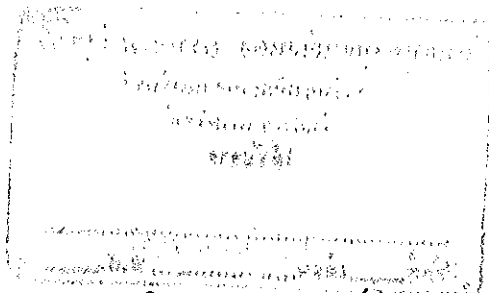




การทดสอบแบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสงในสภาพการแก่งแย่งแข่งขัน
 เพื่อปัจจัยแสงระหว่างวัชพืชใบกว้างและถั่วลิสงที่ปลูกในนาข้าวก่อนฤดูทำนา
 Validation of a Peanut Growth Model for Light Competition
 between Broadleaf Weeds and Peanut (*Arachis hypogaea* L.)
 Grown in Paddy Field before Rice Cultivation

พนัส แพชนะ

Panus Paechana



วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชศาสตร์
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science (Agriculture) Thesis in Plant Science
 Prince of Songkla University

2538

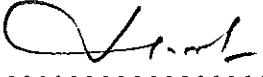
เลขที่ SB889.P3 . 436 2538
 Bib Key..... 88973

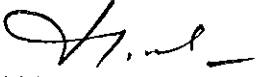
ด. 2

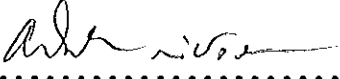
ชื่อวิทยานิพนธ์ การทดสอบแบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสงในสภาพการก่อกองแข่งขัน
เพื่อปัจจัยแสงระหว่างวัชพืชใบกว้างและถั่วลิสงที่ปลูกในนาข้าวก่อนฤดูทำนา
ผู้เขียน นายพนัส แพนนะ
สาขาวิชา พืชศาสตร์

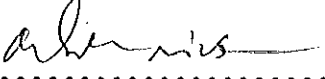
คณะกรรมการที่ปรึกษา


คณะกรรมการสอบ



.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ชิตนงค์)


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ชิตนงค์)

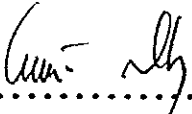

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ กำเนิดรัตน์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ กำเนิดรัตน์)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายันท์ สดดี)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ สันติประชา)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นตัวแทน
ของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์


.....
(ดร. ไพรัตน์ สงวนไพร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

| | |
|-----------------|--|
| ชื่อวิทยานิพนธ์ | การทดสอบแบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสงในสภาพการแก่งแย่งแข่งขันเพื่อปัจจัยแสงระหว่างวัชพืชใบกว้างและถั่วลิสงที่ปลูกในนาข้าวก่อนฤดูทำนา |
| ผู้เขียน | นายพนัส แพชนะ |
| สาขาวิชา | พืชศาสตร์ |
| ปีการศึกษา | 2538 |

บทคัดย่อ

วัชพืชใบกว้างจำพวกโทงเทง (*Physalis minima*) เ齡 (*Pentapetes spp.*) และเทียนนา (*Jussiaea linifolia*) เป็นวัชพืชที่สร้างปัญหาสำคัญในการปลูกถั่วลิสงในนาข้าวก่อนฤดูทำนา ทั้งน้าน้ำฝนและนาชลประทาน ซึ่งเป็นระบบการผลิตถั่วลิสงที่สำคัญในภาคใต้ เพราะวัชพืชทั้ง 3 ชนิดนี้ มีทรงพุ่มสูงกว่าถั่วลิสง ทำให้ถั่วลิสงถูกบดบังแก่งแย่งปัจจัยแสง ซึ่งการแก่งแย่งจะรุนแรงมากน้อยเพียงใดมักจะขึ้นกับดัชนีพื้นที่ใบของวัชพืช ซึ่งจะผันแปรไปตามระดับความหนาแน่นของวัชพืช ในปัจจุบันการผลิตถั่วลิสงในประเทศที่การเกษตรมีความก้าวหน้าได้มีการพัฒนาแบบจำลอง (model) ขึ้นมาใช้ในการทำนายการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ซึ่งในกรณีของถั่วลิสงได้มีการพัฒนาแบบจำลอง PNU TGRO ขึ้นมาใช้ในสหรัฐอเมริกา แต่เป็นการใช้ในสภาพที่ไม่มีวัชพืชรบกวน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ในการนำแบบจำลอง PNU TGRO มาใช้ในการทำนายการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในนาข้าวก่อนฤดูทำนา โดยมีปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสง ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพการแก่งแย่งแข่งขันของถั่วลิสงกับวัชพืชใบกว้างในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน นอกจากนี้ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อหาระดับความหนาแน่นวิกฤต (threshold level) ของวัชพืชใบกว้างในถั่วลิสงซึ่งปลูกในนาข้าวภายใต้ระบบเกษตรชลประทาน

ทำการศึกษาเพื่อทดสอบโดยปลูกถั่วลิสงพันธุ์ไททานิก 9 ที่สถานีวิจัยท่าเขียด ซึ่งเป็นสถานีวิจัยของคณะทรัพยากรธรรมชาติ ฝั่งอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง เป็นพื้นที่ในระบบเกษตรชลประทาน ในระหว่างวันที่ 7 เมษายน ถึง 17 กรกฎาคม 2538 ก่อนปลูกทำการไถพรวนพื้นที่และยกร่องสูงประมาณ 30 เซนติเมตร กว้าง 2.5 เมตร ในแต่ละแปลงย่อย ปลูกถั่วลิสง 4 แถว ยาวแถวละ 5 เมตร ระยะปลูก 50x20 เซนติเมตร ความหนาแน่นของวัชพืชกำหนดที่

0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อ 20 วัน หลังถั่วลิสงงอก วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทำ 4 ซ้ำ วัดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงหรือใต้ทรงพุ่มวัชพืชทุก ๆ 6 วัน ในช่วง 36-102 วัน หลังถั่วลิสงงอก ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ตลอดฤดูปลูกใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศเกษตรฯ หลง บันทึกการเจริญเติบโตของวัชพืช และการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วลิสง นำลักษณะการเจริญเติบโตของถั่วลิสงพันธุ์ไททานิก 9 ในสภาพที่ไม่มีวัชพืชรวมกันไปเปรียบเทียบกับลักษณะประจำพันธุ์ของพันธุ์ Starr, Florunner และพันธุ์ Florigiant ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ใช้ในการพัฒนาและทดสอบแบบจำลอง Pnutgro ในสหรัฐอเมริกา เพื่อหาความสอดคล้องและเพื่อกำหนดลักษณะประจำพันธุ์บางประการของพันธุ์ไททานิก 9 ซึ่งไม่อาจรวบรวมได้จากแปลงทดลอง แต่มีความจำเป็นจะต้องนำเข้าไปในชุดคำสั่งของแบบจำลอง Pnutgro การเปรียบเทียบทุก ๆ ลักษณะ หากมีความแตกต่างไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ถือว่ามีความสอดคล้องกัน

จากการทดลองและทดสอบพบว่าถั่วลิสงพันธุ์ไททานิก 9 ภายใต้สภาพที่ไม่มีวัชพืช มีการเจริญเติบโตที่สอดคล้องกับพันธุ์มาตรฐานทั้ง 3 พันธุ์ และสามารถนำลักษณะประจำพันธุ์ของทั้ง 3 พันธุ์ มาปรับค่าเป็นลักษณะประจำพันธุ์ของไททานิก 9 เพื่อนำเข้าไปในชุดคำสั่งของแบบจำลอง Pnutgro ได้ และเมื่อนำข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตที่มีสัมพันธ์กับผลผลิตของถั่วลิสง ซึ่งเป็นข้อมูลที่วัดได้จริงทั้ง ในสภาพที่มีและไม่มีวัชพืชมาเปรียบเทียบกับผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่ทำนายได้จากการใช้แบบจำลอง Pnutgro โดยมีตัวแปรคือปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสง ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามระดับความหนาแน่นของวัชพืช ก็พบว่าค่าจริงและค่าทำนายของผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตในทุก ๆ ระดับความหนาแน่นของวัชพืช มีความสอดคล้องกัน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าแบบจำลองนี้สามารถนำมาใช้ในการทำนายผลผลิตถั่วลิสงภายใต้สภาพการแก่งแย่งแข่งขันกับวัชพืชในกว้าง ในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กันได้ โดยใช้ค่าปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพการแก่งแย่งแข่งขันกับวัชพืช ซึ่งแผ่ปกคลุมเหนือทรงพุ่มถั่วลิสงเป็นตัวแปร

วัชพืชในกว้างที่พบในสภาพการปลูกถั่วลิสงในระบบเกษตรชลประทานประมาณ 99 เปอร์เซ็นต์ เป็นจำพวกโทงเทง มีค่าวิกฤต (threshold) ที่ระดับความหนาแน่นประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของสภาพไม่กำจัดวัชพืช โดยมีลักษณะความสัมพันธ์เชิงรีเกรสชันระหว่างผลผลิต (Y) กับความหนาแน่นของวัชพืช (X) เป็นแบบ ควอดราติก (quadratic) มีค่า $Y = 3039.251 - 65.403X + 0.465X^2$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด (r^2) = 0.843

was conducted in order to evaluate the validity of PUNTGRO model for determining yield potential of peanut under broadleaf weeds competition pressure and the threshold level of broadleaf weeds in peanut grown before rice cultivation in irrigated paddy field.

The study was conducted in irrigated area of the Faculty of Natural Resources Research Station in Phattalung province during April 7 to July 17, 1993. Tainan 9 peanut was planted 4 rows with 50x20 cm. row spacing in 5 m. long disked bed. Weed densities of 0, 25, 50, 75 and 100% were established at 20 days after germination. Randomized Complete Block design with 4 replications was employed. Solar radiation above the canopy of peanut and weeds was recorded at 6 days interval during 36 to 102 days after planting. Daily solar radiation was obtained from Phattalung Agroclimatological Station. The biological characteristics of Starr, Florunner and Florigiant peanuts, which had been used to develop PNUYGRO, were used to compare the agreeability and determine some varietal characteristics of Tainan 9 that could not be recorded from experimental plots but needed to use in the model. Agreeability was considered valid if difference was comparatively less than 10% .

The results revealed that Tainan 9 could be adjusted by employing such characteristics of these 3 standard varieties. By integrating these INPUTS with light intensities measured under weed canopy at different densities, the differences between the predicted and recorded values of peanut yield and yield components were less than 10% in every parameters. These indicated the validity of PNUYGRO model to be used for peanut yield prediction under weed competition pressure by only integrating light intensity over peanut canopy data into the model.

Goosebery comprised 99 % infestation in this irrigated paddy field peanut production system. The regression analysis of goosebery densities with peanut yield under this condition resulted in quadratic relation, with yield equation of $Y = 3039.251 - 65.403X + 0.465X^2$ at $r^2 = 0.843$. The predicted threshold level of this condition is 5% infestation compares to that of weedy situation.

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ชิตพงศ์ ประธานกรรมการ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำทุกขั้นตอนในการวิจัยและการเรียบเรียงวิทยานิพนธ์
ฉบับนี้ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมิพันธ์ กำเนิดรัตน์ กรรมการที่ปรึกษาและ
กรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี และรองศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ สันติประชา
กรรมการสอบ ซึ่งให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.อรรถชัย จินตะเวช แห่งคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่ได้อนุเคราะห์แบบจำลอง PNUFGRO และ Dr. G. G. Wilkerson แห่ง University of
Florida ที่ได้ให้คำแนะนำในการใช้แบบจำลอง PNUFGRO กับงานวิจัยด้านวัชพืช

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่โครงการสถานีวิจัยและบริการกลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ
ซึ่งให้ความช่วยเหลือและความสะดวกต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

กราบขอบพระคุณ คุณแม่ ขอบคุณ พี่และน้องทุกคน บุตรและภรรยาที่คอยช่วยเหลือให้
กำลังใจ รวมทั้งคุณ สิริพร สุขตุง และคุณ จารีย์ มุสิกะไชย ที่ช่วยในการพิมพ์ต้นฉบับ ผู้เขียนใคร่ขอ
ขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

พนัส แพชนะ

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อ | (3) |
| Abstract | (5) |
| กิตติกรรมประกาศ | (8) |
| สารบัญ | (9) |
| รายการตาราง | (11) |
| รายการภาพ | (12) |
| รายการตารางภาคผนวก | (13) |
| บทที่ | 1 |
| 1. บทนำ | 1 |
| บทนำต้นเรื่อง | 1 |
| การตรวจเอกสาร | 4 |
| 1. แบบจำลองและการใช้แบบจำลองในการศึกษาการเจริญเติบโตของพืช | 4 |
| 2. แบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสง | 9 |
| วัตถุประสงค์ | 22 |
| 2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ | 23 |
| วัสดุ อุปกรณ์ | 23 |
| วิธีการทดลอง | 23 |
| การรวบรวมและบันทึกข้อมูล | 24 |
| การวิเคราะห์ข้อมูล | 27 |
| 3. ผลการทดลอง | 30 |
| สภาพทางชีวภาพและกายภาพของข้อมูลนำเข้า | 30 |
| ความเหมาะสมของแบบจำลอง | 40 |
| | (9) |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|-----------------|------|
| 4. วิจัยรณ | 49 |
| 5. สรุปร | 53 |
| เอกสรอั้งอั้ง | 54 |
| ภาคผนวก | 61 |
| ประวัติผู้เขียน | 89 |

รายการตาราง

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|---|------|
| 1 | การเจริญเติบโตของวัชพืชที่ความหนาแน่นต่าง ๆ กันเมื่อ 36 และ 60 วันหลังจากปลูกถั่วลิสง | 31 |
| 2 | ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสง ภายใต้ความหนาแน่นของวัชพืชใบกว้างในระดับต่าง ๆ กัน | 33 |
| 3 | การเจริญเติบโตและการพัฒนาการในช่วงต่าง ๆ ของถั่วลิสงพันธุ์ไททานิก 9 เมื่อเปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ Starr, Florunner และพันธุ์ Florigiant ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง | 36 |
| 4 | ลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วลิสงพันธุ์ไททานิก 9 จากการปรับค่าเพื่อใช้คำนวณในแบบจำลอง PNU TGRO | 37 |
| 5 | ชุดคำสั่งของแบบจำลอง PNU TGRO ที่ต้องใช้ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้อมูลนำเข้า | 39 |
| 6 | ค่าจริงและค่าทำนายการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วลิสง | 41 |
| 7 | สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตถั่วลิสงกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงและกับองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสง | 42 |
| 8 | ค่าจริงและค่าทำนายของการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงภายใต้สภาพที่มีวัชพืชใบกว้างในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ | 43 |
| 9 | ผลกระทบของระดับความหนาแน่นวัชพืชใบกว้างที่มีต่อผลผลิตถั่วลิสง | 45 |

รายการภาพ

| ภาพที่ | หน้า | |
|--------|--|----|
| 1 | โครงสร้างของแบบจำลอง PNUFGRO | 11 |
| 2 | ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันหลังปลูกกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ถั่วลิสงได้รับ เมื่อมีวัชพืชใบกว้างขึ้นรอบกวนที่ระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน | 34 |
| 3 | เปรียบเทียบผลผลิตถั่วลิสงที่ได้จากการทำนายของแบบจำลองกับค่าที่วัดได้จริง ในสนามในสภาพที่มีวัชพืชใบกว้างขึ้นรอบกวนที่ระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน | 47 |
| 4 | ระดับความหนาแน่นวิกฤตของวัชพืชใบกว้าง ซึ่งผลผลิตถั่วลิสงที่ปลูกก่อนนาในระบบชลประทานลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (LSD ของผลผลิตวิกฤตที่ $P < 0.05$) | 48 |

รายการตารางภาคผนวก

| ตารางภาคผนวกที่ | หน้า |
|--|------|
| 1 ข้อมูลนำเข้าด้านภูมิอากาศในแฟ้มข้อมูล 99PTO108.W93 ที่ใช้กับแปลงถั่วลิสงที่ปราศจากวัชพืชรบกวน | 62 |
| 2 ข้อมูลนำเข้าด้านภูมิอากาศในแฟ้มข้อมูล 99PTO108.W93 ที่ใช้กับแปลงถั่วลิสงที่มีวัชพืชขึ้นรบกวน 25 เปอร์เซ็นต์ | 66 |
| 3 ข้อมูลนำเข้าด้านภูมิอากาศในแฟ้มข้อมูล 99PTO108.W93 ที่ใช้กับแปลงถั่วลิสงที่มีวัชพืชขึ้นรบกวน 50 เปอร์เซ็นต์ | 70 |
| 4 ข้อมูลนำเข้าด้านภูมิอากาศในแฟ้มข้อมูล 99PTO108.W93 ที่ใช้กับแปลงถั่วลิสงที่มีวัชพืชขึ้นรบกวน 75 เปอร์เซ็นต์ | 74 |
| 5 ข้อมูลนำเข้าด้านภูมิอากาศในแฟ้มข้อมูล 99PTO108.W93 ที่ใช้กับแปลงถั่วลิสงที่มีวัชพืชขึ้นรบกวน 100 เปอร์เซ็นต์ | 78 |
| 6 ผลการวิเคราะห์ว่าเรียนของการเจริญเติบโตของวัชพืชใบกว้างที่ระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน | 82 |
| 7 เปรียบเทียบปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงที่วัดจากแปลงทดลองทุก ๆ 6 วัน ระหว่าง 36 - 102 วันหลังจากปลูกกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์จากสถานีตรวจอากาศเกษตรจังหวัดพัทลุง | 83 |
| 8 ผลการวิเคราะห์ว่าเรียนของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงและดัชนีพื้นที่ใบ | 84 |
| 9 ลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วลิสงพันธุ์ Starr, Florunner, และพันธุ์ Florigiant ในแบบจำลอง PNUFGRO | 85 |
| 10 ผลการวิเคราะห์ว่าเรียนของการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงที่ระดับความหนาแน่นของวัชพืชใบกว้างต่าง ๆ กัน | 86 |
| 11 ผลการวิเคราะห์ว่าเรียนของผลผลิตของถั่วลิสงที่ระดับความหนาแน่นของวัชพืชต่าง ๆ กัน เปรียบเทียบโดยใช้ orthogonal polynomial | 87 |
| 12 เปรียบเทียบผลผลิตถั่วลิสงและความหนาแน่นวิกฤตของวัชพืช โดยใช้เกณฑ์ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ | 88 |

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) เป็นพืชตระกูลถั่วที่นิยมปลูกกันมากในภาคใต้ โดยอาจปลูกเป็นพืชหมุนเวียนในนาข้าวก่อนฤดูการทำนา หรือปลูกเป็นพืชแซมยาง วัชพืชเป็นปัญหาสำคัญของการปลูกถั่วลิสงทั้ง 2 ระบบ การใช้สารกำจัดวัชพืชในถั่วลิสงสามารถทำได้ดีในการควบคุมกำจัดวัชพืชใบแคบ แต่ถ้าจะควบคุมกำจัดวัชพืชใบกว้าง สารที่ใช้ส่วนใหญ่จะมีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของถั่วลิสง เกษตรกรส่วนใหญ่กำจัดวัชพืชใบกว้าง ในถั่วลิสง โดยใช้จอบตากหรือ มือถอน ซึ่งต้องใช้เวลาและแรงงานมาก อีกทั้งการตากหรือถอนจะกระทบกระเทือนต้นถั่วลิสงด้วย การกำจัดวัชพืชในแปลงถั่วลิสงโดยทั่ว ๆ ไป จึงสามารถทำได้เพียงบางส่วนเท่านั้น วัชพืชที่ไม่ได้ ถูกควบคุมกำจัดจะแก่งแย่งแข่งขันปัจจัยเพื่อการเจริญเติบโตกับถั่วลิสง ประเสริฐ ชิตพงศ์ (2532) ได้สรุปว่าความรุนแรงของการแก่งแย่งแข่งขันระหว่างวัชพืชกับพืชปลูกจะสัมพันธ์ โดยตรงกับการ ปรากฏตัวเชิงกาละ (time) และเทศะ (space) ของวัชพืชและพืชปลูกในบริเวณที่ทำการปลูก นั้น ๆ การปรากฏตัวของวัชพืชอันเนื่องมาจากไม่ได้ควบคุมกำจัดเลย หรือควบคุมกำจัดได้ เพียงบางส่วน เป็นการปรากฏตัวเชิงเทศะ คือมีวัชพืชขึ้นในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กันใน แปลงปลูก และจะมีผลกระทบต่อผลผลิตของพืชปลูกโดยตรง Zimdahl (1980) รายงาน ว่าเมื่อความหนาแน่นของวัชพืชเพิ่มขึ้น ผลผลิตของพืชปลูกจะลดลง และหากความหนาแน่นของวัชพืช เพิ่มขึ้นมาก ๆ ผลผลิตอาจจะลดถึงระดับวิกฤต (critical reduction) คือลดลงอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ และมีผลกระทบถึงรายได้ของเกษตรกรด้วย ระดับวิกฤตนี้เรียกว่า threshold level คือเป็นระดับความหนาแน่นของวัชพืชที่ถือว่ามากที่สุดที่จะอนุโลมหรือปล่อยให้มิเปลี่ยนแปลงได้ ระดับความหนาแน่นวิกฤตจะแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของพืชปลูก ชนิดของวัชพืช และสภาพแวดล้อม ของบริเวณที่ทำการเพาะปลูก (ประเสริฐ ชิตพงศ์, 2532)

พืชปลูกกับวัชพืชเมื่อขึ้นรวมกันจะแก่งแย่งแข่งขันกันเพื่อปัจจัยหลัก ๆ คือ แสง ความชื้น และธาตุอาหาร Aldrich (1987) กล่าวว่าในสภาพที่มีความชื้นและอาหารเหมาะสม การเจริญเติบโตของพืชปลูกและวัชพืชเปลี่ยนแปลงตามสัดส่วนของแสงที่ได้รับ การมีวัชพืชขึ้นรบกวนทำให้การได้รับแสงของพืชปลูกลดลง ส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชปลูกลดลงด้วย พืชปลูกที่ได้รับแสงเพิ่มขึ้นทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น (ประวิตร โสภโณดร, 2534)

การได้รับแสงน้อยลงของพืชปลูกเมื่อมีวัชพืชขึ้นรบกวนนั้น สาเหตุโดยตรงเกิดจากการที่วัชพืชไปบดบังแสง ส่วนสาเหตุโดยอ้อมเกิดจากการที่วัชพืชไปแก่งแย่งความชื้น ธาตุอาหาร และพื้นที่ ทำให้พืชปลูกเจริญเติบโต แผ่กิ่งก้านและใบเพื่อรับแสงได้ไม่ดีเท่าที่ควร ในพืชตระกูลถั่ว การบดบังและการแก่งแย่งเพื่อปัจจัยแสงจะเป็นไปอย่างรุนแรง หากวัชพืชที่ขึ้นรบกวนนั้นเป็นประเภทใบกว้าง ทั้งนี้เพราะวัชพืชใบกว้างสามารถเติบโตและแผ่กิ่งก้านได้มาก (Stoller and Wooley, 1985; Wiles and Wilkerson, 1991) และในกรณีของถั่วลิสง วัชพืชใบกว้างส่วนใหญ่มีทรงพุ่มสูงกว่าถั่วลิสง ทำให้สามารถบดบังแสงได้มาก ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ถั่วลิสงได้รับจึงลดน้อยลงมากกว่าปกติ เมื่อปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ถั่วลิสงได้รับลดลง การเจริญเติบโต การออกดอกและการติดฝักของถั่วลิสงลดต่ำลงด้วย นอกจากนี้ถั่วลิสงที่แข่งขันกับวัชพืชเจริญเติบโตด้านความสูงมากกว่าทางด้านข้าง ทำให้มีผลต่อปริมาณเข็มที่แทงลงในดินอยู่ระดับสูงขึ้นเนื่องจากลำต้นถั่วลิสงยึดตัว หากได้รับแสงก่อนรังไข่ขยายตัวทำให้สูญเสียความสามารถในการสร้างฝัก เกิดฝักน้อยลงและผลผลิตก็ลดลงด้วย (Zamski and Ziv, 1976; Rachie and Robert, 1974)

ในระบบการผลิตถั่วลิสงในภาคใต้ การผลิตถั่วลิสงในแต่ละสภาวะแวดล้อมมีชนิดของวัชพืชและสภาพความรุนแรงของการแก่งแย่งแข่งขันอาจแตกต่างกันไป ปารีชาติ ธัญลักษณ์กุล (2533) ได้ทดลองปลูกถั่วลิสงก่อนนาในระบบนาข้าวในเขตจังหวัดพัทลุง พบว่าวัชพืชใบกว้างจำพวกเสี้ยน (*Pentapetes* spp.) แพร่ระบาดมากที่สุดในระบบนิเวศเกษตรดังกล่าวนี้ วัชพืชชนิดนี้มีลำต้นสูงประมาณ 80-100 เซนติเมตร ทำให้มีศักยภาพในการแก่งแย่งแข่งขันเพื่อปัจจัยแสงกับถั่วลิสงมากพอสมควร กล่าวคือผลผลิตถั่วลิสงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความหนาแน่นของวัชพืชชนิดนี้ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ยังไม่มีรายงานสภาพการแก่งแย่งแข่งขันระหว่างวัชพืชกับถั่วลิสงในระบบที่นาชลประทาน ซึ่งชนิดของวัชพืชและความรุนแรงของการแก่งแย่งแข่งขันอาจแตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันนี้การแก่งแย่งแข่งขันระหว่างพืชปลูกกับวัชพืชได้มี

การนำข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยและตัวแปรที่สำคัญในการแก่งแย่งแข่งขันมาประมวลและจัดทำเป็นแบบจำลอง (model) เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการอธิบายกลไกของการแก่งแย่งแข่งขันและเป็นแนวทางในการทำนายผลผลิตของพืชปลูก ในสภาพแวดล้อมและชนิดของวัชพืชที่แตกต่างกันไป (Wiles and Wilkerson, 1991) ในกรณีของถั่วลิสง ยังไม่ได้มีการพัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายและทำนายการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วลิสง เมื่ออยู่ภายใต้การแก่งแย่งแข่งขันกับวัชพืช มีแต่เพียงแบบจำลองการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วลิสง (PNUTGRO) ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อทำนายการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วลิสง เมื่อไม่มีวัชพืชขึ้นรบกวน ซึ่งพัฒนาโดย Boote และคณะ (1987) ดังนั้นเพื่อให้การจัดการวัชพืชในถั่วลิสงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จึงได้ทำการศึกษารูปแบบของการแก่งแย่งแข่งขันเพื่อปัจจัยการเจริญเติบโตระหว่างวัชพืชใบกว้างกับถั่วลิสง โดยนำแบบจำลอง PNUTGRO มาทดสอบเพื่อหาความเหมาะสมในการใช้แบบจำลองในการทำนายผลผลิตของถั่วลิสงภายใต้สภาพการแก่งแย่งแข่งขันเพื่อปัจจัยแสงกับวัชพืชใบกว้าง โดยแบบจำลองนี้ได้นำข้อมูลสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และ แสงแดด ตลอดจนข้อมูลด้านการปลูกปฏิบัติของถั่วลิสงมาประมวลสถานการณ์ (simulation) และพัฒนาแบบจำลองเพื่อทำนายการเจริญเติบโต และการพัฒนาการของถั่วลิสงในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตตลอดจนผลผลิตที่ได้รับ เมื่อมีวัชพืชใบกว้างขึ้นรบกวน การวิจัยนี้เน้นการศึกษาเพื่อทดสอบแบบจำลองโดยใช้เกณฑ์ระดับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เป็นตัวแปร โดยคาดว่าปริมาณรังสีจะผันแปรไปตามระดับความหนาแน่นของวัชพืชใบกว้าง ที่ขึ้นรบกวนถั่วลิสงซึ่งปลูกในนาข้าวก่อนการทำนาในระบบเกษตรชลประทาน ภายใต้สภาพการจัดการซึ่งแนะนำโดยกรมส่งเสริมการเกษตร (2524) และ โดย วุฒิสักดิ์ พรหมประทาน และพนธ์ นิมพะนิตย์ (2522) การเจริญเติบโตของถั่วลิสงและวัชพืชใบกว้างและข้อมูลสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะปัจจัยแสงที่วัดได้จริงในสนาม ถูกนำไปประมวลเพื่อทดสอบแบบจำลอง และเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแบบจำลองให้สามารถนำไปใช้ประเมินการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วลิสง ซึ่งมีวัชพืชใบกว้างขึ้นรบกวนได้อย่างเหมาะสมต่อไป

การตรวจเอกสาร

1. แบบจำลองและการใช้แบบจำลองในการศึกษาการเจริญเติบโตของพืช

1.1 ความหมายของแบบจำลอง

แบบจำลอง (model) หมายถึง การจำลองระบบ หรือลอกเลียนแบบระบบหนึ่ง ๆ มีวัตถุประสงค์ที่จะให้ผู้ศึกษา หรือเกี่ยวข้องกับระบบนั้น ๆ ได้เข้าใจ และเรียนรู้ถึงภาพรวมของระบบได้ง่ายกว่าการดู หรือศึกษาถึงระบบจริง ๆ (คักดา จงแก้ววัฒนา, 2536) หรือการแสดงพฤติกรรมของระบบออกมาโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์มาอธิบายเพื่อให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ และปัจจัยต่าง ๆ ในระบบ พร้อมทั้งสามารถใช้ในการทำนายผลลัพธ์ที่ได้จากระบบนั้น ๆ (de Wit, 1982)

1.2 ประเภทของแบบจำลอง

แบบจำลองสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1.2.1 แบบจำลองทางกายภาพ (physical model) เป็นระบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นมาแทนวัตถุสิ่งของที่มองเห็นโดยทั่ว ๆ ไป ได้แก่ แบบจำลองบ้าน แบบจำลองเขื่อน แบบจำลองรถยนต์ แบบจำลองเสื้อผ้า เป็นต้น

1.2.2 แบบจำลองทางสัญลักษณ์ (symbolic model) เป็นแบบจำลองที่ถ่ายทอดแสดงถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบในรูปสมการ หรือแผนภาพ ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็น

1.2.2.1 แบบจำลองเชิงคุณภาพ (qualitative model)

แสดงถึงระบบโดยไม่มีการคำนวณค่าต่าง ๆ แต่จะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของระบบในรูปสมการแผนภาพ (flow diagram)

1.2.2.2 แบบจำลองเชิงปริมาณ (quantitative model)

เป็นแบบจำลองที่สามารถทำนายความเปลี่ยนแปลงของระบบในอนาคตได้โดยสามารถแสดงผลออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนซึ่งสามารถแบ่งย่อยได้เป็น

ก. แบบจำลองจากการสังเกต (empirical model)

เป็นแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของระบบในทางคณิตศาสตร์ โดยไม่ได้คำนึงถึงความสัมพันธ์ในด้านกายภาพหรือชีวภาพ เช่น สมการสหสัมพันธ์ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นพืชกับถั่วลันเตาที่ปลูกในสภาพที่นาต้นฤดูฝน

$$Y = a - bX + cX^2$$

เมื่อ Y คือ ผลผลิตของถั่วลิสง และ X คือ ความหนาแน่นวัชพืช จากสมการนี้จะเห็นได้ว่า ผลผลิตของถั่วลิสงจะเปลี่ยนแปลงไปตามความหนาแน่นวัชพืชที่ขึ้นรบกวน โดยผลผลิตจะลดลงเมื่อความหนาแน่นวัชพืชเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามแบบจำลองจากการสังเกตไม่ได้อธิบายว่าทำไมเมื่อมีวัชพืชขึ้นมาแก่งแย่งแข่งขันแล้วผลผลิตจึงลดลง

ข. แบบจำลองกล (mechanistic model)

เป็นแบบจำลองที่สามารถบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ในทางกายภาพและชีวภาพ แบบจำลองนี้ได้รับความสนใจมากในปัจจุบันเพราะ เป็นแบบจำลองที่แสดงถึงกลไกของระบบ และสามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (personal computer) ซึ่งแต่เดิมแบบจำลองกลนี้ใช้ได้เฉพาะเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ main frame เท่านั้น ทำให้สามารถวิเคราะห์ถึงเหตุและผลที่เกิดขึ้นในระบบได้ง่ายขึ้น การใช้แบบจำลองกลในการจำลองระบบนั้นสามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบภายในระบบพร้อมกันกับการทำนายการเปลี่ยนแปลงของระบบได้ แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช (plant growth model) ที่มีอยู่ในปัจจุบันส่วนมากเป็นแบบจำลองกล เช่น DSSAT (Decision Support for Agrotechnology Transfer) ใช้จำลองการเจริญเติบโตของ ข้าวโพด ข้าว ข้าวฟ่าง ถั่วลิสง ถั่วเหลืองและพืชไร่อื่น ๆ อีกหลายชนิด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ โครงการวิจัยนานาชาติหรือ IBSNAT (International Benchmark Site Network for Agrotechnology Transfer) แบบจำลอง CERES (Crop Environment Resource Synthesis) ใช้จำลองการเจริญเติบโตของธัญพืช สร้างโดย Jones และคณะ (1984) ส่วนแบบจำลอง SOYGRO เป็นแบบจำลองที่ใช้เฉพาะจำลองการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ได้รับการพัฒนาโดย Wilkerson และคณะ (1985) เพื่อช่วยในการตัดสินใจปลูกถั่วเหลือง โดยอาศัยข้อมูลด้านภูมิอากาศ ดิน การเกษตรกรรม และพันธุ์ถั่วเหลือง และยังมีแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชชนิดต่าง ๆ ที่ได้รับการสร้าง และพัฒนาจนสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง

1.3 การสร้างแบบจำลอง

1.3.1 ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลอง

ในการสร้างแบบจำลอง เพื่อจำลองสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ในธรรมชาตินั้น สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนและลักษณะสถานการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นตัวแปรในแบบจำลอง

Forrester (1971) และ ศักดา จงแก้ววัฒนา (2536) ได้แสดงแนวทางในการสร้างไว้ดังนี้

1.3.1.1 ทำความเข้าใจระบบที่เป็นเป้าหมาย (understanding of a system)

เรียนรู้ถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง

1.3.1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ (statement of objectives)

วัตถุประสงค์จะต้องระบุไว้อย่างชัดเจนเพราะเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของการดำเนินการขั้นตอนต่อไปของการจัดทำระบบของเรื่องนั้น ๆ

1.3.1.3 กำหนดขอบเขตของระบบ (define the system)

กำหนดตามวัตถุประสงค์โดยกำหนดองค์ประกอบที่จะนำเข้ามาสู่ระบบในการกำหนดขอบเขตหากพบว่ามีข้อมูลไม่เพียงพอ อาจเปลี่ยนแปลงขอบเขตของระบบได้ในภายหลัง

1.3.1.4 การตรวจเอกสารและวิเคราะห์ข้อมูล (review literature and analyze data)

ในการสร้าง หรือพัฒนาแบบจำลอง การตรวจเอกสารจะเป็นสิ่งสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อความแม่นยำของแบบจำลอง นอกจากนี้การตรวจเอกสาร และการวิเคราะห์ข้อมูลจะช่วยสร้างแนวความคิดในการสร้างแบบจำลองขึ้นมา

1.3.1.5 การสร้างแบบจำลอง (develop model)

ในขั้นตอนนี้ ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบจะแสดงออกมาในรูปของแผนผัง (diagram) โดยใช้ฟังก์ชันและสมการทางคณิตศาสตร์มาอธิบายถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่ใช้ในแบบจำลองนั้น

1.3.1.6 เขียนโปรแกรมและการทดสอบโปรแกรม (implement model on computer)

ถ่ายทอดแบบจำลองให้อยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปจำลองระบบจริง แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของระบบมีความสำคัญต่อการเขียนโปรแกรม

และรหัสคอมพิวเตอร์มาก ทั้งนี้โดยใช้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบจากข้อที่

1.3.1.1 - 1.3.1.5 เป็นบรรทัดฐาน

1.3.1.7 ประเมินความแม่นยำ (verify) ปรับค่า (calibration)

และทดสอบแบบจำลอง (validate model)

เป็นการประเมินความแม่นยำของตรรกศาสตร์และรหัสคอมพิวเตอร์ที่ใช้ใน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ว่าสามารถอธิบายถึงระบบได้หรือไม่ และมีการปรับค่าพารามิเตอร์ให้มีความสามารถอธิบายถึงพฤติกรรมของระบบใกล้เคียงกับความเป็นจริง ซึ่งจะมีการทดสอบแบบจำลอง เปรียบเทียบผลจากการจำลองระบบกับค่าที่วัดได้ในแปลงทดลอง เพื่อทดสอบแบบจำลองว่ามีความแม่นยำพอหรือไม่

1.3.1.8 วิเคราะห์การตอบสนองของแบบจำลอง (sensitivity

analysis)

วิเคราะห์การตอบสนองของแบบจำลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมของแบบจำลองเมื่อพารามิเตอร์เปลี่ยนไป แบบจำลองจะตอบสนองต่อค่าพารามิเตอร์อย่างไร เมื่อผลลัพธ์ที่ได้เปลี่ยนแปลงถ้าพารามิเตอร์เปลี่ยนค่า

1.3.1.9 การประยุกต์ใช้จากแบบจำลอง (apply model)

เมื่อแบบจำลองสามารถอธิบายความสัมพันธ์ภายในระบบจริงได้ แล้วแบบจำลองนี้ควรจะสามารถใช้ได้ในงานวิจัยอื่น ๆ ที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบจำลองและใช้ผลการตอบสนองของการใช้แบบจำลองเป็นแนวทางในการปรับปรุงแบบจำลองต่อไป

ปัจจุบันนี้ได้มีการศึกษาการใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช (plant growth model) ในงานวิจัยทางด้านเกษตรกันอย่างแพร่หลาย (Jongkaewattna et al., 1992) ไม่ว่าจะเป็นการประเมินศักยภาพของผลผลิตพืช การประเมินกลยุทธ์ในการจัดการ (strategies evaluation) เพื่อลดความเสี่ยง และการวิเคราะห์ระบบการปลูกพืชในระยะยาวในแง่ของการให้ผลผลิต หรือการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดิน เป็นต้น แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยทั่วไปแล้วจัดเป็นแบบจำลองกลซึ่งถูกสร้างขึ้นจากสมการทางคณิตศาสตร์ของความสัมพันธ์ระหว่างระบบต่าง ๆ ในต้นพืชและปัจจัยสิ่งแวดล้อมในการเจริญเติบโต ซึ่งต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ในการทำงาน เนื่องจากมีความซับซ้อนของการคำนวณมาก แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชเป็นแบบจำลองที่ประกอบด้วยข้อมูลด้านภูมิอากาศ ดิน ลักษณะประจำพันธุ์ และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ตลอดจนกระบวนการสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช แบบจำลอง

สามารถแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งดังกล่าว โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์อธิบาย (de Wit, 1982) ข้อมูลภูมิอากาศประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดรายวัน รังสีดวงอาทิตย์ และปริมาณน้ำฝน ข้อมูลดินจะเน้นที่ปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช ส่วนข้อมูลด้านลักษณะประจำพันธุ์นั้น ต้องการข้อมูลเกี่ยวกับความแตกต่างในแต่ละพันธุ์ โดยลักษณะประจำพันธุ์มีความสัมพันธ์กับปัจจัยสภาพแวดล้อม ในด้านการตอบสนองต่อปัจจัยในการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโต และการสร้างน้ำหนักแห้งลักษณะของตัวแปรในแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชผันแปรไปตามเวลา เช่น จำนวนฝัก ความสูง จำนวนข้อ ความหนาแน่นของราก ชีวมวล และดัชนีพื้นที่ใบ เป็นต้น

1.3.2 ลักษณะของสถานการณ์ในแบบจำลองการผลิตพืช

Penning de Vries (1982) และ Penning de Vries และ van Keulen (1986) ได้จำแนกสถานการณ์ ซึ่งเป็นตัวแปรในแบบจำลองการผลิตพืชออกเป็น 4 ลักษณะตามปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาการของพืช โดยเริ่มที่ระดับปัจจัยการผลิตที่สำคัญไปสู่ระดับอื่น ๆ ที่ย่อยลงไป ได้ดังนี้

1.3.2.1 สถานการณ์ลักษณะที่ 1

เป็นแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชในสภาพที่มีธาตุอาหารพอเพียงและมีความชื้นในดินเหมาะสมตลอดฤดูปลูก ดังนั้นอัตราการเจริญเติบโตของพืชจึงขึ้นกับสภาพภูมิอากาศอื่น ๆ เช่น รังสีดวงอาทิตย์ และอุณหภูมิ ซึ่งเป็นตัวกำหนดที่สำคัญต่อน้ำหนักแห้งของพืช องค์ประกอบหลักของผลผลิตในขั้นนี้คือ น้ำหนักแห้งของใบ และต้น เนื้อเยื่อที่ใช้ในช่วงการขยายพันธุ์ พื้นที่ใบ และกระบวนการที่สำคัญได้แก่ การสังเคราะห์แสง การหายใจ และการเคลื่อนย้ายอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช

1.3.2.2 สถานการณ์ลักษณะที่ 2

การเจริญเติบโตของพืชถูกจำกัดโดยการขาดแคลนน้ำในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ต่อมาเมื่อมีน้ำพอเพียง และเป็นประโยชน์ต่อพืช อัตราการเจริญเติบโตจะเพิ่มขึ้น และถูกกำหนดโดยสภาพภูมิอากาศ ตัวอย่างการผลิตระดับนี้ เช่น การปลูกพืชในสภาพที่มีการให้ปุ๋ยแก่พืช แต่ไม่มีน้ำชลประทาน องค์ประกอบของผลผลิตระดับนี้คือ สมดุลของน้ำในต้นพืช และในดิน กระบวนการที่สำคัญในพืชคือ การคายน้ำของพืชที่ควบคุมไปกับการสังเคราะห์แสง สำหรับกระบวนการที่สำคัญในดินคือ การสูญเสียของน้ำในดิน เช่น การระเหยของน้ำ การไหลซึมลึกลงไป และการไหลบ่า

1.3.2.3 สถานการณ์ลักษณะที่ 3

การเจริญเติบโตของพืชถูกจำกัด โดยไนโตรเจนในช่วงเวลา

ต่าง ๆ โดยที่น้ำและภูมิอากาศเหมาะสมตลอดช่วงการเจริญเติบโต การผลิตระดับนี้เกิดขึ้นในสภาพที่ใช้ปุ๋ยน้อย ในสภาพธรรมชาติทั่วไป การขาดไนโตรเจนมีผลต่อการพัฒนาการของพืชในช่วงปลายของฤดูปลูก องค์ประกอบของระบบในการผลิตระดับนี้ผันแปรไปตามปริมาณไนโตรเจนในดิน และในพืช กระบวนการผลิตที่สำคัญขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนย้ายองค์ประกอบของไนโตรเจนในดิน ในรูปของความเป็นประโยชน์ต่อพืช การชะล้าง และการสูญเสียไนโตรเจน การดูดซับไนโตรเจนโดยราก การตอบสนองของการเจริญเติบโตต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจน และการกระจายของไนโตรเจนภายในพืชจากเนื้อเยื่อเก่าไปสู่ส่วนที่กำลังเจริญเติบโต

1.3.2.4 สถานการณ์ลักษณะที่ 4

การเจริญเติบโตของพืชถูกจำกัด โดยความเป็นประโยชน์ของธาตุ

ฟอสฟอรัส หรือธาตุอาหารอื่น ๆ เช่น โบแทสเซียม ที่เวลาช่วงหนึ่ง ๆ และโดยที่ไนโตรเจน น้ำ และอุณหภูมิเหมาะสมตลอดช่วงการเจริญเติบโต องค์ประกอบที่สำคัญของระดับนี้ของระบบ อยู่ที่ปริมาณฟอสฟอรัส หรือธาตุอาหารที่อยู่ในดินและในพืช และกระบวนการที่สำคัญที่สุดคือ การเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสในรูปอินทรีย์ และรูปอนินทรีย์ ความเป็นประโยชน์จะแตกต่างกัน การดูดซับแร่ธาตุโดยรากพืช และการตอบสนองต่อการเจริญเติบโตของพืช ในรูปของความเป็นประโยชน์ที่สมบูรณ์สำหรับพืชนั้น ขึ้นอยู่กับความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนด้วย

2. แบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสง (PNUTGRO)

Boote และคณะ (1987) ได้เสนอแบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสงที่มีชื่อว่า PNUTGRO เป็นแบบจำลองที่พัฒนาในช่วงปี ค.ศ. 1985-86 โดยการปรับรหัสและเปลี่ยนพารามิเตอร์การนำเข้าจากแบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง SOYGRO ในเวอร์ชัน 5.3 ที่พัฒนาโดย Wilkerson และคณะ (1983) แบบจำลอง PNUTGRO เป็น 1 ใน 3 ของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในกลุ่มของการจำลองการปลูกถั่วเหลือง ถั่วลิสงและถั่วฝักยาว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยนานาชาติที่มีชื่อว่า International Benchmark Site Network for Agrotechnology Transfer (IBSNAT)

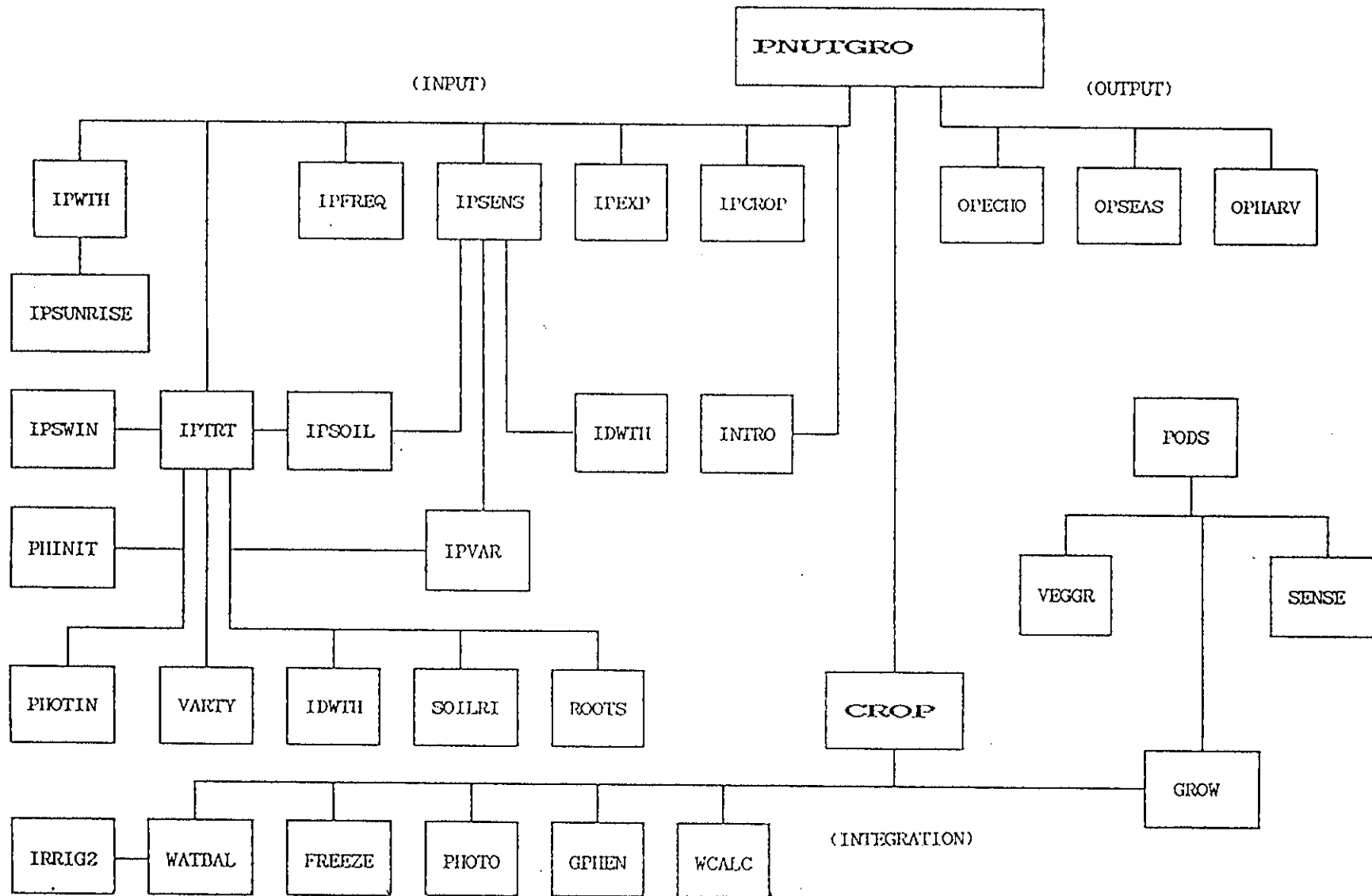
2.1 โครงสร้างและการทำงานของแบบจำลอง

PNUTGRO เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น โดยการประมวลสถานการณ์และองค์ประกอบในการเจริญเติบโตของถั่วลิสง (ภาพที่ 1) ซึ่งเป็นผลมาจากการสังเคราะห์แสงและการหายใจของถั่วลิสงทำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมา แต่จะสร้างได้มากหรือน้อย และชักนำให้พืชเจริญเติบโตด้านลำต้นและใบหรือด้านดอกผลนั้น ขึ้นอยู่กับสภาพความสมดุลของคาร์บอนและไนโตรเจนในพืช การเจริญเติบโตอันเป็นผลมาจากการสังเคราะห์แสง การหายใจ และการสร้างเนื้อเยื่อ สามารถวัดได้จากการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้ง ดัชนีพื้นที่ใบ การพัฒนาการอื่น ๆ และการให้ผลผลิต ซึ่งตัววัดเหล่านี้จะเพิ่มขึ้นมากน้อยขึ้นอยู่กับสภาพของปัจจัยด้านภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน รังสีดวงอาทิตย์ ความยาวของวันและอุณหภูมิ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะถูกประเมินทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ แล้วนำมาประมวลเป็นสถานการณ์เพื่อสร้างเป็นแบบจำลอง นอกจากนี้ปัจจัยด้านกายภาพเช่น ดิน และด้านชีวภาพเช่น ลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วลิสง เป็นข้อมูลมาประมวลด้วย โดยปัจจัยทางด้านดินใช้สถานการณ์ของธาตุอาหารในดิน และความสามารถของดินในการเก็บกักน้ำสำหรับพืช การไหลบ่าของน้ำในดิน การซึมของน้ำ การเคลื่อนที่ของน้ำในดิน ตลอดจนปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์กับถั่วลิสง

การนำปัจจัยด้านภูมิอากาศและด้านกายภาพมาประมวลเป็นสถานการณ์ เพื่อสร้างแบบจำลองนั้น Boote และคณะ (1987) และ Jone และคณะ (1985) ให้ความสำคัญกับกระบวนการในการเจริญเติบโตซึ่งเป็นผลมาจากการสังเคราะห์แสง การหายใจและการสร้างเนื้อเยื่อ ซึ่งสามารถวัดได้ในรูปของ น้ำหนักแห้ง ดัชนีพื้นที่ใบ การให้ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ซึ่งตัววัดเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับค่าความสมดุลของคาร์บอน ไนโตรเจน รวมทั้งตัวแปรอื่น จากลักษณะการทำงานของแบบจำลองดังกล่าวนี้ จึงสามารถแยกองค์ประกอบทางโครงสร้างของแบบจำลอง ออกได้ 3 ส่วนคือ

2.1.1 ข้อมูลนำเข้า (input)

ประกอบด้วยชุดคำสั่ง (subroutine) ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่แสดงถึงข้อมูลทั่วไปของแบบจำลอง (INTRO) ข้อมูลเกี่ยวกับภูมิอากาศ (IPWTH) ความยาววัน (IPSUNRISE) การซึมผ่านของน้ำในดิน (INPSWIN) ช่วงการพัฒนาการของถั่วลิสง (PHINIT) แสงระยะปลูกและพื้นที่ใบ (PHOTIN) วิธีการทดลอง (IPTRT)



ภาพที่ 1 โครงสร้างแบบจำลอง PNUIGRO (Doole et al., 1987)

การจัดการและการเจริญเติบโตที่ต้องการให้แสดงผลทางหน้าจอ (IPFREQ) การตอบสนองของแบบจำลอง (IPSENS) สถานที่ที่ทดลองและการทดลอง (IPEXP) พารามิเตอร์ต่าง ๆ ของพืช (IPCROP) สถานที่ตรวจอากาศและข้อมูลอากาศ (IDWTH) ชุดดินที่ใช้ในการทดลอง (IPSOIL) พันธุ์ที่ใช้ในการทดลอง (IPVAR) การเจริญเติบโตของถั่วลิสง (VARTY) ข้อมูลเกี่ยวกับดิน (SOILRI) และข้อมูลเกี่ยวกับราก (ROOTS)

2.1.2 การประสานข้อมูลและแปลงผล (integration and process)

เป็นชุดคำสั่งที่ใช้ในการคำนวณองค์ประกอบที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (CROP) ซึ่งประกอบด้วยสมดุลของน้ำในดิน (WATBAL) การคำนวณปริมาณน้ำที่ให้ (IRRIG 2) อุณหภูมิต่ำที่เป็นอันตรายต่อพืช (FREEZE) การสังเคราะห์แสงของพืช (PHOTO) การพัฒนาการของพืช (GPHEN) การคำนวณข้อมูลทางภูมิอากาศ (WCALC) องค์ประกอบในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น (VEGGR) การสร้างฝักและเมล็ด (PODS) และการคำนวณการร่วงหล่นของใบ (SENES) องค์ประกอบย่อยของแต่ละชุดคำสั่งนี้สามารถกำหนดเป็นตัวคงที่และตัวแปรได้ การนำแบบจำลองนี้มาใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาผลกระทบของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช สามารถกระทำได้โดยการกำหนดองค์ประกอบย่อยบางองค์ประกอบของชุดคำสั่งให้เป็นปัจจัยคงที่ และกำหนดปัจจัยที่ต้องการศึกษาผลกระทบให้เป็นตัวแปร เพื่อศึกษาวิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงของพืชอันเนื่องมาจากการผันแปรของปัจจัยนั้น ๆ ผ่านกระบวนการทำนายโดยแบบจำลอง (sensitivity analysis) ซึ่งในการทดลองนี้เน้นการเปลี่ยนแปลงของระดับปัจจัยแสง อันเป็นผลมาจากการมีวัชพืชใบกว้างขึ้นรบกวนในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน

ในการเชื่อมโยงขั้นตอนการเจริญเติบโต ซึ่งประกอบด้วยการพัฒนาการ การสังเคราะห์แสง การหายใจ การเคลื่อนย้ายโปรตีน การร่วงหล่นของใบ และก้าน การสร้างฝักนั้น ขั้นตอนการเจริญเติบโตต่าง ๆ ใน PNUFGRO ถูกเชื่อมโยงโดยชุดคำสั่ง GROW และ CROP ชุดคำสั่ง GROW เป็นการคำนวณศักยภาพการเจริญเติบโตของเปลือกฝักและเมล็ด (PODS) องค์ประกอบการเจริญเติบโตของลำต้น (VEGGR) และคำนวณการร่วงหล่น (SENES) ซึ่งกระบวนการทั้งหมดขึ้นอยู่กับขั้นตอนพัฒนาการของพืช การคำนวณประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายสารอาหารสำหรับฝัก (XPOD สำหรับเมล็ด และเปลือกฝัก XSEED สำหรับเมล็ด และ XSHELL สำหรับเปลือกฝัก) สำหรับการคำนวณประสิทธิภาพ

การเคลื่อนย้ายสารอาหารสำหรับการเจริญเติบโตทางลำต้น (XLF, XSTEM และ XRT สำหรับใบ ลำต้น และราก) รายละเอียดของขบวนการเหล่านี้บรรจุไว้ในชุดคำสั่ง GROW เช่นกัน

ในชุดคำสั่ง CROP เป็นการคำนวณพัฒนาการของพืช (GPHEN) สมดุลของน้ำ (WATBAL) สภาพภูมิอากาศ (WCALC) และการสังเคราะห์แสง (PHOTO) เพื่อใช้ประกอบในการคำนวณของชุดคำสั่ง GROW ดังนั้นการคำนวณการเพิ่มน้ำหนักแห้งของพืชที่อธิบายโดย Boote และคณะ (1978), Boote และคณะ (1987) และ Wilkerson และคณะ (1983) ซึ่งแสดงในสมการที่ 1-27 ดังต่อไปนี้ เป็นการอธิบายกระบวนการในการเพิ่มน้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น เมล็ด เปลือกฝัก และราก ทั้งพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นคำนวณได้จากการเพิ่มน้ำหนักแห้งของใบในช่วงพัฒนาการต่าง ๆ และพื้นที่ใบจำเพาะ รวมทั้งความเสียหายของพืชที่เกิดจากแมลงหรือโรคทำลาย ก็ถูกคำนวณในชุดคำสั่งนี้ด้วย

2.1.2.1 การเพิ่มของน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่

การเพิ่มของน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ ประเมินได้จากการสร้างเนื้อเยื่อของพืชซึ่งเป็นผลจากอัตราการสังเคราะห์แสงและการหายใจ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$dW/dt = W^+ - S_L - S_M \dots (1)$$

เมื่อ W = น้ำหนักแห้งทั้งหมดของพืช (ก./ตร.ม.)
 S_L, S_M = อัตราการร่วงหล่นของใบ, ก้านใบ (ก./ตร.ม./วัน)
 t = เวลา (วัน)

อัตราการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ของพืช (W^+) ขึ้นอยู่กับการสังเคราะห์แสง (P_G) การหายใจ (R_M) และประสิทธิภาพของการสร้างคาร์โบไฮเดรต (E)

$$W^+ = E \times (P_G - R_M) \dots (2)$$

จากสมการที่ 2 ได้มีการปรับปรุงเป็นสมการการเจริญเติบโตของพืช โดยการหาการสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนการเจริญเติบโตของใบ (W_L) ลำต้น (W_S) ราก (W_R) ได้ดังนี้

$$dW_L/dt = X_L W^+ - S_L - M_L \quad \dots (3)$$

$$dW_S/dt = X_S W^+ - S_S - M_S \quad \dots (4)$$

$$dW_R/dt = X_R W^+ - S_R - M_R \quad \dots (5)$$

เมื่อ M_L, M_S และ M_R = อัตราการเคลื่อนย้ายโปรตีนภายในใบ ลำต้น และราก (ก./ตร.ม./วัน)
 S_L, S_S และ S_R = อัตราการตายของใบ ลำต้นและราก (ก./ตร.ม./วัน)
 X_L, X_S และ X_R = ประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายสารในใบ ลำต้น และราก

ประสิทธิภาพของการเคลื่อนย้ายสารสังเคราะห์ไปยังใบ (X_L) ลำต้น (X_S) และราก (X_R) ขึ้นอยู่กับระยะการพัฒนากายทางสรีรวิทยาของพืช ในช่วงต่าง ๆ (Fehr et al., 1971) ได้แก่ ช่วงงอกจากเมล็ดและโผล่พ้นดิน, ช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น, ช่วงการสืบพันธุ์ และอัตราการเจริญเติบโตของใบ ราก ลดลง, ช่วงการขยายเปลือกหุ้มเมล็ด การสร้างฝัก และการเจริญทางลำต้นลดลง, ช่วงการสร้างเมล็ด และช่วงการร่วงหล่นของใบ การสะสมน้ำหนักแห้งของรากนั้นในถั่วเหลืองไม่มีการเคลื่อนย้ายโปรตีนไปสู่ราก (M_R) เพราะว่ารากมีเฉพาะแหล่งรับคาร์โบไฮเดรต (sink) เท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากถั่วลิสงที่มีการเคลื่อนย้ายโปรตีนไปสู่รากด้วย (สมการที่ 5)

นอกจากดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) เป็นตัวชี้สำคัญในการสร้างน้ำหนักแห้งของใบ ดัชนีพื้นที่ใบจะผันแปรโดยตรงกับความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดิน ดังสมการ

$$dL/dt = k(\theta) X_L W^+ - v(S_L + M_L) \quad \dots (6)$$

เมื่อ L = ดัชนีพื้นที่ใบ

$$k(\theta) = \text{พื้นที่จำเพาะของใบพืชที่กำลังเจริญเติบโต ซึ่งเป็นฟังก์ชันของความชื้นในดิน (ชม.}^2/\text{ก.)}$$

$$v = \text{พื้นที่จำเพาะของทรงพุ่ม (ชม.}^2/\text{ก.)}$$

ในระยะสร้างฝัก (R4) ไม่มีการเจริญเติบโตของลำต้น ใบ และราก เพราะว่าอาหารถูกจำกัด เนื่องมาจากการสร้างฝัก ซึ่งเป็นแหล่ง sink ที่มีอิทธิพลมากกว่าในใบและลำต้น ดังนั้นการเจริญทางใบและลำต้นจึงถูกจำกัด

สมการที่เป็นพื้นฐานในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง P_G และรังสีดวงอาทิตย์และดัชนีพื้นที่ใบ เป็นสมการที่พัฒนาโดย Charles-Edwards (1981) ดังนี้

$$P_G = \frac{a(\text{PAR})(1-e^{-k(L)})}{b(\text{PAR})+C} \quad \dots\dots(7)$$

เมื่อ PAR. = รังสีดวงอาทิตย์ที่พืชสังเคราะห์แสงได้ (เมกกะจูล ต่อ ตร.ม.-วัน)
 L = ดัชนีพื้นที่ใบ
 a, b, k = empirical coefficients ที่ใช้ในสมการการสังเคราะห์แสง

อุณหภูมิจะมีผลกระทบต่ออัตราการหายใจเพื่อการดำรงชีพ ดังสมการ ควอดราติก (quadratic) ซึ่งพัฒนาโดย McCree (1974)

$$R_M = R_{30} (1.056 + 0.0456T + 0.024T^2) \quad \dots\dots(8)$$

เมื่อ R_{30} = อัตราการหายใจเพื่อคงอยู่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (นน. CH_2O ต่อ เนื้อเยื่อ-วัน)
 T = อุณหภูมิ (เซลเซียส)

2.1.2.2 สมดุลคาร์บอนและการสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนอื่น ๆ

Wilkerson และคณะ (1985) และ Hesketh และคณะ (1971) กล่าวถึงแบบจำลองสมดุลคาร์บอนสำหรับการเจริญเติบโตของพืชว่า เป็นแบบจำลองการสังเคราะห์แสงที่เปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไปเป็นคาร์โบไฮเดรต (CH_2O) ซึ่ง CH_2O บางส่วนเปลี่ยนไปเป็นเนื้อเยื่อพืชที่มีโครงสร้างโมเลกุลแตกต่างกันออกไป บางส่วนใช้ในการหายใจ บางส่วนใช้ในการสังเคราะห์เนื้อเยื่อใหม่ของพืช สำหรับการเพิ่มน้ำหนักแห้งของใบ (O_L) นั้น ขึ้นอยู่กับ CH_2O ที่ถูกใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ของใบ (G_{RL}) และ CH_2O บางส่วนถูกใช้ในกระบวนการหายใจเพื่อให้ได้รับพลังงานที่ได้จากการสังเคราะห์แสงส่วนความต้องการ CH_2O ในส่วนอื่น ๆ ของพืชมีลักษณะคล้ายคลึงกัน

สมการทั้งหมดสำหรับตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงได้ต่าง ๆ สามารถเขียนได้เช่น

$$\begin{aligned} dC/dt = & P_G - R_M(W_L + W_S + W_F) - G_{RL}(LGR) - O_L(LGR) - G_{RS}(SGR) - O_S \\ & (SGR) - G_{RF}(FGR) - F(FGR) \end{aligned} \quad \dots\dots (9)$$

$$dW_L/dt = LGR \quad \dots\dots (10)$$

$$dW_S/dt = SGR \quad \dots\dots (11)$$

$$dW_F/dt = FGR \quad \dots\dots (12)$$

$$dW/dt = dW_L/dt + dW_S/dt + dW_F/dt + dC/dt \quad \dots\dots (13)$$

เมื่อ C = แหล่งสะสมคาร์โบไฮเดรต (CH_2O) ในต้นพืช (นน. CH_2O ต่อ ตร.ม.)

P_G = อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (นน. CH_2O ต่อ ตร.ม.-วัน)

R_M = อัตราการหายใจเพื่อการคงอยู่ (นน. CH_2O ต่อ เนื้อเยื่อ-วัน)

W = น้ำหนักเนื้อเยื่อพืชทั้งหมด (นน.เนื้อเยื่อ ต่อ ตร.ม.)

G_{RL} = สัมประสิทธิ์การหายใจของใบ (นน. CH_2O ต่อ นน.เนื้อเยื่อ)

G_{RS} = สัมประสิทธิ์การหายใจของลำต้นและราก (นน. CH_2O ต่อ นน.เนื้อเยื่อ)

- G_{RF} = สัมประสิทธิ์การหายใจของผล (นน. CH_2O ต่อ นน.เนื้อเยื่อ)
 LGR = อัตราการเจริญเติบโตเนื้อเยื่อใบ (นน.เนื้อเยื่อ ต่อ ตร.ม.-วัน)
 SGR = อัตราการเจริญเติบโตของลำต้นและราก (นน.เนื้อเยื่อ ต่อ ตร.ม.-วัน)
 FGR = อัตราการเจริญเติบโตเนื้อเยื่อผล (นน.เนื้อเยื่อ ต่อ ตร.ม.-วัน)
 t = เวลา (วัน)
 θ_F = condensation of fruit tissue relative to CH_2O
 (นน. CH_2O ต่อ นน.เนื้อเยื่อ)
 θ_L = condensation of leaf tissue relative to CH_2O
 (นน. CH_2O ต่อ นน.เนื้อเยื่อ)
 θ_S = condensation of (stem plus root) relative to CH_2O
 (นน. CH_2O ต่อ นน.เนื้อเยื่อ)

ถ้าสมมติให้ แหล่งสะสมของคาร์โบไฮเดรตเปลี่ยนไปเล็กน้อยในวันหนึ่ง ๆ
 และกำหนด $dc/dt = 0$ ดังนั้น

$$dW_S/dt(\theta_S + G_{RS}) + dW_L/dt(\theta_L + G_{RL}) + dW_F/dt(\theta_F + G_{RF}) = P_G - R_M(W_L + W_S + W_F) \dots (14)$$

ถ้าใช้สัญลักษณ์ $W = W_L + W_S + W_F$ และปัจจัยการเคลื่อนย้ายสารสังเคราะห์
 เช่น X_L คือ อัตราการเจริญเติบโตของใบ X_F คือ อัตราการเจริญเติบโตของผล และ
 $X_S = 1 - (X_L + X_F)$ คือ อัตราการเจริญเติบโตของต้นและราก ดังนั้นสมการที่ 14 สามารถ
 เขียนใหม่ได้ดังนี้

$$dW/dt[X_L(\theta_L + G_{RL}) + X_F(\theta_F + G_{RF}) + X_S(\theta_S + G_{RS})] = P_G - R_M(W) \dots (15)$$

ซึ่งสามารถแสดงถึง ประสิทธิภาพทั้งหมดของการเปลี่ยน CH_2O ไปเป็น
 ชีวมวลของพืช (E) ซึ่งเท่ากับน้ำหนักแห้งของเนื้อเยื่อพืชต่อน้ำหนักแห้งของ CH_2O และ
 สามารถคำนวณได้โดย

$$E = 1/[X_L(\phi_L + G_{RL}) + X_F(\phi_F + G_{RF}) + X_S(\phi_S + G_{RS})] \quad \dots\dots (16)$$

ดังนั้นแบบจำลองอย่างง่ายคือ

$$dW/dt = E(P_G - R_M \times W) \quad \dots\dots (17)$$

$$dW_L/dt = X_L(dW/dt) \quad \dots\dots (18)$$

$$dW_F/dt = X_F(dW/dt) \quad \dots\dots (19)$$

อย่างไรก็ตาม P_G , X_L , X_S และ X_F ขึ้นอยู่กับรังสีดวงอาทิตย์และอุณหภูมิ

อัตราการสร้างเปลือกหุ้มเมล็ดขึ้นอยู่กับ CH_2O ที่ได้จากการสังเคราะห์แสง และอุณหภูมิที่อุณหภูมิคงที่ อัตราการสร้างเปลือกคงที่ถ้า CH_2O มีปริมาณเพียงพอ จำนวนเปลือกที่เพิ่มขึ้นอาจอธิบายได้ตั้งสมการที่ 20

$$dSH(a,t)/dt + dSH(a,t)/da = 0 \quad \dots\dots (20)$$

เมื่อ SH = จำนวนเปลือกฝัก
 a = อายุเปลือก (วัน)
 t = เวลา (วัน)

เมื่อเปลือกอายุได้ 10 วัน อัตราการสร้างเปลือกสูงสุด และนี่จะเริ่มสร้างเมล็ด อัตราการสร้างเมล็ดคำนวณได้จาก

$$dSD(t)/dt = (t) \times SH(10,t) \quad \dots\dots (21)$$

เมื่อ $(t) =$ ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อเปลือก (ฝัก) ที่เริ่มต้นการเจริญเติบโต
เมื่อเวลา t

อัตราการระสมน้ำหนักแห้งของเปลือกและเมล็ด อธิบายโดยสมการ

$$dw_{SH}/dt = X_{SH}W^+ - M_{SH} \quad \dots\dots(22)$$

$$dw_{SD}/dt = X_{SD}W^+ + a(M_{SH} + M_L + M_S + M_R) \quad \dots\dots(23)$$

เมื่อ X_{SH} X_{SD} = fraction ของ PG เคลื่อนย้ายไปยังเปลือกและเมล็ด

a = อัตราส่วนของน้ำหนักเมล็ดที่ผลิตได้ต่อน้ำหนักโปรตีนที่ใช้ใน
การผลิตเมล็ด

M_{SH} M_L M_S M_R = อัตราการเคลื่อนย้ายโปรตีนใน เปลือก ใบ ลำต้น และราก
(ก./ตร.ม.-วัน)

โปรตีนที่ระสมในใบ (A_L) ลำต้น (A_S) เปลือก (A_{SH}) และราก (A_R)
สามารถเคลื่อนย้ายไปสร้างการเจริญเติบโตของเมล็ด อัตราการเคลื่อนย้ายโปรตีนไประสม
ในเมล็ดอาจแสดงได้ดังนี้

$$dA_L/dt = B_{PL}X_S W^+ - M_L - a_L S_L^w \quad \dots\dots(24)$$

$$dA_S/dt = B_{PS}X_S W^+ - M_S - a_S S_S^w \quad \dots\dots(25)$$

$$dA_{SH}/dt = B_{PSH}X_{SH} W^+ - M_{SH} \quad \dots\dots(26)$$

$$dA_R/dt = B_{PR} X_R^W - M_R - a_R S_R^W \dots (27)$$

เมื่อ B_{PL} B_{PS} B_{PSH} และ B_{PR} = สัดส่วนการเพิ่มน้ำหนักของใบ ลำต้น เปลือก และราก ซึ่งเป็นโปรตีนที่สามารถเคลื่อนย้ายไปยังเมล็ด

a_L a_S และ a_R = ความเข้มข้นของโปรตีนในใบ ลำต้นและราก

S_L^W S_S^W และ S_R^W = น้ำหนักแห้งของใบและก้านใบที่ร่วงหล่น รากที่แห้งตายต่อเวลา (ก./ตร.ม./วัน)

เมื่อการสร้างเมล็ดสิ้นสุด การสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดอาจถูกจำกัดโดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เคลื่อนย้ายเข้ามา หรือโดยขนาดของเมล็ดเอง และขึ้นอยู่กับเคลื่อนย้ายของโปรตีนในใบ ลำต้น และเปลือกหุ้มเมล็ดด้วย ทำให้การเจริญเติบโตของใบและลำต้นถูกจำกัดโดยความต้องการของคาร์โบไฮเดรตของเมล็ด จนไม่มีการสร้างใบใหม่หรือข้อใหม่ต่อไป

2.1.3 ผลลัพธ์ที่ได้

ผลที่ได้จากการคำนวณประกอบด้วยการแสดงข้อมูลนำเข้าที่ใช้จำลองสถานการณ์ให้เห็นทางหน้าจอ (OPECHO) แบ่งการแสดงผลสำหรับการจำลองแต่ละฤดูกาล (OPSEAS) และการบันทึกข้อมูลการเก็บเกี่ยว (OPHARV)

2.2 การใช้แบบจำลองกับงานวิจัยด้านพืช

Wilkerson และคณะ (1990) ได้ใช้แบบจำลอง SOYGRO ซึ่งเป็นแบบจำลอง ที่ได้รับการพัฒนาโดย มหาวิทยาลัยฟลอริดา ไปทดสอบ (validate) การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองในสภาพการแก่งแย่งแข่งขันเพื่อปัจจัยแสงกับ cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) ซึ่งเป็นวัชพืชใบกว้างที่มีทรงพุ่มสูงกว่าถั่วเหลือง พบว่าเมื่อความหนาแน่นของ cocklebur เพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ของทรงพุ่มถั่วเหลืองจะลดลงซึ่งเป็นการลดลงที่มีสัดส่วนใกล้เคียงกับเปอร์เซ็นต์การลดลงของผลผลิต

ถั่วเหลือง ซึ่งจากการทดสอบนี้ทำให้ในระยะต่อมาสามารถพัฒนาแบบจำลอง SOYGRO เป็น SOYWEEED และสามารถทำนายโดยใช้แบบจำลอง SOYWEEED ได้ว่า หากถั่วเหลืองต้องแข่งขันกับวัชพืชใบกว้างที่มีทรงพุ่มสูงกว่าถั่วเหลือง ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่วัดได้เหนือทรงพุ่มถั่วเหลือง แต่ใต้ทรงพุ่มวัชพืชใบกว้างมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเหลือง ส่วนปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่วัดได้จะมากน้อยเพียงใดนั้น ในกรณีของ cocklebur จะผันแปรโดยตรงกับความหนาแน่น กล่าวคือ เมื่อความหนาแน่นของ cocklebur เพิ่มขึ้นปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ใต้ทรงพุ่มของ cocklebur จะลดลงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาแน่น

สำหรับกรณีวัชพืชในถั่วลิสงยังไม่ปรากฏว่ามีการนำแบบจำลอง PNUYGRO มาทดสอบ แต่เมื่อสังเกตจากโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลอง PNUYGRO จะเห็นได้ว่าการสังเคราะห์แสงเป็นฐานที่สำคัญขององค์ประกอบทั้งหมด การสังเคราะห์แสงต้องการปัจจัยที่สำคัญคือ น้ำ ธาตุอาหาร และแสงแดด ในกรณีที่น้ำและธาตุอาหารไม่ได้มีสภาพจำกัดการที่มีแสงไม่พอเพียง ก็จะเป็นข้อจำกัดของการสังเคราะห์แสงได้ การแก่งแย่งแข่งขันระหว่างวัชพืชกับพืชปลูกในส่วนเหนือพื้นดิน จะแก่งแย่งแข่งขันเพื่อปัจจัยแสงเป็นหลัก และการแก่งแย่งแข่งขันจะเป็นไปในลักษณะบดบังแสง ไม่ใช่เกิดจากการมีแสงไม่เพียงพอ ซึ่งสภาพดังกล่าวนี้หากมีวัชพืชขึ้นรบกวนในแปลงพืชการแก่งแย่งแข่งขันจะเป็นสถานการณ์ที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ถึงแม้ว่าปัจจัยแสงจะมีอยู่มากมายเหลือเฟือก็ตาม โดยเฉพาะในการปลูกถั่วลิสง ซึ่งทรงพุ่มเตี้ย จะถูกบดบังแสงโดยวัชพืชมากกว่าพืชตระกูลถั่วชนิดอื่น ๆ และยังเป็นวัชพืชใบกว้างซึ่งแผ่กิ่งก้านและใบได้มาก อีกทั้งเป็นวัชพืชที่ควบคุมยากมากหากปรากฏในแปลงถั่วลิสงด้วยแล้วการบดบังแสงจะเป็นไปอย่างรุนแรง และการแข่งขันเพื่อปัจจัยแสงจะทำให้ถั่วลิสงมีลำต้นสูงซึ่งจะทำให้ผลผลิตลดลงทั้งทางตรงและทางอ้อมด้วย การที่ใช้แบบจำลอง PNUYGRO มาทดสอบโดยใช้ปัจจัยแสงเป็นหลัก เพื่อพัฒนาสำหรับนำไปใช้ในการทำนายผลผลิตถั่วลิสงภายใต้สภาพการแก่งแย่งแข่งขันกับวัชพืช โดยเฉพาะวัชพืชใบกว้าง จึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาการผลิตถั่วลิสง โดยการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในโอกาสต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของการใช้แบบจำลอง PNUFGRO ในการประเมินผลกระทบของพืชต่อผลผลิตถั่วลิสงที่ปลูกในนาข้าวก่อนการทำนาในระบบเกษตรชลประทาน โดยใช้ปัจจัยแสง ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพการแก่งแย่งแข่งขันกับพืชใบกว้างในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กันเป็นตัวแปร
2. เพื่อศึกษาหาระดับความหนาแน่นวิกฤต (threshold) ของพืชใบกว้างที่มีผลต่อการรับแสงและการสร้างผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในนาข้าวก่อนการทำนาในระบบเกษตรชลประทาน

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุ อุปกรณ์

1. พันธุ์พืช ได้แก่ ถั่วลิสง สายพันธุ์ไทนาน 9
2. ปุ๋ย สูตร 15 - 15 - 15
3. เครื่องวัดแสง (Monitor Sensors)
4. เครื่องวัดพื้นที่ใบ
5. เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง
6. ตูบพีช
7. เครื่องคอมพิวเตอร์
8. แบบจำลอง PNUTGRO

วิธีการทดลอง

1. การปลูก ปลูกถั่วลิสงในพื้นที่นาข้าวที่สถานีวิจัยท่าเขียว จังหวัดนัทลุง เมื่อวันที่ 7 เมษายน 2536 ก่อนปลูกได้ทำการไถพรวนตามด้วยการยกทรงเป็นแปลงย่อย (plot) ขนาด 5x2.5 เมตร ใช้ระยะปลูก 50x20 เซนติเมตร แปลงละ 5 แถว ปลูกหลุมละ 4 เมล็ด

2. การกำหนดวิธีการและการดูแลรักษา การทดลองมี 5 วิธีการ คือ

- 2.1 ความหนาแน่นวัชพืช 0 เปอร์เซ็นต์ ของสภาพไม่กำจัดวัชพืชเลย
- 2.2 ความหนาแน่นวัชพืช 25 เปอร์เซ็นต์ ของสภาพไม่กำจัดวัชพืชเลย
- 2.3 ความหนาแน่นวัชพืช 50 เปอร์เซ็นต์ ของสภาพไม่กำจัดวัชพืชเลย
- 2.4 ความหนาแน่นวัชพืช 75 เปอร์เซ็นต์ ของสภาพไม่กำจัดวัชพืชเลย
- 2.5 ความหนาแน่นวัชพืช 100 เปอร์เซ็นต์ ของสภาพไม่กำจัดวัชพืชเลย

ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design 4 ซ้ำ

เมื่อถั่วลิสงอายุประมาณ 20 วันหลังงอก ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 2 ต้น และสร้าง ความหนาแน่นของวัชพืช โดยการนับจำนวนต้นวัชพืชในแปลงที่มีความหนาแน่น 100 เปอร์เซ็นต์ คือไม่กำจัดวัชพืชเลยซึ่งเฉลี่ยประมาณ 65 ต้นต่อตารางเมตร แล้วทำการถอนวัชพืชในแต่ละแปลง ให้เหลือเป็นเปอร์เซ็นต์ของสภาพไม่กำจัดวัชพืชเลย ตามที่กำหนดในแต่ละวิธีการทดลอง การ กำหนดความหนาแน่นของแต่ละซ้ำ ใช้แปลงที่มีความหนาแน่น 100 เปอร์เซ็นต์ ในซ้ำนั้น ๆ เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบ ใส่ปุ๋ยสูตร 15 - 15 - 15 อัตรา 156.25 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ เมื่อถั่วลิสงงอกได้ 20 วัน และ 60 วัน โดยวิธีโรยข้างแถว

การรวบรวมและบันทึกข้อมูล

1. ข้อมูลด้านภูมิอากาศ

รวบรวมข้อมูลในช่วงระหว่างการทดลองจากสถานีตรวจอากาศเกษตรจังหวัดพัทลุง ข้อมูลที่รวบรวมนั้นบันทึกตามรูปแบบของ minimum data set ในแบบฟอร์ม C (IBSNAT, 1986; IBSNAT, 1988) ประกอบด้วยอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และ ปริมาณรังสี ดวงอาทิตย์ (เมกกะจูลต่อตารางเมตร) ซึ่งทุกข้อมูลต้องรวบรวมเป็นรายวัน

ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงเป็นข้อมูลนำเข้าที่สำคัญของแบบจำลอง Pnutgro ภายใต้ชุดคำสั่ง PHOTIN ข้อมูลที่นำเข้าเพื่อประมวลสถานการณ์เป็นค่าปริมาณรังสี ดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงในแต่ละวัน ซึ่งในสภาพที่ไม่มีวัชพืชรบกวน ใช้ค่ารังสีที่วัดได้โดย สถานีตรวจอากาศเกษตรจังหวัดพัทลุง และเปรียบเทียบยืนยันโดยค่ารังสีเหนือทรงพุ่มถั่วลิสง ในสภาพปราศจากวัชพืชรบกวนที่วัดโดยเครื่อง Monitor Sensors ทุก ๆ 6 วัน นับจากวันที่ 36 หลังจากปลูก สำหรับในสภาพที่มีวัชพืชรบกวนเมื่อวัชพืชใบกว้าง เริ่มมีความสูงเหนือถั่วลิสง และเมื่อวัชพืชมีความสูงสูงสุด ใช้ค่ารังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงซึ่งอยู่ใต้ทรงพุ่มวัชพืชที่วัด โดยเครื่อง Monitor Sensors ทุก ๆ 6 วัน นับจากวันที่ 36 หลังจากปลูกไปจนถึง 102 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่วัชพืชเหี่ยวแห้งตายและถั่วสุกแก่ทางสรีรวิทยา

ค่ารังสีดวงอาทิตย์ใต้ทรงพุ่มวัชพืชที่วัดทุก ๆ 6 วัน ถูกนำไปคำนวณหาค่าของปริมาณรังสี ดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงในสภาพที่ไม่มีวัชพืชรบกวน กับปริมาณรังสีเหนือทรงพุ่มถั่วลิสงที่มี วัชพืชรบกวนในทุก ๆ 6 วัน ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์ ซึ่งสามารถใช้ประเมินค่ารังสีดวง

อาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงหรือใต้ทรงพุ่มวชิพชีในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กันเป็นรายวัน หรือ อาจนำค่าปริมาณรังสีที่วัดทุก ๆ 6 วัน ไปคำนวณเพื่อหาสมการความสัมพันธ์ของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงกับจำนวนวันที่เพิ่มขึ้นหลังปลูก ซึ่งจะทำให้สามารถใช้สมการนี้คำนวณหา ค่าปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงในแต่ละวัน ภายใต้ความหนาแน่นของวชิพชีในระดับต่าง ๆ กันได้เช่นกัน ส่วนผลกระทบจากความหนาแน่นของวชิพชีในระดับต่าง ๆ ที่มีต่อปริมาณ รังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงนั้น ศึกษาโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสง ภายใต้ความหนาแน่นของวชิพชีในระดับต่าง ๆ ที่วัดในระยะที่วชิพชี เริ่มสูงเหนือถั่วลิสงและระยะที่วชิพชีสูงสูงสุดและที่เฉลี่ยตลอดฤดูปลูก

2. ข้อมูลดิน

รวบรวมข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ระดับ 0 - 15 เซนติเมตร ประกอบด้วย ข้อมูลความเป็นกรด - ด่าง ของดิน เเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน และฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ โดยใช้ข้อมูลของชุดดิน T134 ของกรมพัฒนาที่ดินและกรมชลประทาน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2530; กรมพัฒนาที่ดิน, 2533 และ Royal Irrigation Department, 1989)

3. ข้อมูลเกี่ยวกับวชิพชีและถั่วลิสง

3.1 ข้อมูลต่อเนื่อง

เป็นการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวชิพชีและถั่วลิสง เพื่อประเมินสภาวะและความรุนแรงของการแข่งขันเพื่อปัจจัยแสง โดยใช้เกณฑ์ความสูงและดัชนีพื้นที่ใบเป็นตัวชี้วัด คือ

3.1.1 วัดความสูงของวชิพชีและถั่วลิสงทุก ๆ 6 วัน โดยสุ่มวัดอย่างละ 5 ต้น ในบริเวณที่วัดแสง

3.1.2 วัดดัชนีพื้นที่ใบของวชิพชีและถั่วลิสงเมื่อ 36, 48, 60, 72 และ 84 วัน หลังจากปลูก

3.2 ข้อมูลจำเพาะ

3.2.1 บันทึกกระยะการเจริญเติบโตของถั่วลิสงตั้งแต่ VE (ระยะที่ใบเลี้ยงต้นดิน ขึ้นมาอยู่ในระดับผิวดิน) VO (ระยะที่ใบเลี้ยงแผ่ออกเต็มที่) V1 (ระยะที่ข้อใดข้อหนึ่งมีใบจริง คลี่แผ่ออก) จนถึง R7 (ระยะเก็บเกี่ยว สังเกตได้จากผิวด้านในของฝักเปลี่ยนสี)

3.2.2 เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อถั่วลิสงอายุได้ประมาณ 100 วันหลังจากปลูกโดยทำการเก็บเกี่ยวจาก 2 แถวภายใน แถวละ 4 เมตร (รวมพื้นที่เก็บเกี่ยว 4 ตารางเมตร) ส่วนวัชพืชตัดเฉพาะส่วนที่เหนือดินจากพื้นที่ 1 ตารางเมตร บริเวณรอบแถวที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต

3.3 ข้อมูลอื่น ๆ

3.3.1 จำนวนกิ่งต่อต้นของถั่วลิสงในระยะเก็บเกี่ยว สุ่มนับแปลงละ 10 ต้น จาก 2 แถวภายใน

3.3.2 จำนวนฝักต่อต้น นับเฉพาะฝักที่มีเมล็ดเต็ม (ฝักที่ไม่ฝ่อ) หลังจากฝังแดดไว้ 7 วัน จากแถวที่เก็บเกี่ยวผลผลิตแถวละ 1 เมตร

3.3.3 ผลผลิต นำฝักที่เก็บเกี่ยวตามข้อ 3.2.2 มาล้างเอาดินออก ฝังแดดไว้ 7 วัน แล้วชั่งน้ำหนัก นำมากะเทาะเปลือกชั่งน้ำหนักเมล็ด นำเมล็ด 100 กรัมไปตรวจหาความชื้นนำค่าความชื้นที่ตรวจหาได้ไปคำนวณปรับความชื้นผลผลิตที่ระดับมาตรฐาน 12 เปอร์เซ็นต์ แล้วคำนวณหาผลผลิตต่อเฮกตาร์โดยใช้สูตร

$$\text{ผลผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักฝักทั้งหมด} \times 10,000 \times 100}{\text{พื้นที่เก็บเกี่ยว} \times 1,000} - \frac{\text{ความชื้นของเมล็ดที่ตรวจหาได้}}{100 - 12}$$

3.3.5 นำเมล็ดหลังจากกะเทาะเปลือกแล้วจากข้อ 3.3.4 จำนวน 100 เมล็ด มาชั่งหาน้ำหนัก แล้วคำนวณปรับความชื้นของเมล็ดที่ระดับความชื้นมาตรฐาน 12 เปอร์เซ็นต์

3.3.6 เปอร์เซ็นต์กะเทาะ คำนวณได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์กะเทาะ} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ด}}{\text{น้ำหนักฝัก}} \times 100$$

3.3.7 น้ำหนักแห้งต้นถั่ว นำต้นถั่วลิสงในพื้นที่เก็บเกี่ยวมา 1 ตารางเมตร อบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน แล้วชั่งหาน้ำหนักเพื่อคำนวณน้ำหนักแห้ง

3.3.8 น้ำหนักแห้งวัชพืช นำวัชพืชที่เก็บเกี่ยวจากพื้นที่ 1 ตารางเมตร บริเวณแถวที่เก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วลิสง อบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาน้ำหนักแห้งวัชพืชต่อเฮกตาร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติและการเจริญเติบโตของวัชพืช

บันทึกสถิติของวัชพืชที่พบและวิเคราะห์ผลกระทบของความหนาแน่นวัชพืชต่อความสูงและดัชนีพื้นที่ใบของวัชพืช ใช้โปรแกรม IRRISTAT วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

2. ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์

การเปรียบเทียบหาปริมาณรังสีดวงอาทิตย์รายวัน หาได้จากการนำค่าปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่วัดจากสนามเหนือทรงพุ่มถั่วลิสงเมื่อไม่มีวัชพืชทุก ๆ 6 วัน เปรียบเทียบปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่วัดโดยสถานีตรวจอากาศเกษตรพัทลุง เพื่อประเมินความเหมาะสมของค่าที่วัดโดยสถานีตรวจอากาศ ในการที่จะนำมาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในลักษณะเป็นปริมาณรังสีดวงอาทิตย์รายวัน ในชุดคำสั่ง PHOTIN หากมีผลต่างของค่าที่วัดได้ในสนามและค่าที่วัดที่สถานีตรวจอากาศไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ จะถือว่าสอดคล้องกัน สามารถนำค่าที่วัดจากสถานีตรวจอากาศไปใช้ได้ และในการหาปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงเป็นรายวัน ภายใต้สภาพที่มีวัชพืชรบกวนในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน วิธีการคำนวณใช้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงที่วัดทุก ๆ 6 วัน เป็นเกณฑ์ ใช้โปรแกรม SAS สร้างสมการเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ในสภาพที่มีวัชพืชกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ในสภาพที่ไม่มีวัชพืชรบกวน โดยเทียบให้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ในสภาพที่ไม่มีวัชพืชเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ แล้วคำนวณกลับเป็นค่าปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ใต้ทรงพุ่มวัชพืชในวันต่าง ๆ ทางจูเลียน (ตารางภาคผนวกที่ 1 - 5)

เปรียบเทียบปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงที่ไม่มีและที่มีวัชพืชในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้ DMRT

3. ลักษณะประจำพันธุ์

เปรียบเทียบลักษณะประจำพันธุ์บางประการของพันธุ์ไทนาน 9 ที่ได้จากการบันทึกในสนามกับลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วลิสงพันธุ์ Starr, Florunner และ Florigiant ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง PNUFGRO ในสหรัฐอเมริกา เพื่อศึกษาว่าพันธุ์ไทนาน 9 มีลักษณะ

ประจำพันธุ์ที่สอดคล้องกับพันธุ์เหล่านี้หรือไม่ หากมีความเหมาะสมสอดคล้องกันในลักษณะประจำพันธุ์หลัก ๆ ก็จะได้ถือว่าสามารถใช้พันธุ์ไทนาน 9 มาทดสอบแบบจำลองนี้ได้ และเพื่อให้ได้ลักษณะประจำพันธุ์ของพันธุ์ไทนาน 9 ครบถ้วนก่อนจะนำเข้าชุดคำสั่ง PHINIT, IPVAR และ VARTY ก็จะนำลักษณะประจำพันธุ์ของทั้ง 3 พันธุ์มาตรฐานนี้ไปเปรียบเทียบ โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ของพันธุ์ที่มีความแตกต่างกันไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์แล้วปรับเป็นลักษณะประจำพันธุ์ของไทนาน 9 เพื่อนำเข้าในชุดคำสั่งของแบบจำลอง PNU TGRO ต่อไป

4. ประเมินความเหมาะสมของแบบจำลอง

โดยเปรียบเทียบค่าทำนายและค่าวัดได้จริงของการเจริญเติบโตและผลผลิตถั่วลิสง โดยหากค่าจริงและค่าทำนายต่างกัน ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าสอดคล้องกัน (Sadasiyum et al., 1989) อันเป็นการยืนยันความเหมาะสมของแบบจำลอง

4.1 วิเคราะห์ความเหมาะสมของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ในการใช้กับแบบจำลอง PNU TGRO

เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วลิสง โดยใช้ค่าที่วัดได้จริง ในสนามกับค่าที่ได้จากการทำนายเมื่อใช้แบบจำลอง PNU TGRO โดยในการทำนายใช้ข้อมูลนำเข้าประเภทภูมิอากาศและข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ที่ปรับค่าแล้ว เพื่อประเมินความเหมาะสมของแบบจำลอง ภายใต้สภาพปราศจากวัชพืช

4.2 วิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบจำลองเมื่อมีวัชพืช

เมื่อมีวัชพืชขึ้นรบกวน วิเคราะห์สหสัมพันธ์ของผลผลิตกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่วัดได้จริงในสนาม เพื่อประเมินว่าปริมาณรังสีดวงอาทิตย์มีอิทธิพลต่อผลผลิตหรือไม่ เพียงใด วิเคราะห์สหสัมพันธ์ของผลผลิตกับองค์ประกอบของผลผลิต เพื่อประเมินว่าองค์ประกอบของผลผลิตใดบ้างที่ผันแปรไปตามผลผลิตเมื่อมีวัชพืชขึ้นรบกวน ในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน อันจะเป็นส่วนช่วยอธิบายการผันแปรของผลผลิตได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าที่วัดได้จริงและค่าที่ได้จากการทำนายของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิต ซึ่งเป็นการทำนายโดยใช้แบบจำลอง PNU TGRO เพื่อประเมินความเหมาะสมสอดคล้องของการใช้แบบจำลอง PNU TGRO ในการใช้ทำนายผลผลิตเมื่อมีวัชพืชขึ้นรบกวนในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน ทำให้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นข้อมูลนำเข้าในชุดคำสั่ง PHOTIN ผันแปรไป การมีความสอดคล้องของค่าจริงและค่าทำนายในหลายประเภทขององค์ประกอบผลผลิต ถือเป็นตัวชี้ความเหมาะสมของแบบจำลองนี้ ในการใช้ทำนายผลผลิตของถั่วลิสง ซึ่งประเมินโดยการให้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงเป็นตัวแปร

5. วิเคราะห์ผลกระทบของความหนาแน่นวัชพืชต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตถั่วลิสง เพื่อหาความหนาแน่นวิกฤต

วิเคราะห์ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตโดยการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์ เปรียบเทียบความแตกต่างของผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตที่ได้จากการวัดจริง ภายใต้สภาพการแข่งขันกับวัชพืชในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน โดยใช้ DMRT สร้างสมการโดยการคำนวณเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงรีเกรสชัน ระหว่างผลผลิตและความหนาแน่นของวัชพืช ว่าเป็นลักษณะเส้นตรงหรือเส้นโค้ง แล้ววิเคราะห์หาผลผลิตที่ลดลงถึงขั้นวิกฤต เพื่อใช้ประเมินค่าความหนาแน่นวิกฤตของวัชพืช โดยใช้เส้นกราฟสหสัมพันธ์เชิงรีเกรสชัน และค่าความแตกต่างของผลผลิตในระดับวิกฤตซึ่งเปรียบเทียบโดยใช้ค่า LSD (Least Significant Difference) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แล้วใช้ค่าผลผลิตวิกฤตแทนค่าในสมการหรือประเมินโดยใช้กราฟความสัมพันธ์เชิงรีเกรสชัน เพื่อกำหนดค่าความหนาแน่นวิกฤตของวัชพืชต่อไป

บทที่ 3

ผลการทดลอง

1. สภาพทางกายภาพและชีวภาพของข้อมูลนำเข้า

1.1 วัชพืชและการเจริญเติบโตของวัชพืช

ประมาณ 99 เปอร์เซ็นต์ของวัชพืชที่พบในแปลงทดลองจะเป็นพวก โทงเทง (*Physalis minima*) โดยมี เสั่ง (*Pentapetes spp.*) และเทียนนา (*Jussiaea linifolia*) ขึ้นปะปนบ้างเพียงเล็กน้อย วัชพืชจะมีความสูงโดยเฉลี่ยประมาณ 15 เซนติเมตร ในระยะ 36 วันหลังจากปลูกถั่วลิสง (ตารางที่ 1) โดยจะมีความสูงมากที่สุดที่ระดับความหนาแน่น 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะสูงกว่าที่ระดับความหนาแน่น 25 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ และขณะเดียวกันดัชนีพื้นที่ใบของวัชพืชในระยะนี้จะมีค่ามากที่สุดที่ระดับความหนาแน่นวัชพืช 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะมากกว่าที่ความหนาแน่นวัชพืชในระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน อย่างไรก็ตามจากการสังเกตพบว่าความสูงของถั่วลิสงและของวัชพืชในระยะนี้มีพอ ๆ กัน การแข่งขันเพื่อปัจจัยแสงในระยะนี้จึงยังไม่เกิดขึ้นโดยชัดเจนในทุก ๆ ระดับความหนาแน่นของวัชพืช ในระยะ 60 วันหลังจากปลูกถั่วลิสง วัชพืชจะมีความสูงเฉลี่ยประมาณ 94 เซนติเมตร โดยจะมีความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวกที่ 6) กล่าวคือมีความสูงมากที่สุดที่ระดับความหนาแน่น 25 เปอร์เซ็นต์ และจะมีความสูงมากกว่าที่ระดับความหนาแน่น 50 - 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามแม้ว่าความสูงจะต่างกันแต่จากการสังเกตพบว่าวัชพืชทุกระดับความหนาแน่นก็มีความสูงกว่าถั่วลิสง ปัจจัยสำคัญที่มีต่อการแข่งขันเพื่อปัจจัยแสงจึงควรจะเป็นดัชนีพื้นที่ใบของวัชพืช ซึ่งดัชนีพื้นที่ใบของวัชพืชในระยะนี้มีค่าสูงสุดที่ความหนาแน่น 100 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อความหนาแน่นของวัชพืชลดลง ระยะ 36 และ 60 วันหลังจากปลูกนี้ จะตรงกับระยะ 133 และ 157 วันทางจูเลียน (julian' date)

1.2 ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสง

ในสภาพที่ไม่มีวัชพืชรบกวน ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสง เมื่อ 36 และ 60 วันหลังจากปลูก มีค่า 20.7 และ 19.5 เมกกะจูลต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่า

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของวัชพืชที่ความหนาแน่นต่าง ๆ กัน เมื่อ 36 และ 60 วันหลังจากปลูกถั่วลิสง

| ความหนาแน่น วัชพืช % | ระยะเวลาหลังปลูก (วัน) | | | |
|----------------------------|------------------------|----------------|------------------|----------------|
| | 36 | | 60 | |
| | ความสูง (ซม.) | ดัชนีพื้นที่ใบ | ความสูง (ซม.) | ดัชนีพื้นที่ใบ |
| 0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.00 |
| 25 | 10.1b | 0.24c | 103.3a | 2.09a |
| 50 | 14.1ab | 0.31c | 92.7b | 2.12a |
| 75 | 14.8ab | 0.90b | 92.8b | 2.04a |
| 100 | 17.1a | 1.34a | 88.3b | 2.25a |
| CV(%) | 19.7 | 24.9 | 10.7 | 6.9 |

เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความนัยไปได้ 0.05 ค่าความสูงและดัชนีพื้นที่ใบ ที่ตามด้วยพยัญชนะเดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ใกล้เคียงกับปริมาณรังสีที่ 133 และ 157 วันทางจูเลียน ที่วัดโดยสถานีตรวจอากาศเกษตรจังหวัดพัทลุง (ตารางภาคผนวกที่ 7) ซึ่งช่วยให้สามารถยืนยันได้ว่าปริมาณรังสีที่วัดโดยสถานีตรวจอากาศเกษตรจังหวัดพัทลุงสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลปริมาณรังสีรายวัน ซึ่งจะนำเข้าไปประมวลในชุดคำสั่ง PHOTIN ในสภาพไม่มีวัชพืชรบกวนได้

ในสภาพที่มีวัชพืชใบกว้างรบกวน ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงในระยะ 36 วันหลังจากปลูกในทุก ๆ ระดับความหนาแน่นของวัชพืช จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจากสภาพที่ไม่มีวัชพืช (ตารางที่ 2) ซึ่งเป็นการแสดงว่าการแข่งขันเพื่อปัจจัยแสงยังไม่เกิดขึ้นในระยะนี้ แต่ในระยะ 60 วันหลังจากปลูก ปริมาณรังสีใต้ทรงพุ่มวัชพืชหรือเหนือทรงพุ่มถั่วลิสงจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวกที่ 8) กล่าวคือที่ไม่มีวัชพืชขึ้นรบกวนมีปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ 19.5 เมกกะจูลต่อตารางเมตร แต่ที่ระดับความหนาแน่นของวัชพืช 25 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงลดลงเหลือเพียง 2.0 เมกกะจูลต่อตารางเมตร และเมื่อความหนาแน่นของวัชพืชเพิ่มขึ้น ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ก็เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ความแตกต่างของรูปแบบการลดลงของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงในระยะ 36 และ 60 วันหลังจากปลูก ภายใต้สภาพความหนาแน่นต่าง ๆ กันของวัชพืชดังที่กล่าวมานี้ ซึ่งให้เห็นว่าวัชพืชใบกว้างที่พบในการทดลองนี้ มีผลทำให้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงลดลง ส่วนจะลดลงเท่าใดนั้นขึ้นกับความหนาแน่นของวัชพืชและระยะเวลาหลังจากปลูก และเมื่อนำผลการลดลงนี้ไปคำนวณเพื่อสร้างเป็นสมการโดยใช้ค่าปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงที่วัดได้ในทุก ๆ 6 วัน ในช่วง 36 - 102 วันหลังจากปลูก (ภาพที่ 2) ก็จะได้สมการความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงกับจำนวนวันหลังจากปลูกที่ระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กันของวัชพืชใบกว้างที่ขึ้นรบกวน คือ

$$\text{ที่ 25 เปอร์เซ็นต์วัชพืช } Y = 2307.995 - 27.646X + 0.083X^2 \quad (r^2 = 0.904)$$

$$\text{ที่ 50 เปอร์เซ็นต์วัชพืช } Y = 2069.148 - 24.758X + 0.074X^2 \quad (r^2 = 0.904)$$

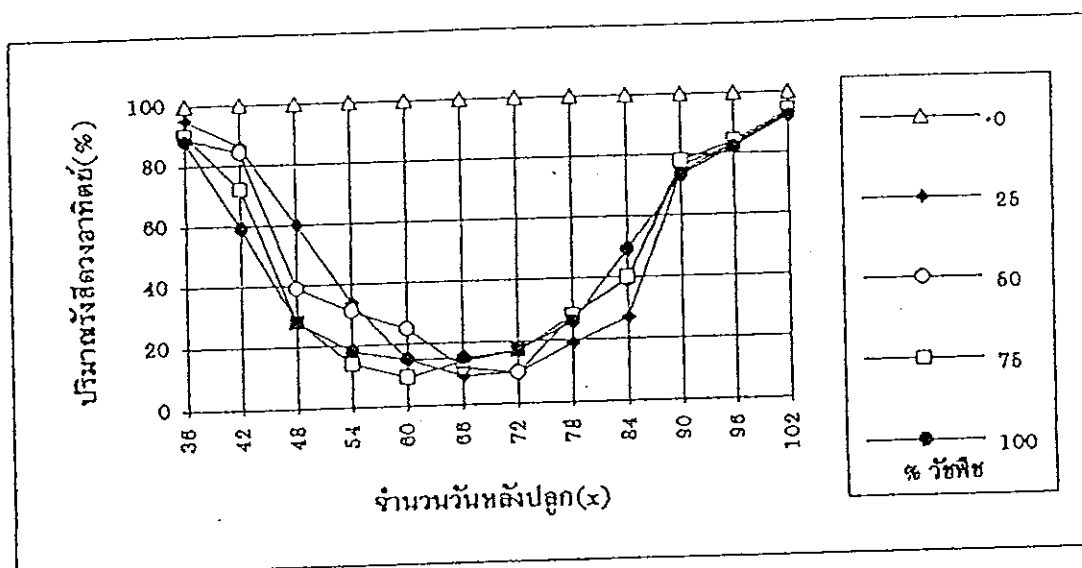
$$\text{ที่ 75 เปอร์เซ็นต์วัชพืช } Y = 2052.077 - 24.946X + 0.076X^2 \quad (r^2 = 0.886)$$

$$\text{ที่ 100 เปอร์เซ็นต์วัชพืช } Y = 1900.999 - 23.176X + 0.071X^2 \quad (r^2 = 0.918)$$

ตารางที่ 2 ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสง ภายใต้ความหนาแน่นของวัชพืชใบกว้างในระดับต่าง ๆ กัน

| ความหนาแน่น วัชพืช % | ระยะเวลาหลังปลูก (วัน) | | เฉลี่ยตลอดฤดูปลูก รังสีดวงอาทิตย์ |
|----------------------------|-------------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| | 36 | 60 | |
| | รังสีดวงอาทิตย์ | รังสีดวงอาทิตย์ | |
| | ----- MJ/m ² ----- | | |
| 0 | 20.7a | 19.5a | 19.5a |
| 25 | 20.7a | 2.0c | 9.8b |
| 50 | 20.6a | 2.7b | 9.9b |
| 75 | 20.3a | 2.9b | 9.8b |
| 100 | 20.2a | 2.4bc | 9.7b |
| CV(%) | 2.5 | 4.9 | 1.5 |

เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05 ค่าปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ตามด้วยพยัญชนะเดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันหลังปลูกกับปริมาณน้ำในดินที่ถั่วลิสงได้รับ เมื่อมีวัชพืชใบกว้างขึ้นรอบกวนที่ระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน

เมื่อ Y คือปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสง มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงในแปลงที่ปราศจากวัชพืชรบกวน และ X คืออายุถั่วลิสง เป็นวันทางจูเลียน (เริ่มวัดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงวันแรกเท่ากับ $97 + 36 = 133$ วันทางจูเลียน) สมการดังกล่าวนี้มีประโยชน์ในการคำนวณหาค่าปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงในแต่ละวัน ภายใต้สภาพความหนาแน่นของวัชพืชในระดับต่าง ๆ กัน โดยการคำนวณให้เป็นค่าเมกกะจูลต่อตารางเมตร (ตารางภาคผนวกที่ 2 - 5) แล้วนำไปใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในชุดคำสั่ง PHOTIN ของแบบจำลอง PNUFGRO ที่ทำการทดสอบว่าสามารถนำมาใช้ได้หรือไม่ เพียงใดในสภาพการผลิตถั่วลิสงที่มีวัชพืชขึ้นรบกวน

1.3 ลักษณะประจำพันธุ์

ในแบบจำลอง PNUFGRO ลักษณะประจำพันธุ์ในด้านการเจริญเติบโตและพัฒนาการของถั่วลิสง เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการประมวลผลเข้าสู่ชุดคำสั่ง IPVAR, IPSUNRISE, PHINIT และ VARTY จากการศึกษาลักษณะประจำพันธุ์บางประการของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ซึ่งได้จากการทดลองครั้งนี้ในสภาพไม่มีวัชพืชขึ้นรบกวนเปรียบเทียบกับพันธุ์ถั่วลิสงที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง PNUFGRO คือพันธุ์ Starr, Florunner และพันธุ์ Florigiant พบว่าพันธุ์ไทนาน 9 มีลักษณะประจำพันธุ์ที่สอดคล้องกับทั้ง 3 พันธุ์ดังกล่าว (แตกต่างกันไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์) ยกเว้นระยะสิ้นสุดการสร้างฝัก และระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ที่พันธุ์ไทนาน 9 มีระยะสั้นกว่าพันธุ์ที่ใช้พัฒนาแบบจำลอง (ตารางที่ 3) จากลักษณะประจำพันธุ์เท่าที่ตรวจสอบได้นี้ทำให้สามารถนำค่ามาปรับโดยเปรียบเทียบกับลักษณะประจำพันธุ์ของพันธุ์ Starr, Florunner, และพันธุ์ Florigiant (ตารางภาคผนวกที่ 9) ทำให้สามารถปรับค่าหาลักษณะประจำพันธุ์ที่สำคัญอื่น ๆ ของพันธุ์ไทนาน 9 ดังปรากฏในตารางที่ 4 ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการประมวลผลเข้าสู่ชุดคำสั่ง IPVAR (ตารางที่ 5) เพื่อใช้ทดสอบแบบจำลอง PNUFGRO สำหรับการแก่งแย่งแข่งขันเพื่อปัจจัยแสงต่อไป

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตและการพัฒนาการในช่วงต่าง ๆ ของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 เมื่อเปรียบเทียบกับ การเจริญเติบโตของพันธุ์ Starr, Florunner และ Florigiant ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง

| | ไทนาน 9 | Starr | Florunner | Florigiant | ความแตกต่าง |
|-------------------------|--------------------------------|------------|-----------|------------|-------------|
| | -----จำนวนวันหลังจากปลูก*----- | | | | % |
| เริ่มปลูก | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| งอกใต้น้ำดิน (V0) | <u>6</u> | <u>6</u> | 5 | 5 | 0.0 |
| สร้างใบ unifoliol (V1) | <u>7</u> | <u>7</u> | 9 | 9 | 0.0 |
| ออกดอก (R1) | <u>26</u> | 32 | <u>27</u> | <u>27</u> | 3.8 |
| ฝักแรก (R3) | <u>41</u> | 49 | <u>42</u> | <u>42</u> | 2.4 |
| ฝักเต็มที่ (R4) | <u>47</u> | 56 | <u>48</u> | 52 | 2.1 |
| สิ้นสุดการสร้างฝัก (R6) | <u>59</u> | 70 | <u>68</u> | <u>68</u> | 15.3 |
| สุกแก่ทางสรีรวิทยา (R7) | <u>100</u> | <u>117</u> | 122 | 121 | 17.0 |

* จำนวนวันหลังปลูกที่ขีดเส้นใต้ แสดงถึงการใช้กลุ่มลักษณะประจำพันธุ์ของพันธุ์นั้น ๆ มาเปรียบเทียบเพื่อรับค่าพารามิเตอร์ลักษณะประจำพันธุ์ของพันธุ์ไทนาน 9

ตารางที่ 4 ลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วลิสงพันธุ์ ไทนาน 9 จากการปรับค่าเพื่อใช้คำนวณใน
แบบจำลอง PNU TGRO

| ชื่อตัวแปร | คำอธิบาย | พันธุ์ |
|------------|---|-----------|
| | | ไทนาน 9 |
| IVAR | ลำดับพันธุ์ | 99* |
| VRNAME | ชื่อพันธุ์ | Tainan 9* |
| IVGRP | เขตการปลูก | 01 |
| VARN1 | ชนิดที่กัดล่างของความยาวกลางคืน (ชม.) | 5.00 |
| VARNO | ชนิดที่กัดบนความยาวกลางคืน (ชม.) | 12.16 |
| VARTH | วันทางสุริยวิทยาเมื่อช่วงเวลากลางคืนต่ำกว่า VARN1 | 01.00 |
| VARDH | วันทางสุริยวิทยาเมื่อช่วงเวลากลางคืนสูงกว่า VARNO | 1.00 |
| VARTHR(1) | ช่วงเวลาทางสุริยวิทยาปลูกถึงงอก (วัน) | 6.00* |
| VARTHR(2) | ช่วงเวลาทางสุริยวิทยาจากปลูกถึง V1 (วัน) | 7.00* |
| VARTHR(3) | ช่วงเวลาทางสุริยวิทยาจาก V1 ถึง V2 (วัน) | 0.0 |
| VARTHR(4) | ช่วงเวลาการสะสมช่วงแสงจาก V2 ถึง V4 (วัน) | 0.0 |
| VARTHR(5) | ช่วงเวลาทางสุริยวิทยาจาก V4 ถึง R1 (วัน) | 13.0* |
| VARTHR(6) | ช่วงเวลาการสะสมแสงจาก R1 ถึง R3 (วัน) | 21.00* |
| VARTHR(7) | ช่วงเวลาการสะสมช่วงแสงจาก R1 ถึง R4 (วัน) | 21.2* |
| VARTHR(8) | ช่วงเวลาการสะสมช่วงแสงจาก R1 ถึง R5 (วัน) | 27.00* |
| VARTHR(9) | ช่วงเวลาการสะสมช่วงแสงจาก R1 ถึง R6 (วัน) | 33.00* |
| VARTHR(10) | ช่วงเวลาการสะสมช่วงแสงจาก R1 ถึง R7 (วัน) | 74.00* |
| VARTHR(11) | ช่วงเวลาทางสุริยวิทยาจาก R7 ถึง R8 (วัน) | 0.00 |
| SHVAR | อัตราการเจริญเติบโตของเปลือกฝักต่อวัน (มก./ฝัก/วัน) | 19.80 |

ตารางที่ 4 (ต่อ) ลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วลิสงพันธุ์ ไทนาน 9 จากการปรับค่าเพื่อใช้คำนวณ
ในแบบจำลอง PNU TGRO

| ชื่อตัวแปร | คำอธิบาย | พันธุ์ |
|------------|--|---------|
| | | ไทนาน 9 |
| SDVAR | อัตราการเจริญเติบโตของ เมล็ดต่อวัน (มก./เมล็ด/วัน) | 20.900 |
| SDPDVR | จำนวนเมล็ดต่อฝัก | 2.00* |
| PODVAR | อัตราการเพิ่มจำนวนฝักต่อวัน | 22.00 |
| FXMPAG | วันสูงสุดทางสรีรวิทยาที่เมล็ดเต็ม | 61 |
| TRIFOL | ขนาดจำนวนใบต่อวันทางสรีรวิทยา (หลัง V1) | 0.40 |
| SIZELF | ขนาดของใบข้อที่ 8-10 (ชม. ² /ใบ) | 0.40 |
| SLAVAR | พื้นที่ใบจำเพาะหลังจาก V5 (ชม. ² /ก.) | 243 |
| STRCON | การชะลอการเจริญเติบโตเนื่องจากการขาดน้ำ | 0.0 |
| PGLF | อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดเมื่อมีแสงเพียงพอ | 1.384 |
| XFRT | ส่วนของอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิที่นำมาสร้างเป็น เมล็ดและ เปลือกหลังจากใช้ในการหายใจแล้ว | 0.77 |
| DTVEG | การคลุมพื้นที่ของ ใบถั่วลิสง | 1 |
| CNMOB | ส่วนของ โปรตีนที่เป็นประโยชน์ที่เคลื่อนย้ายต่อวัน | 0.037 |
| SHTHIC | อัตราความหนาของเปลือกฝัก หลังจากเปลือกฝักเจริญ | 0.03 |
| THRESH | สัดส่วนสูงสุดของ เมล็ด/เมล็ด+เปลือก ที่เมล็ดหยุดเจริญ | 77.0 |
| LNGSH | ระยะเวลาที่เปลือกฝักเจริญเติบโต (วัน) | 19.0 |
| LNGPEG | ระยะเวลาที่ลงเข็ม (วัน) | 5.5 |

* ค่าที่วัดได้จริงในสนามของพันธุ์ ไทนาน 9

ตารางที่ 5 ชุดคำสั่งของแบบจำลอง PNUFGRO ที่ต้องใช้ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้อมูลนำเข้า

| ชุดคำสั่ง | คำอธิบาย | ลักษณะประจำพันธุ์ในตารางที่ 4 |
|-----------|----------------------------|---|
| IPVAR | พันธุ์ที่ใช้ในการทดลอง | IVAR VRNAME IVRGRP |
| IPSUNRISE | ความยาววัน | VARN1 VARNO VARTH VARDH |
| PHINIT | ช่วงการพัฒนาการของถั่วลิสง | VARTHR(1) - VARTHR(11) |
| VARTY | การเจริญเติบโตของถั่วลิสง | SHVAR SDVAR SDPVDR PODVAR FXMPAG TRIFOL SIZELF SLAVAR STRCON PGLF XFRT DTVEG CNMOB SHIHIC THRESH LNGSH LNGPEG |

2. ความเหมาะสมของแบบจำลอง

เปรียบเทียบค่าที่วัดได้จริงและค่าทำนายของการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสง

2.1 ในสภาพปราศจากวัชพืชรบกวน

ในสภาพที่ไม่มีวัชพืชรบกวน ซึ่งสามารถวัดปริมาณรังสีอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงตลอดฤดูปลูกได้ประมาณ 20 เมกกะจูลต่อตารางเมตร พบว่าถั่วลิสงมีการเจริญเติบโตและสามารถให้ผลผลิตทั้งที่วัดได้จริงและจากการทำนายโดยแบบจำลอง PNUIGRO ซึ่งใช้ข้อมูลนำเข้าตามข้อ 1.2 และ 1.3 ปรากฏผลดังในตารางที่ 6

จากตาราง เห็นได้ว่าค่าความแตกต่างของการเจริญเติบโตและผลผลิตถั่วลิสงที่วัดได้จริง และที่ได้จากการทำนายโดยใช้แบบจำลอง PNUIGRO มีค่าไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าแบบจำลองนี้สามารถนำมาใช้กับถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ปลูกโดยไม่มีวัชพืชขึ้นรบกวนในภาคใต้ได้เป็นอย่างดี โดยใช้ข้อมูลเฉพาะปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เป็นตัวบ่งชี้สภาพการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศเป็นข้อมูลนำเข้าในชุดคำสั่ง WCALC ซึ่งจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีดวงอาทิตย์กับผลผลิต (ตารางที่ 7) ก็พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง อันเป็นการยืนยันความสำคัญของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วลิสงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และจากการวิเคราะห์เพื่อหาสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสงดังปรากฏในตารางที่ 7 เห็นได้ว่าผลผลิตถั่วลิสงมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักต้น และจำนวนฝักต่อต้น และอย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนกิ่งต่อต้น

2.2 ในสภาพที่มีวัชพืชขึ้นรบกวนที่ระดับต่าง ๆ กัน

ในสภาพที่มีวัชพืชใบกว้างขึ้นรบกวน ซึ่งสามารถวัดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงตลอดฤดูปลูกได้ประมาณ 10 เมกกะจูลต่อตารางเมตร พบว่าความหนาแน่นของวัชพืชใบกว้างที่ระดับ 25-100 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลให้เกิดความแตกต่างของการเจริญเติบโตและผลผลิตถั่วลิสงทางสถิติทั้งที่วัดได้จริงและจากการทำนายโดยแบบจำลอง PNUIGRO ซึ่งใช้ข้อมูลนำเข้าตามข้อ 1.2 และ 1.3 เช่นกัน ปรากฏผลดังตารางที่ 8

จากตาราง เห็นได้ว่าค่าความแตกต่างของการเจริญเติบโตและผลผลิตที่วัดได้จริง และที่ได้จากการทำนายโดยใช้แบบจำลอง PNUIGRO มีค่าไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดในวิธีการทดลองที่มีวัชพืชขึ้นรบกวน 100 เปอร์เซ็นต์ ที่มีค่าความแตกต่าง 12.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าแบบจำลองนี้สามารถนำมาใช้กับถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ปลูกโดยมีวัชพืชใบกว้าง

ตารางที่ 6 ค่าจริงและค่าทำนายการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาณ 9

| การเจริญเติบโต/ผลผลิต | ค่าจริง | ค่าทำนาย | ความแตกต่าง (%) | ผลการทดสอบ* |
|-------------------------|---------|----------|--------------------|-------------|
| ระยะออกดอก R1 (วัน) | 26 | 27 | 3.8 | สอดคล้อง |
| ระยะเกิดฝักแรก R4 (วัน) | 48 | 47 | 2.1 | สอดคล้อง |
| ระยะฝักเต็ม R6 (วัน) | 61 | 59 | 3.3 | สอดคล้อง |
| ระยะสุกแก่ (วัน) | 100 | 101 | 1.0 | สอดคล้อง |
| ผลผลิต (กก./ไร่) | 3274 | 3299 | 0.8 | สอดคล้อง |
| ดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด | 5.51 | 5.53 | 0.4 | สอดคล้อง |
| น้ำหนักต้นถั่ว(กก./ไร่) | 8652 | 9463 | 9.4 | สอดคล้อง |

* ต่างกันไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ถือว่าสอดคล้องกัน

ตารางที่ 7 สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตถั่วลิสงกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงและกับองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสง

| ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์และองค์ประกอบผลผลิต | ดัชนีสหสัมพันธ์ |
|--|---------------------|
| ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ | 0.996 ^{**} |
| ดัชนีพื้นที่ใบ | 0.991 ^{**} |
| น้ำหนักต้น | 0.997 ^{**} |
| ความสูงทรงพุ่ม | -0.722 |
| จำนวนกิ่งต่อต้น | 0.910 [*] |
| จำนวนฝักต่อต้น | 0.997 ^{**} |
| น้ำหนัก 100 เมล็ด | 0.217 |
| เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือก | 0.303 |

* มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

** มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

ตารางที่ 8 ค่าจริงและค่าทำนายของการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงภายใต้สภาพที่มีวัชพืช
ใบกว้างในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ

| | ค่าจริง | ค่าทำนาย | ความแตกต่าง (%) | ผลการทดสอบ |
|--|---------|----------|--------------------|-------------|
| 1. วัชพืชขึ้นรบกวนที่ 25 เปอร์เซ็นต์ | | | | |
| ผลผลิต (กก./เฮกตาร์) | 1135 | 1161 | 2.3 | สอดคล้อง |
| ดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด | 4.06 | 4.45 | 9.6 | สอดคล้อง |
| น้ำหนักต้นถั่ว (กก./เฮกตาร์) | 4637 | 4782 | 3.1 | สอดคล้อง |
| 2. วัชพืชขึ้นรบกวนที่ 50 เปอร์เซ็นต์ | | | | |
| ผลผลิต (กก./เฮกตาร์) | 1204 | 1292 | 7.3 | สอดคล้อง |
| ดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด | 4.12 | 4.20 | 1.9 | สอดคล้อง |
| น้ำหนักต้นถั่ว (กก./เฮกตาร์) | 4685 | 4941 | 5.5 | สอดคล้อง |
| 3. วัชพืชขึ้นรบกวนที่ 75 เปอร์เซ็นต์ | | | | |
| ผลผลิต (กก./เฮกตาร์) | 950 | 971 | 2.2 | สอดคล้อง |
| ดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด | 3.95 | 3.76 | 4.8 | สอดคล้อง |
| น้ำหนักต้นถั่ว (กก./เฮกตาร์) | 4542 | 4874 | 7.3 | สอดคล้อง |
| 4. วัชพืชขึ้นรบกวนที่ 100 เปอร์เซ็นต์ | | | | |
| ผลผลิต (กก./เฮกตาร์) | 1009 | 1076 | 6.6 | สอดคล้อง |
| ดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด | 4.22 | 3.70 | 12.3 | ไม่สอดคล้อง |
| น้ำหนักต้นถั่ว (กก./เฮกตาร์) | 4644 | 5071 | 9.2 | สอดคล้อง |

* ต่างกันไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ถือว่าสอดคล้องกัน

ขึ้นรบกวนในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กันได้เป็นอย่างดี โดยสามารถใช้ข้อมูลเฉพาะของ ปริมาตรรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงที่เกิดจากการบดบังแสงของวัชพืชใบกว้างเป็นตัวบ่งชี้ สภาพการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศเป็นข้อมูลนำเข้าในชุดคำสั่ง WCALC เช่นกัน

2.3 ผลกระทบของความหนาแน่นวัชพืชใบกว้างต่อผลผลิตถั่วลิสง

2.3.1 ผลผลิตถั่วลิสงจากการวัดได้จริงในสนาม ผลผลิตถั่วลิสงลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อมีวัชพืชใบกว้างขึ้นแก่งแย่งแข่งขัน (ตารางภาคผนวกที่ 10) แปลงที่ปราศจากวัชพืชให้ผลผลิต 3274 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ผลผลิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความหนาแน่นวัชพืช 25 เปอร์เซ็นต์ คือผลผลิตลดลงเหลือ 1135 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ แต่ระหว่างความหนาแน่นวัชพืชที่ระดับ 25-100 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลให้เกิดความแตกต่างของผลผลิตถั่วลิสงทางสถิติ (ตารางที่ 9) ความหนาแน่นวัชพืชใบกว้างกับผลผลิตถั่วลิสงในสภาพการปลูกฤดูกลางปี แสดงความสัมพันธ์เชิงรีเกรซชันได้เป็นกราฟเส้นโค้งแบบ คอตราคติก (ตารางภาคผนวกที่ 11) ดังสมการที่สามารถแสดงได้ดังนี้

$$Y = 3039.25 - 65.403X + 0.465X^2 ; r^2 = 0.843$$

เมื่อ Y คือผลผลิตถั่วลิสงหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และ X คือความหนาแน่นวัชพืชใบกว้างหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

2.3.2 ผลผลิตถั่วลิสงจากการทำนายของแบบจำลอง PNUIGRO เมื่อนำข้อมูลนำเข้าเกี่ยวกับดิน ฟ้า ภูมิอากาศและการจัดการในแปลงทดลองป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้แบบจำลอง PNUIGRO คำนวณการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงในแต่ละหน่วยการทดลองจากตารางที่ 9 แปลงที่ปราศจากวัชพืชรบกวนให้ผลผลิต 3299 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ผลผลิตถั่วลิสงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความหนาแน่นวัชพืช 25 เปอร์เซ็นต์ คือผลผลิตลดลงเหลือ 1161 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ แต่ความหนาแน่นวัชพืชใบกว้างที่ระดับ 25 - 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลให้เกิดความแตกต่างของผลผลิตถั่วลิสงในทางสถิติ ความหนาแน่นวัชพืชใบกว้างกับผลผลิตถั่วลิสงจากการทำนายของแบบจำลอง PNUIGRO เมื่อมีข้อมูลนำเข้าตามสภาพการปลูกของฤดูกาลนี้ สามารถแสดงความสัมพันธ์เชิงรีเกรซชันได้เป็นกราฟเส้นโค้งแบบ คอตราคติก ดังสมการ

ตารางที่ 9 ผลกระทบของระดับความหนาแน่นวัชพืชใบกว้างที่มีต่อผลผลิตถั่วลิสง

| ความหนาแน่นวัชพืช (%) | ผลผลิต | | การลดลงของผลผลิต | |
|--------------------------|----------------------|----------|------------------|----------|
| | ค่าจริง | ค่าทำนาย | ค่าจริง | ค่าทำนาย |
| | ---กก. ต่อเฮกตาร์--- | | -----%----- | |
| 0 | 3274a | 3299a | 0 | 0 |
| 25 | 1135b | 1161b | 65.3 | 64.8 |
| 50 | 1204b | 1292b | 63.2 | 60.8 |
| 75 | 950b | 971b | 70.9 | 70.6 |
| 100 | 1009b | 1076b | 67.4 | 69.4 |
| cv(%) | 12.6 | 9.5 | ---- | ---- |

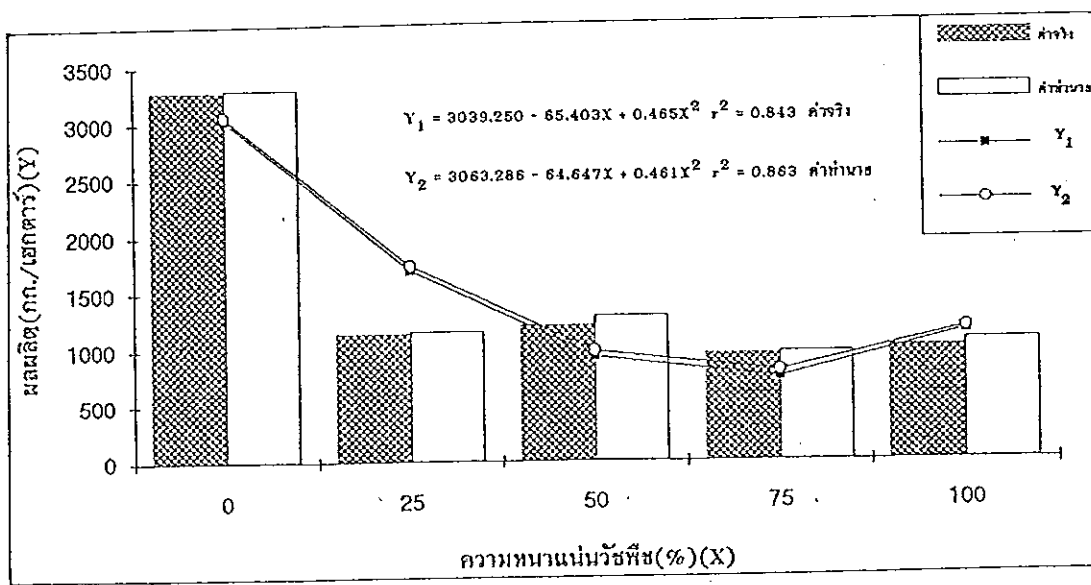
เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อไม่ได้ 0.05 ผลผลิตที่ตามด้วยพยัญชนะเดียวกัน จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$$Y = 3063.286 - 64.647X + 0.461X^2; r^2 = 0.863$$

เมื่อ Y คือผลผลิตถั่วลิสงจากการทำนายของแบบจำลอง PNU1GRO หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อเฮกตาร์
X คือความหนาแน่นวัชพืชใบกว้างหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

เปรียบเทียบผลผลิตถั่วลิสงที่ได้จากการวัดได้จริง ในสนามกับผลผลิตที่ทำนายโดยแบบจำลอง PNU1GRO พบว่าผลผลิตที่ได้จากแบบจำลอง ในแปลงที่ปราศจากวัชพืชรบกวนมีความแตกต่างจากการวัดได้จริง 0.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแปลงที่มีวัชพืชใบกว้างขึ้นรบกวน 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ก็มีความแตกต่างไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ นำมาเปรียบเทียบเป็นกราฟได้ดังในภาพที่ 3

2.3.2 ระดับความหนาแน่นวิกฤตของวัชพืช จากตารางที่ 9 ผลผลิตถั่วลิสงที่วัดได้จริง ในสนามลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ความหนาแน่นวัชพืช 25 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าการลดลงของผลผลิตในระดับวิกฤตจะเกิดขึ้นที่ระดับความหนาแน่นวัชพืชไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์ความต่างของผลผลิตโดยใช้ LSD ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าผลผลิตที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญคือ 294 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้ได้ผลผลิตวิกฤตที่ 2745 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (ตารางภาคผนวกที่ 12) ซึ่งเมื่อนำค่าผลผลิตวิกฤตนี้ไปแทนค่าในสมการของผลผลิตที่วัดได้จริง หรือนำไปประเมินโดยใช้เส้นกราฟสหสัมพันธ์เชิงรีเกรสชัน (ภาพที่ 4) ก็จะได้ค่าความหนาแน่นวัชพืชในระดับวิกฤตที่ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ของสภาพไม่กำจัดวัชพืช



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบผลผลิตข้าวที่วัดได้จริงในสนามกับที่ได้จากการทำนายโดยแบบจำลอง ในสภาพที่มีวัชพืชใบกว้างขึ้นบริเวณที่ระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน

บทที่ 4

วิจารณ์

จากผลการทดลองนี้ ซึ่งเป็นการทดลองในสภาพที่นาในระบบชลประทาน พบว่าวัชพืชที่แพร่ระบาดอย่างกว้างขวางในการปลูกถั่วลิสงก่อนนาในภาคใต้นี้ สอดคล้องกับผลการทดลองของ ปาวิชาติ ธัญลักษณ์กุล (2523) ซึ่งเป็นการทดลองในสภาพก่อนนาในระบบเกษตรน้ำฝน อย่างไรก็ตาม ชนิดของวัชพืชในกว้างที่พบระบาดในแปลงถั่วลิสง ที่ปลูกในนาข้าวภายใต้สภาพระบบเกษตรทั้งสองระบบนี้มีความแตกต่างกัน กล่าวคือในระบบเกษตรน้ำฝนวัชพืชในกว้างที่พบส่วนใหญ่เป็นจำพวกเสี้ยน มีความสูงประมาณ 90 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าถั่วลิสง ในขณะที่ผลจากการศึกษา^๕ ซึ่งทดลองในระบบเกษตรชลประทาน พบว่าวัชพืชในกว้างส่วนใหญ่เป็นจำพวกโพงเทง มีความสูงในระยะ 60 วันหลังปลูกถั่วลิสง โดยเฉลี่ยประมาณ 94 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าทรงพุ่มถั่วลิสง ในทุก ๆ ระดับความหนาแน่นของวัชพืช และจากการที่วัชพืชในกว้างมีความสูงมากกว่าวัชพืชเช่นนี้ การแข่งขันเพื่อปัจจัยแสงกับถั่วลิสงในลักษณะการบดบังแสงจึงเกิดขึ้นอย่างรุนแรง ส่วนจะรุนแรงเพียงใต้นั้นขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ที่ใบของวัชพืช ซึ่งในกรณีนี้ต้นพันธุ์ที่ใบของวัชพืชมีค่าสูงที่สุดที่วัชพืชมีความหนาแน่น 100 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสง แต่ได้ทรงพุ่มวัชพืช ก็พบว่าปริมาณค่อนข้างต่ำที่ระดับความหนาแน่นวัชพืช 100 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน

ผลที่เกิดจากการแก่งแย่งแข่งขันทำให้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงลดลงอย่างมีนัยสำคัญในทุกระดับความหนาแน่น และผลผลิตถั่วลิสงลดลงอย่างมีนัยสำคัญในทุกวิธีการทดลอง และเมื่อใช้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงที่วัดได้เป็นข้อมูลนำเข้าในชุดคำสั่ง PHOTIN ในแบบจำลอง PNUFGRO โดยใช้ลักษณะประจำพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ปรับค่าโดยเปรียบเทียบกับลักษณะประจำพันธุ์ของพันธุ์ Starr, Florunner และพันธุ์ Florigiant ผลจากการทำนายของแบบจำลอง ผลผลิตถั่วลิสงลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบแบบจำลอง SOYWEED ของ Wilkerson และคณะ (1990) ที่

รายงานว่ หากถั่วเหลืองต้องแข่งขันกับวัชพืชในกว้างที่มีทรงพุ่มสูงกว่าต้นถั่ว ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่วัดได้เหนือทรงพุ่มต้นถั่วจะลดลงและจะมีผลให้ผลผลิตลดลงด้วย

เมื่อเปรียบเทียบผลต่างของผลผลิตที่ได้จากการทำนายโดยแบบจำลองกับที่วัดได้จริงในสนาม หรือความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองทั้ง 5 วิธีการทดลอง คือ ปราศจากวัชพืชรบกวน มีวัชพืชในกว้างรบกวน 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ของสภาพไม่กำจัดวัชพืชในกว้างเลย พบว่าเปอร์เซ็นต์ผลต่างของผลผลิตระหว่างการทำนายและวัดได้จริงในสนามมีค่าเท่ากับ 0.8, 2.3, 7.3, 2.2 และ 6.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงการตอบสนองของแบบจำลอง PNUFGRO ต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ในการทดสอบแบบจำลองนี้ ผลผลิตถั่วลันเตาในสภาพที่มีการแก่งแย่งแข่งขันในการรับแสงกับวัชพืชในกว้าง เมื่อปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ลดลง ผลผลิตของถั่วลันเตาอย่างมีนัยสำคัญ และแบบจำลองสามารถที่บอกได้ว่าการลดลงของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เกิดขึ้นช่วงไหนของการเจริญเติบโตของถั่วลันเตาจึงมีผลกระทบต่อผลผลิตของถั่วลันเตามากกว่ากัน (ภาพที่ 2 และ ตารางภาคผนวกที่ 2 - 5) ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ของวิธีการทดลองที่ 2 ถึง 5 มีค่าเฉลี่ย 9.8, 9.9, 9.8 และ 9.7 เมกกะจูลต่อตารางเมตร (ตารางที่ 2) แบบจำลองทำนายผลผลิตในวิธีการทดลองที่ 2 ไว้เท่ากับ 1161 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ แต่ในวิธีการทดลองที่ 4 ซึ่งมีปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ย 9.8 เมกกะจูลต่อตารางเมตร แบบจำลองทำนายผลผลิตได้ 971 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ถ้าหากการลดลงของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์มีผลกระทบต่อผลผลิตของทั้งสองวิธีการได้เท่ากัน ก็ควรมีผลผลิตเท่ากันทั้งสองวิธีการทดลอง ทั้งจากการทำนายของแบบจำลองและวัดได้จริงในสนาม แต่เมื่อดูจากข้อมูลปริมาณรังสีดวงอาทิตย์รายวัน (ภาพที่ 2 และ ตารางภาคผนวกที่ 2 และ 4) จะเห็นได้ว่าในวิธีการทดลองที่ 2 ช่วงเวลาที่ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ลดลงเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อประมาณ 50 วันหลังจากปลูก และมีปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ลดลงเหลือประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออยู่ในระยะตั้งแต่ 64 - 71 วันหลังจากปลูก ซึ่งช่วงที่มีการแก่งแย่งแข่งขันกันอย่างรุนแรงนั้นผ่านพ้น R6 หรือระยะเมล็ดขยายตัวเต็มฝักแล้ว (เฉลิมพล แซ่มเพชร และคณะ, 2530; Boote, 1982) ผลกระทบจึงน้อยกว่าวิธีการทดลองที่ 4 ที่ช่วงการมีการแก่งแย่งแข่งขันกันอย่างรุนแรงจนกระทั่งปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหลือประมาณ 1 เมกกะจูลต่อตารางเมตร อยู่ในระหว่าง 56-64 วันหลังจากปลูกซึ่งอยู่ในระยะการสร้างเมล็ดหรือ R5 และเมื่อถั่วลันเตาได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ลดลงจึงมีผลให้การสังเคราะห์แสงลดลง การเคลื่อนย้ายอาหารไปสู่เปลือกและเมล็ดก็ลดลง (สมการที่ 7, 22 และ 23) อาหารที่สังเคราะห์แสงได้

ส่วนมากจะถูกเคลื่อนย้ายไปสู่ลำต้นเพื่อแก่งแย่งแข่งขันในการรับแสงกับวัชพืช โดยพยายามยึดลำต้นให้สูงขึ้นเพื่อได้รับแสงมากขึ้น (Zamki and Ziv, 1976; Pickett, 1950) มีผลทำให้มีการแก่งแย่งอาหารส่วนที่จะเคลื่อนย้ายไปสู่เปลือกและเมล็ดด้วย

แม้ว่าค่าการเปรียบเทียบการลดลงของผลผลิตและค่าผลต่างของผลผลิตระหว่างการทำนายกับค่าที่วัดได้จริงในสนามจะมีค่าแตกต่างกันอยู่บ้าง ทั้งนี้มีสาเหตุเนื่องมาจากการขาดข้อมูลพารามิเตอร์เกี่ยวกับลักษณะประจำพันธุ์ของพันธุ์ไททาน 9 ในช่วงฝึกเต็มจนถึงช่วงสุกแก่ทางสรีรวิทยา ที่ต้องนำข้อมูลมาจากค่าพารามิเตอร์ของลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วลิสงพันธุ์ Starr, Florunner และพันธุ์ Florigiant มาใช้ทดแทน ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบแบบจำลองของ วิถีมณีวรรณ (2533) ที่พบว่า การขาดพารามิเตอร์ของลักษณะประจำพันธุ์เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การทำนายผลผลิตของแบบจำลองแตกต่างกับค่าที่วัดได้จริงด้วย และ Hunt (1985) รายงานว่า ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ควรได้จากการทดลองหลาย ๆ ครั้งในสภาพการปลูกที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับแต่ละพืช และที่สำคัญอีกส่วนคือ สภาพดินนาของดินชุดโคกเคียนเมื่อสภาพดินแห้งในช่วงเก็บเกี่ยว ทำให้หน้าดินแข็ง ซึ่งมีฝักบางส่วนสูญเสียไประหว่างการเก็บเกี่ยวด้วย จึงทำให้การทำนายคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง และจากการทดสอบแบบจำลอง PNU TGRO ของ Boote (1985) พบว่าการสูญหายของฝักขณะเก็บเกี่ยว ไปได้กับดินมีถึง 6.8 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามแบบจำลอง PNU TGRO ได้แสดงให้เห็นว่าการตอบสนองของแบบจำลองต่อสภาพการปลูกถั่วลิสงก่อนนาในจังหวัดพัทลุงที่เปลี่ยนแปลงไปได้อย่างใกล้เคียง

ระดับความหนาแน่นวิกฤต (threshold level) ของวัชพืชใบกว้างในแปลงถั่วลิสงของการศึกษานี้ ซึ่งเป็นผลจากการทดลองในระบบเกษตรชลประทานอยู่ในระดับประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการรายงานผลการทดลองของ ปาริชาติ ธัญลักษณ์กุล (2533) ที่ทดลองในระบบเกษตรน้ำฝน พบว่าความหนาแน่นวิกฤตของวัชพืชจำพวกสังข์อยู่ในระดับประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ การมีความหนาแน่นวิกฤตในระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ และกราฟของผลผลิตเป็นกราฟเส้นโค้ง (ภาพที่ 4) ซึ่งให้เห็นว่าการแก่งแย่งแข่งขันเป็นไปอย่างรุนแรงจนทำให้ผลผลิตถั่วลิสงลดลง แม้แต่ที่ความหนาแน่นวัชพืชไม่มากนัก ลักษณะเช่นนี้เกิดขึ้นเมื่อสภาพแวดล้อมมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของวัชพืชมากกว่าหรือใกล้เคียงกันกับถั่วลิสง

เนื่องจากการทดสอบนี้ บางส่วนได้ใช้ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ที่ปรับปรุงจากถั่วลิสงพันธุ์ Starr, Florunner และพันธุ์ Florigiant ของสหรัฐอเมริกา ซึ่งไม่ใช่ลักษณะประจำพันธุ์ของพันธุ์ ไททาน 9 จากการวัดในแปลงทดลอง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึง

ลักษณะประจำพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน ๑ ที่ปลูกในประเทศไทย และหาค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องใช้ในแบบจำลอง เพื่อปรับปรุงแบบจำลองให้สามารถทำนายศักยภาพของผลผลิตภายใต้สภาพการแก่งแย่งแข่งขันกับวัชพืชได้แม่นยำยิ่งขึ้น ตลอดจนการทำนายการเจริญเติบโตและผลผลิตของพันธุ์นั้น ๆ เมื่อนำไปทดสอบในสภาพการปลูกแหล่งอื่น ซึ่งอาจจะมีสภาพแวดล้อมและการจัดการที่แตกต่างกันต่อไป

บทที่ 5

บทสรุป

ผลจากการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. วัสดุที่พบมากในการปลูกถั่วลิสงในนาข้าวภายใต้ระบบเกษตรชลประทาน เป็นวัสดุใบกว้างจำพวกโทงเทง ซึ่งมีความสูง โดยเฉลี่ยประมาณ 94 เซนติเมตร และสูงกว่าถั่วลิสง ทำให้สามารถแข่งขันเพื่อปัจจัยแสงกับถั่วลิสงอย่างรุนแรง โดยเฉพาะที่วัสดุที่มีความหนาแน่น 100 เปอร์เซ็นต์
2. แบบจำลอง PNUFGRO สามารถนำมาใช้ในการประเมินผลกระทบของวัสดุ โดยเฉพาะวัสดุใบกว้างในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน ต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในนาข้าวก่อนการทำนา โดยการใช้ปัจจัยแสง ซึ่งวัดได้จากได้ทรงนูนวัสดุ เป็นตัวแปร
3. ความสัมพันธ์เชิงรีเกรสชันระหว่างผลผลิตของถั่วลิสงกับความหนาแน่นวัสดุใบกว้างในการผลิตถั่วลิสงก่อนนาในระบบเกษตรชลประทาน จะเป็นไปในลักษณะกราฟเส้นโค้ง คือมีผลกระทบอย่างรุนแรง โดยมีค่า $Y = 3039.251 - 65.403X + 0.465 X^2$ ค่า $r^2 = 0.843$ และมีระดับการแข่งขันวิกฤตที่วัสดุที่มีความหนาแน่นประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2530. รายงานการสำรวจดินจังหวัดพัทลุง. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2533. คำอธิบายชุดดินโดยย่อของ 14 จังหวัดภาคใต้. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2524. การปลูกถั่วลิสง. คำแนะนำที่ 5 กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เฉลิมพล แซ่มเพชร, โกศล เม่งอำนัน, สมจิต ใจดี และ นรานุช ทองเต็ม. 2530. การศึกษาระยะการเจริญของถั่วลิสง. รายงานสัมมนาเรื่องงานวิจัยถั่วลิสง ครั้งที่ 6 ณ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 18-20 มีนาคม 2530. หน้า. 323 - 326.

ประวิตร โสภโณตร. 2534. การสังเคราะห์แสง. เอกสารประกอบการบรรยายวิชา สรีรวิทยาการผลิตพืช. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประเสริฐ ชิตวงศ์. 2532. วัชพืชและการป้องกันกำจัด. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปาริชาติ ัญญลักษณ์กุล. 2533. การแก่งแย่งแข่งขันและการควบคุมกำจัดวัชพืชในถั่วลิสงในภาคใต้. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิถี มณีวรรณ. 2533. การทดสอบแบบจำลองการเจริญเติบโตสำหรับการปลูกถั่วเหลืองที่ปลูก
หลังข้าวในที่ราบลุ่มเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(เกษตรศาสตร์) สาขา
วิชาปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วุฒิศักดิ์ พรหมประทาน และ พจน์ นิมพะนิตย์. 2522. การศึกษาวิธีเตรียมดินปลูกถั่วลิสงใน
นาข้าว. รายงานผลการทดลองพืชน้ำมันฤดูแล้ง พ.ศ. 2522 กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา. 2536. แบบจำลองและการจำลองระบบพืช. เอกสารประกอบการ
บรรยายในการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง แบบจำลองและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
24-28 พฤษภาคม 2536 ณ ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อรรถชัย จินตะเวช. 2536. แบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสง. ติดต่อบทส่วนตัว.
ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Aldrich, R.J. 1987. Predicting crop yield reductions form weeds.
Weed Tech. 1:199 - 206.

Boote, K.J., Gallaher, R.N., Robertson, W.K., Hinson K. and
Hammond, L.C. 1978. Effect of foliar fertilization on
photosynthesis, leaf nutrition, and yield of soybean.
Agron. J. 70:787-791.

Boote, K.J. 1982. Growth stage of peanut (Arachis hypogaea L.).
Peanut Sci. 9:35-40.

- Boote, K.J., Jones, J.W., Hoogenboom, G. and Wilkerson, G.G.
1987. PNUYGRO V1.0 : Peanut Growth and Yield Model. IBSNAT
Version. Technical Documentation. Agr. Engr. and Agron. Dept.,
Univ. of Florida, Gainesville, Florida.
- Boote, K.J., Jones, J.W., Mishoe, J.W. and Berger, R.D. 1985.
Modeling growth and yield of groundnut. pp. 234-254. In ICRISAT
(International Crops Research Institute for the Semi-Arid
Tropics). Agrometeorology of Groundnut. Proc. Internatl. Symp.
21-26 August 1985. Pataneheru, Andrapradesh.
- Charles-Edwards, D.A. 1981. The Mathematics of Photosynthesis and
Growth. Academic Press New York.
- de Wit, C.T. 1982. Simulation of living system. pp.3-7. In F.W.T.
Penning de Vries and H.H. van Laar. Simulation of Plant
Growth and Crop Production. Wageningen. : PUDOC (Centre of
Agriculture Publishing and Documentation).
- Fehr, W.R., Caviness, C.E., Burmood, D.T. and Pennington, J.S.
1971. Stage of development descriptions of soybean (Glycine
max L. Merrill). Crop Sci. 11:929-931.
- Forrestor, J.W. 1971. Principles of Systems. Wright-Allen Press,
Cambridge, Massachusettes.

Hesketh, J.D., Baker, D.N., and Duncan, W.G. 1971. Simulation of growth and yield in cotton: Respiration and the carbon balance. *Crop Sci.* 11:394-398.

Hunt, L.A. 1985. Genetics Coefficients and Crop Growth Models. Dept. of Crop Sci., Univ. of Guelph, Guelpe, Ontario.

International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer Project. 1986. Decision Support System for Agrotechnology Tranfer (DSSAT). Level 1:User's Guide for the Minimum Data Set Entry. Version 1.1. IBSNAT Technical Report 1. Dept.of Agron. and Soil Sci., College of Trop. Agr. and Human Resources, Univ. Hawaii.

International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer Project. 1988. Experimental Design and Data Collection Procedures IBSNAT. The Minimum Data Set for Systems Analysis and Crop Simulation. Forms to Technical Report 1, Third Edition. Dept.of Agron. and Soil Sci., College of Trop. Agr. and Human Resources, Univ. Hawaii.

Jone, C.A., Ritchie, J.T., Kiniry, J.R., Godwin, D.C. and Otter, S.I. 1984. The ceres wheat and maize model. pp. 95-100. In ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.) Proc. Internatl. Symp. on Minimum Data Sets for Agrotechnology Transfer, 21-26 March 1983. Patancheru. : ICRISAT Center.

- Jone, J.W., Boote, K.J. and Misshoe, J.W. 1985. Soybean crop modeling for production system analysis. pp.1066-1073. In R. Shibles. World Soybean Research Conference 111: Proceedings. Westview Press/Boulder and London.
- Jongkaewattana, S., Jintrawet, A., Mankeb, P. and Sangchayoswat, S. 1992. A decision support for resources optimization in rice production in the north and northeastern Thailand. Paper presented in the First Asian Crop Science Conference and the XXXth Anniversary Symposium of the Korean Society of Crop Science. 24-28 September 1992. Olympic Youth Hotel, Seoul.
- McCree, K.J. 1974. Equations for the rate of dark respiration of white clover and grain sorghum as functions of dry weight, photosynthetic rate, and temperature. Crop Sci. 14:509-514.
- Penning de Vries, F.W.T. and van Keulen, N.C. 1986. Systems analysis and simulation for rice production. In Simulation of Growth of Annual Crops. Training Course. "Implementation of systems analysis and simulation for rice production" Spring 1986, Wageningen.
- Penning de Vries, F.W.T. 1982. System analysis and models of crop growth. pp. 9-19. In F.W.T. Penning de Vries and H.H. van ar. Simulation of plant Growth and Crop Production. Wageningen. : PUDOC (Centre of Agriculture Publishing and Documentation).

- Pickett, T.A. 1950. Composition of developing peanut seed. *Plant Physiol.* 25:210-214.
- Rachie, K.O. and Roberts, L.M. 1974. Grain legumes of the lowland tropics. *Adv. Agron.* 26:1-132.
- Royal Irrigation Department. 1986. Soil series map. Royal Irrigation Department, Ministry of Agriculture and Cooperative.
- Sadasivum, R., Mohandass, S. and Arjunan, A. 1989. Simulation of yield potential on rice cultivars. pp. 27. In The International Rice Research Institute (IRRI). *International Rice Research Newsletter.* 14:4 (August 1989).
- Stoller, E.W. and Wooley, J.T. 1985. Competition for light by broadleaf weeds in soybeans (Glycine max). *Weed Sci.* 33 : 199 - 202.
- Wiles, L.J. and Wilkerson, G.G. 1991. Modeling competition for light between soybean and broadleaf weeds. *Agri. Systems* 35 : 37 - 51.
- Wilkerson, G.G. 1993. Weed modeling. Personal contact. Agr. Engr. Dept., Univ. of Florida, Gainesville, Florida.
- Wilkerson, G.G., Jones, J.W., Boote, K.J. and Mishoe, J.W. 1985. SOYGRO V5.0: Soybean Crop Growth and Yield Model. Unpublished document. Agr. Engr. Dept., Univ. of Florida, Gainesville, Florida.

- Wilkerson, G.G., Jones, J.W., Boote, K.J., Ingram K.T. and Mishoe, J.W. 1983. Modeling soybean growth for crop management. Trans. ASAE. 26:63-73.
- Wilkerson, G.G., Jones, J.W., Coble H.D. and Gunsolus, J.L. 1990. SOYWEED: A simulation model of soybean and weed growth and competition. Agron. J. 82:1003-1010.
- Zamski, E. and Ziv, M. 1976. Pod formation and its geotropic orientation in the peanut (Arachis hypogaea L.) in relation to light and mechanical stimulus. Ann. Bot. 40:631-636.
- Zimdahl, R. L. 1980. Weed-Crop Competition-A Review. Intl. plant Prot. Cent., Oregon State University, Corvallis, OR.
-

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ข้อมูลนำเข้าด้านภูมิอากาศในแฟ้มข้อมูล 99PT0108.W93 ที่ใช้กับ
แปลงถั่วลิสงที่ปราศจากวัชพืชรบกวน

Variable Name Fortran Format Description

Format for all lines of weather data

| Variable Name | Fortran Format | Description |
|---------------|----------------|--|
| STATW | A2 | Code for weather station ID. |
| IYR | 1X,I2 | Year for which weather data is being read. |
| JUL | 1X,I3 | Julian date of weather record in data file. |
| SOLRAD | 1X,F5.2 | Daily total solar radiation, MJ/m ² |
| XTMAX | 1X,F5.1 | Daily value of maximum air temperature, °C. |
| XTMIN | 1X,F5.1 | Daily value of minimum air temperature, °C. |
| XRAIN | 1X,F5.1 | Daily total precipitation, mm/day. |

| | | | | | |
|-------|----|-------|------|------|-----|
| PT 93 | 1 | 19.01 | 29.5 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 2 | 21.73 | 30.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 3 | 21.99 | 30.0 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 4 | 19.07 | 30.0 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 5 | 21.21 | 30.0 | 25.0 | .5 |
| PT 93 | 6 | 21.12 | 30.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 7 | 21.62 | 29.5 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 8 | 19.75 | 30.3 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 9 | 21.44 | 30.5 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 10 | 21.47 | 30.7 | 25.0 | 3.6 |
| PT 93 | 11 | 20.43 | 30.5 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 12 | 21.89 | 30.4 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 13 | 22.28 | 30.3 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 14 | 20.76 | 30.8 | 22.0 | .0 |
| PT 93 | 15 | 19.36 | 30.5 | 22.5 | 1.6 |
| PT 93 | 16 | 20.11 | 31.0 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 17 | 20.63 | 31.0 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 18 | 21.63 | 30.5 | 25.5 | .3 |
| PT 93 | 19 | 19.50 | 30.5 | 23.8 | .0 |
| PT 93 | 20 | 19.18 | 30.3 | 23.7 | .0 |
| PT 93 | 21 | 18.97 | 30.4 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 22 | 13.45 | 31.2 | 23.5 | .0 |

| | | | | | |
|-------|----|-------|------|------|------|
| PT 93 | 23 | 16.02 | 30.7 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 24 | 14.60 | 30.0 | 22.5 | 14.2 |
| PT 93 | 25 | 19.12 | 30.6 | 23.5 | .3 |
| PT 93 | 26 | 21.23 | 30.6 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 27 | 12.25 | 30.5 | 24.0 | 15.7 |
| PT 93 | 28 | 12.52 | 26.5 | 23.0 | 29.5 |
| PT 93 | 29 | 12.30 | 25.5 | 21.5 | 1.8 |
| PT 93 | 30 | 21.41 | 29.0 | 21.2 | 5.1 |
| PT 93 | 31 | 18.75 | 28.4 | 21.0 | .3 |
| PT 93 | 32 | 21.62 | 29.5 | 20.0 | 15.2 |
| PT 93 | 33 | 10.19 | 28.0 | 22.0 | 7.1 |
| PT 93 | 34 | 16.77 | 30.0 | 22.0 | .1 |
| PT 93 | 35 | 22.25 | 31.7 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 36 | 21.31 | 29.3 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 37 | 23.09 | 29.3 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 38 | 22.89 | 29.8 | 21.0 | .0 |
| PT 93 | 39 | 23.56 | 29.8 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 40 | 22.11 | 29.8 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 41 | 23.79 | 30.2 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 42 | 20.57 | 30.2 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 43 | 21.24 | 29.8 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 44 | 22.17 | 29.6 | 22.0 | .0 |
| PT 93 | 45 | 22.21 | 30.2 | 21.8 | .0 |
| PT 93 | 46 | 22.39 | 30.0 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 47 | 22.05 | 30.5 | 22.0 | .0 |
| PT 93 | 48 | 23.62 | 30.5 | 22.4 | .0 |
| PT 93 | 49 | 24.55 | 31.0 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 50 | 24.09 | 30.5 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 51 | 23.24 | 30.5 | 20.7 | .0 |
| PT 93 | 52 | 21.11 | 29.5 | 21.2 | .0 |
| PT 93 | 53 | 24.35 | 31.2 | 21.0 | .0 |
| PT 93 | 54 | 24.78 | 30.6 | 19.4 | .0 |
| PT 93 | 55 | 24.05 | 30.7 | 19.4 | .0 |
| PT 93 | 56 | 25.12 | 32.6 | 19.6 | .0 |
| PT 93 | 57 | 24.65 | 31.5 | 22.2 | .0 |
| PT 93 | 58 | 22.89 | 31.7 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 59 | 24.47 | 31.5 | 22.9 | .0 |
| PT 93 | 60 | 22.83 | 31.5 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 61 | 20.28 | 30.8 | 25.7 | .0 |
| PT 93 | 62 | 22.90 | 30.8 | 21.6 | .0 |
| PT 93 | 63 | 23.19 | 31.0 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 64 | 23.36 | 31.3 | 20.6 | .0 |
| PT 93 | 65 | 23.13 | 31.6 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 66 | 20.04 | 31.9 | 22.4 | 20.1 |
| PT 93 | 67 | 16.94 | 30.5 | 23.0 | 8.8 |
| PT 93 | 68 | 22.44 | 31.0 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 69 | 22.73 | 30.8 | 25.8 | .0 |
| PT 93 | 70 | 18.45 | 30.8 | 25.4 | .7 |
| PT 93 | 71 | 19.90 | 31.0 | 26.0 | .4 |
| PT 93 | 72 | 16.27 | 31.2 | 25.0 | 21.4 |
| PT 93 | 73 | 14.71 | 29.6 | 23.0 | 33.8 |
| PT 93 | 74 | 12.11 | 29.4 | 23.6 | 17.7 |
| PT 93 | 75 | 20.25 | 30.6 | 24.0 | 5.0 |
| PT 93 | 76 | 15.81 | 30.5 | 23.5 | 6.8 |
| PT 93 | 77 | 18.19 | 32.0 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 78 | 13.48 | 29.6 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 79 | 12.44 | 29.5 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 80 | 14.68 | 30.1 | 23.6 | 6.7 |
| PT 93 | 81 | 12.20 | 29.0 | 24.0 | 3.1 |
| PT 93 | 82 | 23.78 | 30.7 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 83 | 23.00 | 31.2 | 24.8 | .0 |
| PT 93 | 84 | 24.06 | 30.7 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 85 | 23.55 | 31.5 | 22.4 | .0 |
| PT 93 | 86 | 23.82 | 32.2 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 87 | 24.09 | 32.8 | 23.3 | .0 |
| PT 93 | 88 | 23.44 | 32.2 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 89 | 23.71 | 32.8 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 90 | 24.50 | 32.6 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 91 | 23.45 | 32.5 | 23.6 | .0 |

| | | | | |
|-----------|-------|------|------|-------|
| PT 93 92 | 20.56 | 32.6 | 23.5 | .0 |
| PT 93 93 | 24.64 | 33.7 | 23.0 | .0 |
| PT 93 94 | 24.37 | 34.1 | 23.6 | .0 |
| PT 93 95 | 24.11 | 34.2 | 23.8 | .0 |
| PT 93 96 | 22.40 | 34.5 | 24.2 | .0 |
| PT 93 97 | 24.89 | 33.4 | 23.5 | .0 |
| PT 93 98 | 24.10 | 33.5 | 23.6 | .0 |
| PT 93 99 | 23.44 | 33.2 | 26.5 | .0 |
| PT 93 100 | 19.76 | 33.2 | 25.6 | .0 |
| PT 93 101 | 17.92 | 32.5 | 24.0 | .0 |
| PT 93 102 | 13.47 | 29.5 | 23.0 | 8.1 |
| PT 93 103 | 12.29 | 29.5 | 23.0 | 128.2 |
| PT 93 104 | 12.28 | 24.5 | 22.5 | 52.8 |
| PT 93 105 | 15.55 | 30.3 | 23.0 | 30.9 |
| PT 93 106 | 20.50 | 30.7 | 23.0 | 17.7 |
| PT 93 107 | 17.10 | 31.6 | 23.8 | 1.1 |
| PT 93 108 | 20.35 | 31.7 | 23.5 | .4 |
| PT 93 109 | 20.33 | 32.4 | 23.3 | .9 |
| PT 93 110 | 22.01 | 32.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 111 | 22.13 | 32.4 | 25.0 | .2 |
| PT 93 112 | 22.11 | 32.7 | 25.3 | .0 |
| PT 93 113 | 23.65 | 32.3 | 25.0 | .0 |
| PT 93 114 | 25.19 | 32.1 | 24.5 | .0 |
| PT 93 115 | 23.74 | 32.1 | 23.5 | .0 |
| PT 93 116 | 24.89 | 32.1 | 23.5 | .0 |
| PT 93 117 | 22.80 | 32.0 | 23.0 | .0 |
| PT 93 118 | 22.52 | 31.8 | 23.5 | .0 |
| PT 93 119 | 21.85 | 34.0 | 25.5 | 18.0 |
| PT 93 120 | 22.09 | 35.6 | 22.5 | .0 |
| PT 93 121 | 23.61 | 33.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 122 | 22.05 | 33.6 | 24.6 | .0 |
| PT 93 123 | 22.41 | 32.8 | 25.0 | .0 |
| PT 93 124 | 24.82 | 33.2 | 24.0 | .0 |
| PT 93 125 | 24.28 | 33.3 | 24.0 | .0 |
| PT 93 126 | 22.98 | 33.7 | 24.6 | .0 |
| PT 93 127 | 25.00 | 34.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 128 | 24.59 | 33.3 | 24.0 | .0 |
| PT 93 129 | 21.25 | 33.9 | 24.3 | .0 |
| PT 93 130 | 21.99 | 34.4 | 24.0 | 1.2 |
| PT 93 131 | 22.09 | 33.3 | 24.2 | .0 |
| PT 93 132 | 20.30 | 33.4 | 23.0 | 11.1 |
| PT 93 133 | 20.65 | 32.7 | 23.4 | .0 |
| PT 93 134 | 20.63 | 32.7 | 25.2 | 5.8 |
| PT 93 135 | 15.43 | 32.2 | 24.0 | .0 |
| PT 93 136 | 18.32 | 32.7 | 24.6 | .0 |
| PT 93 137 | 18.42 | 32.8 | 23.4 | .0 |
| PT 93 138 | 17.90 | 32.2 | 24.0 | .2 |
| PT 93 139 | 16.25 | 32.2 | 23.4 | 30.1 |
| PT 93 140 | 20.00 | 32.6 | 24.0 | 7.2 |
| PT 93 141 | 19.35 | 32.0 | 24.6 | .0 |
| PT 93 142 | 19.83 | 32.5 | 25.0 | 23.1 |
| PT 93 143 | 19.69 | 32.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 144 | 22.04 | 33.5 | 24.2 | .0 |
| PT 93 145 | 18.65 | 33.0 | 24.5 | 7.7 |
| PT 93 146 | 21.12 | 33.2 | 24.2 | 2.3 |
| PT 93 147 | 18.36 | 32.5 | 24.4 | 6.6 |
| PT 93 148 | 22.32 | 33.2 | 24.6 | .0 |
| PT 93 149 | 24.04 | 33.6 | 24.6 | .0 |
| PT 93 150 | 19.93 | 34.1 | 24.5 | .0 |
| PT 93 151 | 20.65 | 33.8 | 25.8 | .0 |
| PT 93 152 | 22.86 | 33.9 | 24.2 | 20.4 |
| PT 93 153 | 21.36 | 33.2 | 23.7 | .0 |
| PT 93 154 | 24.06 | 33.7 | 25.1 | .0 |
| PT 93 155 | 18.36 | 33.2 | 24.7 | .0 |
| PT 93 156 | 18.97 | 32.6 | 25.2 | .0 |
| PT 93 157 | 19.45 | 33.2 | 24.3 | 12.8 |
| PT 93 158 | 20.42 | 32.9 | 23.8 | 1.2 |
| PT 93 159 | 16.47 | 32.7 | 24.0 | .0 |
| PT 93 160 | 16.34 | 31.8 | 24.7 | .0 |

| | | | | |
|-----------|-------|------|------|------|
| PT 93 161 | 19.40 | 33.4 | 24.2 | 1.6 |
| PT 93 162 | 13.50 | 30.6 | 24.0 | 25.0 |
| PT 93 163 | 14.23 | 32.5 | 22.2 | .0 |
| PT 93 164 | 22.68 | 33.7 | 24.2 | .0 |
| PT 93 165 | 17.89 | 32.9 | 25.7 | .0 |
| PT 93 166 | 20.95 | 33.6 | 23.8 | .0 |
| PT 93 167 | 21.55 | 34.0 | 24.0 | .0 |
| PT 93 168 | 19.71 | 34.7 | 24.2 | 8.5 |
| PT 93 169 | 11.75 | 31.6 | 24.1 | .0 |
| PT 93 170 | 11.87 | 32.4 | 24.7 | 11.8 |
| PT 93 171 | 20.31 | 33.6 | 24.1 | .0 |
| PT 93 172 | 17.49 | 33.5 | 24.4 | .0 |
| PT 93 173 | 15.65 | 33.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 174 | 16.02 | 33.0 | 23.5 | .0 |
| PT 93 175 | 19.45 | 33.5 | 23.6 | .0 |
| PT 93 176 | 20.42 | 34.5 | 23.0 | .0 |
| PT 93 177 | 16.76 | 32.2 | 23.7 | 2.4 |
| PT 93 178 | 21.16 | 34.0 | 23.7 | .0 |
| PT 93 179 | 16.03 | 32.3 | 24.8 | .2 |
| PT 93 180 | 16.88 | 32.1 | 24.0 | 7.7 |
| PT 93 181 | 21.30 | 33.0 | 23.6 | .0 |
| PT 93 182 | 17.87 | 33.4 | 24.5 | .0 |
| PT 93 183 | 18.74 | 33.2 | 23.6 | .0 |
| PT 93 184 | 19.35 | 33.0 | 23.0 | .0 |
| PT 93 185 | 14.70 | 33.5 | 23.2 | .0 |
| PT 93 186 | 22.44 | 33.6 | 23.8 | .0 |
| PT 93 187 | 13.24 | 34.5 | 24.3 | .0 |
| PT 93 188 | 14.60 | 33.6 | 23.4 | .0 |
| PT 93 189 | 18.54 | 33.6 | 23.2 | .0 |
| PT 93 190 | 17.19 | 34.2 | 22.7 | .0 |
| PT 93 191 | 22.37 | 34.6 | 23.0 | .0 |
| PT 93 192 | 16.97 | 34.6 | 23.0 | .0 |
| PT 93 193 | 18.70 | 34.7 | 23.8 | .0 |
| PT 93 194 | 21.43 | 34.4 | 22.8 | .0 |
| PT 93 195 | 13.79 | 33.1 | 23.6 | .0 |
| PT 93 196 | 11.70 | 31.1 | 24.2 | 10.8 |
| PT 93 197 | 17.15 | 33.7 | 22.6 | .0 |
| PT 93 198 | 23.97 | 33.9 | 22.3 | 7.7 |
| PT 93 199 | 22.25 | 34.0 | 22.4 | .0 |
| PT 93 200 | 22.02 | 34.4 | 23.2 | 4.5 |
| PT 93 201 | 24.40 | 34.7 | 23.9 | .0 |
| PT 93 202 | 20.20 | 34.8 | 24.7 | .0 |
| PT 93 203 | 22.82 | 34.0 | 24.3 | .0 |
| PT 93 204 | 16.49 | 33.6 | 26.2 | .0 |
| PT 93 205 | 11.90 | 29.8 | 24.5 | 1.6 |
| PT 93 206 | 17.15 | 30.6 | 22.7 | 4.9 |
| PT 93 207 | 15.29 | 33.1 | 24.0 | .0 |
| PT 93 208 | 15.93 | 32.5 | 24.6 | 1.3 |
| PT 93 209 | 12.18 | 31.0 | 23.5 | .0 |
| PT 93 210 | 19.21 | 34.5 | 23.5 | .0 |
| PT 93 211 | 17.97 | 34.5 | 24.8 | .0 |
| PT 93 212 | 24.90 | 24.7 | 35.2 | .0 |
| PT 93 213 | 22.28 | 35.2 | 23.1 | .0 |
| PT 93 214 | 14.75 | 33.0 | 21.2 | .4 |
| PT 93 215 | 15.39 | 34.2 | 22.5 | .0 |
| PT 93 216 | 20.71 | 33.7 | 23.7 | .0 |
| PT 93 217 | 14.15 | 32.7 | 24.2 | 1.8 |
| PT 93 218 | 14.04 | 33.5 | 22.6 | .0 |
| PT 93 219 | 18.86 | 34.0 | 25.0 | .0 |
| PT 93 220 | 18.75 | 34.6 | 24.2 | .0 |
| PT 93 221 | 22.58 | 34.6 | 23.5 | .0 |
| PT 93 222 | 23.11 | 35.6 | 23.4 | .0 |
| PT 93 223 | 19.95 | 35.6 | 24.6 | .0 |
| PT 93 224 | 23.53 | 34.2 | 25.0 | .0 |
| PT 93 225 | 21.00 | 34.8 | 24.0 | .0 |
| PT 93 226 | 18.46 | 34.0 | 23.7 | .0 |
| PT 93 227 | 20.78 | 34.2 | 22.2 | .0 |
| PT 93 228 | 18.49 | 35.3 | 24.2 | .0 |
| PT 93 229 | 20.30 | 35.4 | 24.7 | .0 |

ตารางภาคผนวกที่ 2 ข้อมูลนำเข้าด้านภูมิอากาศในแฟ้มข้อมูล 99PT0108.W93 ที่ใช้กับ
แปลงถั่วลิสงที่มีวัชพืชที่รวมกว่น 25 เปอร์เซ็นต์

| Variable Name | Fortran Format | Description |
|--------------------------------------|----------------|--|
| Format for all lines of weather data | | |
| STATW | A2 | Code for weather station ID. |
| IYR | 1X,I2 | Year for which weather data is being read. |
| JUL | 1X,I3 | Julian date of weather record in data file. |
| SOLRAD | 1X,F5.2 | Daily total solar radiation, MJ/m ² |
| XTMAX | 1X,F5.1 | Daily value of maximum air temperature, °C. |
| XTMIN | 1X,F5.1 | Daily value of minimum air temperature, °C. |
| XRAIN | 1X,F5.1 | Daily total precipitation, mm/day. |

| | | | | | |
|-------|----|-------|------|------|-----|
| PT 93 | 1 | 19.01 | 29.5 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 2 | 21.73 | 30.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 3 | 21.99 | 30.0 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 4 | 19.07 | 30.0 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 5 | 21.21 | 30.0 | 25.0 | .5 |
| PT 93 | 6 | 21.12 | 30.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 7 | 21.62 | 29.5 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 8 | 19.75 | 30.3 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 9 | 21.44 | 30.5 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 10 | 21.47 | 30.7 | 25.0 | 3.6 |
| PT 93 | 11 | 20.43 | 30.5 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 12 | 21.89 | 30.4 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 13 | 22.28 | 30.3 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 14 | 20.76 | 30.8 | 22.0 | .0 |
| PT 93 | 15 | 19.36 | 30.5 | 22.5 | 1.6 |
| PT 93 | 16 | 20.11 | 31.0 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 17 | 20.63 | 31.0 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 18 | 21.63 | 30.5 | 25.5 | .3 |
| PT 93 | 19 | 19.50 | 30.5 | 23.8 | .0 |
| PT 93 | 20 | 19.18 | 30.3 | 23.7 | .0 |
| PT 93 | 21 | 18.97 | 30.4 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 22 | 13.45 | 31.2 | 23.5 | .0 |

| | | | | | |
|-------|----|-------|------|------|------|
| PT 93 | 23 | 18.02 | 30.7 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 24 | 14.60 | 30.0 | 22.5 | 14.2 |
| PT 93 | 25 | 19.12 | 30.6 | 23.5 | .3 |
| PT 93 | 26 | 21.23 | 30.6 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 27 | 12.25 | 30.5 | 24.0 | 15.7 |
| PT 93 | 28 | 12.52 | 26.5 | 23.0 | 29.5 |
| PT 93 | 29 | 12.30 | 25.5 | 21.5 | 1.8 |
| PT 93 | 30 | 21.41 | 29.0 | 21.2 | 5.1 |
| PT 93 | 31 | 18.75 | 28.4 | 21.0 | .3 |
| PT 93 | 32 | 21.62 | 29.5 | 20.0 | 15.2 |
| PT 93 | 33 | 10.19 | 28.0 | 22.0 | 7.1 |
| PT 93 | 34 | 16.77 | 30.0 | 22.0 | .1 |
| PT 93 | 35 | 22.25 | 31.7 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 36 | 21.31 | 29.3 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 37 | 23.09 | 29.3 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 38 | 22.89 | 29.8 | 21.0 | .0 |
| PT 93 | 39 | 23.56 | 29.8 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 40 | 22.11 | 29.8 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 41 | 23.79 | 30.2 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 42 | 20.57 | 30.2 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 43 | 21.24 | 29.8 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 44 | 22.17 | 29.6 | 22.0 | .0 |
| PT 93 | 45 | 22.21 | 30.2 | 21.8 | .0 |
| PT 93 | 46 | 22.39 | 30.0 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 47 | 22.05 | 30.5 | 22.0 | .0 |
| PT 93 | 48 | 23.62 | 30.5 | 22.4 | .0 |
| PT 93 | 49 | 24.55 | 31.0 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 50 | 24.09 | 30.5 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 51 | 23.24 | 30.5 | 20.7 | .0 |
| PT 93 | 52 | 21.11 | 29.5 | 21.2 | .0 |
| PT 93 | 53 | 24.35 | 31.2 | 21.0 | .0 |
| PT 93 | 54 | 24.78 | 30.6 | 19.4 | .0 |
| PT 93 | 55 | 24.05 | 30.7 | 19.4 | .0 |
| PT 93 | 56 | 25.12 | 32.6 | 19.6 | .0 |
| PT 93 | 57 | 24.65 | 31.5 | 22.2 | .0 |
| PT 93 | 58 | 22.89 | 31.7 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 59 | 24.47 | 31.5 | 22.9 | .0 |
| PT 93 | 60 | 22.83 | 31.5 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 61 | 20.28 | 30.8 | 25.7 | .0 |
| PT 93 | 62 | 22.90 | 30.8 | 21.6 | .0 |
| PT 93 | 63 | 23.19 | 31.0 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 64 | 23.36 | 31.3 | 20.6 | .0 |
| PT 93 | 65 | 23.13 | 31.6 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 66 | 20.04 | 31.9 | 22.4 | 20.1 |
| PT 93 | 67 | 16.94 | 30.5 | 23.0 | 8.8 |
| PT 93 | 68 | 22.44 | 31.0 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 69 | 22.73 | 30.8 | 25.8 | .0 |
| PT 93 | 70 | 18.45 | 30.8 | 25.4 | .7 |
| PT 93 | 71 | 19.90 | 31.0 | 26.0 | .4 |
| PT 93 | 72 | 16.27 | 31.2 | 25.0 | 21.4 |
| PT 93 | 73 | 14.71 | 29.6 | 23.0 | 33.8 |
| PT 93 | 74 | 12.11 | 29.4 | 23.6 | 17.7 |
| PT 93 | 75 | 20.25 | 30.6 | 24.0 | 5.0 |
| PT 93 | 76 | 15.81 | 30.5 | 23.5 | 6.8 |
| PT 93 | 77 | 18.19 | 32.0 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 78 | 13.48 | 29.6 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 79 | 12.44 | 29.5 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 80 | 14.68 | 30.1 | 23.6 | 6.7 |
| PT 93 | 81 | 12.20 | 29.0 | 24.0 | 3.1 |
| PT 93 | 82 | 23.78 | 30.7 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 83 | 23.00 | 31.2 | 24.8 | .0 |
| PT 93 | 84 | 24.06 | 30.7 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 85 | 23.55 | 31.5 | 22.4 | .0 |
| PT 93 | 86 | 23.82 | 32.2 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 87 | 24.09 | 32.8 | 23.3 | .0 |
| PT 93 | 88 | 23.44 | 32.2 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 89 | 23.71 | 32.8 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 90 | 24.50 | 32.6 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 91 | 23.45 | 32.5 | 23.6 | .0 |

| | | | | | |
|-------|-----|-------|------|------|-------|
| PT 93 | 92 | 20.56 | 32.6 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 93 | 24.64 | 33.7 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 94 | 24.37 | 34.1 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 95 | 24.11 | 34.2 | 23.8 | .0 |
| PT 93 | 96 | 22.40 | 34.5 | 24.2 | .0 |
| PT 93 | 97 | 24.89 | 33.4 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 98 | 24.10 | 33.5 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 99 | 23.44 | 33.2 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 100 | 19.76 | 33.2 | 25.6 | .0 |
| PT 93 | 101 | 17.92 | 32.5 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 102 | 13.47 | 29.5 | 23.0 | 8.1 |
| PT 93 | 103 | 12.29 | 29.5 | 23.0 | 128.2 |
| PT 93 | 104 | 12.28 | 24.5 | 22.5 | 52.8 |
| PT 93 | 105 | 15.55 | 30.3 | 23.0 | 30.9 |
| PT 93 | 106 | 20.50 | 30.7 | 23.0 | 17.7 |
| PT 93 | 107 | 17.10 | 31.6 | 23.8 | 1.1 |
| PT 93 | 108 | 20.35 | 31.7 | 23.5 | .4 |
| PT 93 | 109 | 20.33 | 32.4 | 23.3 | .9 |
| PT 93 | 110 | 22.01 | 32.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 111 | 22.13 | 32.4 | 25.0 | .2 |
| PT 93 | 112 | 22.11 | 32.7 | 25.3 | .0 |
| PT 93 | 113 | 23.65 | 32.3 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 114 | 25.19 | 32.1 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 115 | 23.74 | 32.1 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 116 | 24.89 | 32.1 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 117 | 22.80 | 32.0 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 118 | 22.52 | 31.8 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 119 | 21.85 | 34.0 | 25.5 | 18.0 |
| PT 93 | 120 | 22.09 | 35.6 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 121 | 23.61 | 33.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 122 | 22.05 | 33.6 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 123 | 22.41 | 32.8 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 124 | 24.82 | 33.2 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 125 | 24.28 | 33.3 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 126 | 22.98 | 33.7 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 127 | 25.00 | 34.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 128 | 24.59 | 33.3 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 129 | 21.25 | 33.9 | 24.3 | .0 |
| PT 93 | 130 | 21.99 | 34.4 | 24.0 | 1.2 |
| PT 93 | 131 | 22.09 | 33.3 | 24.2 | .0 |
| PT 93 | 132 | 20.30 | 33.4 | 23.0 | 11.1 |
| PT 93 | 133 | 19.57 | 32.7 | 23.4 | .0 |
| PT 93 | 134 | 19.08 | 32.7 | 25.2 | 5.8 |
| PT 93 | 135 | 13.96 | 32.2 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 136 | 16.30 | 32.7 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 137 | 16.14 | 32.8 | 23.4 | .0 |
| PT 93 | 138 | 15.30 | 32.2 | 24.0 | .2 |
| PT 93 | 139 | 13.77 | 32.2 | 23.4 | 30.1 |
| PT 93 | 140 | 15.82 | 32.6 | 24.0 | 7.2 |
| PT 93 | 141 | 14.32 | 32.0 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 142 | 13.84 | 32.5 | 25.0 | 23.1 |
| PT 93 | 143 | 12.90 | 32.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 144 | 13.44 | 33.5 | 24.2 | .0 |
| PT 93 | 145 | 11.24 | 33.0 | 24.5 | 7.7 |
| PT 93 | 146 | 11.12 | 33.2 | 24.2 | 2.3 |
| PT 93 | 147 | 08.93 | 32.5 | 24.4 | 6.6 |
| PT 93 | 148 | 10.02 | 33.2 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 149 | 09.74 | 33.6 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 150 | 07.31 | 34.1 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 151 | 07.02 | 33.8 | 25.8 | .0 |
| PT 93 | 152 | 06.83 | 33.9 | 24.2 | 20.4 |
| PT 93 | 153 | 06.81 | 33.2 | 23.7 | .0 |
| PT 93 | 154 | 05.53 | 33.7 | 25.1 | .0 |
| PT 93 | 155 | 03.67 | 33.2 | 24.7 | .0 |
| PT 93 | 156 | 03.18 | 32.6 | 25.2 | .0 |
| PT 93 | 157 | 02.82 | 33.2 | 24.3 | 12.8 |
| PT 93 | 158 | 02.61 | 32.9 | 23.8 | 1.2 |
| PT 93 | 159 | 01.89 | 32.7 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 160 | 01.70 | 31.8 | 24.7 | .0 |

| | | | | |
|-----------|-------|------|------|------|
| PT 93 161 | 01.84 | 33.4 | 24.2 | 1.6 |
| PT 93 162 | 01.24 | 30.6 | 24.0 | 25.0 |
| PT 93 163 | 01.28 | 32.5 | 22.2 | .0 |
| PT 93 164 | 01.99 | 33.7 | 24.2 | .0 |
| PT 93 165 | 01.52 | 32.9 | 25.7 | .0 |
| PT 93 166 | 01.87 | 33.6 | 23.8 | .0 |
| PT 93 167 | 01.94 | 34.0 | 24.0 | .0 |
| PT 93 168 | 01.87 | 34.7 | 24.2 | 8.5 |
| PT 93 169 | 01.20 | 31.6 | 24.1 | .0 |
| PT 93 170 | 01.33 | 32.4 | 24.7 | 11.8 |
| PT 93 171 | 02.34 | 33.6 | 24.1 | .0 |
| PT 93 172 | 02.18 | 33.5 | 24.4 | .0 |
| PT 93 173 | 02.21 | 33.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 174 | 02.49 | 33.0 | 23.5 | .0 |
| PT 93 175 | 03.60 | 33.5 | 23.6 | .0 |
| PT 93 176 | 03.81 | 34.5 | 23.0 | .0 |
| PT 93 177 | 03.44 | 32.2 | 23.7 | 2.4 |
| PT 93 178 | 04.86 | 34.0 | 23.7 | .0 |
| PT 93 179 | 03.93 | 32.3 | 24.8 | .2 |
| PT 93 180 | 04.39 | 32.1 | 24.0 | 7.7 |
| PT 93 181 | 05.70 | 33.0 | 23.6 | .0 |
| PT 93 182 | 05.83 | 33.4 | 24.5 | .0 |
| PT 93 183 | 06.84 | 33.2 | 23.6 | .0 |
| PT 93 184 | 07.98 | 33.0 | 23.0 | .0 |
| PT 93 185 | 06.27 | 33.5 | 23.2 | .0 |
| PT 93 186 | 12.78 | 33.6 | 23.8 | .0 |
| PT 93 187 | 09.73 | 34.5 | 24.3 | .0 |
| PT 93 188 | 10.95 | 33.6 | 23.4 | .0 |
| PT 93 189 | 14.20 | 33.6 | 23.2 | .0 |
| PT 93 190 | 13.43 | 34.2 | 22.7 | .0 |
| PT 93 191 | 17.84 | 34.6 | 23.0 | .0 |
| PT 93 192 | 13.79 | 34.6 | 23.0 | .0 |
| PT 93 193 | 15.47 | 34.7 | 23.8 | .0 |
| PT 93 194 | 18.11 | 34.4 | 22.8 | .0 |
| PT 93 195 | 11.86 | 33.1 | 23.6 | .0 |
| PT 93 196 | 10.88 | 31.1 | 24.2 | 10.8 |
| PT 93 197 | 16.26 | 33.7 | 22.6 | .0 |
| PT 93 198 | 22.75 | 33.9 | 22.3 | 7.7 |
| PT 93 199 | 21.42 | 34.0 | 22.4 | .0 |
| PT 93 200 | 22.02 | 34.4 | 23.2 | 4.5 |
| PT 93 201 | 24.40 | 34.7 | 23.9 | .0 |
| PT 93 202 | 20.20 | 34.8 | 24.7 | .0 |
| PT 93 203 | 22.82 | 34.0 | 24.3 | .0 |
| PT 93 204 | 16.49 | 33.6 | 26.2 | .0 |
| PT 93 205 | 11.90 | 29.8 | 24.5 | 1.6 |
| PT 93 206 | 17.15 | 30.6 | 22.7 | 4.9 |
| PT 93 207 | 15.29 | 33.1 | 24.0 | .0 |
| PT 93 208 | 15.93 | 32.5 | 24.6 | 1.3 |
| PT 93 209 | 12.18 | 31.0 | 23.5 | .0 |
| PT 93 210 | 19.21 | 34.5 | 23.5 | .0 |
| PT 93 211 | 17.97 | 34.5 | 24.8 | .0 |
| PT 93 212 | 24.90 | 24.7 | 35.2 | .0 |
| PT 93 213 | 22.28 | 35.2 | 23.1 | .0 |
| PT 93 214 | 14.75 | 33.0 | 21.2 | .4 |
| PT 93 215 | 15.39 | 34.2 | 22.5 | .0 |
| PT 93 216 | 20.71 | 33.7 | 23.7 | .0 |
| PT 93 217 | 14.15 | 32.7 | 24.2 | 1.8 |
| PT 93 218 | 14.04 | 33.5 | 22.6 | .0 |
| PT 93 219 | 18.86 | 34.0 | 25.0 | .0 |
| PT 93 220 | 18.75 | 34.6 | 24.2 | .0 |
| PT 93 221 | 22.58 | 34.6 | 23.5 | .0 |
| PT 93 222 | 23.11 | 35.6 | 23.4 | .0 |
| PT 93 223 | 19.95 | 35.6 | 24.6 | .0 |
| PT 93 224 | 23.53 | 34.2 | 25.0 | .0 |
| PT 93 225 | 21.00 | 34.8 | 24.0 | .0 |
| PT 93 226 | 18.46 | 34.0 | 23.7 | .0 |
| PT 93 227 | 20.78 | 34.2 | 22.2 | .0 |
| PT 93 228 | 18.49 | 35.3 | 24.2 | .0 |
| PT 93 229 | 20.30 | 35.4 | 24.7 | .0 |

ตารางภาคผนวกที่ 3 ข้อมูลนำเข้าด้านภูมิอากาศในแฟ้มข้อมูล 99PT0108.W93 ที่ใช้กับ
แปลงถั่วลิสงที่มีพื้นที่ทั้งหมด 50 ไร่

Variable Name Fortran Format Description

Format for all lines of weather data

| Variable Name | Fortran Format | Description |
|---------------|----------------|--|
| STATW | A2 | Code for weather station ID. |
| IYR | 1X,I2 | Year for which weather data is being read. |
| JUL | 1X,I3 | Julian date of weather record in data file. |
| SOLRAD | 1X,F5.2 | Daily total solar radiation, MJ/m ² |
| XTMAX | 1X,F5.1 | Daily value of maximum air temperature, °C. |
| XTMIN | 1X,F5.1 | Daily value of minimum air temperature, °C. |
| XRAIN | 1X,F5.1 | Daily total precipitation, mm/day. |

| | | | | | |
|-------|----|-------|------|------|-----|
| PT 93 | 1 | 19.01 | 29.5 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 2 | 21.73 | 30.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 3 | 21.99 | 30.0 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 4 | 19.07 | 30.0 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 5 | 21.21 | 30.0 | 25.0 | .5 |
| PT 93 | 6 | 21.12 | 30.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 7 | 21.62 | 29.5 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 8 | 19.75 | 30.3 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 9 | 21.44 | 30.5 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 10 | 21.47 | 30.7 | 25.0 | 3.6 |
| PT 93 | 11 | 20.43 | 30.5 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 12 | 21.89 | 30.4 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 13 | 22.28 | 30.3 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 14 | 20.76 | 30.8 | 22.0 | .0 |
| PT 93 | 15 | 19.36 | 30.5 | 22.5 | 1.6 |
| PT 93 | 16 | 20.11 | 31.0 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 17 | 20.63 | 31.0 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 18 | 21.63 | 30.5 | 25.5 | .3 |
| PT 93 | 19 | 19.50 | 30.5 | 23.8 | .0 |
| PT 93 | 20 | 19.18 | 30.3 | 23.7 | .0 |
| PT 93 | 21 | 18.97 | 30.4 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 22 | 13.45 | 31.2 | 23.5 | .0 |

| | | | | | |
|-------|----|-------|------|------|------|
| PT 93 | 23 | 16.02 | 30.7 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 24 | 14.60 | 30.0 | 22.5 | 14.2 |
| PT 93 | 25 | 19.12 | 30.6 | 23.5 | .3 |
| PT 93 | 26 | 21.23 | 30.6 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 27 | 12.25 | 30.5 | 24.0 | 15.7 |
| PT 93 | 28 | 12.52 | 26.5 | 23.0 | 29.5 |
| PT 93 | 29 | 12.30 | 25.5 | 21.5 | 1.8 |
| PT 93 | 30 | 21.41 | 29.0 | 21.2 | 5.1 |
| PT 93 | 31 | 18.75 | 28.4 | 21.0 | .3 |
| PT 93 | 32 | 21.62 | 29.5 | 20.0 | 15.2 |
| PT 93 | 33 | 10.19 | 28.0 | 22.0 | 7.1 |
| PT 93 | 34 | 16.77 | 30.0 | 22.0 | .1 |
| PT 93 | 35 | 22.25 | 31.7 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 36 | 21.31 | 29.3 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 37 | 23.09 | 29.3 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 38 | 22.89 | 29.8 | 21.0 | .0 |
| PT 93 | 39 | 23.56 | 29.8 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 40 | 22.11 | 29.8 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 41 | 23.79 | 30.2 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 42 | 20.57 | 30.2 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 43 | 21.24 | 29.8 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 44 | 22.17 | 29.6 | 22.0 | .0 |
| PT 93 | 45 | 22.21 | 30.2 | 21.8 | .0 |
| PT 93 | 46 | 22.39 | 30.0 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 47 | 22.05 | 30.5 | 22.0 | .0 |
| PT 93 | 48 | 23.62 | 30.6 | 22.4 | .0 |
| PT 93 | 49 | 24.55 | 31.0 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 50 | 24.09 | 30.5 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 51 | 23.24 | 30.5 | 20.7 | .0 |
| PT 93 | 52 | 21.11 | 29.5 | 21.2 | .0 |
| PT 93 | 53 | 24.35 | 31.2 | 21.0 | .0 |
| PT 93 | 54 | 24.78 | 30.6 | 19.4 | .0 |
| PT 93 | 55 | 24.05 | 30.7 | 19.4 | .0 |
| PT 93 | 56 | 25.12 | 32.6 | 19.6 | .0 |
| PT 93 | 57 | 24.65 | 31.5 | 22.2 | .0 |
| PT 93 | 58 | 22.89 | 31.7 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 59 | 24.47 | 31.5 | 22.9 | .0 |
| PT 93 | 60 | 22.83 | 31.5 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 61 | 20.28 | 30.8 | 25.7 | .0 |
| PT 93 | 62 | 22.90 | 30.8 | 21.6 | .0 |
| PT 93 | 63 | 23.19 | 31.0 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 64 | 23.36 | 31.3 | 20.6 | .0 |
| PT 93 | 65 | 23.13 | 31.6 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 66 | 20.04 | 31.9 | 22.4 | 20.1 |
| PT 93 | 67 | 16.94 | 30.5 | 23.0 | 8.8 |
| PT 93 | 68 | 22.44 | 31.0 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 69 | 22.73 | 30.8 | 25.8 | .0 |
| PT 93 | 70 | 18.45 | 30.8 | 25.4 | .7 |
| PT 93 | 71 | 19.90 | 31.0 | 26.0 | .4 |
| PT 93 | 72 | 16.27 | 31.2 | 25.0 | 21.4 |
| PT 93 | 73 | 14.71 | 29.6 | 23.0 | 33.8 |
| PT 93 | 74 | 12.11 | 29.4 | 23.6 | 17.7 |
| PT 93 | 75 | 20.25 | 30.6 | 24.0 | 5.0 |
| PT 93 | 76 | 15.81 | 30.5 | 23.5 | 6.8 |
| PT 93 | 77 | 18.19 | 32.0 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 78 | 13.48 | 29.6 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 79 | 12.44 | 29.5 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 80 | 14.68 | 30.1 | 23.6 | 6.7 |
| PT 93 | 81 | 12.20 | 29.0 | 24.0 | 3.1 |
| PT 93 | 82 | 23.78 | 30.7 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 83 | 23.00 | 31.2 | 24.8 | .0 |
| PT 93 | 84 | 24.06 | 30.7 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 85 | 23.55 | 31.5 | 22.4 | .0 |
| PT 93 | 86 | 23.82 | 32.2 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 87 | 24.09 | 32.8 | 23.3 | .0 |
| PT 93 | 88 | 23.44 | 32.2 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 89 | 23.71 | 32.8 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 90 | 24.50 | 32.6 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 91 | 23.45 | 32.5 | 23.6 | .0 |

| | | | | | |
|-------|-----|-------|------|------|-------|
| PT 93 | 92 | 20.66 | 32.6 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 93 | 24.64 | 33.7 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 94 | 24.37 | 34.1 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 95 | 24.11 | 34.2 | 23.8 | .0 |
| PT 93 | 96 | 22.40 | 34.5 | 24.2 | .0 |
| PT 93 | 97 | 24.89 | 33.4 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 98 | 24.10 | 33.5 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 99 | 23.44 | 33.2 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 100 | 19.76 | 33.2 | 25.6 | .0 |
| PT 93 | 101 | 17.92 | 32.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 102 | 13.47 | 29.5 | 23.0 | 8.1 |
| PT 93 | 103 | 12.29 | 29.5 | 23.0 | 128.2 |
| PT 93 | 104 | 12.28 | 24.5 | 22.5 | 52.8 |
| PT 93 | 105 | 15.55 | 30.3 | 23.0 | 30.9 |
| PT 93 | 106 | 20.50 | 30.7 | 23.0 | 17.7 |
| PT 93 | 107 | 17.10 | 31.6 | 23.8 | 1.1 |
| PT 93 | 108 | 20.35 | 31.7 | 23.5 | .4 |
| PT 93 | 109 | 20.33 | 32.4 | 23.3 | .9 |
| PT 93 | 110 | 22.01 | 32.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 111 | 22.13 | 32.4 | 25.0 | .2 |
| PT 93 | 112 | 22.11 | 32.7 | 25.3 | .0 |
| PT 93 | 113 | 23.65 | 32.3 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 114 | 25.19 | 32.1 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 115 | 23.74 | 32.1 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 116 | 24.89 | 32.1 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 117 | 22.80 | 32.0 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 118 | 22.52 | 31.8 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 119 | 21.85 | 34.0 | 25.5 | 18.0 |
| PT 93 | 120 | 22.09 | 35.6 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 121 | 23.61 | 33.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 122 | 22.05 | 33.6 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 123 | 22.41 | 32.8 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 124 | 24.82 | 33.2 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 125 | 24.28 | 33.3 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 126 | 22.98 | 33.7 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 127 | 25.00 | 34.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 128 | 24.59 | 33.3 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 129 | 21.25 | 33.9 | 24.3 | .0 |
| PT 93 | 130 | 21.99 | 34.4 | 24.0 | 1.2 |
| PT 93 | 131 | 22.09 | 33.3 | 24.2 | .0 |
| PT 93 | 132 | 20.30 | 33.4 | 23.0 | 11.1 |
| PT 93 | 133 | 18.32 | 32.7 | 23.4 | .0 |
| PT 93 | 134 | 17.87 | 32.7 | 25.2 | 5.8 |
| PT 93 | 135 | 13.31 | 32.2 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 136 | 15.66 | 32.7 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 137 | 15.66 | 32.8 | 23.4 | .0 |
| PT 93 | 138 | 15.06 | 32.2 | 24.0 | .2 |
| PT 93 | 139 | 13.61 | 32.2 | 23.4 | 30.1 |
| PT 93 | 140 | 15.20 | 32.6 | 24.0 | 7.2 |
| PT 93 | 141 | 12.34 | 32.0 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 142 | 12.14 | 32.5 | 25.0 | 23.1 |
| PT 93 | 143 | 10.71 | 32.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 144 | 10.33 | 33.5 | 24.2 | .0 |
| PT 93 | 145 | 07.32 | 33.0 | 24.5 | 7.7 |
| PT 93 | 146 | 07.76 | 33.2 | 24.2 | 2.3 |
| PT 93 | 147 | 06.64 | 32.5 | 24.4 | 6.6 |
| PT 93 | 148 | 07.85 | 33.2 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 149 | 08.15 | 33.6 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 150 | 06.48 | 34.1 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 151 | 06.45 | 33.8 | 25.8 | .0 |
| PT 93 | 152 | 06.86 | 33.9 | 24.2 | 20.4 |
| PT 93 | 153 | 06.19 | 33.2 | 23.7 | .0 |
| PT 93 | 154 | 06.68 | 33.7 | 25.1 | .0 |
| PT 93 | 155 | 04.88 | 33.2 | 24.7 | .0 |
| PT 93 | 156 | 04.84 | 32.6 | 25.2 | .0 |
| PT 93 | 157 | 04.76 | 33.2 | 24.3 | 12.8 |
| PT 93 | 158 | 04.53 | 32.9 | 23.8 | 1.2 |
| PT 93 | 159 | 03.29 | 32.7 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 160 | 02.96 | 31.8 | 24.7 | .0 |

| |
|--------------------------------|
| PT 93 161 03.06 33.4 24.2 1.6' |
| PT 93 162 01.75 30.6 24.0 25.0 |
| PT 93 163 01.64 32.5 22.2 .0 |
| PT 93 164 02.55 33.7 24.2 .0 |
| PT 93 165 01.97 32.9 25.7 .0 |
| PT 93 166 02.25 33.6 23.8 .0 |
| PT 93 167 02.26 34.0 24.0 .0 |
| PT 93 168 02.06 34.7 24.2 8.5 |
| PT 93 169 01.18 31.6 24.1 .0 |
| PT 93 170 01.54 32.4 24.7 11.8 |
| PT 93 171 03.26 33.6 24.1 .0 |
| PT 93 172 03.35 33.5 24.4 .0 |
| PT 93 173 03.44 33.0 24.5 .0 |
| PT 93 174 04.03 33.0 23.5 .0 |
| PT 93 175 05.45 33.5 23.6 .0 |
| PT 93 176 06.09 34.5 23.0 .0 |
| PT 93 177 05.28 32.2 23.7 2.4 |
| PT 93 178 07.08 34.0 23.7 .0 |
| PT 93 179 05.62 32.3 24.8 .2 |
| PT 93 180 06.25 32.1 24.0 7.7 |
| PT 93 181 08.25 33.0 23.6 .0 |
| PT 93 182 08.04 33.4 24.5 .0 |
| PT 93 183 09.51 33.2 23.6 .0 |
| PT 93 184 10.93 33.0 23.0 .0 |
| PT 93 185 09.26 33.5 23.2 .0 |
| PT 93 186 15.60 33.6 23.8 .0 |
| PT 93 187 10.00 34.5 24.3 .0 |
| PT 93 188 11.16 33.6 23.4 .0 |
| PT 93 189 14.34 33.6 23.2 .0 |
| PT 93 190 13.58 34.2 22.7 .0 |
| PT 93 191 17.90 34.6 23.0 .0 |
| PT 93 192 13.79 34.6 23.0 .0 |
| PT 93 193 15.43 34.7 23.8 .0 |
| PT 93 194 18.05 34.4 22.8 .0 |
| PT 93 195 11.82 33.1 23.6 .0 |
| PT 93 196 10.21 31.1 24.2 10.8 |
| PT 93 197 15.26 33.7 22.6 .0 |
| PT 93 198 21.69 33.9 22.3 7.7 |
| PT 93 199 20.24 34.0 22.4 .0 |
| PT 93 200 22.02 34.4 23.2 4.5 |
| PT 93 201 24.40 34.7 23.9 .0 |
| PT 93 202 20.20 34.8 24.7 .0 |
| PT 93 203 22.82 34.0 24.3 .0 |
| PT 93 204 16.49 33.6 26.2 .0 |
| PT 93 205 11.90 29.8 24.5 1.6 |
| PT 93 206 17.15 30.6 22.7 4.9 |
| PT 93 207 15.29 33.1 24.0 .0 |
| PT 93 208 15.93 32.5 24.6 1.3 |
| PT 93 209 12.18 31.0 23.5 .0 |
| PT 93 210 19.21 34.5 23.5 .0 |
| PT 93 211 17.97 34.5 24.8 .0 |
| PT 93 212 24.90 24.7 35.2 .0 |
| PT 93 213 22.28 35.2 23.1 .0 |
| PT 93 214 14.75 33.0 21.2 .4 |
| PT 93 215 15.39 34.2 22.5 .0 |
| PT 93 216 20.71 33.7 23.7 .0 |
| PT 93 217 14.15 32.7 24.2 1.8 |
| PT 93 218 14.04 33.5 22.6 .0 |
| PT 93 219 18.86 34.0 25.0 .0 |
| PT 93 220 18.75 34.6 24.2 .0 |
| PT 93 221 22.58 34.6 23.5 .0 |
| PT 93 222 23.11 35.6 23.4 .0 |
| PT 93 223 19.95 35.6 24.6 .0 |
| PT 93 224 23.53 34.2 25.0 .0 |
| PT 93 225 21.00 34.8 24.0 .0 |
| PT 93 226 18.46 34.0 23.7 .0 |
| PT 93 227 20.78 34.2 22.2 .0 |
| PT 93 228 18.49 35.3 24.2 .0 |
| PT 93 229 20.30 35.4 24.7 0 |

ตารางภาคผนวกที่ 4 ข้อมูลนำเข้าด้านภูมิอากาศในแฟ้มข้อมูล 99PT0108.W93 ที่ใช้กับ
แปลงถั่วลิสงที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น 75 เพอร์เซ็นต์

| Variable Name | Fortran Format | Description |
|--------------------------------------|----------------|--|
| Format for all lines of weather data | | |
| STATW | A2 | Code for weather station ID. |
| IYR | 1X,I2 | Year for which weather data is being read. |
| JUL | 1X,I3 | Julian date of weather record in data file. |
| SOLRAD | 1X,F5.2 | Daily total solar radiation, MJ/m ² |
| XTMAX | 1X,F5.1 | Daily value of maximum air temperature, °C. |
| XTMIN | 1X,F5.1 | Daily value of minimum air temperature, °C. |
| XRAIN | 1X,F5.1 | Daily total precipitation, mm/day. |

| | | | | | |
|-------|----|-------|------|------|-----|
| PT 93 | 1 | 19.01 | 29.5 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 2 | 21.73 | 30.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 3 | 21.99 | 30.0 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 4 | 19.07 | 30.0 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 5 | 21.21 | 30.0 | 25.0 | .5 |
| PT 93 | 6 | 21.12 | 30.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 7 | 21.62 | 29.5 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 8 | 19.75 | 30.3 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 9 | 21.44 | 30.5 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 10 | 21.47 | 30.7 | 25.0 | 3.6 |
| PT 93 | 11 | 20.43 | 30.5 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 12 | 21.89 | 30.4 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 13 | 22.28 | 30.3 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 14 | 20.76 | 30.8 | 22.0 | .0 |
| PT 93 | 15 | 19.36 | 30.5 | 22.5 | 1.6 |
| PT 93 | 16 | 20.11 | 31.0 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 17 | 20.63 | 31.0 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 18 | 21.63 | 30.5 | 25.5 | .3 |
| PT 93 | 19 | 19.50 | 30.5 | 23.8 | .0 |
| PT 93 | 20 | 19.18 | 30.3 | 23.7 | .0 |
| PT 93 | 21 | 18.97 | 30.4 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 22 | 13.45 | 31.2 | 23.5 | .0 |

| | | | | | |
|-------|----|-------|------|------|------|
| PT 93 | 23 | 10.02 | 30.7 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 24 | 14.60 | 30.0 | 22.5 | 14.2 |
| PT 93 | 25 | 19.12 | 30.6 | 23.5 | .3 |
| PT 93 | 26 | 21.23 | 30.6 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 27 | 12.25 | 30.5 | 24.0 | 15.7 |
| PT 93 | 28 | 12.62 | 26.5 | 23.0 | 29.5 |
| PT 93 | 29 | 12.30 | 25.5 | 21.5 | 1.8 |
| PT 93 | 30 | 21.41 | 29.0 | 21.2 | 5.1 |
| PT 93 | 31 | 18.75 | 28.4 | 21.0 | .3 |
| PT 93 | 32 | 21.62 | 29.5 | 20.0 | 15.2 |
| PT 93 | 33 | 10.19 | 28.0 | 22.0 | 7.1 |
| PT 93 | 34 | 16.77 | 30.0 | 22.0 | .1 |
| PT 93 | 35 | 22.25 | 31.7 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 36 | 21.31 | 29.3 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 37 | 23.09 | 29.3 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 38 | 22.89 | 29.8 | 21.0 | .0 |
| PT 93 | 39 | 23.56 | 29.8 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 40 | 22.11 | 29.8 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 41 | 23.79 | 30.2 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 42 | 20.57 | 30.2 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 43 | 21.24 | 29.8 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 44 | 22.17 | 29.6 | 22.0 | .0 |
| PT 93 | 45 | 22.21 | 30.2 | 21.8 | .0 |
| PT 93 | 46 | 22.39 | 30.0 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 47 | 22.05 | 30.5 | 22.0 | .0 |
| PT 93 | 48 | 23.62 | 30.5 | 22.4 | .0 |
| PT 93 | 49 | 24.55 | 31.0 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 50 | 24.09 | 30.5 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 51 | 23.24 | 30.5 | 20.7 | .0 |
| PT 93 | 52 | 21.11 | 29.5 | 21.2 | .0 |
| PT 93 | 53 | 24.35 | 31.2 | 21.0 | .0 |
| PT 93 | 54 | 24.78 | 30.6 | 19.4 | .0 |
| PT 93 | 55 | 24.05 | 30.7 | 19.4 | .0 |
| PT 93 | 56 | 25.12 | 32.6 | 19.6 | .0 |
| PT 93 | 57 | 24.65 | 31.5 | 22.2 | .0 |
| PT 93 | 58 | 22.89 | 31.7 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 59 | 24.47 | 31.5 | 22.9 | .0 |
| PT 93 | 60 | 22.83 | 31.5 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 61 | 20.28 | 30.8 | 25.7 | .0 |
| PT 93 | 62 | 22.90 | 30.8 | 21.6 | .0 |
| PT 93 | 63 | 23.19 | 31.0 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 64 | 23.36 | 31.3 | 20.6 | .0 |
| PT 93 | 65 | 23.13 | 31.6 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 66 | 20.04 | 31.9 | 22.4 | 20.1 |
| PT 93 | 67 | 16.94 | 30.5 | 23.0 | 8.8 |
| PT 93 | 68 | 22.44 | 31.0 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 69 | 22.73 | 30.8 | 25.8 | .0 |
| PT 93 | 70 | 18.45 | 30.8 | 25.4 | .7 |
| PT 93 | 71 | 19.90 | 31.0 | 26.0 | .4 |
| PT 93 | 72 | 16.27 | 31.2 | 25.0 | 21.4 |
| PT 93 | 73 | 14.71 | 29.6 | 23.0 | 33.8 |
| PT 93 | 74 | 12.11 | 29.4 | 23.6 | 17.7 |
| PT 93 | 75 | 20.25 | 30.6 | 24.0 | 5.0 |
| PT 93 | 76 | 15.81 | 30.5 | 23.5 | 6.8 |
| PT 93 | 77 | 18.19 | 32.0 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 78 | 13.48 | 29.6 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 79 | 12.44 | 29.5 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 80 | 14.68 | 30.1 | 23.6 | 6.7 |
| PT 93 | 81 | 12.20 | 29.0 | 24.0 | 3.1 |
| PT 93 | 82 | 23.78 | 30.7 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 83 | 23.00 | 31.2 | 24.8 | .0 |
| PT 93 | 84 | 24.06 | 30.7 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 85 | 23.55 | 31.5 | 22.4 | .0 |
| PT 93 | 86 | 23.82 | 32.2 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 87 | 24.09 | 32.8 | 23.3 | .0 |
| PT 93 | 88 | 23.44 | 32.2 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 89 | 23.71 | 32.8 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 90 | 24.50 | 32.6 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 91 | 23.45 | 32.5 | 23.6 | .0 |

| | | | | | |
|-------|-----|-------|------|------|-------|
| PT 93 | 92 | 20.56 | 32.6 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 93 | 24.64 | 33.7 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 94 | 24.37 | 34.1 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 95 | 24.11 | 34.2 | 23.8 | .0 |
| PT 93 | 96 | 22.40 | 34.5 | 24.2 | .0 |
| PT 93 | 97 | 24.89 | 33.4 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 98 | 24.10 | 33.5 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 99 | 23.44 | 33.2 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 100 | 19.76 | 33.2 | 25.6 | .0 |
| PT 93 | 101 | 17.92 | 32.5 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 102 | 13.47 | 29.5 | 23.0 | 8.1 |
| PT 93 | 103 | 12.29 | 29.5 | 23.0 | 128.2 |
| PT 93 | 104 | 12.28 | 24.5 | 22.5 | 52.8 |
| PT 93 | 105 | 16.55 | 30.3 | 23.0 | 30.9 |
| PT 93 | 106 | 20.50 | 30.7 | 23.0 | 17.7 |
| PT 93 | 107 | 17.10 | 31.6 | 23.8 | 1.1 |
| PT 93 | 108 | 20.35 | 31.7 | 23.5 | .4 |
| PT 93 | 109 | 20.33 | 32.4 | 23.3 | .9 |
| PT 93 | 110 | 22.01 | 32.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 111 | 22.13 | 32.4 | 25.0 | .2 |
| PT 93 | 112 | 22.11 | 32.7 | 25.3 | .0 |
| PT 93 | 113 | 23.65 | 32.3 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 114 | 25.19 | 32.1 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 115 | 23.74 | 32.1 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 116 | 24.89 | 32.1 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 117 | 22.80 | 32.0 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 118 | 22.52 | 31.8 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 119 | 21.85 | 34.0 | 25.5 | 18.0 |
| PT 93 | 120 | 22.09 | 35.6 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 121 | 23.61 | 33.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 122 | 22.05 | 33.6 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 123 | 22.41 | 32.8 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 124 | 24.82 | 33.2 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 125 | 24.28 | 33.3 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 126 | 22.98 | 33.7 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 127 | 25.00 | 34.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 128 | 24.59 | 33.3 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 129 | 21.25 | 33.9 | 24.3 | .0 |
| PT 93 | 130 | 21.99 | 34.4 | 24.0 | 1.2 |
| PT 93 | 131 | 22.09 | 33.3 | 24.2 | .0 |
| PT 93 | 132 | 20.30 | 33.4 | 23.0 | 11.1 |
| PT 93 | 133 | 18.59 | 32.7 | 23.4 | .0 |
| PT 93 | 134 | 18.10 | 32.7 | 25.2 | 5.8 |
| PT 93 | 135 | 12.96 | 32.2 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 136 | 14.80 | 32.7 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 137 | 14.23 | 32.8 | 23.4 | .0 |
| PT 93 | 138 | 12.33 | 32.2 | 24.0 | .2 |
| PT 93 | 139 | 11.70 | 32.2 | 23.4 | 30.1 |
| PT 93 | 140 | 12.94 | 32.6 | 24.0 | 7.2 |
| PT 93 | 141 | 11.12 | 32.0 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 142 | 09.92 | 32.5 | 25.0 | 23.1 |
| PT 93 | 143 | 08.41 | 32.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 144 | 07.71 | 33.5 | 24.2 | .0 |
| PT 93 | 145 | 05.18 | 33.0 | 24.5 | 7.7 |
| PT 93 | 146 | 05.41 | 33.2 | 24.2 | 2.3 |
| PT 93 | 147 | 04.26 | 32.5 | 24.4 | 6.6 |
| PT 93 | 148 | 04.65 | 33.2 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 149 | 04.45 | 33.6 | 24.6 | .0 |
| PT 93 | 150 | 03.24 | 34.1 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 151 | 02.89 | 33.8 | 25.8 | .0 |
| PT 93 | 152 | 02.97 | 33.9 | 24.2 | 20.4 |
| PT 93 | 153 | 02.62 | 33.2 | 23.7 | .0 |
| PT 93 | 154 | 02.77 | 33.7 | 25.1 | .0 |
| PT 93 | 155 | 02.02 | 33.2 | 24.7 | .0 |
| PT 93 | 156 | 01.90 | 32.6 | 25.2 | .0 |
| PT 93 | 157 | 01.80 | 32.2 | 24.3 | 12.8 |
| PT 93 | 158 | 02.04 | 32.9 | 23.8 | 1.2 |
| PT 93 | 159 | 01.75 | 32.7 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 160 | 01.87 | 31.8 | 24.7 | .0 |

| | | | | |
|-----------|-------|------|------|------|
| PT 93 161 | 02.33 | 33.4 | 24.2 | 1.6 |
| PT 93 162 | 01.76 | 30.6 | 24.0 | 25.0 |
| PT 93 163 | 01.92 | 32.5 | 22.2 | .0 |
| PT 93 164 | 03.21 | 33.7 | 24.2 | .0 |
| PT 93 165 | 02.46 | 32.9 | 25.7 | .0 |
| PT 93 166 | 03.27 | 33.6 | 23.8 | .0 |
| PT 93 167 | 03.43 | 34.0 | 24.0 | .0 |
| PT 93 168 | 03.20 | 34.7 | 24.2 | 8.5 |
| PT 93 169 | 02.00 | 31.6 | 24.1 | .0 |
| PT 93 170 | 02.25 | 32.4 | 24.7 | 11.8 |
| PT 93 171 | 04.24 | 33.6 | 24.1 | .0 |
| PT 93 172 | 03.98 | 33.5 | 24.4 | .0 |
| PT 93 173 | 03.86 | 33.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 174 | 04.25 | 33.0 | 23.5 | .0 |
| PT 93 175 | 05.49 | 33.5 | 23.6 | .0 |
| PT 93 176 | 06.19 | 34.5 | 23.0 | .0 |
| PT 93 177 | 05.40 | 32.2 | 23.7 | 2.4 |
| PT 93 178 | 07.19 | 34.0 | 23.7 | .0 |
| PT 93 179 | 05.77 | 32.3 | 24.8 | .2 |
| PT 93 180 | 06.37 | 32.1 | 24.0 | 7.7 |
| PT 93 181 | 08.47 | 33.0 | 23.6 | .0 |
| PT 93 182 | 08.22 | 33.4 | 24.5 | .0 |
| PT 93 183 | 09.79 | 33.2 | 23.6 | .0 |
| PT 93 184 | 11.46 | 33.0 | 23.0 | .0 |
| PT 93 185 | 09.64 | 33.5 | 23.2 | .0 |
| PT 93 186 | 16.21 | 33.6 | 23.8 | .0 |
| PT 93 187 | 10.36 | 34.5 | 24.3 | .0 |
| PT 93 188 | 11.61 | 33.6 | 23.4 | .0 |
| PT 93 189 | 14.92 | 33.6 | 23.2 | .0 |
| PT 93 190 | 14.00 | 34.2 | 22.7 | .0 |
| PT 93 191 | 18.40 | 34.6 | 23.0 | .0 |
| PT 93 192 | 14.11 | 34.6 | 23.0 | .0 |
| PT 93 193 | 15.70 | 34.7 | 23.8 | .0 |
| PT 93 194 | 18.43 | 34.4 | 22.8 | .0 |
| PT 93 195 | 12.07 | 33.1 | 23.6 | .0 |
| PT 93 196 | 10.40 | 31.1 | 24.2 | 10.8 |
| PT 93 197 | 15.56 | 33.7 | 22.6 | .0 |
| PT 93 198 | 22.10 | 33.9 | 22.3 | 7.7 |
| PT 93 199 | 21.14 | 34.0 | 22.4 | .0 |
| PT 93 200 | 22.02 | 34.4 | 23.2 | 4.5 |
| PT 93 201 | 24.40 | 34.7 | 23.9 | .0 |
| PT 93 202 | 20.20 | 34.8 | 24.7 | .0 |
| PT 93 203 | 22.82 | 34.0 | 24.3 | .0 |
| PT 93 204 | 16.49 | 33.6 | 26.2 | .0 |
| PT 93 205 | 11.90 | 29.8 | 24.5 | 1.6 |
| PT 93 206 | 17.15 | 30.6 | 22.7 | 4.9 |
| PT 93 207 | 15.29 | 33.1 | 24.0 | .0 |
| PT 93 208 | 15.93 | 32.5 | 24.6 | 1.3 |
| PT 93 209 | 12.18 | 31.0 | 23.5 | .0 |
| PT 93 210 | 19.21 | 34.5 | 23.5 | .0 |
| PT 93 211 | 17.97 | 34.5 | 24.8 | .0 |
| PT 93 212 | 24.90 | 24.7 | 35.2 | .0 |
| PT 93 213 | 22.28 | 35.2 | 23.1 | .0 |
| PT 93 214 | 14.75 | 33.0 | 21.2 | .4 |
| PT 93 215 | 15.39 | 34.2 | 22.5 | .0 |
| PT 93 216 | 20.71 | 33.7 | 23.7 | .0 |
| PT 93 217 | 14.15 | 32.7 | 24.2 | 1.8 |
| PT 93 218 | 14.04 | 33.5 | 22.6 | .0 |
| PT 93 219 | 18.86 | 34.0 | 25.0 | .0 |
| PT 93 220 | 18.75 | 34.6 | 24.2 | .0 |
| PT 93 221 | 22.58 | 34.6 | 23.5 | .0 |
| PT 93 222 | 23.11 | 35.6 | 23.4 | .0 |
| PT 93 223 | 19.95 | 35.6 | 24.6 | .0 |
| PT 93 224 | 23.53 | 34.2 | 25.0 | .0 |
| PT 93 225 | 21.00 | 34.8 | 24.0 | .0 |
| PT 93 226 | 18.46 | 34.0 | 23.7 | .0 |
| PT 93 227 | 20.78 | 34.2 | 22.2 | .0 |
| PT 93 228 | 18.49 | 35.3 | 24.2 | .0 |
| PT 93 229 | 20.30 | 35.4 | 24.7 | .0 |

ตารางภาคผนวกที่ 5 ข้อมูลนำเข้าด้านภูมิอากาศในแฟ้มข้อมูล 99PT0108.W93 ที่ใช้กับ
แปลงถั่วลิสงที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น 100 ไร่ เซ็นต์

| Variable Name | Fortran Format | Description |
|--------------------------------------|----------------|--|
| Format for all lines of weather data | | |
| STATW | A2 | Code for weather station ID. |
| IYR | 1X,I2 | Year for which weather data is being read. |
| JUL | 1X,I3 | Julian date of weather record in data file. |
| SOLRAD | 1X,F5.2 | Daily total solar radiation, MJ/m ² |
| XIMAX | 1X,F5.1 | Daily value of maximum air temperature, °C. |
| XIMIN | 1X,F5.1 | Daily value of minimum air temperature, °C. |
| XRAIN | 1X,F5.1 | Daily total precipitation, mm/day. |

| | | | | | |
|-------|----|-------|------|------|-----|
| PT 93 | 1 | 19.01 | 29.5 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 2 | 21.73 | 30.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 3 | 21.99 | 30.0 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 4 | 19.07 | 30.0 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 5 | 21.21 | 30.0 | 25.0 | .5 |
| PT 93 | 6 | 21.12 | 30.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 7 | 21.62 | 29.5 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 8 | 19.75 | 30.3 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 9 | 21.44 | 30.5 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 10 | 21.47 | 30.7 | 25.0 | 3.6 |
| PT 93 | 11 | 20.43 | 30.5 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 12 | 21.89 | 30.4 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 13 | 22.28 | 30.3 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 14 | 20.76 | 30.8 | 22.0 | .0 |
| PT 93 | 15 | 19.36 | 30.5 | 22.5 | 1.6 |
| PT 93 | 16 | 20.11 | 31.0 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 17 | 20.63 | 31.0 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 18 | 21.63 | 30.5 | 25.5 | .3 |
| PT 93 | 19 | 19.50 | 30.5 | 23.8 | .0 |
| PT 93 | 20 | 19.18 | 30.3 | 23.7 | .0 |
| PT 93 | 21 | 18.97 | 30.4 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 22 | 13.45 | 31.2 | 23.5 | .0 |

| | | | | | |
|-------|----|-------|------|------|------|
| PT 93 | 23 | 16.02 | 30.7 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 24 | 14.60 | 30.0 | 22.5 | 14.2 |
| PT 93 | 25 | 19.12 | 30.6 | 23.5 | .3 |
| PT 93 | 26 | 21.23 | 30.6 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 27 | 12.25 | 30.5 | 24.0 | 15.7 |
| PT 93 | 28 | 12.52 | 26.5 | 23.0 | 29.5 |
| PT 93 | 29 | 12.30 | 25.5 | 21.5 | 1.8 |
| PT 93 | 30 | 21.41 | 29.0 | 21.2 | 5.1 |
| PT 93 | 31 | 18.75 | 28.4 | 21.0 | .3 |
| PT 93 | 32 | 21.62 | 29.5 | 20.0 | 15.2 |
| PT 93 | 33 | 10.19 | 28.0 | 22.0 | 7.1 |
| PT 93 | 34 | 16.77 | 30.0 | 22.0 | .1 |
| PT 93 | 35 | 22.25 | 31.7 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 36 | 21.31 | 29.3 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 37 | 23.09 | 29.3 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 38 | 22.89 | 29.8 | 21.0 | .0 |
| PT 93 | 39 | 23.56 | 29.8 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 40 | 22.11 | 29.8 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 41 | 23.79 | 30.2 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 42 | 20.57 | 30.2 | 25.0 | .0 |
| PT 93 | 43 | 21.24 | 29.8 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 44 | 22.17 | 29.6 | 22.0 | .0 |
| PT 93 | 45 | 22.21 | 30.2 | 21.8 | .0 |
| PT 93 | 46 | 22.39 | 30.0 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 47 | 22.05 | 30.5 | 22.0 | .0 |
| PT 93 | 48 | 23.62 | 30.5 | 22.4 | .0 |
| PT 93 | 49 | 24.55 | 31.0 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 50 | 24.09 | 30.5 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 51 | 23.24 | 30.5 | 20.7 | .0 |
| PT 93 | 52 | 21.11 | 29.5 | 21.2 | .0 |
| PT 93 | 53 | 24.35 | 31.2 | 21.0 | .0 |
| PT 93 | 54 | 24.78 | 30.6 | 19.4 | .0 |
| PT 93 | 55 | 24.05 | 30.7 | 19.4 | .0 |
| PT 93 | 56 | 25.12 | 32.6 | 19.6 | .0 |
| PT 93 | 57 | 24.65 | 31.5 | 22.2 | .0 |
| PT 93 | 58 | 22.89 | 31.7 | 23.6 | .0 |
| PT 93 | 59 | 24.47 | 31.5 | 22.9 | .0 |
| PT 93 | 60 | 22.83 | 31.5 | 23.0 | .0 |
| PT 93 | 61 | 20.28 | 30.8 | 25.7 | .0 |
| PT 93 | 62 | 22.90 | 30.8 | 21.6 | .0 |
| PT 93 | 63 | 23.19 | 31.0 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 64 | 23.36 | 31.3 | 20.6 | .0 |
| PT 93 | 65 | 23.13 | 31.6 | 21.5 | .0 |
| PT 93 | 66 | 20.04 | 31.9 | 22.4 | 20.1 |
| PT 93 | 67 | 16.94 | 30.5 | 23.0 | 8.8 |
| PT 93 | 68 | 22.44 | 31.0 | 25.5 | .0 |
| PT 93 | 69 | 22.73 | 30.8 | 25.8 | .0 |
| PT 93 | 70 | 18.45 | 30.8 | 25.4 | .7 |
| PT 93 | 71 | 19.90 | 31.0 | 26.0 | .4 |
| PT 93 | 72 | 16.27 | 31.2 | 25.0 | 21.4 |
| PT 93 | 73 | 14.71 | 29.6 | 23.0 | 33.8 |
| PT 93 | 74 | 12.11 | 29.4 | 23.6 | 17.7 |
| PT 93 | 75 | 20.25 | 30.6 | 24.0 | 5.0 |
| PT 93 | 76 | 15.81 | 30.5 | 23.5 | 6.8 |
| PT 93 | 77 | 18.19 | 32.0 | 24.0 | .0 |
| PT 93 | 78 | 13.48 | 29.6 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 79 | 12.44 | 29.5 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 80 | 14.68 | 30.1 | 23.6 | 6.7 |
| PT 93 | 81 | 12.20 | 29.0 | 24.0 | 3.1 |
| PT 93 | 82 | 23.78 | 30.7 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 83 | 23.00 | 31.2 | 24.8 | .0 |
| PT 93 | 84 | 24.06 | 30.7 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 85 | 23.55 | 31.5 | 22.4 | .0 |
| PT 93 | 86 | 23.82 | 32.2 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 87 | 24.09 | 32.8 | 23.3 | .0 |
| PT 93 | 88 | 23.44 | 32.2 | 23.5 | .0 |
| PT 93 | 89 | 23.71 | 32.8 | 24.5 | .0 |
| PT 93 | 90 | 24.50 | 32.6 | 22.5 | .0 |
| PT 93 | 91 | 23.45 | 32.5 | 22.5 | .0 |

| | | | | |
|-----------|-------|------|------|-------|
| PT 93 92 | 20.56 | 32.6 | 23.5 | .0 |
| PT 93 93 | 24.64 | 33.7 | 23.0 | .0 |
| PT 93 94 | 24.37 | 34.1 | 23.6 | .0 |
| PT 93 95 | 24.11 | 34.2 | 23.8 | .0 |
| PT 93 96 | 22.40 | 34.5 | 24.2 | .0 |
| PT 93 97 | 24.89 | 33.4 | 23.5 | .0 |
| PT 93 98 | 24.10 | 33.5 | 23.6 | .0 |
| PT 93 99 | 23.44 | 33.2 | 25.5 | .0 |
| PT 93 100 | 19.76 | 33.2 | 25.6 | .0 |
| PT 93 101 | 17.92 | 32.5 | 24.0 | .0 |
| PT 93 102 | 13.47 | 29.5 | 23.0 | 8.1 |
| PT 93 103 | 12.29 | 29.5 | 23.0 | 128.2 |
| PT 93 104 | 12.28 | 24.5 | 22.5 | 52.8 |
| PT 93 105 | 15.55 | 30.3 | 23.0 | 30.9 |
| PT 93 106 | 20.50 | 30.7 | 23.0 | 17.7 |
| PT 93 107 | 17.10 | 31.6 | 23.8 | 1.1 |
| PT 93 108 | 20.35 | 31.7 | 23.5 | .4 |
| PT 93 109 | 20.33 | 32.4 | 23.3 | .9 |
| PT 93 110 | 22.01 | 32.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 111 | 22.13 | 32.4 | 25.0 | .2 |
| PT 93 112 | 22.11 | 32.7 | 25.3 | .0 |
| PT 93 113 | 23.65 | 32.3 | 25.0 | .0 |
| PT 93 114 | 25.19 | 32.1 | 24.5 | .0 |
| PT 93 115 | 23.74 | 32.1 | 23.5 | .0 |
| PT 93 116 | 24.89 | 32.1 | 23.5 | .0 |
| PT 93 117 | 22.80 | 32.0 | 23.0 | .0 |
| PT 93 118 | 22.52 | 31.8 | 23.5 | .0 |
| PT 93 119 | 21.85 | 34.0 | 25.5 | 18.0 |
| PT 93 120 | 22.09 | 35.6 | 22.5 | .0 |
| PT 93 121 | 23.61 | 33.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 122 | 22.05 | 33.6 | 24.6 | .0 |
| PT 93 123 | 22.41 | 32.8 | 25.0 | .0 |
| PT 93 124 | 24.82 | 33.2 | 24.0 | .0 |
| PT 93 125 | 24.28 | 33.3 | 24.0 | .0 |
| PT 93 126 | 22.98 | 33.7 | 24.6 | .0 |
| PT 93 127 | 25.00 | 34.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 128 | 24.59 | 33.3 | 24.0 | .0 |
| PT 93 129 | 21.25 | 33.9 | 24.3 | .0 |
| PT 93 130 | 21.99 | 34.4 | 24.0 | 1.2 |
| PT 93 131 | 22.09 | 33.3 | 24.2 | .0 |
| PT 93 132 | 20.30 | 33.4 | 23.0 | 11.1 |
| PT 93 133 | 18.07 | 32.7 | 23.4 | .0 |
| PT 93 134 | 17.02 | 32.7 | 25.2 | 5.8 |
| PT 93 135 | 11.96 | 32.2 | 24.0 | .0 |
| PT 93 136 | 13.33 | 32.7 | 24.6 | .0 |
| PT 93 137 | 12.53 | 32.8 | 23.4 | .0 |
| PT 93 138 | 11.28 | 32.2 | 24.0 | .2 |
| PT 93 139 | 09.51 | 32.2 | 23.4 | 30.1 |
| PT 93 140 | 10.69 | 32.6 | 24.0 | 7.2 |
| PT 93 141 | 09.23 | 32.0 | 24.6 | .0 |
| PT 93 142 | 08.42 | 32.5 | 25.0 | 23.1 |
| PT 93 143 | 07.38 | 32.6 | 24.0 | .0 |
| PT 93 144 | 07.22 | 33.5 | 24.2 | .0 |
| PT 93 145 | 05.13 | 33.0 | 24.5 | 7.7 |
| PT 93 146 | 05.44 | 33.2 | 24.2 | 2.3 |
| PT 93 147 | 04.55 | 32.5 | 24.4 | 6.6 |
| PT 93 148 | 05.13 | 33.2 | 24.6 | .0 |
| PT 93 149 | 05.17 | 33.6 | 24.6 | .0 |
| PT 93 150 | 03.98 | 34.1 | 24.5 | .0 |
| PT 93 151 | 03.77 | 33.8 | 25.8 | .0 |
| PT 93 152 | 03.92 | 33.9 | 24.2 | 20.4 |
| PT 93 153 | 03.63 | 33.2 | 23.7 | .0 |
| PT 93 154 | 03.97 | 33.7 | 25.1 | .0 |
| PT 93 155 | 02.89 | 33.2 | 24.7 | .0 |
| PT 93 156 | 02.69 | 32.6 | 25.2 | .0 |
| PT 93 157 | 02.82 | 33.2 | 24.3 | 12.8 |
| PT 93 158 | 02.96 | 32.9 | 23.8 | 1.2 |
| PT 93 159 | 02.38 | 32.7 | 24.0 | .0 |
| PT 93 160 | 02.37 | 31.8 | 24.7 | .0 |

| | | | | |
|-----------|-------|------|------|------|
| PT 93 162 | 01.96 | 30.6 | 24.0 | 25.0 |
| PT 93 163 | 02.06 | 32.5 | 22.2 | .0 |
| PT 93 164 | 03.40 | 33.7 | 24.2 | .0 |
| PT 93 165 | 02.77 | 32.9 | 25.7 | .0 |
| PT 93 166 | 03.31 | 33.6 | 23.8 | .0 |
| PT 93 167 | 03.50 | 34.0 | 24.0 | .0 |
| PT 93 168 | 03.25 | 34.7 | 24.2 | 8.5 |
| PT 93 169 | 02.00 | 31.6 | 24.1 | .0 |
| PT 93 170 | 02.20 | 32.4 | 24.7 | 11.8 |
| PT 93 171 | 04.01 | 33.6 | 24.1 | .0 |
| PT 93 172 | 03.72 | 33.5 | 24.4 | .0 |
| PT 93 173 | 03.63 | 33.0 | 24.5 | .0 |
| PT 93 174 | 03.88 | 33.0 | 23.5 | .0 |
| PT 93 175 | 05.01 | 33.5 | 23.6 | .0 |
| PT 93 176 | 06.02 | 34.5 | 23.0 | .0 |
| PT 93 177 | 05.53 | 32.2 | 23.7 | 2.4 |
| PT 93 178 | 07.82 | 34.0 | 23.7 | .0 |
| PT 93 179 | 06.57 | 32.3 | 24.8 | .2 |
| PT 93 180 | 07.44 | 32.1 | 24.0 | 7.7 |
| PT 93 181 | 10.33 | 33.0 | 23.6 | .0 |
| PT 93 182 | 09.38 | 33.4 | 24.5 | .0 |
| PT 93 183 | 10.61 | 33.2 | 23.6 | .0 |
| PT 93 184 | 11.75 | 33.0 | 23.0 | .0 |
| PT 93 185 | 09.56 | 33.5 | 23.2 | .0 |
| PT 93 186 | 15.48 | 33.6 | 23.8 | .0 |
| PT 93 187 | 09.67 | 34.5 | 24.3 | .0 |
| PT 93 188 | 10.89 | 33.6 | 23.4 | .0 |
| PT 93 189 | 14.09 | 33.6 | 23.2 | .0 |
| PT 93 190 | 13.28 | 34.2 | 22.7 | .0 |
| PT 93 191 | 17.67 | 34.6 | 23.0 | .0 |
| PT 93 192 | 13.69 | 34.6 | 23.0 | .0 |
| PT 93 193 | 15.38 | 34.7 | 23.8 | .0 |
| PT 93 194 | 18.00 | 34.4 | 22.8 | .0 |
| PT 93 195 | 11.81 | 33.1 | 23.6 | .0 |
| PT 93 196 | 10.18 | 31.1 | 24.2 | 10.8 |
| PT 93 197 | 15.13 | 33.7 | 22.6 | .0 |
| PT 93 198 | 21.57 | 33.9 | 22.3 | 7.7 |
| PT 93 199 | 20.63 | 34.0 | 22.4 | .0 |
| PT 93 200 | 22.02 | 34.4 | 23.2 | 4.5 |
| PT 93 201 | 24.40 | 34.7 | 23.9 | .0 |
| PT 93 202 | 20.20 | 34.8 | 24.7 | .0 |
| PT 93 203 | 22.82 | 34.0 | 24.3 | .0 |
| PT 93 204 | 16.49 | 33.6 | 26.2 | .0 |
| PT 93 205 | 11.90 | 29.8 | 24.5 | 1.6 |
| PT 93 206 | 17.15 | 30.6 | 22.7 | 4.9 |
| PT 93 207 | 15.29 | 33.1 | 24.0 | .0 |
| PT 93 208 | 15.93 | 32.5 | 24.6 | 1.3 |
| PT 93 209 | 12.18 | 31.0 | 23.5 | .0 |
| PT 93 210 | 19.21 | 34.5 | 23.5 | .0 |
| PT 93 211 | 17.97 | 34.5 | 24.8 | .0 |
| PT 93 212 | 24.90 | 24.7 | 35.2 | .0 |
| PT 93 213 | 22.28 | 35.2 | 23.1 | .0 |
| PT 93 214 | 14.75 | 33.0 | 21.2 | .4 |
| PT 93 215 | 15.39 | 34.2 | 22.5 | .0 |
| PT 93 216 | 20.71 | 33.7 | 23.7 | .0 |
| PT 93 217 | 14.15 | 32.7 | 24.2 | 1.8 |
| PT 93 218 | 14.04 | 33.5 | 22.6 | .0 |
| PT 93 219 | 18.86 | 34.0 | 25.0 | .0 |
| PT 93 220 | 18.75 | 34.6 | 24.2 | .0 |
| PT 93 221 | 22.58 | 34.6 | 23.5 | .0 |
| PT 93 222 | 23.11 | 35.6 | 23.4 | .0 |
| PT 93 223 | 19.95 | 35.6 | 24.6 | .0 |
| PT 93 224 | 23.53 | 34.2 | 25.0 | .0 |
| PT 93 225 | 21.00 | 34.8 | 24.0 | .0 |
| PT 93 226 | 18.46 | 34.0 | 23.7 | .0 |
| PT 93 227 | 20.78 | 34.2 | 22.2 | .0 |
| PT 93 228 | 18.49 | 35.3 | 24.2 | .0 |
| PT 93 229 | 20.30 | 35.4 | 24.7 | .0 |

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของวัชพืชใบกว้างที่ระดับ
ความหนาแน่นต่าง ๆ กัน

| Source of variation | df | -----ที่อายุ 36 วัน----- | | -----ที่อายุ 60 วัน----- | |
|---------------------|----|--------------------------|--|-----------------------------------|--|
| | | ความสูงทรงพุ่ม | ดัชนีพื้นที่ใบ ($\times 10^{-2}$) | ความสูงทรงพุ่ม ($\times 10$) | ดัชนีพื้นที่ใบ ($\times 10^{-3}$) |
| Block | 3 | 2.73 | 4.88 | 3.01 | 4.20 |
| Treatment | 3 | 22.82* | 51.88** | 32.07** | 3.55 |
| Error | 9 | 6.03 | 3.45 | 2.20 | 19.08 |

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ตารางภาคผนวกที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงที่วัดจากแปลง
ทดลองทุก ๆ 6 วัน ระหว่าง 36 - 102 วันหลังจากปลูกกับปริมาณ
รังสีดวงอาทิตย์จากสถานีตรวจอากาศเกษตรจังหวัดพัทลุง

| จำนวนวันหลังจากปลูก (วัน) | ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ | | ความแตกต่าง* (%) |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------|---------------------|
| | สถานีตรวจอากาศ | แปลงทดลอง | |
| | ----- (MJ/m. ²) ----- | | |
| 36 | 20.7 | 21.1 | 1.9 |
| 42 | 16.3 | 15.2 | 6.7 |
| 48 | 18.7 | 19.4 | 3.7 |
| 54 | 20.7 | 21.9 | 5.6 |
| 60 | 19.5 | 15.7 | 19.4 |
| 66 | 14.2 | 14.8 | 4.3 |
| 72 | 11.8 | 11.3 | 4.2 |
| 78 | 19.5 | 20.5 | 5.1 |
| 84 | 21.3 | 21.6 | 1.4 |
| 90 | 13.2 | 13.9 | 5.3 |
| 96 | 18.7 | 19.5 | 4.2 |
| 102 | 11.9 | 13.0 | 9.2 |

* แตกต่างกันไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ใช้ทดแทนกันได้

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เหนือทรงพุ่มถั่วลิสงและดัชนีพื้นที่ใบ

| Source of variation | df | รังสีดวงอาทิตย์ | ดัชนีพื้นที่ใบ | รังสีดวงอาทิตย์ | ดัชนีพื้นที่ใบ | รังสีดวงอาทิตย์ | ดัชนีพื้นที่ใบ |
|---------------------|----|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| | | ($\times 10^{-1}$) | ($\times 10^{-2}$) | ($\times 10^{-1}$) | ($\times 10^{-2}$) | ($\times 10^{-1}$) | ($\times 10^{-2}$) |
| | | ----ที่อายุ 36 วัน---- | | ----ที่อายุ 60 วัน---- | | ---เฉลี่ยตลอดฤดูปลูก--- | |
| Block | 3 | 3.28 | 4.88 | 1.56 | 1.69 | 1.17 | 8.60 |
| Treatment | 4 | 3.07 | 110.11** | 2171.89** | 933.74** | 1561.05** | 87.00** |
| Error | 12 | 1.82 | 2.71 | 1.40 | 0.60 | 0.83 | 7.00 |

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ตารางภาคผนวกที่ 9 ลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วลิสงพันธุ์ Starr, Florunner และพันธุ์
Florigiant ในแบบจำลอง PNTGRO

C: >DSSAT\MODEL\PEANUT\PANUS\GENETICS.PN9

| | | | | | | | | | | \panus\genetics.pn9 | |
|--------|----------------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|--|---------------------|---------------------------------|
| 01 | STARR | | | | | | | | | 01 | VARIETY 1, MAT. GRP 1 |
| 5.00 | 12.16 | 01.00 | 1.0 | | | | | | | | VARN1,VARNO,VARTH,VARDH |
| 6.00 | 7.00 | 0.0 | 0.0 | 18.0 | 7.00 | 29.2 | 55.00 | 44.0 | | | VARTHR(J),J=1,9 |
| 68.00 | 0.00 | | | | | | | | | | VARTHR(J),J=10,11 |
| 19.800 | 20.900 | 2.0 | 22.00 | 100. | | | | | | | SHVAR,SDVAR,SDPDVR,PODVAR,XMPAG |
| 0.400 | 19.0 | 243. | 0.0 | 1.384 | | | | | | | TRI,SIZELF,SLAVAR,STRCON,PGLF |
| 0.77 | 1. | 0.037 | 0.03 | 77.0 | | | | | | | XFRT,DETVEG,CNMOB,SHTHIC,THRESH |
| 19.0 | 11.0 | 5.5 | | | | | | | | | LNGSH,LAGSD,LNGPEG |
| 02 | FLORUNNER, std | | | | | | | | | 02 | VARIETY 2, MAT. GRP 2 |
| 5.00 | 12.16 | 01.00 | 1.0 | | | | | | | | VARN1,VARNO,VARTH,VARDH |
| 5.00 | 8.30 | 0.0 | 0.0 | 15.7 | 8.00 | 37.6 | 70.00 | 54.0 | | | VARTHR(J),J=1,9 |
| 87.00 | 0.00 | | | | | | | | | | VARTHR(J),J=10,11 |
| 19.000 | 17.500 | 1.7 | 18.50 | 100. | | | | | | | SHVAR,SDVAR,SDPDVR,PODVAR,XMPAG |
| 0.423 | 20.0 | 245. | 1.0 | 1.384 | | | | | | | TRI,SIZELF,SLAVAR,STRCON,PGLF |
| 0.85 | 1. | 0.029 | 0.03 | 80.0 | | | | | | | XFRT,DETVEG,CNMOB,SHTHIC,THRESH |
| 19.5 | 11.0 | 5.5 | | | | | | | | | LNGSH,LAGSD,LNGPEG |
| 03 | FLORIGIANT | | | | | | | | | 03 | VARIETY 3, MAT. GRP 3 |
| 5.00 | 12.16 | 01.00 | 1.0 | | | | | | | | VARN1,VARNO,VARTH,VARDH |
| 5.00 | 8.30 | 0.0 | 0.0 | 16.3 | 8.00 | 37.6 | 70.00 | 54.0 | | | VARTHR(J),J=1,9 |
| 86.40 | 0.00 | | | | | | | | | | VARTHR(J),J=10,11 |
| 37.900 | 24.500 | 1.7 | 11.00 | 100. | | | | | | | SHVAR,SDVAR,SDPDVR,PODVAR,XMPAG |
| 0.423 | 20.0 | 245. | 1.0 | 1.384 | | | | | | | TRI,SIZELF,SLAVAR,STRCON,PGLF |
| 0.81 | 1. | 0.029 | 0.03 | 74.0 | | | | | | | XFRT,DETVEG,CNMOB,SHTHIC,THRESH |
| 22.0 | 14.0 | 5.5 | | | | | | | | | LNGSH,LAGSD,LNGPEG |

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงที่ระดับ
ความหนาแน่นของพืชในระดับต่าง ๆ กัน

| Source of variation | df | ผลผลิต ($\times 10^4$) | ดัชนีพื้นที่ใบ ($\times 10^{-2}$) | น้ำหนักต้นถั่ว ($\times 10^4$) |
|---------------------|----|-----------------------------|--|-------------------------------------|
| Block | 3 | 2.96 | 8.60 | 7.86 |
| Treatment | 4 | 390.99** | 87.00** | 335.87** |
| Error | 12 | 3.65 | 7.00 | 3.86 |

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของผลผลิตของถั่วลิสงที่ระดับความหนาแน่นของ
พืชต่าง ๆ กัน เปรียบเทียบโดยใช้ orthogonal polynomial

| Source of variation | df | ms ($\times 10^5$) | equations (y) | r^2 |
|------------------------|----|-------------------------|-------------------------------------|-------|
| Block | 3 | 0.29 | | |
| Treatment | 4 | 39.09** | | |
| Linear | 1 | 88.91** | 2457.4 - 19.0x | 0.57 |
| Quadratic | 1 | 47.39** | 3039.3 - 65.4x + 0.47x ² | 0.84 |
| Residual | 2 | 10.04** | | |
| Error | 12 | 0.37 | | |

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P < 0.05)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P < 0.01)

ตารางภาคผนวกที่ 12 เปรียบเทียบผลผลิตถั่วลิสงและความหนาแน่นวิกฤตของวัชพืช โดยใช้
เกณฑ์ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

| เกณฑ์เปรียบเทียบ | LSD 0.05 | LSD 0.01 |
|--|----------|----------|
| ผลผลิตถั่วลิสงจากสมการที่วัดได้จริงเมื่อไม่มีวัชพืช (กก./เฮกตาร์) | 3039 | 3039 |
| 2 - T means | 294 | 412 |
| ความต่าง (กก./เฮกตาร์) | 2745 | 2627 |
| ระดับความหนาแน่นวัชพืช (%) | 5 | 3 |

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ

นายพนัส แพชนะ

วัน เดือน ปีเกิด

23 กุมภาพันธ์ 2503

วุฒิการศึกษา

วุฒิ

ชื่อสถาบัน

ปีที่สำเร็จการศึกษา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2526

(เกษตรศาสตร์)