ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยฯ

RP1976/506

Effect of phosphorus

fertilizer on yield of

Res. Prmme. No. 52/ Res. Proj. No. 52/2/Rep. No. 4

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย

อิทธิพลของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อผลผลิตของทานตะวัน

โดย

ประวิทย์ กฤตยานวัช

สวป., กรุงเทพฯ 2519

ไม่พิมพ์เผยแพร่

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย

ร่วมกับ

กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

COOPERATIVE RESEARCH PROGRAMME NO. 52

PRODUCTION AND UTILIZATION OF SUNFLOWER

RESEARCH PROJECT NO. 52/2

IMPROVEMENT OF CULTURAL PRACTICES OF SUNFLOWER

รายงานฉบับที่ 4
อิทธิพลของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อผลผลิตของทานตะวัน

โดย

ประวิทย์ กฤตยานวัช

สวป., กรุงเทพฯ 2519

CONTENTS

	Page
ABSTRACT	1
บทคัดย่อ	2
คำนำ	2
อุปกรณ์ และวิธีการ	4
ผลการทดลอง	5
วิจารณ์	12
สรุป	13
คำขอบคุณ	14
เอกสารอ้างอิง	14

ABSTRACT: A field study was conducted on sunflower cv. Saratovskij at Non Sung Agricultural Experiment Station, Nakhon Ratchasima. Triple superphosphate as a source of phosphorus fertilizer was applied 2,4,8, 16 and 32 kg P_2O_5/rai; 20 kgN and 20 kg K_2O/rai of ammonium sulphate and muriate of potash respectively were also applied. The results showed that the lowest rate (2 kg P_2O_5/rai) produced the highest grain yield (173 kg/rai) and 8 kg P_2O_5/rai treatment gave the lowest grain yield (126 kg/rai), however, the difference was not significant. In addition, good seed weight, 100 seeds weight and good seed percentage were not affected by the increase of phosphorus fertilizer.

อิทธิพลของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อผลผลิตของทานตะวัน

โดย ประวิทย์ กฤตยานวัช*

บทคัดย่อ

การทดลองปุ๋ยฟอสฟอรัสระดับ 2,4,8,16 และ 32 กก. P_2O_5/ไร่ กับทานตะวันที่สถานีกสิกรรมโนนสูง, จังหวัดนครราชสีมานั้น, ผลการทดลองปรากฏว่า: ที่ระดับปุ๋ยต่ำที่สุด 2 กก. P_2O_5/ไร่ ให้ผลผลิตต่อไร่สูงสุดประมาณ 173 กก./ไร่; ส่วนระดับปุ๋ย 8 กก. P_2O_5/ไร่ นั้นให้ผลผลิตต่ำที่สุดประมาณ 126 กก./ไร่. แต่อย่างไรก็ตาม, ผลการทดลองนี้ไม่ให้ผลแตกต่างกันทางสถิติเลย. นอกจากนี้ผลผลิตเมล็ดดี, น้ำหนัก 100 เมล็ด, อัตราส่วนต่อร้อยของเมล็ดดี หรือปริมาณน้ำมันในเมล็ดก็ดี ไม่ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น หรือ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการเพิ่มระดับของธาตุอาหารพืช.

คำนำ

ในบรรดาธาตุอาหารพืชที่จำเป็น, ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อยกว่าไนโตรเจนและโปแตสเซียม และโดยทั่ว ๆ ไปอาจจะน้อยกว่าแมกนีเซียมและแคลเซียมด้วย; แต่ในการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสก็มักจะมากกว่าปุ๋ยโปแตสเซียมเสมอ. แม้กระนั้นก็ดี อาการขาดธาตุฟอสฟอรัสของพืชก็มักจะเกิดขึ้นบ่อยครั้งกว่าอาการขาดธาตุโปแตสเซียม (Black 1968); สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ Asher (1971) ได้อธิบายไว้ว่า: เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสเฟตลงไปในดิน, ฟอสฟอรัสจะทำปฏิกิริยากับดินเกิดสารประกอบ ที่ละลายน้ำได้น้อย จึงทำให้ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสใน soil solution ค่อนข้างต่ำ, พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยและไม่เพียงพอ; ถึงแม้ว่าดินนั้นจะมีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตบ่อยครั้งก็ตาม. ฉะนั้นการสูญเสียฟอสฟอรัสในดิน โดยการซึมลงไปในดินล่างนั้น มีน้อยมาก; ยกเว้นดินทรายที่มีธาตุซิลิกอนเป็นส่วนประกอบอยู่, ซึ่ง Ozanne และคณะ (1961) พบว่า:

---

*กลุ่มวิจัยพืช, สถานวิจัยผลิตผลเกษตร, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย

ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปในดิน จะมีอยู่ 80% ก่อนที่จะสูญหายไปในดินก่อนจะถึงราก. นอกจากนี้ Asher (1971) ได้ให้ความเห็นไว้ว่า: การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส เพื่อแก้อาการขาดธาตุอาหารพืชนั้น ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดินมากกว่าปริมาณปุ๋ยที่ใส่ลงไป; ฉะนั้นปริมาณฟอสฟอรัสที่ต้องการให้ได้ผลผลิตสูงสุดนั้นอาจจะใช้เพียงไม่กี่ กก.ต่อไร่ในดินทราย, แต่อาจจะใช้เป็นปริมาณมากในดินที่มีการตรึงธาตุนี้; ในการแก้ปัญหาการตรึงฟอสฟอรัสในดินก็โดยการใส่ปุ๋ยแบบแถว (banding) มากกว่าการหว่าน, เพราะจะช่วยลดการสัมผัสระหว่างดินกับปุ๋ยลงได้มากกว่า.

Brevis และคณะ (1968) ได้ทำการทดสอบดินและแนะนำว่า ดินใดที่มี pH อย่างต่ำที่สุด 6.0 นั้น, ทานตะวันต้องการซุปเปอร์ฟอสเฟตในอัตรา 13.6-22.4 กก./ไร่; ส่วนในดินที่ไม่ค่อยอุดมสมบูรณ์ หรือ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปริมาณซุปเปอร์ฟอสเฟต 26.4-30.4 กก./ไร่ ก็นับว่าพอเพียงแก่ความต้องการในการเพิ่มผลผลิตเมล็ด. นอกจากนี้ Belkin และคณะ (1968) พบว่า: เมื่อใส่ฟอสฟอรัส 6.4 กก. P_2O_5/ไร่, ผลผลิตเมล็ดเพิ่มขึ้น 19% และน้ำมันในเมล็ดเพิ่มขึ้น 2.4%. Cernea (1971) ได้รายงานว่า: ปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟต ที่ใส่พร้อมกับการหว่านเมล็ดทานตะวัน จะให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงสุด. เช่นเดียวกับ Kordunyanu และคณะ (1971) ที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส จำนวน 4.8 กก. P_2O_5/ไร่, ช่วยเพิ่มปริมาณน้ำมันและปริมาณกลูเตลิน (glutelin) ในเมล็ด แต่ลดปริมาณแอลบิวมิน (albumin) และโกลบิวลินในเมล็ด; ปริมาณโกลบิวลินและกลูเตลินจะเพิ่มมากขึ้นจากระยะที่เนื้อในเมล็ดเริ่มแข็งไป จนถึงระยะที่เมล็ดสุกแก่เต็มที่, ส่วนปริมาณแอลบิวมินนั้นไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก. นอกจากนี้ Shkolnik (1970) ได้ทดลองปลูกทานตะวันในสารละลายธาตุอาหาร และพบว่า: สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ทานตะวันเกิดอาการขาดธาตุบอรอน, อาจจะเนื่องมาจากปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่ดูดขึ้นไปใช้ไม่เพียงพอ; ดังนั้นพืชที่ขาดธาตุบอรอนก็เนื่องมาจากขบวนการเมตาบอลิสซึมของฟอสฟอรัสถูกขัดขวาง, ทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยฟอสฟอรัสมีน้อย จึงทำให้เกิดการขาดธาตุบอรอนได้.

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ฟอสฟอรัสมีความจำเป็นต่อพืชมาก; เพราะธาตุนี้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสาร ATP ที่ช่วยในการเก็บสะสมพลังงานไว้, และสาร ADP เป็นสารที่ได้จากการสลายตัวของ ATP แล้วได้พลังงานออกมาใช้ในการดำรงชีวิตของพืช (Meyer and Anderson 1959).

นอกจากนี้ฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินนั้นอาจจะอยู่ในรูปของสารประกอบอนินทรีย์ (inorganic form) และสารประกอบอินทรีย์ (organic form), ซึ่งในรูปของสารประกอบนี้ยังมีบางส่วน

ที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ บางส่วนก็นำไปใช้ไม่ได้. ส่วนฟอสฟอรัสในดินที่พืชดูดไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตนั้น, Asher (1971) เชื่อว่าเป็นออโธฟอสเฟต (orthophosphate) เกือบ 100%, โดยอยู่ในส่วนที่เป็นของเหลว; ฉะนั้นในดินบางชนิดปริมาณฟอสฟอรัสมีมากแต่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย, เนื่องจากสารประกอบของธาตุนี้ถูกตรึงอยู่ในดิน. ด้วยเหตุนี้ สถานวิจัยผลิตผลเกษตร, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย จึงได้ศึกษาถึงอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม, เพื่อที่จะนำไปปรับปรุงผลผลิตเมล็ดและน้ำมันของทานตะวันให้สูงขึ้นในอนาคต.

ได้ทำการทดลองครั้งนี้ที่สถานีกสิกรรมโนนสูง เมื่อเดือนธันวาคม 2515.

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาครั้งนี้ใช้เมล็ดทานตะวันพันธุ์ Saratovskij, ปุ๋ยทริบเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (triple superphosphate) อัตรา 2,4,8,16,32 กก. P_2O_5/ไร่; สำหรับปุ๋ยรองพื้นใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต, โปแตช (Muriate of potash) อย่างละ 20 กก. K_2O/ไร่; ใช้ฟอสดริน (phosdrin) ฉีดเพื่อควบคุมแมลง.

ได้ใช้แผนการทดลอง 5 x 5 ลาตินสแควร์, ซึ่งมีขนาดแปลงย่อย 7.5 x 2.5 เมล็ด, โดยใช้ระยะระหว่างแถว 75 ซม. ระหว่างต้น 25 ซม.; ทำการปลูกโดยหยอดเมล็ดเป็นหลุม ๆ ละ 3-5 เมล็ด; เมื่อต้นกล้าอายุได้ 1 สัปดาห์ก็ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 2 ต้น; ส่วนหลุมใดที่ไม่งอกก็รีบทำการปลูกซ่อมทันที; หลังจากหยอดเมล็ดแล้วก็ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตและโปแตชเป็นปุ๋ยรองพื้น อัตรา 20 กก.N และ 20 กก. K_2O/ไร่ ตามลำดับ. ส่วนอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ระดับต่าง ๆ นั้นใส่ครั้งแรกเมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 30 วัน, และครั้งที่สองเมื่ออายุ 60 วัน; โดยใส่แบบโรยเป็นแถวแล้วกลบ. ข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บมาได้ก็ทำการวิเคราะห์แบบลาตินสแควร์; แต่เนื่องจากความงอกไม่สม่ำเสมอ, ถึงแม้จะทำการปลูกซ่อมก็ยังมีผลทำให้การเจริญเติบโตแตกต่างกันอยู่, จึงเป็นผลทำให้การเจริญเติบโตของดอกที่จะเก็บเกี่ยวเมล็ดไม่สม่ำเสมอกัน. นอกจากนี้ในบางแปลงย่อยนั้น จำนวนต้นต่อแปลงก็ไม่เท่ากัน, ซึ่งมีสาเหตุเนื่องมาจากต้นใดที่โตช้าหน่อยก็ถูกเบียดบังแสงจนแคระแกร็นไม่เจริญเติบโต, บางต้นแทบจะไม่เติบโตเลย. เมื่อเป็นเช่นนี้ การเก็บศึกษาข้อมูลจึงต้องเปลี่ยนไปเล็กน้อย, โดยเก็บข้อมูลในแปลงแล้วนำไปวิเคราะห์ผลแบบโควาเรียนซ์ (analysis of covariance); โดยถือเอาจำนวนต้นเป็นตัวแปรอิสระ (independent variable), ส่วนน้ำหนักเมล็ดนั้นเป็น dependent variable.

ผลการทดลอง

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบโควาเรียนซ์ ดังตารางที่ 1 ปรากฏว่า: ค่า F ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ; อธิบายได้ว่า จำนวนต้นต่อแปลงในแปลงของ treatment ต่าง ๆ ที่แตกต่างกันนั้น ไม่มีผลทำให้ผลผลิตเมล็ดในแต่ละแปลง เกิดความแตกต่างกันทางสถิติ. เมื่อเป็นเช่นนี้ ข้อมูลนี้จึงไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์แบบโควาเรียนซ์อีก, แต่สามารถวิเคราะห์แบบลาตินสแควร์ธรรมดาก็ได้ตามตารางที่ 2, ซึ่งระดับปุ๋ยฟอสฟอรัส ตั้งแต่ 2,4,8,16 และ 32 กก. P_2O_5/ไร่ ไม่ให้ผลผลิตเมล็ดแตกต่างกัน. เมื่อดูแนวโน้มของการตอบสนอง (response curve) ของปุ๋ยอัตราต่าง ๆ เหล่านี้แล้ว พอจะเห็นได้ว่า การตอบสนองเป็นไปในรูปของ quadratic, โดยที่อัตรา 2 กก. P_2O_5/ไร่ (ตารางที่ 3) ให้ผลผลิตเมล็ดสูงที่สุดเฉลี่ย 172.84 กก./ไร่; 4 กก. P_2O_5 ให้ผลผลิตรองลงมา; ต่ำสุดได้แก่อัตรา 8 กก. P_2O_5/ไร่; หลังจากนี้แล้วผลผลิตเริ่มสูงขึ้นไปอีก ดังรูปที่ 1.

น้ำหนัก 100 เมล็ดของทานตะวันในตารางที่ 4 แสดงความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติ, แสดงว่าเกิดความแตกต่างกันในระหว่างอัตราปุ๋ยต่าง ๆ. เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในตารางที่ 5 ตามแบบ Duncan's multiple range test (Steel and Torrie 1960) แล้วปรากฏว่า: น้ำหนัก 100 เมล็ดที่ระดับปุ๋ย 4,8 และ 32 กก. P_2O_5/ไร่ ให้ผลไม่แตกต่างกัน; แต่ที่ระดับ 8 กก. P_2O_5/ไร่ ให้น้ำหนักเมล็ดต่ำที่สุดเพียง 3.84 กรัม เท่านั้น (ตารางที่ 5); ส่วนระดับปุ๋ย 4 และ 32 ก็ยังให้ผลไม่แตกต่างจากระดับปุ๋ย 16 กก. P_2O_5/ไร่; ส่วนระดับปุ๋ย 2 กก. P_2O_5/ไร่ ให้น้ำหนัก 100 เมล็ดสูงที่สุดประมาณ 4.66 กรัม.

สำหรับน้ำหนักเมล็ดดีใน 100 เมล็ดนั้นก็แสดงแนวโน้มคล้ายคลึงกับน้ำหนัก 100 เมล็ด ดังในรูปที่ 1. อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างระหว่างอัตราปุ๋ยต่าง ๆ ปรากฏว่าไม่แสดงนัยสำคัญทางสถิติเลย (ตารางที่ 6). เมื่อทำการวิเคราะห์หาแนวโน้มแล้วจะเห็นได้ว่า: ในอัตราปุ๋ยระดับต่าง ๆ กันจะเป็นแบบ cubic ดังในรูปที่ 1, ซึ่งในอัตราปุ๋ย 2 กก. P_2O_5/ไร่ จะให้น้ำหนักเมล็ดดีสูงสุดประมาณ 4.13 กรัม, รองลงมาเป็นอัตรา 4 กก. P_2O_5/ไร่, และ 8 กก. P_2O_5/ไร่ ให้น้ำหนักเมล็ดดีต่ำที่สุด; หลังจากนี้แล้ว น้ำหนักเมล็ดดีก็เริ่มสูงขึ้นอีก, และเริ่มลดลงไปอีกเมื่อเลยอัตรา 16 กก. P_2O_5/ไร่ ไปแล้ว (ตารางที่ 7).

ตารางที่ 1. การวิเคราะห์โควาเรียนซ์ในการทดลองปุ๋ยฟอสฟอรัสทุกระดับ

Source of variation	df	Sum of products			df	Y adjusted for X		
		XX	XY	YY		SS	MS	F
Total	24							
Row	4	81.4751	8344.400	1399772.800				
Column	4	25.875	731.000	802822.400				
Treatment	4	13.875	1543.800	543324.800				
Error	12	234.650	3472.855	741662.563	11	690269.750	62751.250	
Treatment+error	16	248.525	5016.652	1284987.000	15	1183722.000	78914.750	
Difference for testing adjusted treatment mean					4	493458.250	123364.563	1.97

หมายเหตุ: X = จำนวนหน่อต่อแปลง

Y = น้ำหนักเมล็ดต่อแปลง

ตารางที่ 2. การวิเคราะห์วาเรียนซ์ (Analysis of variance) ของผลผลิตเมล็ดทานตะวันทุกระดับปุ๋ยฟอสฟอรัส

Source of variation	df	SS	MS	F-value
Rows	4	16534.196	4133.547	5.246*
Columns	4	11457.115	2864.279	3.635*
Treatments	4	7445.985	1861.496	2.363
Linear	1	165.687	165.687	0.210
Quadratic	1	4891.588	4891.588	6.208*
Deviations	2	2388.710	1194.355	1.516
Error	12	9454.855	787.905	-
Total	24	44892.151	-	-

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5%.

ตารางที่ 3. ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ย (กก./ไร่) ของทานตะวันทุกระดับปุ๋ยฟอสฟอรัส

ระดับปุ๋ย (กก./ไร่)	ซ้ำ					รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
2	238.10	130.81	175.98	168.48	150.85	864.22	172.84
4	127.78	162.54	218.26	108.14	160.48	777.20	155.44
8	131.60	78.35	170.27	179.70	67.88	627.80	125.56
16	170.34	104.70	113.00	195.33	126.11	709.48	141.90
32	230.16	121.03	136.83	168.35	181.73	838.10	167.62
รวม	897.98	597.43	814.34	820.00	687.05	3616.80	763.36
เฉลี่ย	179.62	119.49	162.87	164.00	137.41	763.36	152.67

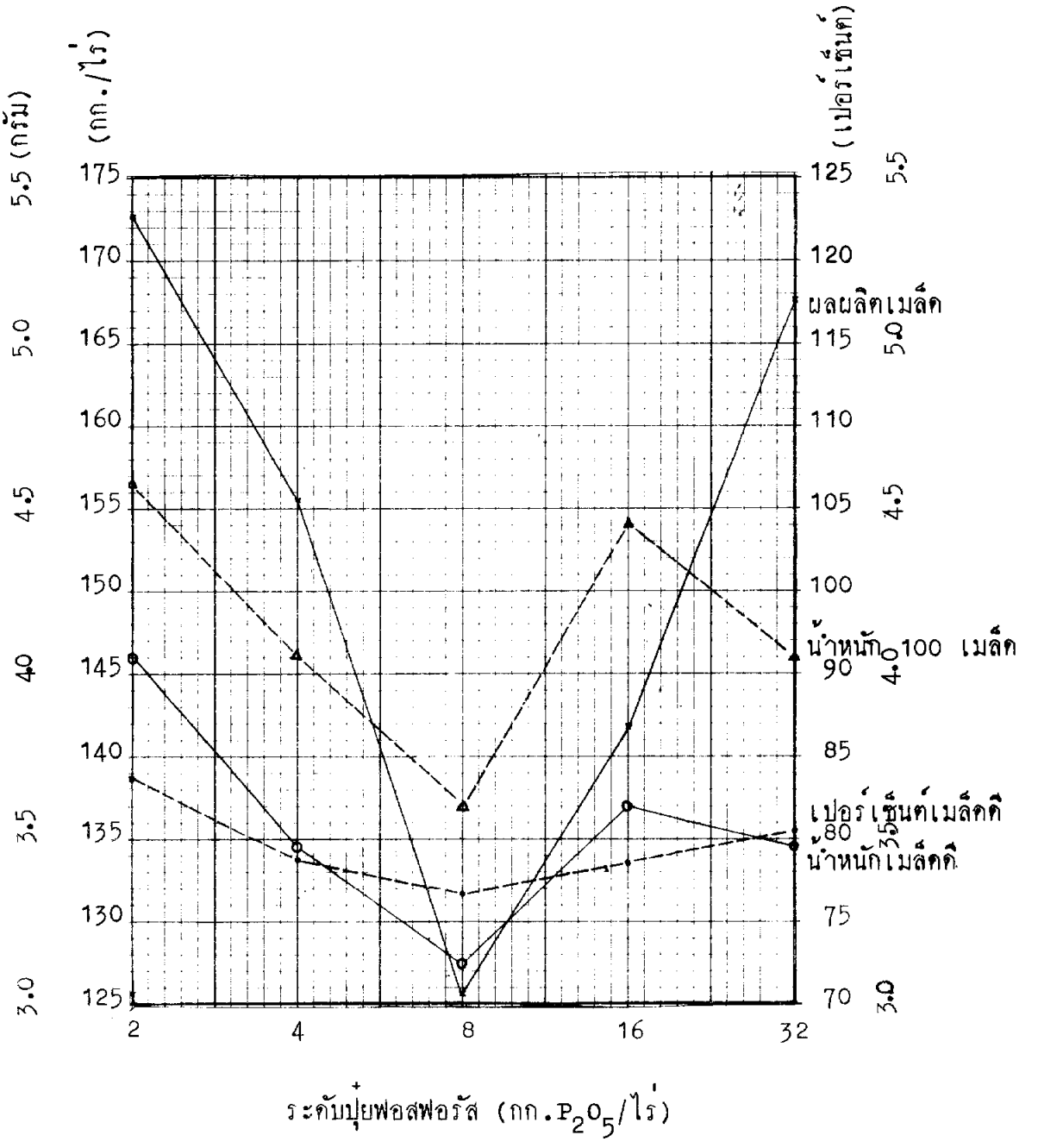
CV = 18.37%.

ตารางที่ 4. การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของน้ำหนัก 100 เมล็ดทุกระดับปุ๋ยฟอสฟอรัส

Source of variation	df	SS	MS	F-value
Rows	4	1.438	0.359	3.020
Columns	4	0.915	0.229	1.922
Treatments	4	1.985	0.496	4.170*
Linear	1	0.076	0.076	0.639
Quadratic	1	0.059	0.059	0.500
Cubic	1	1.825	1.825	15.336**
Quartic	1	0.025	0.025	0.210
Error	12	1.428	0.119	-
Total	24	5.766	-	-

* มีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 5%.

** มีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 1%.



รูปที่ 1. การเปรียบเทียบแนวโน้มของผลผลิตเมล็ด, น้ำหนักเมล็ด, เปอร์เซ็นต์เมล็ด ที่ระดับปุ๋ยต่าง ๆ.

ตารางที่ 5. น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของทานตะวันทุกระดับปุ๋ยฟอสฟอรัส

ระดับปุ๋ย (กก./ไร่)	ซ้ำ					รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
2	5.00	4.02	4.52	4.54	5.22	23.30	4.66c
4	4.06	4.20	4.36	3.82	4.14	20.58	4.12ab
8	4.04	3.50	4.28	4.32	3.08	19.22	3.84a
16	4.08	3.86	5.18	4.86	4.18	22.16	4.43bc
32	4.40	3.84	3.92	4.02	4.48	20.66	4.13ab
รวม	21.58	19.42	22.26	21.56	21.10	105.92	21.18
เฉลี่ย	4.32	3.88	4.45	4.31	4.22	21.18	4.24

CV = 8.14%

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยใดที่มีอักษรเพียงตัวใดตัวหนึ่งเหมือนกันแล้วจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความแตกต่าง 5% (Steel and Torrie 1960).

ตารางที่ 6. การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของน้ำหนักเมล็ดดีใน 100 เมล็ดทุกระดับปุ๋ยฟอสฟอรัส

Source of variation	df	SS	MS	F-value
Rows	4	3.630	0.907	3.541
Columns	4	1.011	0.253	0.987
Treatments	4	2.437	0.609	2.378
Linear	1	0.231	0.231	0.902
Quadratic	1	0.204	0.204	0.797
Cubic	1	1.877	1.877	7.332*
Quartic	1	0.125	0.125	0.488
Error	12	3.075	0.256	-
Total	24	10.153	0.256	

*มีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 5%.

ตารางที่ 7. น้ำหนักเฉลี่ยเมล็ดดีใน 100 เมล็ด (กรัม) ทุกระดับปุ๋ยฟอสฟอรัส

ระดับปุ๋ย (กก./ไร่)	ซ้ำ					รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
2	4.84	3.30	3.60	4.02	4.90	20.66	4.13
4	3.74	3.40	3.80	3.06	3.22	17.22	3.44
8	3.08	3.14	3.94	3.80	2.12	16.08	3.22
16	2.90	3.16	4.86	4.20	3.36	18.48	3.70
32	3.54	3.40	3.32	3.00	3.96	17.22	3.44
รวม	18.10	16.40	19.52	18.08	17.56	89.66	17.93
เฉลี่ย	3.62	3.28	3.90	3.62	3.51	17.93	3.586

CV = 14.11%.

ส่วนอัตราส่วนต่อร้อยของจำนวนเมล็ดดีก็ไม่แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับปุ๋ยอัตราต่าง ๆ (ตารางที่ 8); แสดงว่าระดับปุ๋ยต่าง ๆ จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเมล็ดดีในดอกเลย, ซึ่งยิ่งระดับปุ๋ยฟอสฟอรัสสูงขึ้นก็น่าจะยิ่งทำให้ปริมาณเมล็ดดีเพิ่มสูงขึ้นด้วย. แต่จากรูปที่ 1 และตารางที่ 9 จะเห็นว่าระดับปุ๋ย 2 กก. P_2O_5/ไร่ ให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงที่สุด เฉลี่ยประมาณ 83.96%; รองลงมาเป็นระดับปุ๋ย 32 กก. P_2O_5/ไร่ เฉลี่ยประมาณ 80.28%; ส่วน 8 กก. P_2O_5/ไร่ ให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเฉลี่ยต่ำที่สุด 76.76%; จะเห็นว่าแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีจะเป็นแบบ quadratic คล้ายคลึงกับผลผลิตเมล็ด.

ตารางที่ 8. การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของจำนวนเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีทุกระดับปุ๋ยฟอสฟอรัส

Source of variation	df	SS	MS	F-value
Rows	4	312.223	78.056	1.758
Columns	4	67.236	16.809	0.379
Treatments	4	78.630	19.657	0.443
Linear	1	2.313	2.313	0.052
Quadratic	1	67.471	67.471	1.519
Deviations	2	8.846	4.423	0.100
Error	12	532.902	44.409	-
Total	24	990.991	-	-

ตารางที่ 9. เฉลี่ยจำนวนเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีทุกระดับปุ๋ยฟอสฟอรัส

ระดับปุ๋ย (กก./ไร่)	ซ้ำ					รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
2	93.8	77.2	73.4	85.2	90.2	419.80	83.96
4	67.0	75.6	82.6	75.8	73.2	394.20	78.84
8	66.0	86.0	89.0	85.4	57.4	383.80	76.76
16	65.8	79.0	89.4	83.2	75.8	393.20	78.64
32	74.8	87.6	84.0	68.8	86.2	401.40	80.28
รวม	387.4	405.4	418.4	398.4	382.8	1992.4	398.48
เฉลี่ย	77.48	81.08	83.68	79.68	76.56	398.48	79.70

CV = 10.53%.

ตารางที่ 10. แสดงผลการวิเคราะห์ดินในแปลงทดลองที่สถานีกสิกรรมโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา ก่อนทำการทดลองปุ๋ยฟอสฟอรัส

ตัวอย่างดิน	pH	สารอินทรีย์ (%)	ฟอสฟอรัส (p.p.m.)	โปแตสเซี่ยม (p.p.m.)
1	5.4	1.96	20.3	118
2	5.6	1.75	17.6	125
3	5.3	1.92	28.6	109

ตารางที่ 11. ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันทานตะวันที่อัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสต่าง ๆ

ตัวอย่าง (sample)	เปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ยในเมล็ด (% fat on dry basis)
2 kg P_2O_5/rai	25.54
4 kg P_2O_5/rai	20.40
8 kg P_2O_5/rai	26.50
16 kg P_2O_5/rai	26.55
32 kg P_2O_5/rai	15.50*

* ตัวอย่างที่วิเคราะห์ไม่พร้อมกับตัวอย่างอื่น ๆ

ที่มา: ผลการวิเคราะห์ของหน่วยเทคนิควิเคราะห์, สถานวิจัยเทคนิควิทยา, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย.

วิจารณ์

การตอบสนองของทานตะวันต่อปุ๋ยระดับต่าง ๆ เป็นไปตามกฎแห่งการถดถอย (Law of diminishing return), จากอัตราปุ๋ย 2 กก. จนถึง 8 กก. P_2O_5/ไร่; แต่เมื่ออัตราปุ๋ยเพิ่มเป็น 16 และ 32 กก. P_2O_5/ไร่ ผลผลิตกลับเพิ่มสูงขึ้น, นับว่าเป็นปรากฏการณ์ที่ผิดไปจากความคาดหมาย. การตอบสนองในทำนองนี้ ยังไม่สามารถจะอธิบายเหตุผลที่แน่ชัดได้, นอกจากสาเหตุที่น่าจะเป็นไปได้ดังต่อไปนี้:

ประการแรกเมื่อพิจารณาการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์ (ตารางที่ 2) แล้ว, จะเห็นว่า: ค่า F ของแถวและคอลัมน์แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ซึ่งแสดงว่าความแตกต่างระหว่างแถว และความแตกต่างระหว่างคอลัมน์ได้เกิดมีขึ้น; และอธิบายได้ว่าเกิดความไม่สม่ำเสมอภายในแถวหรือคอลัมน์. ประการที่สอง ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย (CV) ในตารางที่ 3 มีค่าร้อยละ 18.37 ซึ่งนับเป็นค่าที่ค่อนข้างสูง, จึงเป็นดรรชนีอันหนึ่งที่แสดงถึงความไม่สม่ำเสมอในผลผลิตเมล็ดจากแต่ละทรีทเมนต์, ซึ่งสาเหตุที่แท้จริงน่าจะเนื่องมาจาก การขาดความสม่ำเสมอของความงอกในระยะเริ่มต้น แม้ว่าจะได้ปลูกซ่อมแล้ว ก็ยังไม่อาจจะเจริญเติบโตได้ทันพวกที่เติบโตอยู่ก่อนแล้ว; การเจริญเติบโตของต้น, การเจริญของดอก (head) และการสุกของเมล็ดได้ถูกต้นที่เติบโตอยู่ก่อนข่มอยู่โดยตลอด, จึงเชื่อได้ว่าเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การแสดงผลตอบสนองต่อปุ๋ยระดับต่าง ๆ ของทานตะวันในการทดลองครั้งนี้ผันแปรออกไปเช่นนั้น. ประการที่สาม ความอุดมสมบูรณ์ของดินอาจจะไม่สม่ำเสมอ, ดังข้อมูลที่เสนอในตารางที่ 10 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า: ตัวอย่างดินที่เก็บมาในแต่ละจุดมีความผันแปรในด้าน pH, ปริมาณฟอสฟอรัส, และโปแตสเซียมมาก จึงอาจทำให้การตอบสนองต่อปุ๋ยของผลผลิตเมล็ดแตกต่างออกไป; นอกจากนี้ ปริมาณฟอสฟอรัสเดิมก่อนการใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 10) อยู่ในระดับที่ต่ำมาก, เฉลี่ยประมาณ 20 p.p.m. เท่านั้น, และพบว่ายิ่งดินเป็นกรดมากขึ้นทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้น้อยลง; นี่อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสระดับต่าง ๆ ให้ผลผลิตเมล็ดไม่แตกต่างกัน, ทั้งนี้เพราะว่า แม้จะใส่ลงไปในดินเป็นปริมาณมาก หรือ น้อยก็ตาม, ก็จะทำปฏิกริยากับดินเกิดเป็นสารประกอบตรึงกับดินเสียเป็นส่วนใหญ่ และพืชจะไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เลย, จึงทำให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยลง.

สำหรับน้ำหนัก 100 เมล็ดนั้น ก็แสดงแนวโน้มของการตอบสนองต่อระดับปุ๋ยคล้ายคลึงกับผลผลิตเมล็ด เพียงแต่น้ำหนักจะลดลงเมื่อระดับปุ๋ยฟอสฟอรัสมากกว่า 16 กก. P_2O_5/ไร่

ดังในรูปที่ 1. นี่เป็นอันหนึ่งซึ่งพอจะแสดงให้เห็นได้ว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสลงไปในดินนั้นไม่จำเป็นต้องใส่มาก ดังเช่นการทดลองนี้ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราสูงสุดคือ 32 กก. P_2O_5/ไร่, กลับให้น้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำกว่าอัตราปุ๋ย 2 กก. P_2O_5/ไร่, ซึ่งเมื่อแยกเลือกเอาแต่เมล็ดดีใน 100 เมล็ดมาศึกษาก็ปรากฏแนวโน้มเช่นเดียวกัน. ดังนั้นการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส เพื่อให้เป็นประโยชน์แก่พืชมากที่สุดนั้น ควรจะมีการศึกษาถึงสภาพของดินก่อนที่จะใส่ปุ๋ย. สำหรับอัตราส่วนต่อร้อยของเมล็ดดีนั้นไม่ค่อยแสดงผลตอบสนองต่ออัตราปุ๋ย, เพราะมีลักษณะการกระจายไม่เป็นรูปแบบ (pattern) ที่แน่นอนตายตัว; มีการกระจายค่าภายในแตกต่างกันมาก แสดงให้เห็นโดยประมาณว่าการเพิ่มอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสให้สูงขึ้น ไม่มีผลในการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีให้สูงขึ้นเลย.

ส่วนปริมาณน้ำมันในเมล็ดที่ได้จากการวิเคราะห์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 11 นั้น, จะเห็นได้ว่าอัตราปุ๋ย 16 กก. P_2O_5/ไร่ ให้อัตราส่วนต่อร้อยของน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ยสูงที่สุด; แต่อย่างไรก็ตาม ก็สูงกว่าอัตราน้ำมันที่อัตราปุ๋ย 2 กก. P_2O_5/ไร่ ไม่มากนัก. ฉะนั้นการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสปริมาณ 2 กก. P_2O_5/ไร่ สำหรับการปรับปรุงทานตะวันก็น่าจะเพียงพอ เพราะอาจจะประหยัดกว่าอัตราปุ๋ย 8 หรือ 16 กก. P_2O_5/ไร่; สำหรับอัตราปุ๋ย 32 กก. P_2O_5/ไร่ ให้อัตราน้ำมันต่ำสุดอย่างไม่น่าจะเป็นไปได้. ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะการวิเคราะห์ได้ทำแยกที่หลัง เนื่องจากตัวอย่างเดิมได้สูญหายไป; แต่อย่างไรก็ตาม, อัตราน้ำมันเฉลี่ยในเมล็ดยังอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ.

สรุป

การทดลองนี้แสดงว่า: การเพิ่มอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสจาก 2-32 กก. P_2O_5/ไร่ ไม่ให้ผลผลิตเมล็ดของทานตะวันพันธุ์ Saratovskij เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเลย, ตรงกันข้ามอัตราปุ๋ยต่ำสุดกลับให้ผลผลิตเมล็ด, น้ำหนัก 100 เมล็ด, และน้ำหนักเมล็ดดีสูงที่สุด; และที่อัตราปุ๋ยฟอสฟอรัส 8 กก. P_2O_5/ไร่ ให้ผลผลิตเมล็ด, น้ำหนัก 100 เมล็ด, น้ำหนักเมล็ดดีใน 100 เมล็ดต่ำที่สุด. อย่างไรก็ตาม, มีข้อน่าสังเกตว่าลักษณะของแนวโน้มของการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ย ที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับผลผลิต/เมล็ด กลับเป็นไปตรงกันข้ามกับกฎแห่งการถดถอย (Law of diminishing return), อาจจะมีสาเหตุจากความไม่สม่ำเสมอของทานตะวันในแปลงทดลองประการหนึ่ง; อีกประการหนึ่งอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นนั้นอาจจะมาตรึงอยู่ในรูปของสารประกอบที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ยาก หรือ แทบไม่ได้เลย, จึงทำให้เป็นประโยชน์ต่อทานตะวันน้อยมาก. อย่างไรก็ตาม, การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสลงไปในดินเพียง 2-5 กก. P_2O_5/ไร่ ก็น่าจะเพียงพอสำหรับ

พืช, และทั้งให้อัตราส่วนต่อร้อยของน้ำมันในเมล็ดอยู่ในเกณฑ์เกือบเท่ากับปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราสูงอีกด้วย.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบคุณ คุณอำนวย กลิภาร์, หัวหน้าสถานีกสิกรรมโนนสูง และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน, ที่ได้กรุณาช่วยเหลือในเรื่องเครื่องมือทุ่นแรงที่ใช้ในการเตรียมแปลงทดลองและอุปกรณ์ที่ให้ความสะดวกต่าง ๆ จนการทดลองได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี; และคุณประพันธ์ บุญกลิ่นขจร, ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยพืช, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, ที่ได้ช่วยให้คำแนะนำวางแผนการทดลอง, ช่วยแก้ไขตรวจทานต้นฉบับให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น.

เอกสารอ้างอิง

ASHER, C.L. (1971).—Plant nutrition. Handbook of short course lecture at Kasetsart University (unpublished).

BELKIN, N.I. and KARASTAN, D.I. (1968).—Effect of fertilizers on the yield and quality of sunflower seed on the southern Moldavia soil. Fld.Crop Abstr. 21(4): 2776.

BLACK, C.A. (1968).—"Soil-Plant Relationships." 2nd Ed. (John Wiley & Sons Inc.: New York.)

BREVIS, J. and SELLSCHOP, J.P.F. (1968).—Fertilizing sunflowers. Trop.Abstr. 24(6): S 1295.

CERNEA, S. and TARAV, V. (1971).—Contribution to the study of variability in some morphological and quality characteristics of sunflower under the influence of fertilizers. Fld.Crop Abstr. 24(2): 2536.

KORDUNYANU, P.V. and BELKIN, N.I. (1971).—Effect of mineral fertilizers on accumulation of fat and fractions of nitrogen in sunflower seed kernels. Fld.Crop Abstr. 24(1): 1161.

MEYER, B.S. and ANDERSON, D.B. (1959).—"Plant Physiology." (D. Van Nostrand Co.Ltd.: Tokyo.)

OZANNE, P.G., KIMTON, D.S. and SHAW, T.C. (1961).—The loss of phosphorus from sandy soils. Aust.J.agric.Res. 12: 409-423.

STEEL, G.D.R. and TORRIE, J.H. (1960).—"Principle and Procedure of Statistics." (McGraw-Hill Co., Inc.: New York.)