง โดยดำเนินการกำจัดวัชพืชก่อนการใส่ปุ๋ยแต่ละครั้งบริเวณใต้ทรงพุ่มรัศมีประมาณ 2 เมตร ส่วนบริเวณอื่นๆ จะกำจัดวัชพืชโดยใช้มีดพร้าถางให้ล้ม การตัดแต่งทางใบเริ่มทำการตัดแต่ง

Table 1 Rate of fertilizer and their available nutrients N, P_2O_5 and K_2O applied in the experiment.

Treatments	P levels	K levels	Fertilizer application (kg/palm/year)			Available nutrients (kg/palm/year)		
			21-0-0	0-46-0	0-0-60	N	P_2O_5	K_2O
T1	P1	K1	4	0.9	2	0.8	0.4	1.2
T2	P1	K2	4	0.9	4	0.8	0.4	2.4
T3	P2	K1	4	1.8	2	0.8	0.8	1.2
T4	P2	K2	4	1.8	4	0.8	0.8	2.4

ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2536 โดยตัดแต่งทางใบให้เหลือทางใบ 2 ชั้นล่างจากทะลายปาล์มต่ำสุดทุกครั้งที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิต สำหรับทางใบที่ตัดออกจะวางในแนวระหว่างแถวปาล์ม

2.3 การบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล

1) สมบัติทางเคมีของดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงทดลองก่อนเริ่มมีการใส่ปุ๋ยในเดือนพฤศจิกายน 2536 เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีของดินเบื้องต้น โดยเก็บตัวอย่างดินระหว่างแถวปาล์มที่ระดับความลึกต่างๆ กันคือ 0-15, 15-30, 30-50 และ 50-100 ซม. ตัวอย่างดินที่ได้แต่ละระดับนำมารวมกันและนำเข้าวิเคราะห์ทางเคมีที่หน่วยปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ

2) ปริมาณและการกระจายของฝนในพื้นที่ทดลอง

วัดปริมาณและการกระจายของฝนโดยติดตั้งอุปกรณ์วัดน้ำฝนในบริเวณแปลงทดลอง ทำการบันทึกทุกวันตลอดระยะเวลาทดลอง

3) การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน วัดพื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งใบจากทางใบที่ 17 (Hartley, 1977) ซึ่งมีวิธีการหาค่าดังนี้

พื้นที่ใบของทางใบที่ 17 ($ม^2$) = 0.55 (n x lw)

โดยให้ n = จำนวนใบย่อย (pinnae), l = ความยาวของใบย่อย (หน่วยเป็นเมตร), w = ความกว้างของใบย่อย (หน่วยเป็นเมตร)

น้ำหนักแห้งใบจากทางใบที่ 17 (กก.) = 0.1023P + 0.2062

โดยให้ P = ผลคูณของความกว้างและความหนาของก้านทางใบ (petiole) ซึ่งวัดที่ช่วงต่อระหว่างก้านทางใบและแกนกลางใบ (rachis) ซึ่งก็คือจุดเกิดของใบย่อยล่างสุด (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

4) ผลผลิตและลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต ทำการศึกษาจำนวนทะลาย/ต้น/เดือน น้ำหนัก/1 ทะลาย และน้ำหนักทะลาย/ต้น/เดือน โดยบันทึกทุกต้นที่ได้ให้หมายเลขไว้เป็นรายเดือน

5) ปริมาณธาตุอาหารในใบจากทางใบที่ 17

เก็บตัวอย่างใบปาล์มโดยใช้วิธีของ Poon (1969) โดยแต่ละแปลงเก็บตัวอย่างใบจากทางใบที่ 17 จากต้นปาล์มจำนวน 25% ของต้นปาล์มที่สุ่มไว้ ใบที่เก็บเพื่อนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหารเป็นใบย่อย (leaflets หรือ pinnae) บริเวณส่วนกลางของทางใบที่ 17 โดยเก็บใบย่อยข้างละ 6 ใบย่อย (รวม 2 ข้าง 12 ใบย่อย) หลังจากได้ใบย่อยแล้ว ตัดส่วนโคนและปลายใบออกให้เหลือเฉพาะส่วนกลางของใบซึ่งยาวประมาณ 15-20 ซม. หลังจากนั้นเอาส่วนของเส้นกลางใบ (midrib) ออก แล้วทำความสะอาดใบก่อนตัดใบออกเป็นชิ้นเล็กๆ หลังจากนั้นนำใบที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ เข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 65-70°C จนแห้ง บดตัวอย่างใบที่แห้งแล้วเพื่อนำเข้าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ

นำตัวอย่างใบที่บดละเอียดแล้วเข้าวิเคราะห์ที่หน่วยปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารโดยย่อยตัวอย่างใบด้วย H_2SO_4 เข้มข้น ใน digestion block และกลั่นหาไนโตรเจน (N) โดยใช้วิธี Kjeldahl ส่วนฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แมกนีเซียม (Mg) ย่อยตัวอย่างใบด้วยกรดผสมเข้มข้นระหว่าง HNO_3 และ $HClO_4$ นำสารที่ย่อยสลายได้มาวิเคราะห์หา K โดยใช้ flame photometer และ Mg โดยใช้เครื่อง atomic absorption spectrophotometry สำหรับ P วิเคราะห์โดยวิธี vanadomolybdate ใช้เครื่อง spectrophotometer สำหรับโบรอน (B) ทำการย่อยตัวอย่างโดยโดยวิธี dry ashing ทำการเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 525°C นาน 4.5 ชม. และเอาเถ้าละลายใน 1 N H_2SO_4 แล้ววัดหาค่าการดูดกลืนแสงโดยวิธี azomethine-H

ผลและวิจารณ์

1. สภาพแวดล้อมที่สำคัญในแปลงทดลอง

1.1 สมบัติบางประการของดิน

ลักษณะของดินเป็นดินชุดนาท่าม (fine loamy, mixed, isohyperthermic Oxic Plinthudults) เป็นดินที่มีเนื้อดินร่วนปนทราย จัดอยู่ในหน่วยดิน Loamy Plinthudults ซึ่งมีพื้นที่เกิดแพร่กระจายอยู่ในภาคใต้ประมาณ 131,250 ไร่ (เอิบ, 2534) ผลการวิเคราะห์ดิน

ในดินชั้นบน 0-15 ซม. และ 15-30 ซม. (Table 2) พบว่ามีปฏิกิริยาดินเป็นกรด (pH 4.41-4.56) มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ (0.38-0.66%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก (3-6 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ (0.06-0.09 cmol(+) kg^{-1}) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง (0.53-0.55 cmol(+) kg^{-1}) และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง (0.50-0.52 cmol(+) kg^{-1})

ทั้งนี้เมื่อเทียบกับปริมาณปานกลางที่รายงานโดย Rankine และ Fairhurst (1999) ของดินที่ปลูกปาล์มน้ำมันดังนี้ ปฏิกิริยาดินเป็นกรด (pH 4.2-5.5) อินทรียวัตถุ 2.60% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 20 mg kg^{-1} โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 0.25 cmol(+) kg^{-1} และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 0.25-0.30 cmol(+) kg^{-1}

Table 2 Initial chemical properties of the soil used in the experiment.

Soil properties	Soil depths (cm)			
	0-15	15-30	30-50	50-100
pH (1 : 5 soil : water)	4.41	4.56	4.75	4.50
EC (dSm-1)	0.07	0.04	0.04	0.03
Organic matter (%)	0.66	0.38	0.29	0.25
Available P (Bray 2) (mg kg^{-1})	6	3	3	3
Exchangeable cations (cmol(+) kg^{-1})				
- K	0.09	0.06	0.06	0.06
- Ca	0.55	0.53	0.46	0.57
- Mg	0.52	0.50	0.53	0.73
- Na	0.05	0.05	0.06	0.04

Table 3 Amount of rainfall and distribution at Trang experimental site during 4 years observation.

Month	1994		1995		1996		1997	
	Amount of rainfall (mm)	No. of raining days	Amount of rainfall (mm)	No. of raining days	Amount of rainfall (mm)	No. of raining days	Amount of rainfall (mm)	No. of raining days
Jan	0.0	0	5.3	2	0.0	0	0.0	0
Feb	0.0	0	0.0	0	0.0	0	12.3	6
Mar	67.0	2	65.0	4	13.0	1	8.0	1
April	11.0	2	46.0	2	280.5	12	48.0	3
May	99.5	5	75.5	8	126.5	11	27.0	3
June	216.0	12	90.0	8	191.5	10	89.0	8
July	254.0	22	205.5	10	88.5	9	136.5	7
Aug	255.5	21	363.0	19	260.5	15	472.0	11
Sept	322.0	20	275.0	11	146.0	13	178.0	9
Oct	214.5	13	262.5	18	170.0	11	131.0	7
Nov	300.5	20	307.0	14	155.5	13	52.0	2
Dec	66.0	1	72.5	9	190.0	8	210.5	12
Total	**1,806.0**	**118**	**1,767.3**	**105**	**1,622.0**	**103**	**1,364.3**	**69**

1.2 ปริมาณและการกระจายของน้ำฝนในพื้นที่ทดลอง

ปริมาณและการกระจายของน้ำฝนตลอดระยะเวลาทดลองได้ทำการบันทึกข้อมูลจริงในพื้นที่ทดลองนับตั้งแต่เดือนมกราคม 2537 ถึงเดือนธันวาคม 2540 ดังแสดงใน Table 3 พบว่า ปริมาณและการกระจายของฝนใน 3 ปีแรก (พ.ศ. 2537-2539) มีลักษณะใกล้เคียงกัน ปริมาณฝนรวมอยู่ระหว่าง 1622-1806 มม./ปี มีจำนวนวันฝนตกอยู่ระหว่าง 103-118 วัน/ปี ช่วงที่มีปริมาณฝนมากอยู่ระหว่างเดือนเมษายนถึงธันวาคม สำหรับปีที่ 4 (พ.ศ. 2540) มีปริมาณและการกระจายของฝนต่ำมากแตกต่างจากข้อมูล 3 ปีแรกชัดเจน คือมีปริมาณฝนรวม 1364 มม./ปี และมีจำนวนวันฝนตก 69 วัน/ปี ปริมาณฝนในช่วง 6 เดือนแรกของปีต่ำมากคือ มีปริมาณ 184.3 มม. นอกจากนี้การกระจายของฝนตลอดทั้งปีของปีที่ 4 ต่ำมากเช่นกัน ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการเกิดปรากฏการณ์เอลนิโญ

2. ผลของระดับการใช้ปุ๋ย P และ K ต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

จากการนับจำนวนทางใบสะสม โดยเริ่มให้ทางใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมันในเดือนมกราคม 2537 เป็นทางใบที่ 0 แล้วนับจำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้นทุก 3-4 เดือน (Table 4) พบว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสิ่งทดลองที่ระยะเวลาเดียวกัน จำนวนทางใบสะสมมีความแตกต่างกันน้อยมาก

Table 4 Effect of P and K fertilizers on accumulated number of fronds of oil palm during 4 years observation.

Date	Potassium rates	Phosphorus rates P1	Phosphorus rates P2	Mean	Control
18-Jan-94	K1	0.00	0.00	**0.00**	
	K2	0.00	0.00	**0.00**	
	Mean	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
14-Jul-94	K1	10.92	10.88	**10.90**	
	K2	11.05	10.41	**10.73**	
	Mean	**10.99**	**10.65**	**10.82**	**10.25**
27-Sep-94	K1	17.17	16.58	**16.88**	
	K2	17.21	16.45	**16.83**	
	Mean	**17.19**	**16.52**	**16.85**	**16.50**
19-Dec-94	K1	21.92	21.79	**21.86**	
	K2	21.92	21.35	**21.64**	
	Mean	**21.92**	**21.57**	**21.75**	**20.75**
4-Apr-95	K1	27.92	27.67	**27.80**	
	K2	28.08	27.98	**28.03**	
	Mean	**28.00**	**27.83**	**27.91**	**26.50**
6-Jul-95	K1	32.75	31.96	**32.36**	
	K2	32.21	31.76	**31.99**	
	Mean	**32.48**	**31.86**	**32.17**	**31.00**
3-Oct-95	K1	40.42	41.36	**40.89**	
	K2	39.39	39.90	**39.65**	
	Mean	**39.91**	**40.63**	**40.27**	**38.00**
17-Jan-96	K1	47.62	48.20	**47.91**	
	K2	47.00	47.02	**47.01**	
	Mean	**47.31**	**47.61**	**47.46**	**45.00**

Table 4 (Continued)

Date	Potassium rates	Phosphorus rates P1	P2	Mean	Control
15-May-96	K1	55.45	55.71	**55.58**	
	K2	54.59	54.96	**54.78**	
	Mean	**55.02**	**55.34**	**55.18**	**51.78**
1-Sep-96	K1	64.41	62.91	**63.66**	
	K2	64.70	64.02	**64.36**	
	Mean	**64.56**	**63.47**	**64.01**	**59.50**
3-Nov-96	K1	71.12	70.70	**70.91**	
	K2	69.31	69.69	**69.50**	
	Mean	**70.22**	**70.20**	**70.21**	**65.00**
4-Mar-97	K1	76.08	76.63	**76.36**	
	K2	74.60	75.25	**74.93**	
	Mean	**75.34**	**75.94**	**75.64**	**70.00**
1-Jul-97	K1	82.87	83.34	**83.11**	
	K2	81.01	81.87	**81.44**	
	Mean	**81.94**	**82.61**	**82.27**	**76.25**
1-Oct-97	K1	90.75	91.50	**91.13**	
	K2	88.76	89.62	**89.19**	
	Mean	**89.76**	**90.56**	**90.16**	**84.50**
1-Mar-98	K1	99.04	99.58	**99.31**	
	K2	96.60	97.76	**97.18**	
	Mean	**97.82**	**98.67**	**98.25**	**90.00**

โดยจำนวนทางใบครั้งสุดท้าย (เดือนมีนาคม 2541) ที่นับได้มีจำนวนสะสมอยู่ระหว่าง 97-99 ทางใบ คิดเป็นช่วงเวลารวม 50 เดือน (จากวันที่ 18 มกราคม 2537 ถึง 1 มีนาคม 2541) หรือคิดเป็นค่าเฉลี่ยจำนวนการเกิดทางใบใหม่/เดือน ประมาณ 2 ทางใบ/เดือน ส่วนปาล์มที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเลยมีจำนวนทางใบต่ำกว่าปาล์มที่ใส่ปุ๋ย

สำหรับลักษณะพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ จำนวนใบย่อย จากทางใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมัน ได้ทำการบันทึกจำนวน 6 ครั้ง ตลอดระยะเวลาการทดลอง (Table 5) พบว่าปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อระดับการใช้ปุ๋ย P และปุ๋ย K โดยทั้งลักษณะพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ และจำนวนใบย่อย ของปาล์มที่ได้รับปุ๋ย P ต่ำในระดับ P1 (0.4 กก. P_2O_5/ต้น/ปี) และปุ๋ย K สูงในระดับ K2 (2.4 กก. K_2O/ต้น/ปี) มีแนวโน้มที่ทำให้ลักษณะดังกล่าวเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มที่ได้รับปุ๋ย P สูงในระดับ P2 (0.8 กก. P_2O_5/ต้น/ปี) และได้รับปุ๋ย K ต่ำในระดับ K1 (1.2 กก. K_2O /ต้น/ปี) อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีเพียงลักษณะเดียวที่แตกต่างกันคือ น้ำหนักแห้งใบของทางใบที่ 17 ที่มีการบันทึกข้อมูลครั้งสุดท้าย (20 ตุลาคม 2540) ส่วนปาล์มที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเลยมีการเจริญเติบโตในลักษณะพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ และจำนวนใบย่อยจากทางใบที่ 17 ต่ำกว่าปาล์มที่มีการใส่ปุ๋ยในทุกครั้งของการบันทึกข้อมูล Fairhurst (1999) รายงานว่า การเจริญเติบโตของปาล์มเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จะบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพในการใช้ธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับสมดุลของธาตุอาหารในต้นปาล์ม และปริมาณปุ๋ยที่ใส่ให้กับปาล์ม การใส่ปุ๋ยให้กับปาล์มน้ำมันอย่างถูกต้องเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งที่มีสำคัญเท่านั้น ยังมีปัจจัยอีกหลายประการที่เป็นตัวแปรต่อเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน เช่น พันธุ์ปาล์ม ระยะปลูกหรือความหนาแน่นประชากร อายุปาล์ม

Table 5 Effect of P and K fertilizers on leaf area, leaf dry weight and number of leaflets of 17th frond of oil palm during 4 years observation.

Year/Treatments		Leaf area (m^2)			Leaf dry weight (kg)			number of leaflets		
		P1	P2	Mean	P1	P2	Mean	P1	P2	Mean
18-Jan-94	K1	7.34	6.63	**6.99**	2.84	2.74	**2.79**	288.50	279.00	**283.75**
	K2	7.30	6.41	**6.86**	3.16	2.68	**2.92**	293.50	277.50	**285.50**
	Mean	**7.32**	**6.52**	**6.92**	**3.00**	**2.71**	**2.86**	**291.00**	**278.25**	**284.63**
	Control			**5.74**			**2.29**			**270.00**
31-Jul-94	K1	7.74	7.13	**7.44**	3.22	3.00	**3.11**	313.50	303.50	**308.50**
	K2	8.07	7.22	**7.65**	3.60	3.07	**3.34**	322.50	295.00	**308.75**
	Mean	**7.91**	**7.18**	**7.54**	**3.41**	**3.04**	**3.22**	**318.00**	**299.25**	**308.63**
	Control			**6.07**			**2.57**			**295.00**
4-Apr-95	K1	8.95	8.23	**8.59**	3.37	3.04	**3.21**	311.00	307.50	**309.25**
	K2	9.46	8.41	**8.94**	3.88	3.30	**3.59**	321.50	299.00	**310.25**
	Mean	**9.21**	**8.32**	**8.76**	**3.63**	**3.17**	**3.40**	**316.25**	**303.25**	**309.75**
	Control			**7.78**			**2.81**			**298.00**
18-Jun-96	K1	9.64	8.66	**9.15**	3.89	3.57	**3.73**	338.00	330.00	**334.00**
	K2	9.21	9.25	**9.23**	4.16	3.60	**3.88**	339.00	323.00	**331.00**
	Mean	**9.43**	**8.96**	**9.19**	**4.03**	**3.59**	**3.81**	**338.50**	**326.50**	**332.50**
	Control			**7.51**			**2.53**			**320.00**
4-Mar-97	K1	10.61	9.51	**10.06**	4.17	3.78	**3.98**	331.50	325.00	**328.25**
	K2	10.77	9.87	**10.32**	4.48	3.96	**4.22**	343.50	324.00	**333.75**
	Mean	**10.69**	**9.69**	**10.19**	**4.33**	**3.87**	**4.10**	**337.50**	**324.50**	**331.00**
	Control			**7.90**			**1.21**			**311.00**
20-Aug-97	K1	10.76	9.63	**10.20**	4.05^{b}	3.99^{b}	**4.02**	325.50	313.00	**319.25**
	K2	11.02	9.84	**10.43**	4.46^{a}	4.21^{b}	**4.34**	331.50	317.00	**324.25**
	Mean	**10.89**	**9.74**	**10.31**	**4.26**	**4.10**	**4.18**	**328.50**	**315.00**	**321.75**
	Control			**8.21**			**2.97**			**311.00**

^{a,b}Significant different by Duncan's multiple range test at $P < 0.05$

การตัดแต่งทางใบ การเก็บเกี่ยว ศัตรูพืช และปริมาณน้ำฝน รวมทั้งชนิดของปุ๋ยและปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปุ๋ยที่ใส่กับวิธีการใส่ เช่น บริเวณที่ควรใส่ปุ๋ย ความถี่และช่วงเวลาที่ใส่ เป็นต้น (Hartley, 1977; Tan, 1977; Tan, *et al.* 1981; Foster and Dolmat, 1986; von Uexkull and Fairhurst, 1991; Rankine and Fairhurst, 1998, 1999; Tang, *et al.*, 1999)

3. ผลของระดับการใช้ปุ๋ย P และ K ต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิตทะลายสดและองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่ได้รับปุ๋ย P และ K ในระดับที่แตกต่างกัน (Table 6, 7) พบว่าลักษณะส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นลักษณะเปอร์เซ็นต์ต้นปาล์มที่ให้ผลผลิต (Table 6)

เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆข้างต้น (Table 8, 9) พบว่าการตอบสนองของปาล์มน้ำมันต่อการใช้ปุ๋ย P และ K ในระดับต่างๆ ในปีแรกที่เริ่มทำการทดลองต่ำ โดยผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันในปีแรกให้ผลผลิตต่ำอยู่ระหว่าง 1,374-1,540 กก./ไร่/ปี (Table 8) และการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ย P และ K ในระดับต่างๆ เริ่มเด่น

Table 6 Analysis of variance for fresh fruit bunch (FFB) yield and yield components of oil palm in P x K fertilizer trial.

Source of variation	df	Mean square				
		FFB Yield (kg/rai)	% Reproductive (%)	FFB weight (kg/palm)	Number of bunches (no./palm)	Bunch weight (kg/bunch)
Replication	5	347226.612$^{n.s.}$	1.056$^{n.s.}$	555.563$^{n.s.}$	0.804$^{n.s.}$	1.930$^{n.s.}$
Factor A (Years)	3	10646207.859**	677.258**	17033.967**	17.313**	133.813**
Factor B (P levels)	1	4483.759$^{n.s.}$	32.982**	7.172$^{n.s.}$	0.393$^{n.s.}$	6.495$^{n.s.}$
AB	3	529621.362$^{n.s.}$	41.351**	847.378$^{n.s.}$	1.805$^{n.s.}$	1.042$^{n.s.}$
Factor C (K levels)	1	6333194.365$^{n.s.}$	15.464*	1013.09$^{n.s.}$	1.446$^{n.s.}$	0.113$^{n.s.}$
AC	3	542944.649$^{n.s.}$	18.767**	868.716$^{n.s.}$	1.413$^{n.s.}$	8.118$^{n.s.}$
BC	1	6748.920$^{n.s.}$	1.635$^{n.s.}$	10.800$^{n.s.}$	0.002$^{n.s.}$	0.276$^{n.s.}$
ABC	3	98009.188$^{n.s.}$	21.199**	156.817$^{n.s.}$	0.401$^{n.s.}$	1.904$^{n.s.}$
Error	75	412456.384	2.550	659.932	1.167	5.278
C.V. (%)		32.64	10.63	32.64	31.44	10.17

n.s. = Not significant, * = Significant at $P < 0.05$, ** = Significant at $P < 0.01$

Table 7 Analysis of variance for fresh fruit bunch (FFB) yield and yield components accumulated for 4 years of oil palm in P x K fertilizer trial.

Source of variation	df	Mean square of accumulate for 4 years		
		FFB Yield (kg/rai)	FFB weight (kg/palm)	Number of bunches (No./palm)
Replication	5	1388906.440$^{n.s.}$	2222.250$^{n.s.}$	3.215$^{n.s.}$
Factor A (P levels)	1	17934.778$^{n.s.}$	28.689$^{n.s.}$	1.571$^{n.s.}$
Factor B (K levels)	1	2532774.366$^{n.s.}$	4052.360$^{n.s.}$	5.782$^{n.s.}$
AB	1	26995.998$^{n.s.}$	43.202$^{n.s.}$	0.008$^{n.s.}$
Error	15	1242758.159	1988.429	4.200
C.V. (%)		14.17	14.17	14.91

ชัดมากขึ้นในปีที่ 2 และ 3 ซึ่งโดยทั่วไปมีรายงานว่า การตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมันจะเห็นผลชัดเจนขึ้นหลังจากที่มีการใส่แล้วประมาณ 15 เดือน (ธีระ และคณะ, 2540; ชัยรัตน์ และคณะ, 2544) ผลผลิตทะลายสดที่ได้ในปีที่ 2 และ 3 อยู่ระหว่าง 1,792-2,059 กก./ไร่/ปี และ 2,645-3,195 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ การตอบสนองของปาล์มน้ำมันต่อการใช้ปุ๋ย P และในระดับต่างๆ ในลักษณะผลผลิตทะลายสดของปีที่ 4 พบว่าผลผลิตลดต่ำลงมากและใกล้เคียงกับผลผลิตของปีที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากผลของการเกิดปรากฏการณ์เอลนิโญ ซึ่งเกิดขึ้นตลอดทั้งปีในช่วงของการทดลองปีที่ 4 สำหรับระดับปุ๋ยที่ทำให้ได้ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันสูงสุดคือ การใช้ปุ๋ย P ที่มีระดับปริมาณธาตุอาหาร 0.4 กก. P_2O_5/ไร่/ปี (ระดับ P1) และการใช้ปุ๋ย K ที่มีระดับปริมาณธาตุอาหาร 2.4 กก. K_2O/ไร่/ปี (ระดับ K2) และมีการใช้ปุ๋ย N ในระดับปริมาณธาตุอาหาร 0.8 กก./ไร่/ปี โดยการใช้ปุ๋ยในระดับปริมาณธาตุอาหารดังกล่าวให้ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันเฉลี่ยในปีที่ 2 และ 3 สูงที่สุด และให้ผลผลิตทะลายสดรวม 4 ปี สูงที่สุดคือ 8,200 กก./ไร่ นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยในระดับปริมาณธาตุอาหารดังกล่าวยังสอดคล้องกับระดับปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสม

Table 8 Effect of P and K fertilizers on fresh fruit bunch (FFB) yield and % reproductive palm of oil palm during 4 years observation.*

Year/Treatments		FFB yield (kg/rai/year)			% Reproductive palm (%/month)		
		P1	P2	Mean	P1	P2	Mean
1st year							
	K1	1,475.33	1,606.33	**1,540.83**	17.62	14.84	**16.23**
	K2	1,333.04	1,415.92	**1,374.48**	15.10	15.36	**15.23**
	Mean	**1,404.19**	**1,511.13**	**1,457.66**	**16.36**	**15.10**	**15.73**
2nd year							
	K1	2,036.46	1,605.25	**1,820.86**	15.63	16.32	**15.98**
	K2	2,081.63	1,979.00	**2,030.32**	15.97	15.19	**15.58**
	Mean	**2,059.05**	**1,792.13**	**1,925.59**	**15.80**	**15.76**	**15.78**
3rd year							
	K1	2,669.79	2,621.21	**2,645.50**	16.06	22.74	**19.40**
	K2	3,346.33	3,044.17	**3,195.25**	20.57	23.52	**22.05**
	Mean	**3,008.06**	**2,832.69**	**2,920.38**	**18.32**	**23.13**	**20.72**
4th year							
	K1	1,302.42	1,772.96	**1,537.69**	7.38	6.42	**6.90**
	K2	1,439.79	1,749.30	**1,594.55**	7.20	10.50	**8.85**
	Mean	**1,371.11**	**1,761.13**	**1,566.12**	**7.29**	**8.46**	**7.88**
Accumulate for 4 years							
	K1	7,484.00	7,605.75	**7,544.88**	-	-	-
	K2	8,200.79	8,188.39	**8,194.59**	-	-	-
	Mean	**7,842.40**	**7,897.07**	**7,869.73**	-	-	-

*1st year = January 1994 - December 1994
2nd year = January 1995 - December 1995
3rd year = January 1996 - December 1996
4th year = January 1997 - December 1997

ที่ทำให้ปาล์มน้ำมันมีน้ำหนักแห้งใบสูงที่สุด ดังนั้นจึงคาดว่าลักษณะน้ำหนักแห้งใบอาจใช้เป็นดัชนีเพื่อการประเมินผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมันได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Corley และคณะ (1971) Zakaria และคณะ (1991) รายงานว่าการตอบสนองของปาล์มน้ำมันต่อการใส่ปุ๋ย P ขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้ปุ๋ย N อย่างเพียงพอ ในทางตรงกันข้ามหากปุ๋ย P ไม่เพียงพอ ปาล์มน้ำมันก็จะไม่ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ย N Mohammed และคณะ (1985) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยของปาล์มน้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องคำนึงถึงสมดุลของปริมาณทั้งปุ๋ย N, P และ K ด้วย โดยปุ๋ย P จะใช้กับปาล์มน้ำมันในปริมาณที่น้อยกว่าปุ๋ย N และ K (von Uexkull and Fairhurst, 1991; Rankine and Fairhurst, 1998; 1999) นอกจากนี้การตอบสนองของปาล์มน้ำมันต่อการใช้ปุ๋ย P ยังขึ้นอยู่กับประเภทของดินที่ใช้ปลูก ดินทั่วไปจะมีการตอบสนองต่อการให้ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันได้สูงกว่าดินบริเวณชายฝั่ง (coastal soil) ประมาณ 1-2 กก./ต้น/ปี

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ต้นปาล์มที่ให้ผลผลิตทะลายสด/เดือนของปาล์มน้ำมัน (Table 8) พบว่าในปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ต้นปาล์มที่ให้ผลผลิตทะลายสด/เดือนสูงที่สุด อยู่ระหว่าง 18-23% ในขณะที่ปีที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ต้นปาล์มที่ให้ผลผลิตทะลายสด/เดือน อยู่

Table 9 Effect of P and K fertilizers on yield components of oil palm during 4 years observation.*

Year/Treatments	FFB weight (kg/palm/year)			Number of bunches (No./palm/year)			Bunch weight (kg/bunch)		
	P1	P2	Mean	P1	P2	Mean	P1	P2	Mean
1st year									
K1	59.01	64.25	**61.63**	3.03	3.36	**3.20**	19.52	18.63	**19.08**
K2	53.32	56.64	**54.98**	2.62	2.91	**2.77**	20.23	19.25	**19.74**
Mean	**56.17**	**60.45**	**58.31**	**2.83**	**3.14**	**2.98**	**19.88**	**18.94**	**19.41**
Control			**13.00**			**1.00**			**13.00**
2nd year									
K1	81.46	64.21	**72.84**	3.58	2.83	**3.21**	22.41	23.18	**22.80**
K2	83.27	79.16	**81.22**	3.52	3.48	**3.50**	23.53	22.53	**23.03**
Mean	**82.37**	**71.69**	**77.03**	**3.55**	**3.16**	**3.35**	**22.97**	**22.86**	**22.91**
Control			**22.48**			**1.25**			**17.98**
3rd year									
K1	106.79	104.85	**105.82**	4.28	4.31	**4.30**	24.93	24.66	**24.80**
K2	133.85	121.77	**127.81**	5.25	4.78	**5.02**	25.49	25.35	**25.42**
Mean	**120.32**	**113.31**	**116.82**	**4.77**	**4.55**	**4.66**	**25.21**	**25.01**	**25.11**
Control			**7.55**			**0.50**			**15.10**
4th year									
K1	52.10	70.92	**61.51**	2.09	3.02	**2.56**	24.49	22.27	**23.38**
K2	57.59	69.97	**63.78**	2.61	3.31	**2.96**	23.23	21.88	**22.56**
Mean	**54.85**	**70.45**	**62.65**	**2.35**	**3.17**	**2.76**	**23.86**	**22.08**	**22.97**
Control			**3.78**			**0.25**			**15.12**
Accumulation for 4 years									
K1	299.36	304.23	**301.80**	12.98	13.52	**13.25**	-	-	-
K2	328.03	327.54	**327.79**	14.00	14.48	**14.24**	-	-	-
Mean	**313.70**	**315.89**	**314.79**	**13.49**	**14.00**	**13.75**	-	-	-
Control			**46.81**			**3.00**	-	-	-

*1st year = January 1994 - December 1994
2nd year = January 1995 - December 1995
3rd year = January 1996 - December 1996
4th year = January 1997 - December 1997

ระหว่าง 15-16% ส่วนปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ต้นปาล์มที่ให้ผลผลิตทะลายสด/เดือนต่ำสุด อยู่ระหว่าง 6-8%

ค่าเฉลี่ยลักษณะองค์ประกอบผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน เช่น ลักษณะน้ำหนักทะลายสด/ต้น/ปี จำนวนทะลาย/ต้น/ปี และน้ำหนัก/ทะลาย (Table 9, Figure 1, 2) พบว่า ปาล์มน้ำมันมีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ย P และ K ในระดับต่างๆ สูงขึ้นทุกลักษณะในปีที่ 2 และ 3 โดยในปีแรกที่เริ่มทำการทดลองนั้นปาล์มน้ำมันมีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ย P และ K ในระดับต่างๆ ต่ำที่สุด และมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับลักษณะที่พบในปีที่ 4 ยกเว้นลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย ของปีที่ 4 ยังคงมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย ของปีที่ 1 แต่ลดลงจากปีที่ 3 ประมาณ 2-3 กก./ทะลาย อิทธิพลของปุ๋ย P ระดับ P1 และ K ระดับ K2 มีแนวโน้มทำให้ทั้งลักษณะน้ำหนักทะลายสด/ต้น/ปี จำนวน

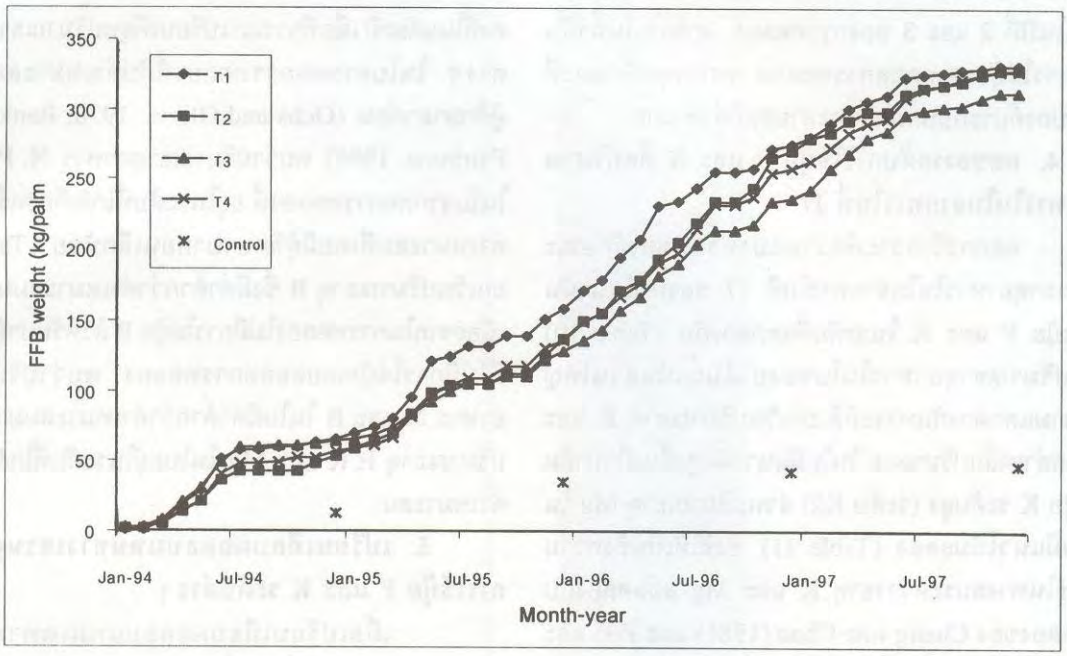

Figure 1 Accumulated FFB weight of oil palm in different treatments during 4 years observation

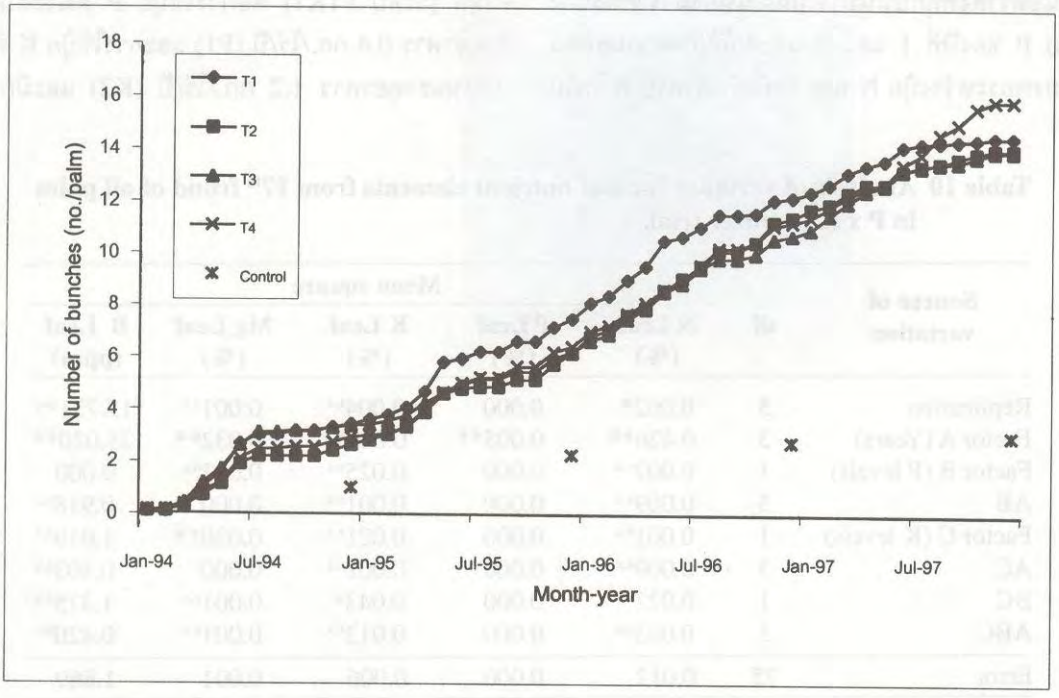

Figure 2 Accumulated number of bunches of oil palm in different treatments during 4 years observation

ทะลาย/ต้น/ปี และน้ำหนัก/ทะลาย ของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นชัดเจนในปีที่ 2 และ 3 ของการทดลอง ส่วนปาล์มน้ำมันที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเลยตลอดการทดลอง พบว่าทุกลักษณะที่เกี่ยวกับองค์ประกอบผลผลิตทะลายสดมีค่าต่ำมาก

4. ผลของระดับการใช้ปุ๋ย P และ K ต่อปริมาณธาตุอาหารในใบจากทางใบที่ 17

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะปริมาณธาตุอาหารในใบจากทางใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมันที่ได้รับปุ๋ย P และ K ในระดับที่แตกต่างกัน (Table 10) พบว่าปริมาณธาตุอาหารในใบของปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นปริมาณธาตุ K และ Mg โดยค่าเฉลี่ยปริมาณ K ในใบมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อปาล์มได้รับปุ๋ย K ระดับสูง (ระดับ K2) ส่วนปริมาณธาตุ Mg ในใบกลับมีแนวโน้มลดลง (Table 11) ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในทางลบระหว่างธาตุ K และ Mg สอดคล้องกับงานทดลองของ Chang และ Chan (1981) และ Foo และ Omar (1987) สำหรับปริมาณธาตุ N และ P ในใบ พบว่ามีปริมาณค่อนข้างคงที่ในปีที่ 1 และ 2 แต่เพิ่มขึ้นในปีที่ 3 และ 4 การที่ธาตุ N ในใบมีปริมาณเพิ่มขึ้นทั้งที่มีการใส่ปุ๋ย N ในอัตราคงที่ทุกปีนั้นอาจเป็นผลเนื่องมาจากผลของการใส่ปุ๋ย P ของปีที่ 1 และ 2 และทำให้เกิดความสมดุลอย่างเพียงพอระหว่างปุ๋ย N และ P ที่ใส่ สำหรับ B ในใบจากทางใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมันพบว่ามีปริมาณค่อนข้างคงที่ในแต่ละปี เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในใบจากผลการทดลองนี้กับค่าเหมาะสมที่เคยมีผู้ศึกษามาก่อน (Ochs and Olivin, 1976; Rankine and Fairhurst, 1998) พบว่าปริมาณธาตุอาหาร N, P และ K ในใบจากผลการทดลองนี้ อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงหรือต่ำกว่าค่าเหมาะสมที่เคยมีผู้ศึกษามาก่อนเล็กน้อย (Table 11) ยกเว้นปริมาณธาตุ B ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าเหมาะสมมาก ทั้งนี้เนื่องจากในการทดลองไม่มีการใส่ปุ๋ย B สำหรับปาล์มน้ำมันที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเลยตลอดการทดลอง พบว่าปริมาณธาตุอาหาร N และ B ในใบมีค่าต่ำกว่าค่าเหมาะสมมาก ส่วนปริมาณธาตุ P, K และ Mg ในใบอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับค่าเหมาะสม

5. เปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ปุ๋ย P และ K ระดับต่างๆ

เมื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนเฉพาะตัวแปรระหว่างค่าใช้จ่ายปุ๋ยต่ำสุดที่ใช้ตลอด 4 ปี (ธีระ และคณะ, 2545) กับรายได้ที่เกษตรกรขายทะลายสดปาล์มน้ำมันได้ตลอดระยะเวลา 4 ปี (Table 12) พบว่าการใช้ปุ๋ยในอัตราต่ำสุด (ระดับ P1K1) คือการใช้ปุ๋ย P ที่มีระดับปริมาณธาตุอาหาร 0.4 กก./ไร่/ปี (P1) และการใช้ปุ๋ย K ที่มีระดับปริมาณธาตุอาหาร 1.2 กก./ไร่/ปี (K2) และมีการใช้ปุ๋ย

Table 10 Analysis of variance for leaf nutrient elements from 17th frond of oil palm in P x K fertilizer trial.

Source of variation	df	Mean square				
		N Leaf (%)	P Leaf (%)	K Leaf (%)	Mg Leaf (%)	B Leaf (ppm)
Replication	5	0.062*	0.000	0.004$^{n.s.}$	0.001$^{n.s.}$	13.721**
Factor A (Years)	3	0.426**	0.005**	0.060**	0.032**	25.020**
Factor B (P levels)	1	0.002$^{n.s.}$	0.000	0.025$^{n.s.}$	0.002$^{n.s.}$	0.000
AB	3	0.009$^{n.s.}$	0.000	0.001$^{n.s.}$	0.000	0.918$^{n.s.}$
Factor C (K levels)	1	0.001$^{n.s.}$	0.000	0.021$^{n.s.}$	0.020**	1.019$^{n.s.}$
AC	3	0.009$^{n.s.}$	0.000	0.001$^{n.s.}$	0.000	0.403$^{n.s.}$
BC	1	0.022$^{n.s.}$	0.000	0.043*	0.001$^{n.s.}$	1.375$^{n.s.}$
ABC	3	0.003$^{n.s.}$	0.000	0.013$^{n.s.}$	0.001$^{n.s.}$	0.420$^{n.s.}$
Error	75	0.012	0.000	0.006	0.001	1.869
C.V. (%)		4.73	7.71	8.76	12.48	10.550

n.s. = Not significant, * = Significant at $P < 0.05$, ** = Significant at $P < 0.01$

Table 11 Effect of P and K on leaf elements content derived from 17th frond of oil palm during 4 years observation.*

Year/treatments	N (%)			P (%)			K (%)			Mg (%)			B (ppm)		
	P1	P2	Mean	P1	P2	Mean	P1	P2	Mean	P1	P2	Mean	P1	P2	Mean
1st year															
K1	2.23	2.21	**2.22**	0.17	0.18	**0.18**	0.90	0.80	**0.85**	0.34	0.35	**0.35**	14	15	**15**
K2	2.20	2.25	**2.23**	0.17	0.17	**0.17**	0.84	0.90	**0.87**	0.31	0.34	**0.32**	15	14	**14**
Mean	**2.22**	**2.23**	**2.22**	**0.17**	**0.18**	**0.18**	**0.87**	**0.85**	**0.86**	**0.33**	**0.34**	**0.34**	**14**	**14**	**14**
Control			**2.10**			**0.16**			**1.21**			**0.33**			**15**
2nd year															
K1	2.17	2.18	**2.18**	0.17	0.16	**0.16**	0.92	0.83	**0.88**	0.34	0.36	**0.35**	12	13	**12**
K2	2.11	2.21	**2.16**	0.16	0.16	**0.16**	0.90	0.92	**0.91**	0.31	0.31	**0.31**	13	13	**13**
Mean	**2.14**	**2.20**	**2.17**	**0.16**	**0.16**	**0.16**	**0.91**	**0.88**	**0.89**	**0.33**	**0.33**	**0.33**	**12**	**13**	**13**
Control			**1.85**			**0.15**			**1.11**			**0.35**			**11**
3rd year															
K1	2.45	2.42	**2.43**	0.19	0.19	**0.19**	0.95	0.96	**0.96**	0.31	0.35	**0.33**	12	12	**12**
K2	2.40	2.36	**2.38**	0.18	0.19	**0.19**	1.02	0.98	**1.00**	0.31	0.30	**0.31**	13	12	**12**
Mean	**2.42**	**2.39**	**2.41**	**0.19**	**0.19**	**0.19**	**0.99**	**0.97**	**0.98**	**0.31**	**0.33**	**0.32**	**12**	**12**	**12**
Control			**2.20**			**0.15**			**0.81**			**0.35**			**15**
4th year															
K1	2.44	2.39	**2.42**	0.16	0.16	**0.16**	0.95	0.84	**0.90**	0.27	0.28	**0.28**	12	12	**12**
K2	2.44	2.48	**2.46**	0.16	0.16	**0.16**	0.91	0.92	**0.92**	0.25	0.23	**0.24**	13	13	**13**
Mean	**2.44**	**2.44**	**2.44**	**0.16**	**0.16**	**0.16**	**0.93**	**0.88**	**0.91**	**0.26**	**0.26**	**0.26**	**13**	**13**	**13**
Control			**1.91**			**0.20**			**0.93**			**0.41**			**12**
Critical level 1**			**<2.50**			**<0.15**			**<1.00**			**<0.24**			**<16**
2***			**<2.30**			**<0.14**			**<0.75**			**<0.20**			**<8**
3****			**2.40-2.80**			**0.15-0.18**			**0.90-1.20**			**0.25-0.40**			**15-25**

* 1st year recorded at 18 January 1994, 2nd year recorded at 10 April 1995
3rd year recorded at 15 March 1996, 4th year recorded at 15 March 1997
** From Ochs and Olivin (1976)
*** From Rankine and Fairhurst (1998)
**** Optimum values for oil palm (Rankine and Fairhurst, 1998)

N ในระดับปริมาณธาตุอาหาร 0.8 กก./ไร่/ปี เป็นอัตราที่เกษตรกรได้รับผลตอบแทนสูงสุด (10,852 บาท/ไร่/4 ปี) ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยในอัตราอื่นๆ ที่สูงกว่า

สรุป

จากผลการทดลองพอจะสรุปได้ว่า การใช้ปุ๋ย P และ K ในระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในลักษณะจำนวนทางใบสะสมของปาล์มน้ำมัน การใช้ปุ๋ย P ในระดับต่ำ (P1, 0.4 กก./ต้น/ปี P_2O_5) มีแนวโน้มเพิ่มลักษณะลักษณะพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ จำนวนใบย่อย จากทางใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมัน ได้ดีกว่าปาล์มที่ ได้รับปุ๋ย P สูง (P2, 0.8 กก./ต้น/ปี P_2O_5) ระดับปุ๋ย P และ K ที่ทำให้ได้ผลผลิตทะลายสดสูงสุดคือ การใช้ปุ๋ย P ในระดับ P1 (0.4 กก./ต้น/ปี P_2O_5) ร่วมกับการใช้ปุ๋ย K ในระดับ K2 (2.4 กก./ต้น/ปี K_2O) และใช้ปุ๋ย N อัตรา 0.8 กก./ต้น/ปี N โดยสามารถให้ผลผลิตทะลายสดรวม 4 ปี จำนวน 8,200 กก./ไร่ สูงกว่าการใช้ปุ๋ยในอัตราต่ำสุด (ระดับ P1K1 หรือ 0.8, 0.4 และ 1.2 กก./ต้น/ปี N, P_2O_5 และ K_2O ตามลำดับ) ประมาณ 9% อย่างไรก็ตามเมื่อคิดคำนึงถึงต้นทุนค่าปุ๋ยที่ต้องใส่ให้กับปาล์มน้ำมันในแต่ละปี การใช้ปุ๋ยในอัตราต่ำสุดมีความเหมาะสมกว่าการใช้ปุ๋ยในอัตราอื่นๆ ที่

Table 12 Comparison between fertilizer costs and FFB farmer price return.

Treatments	Fertilizer costs*			FFB yield for 4 years (kg/rai/4 years)	FFB farmer price return** (baht/rai/4 years) (2)	Net of farmer return (baht/rai/4 years) (2)-(1)
	baht/palm/year	baht/rai/year	baht/rai/4 years (1)			
T1 = P1K1	33.67	841.75	3,367.00	7,484.00	14,219.60	10,852.60
T2 = P1K2	48.16	1,204.00	4,816.00	8,200.79	15,581.50	10,765.50
T3 = P2K1	40.94	1,023.50	4,094.00	7,605.75	14,450.93	10,356.93
T4 = P2K2	55.34	1,383.50	5,534.00	8,188.39	15,557.94	10,023.94

* Price of fertilizer at Hat Yai on January 2002
** FFB price of oil palm at 1.90 Baht/kg

สูงกว่า เพราะสามารถลดค่าใช้จ่ายปุ๋ยลงได้อย่างน้อย 30% แม้ว่าการใช้ปุ๋ยในระดับต่ำนี้ จะให้ผลผลิตทะลายสดรวม 4 ปี จำนวน 7,484 กก./ไร่ แต่เกษตรกรจะได้กำไรสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2537-2543 ในโครงการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของปาล์มน้ำมัน และขอขอบคุณ วิทยาลัยเกษตรกรรมและเทคโนโลยีจังหวัดตรัง ที่สนับสนุนสถานที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อใช้ในการทดลอง ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่สนับสนุนในการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน

เอกสารอ้างอิง

ชัยรัตน์ นิลนนท์ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ธีระพงศ์ จันทรนิยม ประกิจ ทองคำ และ วรรณา เลี้ยววาริณ. 2544. ผลของการใช้ปุ๋ยต่อการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน. ว.สงขลานครินทร์ วทท. 23(ฉบับพิเศษ) ปาล์มน้ำมัน: 649-659.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ชัยรัตน์ นิลนนท์ ธีระพงศ์ จันทรนิยม ประกิจ ทองคำ วรรณา เลี้ยววาริณ และ สุธา วัฒนสิทธิ์. 2545. แนะนำโปรแกรมคำนวณปุ๋ยประยุกต์ ซีพีเอฟวี 01. จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน 3(1): 6-8.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ธีระพงศ์ จันทรนิยม ประกิจ ทองคำ และ ชัยรัตน์ นิลนนท์. 2540. ผลของระดับปุ๋ยผสม N P และ K ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน. ว.สงขลานครินทร์ วทท. 19(3): 271-288.

สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์ ภิญโญ มีเดช สุรกิตติ ศรีกุล และ ชาย โพธิวิส. 2540. ผลของธาตุ N P K และ Mg ต่อผลผลิตของปาล์มน้ำมัน. ว.ดินและปุ๋ย 19: 171-189.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2544. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2543/44. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 9/2544. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2534. ดินของประเทศไทย. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานครฯ.

Chang, K.C. and Chan, C.L. 1981. Preliminary resuits of an NPK and lime factorial fertiliser trial on deep peat. In: The Oil Palm in Agriculture in the Eighties Vol II. (Eds. by Pushparajah, E. and Soon, C.P.) A Report of the Proceeding of the International Conference on Oil Palm in Agriculture in the Eighties. Kuala Lumpur, June, 17-20, 1981: 155-169.

Corley, R.H.V., Hardon, J.J. and Tan, G.Y. 1971. Analysis of growth of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) I. Estimation of growth parameters and application in breeding. Euphytica 20: 307-315.

Fairhurst, T.H. 1999. Nutrient use efficiency in oil palm: Measurement and management. The Planter 75(877): 177-183.

Fairhurst, T.H. and Mutert, E. 1999. The oil palm-fact file. Better Crops International 13: 28-29.

Foo, F.S. and Omar, S.S.S. 1987. Two 42 NK factorial fertilizer trials on Rengam and Kuantan series soil in mature oil palm. International Oil Palm/ Palm Oil Conferences. Shangri-La Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia, June, 23-26, 1987: 10p.

Foster, H.L. and Dolmat, M.T.H. 1986. The effect of different methods of placement and frequency of application of fertilizer to oil palm on an inland soil in Peninsular Malaysia. PORIM Bulletin No.12: 1-11.

Hartley, C.W.S. 1977. The Oil Palm. Longman, London.

Mohammed, A.T., Foster, H.L., Zakaria, Z.Z. and Chow, C.S. 1985. Statistical and economic analysis of oil palm fertiliser trials in Peninsular Malaysia between 1970-81. PORIM Occ. Paper Palm Oil Res. Inst. Malaysia No.22.

Ochs, R. and Olivin, J. 1976. Research on mineral nutrition by the IRHO. In: Oil palm Research (Eds. by Corley, R.H.V., Hardon, J.J. and Wood, B.J.). Elsevier Sci. Publ. Co., Netherlands.

Poon, Y.C. 1969. An outline of the technique of oil palm foliar analysis. Planter 45: 452.

Rankine, I. and Fairhurst, T.H. 1998. Field Handbook: Oil Palm Series (Mature). Potash and Phosphate Institute and Potash and Phosphate Institute of Canada. Oxford Graphic Printers Pte. Ltd. Singapore.

Rankine, I. and Fairhurst, T.H. 1999. Pocket Guide: Oil Palm Series Volume 6. (Mature). Potash and Phosphate Institute. Oxford Graphic Printers Pte. Ltd. Singapore.

Tan, K.S. 1977. Root development of oil palms on inland soils of West Malaysia. In Soil Physical Properties and Crop Production in the Tropics (Eds. by Lal and Greenland, D.J.) John Wiley & sons, London.

Tan, K.S., gan,Y.J. and Wai, S.T. 1981. Towards rationalised use of fertilisers in oil palm on inland soils. In: The Oil Palm in Agriculture in the Eighties Vol II. (Eds. by Pushparajah, E. and Soon, C.P.) A Report of the Proceeding of the International Conference on Oil Palm in Agriculture in the Eighties. Kuala Lumpur, June, 17-20, 1981: 39-70.

Tang, M.K., Nazeeb, M. and Loong, S.G. 1999. An insight into fertilizer types and application methods in Malaysian oil palm Plantations. The Planter 75(876): 115-137.

von Uexkull, H.R. and Fairhurst, T.H. 1991. Fertilizing for Hight Yield and Quality: The Oil Palm. International Potash Institute, Worblaufen-Bern/ Switzerland.

Zakaria, Z.Z., Foster, H.L., Mohammed, A.T. and Dolmat, M.T. 1991. Yield response to P fertilizer in oil palm. The Planter 67(789): 592-597.