บทที่ 5
รูปแบบจำลองการใช้พื้นที่ใน กนอ. ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์

การวิจัยในบทนี้ เป็นการคัดเลือกปัจจัยที่จะสามารถอธิบายการใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ หรือเพื่อการสร้างรูปแบบจำลองของการใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ ด้วยการใช้วิธี Multiple Regression โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ซึ่งผลที่ได้ก็คือรูปแบบจำลองสมการความต้องการใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ ใน กนอ. และผลการวิเคราะห์ทางสถิติตลอดจนการตรวจสอบสมมติฐานของสมการ ซึ่งผลที่ได้จากสมการในขั้นตอนนี้ จะนำไปคำนวณความต้องการใช้พื้นที่ทางอุตสาหกรรมทั้งหมดของ กนอ. ในลำดับต่อไป

5.1 ประเภทการประกอบการอุตสาหกรรมปุ๋ย สีและเคมีภัณฑ์ (อุตสาหกรรมประเภทที่ 7)

การแบ่งประเภทหรือการจัดกลุ่มอุตสาหกรรมของ กนอ. ได้อ้างอิงการประกอบการอุตสาหกรรมตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 โดยอุตสาหกรรมลำดับที่ 7 หรืออุตสาหกรรมปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ ของ กนอ. ประกอบด้วยอุตสาหกรรมประเภทที่ 42, 43, 45 และ 48 ตามการจัดกลุ่มอุตสาหกรรมตาม พรบ.โรงงาน พ.ศ.2535 โดยมีรายละเอียดดังนี้

อุตสาหกรรมประเภทที่ 42 การประกอบกิจการเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ สารเคมี วัสดุเคมี ซึ่งมิใช่ปุ๋ย อย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้

- การทำเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี
- การเก็บรักษา ลำเลียง แยก คัดเลือก หรือแบ่งบรรจุเฉพาะเคมีภัณฑ์อันตราย

อุตสาหกรรมประเภทที่ 43 การประกอบกิจการเกี่ยวกับปุ๋ย หรือสารป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticides) อย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้

- การทำปุ๋ย หรือสารป้องกันศัตรูพืชหรือสัตว์
- การเก็บรักษา แบ่งบรรจุปุ๋ย หรือ สารป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์

อุตสาหกรรมประเภทที่ 45 การประกอบกิจการเกี่ยวกับสี (Paints) น้ำมันชักเงา เซลแล็ก แล็กเกอร์หรือผลิตภัณฑ์สำหรับใช้ยาหรืออุดอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างดังต่อไปนี้

-การทำสีสำหรับใช้ทา พ่น หรือเคลือบ- การทำน้ำมันชักเงา น้ำมันผสมสี หรือน้ำยาล้างสี

- การทำเซลแล็ก แล็กเกอร์หรือผลิตภัณฑ์สำหรับใช้ยาหรืออุด

อุตสาหกรรมประเภทที่ 48 การประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เคมี อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

- การทำยาขัดเครื่องเรือนหรือโลหะ ขี้ผึ้งหรือวัสดุสำหรับตกแต่งอาคาร
- การทำยาฆ่าเชื้อโรค หรือยาดับกลิ่น
- การทำผลิตภัณฑ์สำหรับกันน้ำ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นตัวทำให้เปียกน้ำ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นตัวทำให้ตีเข้าด้วยกันได้ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นตัวทำให้ซึมเข้าไป (Wetting Agents, Emulsifiers or Penetrants) ผลิตภัณฑ์สำหรับใช้ผนึกหรือกาว ผลิตภัณฑ์สำหรับใช้เป็นตัวผสม (Sizes) ผลิตภัณฑ์สำหรับใช้เป็นตัวเชื่อมหรืออุด (Cements) ที่ทำจากพืช สัตว์หรือพลาสติกที่ได้มาจากแหล่งผลิตอื่น ซึ่งมิใช่ผลิตภัณฑ์สำหรับใช้อุดรูฟัน (Dental Cements)
- การทำไม้ขีดไฟ วัตถุระเบิด หรือดอกไม้เพลิง
- การทำเทียนไข
- การทำหมึกหรือคาร์บอนดำ
- การทำผลิตภัณฑ์สำหรับใช้เป็นฉนวนหุ้มหม้อน้ำหรือกันความร้อน
- การทำผลิตภัณฑ์สำหรับใช้กับโลหะ น้ำมัน หรือน้ำ (Metal, Oil or Water Treating Compounds) ผลิตภัณฑ์สำเร็จเคมีไวแสงฟิล์มหรือกระดาษหรือผ้าที่ทาด้วยตัวไวแสง (Prepared Photo - Chemical Materials or Sensitized Film,Paper or Cloth)
- การทำถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon)

ในการจัดกลุ่มอุตสาหกรรมในลำดับที่ 7 ของ กนอ. ประกอบด้วยการประกอบการ 3 ประเภท คือ การประกอบการเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ สี และ ปุ๋ยเคมี

ดังนั้นในการหารูปแบบจำลองสมการความต้องการใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ จะเลือกอุตสาหกรรมปุ๋ยเคมี มาเป็นตัวแปรเพื่อการสร้างแบบจำลอง

5.2 ความรู้เรื่องอุตสาหกรรมปุ๋ยเคมี

5.2.1 ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยไนโตรเจนมีความสำคัญในการสร้างลำต้นและใบ อุตสาหกรรมปุ๋ยไนโตรเจนจะประกอบด้วยโรงงานพื้นฐาน 5 ชนิด คือ แอมโมเนีย ยูเรีย แอมโมเนียมไนเตรท กรดไนตริก และแอมโมเนียมซัลเฟต

แอมโมเนียเป็นปุ๋ยไนโตรเจนพื้นฐานที่สำคัญ และมีการใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนกว่าร้อยละ 95 ของปุ๋ยไนโตรเจนที่ผลิตทั่วโลก แอมโมเนียนี้สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแอมโมเนียมไนเตรทและกรดไนตริกหรือเป็นปุ๋ยโดยตรงเลยก็ได้ ซึ่งจะทำให้ได้ไนโตรเจนต่อกิโลกรัม มากกว่าปุ๋ยไนโตรเจนชนิดอื่น ๆ

ในทวีปยุโรป รูปแบบของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้มากที่สุดคือ ในรูปแอมโมเนียมไนเตรทหรือปุ๋ยผสมสำเร็จ รวมถึงไนโตรฟอสเฟตด้วย ในทวีปเอเชีย จะใช้ในรูปของยูเรียหรือในรูปปุ๋ยผสมสำเร็จ ส่วนในทวีปอเมริกาเหนือจะใช้ในรูปแอมโมเนียเหลว ซึ่งในประเทศต่างๆ ในทวีปเหล่านี้ หรือทวีปอื่น ๆ ก็อาจจะมีความต้องการใช้แตกต่างกันออกไป

- แอมโมเนีย แอมโมเนียผลิตจากการทำปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจนและไนโตรเจนในอัตราส่วน 3:1 โดยโมล

$$N_2 + 3H_2 \text{ --------> } 2NH_3$$

วัตถุดิบหลักในการผลิตแอมโมเนียได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งใช้กันมากกว่าร้อยละ 70 ของการผลิตแอมโมเนียทั่วโลก วัตถุดิบอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ได้ ได้แก่ มีเทน, LPG, แนฟทา, ก๊าซจากโรงกลั่นน้ำมัน(เป็นผลพลอยได้ที่ได้จากการกลั่นน้ำมัน ซึ่งประกอบด้วยไฮโดรเจน มีเทน และไฮโดรคาร์บอนหนัก) หรือ ใช้น้ำมันหนัก (ไฮโดรคาร์บอนเหลวที่หนักกว่าแนฟทา)

- ยูเรีย ยูเรียผลิตได้จากปฏิกิริยาระหว่างแอมโมเนียและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะทำให้ได้ในรูป แอมโมเนียมคาร์บาเมต จากนั้น ดึงน้ำออกจะทำให้ได้ยูเรีย

$$2NH_3 + CO_2 \text{ ----------> } NH_4COONH_2$$

$$NH_4COONH_2 \text{ ----------> } NH_2CONH_2 + H_2O$$

โรงผลิตยูเรียส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกับโรงงานผลิตแอมโมเนีย หรือเป็นโรงงานต่อเนื่องกัน ทั้งนี้ไม่เพียงจะได้แอมโมเนียจากโรงงานผลิตแอมโมเนียเท่านั้น ยังได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความบริสุทธิ์สูงอีกด้วย

- เกลือแอมโมเนียม กรดไนตริค และไนเตรท เกลือแอมโมเนียมเป็นปุ๋ยไนโตรเจนอีกชนิดหนึ่งนอกเหนือจากที่กล่าวมา

- แอมโมเนียมไนเตรท ได้จากปฏิกิริยาระหว่างแอมโมเนียและกรดไนตริค

- กรดไนตริค ผลิตได้จากหลายขบวนการ สำหรับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 50-100% แต่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมปุ๋ยเคมี จะใช้กรดเจือจางที่ความเข้มข้นประมาณ 55 -65% และผลิตได้จากขบวนการออกซิเดชันของแอมโมเนีย

- แอมโมเนียมซัลเฟต ผลิตได้จากแอมโมเนียบริสุทธิ์และกรดซัลฟูริค

5.2.2 ปุ๋ยฟอสเฟต ปุ๋ยฟอสเฟตช่วยเร่งกระเจริญเติบโตใบไม้ ผล และการเกิดเมล็ด วัตถุดิบหลักที่สำคัญในการผลิตปุ๋ยฟอสเฟตได้แก่ หินฟอสเฟตและกรดซัลฟูริคและเกือบทั้งหมดของปุ๋ยฟอสเฟตในทางการค้าจะทำขึ้นมาจากหินฟอสเฟต

- หินฟอสเฟต ในทางการค้านั้น อาจจะระบุเกรดของหินฟอสเฟตด้วยปริมาณฟอสเฟต ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ในช่วงร้อยละ 28 - 38 หรืออาจจะระบุในเทอมของไตรแคลเซียมฟอสเฟต หรือที่รู้จักกันในชื่อ BPL ซึ่งสามารถเทียบแปลงค่าของฟอสเฟตและ BPL ได้ดังนี้

P_2O_5 ----------> BPL x 0.4576

BPL ----------> P_2O_5 x 2.1852

คำว่า "ในทางการค้า" นั้น หมายถึงหินที่มีปริมาณหินฟอสเฟตสูงพอที่จะใช้ ได้ในหลายๆวัตถุประสงค์ เช่น ในอุตสาหกรรมปุ๋ยเคมี, ใช้ตรงในการปรับปรุงดิน หรือ ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตสารประกอบฟอสฟอรัสอื่น

- กรดฟอสฟอริค กรดฟอสฟอริคเป็นวัตถุดิบขั้นกลางที่สำคัญในการผลิตปุ๋ยฟอสเฟตต่างๆ ยกเว้นซูเปอร์ฟอสเฟต (SSP) และไนโตรฟอสเฟต กรดนี้ผลิตได้จากหินฟอสเฟตโดยกรรมวิธีสองแบบ คือ แบบเปียก และแบบความร้อน กรรมวิธีแบบความร้อน จะให้กรดที่มีความบริสุทธิ์สูงกว่า แต่ไม่สามารถแข่งขันได้เมื่อเปรียบเทียบกับแบบอื่น ส่วนกรรมวิธีแบบเปียกสามารถใช้ได้ทั้งกรดเกลือและกรดซัลฟูริค แต่การใช้กรดซัลฟูริคจะแข่งขันได้มากกว่า และใช้กันอยู่โดยทั่วไปในการผลิตกรดฟอสฟอริคที่ใช้ในอุตสาหกรรมปุ๋ยเคมีหรืออุตสาหกรรมอื่น ๆ ในบางกรณี

- ซิงเกิ้ล ซูเปอร์ฟอสเฟต (SSP) หรือเรียก ซูเปอร์ฟอสเฟตธรรมดา เป็นแหล่งฟอสฟอรัสที่เก่าแก่ที่สุดในการผลิตปุ๋ยผสม โดยที่มีปริมาณฟอสเฟต ร้อยละ 16 - 22 การผลิต SSP นี้ทำได้ในโรงงานขนาดเล็ก และไม่แพงเพราะกรรมวิธีผลิตง่ายและฟอสเฟตที่ได้อยู่ในรูปละลายน้ำได้

ปุ๋ยต่าง ๆ ที่ผลิตจากกรดฟอสฟอริค มีหลายประเภทด้วยกัน

- ทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต (TSP) TSP เป็นปุ๋ยฟอสเฟตที่สำคัญชนิดหนึ่งโดยมีฟอสเฟตอยู่ประมาณร้อยละ 44 -48 และเกือบทั้งหมดอยู่ในรูปละลายน้ำได้ TSPนี้ผลิตได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดฟอสฟอริค (ที่มีฟอสเฟต ร้อยละ 47 - 54) กับหินฟอสเฟต ข้อด้อยที่สำคัญของ TSP ได้แก่ ปริมาณธาตุอาหารจะต่ำกว่าแอมโมเนียมฟอสเฟต ความเป็นกรดทำให้เกิดปัญหาสำหรับบรรจุภัณฑ์บางชนิด และไม่เหมาะในการนำไปผสมกับยูเรียเพราะปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอาจทำให้เสียคุณสมบัติทางกายภาพ

- แอมโมเนียมฟอสเฟต เกลือแอมโมเนียมฟอสเฟต โดยเฉพาะ ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) เป็นปุ๋ยฟอสเฟตที่เป็นที่นิยมมากที่สุดทั่วโลก (ในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ย NPK) เนื่องจากมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี

องค์ประกอบของเกลือโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต (MAP) และไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) เป็นดังนี้

	MAP	DAP
	($NH_4H_2PO_4$)	((NH_4)$_2HPO_4$)
ไนโตรเจน ร้อยละ	12.17	21.19
ฟอสเฟต ร้อยละ	61.71	53.76

MAP และ DAP เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่าง กรดฟอสฟอริค และแอมโมเนีย

เกลือแอมโมเนียมฟอสเฟตเหล่านี้ สามารถผลิตได้ทั้งในรูปแบบผง หรือ เม็ด และใช้เป็นวัตถุดิบขั้นกลางในการผลิตปุ๋ย NPK

- แอมโมเนียมซัลเฟตฟอสเฟต (ASP) ASP เป็นปุ๋ยที่ได้จากการผสมระหว่างแอมโมเนียมซัลเฟตและแอมโมเนียมฟอสเฟต ปุ๋ย NPK ที่ผลิตโดยใช้ ASP ที่รู้จักกันดี คือ สูตร 16-20-0

- แอมโมเนียมฟอสเฟตไนเตรท (กับโปแตช) ปุ๋ยชนิดนี้ ผลิตจากการผสมระหว่างกรดฟอสฟอริคความเข้มข้นฟอสเฟต 40% กับกรดไนตริคความเข้มข้น 55% ในอัตราส่วนที่ต้องการซึ่งขึ้นอยู่กับว่าต้องการนำไปใช้ในการผลิตปุ๋ยสูตรใด จากนั้น ทำปฏิกิริยากับก๊าซแอมโมเนียในสภาพเป็นกลาง ปุ๋ยสูตรที่ผลิตในขบวนการผลิตนี้ มักเป็น สูตร 14-14-14 และ 17-17-17

- ยูเรียแอมโมเนียมฟอสเฟต (UAP) ปุ๋ยชนิดนี้จะมีธาตุอาหารอยู่ในปริมาณสูงโดยผลิตจากยูเรีย (ความเข้มข้นไนโตรเจน 46%) , กรดฟอสฟอริค (ความเข้มข้นฟอสเฟต 54%) , โปแตช (ความเข้มข้น 60%) ผสมกับแอมโมเนีย นอกจากนี้ ฟอสเฟตที่มีในปุ๋ยยังอยู่ในรูปละลายน้ำได้ด้วย

5.2.3 ปุ๋ยโปแตช ปุ๋ยโปแตช จำเป็นในการสร้างแป้ง น้ำตาลและเส้นใย ช่วยป้องกันโรคและลดผลกระทบจากการได้รับธาตุไนโตรเจนมากเกินไป แหล่งแร่โปแตชที่นำมาใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดคือชั้นตะกอนที่เกิดจากการระเหยของน้ำทะเล

แร่โปแตชที่สำคัญในทางการค้าที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของโปแตสเซียมคลอไรด์ ได้แก่ แร่ซิลไวต์, ไคไนต์, และคาร์นัลไลต์ ในรูปอื่นที่สำคัญ ได้แก่ ลางไบไนต์ ซึ่งอยู่ในรูปของซัลเฟต

แร่ที่สำคัญที่สุด คือ ซิลไวต์ ซึ่งมักพบในรูปของส่วนผสมกับโซเดียมคลอไรด์ และส่วนผสมนี้เรียกว่า ซิลวิไนต์ แร่อื่นๆ ที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยโปแตช ได้แก่ คาร์นัลไลต์, ลางไบไนต์,ไนเตอร์, และไคไนต์

แร่โปแตชมีอยู่มากในแถบประเทศแคนาดาและสหภาพโซเวียตเดิม ปริมาณแร่สำรองในแถบนี้มีประมาณมากกว่าครึ่งหนึ่งของปริมาณสำรองทั้งหมดในโลก และมีการนำแร่จากแหล่งนี้มาใช้ประมาณกว่าร้อยละ 80 ของที่ใช้กันอยู่ทั่วโลก แหล่งแร่โปแตชแห่งอื่น ๆ จะกระจายอยู่ในบริเวณแถบประเทศสหรัฐอเมริกา ยุโรป ตะวันออกกลาง ไทย คองโก และอเมริกาใต้

ในประเทศไทย มีการพบแร่คาร์นัลไลต์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยอยู่ลึกลงไประหว่าง 80-400 เมตร และมีการพบแร่ซิลไวต์ในบางพื้นที่ด้วย แต่เป็นปริมาณไม่มากนัก แร่คาร์นัลไลต์ที่พบในบริเวณจังหวัดชัยภูมิ เป็นแร่ที่มีคุณภาพสูงและประมาณว่ามีปริมาณสำรองถึง 570 ล้านตัน

แร่ซิลไวต์ เป็นแร่ที่มีปริมาณโปแตชอยู่สูงและ นำไปผลิตเป็นโปแตสเซียมคลอไรด์ได้ง่ายที่สุด

แร่คาร์นัลไลต์ มีมากในหลายประเทศทั่วโลก แต่มีการนำมาใช้เป็นแหล่งโปแตชไม่มากนัก เนื่องจากมีข้อด้อยประการแรก คือ คุณภาพต่ำเพราะแม้แต่แร่คาร์นัลไลต์บริสุทธิ์ ก็ยังมีโปแตชอยู่เพียงร้อยละ 17 เท่านั้น ข้อด้อยประการที่สองคือ การละลายและการทำให้เกิดผลึกต้องใช้พลังงานสูง และประการที่สามคือ ปัญหาในการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้น คือ แมกนีเซียมคลอไรด์ ถึงแม้สารตัวนี้จะสามารถนำไปไฮโดรไลซ์ซึ่งจะได้แมกนีเซียมออกไซด์ที่นำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภทได้ แต่วิธีนี้จะทำให้เกิดกรดไฮโดรคลอริคขึ้นด้วย ซึ่งจะเป็นปัญหาที่ต้องกำจัดทิ้งอีกต่อหนึ่ง

ถึงจะมีข้อจำกัดเหล่านี้ ก็ยังนำแร่คาร์นัลไลต์มาผลิตเป็นโปแตสเซียมคลอไรด์ในหลายประเทศ เช่น สเปน, อิสราเอล, เยอรมัน และมีโครงการที่จะผลิตในประเทศกำลังพัฒนา เช่น บราซิล, ไทย, คองโก, จอร์แดน, และปากีสถาน

5.2.4 ปุ๋ยผสมสำเร็จ และปุ๋ยผสม ปุ๋ยผสมสำเร็จ หรือปุ๋ยผสม คือ ปุ๋ยที่ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม) มากกว่าหนึ่งอย่าง นอกจากนี้อาจมีธาตุอาหารเสริมอื่น ๆ อีกด้วย ปุ๋ยผสมสำเร็จหรือปุ๋ยผสมนี้ แบ่งแยกโดยกระบวนการผลิตว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นด้วยหรือไม่

องค์ประกอบของปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยผสม โดยทั่วไป จะอธิบายในเทอมของไนโตรเจน (ในรูป N) , ฟอสฟอรัส (ในรูปของ P_2O_5) และโปแตสเซียม (ในรูปของ K_2O) เช่น สูตร 30:12:6 หมายถึงมีไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 30, มีฟอสเฟตร้อยละ 12 (เท่ากับฟอสฟอรัสร้อยละ 5.23) และมีโปแตชที่ละลายได้ร้อยละ 6 (เท่ากับโปแตสเซียมร้อยละ 5.23)

ส่วนประกอบที่เหลือ ได้แก่ ตัวเติมต่าง ๆ หรือสารปรุงแต่งดิน ตัวเติมบางอย่างอาจเป็นตัวเฉื่อย เช่น ทราย, หินบดหรืออื่น ๆ ซึ่งช่วยให้ไม่จับกันเป็นก้อน นอกจากนี้ยังมีโดโลไมท์และหินปูนซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่าง และจะช่วยสภาพของดิน

พืชยังต้องการสารอาหารอื่นอีกนอกเหนือจาก NPK ด้วย แต่ในปริมาณเพียงเล็กน้อย ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และซัลเฟอร์ นอกจากนี้ยังต้องการ แบเรียม ทองแดง เหล็ก มังกานีส โมลิบดีนัมและสังกะสีบ้าง สารต่าง ๆ เหล่านี้มักจะเติมตามที่ต้องการในแต่ละพื้นที่ และถ้ามีมากไปก็อาจเป็นพิษต่อพืชได้ แหล่งที่มาของสารเหล่านี้ อาจได้จากผลพลอยได้ของอุตสาหกรรมเคมีอื่น หรือจากการทำเหมืองแร่

เราอาจแบ่งชนิดของปุ๋ยได้หลายวิธี หากพิจารณาตามลักษณะแล้ว แบ่งได้ดังนี้ คือ

- ชนิดเม็ด หรือ เกล็ด เป็นแบบที่ง่ายต่อการขนส่ง ไม่จับกันเป็นก้อนเหมือนชนิดผง ไม่เป็นฝุ่น และไม่มีปัญหาการกัดกร่อน (บรรจุภัณฑ์) ที่สำคัญเม็ดที่มีขนาดเท่า ๆ กันนี้จะช่วยให้สามารถกระจายปุ๋ยได้ทั่วถึงในการใช้

- ชนิดน้ำ ชนิดนี้ทำให้ใช้ได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะในการฉีด ชนิดน้ำนี้จะต้องไม่มีของแข็งปนอยู่เพื่อไม่ให้อุดตันในหัวฉีด ในการผลิตนั้นจะใช้กรดฟอสฟอริคเข้มข้นเป็นวัตถุดิบพื้นฐาน โดยที่เมื่อทำปฏิกิริยากับแอมโมเนีย จะได้สารละลายที่เป็นกลาง คือ สูตร 10:30:4 ที่ไม่ตกผลึกที่อุณหภูมิต่ำ และถ้าทำปฏิกิริยาที่ภายใต้ความดัน จะเกิดเป็นรูปแอมโมเนียมโพลีฟอสเฟต ซึ่งจะสามารถเก็บรักษาและขนส่งได้สะดวกในรูปของแข็ง และพร้อมจะละลายได้ทันทีเมื่อต้องการใช้ ปุ๋ยอีกชนิดหนึ่งที่เป็นที่นิยมคือ แอมโมเนียน้ำ ซึ่งจะระเหยเป็นก๊าซ และใส่เข้าในดินได้โดยตรง

- ปุ๋ยสเลอรี่ เป็นการรวมกันระหว่าง การละลายและการกระจาย ประกอบด้วยไนโตรเจนร้อยละ 13 และฟอสเฟตร้อยละ 43 ผู้ใช้สามารถเติมโปแตชหรือสารอาหารอื่น ๆ ได้ตามต้องการ มีการใช้ attapulgite clay ช่วยในการทำให้ไม่จับตัวเป็นก้อนระหว่างการเก็บรักษา ดินนี้จะช่วยรักษาผลึกขนาดเล็กไว้

สำหรับปุ๋ยผสมสำเร็จนั้น อาจผสมด้วยกระบวนการดังนี้

1.การทำเม็ดของวัตถุดิบที่ผสมกันแบบแห้งวิธีนี้ ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นจะไม่ใช่ส่วนสำคัญในการผลิต

2.การทำเม็ดของวัตถุดิบที่ผสมกันแบบแห้งโดยการเติมวัตถุดิบบางตัวลงไปทำปฏิกิริยาเคมีโดยทั่วไปอาจใช้ แอมโมเนียหรือสารละลายของแอมโมเนียและกรดซัลฟูริคหรือกรดฟอสฟอริค

3.การทำเม็ดแบบที่วัตถุดิบผสมกันในรูปสเลอรี่ เกิดจากการผสมของกรดซัลฟูริค กรดไนตริค หรือกรดฟอสฟอริค กับแอมโมเนีย หินฟอสเฟต หรือวัตถุดิบต่าง ๆ เหล่านี้รวมกัน

4.การทำเม็ดจากส่วนผสมที่อยู่ในรูปของเหลวที่ร้อนหรือหลอมละลาย โดยทั่วไปจะมีน้ำผสมอยู่ร้อยละ 2 ส่วนผสมนี้จะแข็งตัวได้ โดยการทำให้เย็น

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำปุ๋ยผสมสำเร็จนั้น รวมถึงสารละลายกรดอนินทรีย์ ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารสองตัว และปุ๋ยเดี่ยวทุกชนิดด้วย วัตถุดิบพื้นฐานนั้น ได้แก่ กรดซัลฟูริค, กรดฟอสฟอริค สารละลายไนโตรเจน, DAP, แอมโมเนีย, ยูเรีย, แอมโมเนียมซัลเฟต, นอร์มัลซูเปอร์ฟอสเฟต, TSP , โปแตช, ทราย และ สารอาหารรองอื่น ๆ การเลือกใช้วัตถุดิบเหล่านี้ ขึ้นกับสูตรปุ๋ยผสมที่ต้องการ และต้นทุนราคาของวัตถุดิบแต่ละชนิดด้วย

การผลิตปุ๋ยผสมนั้น ใช้กระบวนการผลิตอย่างง่าย โดยใช้วัตถุดิบเป็นเม็ดปุ๋ยเดี่ยว หรือปุ๋ยผสมสำเร็จบางชนิด ซึ่งมีอยู่หลายประเภทที่ใช้กันมากทั่วไป คือ แอมโมเนียมไนเตรท, ยูเรีย, TSP, DAP และโปแตช

ในการผลิตจะใช้กรรมวิธีทางกลผสมเม็ดปุ๋ยที่เป็นวัตถุดิบในแบบแห้งซึ่งมีขนาดเม็ดใกล้เคียงกัน และส่วนผสมนี้จะถูกบรรจุลงถุงส่งไปจำหน่ายได้เลย ซึ่งการผสมดังกล่าวนี้ อาจมีปฏิกิริยา(ความร้อนหรือเคมี)เกิดขึ้นบ้างแต่น้อยมาก และปฏิกิริยาที่เกิดได้นี้จะมีผลกระทบต่อคุณสมบัติของปุ๋ยผสมที่ได้ด้วย

5.3 สถานการณ์อุตสาหกรรมปุ๋ยเคมีของไทย

ในสถานการณ์ที่ตลาดสินค้าเกษตรของไทยมีการแข่งขันและกีดกันทางการค้ามากขึ้น การนำเอาเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น การใช้ปุ๋ย การใช้เมล็ดพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุน การผลิตจึงเป็นสิ่งจำเป็น

ทั้งนี้เพราะปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการผลิตที่ให้ผลผลิตรวดเร็ว แน่นอน และผลจากการใช้ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมนั้น นอกจากจะเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นและต้นทุนการผลิตลดลงแล้ว ยังทำให้ผลผลิตมีคุณภาพสูง เกษตรกรมีกำไร และรายได้สูงขึ้นด้วย

เนื่องจากประเทศไทย ยังไม่มีโรงงานผลิตปุ๋ยเคมีในประเทศ ต้องอาศัยการนำเข้ามาโดยตลอด ทั้งในรูปปุ๋ยที่นำมาใช้ในการเกษตรโดยตรง และในรูปของแม่ปุ๋ยเพื่อเป็นปุ๋ยเคมีสูตรต่าง ๆ

แหล่งผลิตปุ๋ยเคมีที่สำคัญ ได้แก่ อเมริกา แคนาดา ซึ่งเป็นแหล่งที่สำคัญของโลก รองลงมาได้แก่ ยุโรปตะวันออก แหล่งนำเข้าปุ๋ยเคมีที่สำคัญ ๆ ของไทย ได้แก่ เกาหลี ฟิลิปปินส์ สหรัฐอเมริกา เยอรมันนี ญี่ปุ่น นอร์เวย์ มาเลเซีย และอินโดนีเซีย ซึ่งปุ๋ยเคมีที่นำเข้ามานี้ส่วนใหญ่จะนำเข้ามาในลักษณะกากผง และนำเข้ามาบรรจุกระสอบภายในประเทศ หรือนำมาผสมเป็นปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ ตามความต้องการของตลาดทั้งปุ๋ยเม็ดและปุ๋ยน้ำ โดยใช้วัตถุดิบภายในประเทศ เป็น Filter ซึ่งปุ๋ยเคมีที่ผลิตหรือผสมส่วนใหญ่ ได้แก่ สูตร 16-8-8, 18-12-6, 16-20-0, 16-16-8, 18-4-5, 15-15-15, 13-13-21, 18-0-6, และ 14-4-9

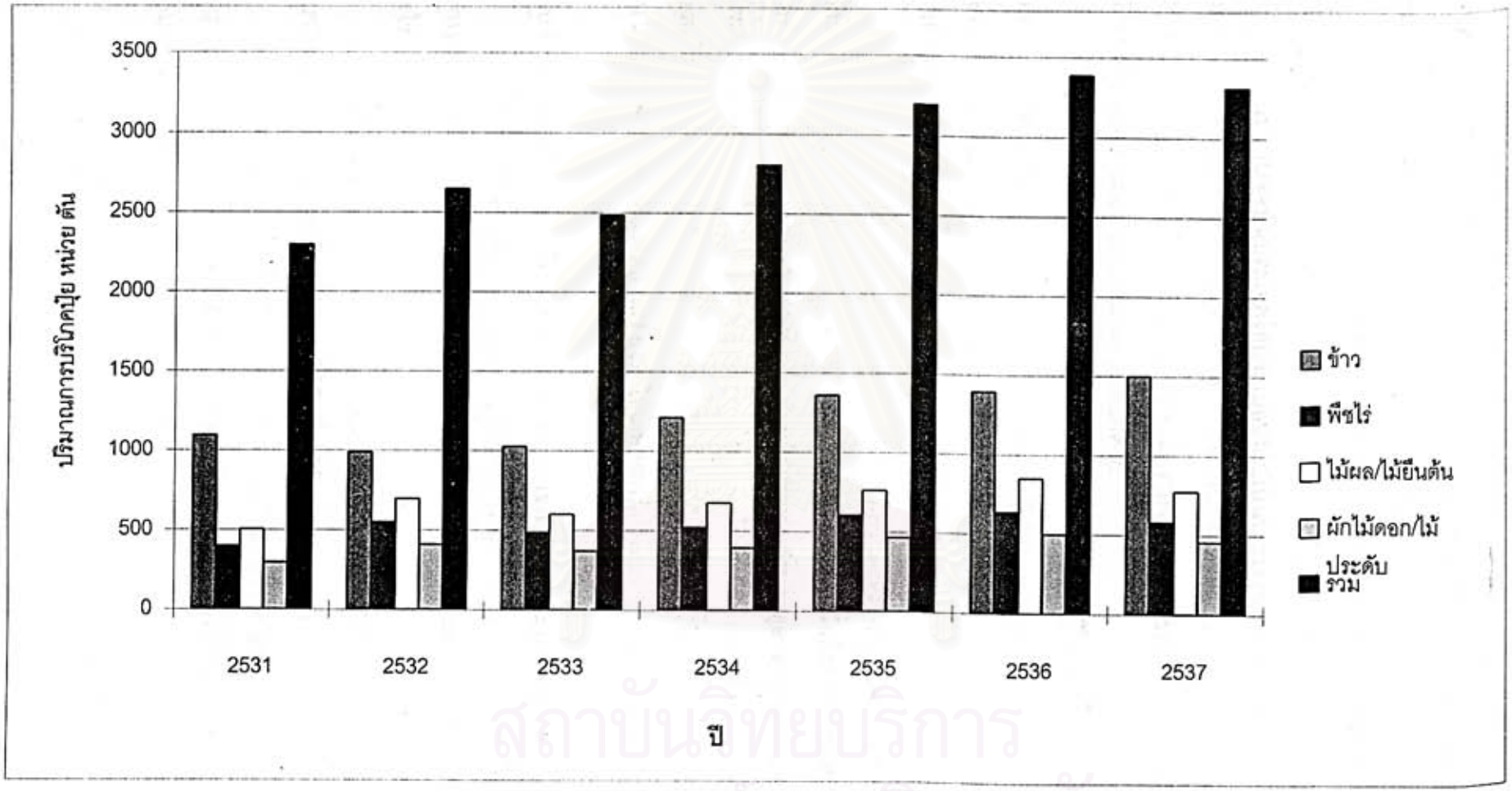
ตาราง 5-1 ตารางแสดงปริมาณการบริโภคปุ๋ยเคมีแยกตามประเภทเกษตรกรรม ปี 2532-2538

ปี	ข้าว RICE	พืชไร่ FIELD CROPS	ไม้ผล/ไม้ยืนต้น FRUIT TREES/TREECOPS	ผักไม้ดอก/ไม้ประดับ VEGETABLES/FLOWERS	รวม
2532	1096.69	399.70	504.66	296.69	2297.73
2533	991.33	551.97	696.19	409.42	2648.91
2534	1027.81	487.29	601.05	370.94	2487.08
2535	1212.17	523.14	677.02	394.46	2806.78
2536	1361.44	605.61	761.71	466.82	3195.58
2537	1395.85	639.13	850.46	502.36	3387.80
2538	1501.90	581.20	773.38	456.83	3313.31

ที่มา กรมเศรษฐกิจการเกษตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟ 5-1 ตารางแสดงปริมาณการบริโภคปุ๋ยเคมีแยกตามประเภทพืช ปี 2532-253



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในปัจจุบันมีผู้ได้รับการส่งเสริมให้ผลิตปุ๋ยผสม 2 รายใหญ่ คือ บริษัทไทยเซ็นทรัลเคมี จำกัด (มหาชน) และ บริษัทปุ๋ยเคมีแห่งชาติ ซึ่งตั้งโรงงานอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ซึ่งสูตรปุ๋ยที่ผสมนี้จะขึ้นอยู่กับความต้องการใช้ปุ๋ยของเกษตรกร

โดยที่ตารางที่ 5-1 แสดงความต้องการการใช้ปุ๋ยเคมีแยกตามชนิดพืชในช่วงปี 2532-2538 และแผนภาพ 5-1 คือกราฟแสดงปริมาณความต้องการใช้ปุ๋ยเคมีในช่วงปี 2532-2538

แม้ว่าปัจจุบันประเทศไทยจะเปลี่ยนไปเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ แต่การเกษตรยังนับว่ามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก นอกจากจะใช้เป็นอาหารเลี้ยงประชากรของประเทศที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นแล้ว ยังมีความจำเป็นต้องใช้เป็นวัตถุดิบป้อนโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศ และเพื่อส่งเป็นสินค้าออกอีกด้วย

แต่ด้วยประเทศไทยมีเนื้อที่เพื่อการเกษตรจำกัด คือ ประมาณร้อยละ 46 ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ และมีพื้นที่ป่าไม้เพียงร้อยละ28 ของพื้นที่ประเทศเท่านั้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร , 2538) และมีแนวโน้มลดลงในอนาคตอีกด้วย ดังนั้น การเพิ่มผลผลิตของไทยจะทำได้โดยการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้นเท่านั้น

พื้นที่การเกษตรที่มีอยู่ประมาณร้อยละ 53 มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ คือ มีอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าร้อยละ 15 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ , 2538) นอกจากนั้นดินของไทยยังขาดธาตุอาหารหลักของพืช คือ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ค่อนข้างรุนแรง ส่วนธาตุอาหารหลักโปแตสเซียมขาดในระดับปานกลาง ที่มีศักยภาพในการผลิตต่ำจึงเป็นผลให้การใช้ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมมีความสำคัญและใช้กันอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น ผลจากการใช้ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมนั้น นอกจากเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น และเพิ่มคุณภาพของผลผลิตแล้ว ยังทำให้เกษตรกรมีกำไรและรายได้สูงขึ้นด้วย

5.4 แบบจำลองของการใช้พื้นที่ใน กนอ.ของอุตสาหกรรมปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการสร้างรูปแบบจำลอง ความต้องการใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ โดยปัจจัยที่จะมีผลต่อแบบจำลอง คือ ปริมาณความต้องการใช้ ปุ๋ยเคมีในแต่ละปี

ซึ่งปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีในการเกษตร เป็นปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าว ทั้งข้าวนาปีและนาปรัง การปลูก พืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้น ไม้ดอก และ ไม้ประดับ

จากตารางที่ 5-1 เมื่อปริมาณความต้องการใช้ปุ๋ยในการเกษตรทุกประเภท เป็นตัวแปรอิสระ ถูกนำเข้าสมการ โดยตัวแปรตามคือ ปริมาณหรือความต้องการใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ จะได้รูปแบบจำลองดังนี้

$$X_7 = - 1791351.83 + 1104.38\ Z_1$$

โดยที่ X_7 คือ ความต้องการใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ หน่วย ตารางวา

Z_t คือ ความต้องการใช้ปุ๋ยเคมีในการเกษตร หน่วย ตัน

และ $2,297.73 \leq Z_t \leq 3,313.31$

โดยถ้าตรวจสอบทางสถิติต่าง ๆ แสดงใน ตารางที่ 5-2

5.5 การวิเคราะห์แบบจำลอง

สมการหรือรูปแบบจำลองการใช้พื้นที่ใน กนอ. ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ นั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณหรือความต้องการใช้ปุ๋ยเคมีในการเกษตรประเภทต่าง ๆ โดยการตรวจสอบทางสถิติของสมการอธิบายได้ดังนี้

Adjust R - Square โดยค่า Adjusted R - Square มีค่าเท่ากับ 0.8859 นั่นคือ อิทธิพลของตัวแปรอิสระ Z_t มีผลต่อตัวแปรตาม X_7 ถึงร้อยละ 88.59 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นั่นคือ การใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ จะขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการใช้ปุ๋ยเคมีถึงร้อยละ 88.59

F - Statistic และ Significant ค่า F - Statistic จากสมการมีค่าเท่ากับ 47.63 ในขณะที่ $F_{0.05,1,5}$ เท่ากับ 6.61 และค่า Significant F มีค่า เท่ากับ 0.001 จะเห็นได้ว่า ค่า F - Statistic ที่ได้จากสมการมีค่ามากกว่าค่า F ที่เปิดจากตาราง และค่าSignificant F ที่ได้จากสมการซึ่งเท่ากับ 0.001 มีค่าน้อยกวา α 0.05 ดังนั้นจึงสามารถปฏิเสธH_0 ($H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \ldots = \beta_i = 0$) หรือ ตัวแปรอิสระปริมาณความต้องการใช้ปุ๋ยเคมี มีผลต่อการใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมปรเภท ปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ ในกนอ. อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

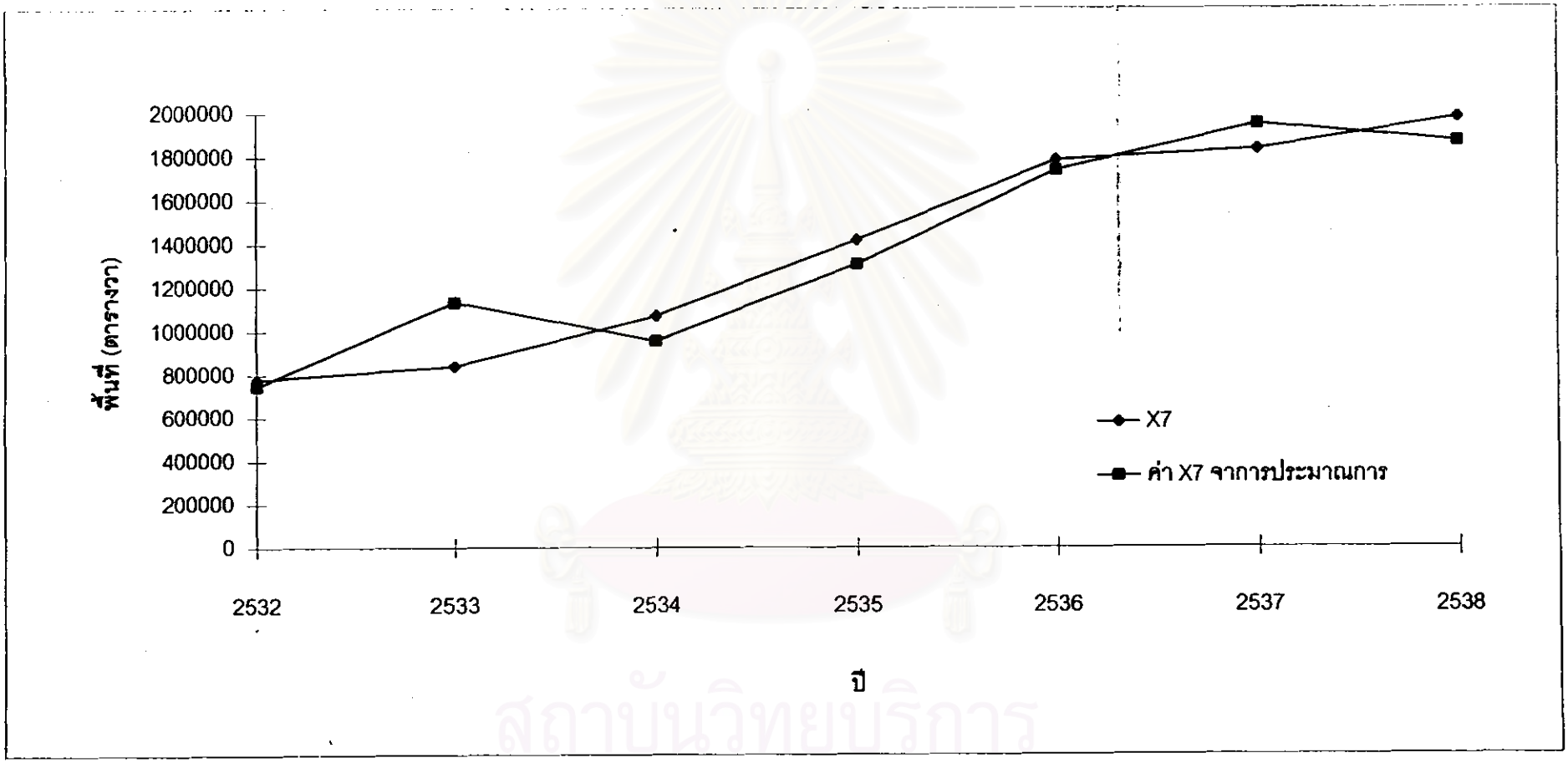
T - Statistic และ Significant T จากสมการค่า T - Statistic ของตัวแปรอิสระ Z_t มีค่าเท่ากับ 6.901 ในขณะที่ $T_{0.05,5}$ มีค่าเท่ากับ 2.015 และค่า Significant มีค่าเท่ากับ 0.001 จะเห็นได้ว่าค่า T - Statistic ที่ได้จากสมการมีค่ามากกว่าค่า T ที่เปิดจากตาราง และค่า T - Statistic จากสมการมีค่าน้อยกว่า α 0.05 ดังนั้นเราจึงสามารถปฏิเสธ H_0 (H_0 : ค่าคงที่ของสมการควรจะเป็นศูนย์) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นั่นคือต่วแปรอิสระ Z_t มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม X_7 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ ใน กนอ. มีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีทางการเกษตร อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตาราง 5-2 ตารางแสดงค่าสถิติของรูปแบบจำลองที่ 2

ค่าทดสอบทางสถิติ	ตัวแปรอิสระคือ Z_t
Multiple R	0.9513
R Square	0.9050
Adjusted R Square	0.8860
Standard Error	167628.8335
F	47.6289
Significant F	0.0010
T Z_t - -	6.9010
Significant T Z_t - -	0.0010

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟ 5-2 กราฟแสดงค่าประมาณการ X_7 กับ ค่า $\overline{X_7}$



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.6 การตรวจสอบสมมติฐานการวิเคราะห์การถดถอย (การตรวจสอบสมมติฐานรูปแบบจำลองความต้องการใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ใน กนอ.)

1.การตรวจสอบค่า E (e) = 0

จากตารางที่ 5-3 จะแสดงการใช้พื้นที่ใน กนอ. ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ ในช่วงปี 2532-2538 เปรียบเทียบกับ การใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ที่เกิดจากการใช้แบบจำลอง $X_7 = -1791351.83 + 1104.38\ Z_t$ โดยค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความแตกต่างของ X_7 และ $\overline{X_7}$ มีค่าเท่ากับ 0.01 ซึ่งมีค่าต่ำมากและใกล้เคียงศูนย์ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า E(e) ของรูปแบบจำลองปริมาณการใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ ใน กนอ. มีค่าเท่ากับศูนย์

2.การตรวจสอบว่า $V(e) = \sigma^2$ = ค่าคงที่

จากกราฟที่ 5-3 แสดงกราฟ Residual ระหว่างความคลาดเคลื่อนกับปริมาณพื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภท ปุ๋ย สีและเคมีภัณฑ์ ที่คำนวณจากสมการ ($\overline{X_7}$) ซึ่งจะเห็นว่า V(e) มีค่าเท่ากับค่าคงที่ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งจะเรียกว่า Homosecdastic

3.การตรวจสอบว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน ซึ่งทำได้ 2 วิธี คือ

วิธีที่ 1 : โดยการเขียนกราฟระหว่าง e_t และ t ซึ่งแสดงดังกราฟที่ 5-4

วิธีที่ 2 : ใช้สถิติทดสอบ Durbin - Watson จากตารางที่ 5-4 โดยค่า d ที่ได้มีค่าเท่ากับ 2.52

ซึ่งจากวิธีทั้ง 2 สามารถสรุปได้ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน

4.การตรวจสอบว่า e_t มีการแจกแจงปกติ

โดยการใช้วิธี Kolmogrov - Smirnov Test เพื่อทดสอบการกระจายของ e_t ซึ่งค่าสถิติที่ได้คือค่า 2 - Tailed P ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.954 ซึ่งมีค่ามากกว่า ค่า α 0.05 จึงทำให้ยอมรับสมมติฐาน H_0 ($H_0 : F(X) = F_0(X)$) และจากตารางที่ 5-5 แสดงค่า Residual ทุกค่าอยู่ในช่วง -2 ถึง 2 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า e_t มีการแจกแจงแบบปกติ

5.7 การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบจำลอง

1. $\sigma^2_{X7} = \sigma^2_{\overline{X7}}$ (วิธี F-Test-Two-Sample for Variances)

$H_0 : \sigma^2_{X7} = \sigma^2_{\overline{X7}}$ และ $H_1 : \sigma^2_{X7} \neq \sigma^2_{\overline{X7}}$

โดยจะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $F > F$ Critical One tail หรือ $2P(F \leq f) < \alpha$ 0.05

ซึ่งค่า F มีค่าเท่ากับ 1.1049 < F Critical One tail มีค่าเท่ากับ 4.2838

ค่า $2P(F < f)$ เท่ากับ 0.9100 > α 0.05 ดังนั้นจึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 นั่นคือ $\sigma^2_{X7} = \sigma^2_{\overline{X7}}$

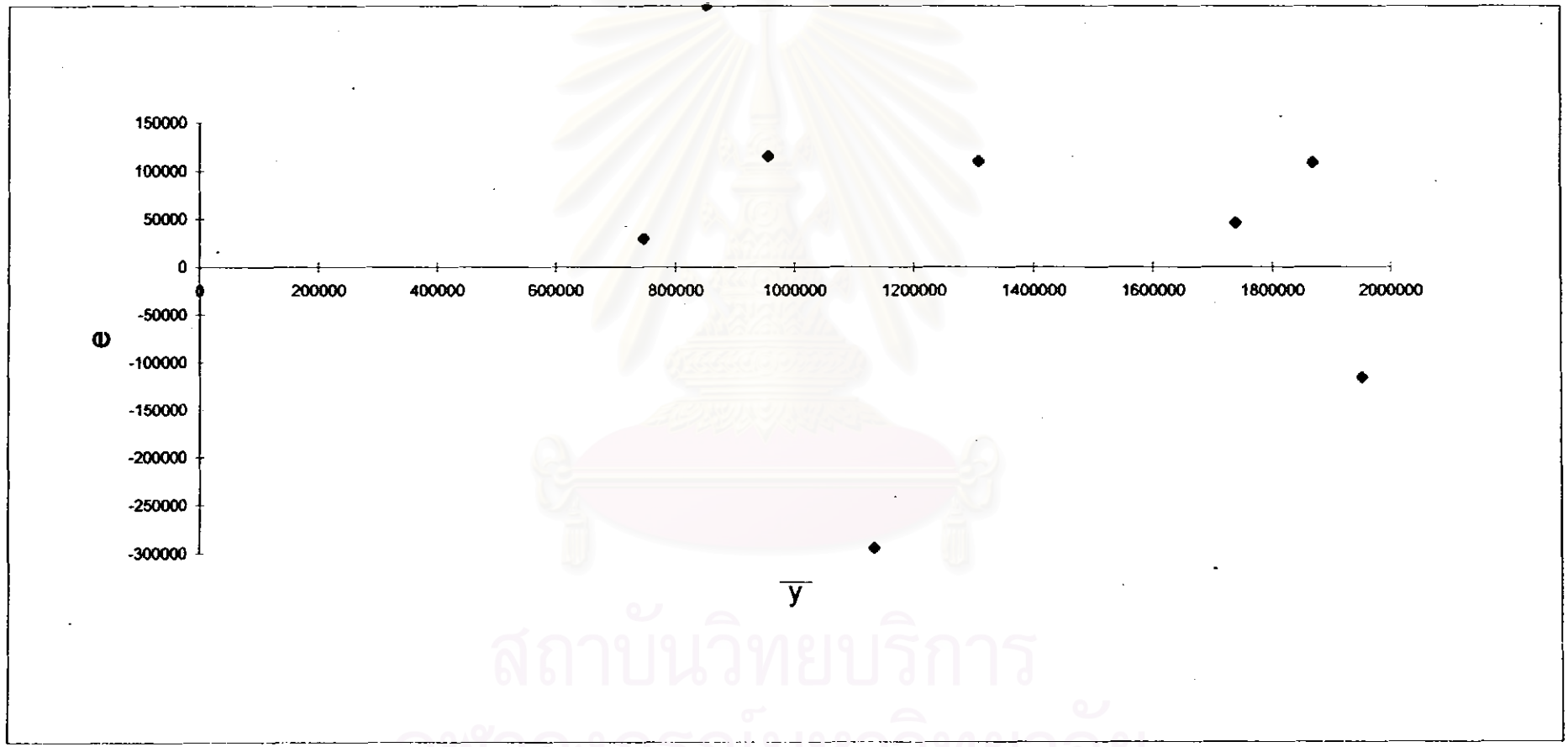
ตาราง 5-3 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนจากรูปแบบจำลองที่ 2

ปี	X_7	Zt	b_0	b_1	b_{1Zt}	$\overline{Y}$	$Y-\overline{Y}$
2532	775895.37	2297.73	-1791351.83	1104.38	2537560.16	746208.33	29687.04
2533	839682.67	2648.91	-1791351.83	1104.38	2925390.35	1134038.52	-294355.85
2534	1070901.02	2487.08	-1791351.83	1104.38	2746672.57	955320.73	115580.29
2535	1418725.61	2806.78	-1791351.83	1104.38	3099743.64	1308391.81	110333.80
2536	1783584.61	3195.58	-1791351.83	1104.38	3529116.02	1737764.19	45820.42
2537	1834020.75	3387.80	-1791351.83	1104.38	3741407.93	1950056.09	-116035.34
2538	1976759.69	3313.31	-1791351.83	1104.38	3659141.89	1867790.05	108969.64
						$E(e_i) = 0$	0.01

ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน = 0.01/7 ≐ 0.001

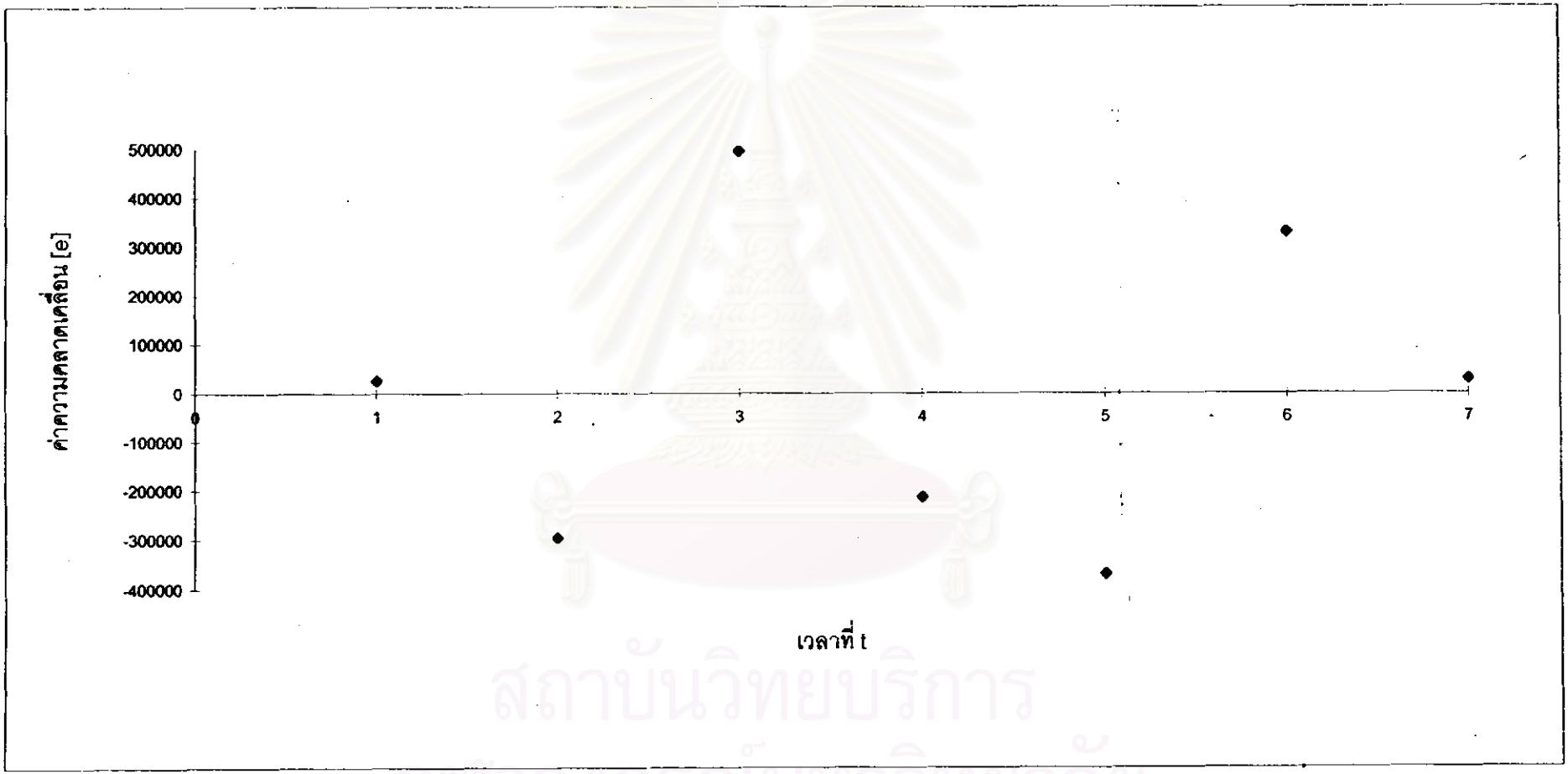
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟ 5-3 การฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อน (e) กับ ค่าจากการประมาณการ (Y) หรือ $V(e) = \sigma^2$



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟ 5-4 การพลดงความคลาดเคลื่อน (e) ที่เวลาต่างๆ (ei และ ej เป็นอิสระต่อกัน)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5-4 ตารางแสดงค่าสถติ Durbin - Watson ของรูปแบบจำลองที่ 2

ปี	e_t	e_{t-1}	$e_{(t-1)}^2$	e_t^2
2532	29687.04			881320616.22
2533	-294355.85	-324042.89	105003794724.07	86645363879.16
2534	115580.29	409936.13	168047633221.65	13358802842.96
2535	110333.80	-5246.48	27525594.41	12173548178.91
2536	45820.42	-64513.38	4161976349.77	2099511096.06
2537	-116035.34	-161855.76	26197288462.64	13464200620.68
2538	108969.64	225004.98	50627240818.69	11874381880.09
		รวม	354065459171.23	140497129114.08

$$d = \frac{S (e_t - e_{t-1})^2}{S (e_t)^2} \quad ; t = 2\text{-}n$$

Durbin - Watson [d] = 2.5201

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5-5 ตารางแสดงค่าความคลาดเคลื่อนจากรูปแบบจำลองที่ 2

ปี	X_7	$\overline{X_7}$	$X_7-\overline{X_7}$	MSE	$MSE^{1/2}$	Residual
2532	775895.37	746208.33	29687.04	28099425823	167628.8335	0.17709987
2533	839682.67	1134038.52	-294355.85	28099425823	167628.8335	-1.755997697
2534	1070901.02	955320.73	115580.29	28099425822.82	167628.83	0.6895
2535	1418725.61	1308391.81	110333.80	28099425822.82	167628.83	0.6582
2536	1783584.61	1737764.19	45820.42	28099425822.82	167628.83	0.2733
2537	1834020.75	1950056.09	-116035.34	28099425822.82	167628.83	-0.6922
2538	1976759.69	1867790.05	108969.64	28099425822.82	167628.83	0.6501
			0.01			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. $\mu_{x7} = \mu_{\bar{x7}}$ (วิธี t-test : Two-Sample Assuming Equal Variances)

$H_0 : \mu_{x7} = \mu_{\bar{x7}}$ และ $H_1 : \mu_{x7} \neq \mu_{\bar{x7}}$

โดยจะปฏิเสธ H_0 เมื่อ t Stat > T Critical two tail หรือ P ($T \leq t$) two tail < α 0.05

ซึ่งค่า t Stat มีค่าเท่ากับ 4.04×10^{-9} < T Critical two tail มีค่าเท่ากับ 2.1788

ค่า P ($T \leq t$) มีค่าเท่ากับ 1.0000 > α 0.05 ดังนั้นจึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 นั่นคือ $\mu_{x7} = \mu_{\bar{x7}}$

จากค่าสถิติต่าง ๆ และการตรวจสอบสมมติฐานการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อน จึงสรุปได้ว่า สามารถใช้แบบจำลอง

$$X_7 = - 1791351.83 + 1104.38 Z_t$$

เพื่อการพยากรณ์ความต้องการใช้พื้นที่ของ กนอ. ในอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์

โดยที่ X_7 คือ ความต้องการใช้พื้นที่ใน กนอ. ของอุตสาหกรรมประเภท ปุ๋ย สี และ เคมีภัณฑ์ หน่วยตารางวา

Z_t คือ ปริมาณความต้องการบริโภคปุ๋ยเคมีในการเกษตร หน่วยตัน

จากการทดสอบค่าสถิติต่าง ๆ สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบจำลองการใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภท ปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับปริมาณการบริโภคปุ๋ยเคมีในการเกษตร จากตารางที่ 5-6 แสดงค่า R - Square เมื่อ X_7 และ Z_t มีความสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงมีค่า R - Square มากที่สุด คือ 0.9050

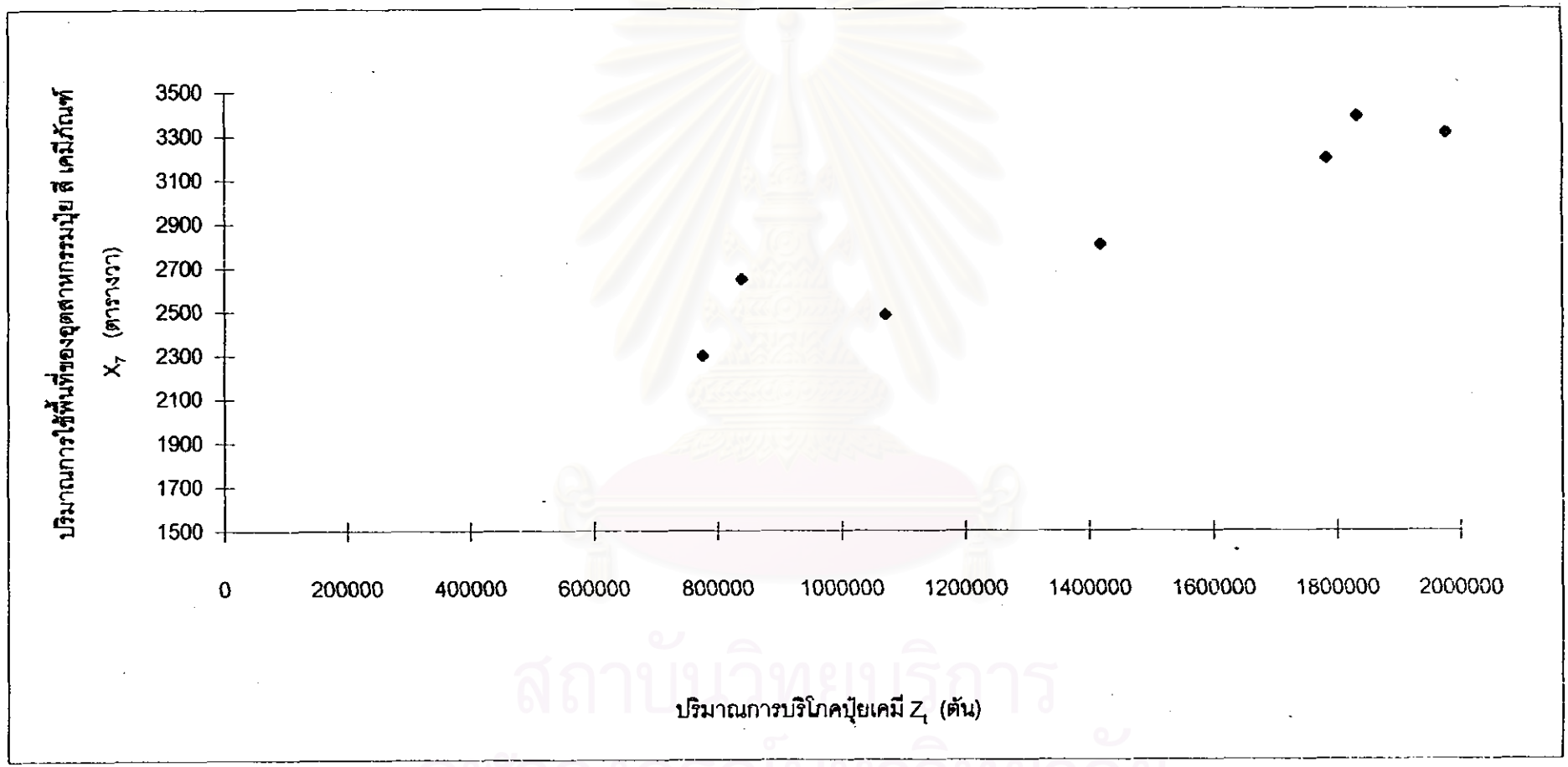
นั่นคือ ปริมาณการบริโภคปุ๋ยเคมีในการเกษตรมีอิทธิพลต่อการใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ใน กนอ. โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Adjust) เท่ากับ 0.8859 หรือ ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีมีผลต่อการใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภท ปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ใน กนอ. ถึงร้อยละ 88.60 อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยความสัมพันธ์ของการใช้พื้นที่ในอุตสาหกรรมประเภทปุ๋ย สี เคมีภัณฑ์ จะมีความสัมพันธ์ในทางเดียวกันกับปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี นั่นคือเมื่อปริมาณความต้องการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น การใช้พื้นที่ในกนอ.ของอุตสาหกรรมประเภทนี้จะมากขึ้น และเมื่อปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลดลง ความต้องการใช้พื้นที่จะลดลงเช่นกัน โดยเมื่อปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 1 ตันจะมีผลให้การใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมประเภท ปุ๋ย สี และเคมีภัณฑ์ มีค่ามากขึ้น 1104.38 ตารางวา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตาราง 5-6 ตารางแสดงค่าสถิติของรูปแบบสมการความถดถอยรูปแบบต่างๆ

แบบ	รูปแบบสมการ	R Square	F	Significant F	ผลการทดสอบสมมติฐาน
1	LINEAR	0.9050	47.63	0.001	ปฏิเสธ
2	LOGARITHM	0.9000	44.94	0.001	ปฏิเสธ
3	INVERSE	0.8890	40.14	0.001	ปฏิเสธ
4	QUADRATIC	0.9060	19.17	0.009	ปฏิเสธ
5	CUBIC	0.9060	19.27	0.009	ปฏิเสธ
6	COMPOUND	0.8740	34.79	0.002	ปฏิเสธ
7	GROWTH	0.8740	34.79	0.002	ปฏิเสธ
8	EXPONENTIAL	0.8740	34.79	0.002	ปฏิเสธ
9	LOGISTIC	0.8740	34.79	0.002	ปฏิเสธ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟ 5-5 กราฟแสดง Scatter Diagram ระหว่างตัวแปรอิสระ X_7 และตัวแปรตาม Z_1



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย