2072
85

รายงานการวิจัย เรื่อง

ศักยภาพในการผลิตพืชอาหารสัตว์เขตร้อนภายใต้สภาพร่มเงา

STUDY ON POTENTIAL PRODUCTIVITY OF TROPICAL PASTURE UNDER SHADE

โดย

นายประวิตร โสภาโณดร

ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

เลขหมู่ SF 95 .T46 S53
เลขทะเบียน 018371
13 ก.ย. 2538

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยประเภททุนอุดหนุนวิจัยสำหรับนักวิจัยใหม่

2536

ศักยภาพในการผลิตพืชอาหารสัตว์เขตร้อนภายใต้สภาพร่มเงา

บทคัดย่อ

การศึกษาศักยภาพการเจริญเติบโตของพืชอาหารสัตว์ภายใต้สภาพร่มเงา โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืชมาใช้ในการทดลองกับพืชอาหารสัตว์ 4 ชนิด คือ ถั่วเซอรูเลียม ถั่วฝี หญ้ารูซี และหญ้ากินนี โดยการปลูกพืชทั้ง 4 ชนิดในกระถางภายใต้สภาพแสง 100, 70, 50 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาติ ทำการพรางแสงด้วยมุ้งตาข่ายไนล่อน ผลการทดลองพบว่า ที่ระดับแสง 70 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาติให้การเจริญเติบโตของพืชทั้งสี่ชนิดสูงที่สุด เมื่อทำการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืชพบว่า พืชทั้งสี่ชนิดมีความแตกต่างกันของกลไก กระบวนการทางสรีรวิทยาในการปรับตัวต่อสภาพร่มเงา ซึ่งสรุปได้ว่ากลไกพื้นฐานสำหรับการปรับตัวของพืชอาหารสัตว์ต่อสภาพร่มเงาก็คือ กลไกการเพิ่มหรือคงประสิทธิภาพของอัตราการสร้างน้ำหนักแห้ง หรือกลไกการเพิ่มสัดส่วนของการสะสมพื้นที่ใบต่อหน่วยน้ำหนักแห้ง

Potential Productivity of Tropical Pasture Under Shade

Abstract

Growth analysis was employed to investigate the adaptation of 4 tropical pastures under shade conditions (100, 70, 50 and 10% of full sunlight). Two legumes (Calopogonium mucunoides and Mecroptilium lathyroides) and two grasses (Brachiaria ruziziensis and Panicum maximum) were grown in pot experiment using neutral sarlon shade clothes to obtain the required light levels. The results showed that maximum growth was obtained from 70% light condition for all species. An growth analysis suggested that the four species adapted differently under shade conditions. The adaptation machanisms are either by maintaining net assimilation rate or increasing leaf area ratio.

Key words: Growth analysis, tropical pasture, shade

สารบาญ

สารบาญ	ก
สารบาญตาราง	ข
สารบาญรูป	ข
บทคัดย่อ	1
abstract	1
บทนำ	2
การตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์	4
สถานที่ทำการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	5
ผลการทดลอง	6
– น้ำหนักแห้ง	6
– อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์	8
– ประสิทธิภาพของอัตราการสร้างน้ำหนักแห้ง	9
– สัดส่วนของพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้ง	10
วิจารณ์และสรุปผล	11
กิตติกรรมประกาศ	12
เอกสารอ้างอิง	12
ตารางภาคผนวก	13

สารบาญตาราง

ตารางภาคผนวกที่ 1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าที่ศึกษาในการทดลองปลูกพืชอาหารสัตว์ภายใต้สภาพร่มเงาจากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 และ 6

ตารางภาคผนวกที่ 2 RGR ระหว่างการเก็บเกี่ยวที่ 5-6 ($g.g^{-1}.d^{-1}$)

ตารางภาคผนวกที่ 3 NAR ระหว่าง harvest 5-6 ($g.cm^{-2}.d^{-1}$)

ตารางภาคผนวกที่ 4 LAR ระหว่างการเก็บเกี่ยวที่ 5-6 ($cm^2.g^{-1}$)

สารบาญรูป

รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของถั่วเซอรูเรียม ถั่วฝี หญ้ารูซี และหญ้ากินนี ภายใต้สภาพแสง 10, 50, 70 และ 100 % ของแสงธรรมชาติ ตลอดการเก็บเกี่ยว 6 ครั้ง

รูปที่ 2 อัตราการสร้างน้ำหนักแห้งสัมพัทธ์ (Relative growth rate, RGR) ระหว่างการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 และ 6 ของถั่วเซอรูเลียม, ถั่วฝี, หญ้ารูซี่ และหญ้ากินนี ภายใต้สภาพแสง 10, 50, 70 และ 100% ของสภาพแสงธรรมชาติ

รูปที่ 3 ประสิทธิภาพของอัตราการสร้างน้ำหนักแห้ง (Net assimilation rate, NAR) ระหว่างการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 และ 6 ของถั่วเซอรูเลียม, ถั่วฝี, หญ้ารูซี และหญ้ากินนี ภายใต้สภาพแสง 10, 50, 70 และ 100% ของสภาพแสงธรรมชาติ

รูปที่ 4 สัดส่วนของพื้นที่ใบต่อหน่วยน้ำหนักแห้ง (Leaf area ratio, LAR) เฉลี่ยระหว่างการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 และ 6 ของถั่วเซอรูเลียม, ถั่วฝี, หญ้ารูซี่ และหญ้ากินนี ภายใต้สภาพแสง 10, 50, 70 และ 100% ของแสงธรรมชาติ

บทนำ

ศักยภาพของการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืชขึ้นอยู่กับการสังเคราะห์แสงของพืช โดยการเปลี่ยนพลังงานแสงแดดให้กลายเป็นพลังงานเคมีในรูปของสารคาร์โบไฮเดรต ซึ่งหมายถึง 90-95 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งของพืช ดังนั้นการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยสองประการคือ ปริมาณพลังงานแสงแดดที่พืชได้รับและประสิทธิภาพของการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงแดดให้กลายเป็นน้ำหนักแห้งหรือผลผลิตของพืช (Ludlow, 1978)

การเลี้ยงสัตว์ในระบบการเกษตรที่มีพืชยืนต้น เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน หรือไม้ผลเป็นหลัก เป็นระบบการเกษตรที่สำคัญของเขตภูมิอากาศร้อนชื้น(Chantalakhana, 1990) และเขตภาคใต้ของประเทศไทย ดังนั้นการศึกษาหาชนิดพืชอาหารสัตว์ที่เหมาะสมและสามารถเติบโต ตลอดจนให้ผลผลิตได้ดีในสภาพร่มเงาจึงมีความจำเป็น Stur และ Shelton (1990) ได้รายงานถึงความเป็นไปได้และโอกาสในการเลี้ยงสัตว์ร่วมกับระบบการเกษตรที่มีไม้ยืนต้นในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และแปซิฟิก แต่อย่างไรก็ตามข้อจำกัดในการเลี้ยงสัตว์ในระบบการเกษตรนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณพืชอาหารสัตว์ ตลอดจนความสามารถของพืชในการใช้ปัจจัยทรัพยากรธรรมชาติที่จำกัด อันได้แก่ แสง หรือพลังงานแสง (Wilson and Ludlow, 1990)

มีพืชธรรมชาติและพืชอาหารสัตว์พันธุ์ปรับปรุงหลายชนิดที่สามารถเติบโต และให้ผลผลิตได้ดีในสภาพร่มเงา ตลอดจนเป็นที่แนะนำกันอย่างทั่วไปสำหรับปลูกร่วมกับสวนยางพารา (ชาญชัย มณีดุลย์, 1985; ภัทราวุธ จิวตระกูล, 2532) ได้แก่ หญ้ากินนี (Panicum maximum) หญ้าโคไร (Brachiaria miliiformis) หญ้ามาเลย์ (Axonopus compressus) ถั่วคาโลไป (Calopogonium mucunoides) และถั่วลาย (Centrosema pubesens) แต่ปรากฏว่าไม่มีการใช้พืชเหล่านี้เท่าใดนัก ทั้งนี้อาจเนื่องจากยังขาดข้อมูลและความรู้พื้นฐานในการปลูกพืชเหล่านี้ภายใต้สภาพร่มเงา

พืชต่างชนิดต่างตระกูลมีประสิทธิภาพของการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงแดดให้กลายเป็นผลผลิตแตกต่างกัน นอกจากนี้ภายใต้สภาพปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่จำกัดต่าง ๆ เช่น ร่มเงา การขาดน้ำหรือสภาพความแปรปรวนของธาตุอาหารในดิน ก็ทำให้การปรับตัวของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันไป การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืชคือการแยกสาเหตุของการเจริญเติบโตของพืชออกเป็นองค์ประกอบของกระบวนการในทางสรีรวิทยา อันได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (Relative growth rate, RGR) ประสิทธิภาพของอัตราการเจริญเติบโต (Net assimilation rate, NAR) และสัดส่วนของการสร้างพื้นที่ใบต่อปริมาณน้ำหนักแห้ง (Leaf area ratio, LAR) องค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ใช้ในการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืช สามารถนำไปใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ในการเปรียบเทียบความสามารถและการปรับตัวของพืชต่างชนิด วิธีการนี้รู้จักเป็นที่แพร่หลายในชื่อว่า Conventional growth analysis (Hunt, 1978) แต่การนำมาใช้สำหรับการวิเคราะห์พืชอาหารสัตว์โดยเฉพาะในสภาพร่มเงาแล้วมีน้อยและยังไม่เป็นที่แพร่หลาย การทดลองนี้จึงพยา-ยามที่จะนำเทคนิคในการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืชมา

เปรียบเทียบและประเมินความสามารถ ตลอดจนการปรับตัวของพืชอาหารสัตว์ 4 ชนิด คือ ถั่วคาโลไป ถั่วฝี (Phasey bean ; Macroptilium latheroides) หญ้ารูซี (Ruzi, Brachiaria ruziziensis) และหญ้ากินนีเพื่อเอาความรู้ที่ได้ไปใช้ในการคัดเลือกชนิดพืช ตลอดจนวางแผนการจัดการพืชอาหารสัตว์ภายใต้สภาพร่มเงาต่อไป

การตรวจเอกสาร

ภายใต้สวนไม้ยืนต้นมักจะพบเห็นว่ายังคงมีแสงแดด ส่องลอดลงมายังพื้นดิน พลังงานจากแสงแดดที่ส่องลอดลงมานี้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะแรกของสวนไม้ยืนต้นที่ทรงพุ่มยังไม่เจริญจนเบียดชิดกัน กสิกรได้เรียนรู้ความจริงนี้ และในทางปฏิบัติก็ได้มีการปลูกพืชแซม เช่น ข้าวไร่ สับปะรด กันอย่างแพร่หลาย แต่การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ใต้ทรงพุ่มของไม้ยืนต้นสำหรับปลูกพืชอาหารสัตว์นั้นกลับมีน้อยมาก (Sophanodora and Tudsri, 1990) ถึงแม้ว่าจะมีรายงานการทดลองและบทความยืนยันความเป็นไปได้ในการผสมผสานระบบการเลี้ยงสัตว์และพืชอาหารสัตว์ ลงไปร่วมกับไม้ยืนต้น (Manidool 1985; Shelton et al., 1987; จิวตระกูล, 2531)

สภาพแวดล้อมธรรมชาติภายใต้ร่มเงาของไม้ยืนต้น ประกอบด้วยการมีแสงแดดในปริมาณจำกัด ยกตัวอย่าง เช่น รังสีดวงอาทิตย์น้อยกว่า 17 $MJ/m^2/d$ ซึ่งอาจจะน้อยลงไปจนถึง 0 $MJ/m^2/d$ ทั้งนี้แล้วแต่สภาพร่มเงาของพืชยืนต้น ซึ่งผันแปรตามระยะเวลาในรอบวัน อายุ ความหนาแน่นในการปลูก และลักษณะทรงพุ่มของพืชยืนต้นแต่ละชนิด (Wilson and Ludlow, 1990) นอกจากนี้แล้วคุณภาพของแสงที่ส่องลอดทรงพุ่มไม้ยืนต้นลงมายังพื้นยังเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก เมื่อเทียบกับสภาพแสงเหนือทรงพุ่ม สิ่งนี้มีผลอย่างมากต่อการเจริญเติบโตและการปรับตัวของพืชที่เจริญอยู่ภายใต้ทรงพุ่มของไม้ยืนต้น

ในเวลากลางวันอุณหภูมิสูงสุดของอากาศและดินภายใต้ทรงพุ่มของไม้ยืนต้นโดยเฉลี่ยจะต่ำกว่าสภาพไม่มีร่มเงา 2-3 องศาเซลเซียส (Chen , 1989) ในทางตรงกันข้ามในเวลากลางคืนกลับพบว่าอุณหภูมิต่ำสุดของอากาศและดิน ภายใต้ทรงพุ่มกลับสูงกว่าสภาพไม่มีร่มเงา 1.5-2 องศาเซลเซียส กล่าวโดยสรุปว่าสภาพร่มเงาของไม้ยืนต้นช่วยให้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในรอบวัน (อุณหภูมิสูงสุด-อุณหภูมิต่ำสุด) มีน้อยกว่าสภาพไม่มีร่มเงา ปรากฏการณ์เช่นนี้ก็น่าจะเกิดขึ้นในทำนองเดียวกันกับความแตกต่างของอุณหภูมิในรอบปีหรือระหว่างฤดูกาล อาจกล่าวได้ว่าความรุนแรงของอุณหภูมิภายใต้สภาพร่มเงาจะน้อยกว่าสภาพไม่มีร่มเงา ปรากฏการณ์เช่นนี้อาจจะมีผลดีต่อความต่อเนื่องของกิจกรรมการเจริญเติบโตของพืช และกระบวนการต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ของจุลินทรีย์ดินภายใต้สภาพร่มเงา

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมธรรมชาติอีกประการหนึ่งที่มักพบเห็นภายใต้สภาพร่มเงาของพืชยืนต้นคือ การมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ตลอดจนการมีความชื้นในดินสูงกว่าสภาพไม่มีร่มเงา (Wong and Wilson,1990) ปรากฏการณ์เช่นนี้อาจมีผลดีต่อการเจริญเติบโตของพืชภายใต้ร่มเงาของไม้ยืน

ต้น คือไม่เกิดการขาดน้ำ หรือชะงักการเจริญเติบโตในช่วงฤดูแล้ง

ในทางสรีรวิทยาของพืชนั้นยอมรับกันทั่วไปว่าการเจริญเติบโตของพืชขึ้นอยู่กับประ-สิทธิภาพของการใช้พลังงานแสงแดดในการสังเคราะห์แสง และปริมาณพลังงานแสงแดดที่พืชสามารถรับไว้ได้ ดังสมการ

$$G = EJ - V$$

โดยที่ G คือ การเจริญเติบโตของพืช วัดในรูปน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพ E คือ ประสิทธิภาพในการใช้แสง J คือ ปริมาณแสงที่พืชรับได้ และ V คือ การสูญเสียของมวลชีวภาพ

สำหรับพืชอาหารสัตว์ซึ่งใช้ประโยชน์เพียงเฉพาะส่วนเหนือผิวดิน นั้นควรคำนึงถึงประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงความสามารถของพืชที่จะกระจายหรือสะ-สมน้ำหนักแห้ง (partitioning coefficient) ในส่วนเหนือผิวดิน แยกออกจากการเจริญเติบโตของพืชทั้งต้น (G) พืชอาหารสัตว์ที่สามารถเติบโตได้ดีในสภาพร่มเงา อาจจะเนื่องจากมีความสามารถในการเพิ่มสัดส่วนของการสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนเหนือผิวดินมากกว่าส่วนรากหรือส่วนใต้ผิวดิน ผลซึ่งอาจตามมาก็คือพืชชนิดนั้นอาจจะ ไม่มีความคงทน หรือความสามารถในการฟื้นตัวหลังการแทะเล็ม หรือถูกตัดก็อาจจะลดลงอย่างมากในสภาพร่มเงา

เหตุผลทางสรีรวิทยาข้างต้นนี้ยังไม่ค่อยได้มีการศึกษาในพืชอาหารสัตว์อย่างแพร่หลายนัก ถึงแม้ว่าจะมีผู้รายงานถึงชนิดพืชธรรมชาติและพืชอาหารสัตว์พันธุ์ปรับปรุง ที่เหมาะสมต่อสภาพร่มเงา (Manidool, 1985) และรายงานว่ามีศักยภาพ ตลอดจนความเป็นไปได้ในการปลูกพืชอาหารสัตว์ร่วมกับไม้ผลยืนต้น (Stur and Shelton, 1990) แต่ก็ยังไม่มีผู้ได้ทำการทดลองค้นคว้าเหตุผลทางสรีรวิทยาของพืชอาหารสัตว์ เพื่อเป็นความรู้พื้นฐาน ตลอดจนหลักการและแนวทางในการผลิตพืชอาหารสัตว์ภายใต้ร่มเงาของไม้ยืนต้น ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในคำแนะนำตลอดจนตัดสินใจประกอบการจัดการพืชอาหารสัตว์และการเลี้ยงสัตว์ในสภาพร่มเงาต่อไป

วัตถุประสงค์ : เพื่อทดสอบหลักการ วิธีการและทฤษฎีทางสรีรวิทยาการผลิตพืช ตลอดจนประเมินศักยภาพในการเติบโตและให้ผลผลิตของพืชอาหารสัตว์ 4 ชนิด ภายใต้สภาพร่มเงา

สถานที่ทำการวิจัย : เรือนทดลอง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ : จะได้ทราบลักษณะภาพของการผลิตพืชอาหารสัตว์ในสภาพร่มเงา เพื่อนำไปใช้ประเมินผลหรือใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการผลิตพืชอาหารสัตว์ในลักษณะของพืชแซมหรือใต้สภาพร่มเงาของพืชยืนต้น เช่น ยางพารา มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน หรือไม้ผล

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

ทำการปลูกพืชอาหารสัตว์ตระกูลถั่ว 2 ชนิด คือ ถั่วคาโลไป และถั่วผี และพืชอาหารสัตว์ตระกูลหญ้า 2 ชนิด คือ หญ้ารูซีและหญ้ากินนี ในกระถางพลาสติกบรรจุดินผสมจำนวน 3 กิโลกรัม/กระถาง เมื่อต้นอ่อนของพืชมีอายุ 20 วัน จึงย้ายพืชที่ปลูกไปไว้ในสภาพร่มเงาโดยการใช้กรงตาข่ายที่สามารถพรางแสงได้ 30, 50 และ 90 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาติ ทำการทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำ เปรียบเทียบกับพืชอีกชุดหนึ่งซึ่งปลูกในสภาพแสงธรรมชาติ (100%)

เก็บเกี่ยวพืชทุกชนิดในทุกสภาพแสงครั้งแรกในวันที่ 20 และทำการเก็บเกี่ยวอีก 5 ครั้ง ทุก ๆ 1 สัปดาห์ นำพืชที่เก็บเกี่ยวในแต่ละครั้งมาแยกเป็นส่วนราก ลำต้น และใบ วัดพื้นที่ใบ นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสจนแห้ง แล้วชั่งหาน้ำหนักแห้ง

ตัวเลขข้อมูลที่ได้จากการเก็บเกี่ยวทุกครั้งนำไปคำนวณหาค่าต่างๆ ในการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืชดังแสดงใน Hunt (1978) จากสูตรโดยสรุปดังนี้

$$RGR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1}$$

$$NAR = \frac{(W_2 - W_1)}{LA_2 - LA_1} \times \frac{(\ln LA_2 - \ln LA_1)}{t_2 - t_1}$$

$$LAR = \frac{1}{2} \times \left(\frac{LA_2}{W_2} + \frac{LA_1}{W_1}\right)$$

W_1 และ LA_1 = น้ำหนักแห้งและพื้นที่ใบของพืชในการเก็บเกี่ยวที่อายุพืช = t_1

W_2 และ LA_2 = น้ำหนักแห้งและพื้นที่ใบของพืชในการเก็บเกี่ยวที่อายุพืช = t_2

t_n = อายุของพืชจนถึงวันเก็บเกี่ยว

นำน้ำหนักแห้งของพืช ตลอดจนค่าการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืชไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป QUASP ของ Dept. of Agriculture

มหาวิทยาลัยควีนสแลนด์ ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD.

ผลการทดลอง

1. น้ำหนักแห้ง

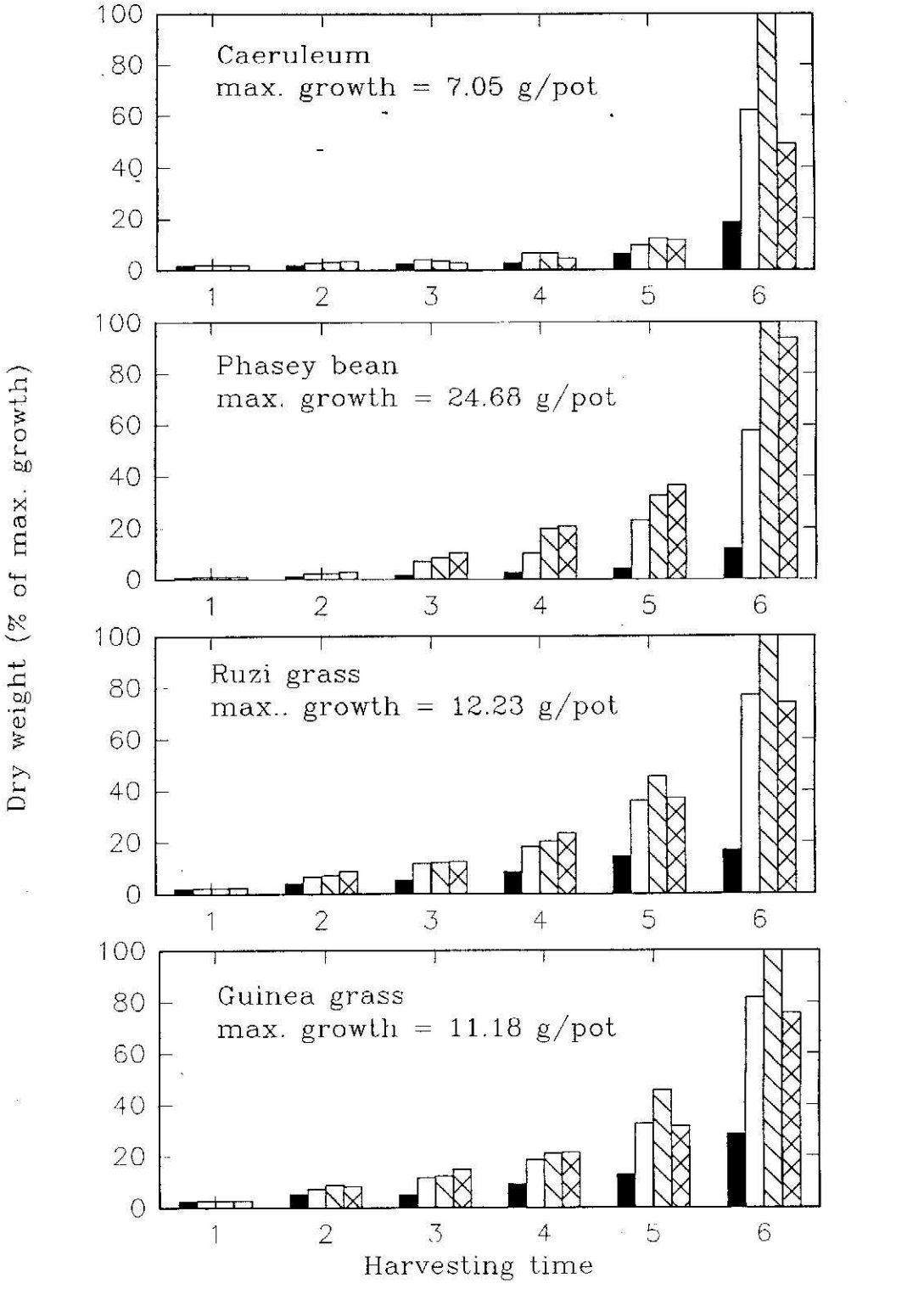
น้ำหนักแห้งของพืชอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิดภายใต้สภาพแสงต่างกัน 4 ระดับ (10, 50, 70 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาติ) ได้แสดงในรูปที่ 1 โดยนำเสนอในรูปของน้ำหนักแห้งคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้งสูงสุดของพืชแต่ละชนิด ผลการศึกษาพบว่าพืชอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด สามารถเติบโตได้สูงสุดในสภาพแสดง 70 เปอร์เซ็นต์ และปรากฏความแตกต่างของน้ำหนักแห้งของพืชแต่ละชนิดเนื่องจากสภาพแสงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<.01$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 และ 6 น้ำหนักแห้งสูงสุดของถั่วผี หญ้ารูซี หญ้ากินนี และถั่วเซอรูเลียมจากการปลูกในสภาพแสง 70 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.48, 12.23, 11.18 และ 7.05 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ ส่วนอิทธิพลของสภาพร่มเงาต่อน้ำหนักแห้งของพืชจะขอกล่าวเฉพาะผลจากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 6 ดังนี้

ที่ระดับแสง 70 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาติ พบว่าหญ้าทั้งสองชนิดมีน้ำหนักแห้งสูงกว่าที่ระดับแสงธรรมชาติ (100%) ถึงร้อยละ 25 ($P<.01$) ส่วนพืชตระกูลถั่วนั้นปรากฏว่า ถั่วเซอรูเลียมให้น้ำหนักแห้งสูงกว่าที่ระดับแสงธรรมชาติร้อยละ 50 ในขณะที่ถั่วผีนั้นมีน้ำหนักแห้งของพืชที่ระดับแสง 70 เปอร์เซ็นต์เทียบกับที่ระดับแสงธรรมชาติมีความแตกต่างกันน้อยมาก (รูปที่ 1)

เมื่อระดับแสงลดลงเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ของสภาพธรรมชาติพบว่าน้ำหนักแห้งของพืชทุกชนิดยกเว้นถั่วผี เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักแห้งของพืชพื้นที่ปลูกในสภาพแสงธรรมชาติ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>.05$) โดยที่น้ำหนักแห้งของหญ้าและถั่วมีค่าระหว่างร้อยละ 76-81 และ 58-62 ของน้ำหนักแห้งพืชชนิดเดียวกันที่ปลูกในสภาพแสง 70 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาติ ตามลำดับ (รูปที่ 1)

สำหรับในสภาพระดับแสง 10 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาตินั้น พบว่าพืชทุกชนิดให้น้ำหนักแห้งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<.01$) คือเหลือเพียงร้อยละ 12-28 ของน้ำหนักแห้งสูงสุดในพืชชนิดเดียวกัน (รูปที่ 1)

สรุปว่าสภาพแสง 70 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาติเพิ่มการเจริญเติบโตของพืชอาหารสัตว์อย่างมีนัยสำคัญยกเว้นถั่วผี แต่ที่สภาพแสง 50 ของสภาพแสงธรรมชาติ นั้นมีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิดใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติ ยกเว้นถั่วผี ส่วนสภาพแสง 10 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาตินั้นทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลงอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวโดยรวมว่าการตอบสนองต่อสภาพแสงของพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ทดลองทั้ง 4 ชนิดนั้นขึ้นอยู่กับทั้งระดับแสงและชนิดของพืช



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของถั่วเซอรูเรียม ถั่วฝี หญ้ารูซี และหญ้ากินนี ภายใต้สภาพแสง 10 (■) 50 (□) 70 (▨) และ 100 (▩) % ของแสงธรรมชาติ ตลอดการเก็บเกี่ยว 6 ครั้ง

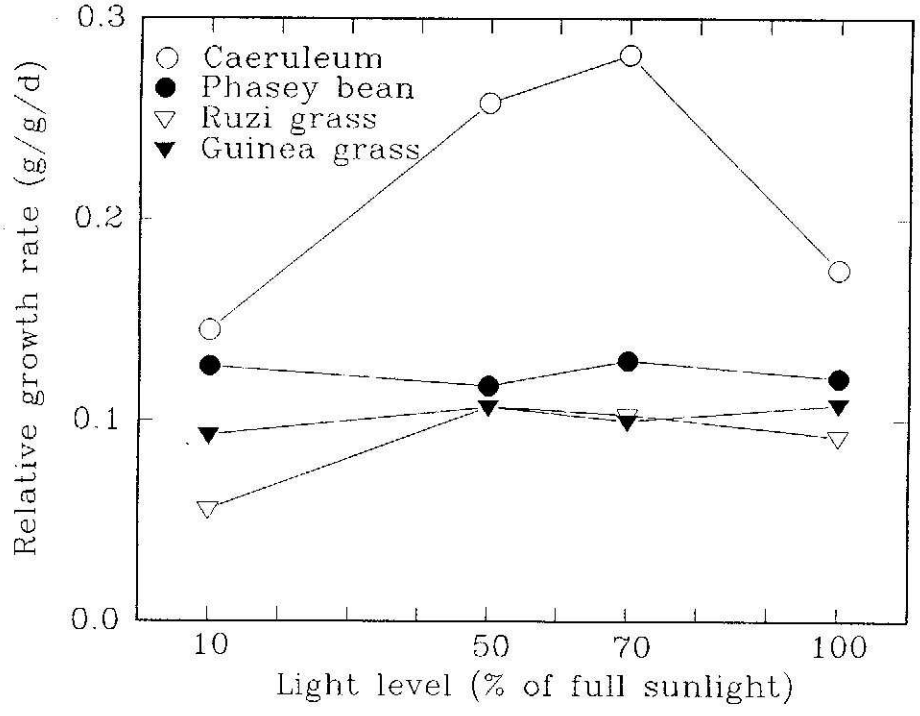
CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

2. อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (Relative growth rate, RGR)

ผลจากการศึกษาพบว่าอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของพืช (RGR) ในช่วงระหว่างการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 ถึง 6 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<.01$) ระหว่างชนิดพืช แต่ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ($P>.05$) ระหว่างระดับแสง ตลอดจนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง (ตารางภาคผนวกที่ 1)

รูปที่ 2 แสดงค่า RGR ในช่วงระหว่างการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 ถึง 6 จะเห็นว่าถั่วเซอรูเลียมมีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์สูงกว่าพืชอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<.01$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.215 กรัมต่อกรัมต่อวัน ในขณะที่ถั่วผี หญ้ารูซี และหญ้ากินนีมีค่า RGR โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.124, 0.089 และ 0.101 กรัมต่อกรัมต่อวัน ตามลำดับ

ในสภาพระดับแสง 10, 50 หรือ 70 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาติ ปรากฏว่าอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของถั่วเซสรูเลรียม ถั่วผี และหญ้ากินนี ไม่ได้ลดลง ($P>.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพแสงธรรมชาติ (100%) ส่วนหญ้ารูซีนั้นพบว่าอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ลดลงอย่างมาก ($P<.05$) สำหรับถั่วเซอรูเลียมนั้นพบว่าในสภาพแสง 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาติกลับเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 2)



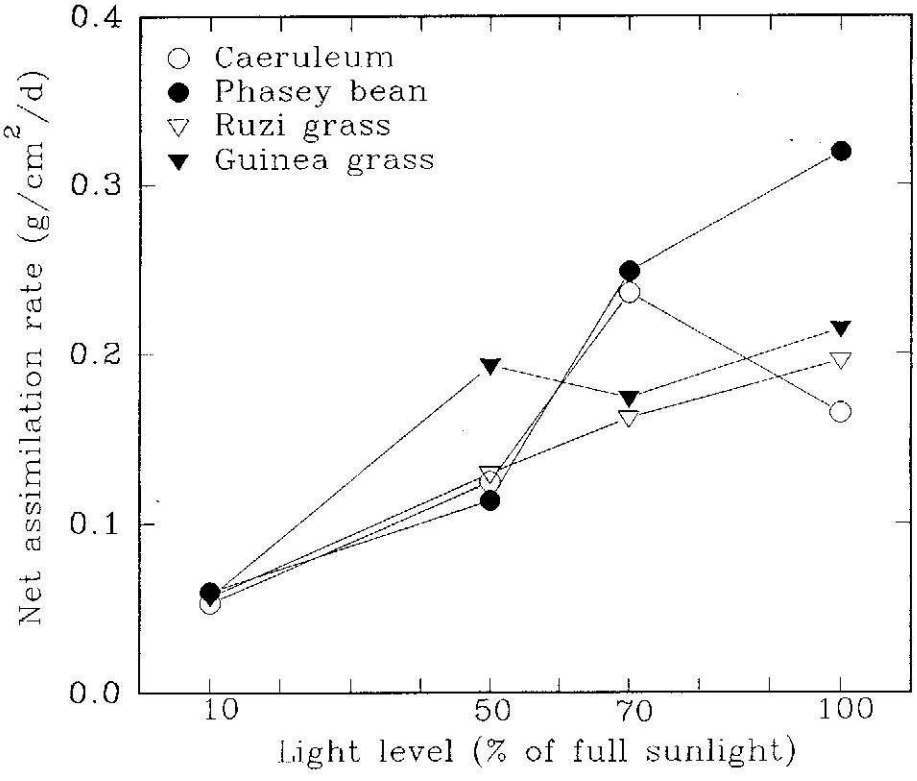
รูปที่ 2 อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (Relative growth rate, RGR) ระหว่างการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 และ 6 ของถั่วเซอรูเลียม (○) ถั่วผี (●) หญ้ารูซี่ (▽) และหญ้ากินนี (▼) ภายใต้สภาพแสง 10, 50, 70 และ 100% ของสภาพแสงธรรมชาติ

3. <u>ประสิทธิภาพของอัตราการสร้างน้ำหนักแห้ง</u> (Net assimilation rate, NAR)

รูปที่ 3 แสดงประสิทธิภาพของอัตราการสร้างน้ำหนักแห้งของพืชอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด ภายใต้สภาพแสง 4 ระดับ ช่วงระหว่างการเก็บเกี่ยวที่ 5 และ 6 จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 1) พบว่าระดับแสงมีอิทธิพลทำให้ NAR ของพืชลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<.01$) ในขณะที่ความแตกต่างระหว่างชนิดพืชมีน้อยมาก ($P>.05$)

ประสิทธิภาพของอัตราการสร้างน้ำหนักแห้งของพืชทุกชนิดยกเว้นถั่วเซอรูเลียม มีค่าสูงสุดที่ระดับแสงธรรมชาติ (100%) และเมื่อระดับแสงลดลง NAR ของทุกพืชยกเว้นหญ้ากินนีจะมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<.01$) สำหรับหญ้ากินนีพบว่าในสภาพแสงระดับสูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาติมีประสิทธิภาพของอัตราการสร้างน้ำหนักแห้งไม่ต่างกันทางสถิติ (รูปที่ 3)

เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างพืชทั้ง 4 ชนิดแล้วพบว่าถั่วผีมีประสิทธิภาพของอัตราการสร้างน้ำหนักแห้งสูงกว่าพืชชนิดอื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพแสงระดับสูง (70 หรือ 100%) ในขณะที่ภายใต้สภาพร่มเงามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาติแล้ว ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($P>.05$) ในค่าประสิทธิภาพของอัตราการสร้างน้ำหนักแห้งระหว่างพืชทั้งสีชนิด (รูปที่ 3)



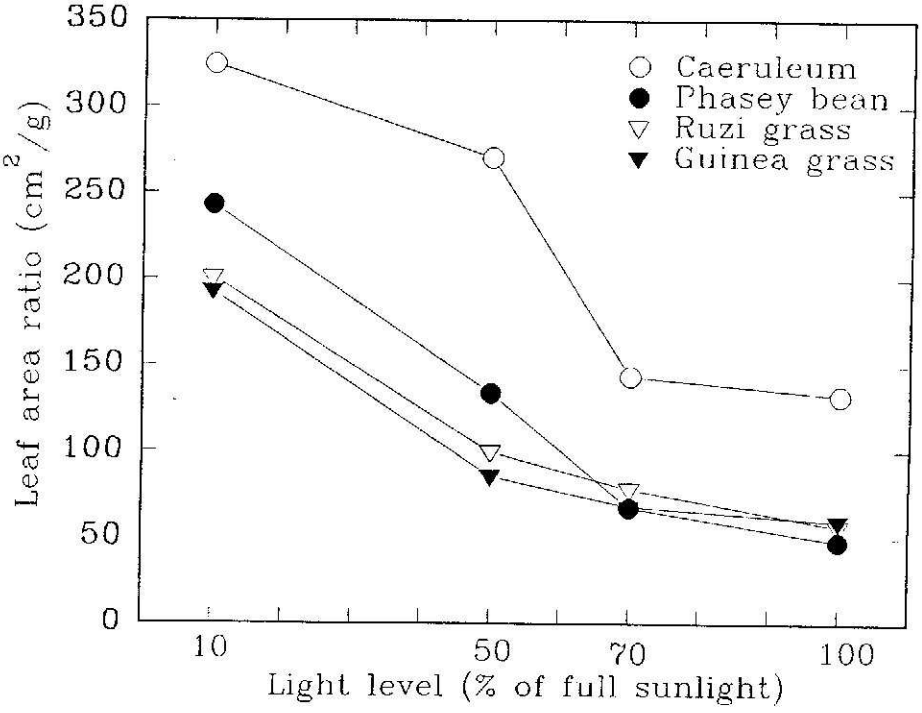
รูปที่ 3 ประสิทธิภาพของอัตราการสร้างน้ำหนักแห้ง (Net assimilation rate, NAR) ระหว่างการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 และ 6 ของถั่วเซอรูเลียม (○) ถั่วผี (●) หญ้ารูซี (▽) และหญ้ากินนี (▼) ภายใต้สภาพแสง 10, 50, 70 และ 100% ของสภาพแสงธรรมชาติ

4. <u>สัดส่วนของพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้ง</u> (Leaf area ratio, LAR)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าทั้งสภาพแสงและชนิดของพืช ตลอดจนปฏิกิริยาร่วมระหว่างปัจจัยทั้งสองมีผลต่อสัดส่วนของพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้ง (ตารางภาคผนวกที่ 1) พืชทุกชนิดจะมีขนาดใบใหญ่ขึ้น เมื่อเติบโตได้สภาพร่มเงา อัตราการเพิ่มของสัดส่วนของพื้นที่ใบต่อหน่วยน้ำหนักแห้งจะเพิ่มอย่างรวดเร็วมาก เมื่อพืชเติบโตในสภาพแสงต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของ (ตารางภาคผนวกที่ 4)

รูปที่ 4 แสดงการปรับตัวของพืชอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิดภายใต้สภาพร่มเงา โดยการเพิ่มสัดส่วนของพื้นที่ใบต่อหน่วยน้ำหนักแห้ง จะพบว่าถั่วเซอรูเลียมนั้นจะมีขนาดใบ (วัดในรูปของสัดส่วนของพื้นที่ใบต่อหน่วยน้ำหนักแห้ง; LAR) สูงกว่าพืชชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<.01$) ในทุกสภาพแสง

ภายใต้สภาพแสง 70 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาติ LAR ของพืชทุกชนิดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในอัตราระหว่าง 0.08-0.40 เท่าของสภาพแสงธรรมชาติ แต่ในสภาพร่มเงาจัด (10%) พบว่าถั่วผีสามารถเพิ่ม LAR ได้เป็น 5.04 เท่า ในขณะที่ถั่วเซอรูเลียมเพิ่มเป็น 2.45 เท่า แต่หญ้าอาหารสัตว์ทั้งสองชนิดเพิ่มเป็น 3.2-3.5 เท่า (ตารางภาคผนวกที่ 4) อย่างไรก็ตามค่าสัดส่วนของพื้นที่ใบต่อหน่วยน้ำหนักแห้งของถั่วเซอรูเลียมก็ยังมีค่ามากกว่าพืชชนิดอื่น ๆ ไม่ว่าจะเจริญเติบโตภายใต้สภาพแสงอย่างไร (รูปที่ 3)



รูปที่ 4 สัดส่วนของพื้นที่ใบต่อหน่วยน้ำหนักแห้ง (Leaf area ratio, LAR) เฉลี่ยระหว่างการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 และ 6 ของถั่วเซอรูเรียม (○) ถั่วผี (●) หญ้ารูซี (▽) และหญ้ากินนี (▼) ภายใต้สภาพแสง 10, 50, 70 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของสภาพแสงธรรมชาติ

วิจารณ์และสรุปผล

เป็นที่ทราบกันดีว่าการเจริญเติบโตของพืชจะลดลงเมื่อปลูกภายใต้สภาพร่มเงา (Ludlow, 1978) แต่สำหรับการทดลองนี้พบว่าสภาพร่มเงาเล็กน้อย (70%) กลับให้การเจริญเติบโตของพืชดีกว่า ซึ่งสามารถจะอธิบายได้ดังนี้ คือ ในสภาพแสงธรรมชาติพืชอาจถูกจำกัดการเจริญเติบโตด้วยปริมาณธาตุอาหารพืชในดินปลูกที่มีจำกัด (Wong and Wilson, 1980 ; Wilson and Ludlow, 1990)

อัตราการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 4 ชนิดที่ใช้ในการทดลองค่อนข้างแตกต่างกันในเรื่องของเวลา ดังนั้นการใช้ค่าการวิเคราะห์การเจริญเติบโตในช่วงการเก็บเกี่ยวที่ 5 และ 6 อาจจะไม่เหมาะสมสำหรับการเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช ทั้งนี้เพราะพืชแต่ละชนิดมีระยะเวลาในการเติบโตต่างกันที่เรียกว่า Ontogeny drift (Hunt 1978) อย่างไรก็ตามผู้เขียนพยายามเปรียบเทียบในระหว่างพืชชนิดเดียวกันเพื่อดูอิทธิพลของสภาพร่มเงาต่อการเจริญเติบโต ซึ่งก็พบว่าระดับแสงไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของพืช (RGR) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อแยกวิเคราะห์การเจริญเติบโตออกเป็นองค์ประกอบทางสรีรวิทยาหลัก 2 อันคือ NAR และ LAR แล้วจะพบว่ากลไกหลักในการตอบสนองต่อสภาพร่มเงาของพืชคือการคงประสิทธิภาพของอัตราการสร้างน้ำหนักแห้งให้อยู่ในระดับสูงเทียบกับสภาพแสงธรรมชาติ และการเพิ่มสัดส่วนของพื้นที่ใบต่อหน่วยน้ำหนักแห้งให้ได้สูงสุด อย่างไรก็ตามตัวเลขจากการทดลองนี้ไม่สามารถยืนยันได้ว่าเหตุใดถั่วเซอรูเลียมซึ่งมีค่า NAR และ LAR สูง จึงมีน้ำหนักแห้งในวันเก็บเกี่ยวครั้งที่หกน้อยกว่าพืชอื่น สาเหตุอาจเนื่องจากอัตราการเจริญเติบโตของพืชชนิดนี้ช้ามากในระยะแรก (รูปที่ 1)

สรุปการทดลองนี้น่าจะอธิบายขีดจำกัดของศักยภาพในการให้ผลผลิตของพืชอาหารสัตว์ในสภาพร่มเงาก็คือ 1) พืชจะสามารถคงประสิทธิภาพของอัตราการสร้างน้ำหนักแห้งได้อย่างไร ประสิทธิภาพนี้อาจขึ้นอยู่กับชนิดของพืชเอง และสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยเฉพาะไนโตรเจนด้วย (Sophanodora, 1989 ; Wong and Wilson, 1980) NAR อาจจะเป็นดัชนีบ่งชี้วิธีหนึ่งสำหรับการคัดเลือกพันธุ์หรือชนิดพืชอาหารสัตว์สำหรับสภาพร่มเงา 2) พืชจะสามารถสร้างพื้นที่ใบเพื่อรับพลังงานสำหรับการสังเคราะห์แสงได้เพิ่มขึ้นมากเท่าใดในสภาพร่มเงา การสะสมพื้นที่ใบต่อหน่วยน้ำหนักแห้งของพืชสูงขึ้นช่วยให้พืชมีโอกาสรับพลังงานแสงที่มีจำกัดได้อย่างเต็มที่ แต่อย่างไรก็ตามการสะสมน้ำหนักแห้งในใบที่เพิ่มขึ้น ก็มีผลทำให้สัดส่วนน้ำหนักแห้งที่จะไปสะสมที่รากลดลง ซึ่งจะมีผลไปลดความทนทานของพืชอาหารสัตว์ต่อการแทะเล็มและอาจลดความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารจากดิน นอกจากนี้แล้วการสร้างพื้นที่ใบต่อหน่วยน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นอาจจะเกิดจากการมีใบที่บางลง ซึ่งไม่มีผลดีต่อความสามารถในการสังเคราะห์แสงของพืช (Ludlow, et al. 1974)

เอกสารอ้างอิง

1. ภัทธราวุธ จิวตระกูล. 2532. พืชอาหารสัตว์แซมสวนยางพารา. ศูนย์วิจัยยางคอหงส์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 12 หน้า.
2. Chantalakhana, C. 1990. Small farm animal production and sustainable agriculture, FFTC Extension Bull. no.309. Taipei : 17 pp.
3. Hunt, R. 1975. Plant growth analysis. Edward Arnold, Southampton : 67 pp.
4. Ludlow, M.M. 1978. Light relations of pasture plants. In Wilson, J.R. ed., Plant Relations in Pastures. Melbourne CSIRO. 35-49.
5. Ludlow, M.M., Wilson, G.L. and Heslehurst H.R. 1974. Studies on the productivity of tropical pasture plants. 5. Effect of shading on growth, photosynthesis and respiration in two grasses and two legumes. Aust. J. Agric. Res. 25 : 425-433.
6. Maindool, C. 1984. Pasture under coconuts in Thailand. Asian Pastures FFTC. Book Series no. 25. Taipei : 204-212.
7. Sophanodora. P. 1989. Productivity and nitrogen nutrition of some tropical pasture species under low radiation environments. Ph.D. Thesis. Univ. of Queensland. Australia.
8. Stur W.W. and Shelton, H.M. 1990. Review of forage resources in plantation crops of Southeast Asian and the Pacific. in Forages for Plantation Crops. eds. H.M. Shelton and W.W. Stur. ACIAR Proc. no. 32. Canberra : 10-25.
9. Wilson J.R. and Ludlow, M.M. 1990. The environment and potential growth of herbage under plantation. in Forages for Plantation Crops. eds. H.M. Shelton and W.W. Stur. ACIAR Proc. no.32. Canberra : 10-25.

ตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าที่ศึกษาในการทดลองปลูกพืชอาหารสัตว์ภายใต้สภาพร่มเงา จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 และ 6

Source of variation	น้ำหนักแห้ง	RGR	NAR	LAR
ชนิดพืช (A)	**	**	ns	**
สภาพแสง (B)	**	ns	**	**
A x B	**	ns	ns	**

** = Significantly difference at 0.01 %

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 2 RGR ระหว่างการเก็บเกี่ยวที่ 5-6 ($g.g^{-1}.d^{-1}$)

ชนิดพืช	ระดับแสง (%ของแสงธรรมชาติ)				เฉลี่ย
	10	50	70	100	
ถั่วเซอรูเลียม	.145	.258	.282	.175	.215
ถั่วผี	.127	.117	.130	.121	.124
หญ้ารูซี	.056	.107	.103	.092	.090
หญ้ากินนี	.093	.107	.100	.108	.102
เฉลี่ย	.105	.147	.154	.124	.132

ตารางภาคผนวกที่ 3 NAR ระหว่าง harvest 5-6 ($g.cm^{-2}.d^{-1}$)

ชนิดพืช	ระดับแสง (%ของแสงธรรมชาติ)				เฉลี่ย
	10	50	70	100	
ถั่วเซอรูเลียม	.053	.124	.236	.165	.144
ถั่วผี	.060	.113	.249	.319	.185
หญ้ารูซี	.057	.129	.162	.196	.150
หญ้ากินนี	.057	.193	.174	.215	.158
เฉลี่ย	.105a	.147a	.154b	.124b	.132

ตารางภาคผนวกที่ 4 LAR ระหว่างการเก็บเกี่ยวที่ 5-6 (cm^2/g)

ชนิดพืช	ระดับแสง (%ของแสงธรรมชาติ)				เฉลี่ย
	10	50	70	100	
ถั่วเซอรูเลียม	324.4	270.6	143.6	132.6	217.6b
	(2.45)*	(2.04)	(1.08)	-	
ถั่วผี	243.0	134.2	67.4	48.2	123.2a
	(5.04)	(2.78)	(1.40)	-	
หญ้ารูซี	200.8	99.8	78.4	56.8	108.9a
	(3.53)	(1.75)	(1.38)	-	
หญ้ากินนี	192.8	85.6	68.0	59.6	101.5a
	(3.24)	(1.44)	(1.14)	-	
เฉลี่ย	240.3c	147.6b	89.4a	74.1a	

* ตัวเลขในวงเล็บ แสดงถึงอัตราการเพิ่มของ LAR เมื่อเทียบกับพืชชนิดเดียวกันในสภาพแสง 100% ของแสงธรรมชาติ