

16988



สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการให้น้ำในระดับแตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วพุ่ม
Effect of different levels of irrigation on growth and yield of cowpea.



โดย

นางสาวพิศมัย สติชัยภูมิ

นางสาวแพรวพราว สุวรรณชัยรบ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. สมยศ เดชภีรัตน์มงคล

๑๓.
๑๗๕๕๓
๑๕๔๒



T100175

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 100175
วันเดือนปี 17 Jun 2009

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พุทธศักราช 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

ผลของการให้น้ำในระดับแตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วพุ่ม

Effect of different levels of irrigation on growth and yield of cowpea.

โดย

นางสาวพิศมัย สติตย์ภูมิ

นางสาวแพรวพราว สุวรรณชัยรบ

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

.....
(ผศ.ดร.สมยศ เดชภีรัตน์มงคล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

รฟ

พ ๗๕ | ๘

๑๕๔๒

16988

5 - ก.ย. 2543

ภาควิชารับรองแล้ว

.....
.....

(อาจารย์วิชัย ล้อมกาญจนะพงศ)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 27 เดือน ๙ ค. พ.ศ. 2543 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับก๊อปปี้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษของนักศึกษาในระดับปริญญาตรี เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เปรียบเสมือนเป็นบันไดขั้นแรกแห่งการเรียนรู้ ฝึกฝนสติปัญญา ปรับปรุงกระบวนการความคิด และแก้ไข ปัญหา ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต

ปัญหาพิเศษเล่มนี้ จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้เลย หากไม่มีผู้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ถ่ายทอดความรู้ และอำนวยความสะดวกต่างๆ และในโอกาสนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สมยศ เดชภริตันมงคล อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ตักเตือนกล่อมเกล่าข้าพเจ้าให้มีความละเอียดรอบคอบในการทำงาน อีกทั้งถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ต่างๆ ให้กับข้าพเจ้า ซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้ให้ประโยชน์แก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างมาก

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ปัญญา โพธิ์รัฐศิริรัตน์ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำ ถ่ายทอดความรู้ทางด้านการคำนวณและสถิติ จนสามารถช่วยทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบคุณ คุณ สมมาตร อยู่สุขยิ่งสถาพร นักศึกษาระดับปริญญาโท ผู้ร่วมทำปัญหาพิเศษ, คุณ อติศักดิ์ ทัพพเสรณี เจ้าหน้าที่ประจำห้องภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกฝ่ายที่ไม่ได้เอ่ยนามไว้ในที่นี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้การสนับสนุนการศึกษา และคอยเป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด

พิศมัย สถิตย์ภูมิ

แพรวพราว สุวรรณชัยรบ

มีนาคม 2543

เรื่อง :ผลของการให้น้ำในระดับแตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วพุ่ม

Effect of different levels of irrigation on growth and yield of cowpea.

โดย :นางสาว พิศมัย สติศย์ภูมิ

:นางสาว แพรวพราว สุวรรณชัยรบ

สาขา :พืชไร่

ภาควิชา :เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ :เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. สมยศ เดชภีร์ตันมงคล

บทคัดย่อ

ถั่วพุ่มเป็นพืชที่มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายในเขตร้อน แต่ผลผลิตส่วนใหญ่มักถูกจำกัด โดยความผันแปรของปริมาณและการแพร่กระจายของน้ำฝน การศึกษาในครั้งนี้เพื่อต้องการทราบ ถึงการให้น้ำในระดับที่แตกต่างกัน (ปริมาณน้ำเทียบเท่ากับปริมาณน้ำฝน 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 มิลลิเมตร) ที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์ (IT 82 E-9, CP 4-2-3-1 และ 6-1US) ซึ่งได้ทำการทดลองที่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน 2542 ผลจากการทดลองพบว่า ถั่วพุ่มทั้ง 3 สายพันธุ์ มีการ สะสมน้ำหนักแห้ง พื้นที่ใบ น้ำหนักใบแห้ง น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรากแห้ง ผลผลิตเมล็ดและ องค์กรประกอบผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในระดับที่ แตกต่างกัน มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตตลอดช่วงฤดูปลูก ถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณ 10.0 มิลลิเมตร มีการสะสมน้ำหนักแห้ง ความสูงลำต้น พื้นที่ใบ น้ำหนักใบแห้ง น้ำหนักลำต้นแห้ง น้ำหนักรากแห้ง ผลผลิตเมล็ดและองค์กรประกอบผลผลิตสูงสุด ในขณะที่ถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำ 2.5 มิลลิเมตรมีค่าต่ำที่สุด การให้น้ำในปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 2.5 ถึง 10.0 มิลลิเมตร มีผลทำให้อัตราการ เจริญเติบโต อัตราการคายน้ำ และ Total conductance เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่ออุณหภูมิของใบ

abstract

Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] is widely grown in the tropical regions, but production is often limited by the large variation in the amount and distribution of rainfall. The studies were conducted to determine the effect of different levels of irrigation (equivalent to 2.5, 5.0, 7.5 and 10.0 mm. of rainfall) on growth and yield of 3 cowpea lines (IT 82 E-9, CP 4-2-3-1 and 6-1 US) during February to April, 1999 at KMITL. The results revealed that total dry weight, leaf area, leaf dry weight, stem dry weight, root dry weight, seed yield and yield components of these lines were not significantly different. However, different water levels have significant effect on growth of cowpea through out the growing period. The 10 mm. of rainfall treatment gave the highest total dry weight, plant height, leaf area, leaf dry weight, stem dry weight, root dry weight, seed yield and yield components whereas the 2.5 mm of rainfall treatment gave the lowest. Increasing irrigation amounts from 2.5 mm to 10.0 mm increased crop growth rate, transpiration rate and total conductance but did not have effect on leaf temperature.

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(ก)
คำนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	5
ผลการทดลองและวิจารณ์	6
สรุปผลการทดลอง	16
เอกสารอ้างอิง	17



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณน้ำ (mm) ที่ให้แก่ถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์	5
2	อุณหภูมิใบ อัตราการคายน้ำ และ Total conductance ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์ เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน	7
3	ความสูงลำต้น (ซม.) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน	8
4	อัตราการเจริญเติบโต ($g/m^2/day$) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน	9
5	พื้นที่ใบ (ตร.ซม./ต้น) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน	10
6	น้ำหนักใบแห้ง (กรัม/ต้น) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน	11
7	น้ำหนักดินแห้ง (กรัม/ต้น) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน	12
8	น้ำหนักรากแห้ง (กรัม/ต้น) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน	13
9	น้ำหนักแห้งรวม (กรัม/ต้น) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน	14
10	ผลผลิตเมล็ด และองค์ประกอบผลผลิต ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน	16

คำนำ

การปลูกถั่วพุ่มในเขตร้อนและกึ่งร้อนส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับน้ำฝนเป็นหลัก ดังนั้นผลผลิตของถั่วพุ่มในแต่ละปีจึงมีการผันแปรเป็นอย่างมาก ถึงแม้ว่าถั่วพุ่มจะเป็นพืชที่มีอายุสั้น แต่มีความสามารถในการทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับพืชไร่อื่นๆ จากการทดลองพบว่าเมื่อถั่วพุ่มได้รับน้ำในปริมาณน้อยลง จะมีผลทำให้ถั่วพุ่มเกิดการขาดน้ำขึ้น และมีผลกระทบต่อผลผลิตอีกด้วย (Turk และ Hall 1980b; Pandey และคณะ, 1984a) Wien และคณะ (1979) และ Hiler และคณะ (1972) พบว่า ปริมาณน้ำที่ถั่วพุ่มได้รับน้อยในช่วงที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้น จะไม่มีผลกระทบต่อผลผลิต แต่ Summerfield และคณะ (1976) กลับพบว่า ถั่วพุ่มที่ขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต เป็นช่วงที่วิกฤติที่สุด Turk และคณะ (1980) ชี้ให้เห็นว่า การงดให้น้ำในช่วงออกดอก และติดฝัก จะทำให้ผลผลิตของถั่วพุ่มลดลงมากกว่าช่วงอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Wien และคณะ (1979) ที่พบเช่นเดียวกันว่า การขาดน้ำในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่วิกฤติที่สุด อย่างไรก็ตามถั่วพุ่มสามารถเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้นได้ เมื่อได้รับน้ำในปริมาณที่มากขึ้น (Pandey และคณะ, 1984a; Vorasoot และคณะ, 1987) ปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับความต้องการน้ำของถั่วพุ่ม ที่จะทำให้ถั่วพุ่มมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุด โดยเฉพาะในประเทศไทยยังมีการศึกษากันไม่มากนัก นอกจากนี้สายพันธุ์ของถั่วพุ่มที่ทางกรมวิชาการเกษตร (2541) แนะนำให้เกษตรกรปลูกเช่น IT 82 E-9, CP 4-2-3-1 และ 6-1 US เป็นต้น แต่ละสายพันธุ์ก็ยังไม่มีการศึกษาถึงความต้องการน้ำมาก่อนเช่นกัน ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาครั้งนี้ขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะได้ทราบว่า ถั่วพุ่มควรจะมีการให้น้ำในปริมาณเท่าใด จึงจะเหมาะสมและให้ผลผลิตมากที่สุด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ที่จะได้แนะนำแก่เกษตรกรผู้ปลูกถั่วพุ่มต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อต้องการศึกษาว่าปริมาณน้ำที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เป็นเท่าใดจึงจะทำให้ถั่วพุ่มมีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสูงสุด

ตรวจเอกสาร

ถั่วพุ่มเป็นพืชที่ค่อนข้างทนทานต่อความแห้งแล้ง และมีการใช้น้ำตลอดฤดูการปลูก ประมาณ 250-1,000 มิลลิเมตร (กฤษฎา, 2537) แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อถั่วพุ่มได้รับน้ำใน ปริมาณที่ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต และเกิดการขาดน้ำขึ้น จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตเป็นอย่างมาก Turner (1976) รายงานว่า เมื่อเกิดการขาดน้ำในพืชจะมีผลต่อสรีรวิทยาของพืช โดยตรง ถั่วพุ่มจะมีการปรับตัวต่อสภาพการขาดน้ำ โดยการปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำลง และ เป็นไปอย่างรวดเร็วเมื่อพืชเกิดการขาดน้ำอย่างรุนแรง (Wien และคณะ, 1976) Lawn (1982a) ได้ เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการชักนำใบของพืชตระกูลถั่วหลายชนิด พบว่าถั่วพุ่มมีค่า การชักนำของใบ (Leaf conductance) ลดลงต่ำที่สุดที่ระดับศักย์ของน้ำในใบเท่ากับ -10 บาร์ รองลงมา คือ ถั่วเขียวฝักดำ ถั่วเขียวฝักมัน และถั่วเหลืองตามลำดับ

การขาดน้ำมีผลทำให้การพัฒนาพื้นที่ของใบลดลง เนื่องจากการแตกใบใหม่ และการ ขยายตัวของใบลดลง นอกจากนี้ยังมีการร่วงหล่นของใบเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้การเจริญเติบโตของพืช โดยรวม มีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว (สายัณห์, 2537) เห็นได้จากการปกคลุมผิวดินของทรงพุ่มมีน้อยเมื่อ เปรียบเทียบกับพุ่มที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ (Turk และคณะ, 1980) ส่วนการสังเคราะห์แสง Wien และคณะ(1979) ได้ทดลองปลูกถั่วพุ่มพันธุ์ TVu 4552 ในสภาพที่ขาดน้ำ และได้รับน้ำอย่าง เพียงพอ พบว่าถั่วพุ่มที่ขาดน้ำมีการสังเคราะห์แสงลดลงมากถึงร้อยละ 27 ภายใต้สภาพที่ได้รับ แสงเต็มที่ Ashley (1983) พบว่าถ้าหากพืชขาดน้ำอย่างรุนแรงมากขึ้น จะทำให้การสังเคราะห์ แสงของพืชลดลงได้ ซึ่งจะทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นลดลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากพืชไม่ สามารถสร้างอาหารจากกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ ซึ่งผลกระทบดังกล่าว Pandey และคณะ (1984c) พบว่า ถั่วพุ่มที่ขาดน้ำอย่างรุนแรงตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต มีผลทำให้การสะสมน้ำหนักแห้ง มีค่าลดต่ำลงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ และเมื่อพิจารณาถึง อัตราการเจริญเติบโตของพืช (Crop growth rate) ก็มีค่าลดลงสอดคล้องกัน

นอกจากนี้ยังมีผลกระทบทำให้ความสูง และการสะสมน้ำหนักแห้งของถั่วพุ่มมีค่าลดลง (Muchow, 1985) ส่วนอุณหภูมิของทรงพุ่มในถั่วพุ่มเมื่อขาดน้ำ ก็ได้มีการศึกษาเช่นกัน พบว่า เมื่อดินให้น้ำแก่ถั่วพุ่ม จะทำให้ปากใบปิด อุณหภูมิในทรงพุ่มจึงมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งในการทดลอง ของ Pandey และคณะ(1984b) พบว่าถั่วพุ่มที่ขาดน้ำอุณหภูมิของทรงพุ่มจะมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่า ถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ และเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วชนิดอื่นๆ ถั่วพุ่มจะมีอุณหภูมิทรงพุ่ม สูงกว่า ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และถั่วเขียว ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pandey และคณะ (1984c) ได้ทดลองเปรียบเทียบความหนาแน่นของรากพืชตระกูลถั่ว 4 ชนิด ที่อายุ 55 วัน พบว่าภายใต้สภาพการขาดน้ำและได้รับน้ำอย่างเพียงพอ ถั่วพุ่ม และถั่วชนิดอื่นๆ มีความหนาแน่นของรากมากขึ้นในแปลงที่ได้รับน้ำเพียงพอ และมีการเจริญเติบโตของรากพืชส่วนใหญ่อยู่ที่ดินชั้นบน (0-20 เซนติเมตร) การเจริญเติบโตของรากลงไปดินชั้นล่างเพิ่มขึ้นในแปลงที่ถั่วมีการขาดน้ำ ในถั่วพุ่มที่ขาดน้ำมีการเจริญเติบโตของรากหยั่งลึกลงไปดิน และมีความหนาแน่นของรากมากขึ้นที่ระดับความลึก 0-40 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าถั่วเขียว และถั่วเหลือง Senthong และPandey (1989) พบว่าในสภาพที่ขาดน้ำนั้น ถั่วพุ่ม ถั่วมะแฮะ และถั่วลิสง สามารถที่จะนำน้ำจากใต้ดินที่ระดับความลึก 40-100 เซนติเมตร มาใช้ประโยชน์เพื่อการเจริญเติบโต และการสร้างผลผลิตได้มากกว่าถั่วเหลือง และถั่วเขียว ดังนั้นถั่วพุ่มจึงเหมาะสมที่จะนำไปปลูกในเขตพื้นที่ดอนและแห้งแล้ง หรือในเขตพื้นที่ที่มีฝนตกในปริมาณน้อย ซึ่งจะเป็นการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ดินให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การขาดน้ำของถั่วพุ่ม นอกจากจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นแล้ว ยังพบว่าถั่วพุ่มจะมีการปรับตัว เพื่อหนีสภาพความรุนแรงของการขาดน้ำ โดยการออกดอกเร็วขึ้น และช่วงเวลาการออกดอกสั้นลง นอกจากนี้ยังสามารถฟื้นตัวได้เร็วเมื่อได้รับน้ำชลประทาน และจะมีการออกดอกใหม่ทดแทน (Lawn, 1982a)

ผลกระทบของการขาดน้ำที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต จะมีความรุนแรงมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับ ระดับความรุนแรงของการขาดน้ำ และช่วงเวลาของการขาดน้ำในระยะต่างๆ กันของการเจริญเติบโต (Hsiao และAcevedo, 1975; Begg และTurner, 1976) การศึกษาถึงความไวของถั่วพุ่ม ต่อการขาดน้ำในช่วงต่างๆ ของการเจริญเติบโต ก่อนหน้านี้นี้ยังมีความขัดแย้งกันอยู่ Shouse และคณะ (1981) ได้ทดลองปลูกถั่วพุ่มโดยให้ได้รับการขาดน้ำในระยะต่างๆ กัน พบว่า เมื่อให้น้ำเพิ่มขึ้นหลังจากถั่วพุ่มมีการขาดน้ำ จะไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตมากนัก การเพิ่มจำนวนครั้งของการให้น้ำ และปริมาณน้ำที่ให้ในแต่ละครั้งสามารถเพิ่มผลผลิตถั่วพุ่มได้ในบางงานทดลอง (Clark และHiler, 1973; Singh และคณะ, 1973) จากการศึกษาของ Wien และคณะ (1979) พบว่าถั่วพุ่มเมื่อได้รับความแห้งแล้งในช่วงแรกของการเจริญเติบโตทางลำต้น ช่วงออกดอก และช่วงติดฝัก จะมีผลทำให้ผลผลิตลดลง แต่ Hiler และคณะ (1972) พบว่าถั่วพุ่มเมื่อมีการขาดน้ำในระยะออกดอก และระยะติดฝัก ผลผลิตจะมีค่าลดลง โดยเฉพาะการขาดน้ำในระยะออกดอก พบว่าผลผลิตลดลงมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Turk และคณะ (1980) ที่พบว่า การขาดน้ำช่วงระยะออกดอก และระยะติดฝัก เป็นเวลานานมีผลทำให้ผลผลิตเมล็ดถั่วพุ่ม 2 สายพันธุ์ลดลง ในขณะที่การขาดน้ำช่วงที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้น ผลผลิตลดลงอย่างเด่นชัดในช่วง 1-2 ปีแรก ที่ทำการศึกษานั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Shouse และคณะ (1981)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่พบว่า การขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น และมีการให้น้ำเพิ่มเติมในเวลาต่อมา จะไม่มี
 ชาติ ผลกระทบต่อผลผลิตมากนัก แต่การขาดน้ำในระยะดอกบาน จะมีผลทำให้ผลผลิตลดลงอย่างเด่น
 และการขาดน้ำในระยะออกดอกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว จะทำให้ผลผลิตลดลงต่ำสุด Hiler และคณะ
 (1972) ได้รายงานว่าผลผลิตของถั่วพุ่ม ลดลงมาก เมื่อมีการขาดน้ำในระยะออกดอก แต่ Turk และ
 คณะ (1980) ได้ทดลองปลูกถั่วพุ่มในสภาพของการขาดน้ำ พบว่าเมื่อถั่วพุ่มมีการขาดน้ำในช่วงแรก
 ของการเจริญเติบโต ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตเมล็ด ส่วนถั่วพุ่มที่ได้รับการขาดน้ำในระยะออก
 ดอกจะทำให้ผลผลิตลดลงมาก แต่ผลผลิตที่ลดลงสามารถกลับคืนมาได้ ถ้าได้รับน้ำเพิ่ม เพราะ
 ช่วงที่ถั่วพุ่มขาดน้ำมีผลทำให้ดอกร่วงมาก ต่อมาเมื่อได้รับน้ำก็จะมีการสร้างดอกใหม่ และติดฝัก
 ซึ่งสามารถให้ผลผลิตได้ ส่วนการขาดน้ำที่ระยะติดฝัก เป็นช่วงที่สำคัญที่สุด ทำให้ฝักร่วง ผลผลิต
 ลดลงมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ถ้ามีการขาดน้ำอย่างรุนแรงตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต ก็มีผลทำให้
 ผลผลิตเมล็ดลดลงมากเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต
 ส่วนการขาดน้ำที่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบของผลผลิตนั้น Pandey และคณะ (1984b) ได้ศึกษา
 ถึงสถานะของการขาดน้ำ ที่มีต่อองค์ประกอบผลผลิตของถั่วพุ่ม โดยพิจารณาถึงองค์ประกอบผลผลิต
 ต่างๆ คือ จำนวนฝักต่อตารางเมตร , จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด พบว่า จำนวนฝัก
 ต่อตารางเมตร ได้รับผลกระทบจากสถานะการขาดน้ำมากที่สุด รองลงมาคือ จำนวนเมล็ดต่อฝัก ใน
 ขณะที่น้ำหนัก 100 เมล็ดได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำน้อยที่สุด Pandey และคณะ (1984a) ได้
 แสดงให้เห็นถึงการขาดน้ำในระดับต่างๆ พบว่าในแปลงที่ 1 (มีการได้รับน้ำอย่างเพียงพอ) ให้ผลผลิต
 สูงสุด และเมื่อมีการขาดน้ำในแปลงที่ 2 ถึงแปลงที่ 5 จะให้ผลผลิตลดลงตามระดับของการขาดน้ำ
 ซึ่งเกิดขึ้นกับพืชตระกูลถั่วทั้ง 4 ชนิด พบว่าถั่วเขียวจะมีผลผลิตลดลงมากที่สุดถึง 83 เปอร์เซ็นต์
 เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลือง ถั่วพุ่ม และถั่วลิสง มีผลผลิตลดลง 66, 65, และ 46 เปอร์เซ็นต์
 ตามลำดับ การลดลงของจำนวนฝักต่อพื้นที่นี้ อาจมีสาเหตุมาจาก เมื่อเกิดการขาดน้ำทำให้มี
 จำนวนดอกร่วงมาก ดอกที่เหลือซึ่งพัฒนาไปเป็นฝัก จึงมีเป็นจำนวนน้อย (Turk และคณะ, 1980 ;
 Senthong และ Pandey, 1989) สอดคล้องกับงานทดลองของ Lawn (1982b) ซึ่งได้ศึกษาผลกระทบ
 ของการขาดน้ำ ที่มีต่อขนาดของเมล็ดและองค์ประกอบผลผลิตในถั่วพุ่มเช่นกัน พบว่าจำนวนฝัก
 ต่อต้น ได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำมากที่สุด ในขณะที่จำนวนเมล็ดต่อฝัก และขนาดของเมล็ดไม่
 มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองครั้งนี้ดำเนินการทดลองระหว่าง วันที่ 7 กุมภาพันธ์ถึง 30 เมษายน 2542 ที่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วางแผนการทดลองแบบ Split plot in randomized complete block มีจำนวน 3 ซ้ำ Main plot มี 3 ปัจจัยคือ ถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์ได้แก่ IT 82 E-9, CP 4-2-3-1 และ 6-1 US ส่วน Subplot มี 4 ปัจจัยคือการให้น้ำแก่ถั่วพุ่มในระดับที่แตกต่างกัน ได้แก่ ถั่วพุ่มได้รับน้ำชลประทานเทียบกับปริมาณน้ำฝน 2.5 มิลลิเมตรต่อวัน (W_1), 5.0 มิลลิเมตรต่อวัน (W_2), 7.5 มิลลิเมตรต่อวัน (W_3) และ 10.0 มิลลิเมตรต่อวัน (W_4)

ทำการทดลองโดยปลูกถั่วพุ่มทั้ง 3 สายพันธุ์ลงในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว จำนวน 180 กระถาง หยอดเมล็ดลงไป 4 เมล็ดต่อกระถาง ก่อนปลูกได้คลุกเชื้อไรโซเบียมกับเมล็ดถั่วพุ่มทั้ง 3 สายพันธุ์ โดยใช้สัดส่วนของเชื้อคือ เมล็ดพันธุ์ 5 กิโลกรัมต่อเชื้อไรโซเบียม 100 กรัม เมื่อถั่วพุ่มงอกได้ 7 วัน ก็ทำการถอนแยกให้เหลือจำนวน 2 ต้นต่อกระถาง การป้องกันกำจัดวัชพืชจำนวน 2 ครั้ง เมื่อถั่วพุ่มมีอายุได้ 15 วัน และ 30 วันโดยใช้มือถอนออก ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 5 กรัมต่อกระถาง โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง เมื่อถั่วพุ่มมีอายุได้ 15 และ 30 วันหลังงอก ส่วนการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ก่อนปลูกโรยยาฟูราดานอัตรา 1 กรัมต่อกระถางและพ่นยาไตรอะโซฟอส อัตรา 30 ซี.ซี.ต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 2 สัปดาห์หลังงอก เพื่อป้องกันหนอนเจาะลำต้นและแมลงกัดกินใบ การป้องกันโรคพืชได้แก่ โรคลำต้นเน่า โดยฉีดพ่นยาเบนเลทอัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 2 สัปดาห์ การให้น้ำชลประทานแก่ถั่วพุ่ม ก่อนปลูกมีการให้น้ำแก่ดินโดยให้มีความชื้นที่ระดับความจุสนาม(Field capacity) หลังจากนั้นก็มีให้น้ำทุกวันๆ ละ 5 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของถั่วพุ่ม จนกระทั่งถั่วพุ่มมีอายุได้ 7 วันหลังงอก จึงเริ่มมีการให้น้ำชลประทานเทียบเท่ากับปริมาณน้ำฝนที่กำหนดไว้ในสิ่งทดลองจนกระทั่งเก็บเกี่ยวปริมาณน้ำชลประทานทั้งหมดที่ให้แก่ถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์ ตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำ (mm) ที่ให้แก่ถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์

ระดับน้ำ	พันธุ์ถั่วพุ่ม		
	IT 82 E-9	CP 4-2-3-1	6-1 US
W_1	165	165	165
W_2	330	330	330
W_3	495	495	495
W_4	660	660	660

เอกสารนี้เผยแพร่โดยสำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครโฮจิมินห์ ประเทศเวียดนาม โดยไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากสำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครโฮจิมินห์ ประเทศเวียดนาม

การเก็บข้อมูล เก็บตัวอย่างถั่วพุ่มจำนวน 2 ต้นต่อกระถาง โดยตัดต้นถั่วพุ่มให้ชิดดิน หลังจากนั้นนำเอามาล้างเศษดินที่ติดกับถั่วพุ่มออกให้หมด แยกส่วนของใบ ลำต้น และราก เพื่อนำใบ มาวัดพื้นที่ใบโดยใช้เครื่องมือ LI-300 Area meter ลำต้นจะนำไปวัดความสูง และส่วนของ รากจะนำไปล้างทำความสะอาด หลังจากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดเข้าตู้อบเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ที่ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แล้วจึงชั่งหาน้ำหนักแห้งรวม การเก็บตัวอย่างเก็บเมื่อถั่วพุ่มมีอายุได้ 15, 30, 45, 60 และ 75 วัน ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโต (Crop growth rate) ของถั่วพุ่ม ได้มีการคำนวณในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตตามวิธีการของ Hunt (1978) โดยใช้สูตร

$$CGR = 1/AG * (W_2 - W_1) / (T_2 - T_1)$$

เมื่อ AG = พื้นที่ปลูก (Ground area)

W_1 = น้ำหนักแห้งทั้งหมดที่ระยะเวลา T_1

W_2 = น้ำหนักแห้งทั้งหมดที่ระยะเวลา T_2

T_1 = ระยะเวลาในการวัดน้ำหนักแห้งทั้งหมด ครั้งที่ 1

T_2 = ระยะเวลาในการวัดน้ำหนักแห้งทั้งหมด ครั้งที่ 2

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ตรวจวัดครั้งเดียวช่วงเก็บเกี่ยว เมื่อถั่วพุ่มมีอายุได้ 75 วัน ส่วนอุณหภูมิใบ (Leaf temperature) อัตราการระเหยของน้ำ (Transpiration rate) และค่า Total conductance ทำการตรวจวัดเพียงครั้งเดียวเมื่อถั่วพุ่มมีอายุ 30 วัน โดยใช้เครื่องมือชนิด LI-600 Steady state porometer เวลาที่ทำการวัดอยู่ในช่วง 14.00 – 16.00 น. วิธีการวัดโดยสูบลมที่มีการขยายตัวเต็มที่ ที่อยู่บริเวณตอนบนสุดของลำต้น วัดจำนวน 3 ใบต่อกระถางแล้วจึงนำมาหาค่าเฉลี่ย

ผลการทดลองและวิจารณ์

อุณหภูมิใบ (Leaf temperature) อัตราการคายน้ำ (Transpiration rate) และ Total conductance ของถั่วพุ่มทั้ง 3 สายพันธุ์ (ตารางที่ 2) ซึ่งทำการตรวจวัดที่อายุ 30 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ส่วนการให้น้ำแก่ถั่วพุ่มในระดับที่แตกต่างกัน พบว่าเมื่อให้น้ำแก่ ถั่วพุ่มในปริมาณที่มากขึ้น จะมีผลทำให้อัตราการคายน้ำของใบ และ Total conductance มีค่าเพิ่มขึ้น และมีค่ามากที่สุดเมื่อให้น้ำที่ระดับมากที่สุด (W_4) โดยมีอัตราการคายน้ำ และ Total conductance ของใบเท่ากับ $1.61 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{s}$ และ $47.04 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่ถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำน้อยที่สุด (W_1) มีค่าต่ำสุดเท่ากับ $0.49 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{s}$ และ $14.00 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ตามลำดับ อุณหภูมิใบ ของถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำที่ระดับแตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อย (W_1) จะมีอุณหภูมิของใบสูงกว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณมาก (W_4) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pandey และคณะ (1984b) พบว่า ถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยจะเกิดการขาดน้ำขึ้น ซึ่งมีผลทำให้อุณหภูมิของทรงพุ่มมีค่าเพิ่มขึ้น มากกว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากเมื่อถั่วพุ่มมีการขาดน้ำจะมีผลทำให้ศักยภาพของน้ำภายในใบลดลง ปากใบปิด (Sivarkumar และ Shaw, 1978) และการคายน้ำลดลง อุณหภูมิของใบจึงมีค่าสูงขึ้น (Pandey และคณะ, 1984b) Lawn (1982) ได้ชี้ให้เห็นว่าค่าของ Total conductance จะมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอุณหภูมิใบ กล่าวคือถ้าอุณหภูมิใบมีค่าสูงขึ้นจะมีผลทำให้ค่าของ Total conductance ลดลง มีผลต่อเนื่องไปถึงอัตราการคายน้ำของใบมีค่าลดลง ซึ่งผลจากการทดลองนี้มีแนวโน้มที่ให้ผลสอดคล้องกัน

ตารางที่ 2 อุณหภูมิใบ อัตราการคายน้ำ และ Total conductance ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง		อุณหภูมิใบ ($^{\circ}\text{C}$)	อัตราการคายน้ำ ($\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{s}$)	Total conductance ($\text{mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$)
พันธุ์ถั่วพุ่ม	IT 82 E-9	36.50	0.99	30.82
	CP 4-2-3-1	37.00	1.08	31.76
	6-1 US	36.00	1.21	36.74
LSD(0.05)(พันธุ์)		NS	NS	NS
ระดับน้ำที่ให้แก่ถั่วพุ่ม	W ₁	36.67	0.49	14.00
	W ₂	36.67	0.97	31.20
	W ₃	36.33	1.31	40.20
	W ₄	36.33	1.61	47.04
LSD(0.05)(ระดับน้ำ)		NS	0.93	26.21
C.V.(a)(%) พันธุ์		1.73	23.08	33.21
C.V.(b)(%) ระดับน้ำ		2.13	49.54	47.09

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสูงลำต้น (Plant height) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์ (ตารางที่ 3) พบว่ามีค่าเพิ่มมากขึ้นตามอายุที่มากขึ้น แต่มีความแตกต่างกันในทางสถิติเฉพาะที่อายุ 30 และ 60 วันหลังปลูก ส่วนการให้น้ำแก่ถั่วพุ่มในระดับที่แตกต่างกัน พบว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยที่สุด (W_1) มีความสูงของลำต้นน้อยที่สุด และถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุด (W_4) มีความสูงลำต้นมากที่สุดแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่อายุ 15 วันหลังปลูก ที่อายุ 75 วัน ถั่วพุ่มที่ได้น้ำระดับ W_4 มีความสูงของลำต้น มากกว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในระดับ W_3 , W_2 และ W_1 เท่ากับ 8.19, 15.71 และ 20.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ความสูงลำต้น (เซนติเมตร) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุ (วันหลังปลูก)					
	15	30	45	60	75	
พันธุ์ถั่วพุ่ม	IT 82 E-9	8.37	11.49	13.15	15.91	19.83
	CP 4-2-3-1	9.96	15.08	16.25	18.14	20.58
	6-1 US	8.40	13.02	15.13	19.14	22.04
LSD(0.05)(พันธุ์)	NS	2.82	NS	2.62	NS	
ระดับน้ำที่ให้แก่ถั่วพุ่ม	W_1	8.56	11.29	12.27	15.05	18.64
	W_2	8.61	12.39	13.87	16.54	19.74
	W_3	9.22	13.92	15.84	19.17	21.50
	W_4	9.26	15.18	17.19	20.95	23.42
LSD(0.05)(ระดับน้ำ)	NS	1.63	2.43	3.83	3.34	
C.V.(a)(%) พันธุ์	20.44	9.46	9.89	6.51	13.64	
C.V.(b)(%) ระดับน้ำ	13.20	7.20	12.16	12.59	9.36	

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

อัตราการเจริญเติบโต (Crop growth rate) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์ (ตารางที่ 4) พบว่าไม่มี ความแตกต่างกันในทางสถิติ ถั่วพุ่มทั้ง 3 สายพันธุ์มีอัตราการเจริญเติบโตมากในช่วงแรกคือ ช่วง อายุ 15-30 วันหลังปลูก หลังจากนั้นเมื่อถั่วพุ่มมีอายุเพิ่มมากขึ้น อัตราการเจริญเติบโตก็มีค่าลดลง จนกระทั่งมีค่าต่ำที่สุดเมื่อช่วงอายุ 60-75 วันหลังปลูก ถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกันมีผลต่อ อัตราการเจริญเติบโตของถั่วพุ่มแตกต่างกัน โดยถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุด (W_4) มีอัตราการ เจริญเติบโตสูงที่สุด และมีค่าลดลงตามปริมาณน้ำที่ได้รับ จนกระทั่งมีค่าต่ำสุดในแปลงที่ได้รับ น้ำน้อยที่สุด (W_1) แตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ผลการทดลองนี้สอดคล้อง กับงานทดลองของ Pandey และคณะ(1984c) ที่พบว่า ถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยตลอดช่วง อายุการเจริญเติบโต มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ แตกต่างกัน อย่างเด่นชัด

ตารางที่ 4 อัตราการเจริญเติบโต ($g/m^2/day$) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง		ช่วงอายุ (วันหลังปลูก)			
		15-30	30-45	45-60	60-75
พันธุ์ถั่วพุ่ม	IT 82 E-9	2.35	2.17	2.17	1.07
	CP 4-2-3-1	2.82	2.62	2.10	1.47
	6-1 US	3.42	3.25	2.10	1.10
LSD(0.05)(พันธุ์)		NS	NS	NS	NS
ระดับน้ำที่ให้แก่ถั่วพุ่ม	W_1	1.57	1.27	0.77	0.70
	W_2	2.53	2.93	1.63	0.97
	W_3	3.57	2.83	2.67	1.53
	W_4	3.80	3.67	3.43	1.67
LSD(0.05)(ระดับน้ำ)		1.03	1.95	1.93	0.71
C.V.(a)(%) พันธุ์		38.82	32.28	23.12	34.82
C.V.(b)(%) ระดับน้ำ		21.07	22.61	28.64	20.57

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซนต์

พื้นที่ใบ (Leaf area) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์ (ตารางที่ 5) พบว่ามีค่าเพิ่มมากขึ้นตามอายุที่มากขึ้น จนกระทั่งมีค่ามากที่สุดที่อายุ 75 วัน พื้นที่ใบของถั่วพุ่มไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ส่วนการให้น้ำแก่ถั่วพุ่มในระดับที่แตกต่างกัน พบว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยที่สุด (W_1) มีการสะสมพื้นที่ใบน้อยที่สุด และถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุด (W_4) มีการสะสมพื้นที่ใบมากที่สุด แตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ที่อายุ 75 วัน ถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในระดับ W_4 มีพื้นที่ใบมากกว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในระดับ W_3 , W_2 และ W_1 เท่ากับ 27.49, 47.78 และ 64.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 5 พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตรต่อต้น) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์ เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง		อายุ (วันหลังปลูก)				
		15	30	45	60	75
พันธุ์ถั่วพุ่ม	IT 82 E-9	88.38	477.29	589.27	631.82	860.69
	CP 4-2-3-1	84.00	479.85	653.86	728.56	813.21
	6-1 US	70.08	556.30	635.53	838.09	925.24
LSD(0.05)(พันธุ์)		NS	NS	NS	NS	NS
ระดับน้ำที่ให้แก่ถั่วพุ่ม	W_1	72.96	292.11	344.89	623.03	468.40
	W_2	74.39	433.17	514.41	753.68	696.39
	W_3	84.24	591.85	668.61	980.45	967.01
	W_4	91.69	694.79	976.98	1174.15	1333.74
LSD(0.05)(ระดับน้ำ)		14.14	130.69	200.91	166.70	300.62
C.V.(a)(%) พันธุ์		21.19	39.77	27.35	21.74	22.30
C.V.(b)(%) ระดับน้ำ		10.20	15.10	18.70	13.26	20.23

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักใบแห้ง (Leaf dry weight) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์ (ตารางที่ 6) พบว่ามีค่าเพิ่มมากขึ้นตามอายุที่มากขึ้น และไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ส่วนการให้น้ำแก่ถั่วพุ่มในระดับที่แตกต่างกัน พบว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยที่สุด (W_1) มีการสะสมน้ำหนักใบแห้งน้อยที่สุด และถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุด (W_4) มีการสะสมน้ำหนักใบแห้งมากที่สุด แตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่อายุ 15 วันหลังปลูก ที่อายุ 75 วัน ถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในระดับ W_4 มีการสะสมน้ำหนักใบแห้งมากกว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในระดับ W_3 , W_2 และ W_1 เท่ากับ 27.86, 43.93 และ 69.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 6 น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุ (วันหลังปลูก)					
	15	30	45	60	75	
พันธุ์ถั่วพุ่ม	IT 82 E-9	0.26	2.00	2.49	3.58	3.86
	CP 4-2-3-1	0.21	2.01	2.76	3.30	3.55
	6-1 US	0.20	2.28	3.20	3.80	4.30
LSD(0.05)(พันธุ์)	NS	NS	NS	NS	NS	
ระดับน้ำที่ให้แก่ถั่วพุ่ม	W_1	0.22	1.27	1.77	2.18	1.88
	W_2	0.22	1.91	2.66	3.71	3.42
	W_3	0.23	2.43	2.71	4.54	4.40
	W_4	0.24	2.78	3.03	5.61	6.10
LSD(0.05)(ระดับน้ำ)	NS	0.64	2.13	1.84	1.31	
C.V.(a)(%) พันธุ์	24.60	47.13	34.83	22.52	51.89	
C.V.(b)(%) ระดับน้ำ	26.84	17.90	43.37	49.79	27.74	

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักต้นแห้ง (Stem dry weight) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์ (ตารางที่ 7) พบว่ามีค่าเพิ่มมากขึ้นตามอายุที่มากขึ้น และไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ส่วนการให้น้ำแก่ถั่วพุ่มในระดับที่แตกต่างกัน พบว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยที่สุด (W_1) มีการสะสมน้ำหนักต้นแห้งน้อยที่สุด และถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุด (W_4) มีการสะสมน้ำหนักต้นแห้งมากที่สุด แตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่อายุ 15 วันหลังปลูก ที่อายุ 75 วัน พบว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในระดับ W_4 มีการสะสมน้ำหนักต้นแห้งมากกว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในระดับ W_3 , W_2 และ W_1 เท่ากับ 7.30, 24.80 และ 62.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 7 น้ำหนักต้นแห้ง (กรัมต่อต้น) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์ เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุ (วันหลังปลูก)					
	15	30	45	60	75	
พันธุ์ถั่วพุ่ม	IT 82 E-9	0.65	1.07	2.33	3.50	3.75
	CP 4-2-3-1	0.49	1.14	2.60	3.70	3.89
	6-1 US	0.08	1.23	3.10	3.16	3.75
LSD(0.05)(พันธุ์)	NS	NS	NS	NS	NS	
ระดับน้ำที่ให้แก่ถั่วพุ่ม	W_1	0.37	0.75	1.22	1.50	1.95
	W_2	0.41	1.04	2.76	3.16	3.91
	W_3	0.37	1.35	3.49	4.13	4.82
	W_4	0.47	1.45	4.22	4.89	5.20
LSD(0.05)(ระดับน้ำ)	NS	0.30	1.77	1.25	1.65	
C.V.(a)(%) พันธุ์	117.37	36.32	21.52	27.96	44.34	
C.V.(b)(%) ระดับน้ำ	49.71	30.55	37.22	24.53	30.59	

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักรากแห้ง (Root dry weight) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์ (ตารางที่ 8) พบว่ามีค่าเพิ่มมากขึ้นตามอายุที่มากขึ้น และไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ส่วนการให้น้ำแก่ถั่วพุ่มในระดับที่ต่างกัน พบว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยที่สุด (W_1) มีการสะสมน้ำหนักรากแห้งน้อยที่สุด และถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุด (W_4) มีการสะสมน้ำหนักรากแห้งมากที่สุด แตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 30 และ 75 วันหลังปลูก ที่อายุ 75 วัน ถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในระดับ W_4 มีการสะสมน้ำหนักรากแห้งมากกว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในระดับ W_3 , W_2 และ W_1 เท่ากับ 11.11, 17.32 และ 51.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 8 น้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อต้น) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในระดับที่ต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุ (วันหลังปลูก)					
	15	30	45	60	75	
พันธุ์ถั่วพุ่ม	IT 82 E-9	0.04	0.47	1.23	1.96	2.55
	CP 4-2-3-1	0.07	0.67	1.31	2.00	2.86
	6-1 US	0.05	0.60	1.30	2.12	2.62
LSD(0.05)(พันธุ์)	NS	NS	NS	NS	NS	
ระดับน้ำที่ให้แก่ถั่วพุ่ม	W_1	0.04	0.37	0.78	1.00	1.48
	W_2	0.05	0.48	1.14	1.67	2.53
	W_3	0.05	0.73	1.64	2.39	2.72
	W_4	0.07	0.74	1.68	2.44	3.06
LSD(0.05)(ระดับน้ำ)	NS	0.30	NS	NS	0.49	
C.V.(a)(%) พันธุ์	26.25	36.32	12.38	38.67	96.96	
C.V.(b)(%) ระดับน้ำ	46.22	30.55	56.53	54.90	33.05	

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักแห้งรวม (Total dry weight) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์ (ตารางที่ 9) พบว่ามีค่าเพิ่มมากขึ้นตามอายุที่มากขึ้น และไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ส่วนการให้น้ำแก่ถั่วพุ่มในระดับที่แตกต่างกัน พบว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยที่สุด (W_1) การสะสมน้ำหนักแห้งรวมน้อยที่สุด และถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุด (W_4) การสะสมน้ำหนักแห้งรวมมากที่สุด แตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่อายุ 15 วันหลังปลูก ที่อายุ 75 วันถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในระดับ W_4 มีน้ำหนักแห้งรวมมากกว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในระดับ W_3 , W_2 และ W_1 เท่ากับ 16.85, 31.33 และ 63.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Pandey และคณะ (1984c) และ Wien และคณะ (1979) พบว่า ถั่วพุ่มที่ได้รับการขาดน้ำอย่างรุนแรง ตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต มีผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งทำให้มีค่าลดลงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดฤดูปลูก

ตารางที่ 9 น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง		อายุ (วันหลังปลูก)				
		15	30	45	60	75
พันธุ์ถั่วพุ่ม	IT 82 E-9	0.95	3.54	6.05	9.04	10.16
	CP 4-2-3-1	0.77	3.82	6.67	9.00	10.30
	6-1 US	0.33	4.11	7.60	9.08	10.67
LSD(0.05)(พันธุ์)		NS	NS	NS	NS	NS
ระดับน้ำที่ให้แก่ถั่วพุ่ม	W_1	0.63	2.39	3.77	4.68	5.31
	W_2	0.68	3.43	6.56	8.54	9.86
	W_3	0.65	4.51	7.84	11.06	11.94
	W_4	0.78	4.97	8.93	12.94	14.36
LSD(0.05)(ระดับน้ำ)		NS	0.94	1.50	1.88	1.06
C.V.(a)(%) พันธุ์		59.88	40.46	15.19	10.75	9.04
C.V.(b)(%) ระดับน้ำ		20.09	14.34	12.94	11.79	5.96

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิตเมล็ดและองค์ประกอบผลผลิต (Seed yield and yield components) ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์ (ตารางที่ 10) ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ส่วนการให้น้ำแก่ถั่วพุ่มในระดับที่แตกต่างกัน พบว่า ถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณมากซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโต (W_4) มีจำนวนฝักต่อต้นเมล็ดต่อฝักและน้ำหนัก 100 เมล็ด มีค่าสูงสุดซึ่งเท่ากับ 4.17 ฝัก, 7.29 เมล็ด และ 15.81 กรัมตามลำดับ ถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณที่ลดลง พบว่ามีผลทำให้องค์ประกอบผลผลิตมีค่าลดต่ำลง และองค์ประกอบผลผลิตมีค่าต่ำที่สุด เมื่อถั่วพุ่มได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยที่สุด (W_1) โดยมีจำนวนฝักต่อต้นเท่ากับ 1.40 ฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝักเท่ากับ 3.04 เมล็ด และน้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับ 9.08 กรัมตามลำดับ นอกจากนี้จะมีผลกระทบต่องค์ประกอบผลผลิต ยังมีผลต่อเนื่องไปถึงผลผลิตเมล็ด กล่าวคือถั่วพุ่มที่ได้รับปริมาณน้ำมากที่สุด (W_4) ให้ผลผลิตเมล็ดหนัก 2.86 กรัมต่อต้น ซึ่งมากกว่าการให้น้ำในระดับ W_3 และ W_2 เท่ากับ 26.22 และ 40.91 เปอร์เซ็นต์ ส่วนถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยที่สุด (W_1) ให้ผลผลิตเมล็ด มีค่าลดลงมากที่สุดเท่ากับ 75.17 เปอร์เซ็นต์ Pandey และคณะ (1984a) ได้ศึกษาการขาดน้ำที่มีผลต่องค์ประกอบผลผลิตของถั่วพุ่ม พบว่าจำนวนฝักต่อพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำมากที่สุด รองลงมาคือ จำนวนเมล็ดต่อฝัก ในขณะที่น้ำหนัก 100 เมล็ด ได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำ น้อยที่สุด ซึ่งการลดลงของจำนวนฝักต่อพื้นที่นี้เนื่องมาจาก เมื่อเกิดการขาดน้ำขึ้นจะมีผลทำให้มีดอกร่วงมาก จึงมีจำนวนดอกที่เหลือซึ่งจะพัฒนาไปเป็นฝักมีจำนวนน้อย (Turk และ Hall, 1980a ; Senthong และ Pandey, 1989) สอดคล้องกับงานของ Lawn (1982) และ Vorasoot และคณะ (1987) ก็พบเช่นเดียวกันว่า จำนวนฝักต่อต้นได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำมากที่สุด ส่วนจำนวนเมล็ดต่อฝักและขนาดของเมล็ด ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก และจากผลการทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า เมื่อถั่วพุ่มได้รับน้ำน้อยและขาดน้ำเป็นเวลานาน มีผลทำให้องค์ประกอบผลผลิตทั้งหมดมีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุด ส่วนผลผลิตเมล็ด Senthong และ Pandey (1989) และ Pandey และคณะ (1984a) พบว่า ถั่วพุ่มเมื่อมีการขาดน้ำอย่างรุนแรงตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต นอกจากจะมีผลทำให้ดอกและฝักร่วง ยังจะมีผลต่อเนื่องถึงผลผลิตเมล็ดลดลงมากถึง 65 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำอย่างปกติ

ตารางที่ 10 ผลผลิตเมล็ด และองค์ประกอบผลผลิต ของถั่วพุ่ม 3 สายพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง		องค์ประกอบผลผลิต			ผลผลิตเมล็ด (กรัม/ต้น)
		จำนวนฝัก/ต้น (ฝัก)	จำนวนเมล็ด/ฝัก (เมล็ด)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	
พันธุ์ถั่วพุ่ม	IT 82 E-9	2.63	6.02	11.60	1.83
	CP 4-2-3-1	3.01	4.32	12.30	1.77
	6-1 US	2.84	4.97	11.73	1.94
LSD(0.05)(พันธุ์)		NS	NS	NS	NS
ระดับน้ำที่ให้แก่ถั่วพุ่ม	W ₁	1.40	3.04	9.08	0.71
	W ₂	2.42	4.17	10.82	1.69
	W ₃	3.30	5.88	13.36	2.11
	W ₄	4.17	7.29	15.81	2.86
LSD(0.05)(ระดับน้ำ)		0.56	1.57	2.09	0.01
C.V.(a)(%) พันธุ์		16.34	28.86	27.14	16.40
C.V.(b)(%) ระดับน้ำ		11.61	17.97	9.97	20.44

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซนต์

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า ถั่วพุ่มถึงแม้ว่าจะเป็นพืชที่มีความสามารถในการทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดีก็ตาม แต่เมื่อได้รับน้ำในปริมาณที่ไม่เพียงพอก็ทำให้เกิดการขาดน้ำได้ ซึ่งการขาดน้ำจะมีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตทางลำต้น ความสูงของลำต้น การสะสมน้ำหนักแห้ง น้ำหนักใบแห้ง พื้นที่ใบ น้ำหนักดินแห้ง น้ำหนักรากแห้ง ผลผลิตเมล็ดและองค์ประกอบผลผลิต ทำให้มีค่าลดลงอย่างเด่นชัดทั้ง 3 สายพันธุ์ ดังนั้นการปลูกถั่วพุ่ม ถ้าเป็นไปได้ถั่วพุ่มควรได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอตลอดฤดูปลูกและปริมาณน้ำที่ได้รับก็ต้องเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ซึ่งจะทำให้ถั่วพุ่มได้รับผลผลิตมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามการทดลองนี้เป็นเพียงการศึกษาในเรือนทดลองเท่านั้น ดังนั้นจะต้องมีการปลูกทดสอบในสภาพไร่อีกในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2541. เอกสารคำแนะนำการปลูกถั่วพุ่ม. สถาบันวิจัยพืชไร่
กรมวิชาการเกษตร. 5 หน้า.
- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2537. พืชไร่. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช. : 62-66
- สายัณห์ สดุดี. 2537. สภาพะการขาดน้ำในการผลิตพืช. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะ
ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 202 หน้า
- Ashley, D.A. 1983. Soybean. pp.390-442 In : Teare, I.D., and Peet, M.M. (eds.) Crop -Water
Relation. John Wiley & Sons Inc, New York.
- Begg, J.E., and N.C. Turner. 1976. Crop water deficits. Adv. Agron. 28 : 161-217.
- Clark, R.N., and E.A. Hiler. 1973. Plant measurements as indicators of crop water deficit. Crop
Sci. 13 : 466-469.
- Hiler, E.A., C.H.M. Van Bavel, M.M. Hossain, and W.R. Jordan. 1972. Sensitivity of
southern peas to plant water deficits at three growth stages. Agron. J. 64 : 60-64.
- Hsiao, T.C., and E. Acevedo. 1975. Plant response to water deficits, water use efficiency and
drought resistance. pp. 59-84 In : Stone, J.E. (ed.) Plant Modification for More Efficient
Water Use. Elsevier Scientific Publishing Co., New York.
- Hunt, R. 1978. Plant growth analysis. Edward Arnold, London. 67p.
- Lawn, R.J. 1982a. Response of four grain legumes to water stress south-eastern
Queensland. I. Physiological response mechanisms. Aust. J. Agric. Res. 33 : 481-496.
- Lawn, R.J. 1982b. Response of four grain legumes to water stress south-Eastern Queensland.
III. Dry matter production, yield and water use efficiency. Aust. J. Agric. Res. 33 : 511-521.
- Muchow, R.C. 1985 Canopy development in grain legumes grown under different soil water
regimes in a semi-arid tropical environment. Field Crop Res. 11 : 291-307.
- Pandey, R.K., W.A.T. Herrera, and A.N. Villegas. 1984a. Drought response of grain
legumes under irrigation gradient. I. Yield and yield components. Agron.
J. 76 : 549-553.
- Pandey, R.K., W.A.T. Herrera, and A.N. Villegas. 1984b. Drought response of grain
legumes irrigation gradient. II. Plant water status and canopy temperature. Agron. J. 76
: 553-557.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Pandey, R.K., W.A.T. Herrera, and A.N. Villegas. 1984c. Drought response of grain legumes under irrigation gradient. III. Plant growth. *Agron. J.* 76 : 557–560.
- Senthong, C., and R.K. Pandey. 1989. Response of five food legume crops to an irrigation gradient imposed during reproductive growth. *Agron. J.* 81 : 680–686.
- Shouse, P., S. Dasber, W.A. Jury, and L.H. Stolzy. 1981. Water deficit effects on water potential, yield and water use of cowpea. *Agron. J.* 73 : 333–336.
- Singh, T.N., L.G. Paleg, and D. Aspinall. 1973. Nitrogen metabolism and growth in the barley plant during water stress. *Aust. J. Biol. Sci.* 26 : 45–56.
- Sivakumar, M.V.K., and R.H. Shaw. 1978. Relative evaluation of water stress indicators for soybeans. *Agron. J.* 70 : 619–623.
- Summerfield, R.J., P.A. Huxley, P.J. Dart, and A.P. Huges. 1976. Some effects of environmental stress on seed of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Waip.] c. v. Prima. *Plant Soil* 44 : 527–546.
- Turk, K. J., A. E. Hall, and C.W. Asbell. 1980. Drought adaptation of cowpea. I. Influence of drought on seed yield. *Agron. J.* 72 : 413–420.
- Turk, K.J., and A.E. Hall. 1980a. Drought adaptation of cowpea. II. Influence of drought on plant water status and relations with seed yield. *Agron. J.* 72 : 421–427.
- Turk, K.J., and A.E. Hall. 1980b. Drought adaptation of cowpea. IV. Influence of drought on water use and relations with growth and seed yield. *Agron. J.* 72 : 434–439.
- Turner, N.C. 1979. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. pp.343–372 In : Mussell, H.W. and Staples, R.(ed.) *Stress Physiology in Crop Plants*. John Wiley & Sion, New York.
- Vorasoot, N., B. Toomsan, S. Boonjan, S. Detpiratmongkol, A. Vatayanon, and S. Surai. 1987. Effects of different water regimes and irrigation intervals on crop performance and water use efficiency. pp 111–161. In : *KKU.–ACNARP 1986 Technical Report*, Faculty of Agriculture, Khon kaen University Thailand.
- Wien, H.C., E.J. Littleton, and A. Ayanaba. 1979. Drought stress of cowpea and soybean under tropical conditions. pp. 284 – 301. In : *Mussell, H.W. and Staples, R.(ed.). Stress Physiology in Crop Plants*. Wiley Interscience, New York.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้