ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

ปริญญา

พืชไร่ | พืชไร่นา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของกระถินเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน

Effects of Spacings on Growth and Biomass Yield of Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) for Renewable Energy

นามผู้วิจัย นายทรงยศ โชติชุติมา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ศาสตราจารย์สายัณห์ ทัดศรี, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์ประภา ศรีพิจิตต์, Dr.Agr.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของกระถิน เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน

Effects of Spacings on Growth and Biomass Yield of Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) for Renewable Energy

โดย

นายทรงยศ โชติชุติมา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทรงยศ โชติชุติมา 2553: อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของกระถินเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่) สาขาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศาสตราจารย์สายัณห์ ทัดศรี, Ph.D. 107 หน้า

การศึกษาอิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของกระถิน ดำเนินการวิจัยที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ประกอบด้วยระยะปลูก 1x0.25 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร

จากผลการทดลอง พบว่ากระถินโดยใช้ระยะปลูก 1x1.5 เมตร ให้ความสูงลำต้นมากที่สุดเท่ากับ 732 เซนติเมตร และระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ความสูงลำต้นน้อยที่สุด (625 เซนติเมตร) การใช้ระยะปลูก 2x1 เมตร ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นใหญ่ที่สุดของการทดลองทั้งสองปี และยังให้จำนวนการแตกหน่อภายหลังการตัดมากกว่าระยะปลูกอื่นๆ ในด้านผลผลิตชีวมวล การปลูกกระถินโดยใช้ระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตชีวมวลรวมมากที่สุดของการทดลองทั้งสองปี (8,516 และ 10,643 กิโลกรัมต่อไร่) และให้ผลผลิตลำต้นสดมากที่สุดเท่ากับ 6,759 และ 8,493 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ รองลงมาคือ ระยะปลูก 1x0.5 เมตร นอกจากนี้ระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร ยังให้ผลผลิตใบมากที่สุดของการทดลองทั้งสองปี ในด้านคุณภาพของเนื้อไม้ ระยะปลูกไม่มีผลกระทบต่อค่าพลังงานความร้อนของไม้กระถิน และค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ในปีที่ 1 ส่วนปีที่ 2 พบว่าระยะปลูก 2x1 และ 1x1.5 เมตร มีความหนาแน่นของเนื้อไม้มากที่สุด ส่วนปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม ADF NDF เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลสของกระถิน พบว่าระยะปลูกที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อค่าดังกล่าว แต่ระยะปลูกแคบ 1x0.25 เมตร มีปริมาณแมกนีเซียม และซัลเฟอร์สูงที่สุด และระยะปลูก 1x1 เมตร ให้ปริมาณ ADL สูงสุด

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Songyos Chotchutima 2010: Effects of Spacings on Growth and Biomass Yield of Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) for Renewable Energy. Master of Science (Agronomy), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Professor Sayan Tudsri, Ph.D. 107 pages.

The effects of spacings on growth and biomass yield of leucaena were carried out at the National Corn and Sorghum Research Center, Pakchong district, Nakhon Ratchasima province between December 2006 and December 2008. The experiment was arranged in RCBD with 4 replications. The treatments included 6 spacings, viz., 1x0.25 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 and 2x1 meter (m)

The results showed that the 1x1.5 m spacing gave the tallest plant height at 7.32 m and the shortest plant height (6.25 m) resulted from 1x0.25 m spacing. The widest spacing (2x1 m) gave the highest stem diameter for both years and higher coppice of stump than the other spacigs. Moreover, the 1x0.25 m spacing gave a highest biomass yield for both years (8,516 and 10,643 kg/rai) and highest stem yield of 6,759 and 8,493 kg/rai, respectively, followed by 1x0.5 m spacing. Besides, the narrowest spacing 1x0.25 m gave the highest leaf yield for both years. For wood quality, the spacings had no effect on heat value and wood density in the first year. However, in the second year the 2x1 and 1x1.5 m spacing gave highest wood density. Regarding the content of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, ADF, NDF, hemicelluloses and cellulose in the leaves, it was found that spacings had no effect on those values. The 1x0.25 m spacing gave the highest magnesium and sulfer content whereas the 1x1 m spacing gave highest percentage of ADL.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ ทัดศรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.ประภา ศรีพิจิตต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.ณรงค์ฤทธิ์ วงศ์สุวรรณ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก และรองศาสตราจารย์ ดร.เอ็จ สโรบล ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำการค้นคว้าตลอดจนการเขียน และการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่เป็นผู้สนับสนุนทุนวิจัย และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์การวิจัย รวมทั้งขอบพระคุณเจ้าหน้าที่และคนงานทุกท่านที่เกี่ยวข้องในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณเพื่อนๆพี่ๆ และน้องๆ ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดมา สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณพ่อแม่ และครอบครัวของข้าพเจ้าที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการเรียนรวมทั้งการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ทรงยศ โชติชุติมา

มกราคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	27
อุปกรณ์	27
วิธีการ	28
ผลและวิจารณ์	34
ผล	34
วิจารณ์	64
สรุปและข้อเสนอแนะ	86
สรุป	86
ข้อเสนอแนะ	87
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	88
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	107

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ตลอดระยะการทดลอง และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง 10 ปี ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา	35
2	การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของกระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกแตกต่างกันในปีที่ 1	37
3	การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของกระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกแตกต่างกันในปีที่ 2	38
4	การเจริญเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของกระถินในปีที่ 1 และปีที่ 2	41
5	ผลผลิตน้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่) ของกระถินในแต่ละองค์ประกอบในปีที่ 1 และปีที่ 2	46
6	ผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของกระถินในแต่ละองค์ประกอบในปีที่ 1 และปีที่ 2	50
7	ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบกระถิน	53
8	ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารสัตว์ในใบกระถิน	54
9	ค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ (wood density) และค่าพลังงานความร้อนของไม้	55
10	จำนวนการแตกหน่อต่อต้นของกระถินหลังตัดที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกแตกต่างกันในปีที่ 1 และปีที่ 2	57
11	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างผลผลิตชีวมวลรวมกับองค์ประกอบผลผลิต	62
12	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างผลผลิตลำต้นกับองค์ประกอบผลผลิต	62
13	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างระยะปลูกกับองค์ประกอบผลผลิต	62
14	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชีวมวล (Y_b)กับลำต้น (X_s) และชีวมวล (Y_b) กับจำนวนต้นต่อไร่ (X_d) ในปีที่ 1 และปีที่ 2	63

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสูงของกระถินหลังการตัดเมื่ออายุ 26 สัปดาห์ 1. ระยะปลูก 2x1 เมตร 2. ระยะปลูก 1x1 เมตร 3. ระยะปลูก 1x0.25 เมตร	39
2	การเจริญเติบโตของหน่อหลังการตัด 1. ระยะปลูก 1x0.25 เมตร 2. ระยะปลูก 1x0.5 เมตร 3. ระยะปลูก 1x1 เมตร 4. ระยะปลูก 1x1.5 เมตร 5. ระยะปลูก 2x0.5 เมตร 6. ระยะปลูก 2x1 เมตร	42
3	การตัดแปลงกระถินในปีที่สอง 1. ความสูงของการตัดกระถิน 2. การสุ่มตัวอย่างผลผลิต 3. ผลผลิตที่เก็บเกี่ยว 4. ต้นกระถินหลังการตัด 5. สภาพแปลงหลังการตัด	45
4	สภาพแปลงเมื่อกระถินมีอายุครบ 1 ปี 1. ระยะปลูกกว้าง 2x1 เมตร และ 2. ระยะปลูกแคบ 1x0.25 เมตร	65
5	ขนาดตอภายหลังการตัดของกระถินที่ใช้ระยะปลูก 2x1 เมตร	66
6	การเข้าทำลายของเพลี้ยไก่ฟ้าในระยะแรกของการแตกหน่อ	67
7	จำนวนต้นต่อตอของกระถินที่ใช้ระยะปลูกกว้าง 2x1 เมตร	72
8	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นต่อไร่ (density) กับผลผลิตชีวมวล (biomass)	73
9	การฟื้นตัวของกระถินหลังการตัดในปีที่ 1 1. ลักษณะการแตกหน่อ 2. การแตกหน่อของระยะปลูก 2x1 เมตร 3. สภาพแปลงเมื่อมีการแตกหน่อ	82

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของกระถิน เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน

Effects of Spacings on Growth and Biomass Yield of Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) for Renewable Energy

คำนำ

พลังงานที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าส่วนใหญ่มาจากพลังงานที่ได้มาจากแก๊สธรรมชาติ น้ำมัน ปิโตรเลียม ถ่านหิน พลังงานเหล่านี้นอกจากจะสร้างมลพิษในปริมาณที่สูงมากแล้ว ยังเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป (depleted energy) ดังนั้น จึงไม่มีความมั่นคงในการใช้ในระยะยาว การลดปัญหาการขาดแคลนพลังงานที่สำคัญแนวทางหนึ่งคือการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานชีวมวลมาผลิตไฟฟ้า อันได้แก่ เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรซึ่งมีอยู่มากมาใช้เป็นเชื้อเพลิง (วงกต, 2547) อย่างไรก็ตาม พบว่าการใช้เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ผลิตไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องทำได้ยาก เนื่องจากเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีอยู่มีข้อจำกัด เช่น ขึ้นอยู่กับฤดูกาล เก็บรักษายาก และบางช่วงที่ไม่มีการเก็บเกี่ยวก็จะเกิดปัญหาขาดแคลน (วีรชัย และคณะ, 2550)

การผลิตไฟฟ้าพลังงานชีวมวลจากไม้โตเร็ว (fast growing tree) จึงน่าจะมีความเหมาะสมมากกว่าการใช้เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งประเทศไทยมีแหล่งปลูกไม้โตเร็วอยู่มาก ไม้โตเร็วที่นิยมปลูกในปัจจุบัน เช่น กระถิน ยูคาลิปตัส กระถินเทพา และกระถินณรงค์ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2550) แต่อย่างไรก็ตามต้องพิจารณาขีดความสามารถในการเจริญเติบโตของไม้โตเร็ว ซึ่งจะแตกต่างกันตามสภาพพื้นที่ปลูกด้วย จากการทดลองของชิงชัย และคณะ (2550) รายงานว่ายูคาลิปตัส และกระถินยักษ์เหมาะสมกับทุกสภาพพื้นที่ของประเทศไทย ส่วนกระถินเทพา มีความต้องการน้ำในการเจริญเติบโตมาก จึงเหมาะกับพื้นที่ฝนตกชุก หากเปรียบเทียบความเหมาะสมของทั้งยูคาลิปตัสและกระถินในแง่ของความมีประโยชน์ใช้สอยนอกเหนือไปจากการใช้เป็นเชื้อเพลิงแล้ว แต่กระถินน่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกว่า เนื่องจากเป็นพืชวงศ์ถั่วที่มีการเจริญเติบโตเร็ว มีอายุหลายปี และสามารถเก็บเกี่ยวได้ 2-3 ครั้งต่อปี (ณัฐ, 2550) สามารถตรึงไนโตรเจนได้ ดังนั้นการปลูกกระถินจึงช่วยปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ให้สูงขึ้น โดยเฉพาะไนโตรเจนในดิน ซึ่งดินส่วนใหญ่จะมีอยู่ในปริมาณต่ำ (สายัณห์, 2547)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้กระถินยังเป็นไม้ยืนต้นที่สามารถใช้ใบ และส่วนต้นอ่อนเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ (สายัณห์ และคณะ, 2551) ขณะที่ใบยูคาลิปตัสไม่สามารถใช้เลี้ยงสัตว์ได้ ในด้านการใช้เป็นเชื้อเพลิงกระถินได้รับความนิยมนำมาใช้เป็นไม้ฟืนมาอย่างยาวนาน เช่น ในประเทศฟิลิปปินส์ (เจษฎา, 2527) เนื่องจากมีความชื้นต่ำ ให้ความร้อนสูง (Brewbaker *et al*., 1985) และถ่านที่ได้จากกระถินยักษ์มีควันน้อย และให้ความร้อนสูง 7,250 แคลลอรี/กก. (เจษฎา, 2527)

ในด้านการปลูกสร้างแปลงกระถินเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนนั้น จำเป็นต้องศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต เนื่องจากมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเพิ่มหรือลดของผลผลิตชีวมวล และการวิจัยทางด้านระยะการปลูก ก็ถือเป็นปัจจัยหนึ่งในหลายๆ ปัจจัยที่มีผลอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช ระยะปลูกมีผลต่อการเจริญเติบโต รูปทรง และผลผลิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งขนาดของลำต้นจะได้รับผลกระทบจากระยะปลูกค่อนข้างมาก (มณฑล และ สมภัทร, 2546) โดยกระถินที่ปลูกระยะแถวกว้างจะมีขนาดลำต้นใหญ่เร็วขึ้น และทำให้ตัดได้เร็ว อีกทั้งกระถินที่มีขนาดลำต้นใหญ่หลังการตัดจะฟื้นตัวและให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น (คู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน, ม.ป.ป.) ส่วนการปลูกระยะแถวแคบ สรายุทธ (2529) พบว่าระยะปลูกแคบสุด มีขนาดลำต้นเล็กและมีแนวโน้มลดลงในปีต่อไป นอกจากนี้ระยะปลูกมักจะแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์จากกระถิน(อำนวย, 2522) ซึ่งส่วนใหญ่ในประเทศไทยเป็นการปลูกกระถินเพื่อใช้ใบเป็นอาหารสัตว์ โดยระยะปลูกที่ใช้จะค่อนข้างแคบ และมีการตัดบ่อยครั้ง จากรายงานของชิตและคณะ (2547) พบว่ากระถินให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงที่สุดเท่ากับ 1,935.9 กิโลกรัมต่อไร่ จากการตัดทุกๆ 3 เดือน เมื่อใช้ระยะปลูก 0.5 × 0.5 เมตร และความสูงของการตัด 50 เซนติเมตร ในด้านการนำไปปลูกเป็นไม้ใช้สอย Kovitvadhi and Yantasath (1982) ศึกษาชีวมวลของกระถินที่จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าการใช้ระยะปลูก 2×0.25 เมตร ให้ผลผลิตลำต้น 2.74 ตัน/ไร่ และระยะปลูก 2×2 เมตร ให้ผลผลิตลำต้น 1.14 ตัน/ไร่ เมื่อตัดที่อายุ 1.5 ปี ดังนั้นระยะปลูกจึงมีความกว้างและอายุการตัดแต่ละครั้งมีระยะเวลามากกว่า 1 ปี เช่นเดียวกับการใช้กระถินผลิตเยื่อกระดาษจะใช้ระยะปลูกกว้าง เพื่อให้มีขนาดลำต้นใหญ่ และอายุการตัดตั้งแต่ 2-3 ปี (Van den Beldt and Brewbaker, 1985)

สำหรับงานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ลำต้นเป็นเชื้อเพลิง และไม้ที่เหมาะจะนำมาใช้กับเครื่อง gassifier จะต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียง 2.5-7.5 ซม. จึงน่าจะมีอายุการตัดสั้นและระยะปลูกที่น่าจะแคบกว่าการนำมาใช้เป็นไม้ใช้สอย ในขณะเดียวกันระยะปลูกที่ใช้ควรมีความกว้างกว่าการปลูกเพื่อใช้ใบเลี้ยงสัตว์ ซึ่งจากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นไม่ว่าจะเป็นการใช้ประโยชน์จากกระถินในด้านใดก็ตาม แสดงให้เห็นว่าระยะปลูกมีความสำคัญมากต่อผลผลิตและการเจริญเติบโตของกระถิน (Kovitvadhi and Yantasath, 1982) ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หาระยะปลูกที่เหมาะสมที่สุด เพื่อเพิ่มผลผลิตของไม้กระถิน สำหรับการใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงทดแทนอย่างยั่งยืน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของกระถิน

2. เพื่อศึกษาผลของระยะปลูกที่มีต่อความหนาแน่นและค่าพลังงานความร้อนของส่วนเนื้อไม้กระถิน

3. เพื่อศึกษาผลของระยะปลูกต่อองค์ประกอบทางเคมีของใบ สำหรับใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

กระถิน

1. ประวัติและแหล่งที่มา

กระถินมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit มีประมาณ 50 ชนิด มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปอเมริกา เป็นพืชพื้นเมืองของอเมริกาใต้ อเมริกากลาง และหมู่เกาะต่างๆในมหาสมุทรแปซิฟิค (Humphreys, 1980) ในระยะแรกกระถินใช้เป็นพืชร่มเงาแก่พืชอื่น เช่น ชา กาแฟ และโกโก้ เป็นต้น ต่อมาได้กลายเป็นพืชอาหารสัตว์ที่สำคัญในประเทศเขตร้อน โดยเฉพาะประเทศออสเตรเลีย และเกาะฮาวาย กระถินได้รับความนิยมใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ เพราะเป็นพืชที่ทนทานต่อการแทะเล็ม ทนแล้ง และสามารถเจริญได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (เฉลิมพล, 2530; Swasdiphanich, 1992) ในประเทศไทยมีการนำเอากระถินเข้ามาปลูกก่อนสมัยอยุธยา (บุญฤา, 2536)

2. ลักษณะการเจริญเติบโต

กระถินเป็นพืชวงศ์ถั่ว (leguminosae) ที่มีอายุหลายปี มีลักษณะการเจริญเติบโตของลำต้นแบบตั้งตรง (erect) เป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นขนาดกลางที่มีความสูงถึง 10 เมตร (สายัณห์, 2547) ลำต้นเรียบ สีน้ำตาลแดง เปลือกบาง ใบเป็นใบรวมแบบขนนก (bipinnate) ยาว 15-20 เซนติเมตร และแต่ละ pinnae ยาว 10 เซนติเมตร ใบย่อยจะมีลักษณะเรียวคล้ายใบหอก และมีใบตลอดทั้งปี ดอกจะเป็นดอกรวมเป็นกลุ่ม และมีก้านดอกยาว สีของดอกมีสีนวลหรือสีเหลืองปนขาว เมื่อแก่มีสีเขียวเข้มและกลายเป็นสีแดงหรือน้ำตาลเมื่อแก่เต็มที่ ฝักมีลักษณะแบนบางและตรง กว้างประมาณ 2 เซนติเมตร ยาวประมาณ 12-18 เซนติเมตร แต่ละช่อดอกมีฝักประมาณ 15-20 ฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝักประมาณ 8-15 เมล็ด เมล็ดมีสีน้ำตาลแก่ รูปร่างแบนรี กว้างประมาณ 3-4 มิลลิเมตร มีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร ส่วนระบบรากของกล้าไม้ขนาดเล็ก โดยปกติจะมีรากแก้วยาวเท่าๆกับความสูงของต้น รากแขนงมีน้อย และมีขนาดเล็กอยู่ใกล้กับผิวดิน สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้จากปมที่มีไรโซเบียมอาศัยอยู่ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-2.5 มิลลิเมตร (เจษฎา, 2527)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การปรับตัวต่อสภาพแวดล้อม

กระถินมีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆได้ดี สามารถขึ้นได้แม้ในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังเป็นระยะ และเนื่องจากมีระบบรากแก้วลึก จึงสามารถทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี ปรับตัวได้ดีในสภาพอากาศกึ่งร้อน (Piggin and Nulik, 2005) ซึ่ง Hegde (1982) รายงานว่ากระถินสามารถทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ยาวนาน 5-7 เดือน ส่วน Lopez *et al*. (2008) รายงานการทดลองปลูกกระถินในทางตอนใต้ของประเทศสเปน พบว่ากระถินสามารถปรับตัวกับสภาพอากาศได้ดี และมีผลผลิตที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับไม้โตเร็วชนิดอื่น เช่น poplar tree willow tree และยูคาลิปตัส

กระถินปรับตัวได้ดีที่สุดในดินที่มีการระบายน้ำดี เจริญเติบโตได้ดีในที่สูงไม่เกิน 500 เมตรจากระดับน้ำทะเล และบริเวณที่มีฝนตกเฉลี่ย 600-1700 มิลลิเมตรต่อปี (เจษฎา, 2527) สำหรับการผลิตกระถินเพื่อใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ มีความต้องการปริมาณน้ำฝนประมาณ 100-125 มิลลิเมตรต่อเดือน (Hegde, 1982) ที่ประเทศฮาวาย Kinch and Ripperton (1962) รายงานว่าปริมาณน้ำฝน 1100 มิลลิเมตร สามารถผลิตน้ำหนักแห้งกระถินเท่ากับ 8 ตันต่อไร่ต่อปี และยังพบว่าการได้รับน้ำ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเพิ่มขึ้นของผลผลิตกระถิน ส่วนการทดลองของ Takahashi and Ripperton (1949) พบว่าเมื่อมีการให้น้ำช่วง 10 วันและ 35 วัน ให้ผลผลิตของกระถินไม่แตกต่างกันและที่ระดับความชื้นต่ำ ส่วน Hegde (1982) รายงานว่ากระถินสายพันธุ์ K8 และK500 มีผลผลิตดีกว่าสายพันธุ์ K4 ซึ่งแสดงให้เห็นประสิทธิภาพในการทนแล้งที่แตกต่างกันตามแต่ละสายพันธุ์ แม้ว่ากระถินจะทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี แต่จะทำให้ผลผลิตลดลงในสภาพที่แล้งติดต่อกันเป็นเวลานาน อิทธิพลของความชื้นจึงมีผลต่อผลิตใบและลำต้นของกระถิน ซึ่งภายใต้สภาพแห้งแล้ง จะทำให้กระถินถูกลดขนาดและจำนวนของใบย่อย ใบจะแห้งเหี่ยวเร็วและหยุดการเจริญเติบโตในที่สุด นอกจากนี้ยังส่งผลต่อจำนวนลำต้นและการเจริญเติบตางด้านความสูงของกระถินอีกด้วย

กระถินขึ้นได้ดีในดินที่มีสภาพความเป็นด่าง มีค่า pH ตั้งแต่ 5.5 ขึ้นไป (เจษฎา, 2527) และสามารถปรับตัวได้ดีในดินที่เป็นกรดอ่อนๆหรือปานกลาง ซึ่งมีค่า pH ระหว่าง 6.8-7.0 ปรับตัวไม่ดีในดินที่มีฤทธิ์เป็นกรด (บุญฤา, 2536) แต่มีความสามารถทนความเป็นกรดของดินได้ถึง 5.0 (เฉลิมพล, 2530) ซึ่ง Ta-Wei and Kiang (1982) พบว่าระดับ pH ในดินที่เพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มความสูง ขนาดลำต้น และน้ำหนักแห้งของผลผลิต ส่วน Wong and Devendra (1982) รายงานว่าระดับ pH ที่เหมาะสมต่อกระถินมีค่าตั้งแต่ 5.5 ซึ่งจากการทดสอบผลของความเป็นกรดด่างระหว่าง 3.5-6.0 และความเข้มข้นของแคลเซียมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกระถินพันธุ์ Peru พบว่าการเจริญเติบโตของกระถินเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มระดับ pH และความเข้มข้นของแคลเซียมสูงขึ้น อย่างไรก็

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตาม พบว่านอกเหนือจากระดับ pH และระดับความเข้มข้นของแคลเซียม ยังมีปัจจัยอื่นที่ควบคุมการเจริญเติบโตของกระถิน ส่วน Tham *et al.* (1977) รายงานว่ากระถินที่ปลูกในแปลงทดสอบที่ประเทศมาเลเซีย มีการเจริญเติบโตไม่ดีนัก เนื่องจากเป็นดินกรด ซึ่งมี pH อยู่ระหว่าง 4.2-4.5 และมีอะลูมิเนียมปนอยู่สูง นอกจากนี้ยังมีฟอสฟอรัสและแคลเซียมที่จำเป็นต่อกระถินต่ำ และแนะนำว่าเพื่อช่วยให้กระถินเติบโตได้ดี ควรใส่ปูนขาวอัตรา 320 กิโลกรัม/ไร่ กับคลุกเชื้อไรโซเบียมด้วยสายพันธุ์ CB 81 และใช้ปูนขาวเคลือบเมล็ดก่อนปลูก เช่นเดียวกับ Kanmegne *et al.* (2000) รายงานว่ากระถินที่ปลูกบนดินกรดจัด และอะลูมิเนียมสูง มีความเจริญเติบโตต่ำมาก โดยเมื่ออายุ 1 ปี มีความสูงเพียง 2.03 เมตร และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพียง 2.2 เซนติเมตร

4. โรคและแมลง

แมลงศัตรูพืชที่สำคัญในกระถินคือ เพลี้ยไก่ฟ้ากระถิน (*Heterophylla cubana* Crawford) สามารถเข้าทำลายกระถินได้ทั้งในระยะตัวอ่อน และตัวเต็มวัย ซึ่งจะทำลายยอดอ่อนของกระถินจนไม่สามารถเติบโตได้ โดยการดูดน้ำเลี้ยงจากยอดอ่อน ใบอ่อน และฝัก ทำให้ยอด และใบเหี่ยวเฉา นอกจากนั้นยังปล่อยสารเหนียว (honeydew) ไว้ตามยอดจนเกิดราดำ ทำให้กระถินชะงักการเจริญเติบโต ซึ่ง Palmer *et al.* (1989) รายงานว่าในออสเตรเลีย กระถินพันธุ์ Cunningham ในแปลงที่ไม่ได้มีการควบคุมเพลี้ยไก่ฟ้า มีผลผลิตลดลงประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ ของแปลงที่มีการควบคุม ในประเทศไทยเพลี้ยไก่ฟ้ามักระบาดรุนแรงในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงมกราคม ส่วนช่วงอื่นๆ มีการระบาดบ้างแต่ไม่รุนแรง โดยเฉพาะช่วงฤดูฝนกระถินจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและเพลี้ยไก่ฟ้าจะมีปริมาณลดลง ทำให้เพลี้ยไก่ฟ้ามักจะระบาดในช่วงฤดูแล้งมากกว่าช่วงฤดูฝน ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีกระถินพันธุ์ต้านทานเพลี้ยไก่ฟ้า แต่พันธุ์ที่ฟื้นตัวเร็วหลังการระบาดพบในสายพันธุ์ 34/82 และพันธุ์ที่ต้านทานพอสมควร ได้แก่ พันธุ์ทารัมบ้า (คู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน, ม.ป.ป.) นอกจากนี้ในการควบคุมเพลี้ยไก่ฟ้าสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้พันธุ์ต้านทานควบคุมโดยชีววิธี และการใช้สารเคมี ซึ่งกัลยา และคณะ (2542) กล่าวว่าการควบคุมเพลี้ยไก่ฟ้ากระถินด้วยชีววิธีที่ได้ผลดี และมีประสิทธิภาพคือการควบคุมโดยใช้แมลงศัตรูตามธรรมชาติของเพลี้ยนั่นคือด้วงเต่า ซึ่งสามารถควบคุมปริมาณเพลี้ยไก่ฟ้าได้ดี ส่วนสารเคมีกำจัดแมลง เช่น อัลฟาไซเบอร์มีทริล มีชื่อทางการค้าว่า คาราเต้ ใช้ปริมาณ 10 ซีซี ผสมน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่น หรือใช้เซฟวินชนิดผง 40-50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (คู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน, ม.ป.ป.)

ส่วนปลวกสามารถทำลายกัดกินราก ลำต้นและกิ่งก้านได้ แม้กระถินจะมีความสูงถึง 4 เมตร กระถินที่ถูกปลวกกินปลายยอดจะเหี่ยวเฉา เพราะขาดความชื้นในเวลากลางวัน และตลอดอายุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1-2 สัปดาห์ ต้นจะแห้งตายเป็นหย่อมๆ เนื่องจากปลวกกัดกินรากและส่วนโคนต้น (คู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน, ม.ป.ป.)

5. สายพันธุ์กระถิน

Brewbaker *et al*. (1972) ได้จำแนกพันธุ์กระถินออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ

1. กลุ่มฮาวาย เป็นพันธุ์พุ่มต้นเตี้ย สูงประมาณ 5 เมตร ผลิตดอกตลอดทั้งปีมากกว่าที่จะออกเป็นฤดู ติดเมล็ดดี เมล็ดมีขนาดเล็ก เปลือกไม้ลำต้นต้นมีสีน้ำตาลปนเทา หรือน้ำตาล กระถินพื้นเมืองในประเทศไทยสันนิษฐานว่าเป็นพันธุ์ในกลุ่มนี้ ออกดอกขณะที่ต้นยังอ่อน(อายุ 4-6 เดือน) ออกดอกตลอดปีมากกว่าเป็นฤดู ได้แก่พันธุ์ K7 K9 K11-13 K19 K21-27 K30-32 K34-58 K60-61 K63-65 K68-71 K73 K78-89 K91-94 K96 K98-99 K107-108 และK110

2. กลุ่มซัลวาดอร์ (กระถินยักษ์) มีขนาดใหญ่ต้นสูงประมาณ 20 เมตร ออกดอกไม่สม่ำเสมอ ฝัก และเมล็ดใหญ่กว่ากลุ่มแรก กิ่งก้านน้อย เปลือกไม้ลำต้นมีสีน้ำตาลปนเหลือง เป็นไม้โตเร็ว เหมาะสำหรับปลูกป่า กระถินกลุ่มนี้อาจเรียกว่าพันธุ์กัวเตมาลาหรือกระถินยักษ์ฮาวาย ได้แก่ พันธุ์ K1 K8 K11 K14 K19 K27-28 และK66-67

3. กลุ่มเปรู เป็นไม้สูง 15 เมตร คล้ายกับกลุ่มซัลวาดอร์ สูงกึ่งกลางระหว่างกลุ่มแรกกับกลุ่มที่สอง กิ่งก้านใหญ่อยู่ตรงส่วนล่างของลำต้น และมีกิ่งก้านมาก ให้ลำต้นขนาดเล็กและมีใบตามกิ่งก้านจำนวนมาก เหมาะสำหรับปลูกเพื่อเป็นพืชอาหารสัตว์ (บุญฤา, 2536) ได้แก่พันธุ์ K3 K6 K10 K20 K33 K59 K62 K72 K75 K95 K101 และK103

เนื่องจากกระถินมีการกระจายพันธุ์ได้กว้างขวาง จึงมีความแตกต่างกันอย่างมากในเรื่องขนาด และรูปทรง (เจษฎา, 2527) ซึ่งจากการทดลอง Nyathi *et al.* (1995) รายงานว่ากระถินพันธุ์ Cunningham เจริญเติบโตเร็วที่สุดในช่วงอายุ 9 เดือนแรก และช่วงอายุ 8 เดือนแรกหลังการตัด กระถินพันธุ์ Cunningham และ พันธุ์ Hawaiian giant มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน แต่เจริญเติบโตเร็วกว่าพันธุ์ Peru

ส่วนชิต และคณะ (2547) ศึกษาความถี่ของการตัดในกระถิน 4 สายพันธุ์บริเวณพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี ได้แก่ กระถินพันธุ์ *L. leucocephala* cv. K584xK636,

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

L.leucocephala subsp. glabrata, *L. esculenta* subsp. esculenta และ *L. leucocephala* cv.Cunningham พบว่ากระถินพันธุ์ *L. leucocephala* cv. K584xK636 และที่ทำการตัดทุก 3 เดือน ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งและผลผลิตโปรตีนใกล้เคียงกับกระถินอีก 3 สายพันธุ์ แต่มีแนวโน้มให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของกระถินส่วนที่กินได้สูงกว่าพันธุ์อื่น

ฉายแสง และคณะ(2548) ได้รายงานการทดสอบและคัดเลือกพันธุ์กระถินจำนวน 17 สายพันธุ์ ที่บริเวณศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ปากช่อง โดยมีการตัดรวม 8 ครั้งในระยะเวลา 28 เดือน พบว่ากระถินพันธุ์ *L. leucocephala* subsp. Glabrata 34/92 ให้ผลผลิตใบสูงสุด 3.5 ตัน/ไร่และน้ำหนักต้นแห้ง 6.8 ตัน/ไร่ รองลงมาได้แก่พันธุ์ *L. salvadorensis* 17/86 และพันธุ์ *L. multicapitulata* 81/87 ให้ผลผลิตใบต่ำสุด

อุทัย (2529) รายงานว่ากระถินพันธุ์ต่างประเทศ และพันธุ์ลูกผสม ให้ผลผลิตสูง ใบดก โตเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับกระถินพันธุ์พื้นเมืองของไทย เช่นเดียวกับ จุรีรัตน์ และคณะ (2519) รายงานการเปรียบเทียบผลผลิตของกระถิน 10 พันธุ์ที่ชัยนาท พบว่าจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง กระถินพันธุ์นิวกินี 70 ให้ผลผลิตสูงสุด การเจริญเติบโตเร็ว ลำต้นสูงและมีการแตกแขนงดี จากการตัดที่อายุ 3, 6 และ 12 เดือน กระถินพันธุ์นิวกินี 72 ให้ผลผลิตรองลงมา ลักษณะของต้นเหมือนกับกระถินพันธุ์นิวกินี 70 ส่วนการตัดที่อายุ 9 เดือนนั้น กระถินพันธุ์ไต้หวันให้ผลลิตรองลงมา ส่วนพันธุ์พื้นเมืองนั้นให้ผลผลิตต่ำสุด เช่น การตัดอายุ 3 เดือน และอายุ 6 เดือน กระถินพันธุ์ที่เอามาจากตำบลคุ้งสำเภา อำเภอโนรมย์จังหวัดชัยนาท นั้นให้ผลผลิตต่ำสุด ลักษณะลำต้นเล็ก การแตกแขนงน้อย มีดอกเร็ว การตัดที่อายุ 9 เดือน และอายุ 12 เดือน กระถินพันธุ์ที่นำมาจาก อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา นั้น ก็ให้ผลผลิตต่ำ ลักษณะลำต้นเล็กการ แตกกอน้อย มีดอกเร็วเช่นกัน

Dalzell *et al.* (2006) รายงานว่าพันธุ์ทารัมบ้าให้ผลผลิตใบได้มากกว่าทั้งพันธุ์เปรู และคันนิ่งแฮม เนื่องจากสามารถเจริญเติบโตได้เร็ว ลักษณะลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งก้านน้อย จึงต้องการการตัดแต่งมากกกว่าพันธุ์เปรู และคันนิ่งแฮม และยังทนต่อการเข้าทำลายจากเพลี้ยไก่ฟ้าได้ดีกว่าอีก 2 พันธุ์จึงทำให้ผลผลิตใบที่ได้มีปริมาณมากกว่า สอดคล้องกับ Wandera and Njarui (1998) รายงานว่ากระถินพันธุ์ทารัมบ้ามีระดับการเข้าทำลายจากเพลี้ยไก่ฟ้าน้อยกว่าทั้งในพันธุ์เปรู และคันนิ่งแฮม อีกทั้งยังสามารถให้ผลผลิตใบ และลำต้น (71.5 และ 15.3 กรัม/ต้น) มากกว่าทั้งในพันธุ์เปรู (41.1 และ 13.1 กรัม/ต้น) และคันนิ่งแฮม (38.9 และ 5.2 กรัม/ต้น)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากข้อมูลข้างต้น แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ทารัมบ้ามีลักษณะที่เหมาะต่อปลูกเพื่อการนำไม้ไปใช้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์การค้าอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นพันธุ์เปรู หรือคันนิ่งแฮม ในงานวิจัยครั้งนี้จึงเลือกกระถินพันธุ์ทารัมบ้าปลูกทดสอบ สำหรับกระถินพันธุ์ทารัมบ้า (*Leucaena leucocephala* cv. Tarramba) ได้รับการปรับปรุงพันธุ์จากมหาวิทยาลัยฮาวาย และแนะนำให้เป็นพันธุ์การค้าเมื่อปี ค.ศ. 1994 นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยโดยฉายแสง ไผ่แก้ว ประมาณปี พ.ศ. 2539 (กรมปศุสัตว์, ม.ป.ป.) กระถินพันธุ์ดังกล่าวแม้ไม่ต้านทานต่อการเข้าทำลายจากเพลี้ยไก่ฟ้า แต่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้เมื่อมีการเข้าทำลาย (คู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน, ม.ป.ป.) และจากการทดลองของ Samplet *et al.* (1994) เปรียบเทียบกระถินพันธุ์ทารัมบ้า และKX1 ในประเทศไทย พบว่าพันธุ์ทารัมบ้ามีความงอก และมีการเจริญเติบโตทางความสูงดีกว่าพันธุ์ KX1 ในขณะที่การติดเมล็ดต่ำจึงไม่เป็นปัญหาในด้านการเป็นวัชพืช แต่มีปัญหาในด้านการนำไปขยายพันธุ์ (Dalzell *et al.,* 2006)

6. การจัดการ

6.1 การปลูก

ในคู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน (ม.ป.ป.) รายงานว่า กระถินสามารถปลูกได้หลายวิธี ดังนี้

6.1.1 การเพาะเมล็ด

การเพาะด้วยเมล็ดสามารถปฏิบัติได้ง่าย เหมาะสมกับกรณีที่มีเมล็ดจำนวนจำกัด หรือเพาะเมล็ดเพื่อรอให้สภาพแปลงปลูกเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตแล้วค่อยย้ายปลูก เมล็ดที่นำมาเพาะต้องผ่านการทำลายการพักตัว และคลุกด้วยเชื้อไรโซเบียมมาแล้ว จึงเพาะลงในถุงเพาะชำ 2-3 เมล็ด วัสดุเพาะชำเป็นดินผสมแกลบดำ และขุยมะพร้าว ซึ่งมีการระบายน้ำได้ดี เมล็ดกระถินจะงอกภายใน 7-10 วัน เมื่อกระถินมีความสูง 30-40 เซนติเมตร สามารถย้ายปลูกลงในแปลงได้ การปล่อยให้กระถินเจริญเติบโตในถุงเพาะชำนานเกินไปอาจทำให้รากแก้วขดงอ ทำให้เมื่อนำไปปลูกรากพืชไม่หยั่งลึกลงไปในดินเท่าที่ควร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.1.2 การปักชำ

กระถินสามารถขยายพันธุ์ด้วยวิธีการปักชำได้เช่นเดียวกับพืชชนิดอื่น โดยเลือกขนาดกิ่งที่จะใช้ปักชำไม่อ่อนหรือแก่จนเกินไป ขนาดกิ่งประมาณแท่งดินสอ ตัดเป็นท่อน ยาวประมาณ 30-40 เซนติเมตร ชุบสารเร่งรากแล้วนำไปชำในถุงเพาะชำ จนกระทั่งต้นแข็งแรงดีจึงนำไปปลูก การเพาะในแปลงเพาะกล้า

6.1.3 การเพาะเมล็ดในแปลงเพาะกล้า

เพาะเมล็ดกระถินที่ผ่านการทำลายการพักตัวแล้ว ลงในแปลงขนาดเล็กที่ยกสูงขึ้นมาจากพื้นดิน 50 เซนติเมตร หว่านเมล็ดกระถินแล้วปล่อยให้งอกจนกระทั่งความสูง 50-100 เซนติเมตรจึงค่อยย้ายไปปลูกในแปลงใหญ่ โดยริดใบออกให้หมดและตัดรากบางส่วนทิ้ง เรียกวิธีนี้ว่า วิธีการเปลือยราก (bare root) ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกต่อการย้ายกล้าจำนวนมากๆไปปลูกเมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะกล้าใส่ถุง แต่การฟื้นตัวในระยะแรกช้า และการถอนต้นจากแปลงเพาะหากขาดความระมัดระวังจะทำให้รากขาดหรือปมหลุดร่วง ซึ่งจะทำให้ต้นกล้าอ่อนแอและอาจตายได้

6.2 การใส่ปุ๋ย

กระถินเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีรากสามารถผลิตปม ซึ่งสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ ซึ่งกระถินสามารถตรึงไนโตรเจนได้ถึง 92 กิโลกรัม/ไร่ (สายัณห์ และคณะ, 2539) จึงไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (สายัณห์ และคณะ, 2539) แม้ว่าจะมีความต้องการอยู่บ้างในช่วงแรกของการเจริญเติบโต อีกทั้งการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแก่กระถินในสภาพที่ดินมีไนโตรเจนสูงอยู่แล้ว จะทำให้เกิดการสะสมไนเตรท ซึ่งจะยับยั้งการสร้างปมราก และกระบวนการตรึงไนโตรเจน (Duhoux and Dommergues, 1985)

คู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน (ม.ป.ป.) รายงานว่าดินในประเทศไทยส่วนใหญ่มักขาดธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในดินบางแห่งยังขาดธาตุรอง เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม ซัลเฟอร์ เป็นต้น และจุลธาตุบางชนิด (ทองแดง สังกะสี โมลิบดินัม) สำหรับปุ๋ยกระถินที่ใช้มีเพียงปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (คู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน, ม.ป.ป.) ซึ่งปุ๋ยฟอสฟอรัสมีความจำเป็นสำหรับพืชตระกูลถั่ว กระถินมักจะเสี่ยงต่อการขาดธาตุฟอสฟอรัส และในสภาพที่ดินมีฟอสฟอรัสต่ำ การเจริญเติบโตของกระถินอาจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นไปได้ยาก หากไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (Hegde, 1982) ซึ่ง Hegde (1982) ได้รายงานการเจริญเติบโตของกระถินที่ได้รับฟอสฟอรัสระดับต่างๆ ได้แก่ 0.002 0.008 0.032 0.128 และ 0.512 mg/mL พบว่าที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำๆ กระถินมีการเจริญทางด้านความสูงน้อยกว่ากระถินที่ได้รับฟอสฟอรัสที่ระดับมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของระดับฟอสฟอรัส ยังมีแนวโน้มเพิ่มการเจริญเติบโตของรากและน้ำหนักแห้งของกระถินเช่นเดียวกับความสูง ในฮาวายการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสช่วยให้กระถินตอบสนองไนโตรเจนและแคลเซียมได้ดี (Takahashi and Ripperton, 1949) ส่วนโพแทสเซียม มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนพืชอาหารสัตว์ในระยะแรก

ส่วนการใส่ปุ๋ยให้กับกระถิน BAIF แนะนำให้ใส่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต อัตรา 8-16 กิโลกรัม/ไร่ต่อปี เมื่อปลูกกระถินเพื่อเป็นพืชอาหารสัตว์ (Hegde, 1982) ส่วนคู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน (ม.ป.ป.) แนะนำให้ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสสูตร 0-46-0 อัตรา 30-40 กิโลกรัม/ไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียมสูตร 0-0-60 อัตรา 10-20 กิโลกรัม/ไร่ หรือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปของทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (45% P_2O_5) อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของโพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K_2O) อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ (ชิต และคณะ, 2547)

7. การเก็บเกี่ยว

การตัดกระถินแต่ละครั้ง นอกจากผลผลิตที่ได้แล้วยังต้องคำนึงถึงการฟื้นตัว หรือการเจริญเติบโตภายหลังการตัดด้วย ในการปลูกกระถิน แม้ว่าจะมีวัตถุประสงค์ในการใช้ประโยชน์จากกระถินที่แตกต่างกันออกไป แต่ก็มีความต้องการที่จะใช้ประโยชน์นั้นๆ จากแปลงกระถินให้ได้มากที่สุดและมีอายุการใช้งานแปลงยาวนานที่สุด การเก็บเกี่ยวแต่ละครั้งจึงต้องให้ความสำคัญกับปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการฟื้นตัวและเจริญเติบโตในปีต่อๆไปด้วยเช่นเดียวกัน ดังนี้

7.1 ช่วงที่เหมาะสมต่อการตัด

ช่วงที่เหมาะสมต่อการตัดกระถินควรจะอยู่ในช่วงปลายฝนซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง แม้ว่าจะมีผลให้กระถินฟื้นตัวช้า แต่การไว้ความสูงของตอที่เหมาะสมจะช่วยให้กระถินอยู่รอดได้จนถึงฤดูฝนและฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งการตัดในช่วงต้นฤดูแล้ง ทำให้การทำงานในแปลงสะดวกขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการใช้ใบเป็นอาหารสัตว์ โดยเฉพาะการทำใบกระถินตากแห้งเพื่อเก็บไว้ให้สัตว์กิน (leaf meal) จะช่วยให้ไม่เกิดเชื้อราเมื่อเปรียบเทียบกับการตัดในช่วงฤดูฝน และในการใช้ลำต้นเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เชื้อเพลิงก็จำเป็นต้องตากให้แห้งเช่นเดียวกัน ซึ่งจะทำให้การนำไม้ไปใช้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (คู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน, ม.ป.ป.) นอกจากนี้ การตัดกระถินในช่วงต้นฤดูแล้งยังทำให้ผลผลิตเนื้อไม้ของกระถินเพิ่มมากขึ้นในรอบการตัดฟันในปีต่อไป (Tewari *et al*., 2004) เนื่องจาก การตัดกระถินในช่วงฤดูแล้งเป็นช่วงที่พืชเก็บสะสมอาหารไว้เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตเมื่อได้รับน้ำในฤดูฝน ทำให้เมื่อมีการตัดในช่วงนี้ การฟื้นตัวจะดีกว่าเมื่อตัดในช่วงฤดูฝน กล่าวคือ พืชได้ใช้อาหารที่สะสมมาตลอดฤดูแล้งไปแล้วกับการเจริญเติบโตแตกหน่อใหม่เมื่อได้รับน้ำฝน และเมื่อถูกตัดในช่วงที่แตกหน่อใหม่ไปแล้ว การฟื้นตัวจะช้ากว่าเนื่องจากอาหารสำรองถูกใช้ไปแล้ว (สมศักดิ์, 2550)

7.2 ความสูงของการตัด

การพิจารณาความสูงของการตัดมีความจำเป็น เนื่องจากเกี่ยวข้องโดยตรงกับการฟื้นตัวของกระถินภายหลังการตัด ซึ่งความสูงในการตัดจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ใบที่เหลืออยู่ จำนวนจุดเจริญ ปริมาณอาหารสำรองที่เคลื่อนย้ายจากลำต้นและรากไปสู่จุดเจริญ และความชื้นที่มีอยู่ในดิน (คู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน, ม.ป.ป.)

จากปัจจัยดังกล่าว จึงควรตัดกระถินในระดับความสูง 50-100 เซนติเมตร โดยกระถินที่ตัดในช่วงฤดูฝนหรือสามารถให้น้ำได้ควรใช้ความสูงในการตัด 50 เซนติเมตร แต่ในกรณีที่ตัดในช่วงฤดูแล้ง ควรใช้ความสูงของการตัดอย่างน้อย 75 เซนติเมตร (คู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน, ม.ป.ป.) เช่นเดียวกับ Dutt and Jamwal (1987) รายงานว่าการตัดกระถินที่ระดับความสูง 50 75 และ 100 เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และความสูงของหน่อมากกว่าการตัดที่ระดับเดียวกับพื้นดิน และการตัดที่ความสูง 25 เซนติเมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า การตัดที่ความสูงเหนือพื้นดินทุกระดับคือ 25 50 75 และ 100 เซนติเมตร มีจำนวนการแตกหน่อมากกว่าการตัดที่ระดับเดียวกับพื้นดิน

จากการทดลองที่ประเทศอินเดียของ Pathak and Patil (1982) ได้เปรียบเทียบผลผลิตของหน่อที่ได้จากการตัดต่างช่วงฤดู และระดับความสูงของการตัดที่ต่างกัน โดยการตัดในเดือนมกราคมและมีนาคม ที่ระดับความสูง 15 และ 30 เซนติเมตร พบว่ากระถินที่ตัดในเดือนมีนาคม ให้ผลผลิตหน่อมากกว่าการตัดในเดือนมกราคม ที่ทุกระดับความสูงของการตัด ซึ่งการตัดที่ระดับความสูง 15 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน ผลผลิตของหน่อกระถินไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจนกับการตัดที่ความสูง 30 เซนติเมตร เช่นเดียวกับการตัดที่ระดับความสูง 10 เซนติเมตร หรือสูงกว่าเล็กน้อย ที่มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลผลิตหน่อที่ดีเช่นกัน ส่วนทางด้านสายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์ Peru ให้จำนวนหน่อน้อยกว่าสายพันธุ์ El Salvador ส่วน Hegde (1982) พบว่ากระถินสายพันธุ์ฮาวาย การตัดที่ระดับความสูงเหนือพื้นดิน จะทำให้มีจำนวนหน่อใหม่งอกจากลำต้นหลักเป็นส่วนใหญ่ แต่หน่อที่ได้จะมีจำนวนน้อยมากและขาดความแข็งแรง นอกจากนี้ Pathak and Patil (1982) ยังได้ให้ข้อสังเกตเกี่ยวกับการแตกหน่อของกระถินที่ปลูกทดลองที่ศูนย์ IGPRI ดังนี้

1. การตัดแบบหมดทั้งแปลงในคราวเดียว ให้ผลผลิตหน่อหลังการตัดดีกว่าการตัดแบบสลับหรือเหลือไม้ไว้ในแปลง เนื่องจากทรงพุ่มของต้นที่ไม่ถูกตัดไปบดบังการเจริญเติบโตหน่อใหม่ของต้นที่ถูกตัด
2. วิธีการตัดไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตของหน่อ
3. การตัดแต่งกิ่งที่อายุ 6 และ 9 เดือน จะช่วยเพิ่มผลผลิตหน่อและการเจริญเติบโตได้ดีขึ้น

ซึ่งในข้อ 3 สอดคล้องกับ Hegde (1982) ที่รายงานว่าในกระถินสายพันธุ์ฮาวาย หากมีการตัดแต่งกิ่ง จะช่วยหน่อใหม่ที่งอกออกมามีความแข็งแรงเจริญเติบโตได้ดี และยังช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของลำต้นหลัก

7.3 ความถี่ของการตัด

ในแง่การตัดเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้า (คู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน, ม.ป.ป.) รายงานว่า กระถินที่ปลูกในระยะปีแรก ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 8 เดือน สำหรับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ และสำหรับดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ควรใช้เวลา 12-18 เดือน จึงจะได้ขนาด 1 นิ้วขึ้นไป ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมต่อการใช้กับเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าแบบ Gasifier แต่สำหรับกระถินที่มีอายุ 5 ปีขึ้นไปสามารถตัดได้ทุกๆ 6 เดือน โดยถือเอาขนาดของลำต้นตั้งแต่ 1 นิ้วขึ้นไป เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจตัดกระถิน การปล่อยตอกระถินให้มีขนาดใหญ่จะช่วยให้รอบการตัดฟันสั้นขึ้น ซึ่งระยะการปลูกมีผลอย่างยิ่งต่อรอบการตัดฟันและอายุการตัดครั้งแรก

8. ความสัมพันธ์ของระยะปลูกกับการเจริญเติบโตของกระถิน

ความหนาแน่นของจำนวนต้นพืชในพื้นที่นั้นจะมากน้อยเพียงใดเป็นผลมาจากระยะปลูกและจะผันแปรไปตามชนิดของพืชด้วย (Kittredge, 1944) ซึ่งระยะปลูกเป็นตัวกำหนดความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หนาแน่นของจำนวนต้นพืชต่อพื้นที่ โดยจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก และกลับกันกับความหนาแน่นของพืช ถ้าระยะปลูกกว้างจะมีจำนวนต้นพืชต่อพื้นที่น้อย และในพื้นที่ที่มีระยะปลูกแคบจะมีจำนวนต้นพืชต่อพื้นที่มาก หรืออาจกล่าวได้ว่า ระยะปลูกที่แคบจะได้จำนวนต้นต่อพื้นที่มากกว่าระยะปลูกห่าง (สรายุทธ, 2529) ดังนั้นในการเลือกใช้ระยะปลูกจะเหมาะสมเพียงใด มักจะแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการปลูก ซึ่งจะต้องขึ้นอยู่กับเป้าหมายหรือประโยชน์ที่ต้องการจากพืชปลูก ในกรณีของสวนป่าที่ปลูกด้วยความหนาแน่นมากก็เพื่อให้ต้นพืชที่ปลูกมีลำต้นตรงเปลา ปราศจากกิ่งก้าน (อำนวย, 2522) ส่วนพงษ์ศักดิ์ (2529) แนะนำว่าการเลือกระยะปลูกหรือกำหนดความหนาแน่นของจำนวนต้นที่จะปลูกต่อหน่วยพื้นที่ขึ้นอยู่กับปัจจัย 7 ประการ ได้แก่

1. ชนิดของพรรณไม้ที่จะปลูก กล่าวคือ ไม้ที่มีเรือนยอดขนาดกว้างควรปลูกห่างกว่าไม้ที่มีเรือนยอดแคบ ไม้เนื้อแข็งควรปลูกระยะแคบ เพื่อให้ได้ลำต้นตรงเปลา
2. สภาพพื้นที่ปลูกและภูมิอากาศ
3. ลักษณะอุปนิสัยการเจริญเติบโตของพรรณไม้ที่ปลูก
4. เปอร์เซ็นต์การรอดตายที่คาดหมายไว้
5. เป้าหมายของผลผลิตที่จะนำออกจากสวนป่า
6. การปฏิบัติทางวนวัฒน์ที่จะดำเนินการต่อสวนป่าในอนาคต
7. ชนิดของเครื่องมือที่นำไม้ออก เมื่อต้นไม้โตถึงระยะตัดฟัน

ในขณะเดียวกัน เมื่อใดที่มีต้นพืชเจริญเติบโตอยู่ใกล้กันจนเกิดเป็นหมู่ไม้ ก็จะทำให้มีการแก่งแย่งเพื่อการอยู่รอดก็จะเกิดขึ้น (Toumey, 1947) โดยเฉพาะในหมู่ไม้ที่ขึ้นอย่างหนาแน่นมากจะมีการแก่งแย่งปัจจัยที่ใช้ในการเจริญเติบโตอย่างรุนแรง ซึ่งปัจจัยที่ใช้ในการเจริญเติบโตนั้นได้แก่ แสง ช่องว่างเหนือพื้นดิน ช่องว่างใต้พื้นดิน ความชื้นในดิน และแร่ธาตุ (Korstian and Coile, 1983) ซึ่งผลจากการแก่งแย่งอันเกิดจากความหนาแน่นของประชากรพืช จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในที่สุด พงศักดิ์ และคณะ(2538) รายงานว่าการเจริญเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และความสูงของลำต้นจะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะการปลูก และการแก่งแย่งที่รุนแรงจะเป็นผลทำให้ต้นพืชที่อ่อนแอถูกกำจัดออกไปโดยกระบวนการตามธรรมชาติ หรือเรียกว่า ขบวนการตัดสางขยายระยะตามธรรมชาติ (natural thinning) เพื่อให้เกิดความสมดุลต่อการดำรงชีพของต้นพืชสืบต่อไปได้ (Toumey, 1947)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.1 ระยะปลูกกับขนาดลำต้น

ระยะปลูกมีผลต่อการเจริญเติบโต รูปทรง และผลผลิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งขนาดของลำต้นจะได้รับผลกระทบจากระยะปลูกค่อนข้างมาก (มณฑล และสมภัทร, 2546) เช่นเดียวกับการทดลองของ Bruce and Schumacher (1950) ที่พบว่าในหมู่ไม้ที่ขึ้นหนาแน่นกว่าจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าหมู่ไม้ที่ขึ้นหนาแน่นน้อยกว่า ส่วน Evert (1971) ได้สรุปผลการทดลองเกี่ยวกับระยะปลูกว่า ขนาดเส้นผ่าเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของหมู่ไม้จะเพิ่มขึ้นถึงขีดจำกัด เมื่อเพิ่มระยะปลูกให้กว้างขึ้น ซึ่งเกิดขึ้นกับพันธุ์ไม้ทุกชนิดและทุกสภาพพื้นที่ปลูก สอดคล้องกับ Stiell and Berry (1967) ที่พบว่าค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นจะเพิ่มขึ้น เมื่อระยะปลูกเพิ่มขึ้นหรือความหนาแน่นของหมู่ไม้ลดลง ส่วน Van Den Beldt (1982) ได้ศึกษาระยะการปลูกต่างๆกัน โดยมีจำนวนต้นต่อพื้นที่แตกต่างกันตั้งแต่ 160 – 12,800 ต้น/ไร่ พบว่าปริมาณของไม้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น โดยการปลูกกระถินด้วยระยะปลูกกว้างจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นดีกว่าการปลูกระยะแคบที่อายุเท่ากัน และเมื่อจำนวนต้นต่อพื้นที่ลดลงต่ำกว่า 1,600 ต้น/ไร่ ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นจะเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นปริมาณไม้ที่เพิ่มขึ้นต่อปีของระยะปลูกกว้างจึงมากกว่าระยะปลูกแคบ ส่วนที่ระยะปลูกแคบ (มากกว่า 3,200 ต้น/ไร่) การเจริญเติบโตทางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นจะลดลงเร็วกว่าปกติ และที่ระยะปลูกที่แคบมากที่สุด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นจะหยุดการเจริญเติบโตเมื่อมีอายุครบ 1 ปี สอดคล้องกับคู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน (ม.ป.ป.) รายงานว่ากระถินที่ปลูกระยะแถวกว้างจะมีขนาดลำต้นใหญ่เร็วขึ้น ทำให้ตัดได้เร็ว อีกทั้งกระถินที่มีขนาดลำต้นใหญ่หลังการตัดจะฟื้นตัวและให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น

สอดคล้องกับรายงานการเจริญเติบโตของกระถินยักษ์ที่ใช้ระยะปลูกต่างๆ ที่จังหวัดนครราชสีมาของสรายุทธ (2529) พบว่าการเพิ่มขึ้นของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ของกระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกห่างจะเพิ่มขึ้นมากกว่าระยะปลูกแคบ ซึ่งระยะปลูก 2x2 เมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยสูงสุดทุกช่วงอายุ คือ 0.99 2.82 3.86 และ 4.88 เซนติเมตร ที่อายุ 1-4 ปี รองลงไปคือระยะปลูก 1x1 และ 1x0.5 เมตร และการเพิ่มขึ้นของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกของระยะปลูก 1x0.5 และ 1x1 เมตร จากช่วงอายุ 3-4 ปี มีอัตราที่ลดลง ส่วนระยะปลูก 2x2 เมตร มีอัตราที่เพิ่มขึ้นคงที่ แสดงให้เห็นว่ากระถินในแปลงปลูกระยะ 1x1 และ 1x0.5 เมตร มีการแก่งแย่งปัจจัยการเจริญเติบโตมากขึ้น และมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของขนาดลำต้นลดลงในปีต่อไป ซึ่งขนาดลำต้นของกระถินที่ได้จากงานทดลองของสรายุทธ มีขนาดลำต้นเล็กกว่าอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองของ Kovitvadhi and Yantasath (1982) ซึ่งรายงานการปลูกกระถินที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าเมื่ออายุ 4.5 ปี ระยะปลูก 1x1 เมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพียงอก 13.4 เซนติเมตร ส่วนการปลูกที่เสนานิคม ซึ่งใช้ระยะปลูก 1x0.5 เมตร เมื่อมีอายุ 3.5 ปี มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพียงอก 6.5 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางความสูงที่อายุ 2 และ 3 ปี ทั้งระยะปลูก 1x1 และ 2x2 เมตร พบว่ากระถินยักษ์มีการเจริญเติบโตเล็กกว่ายูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิสที่จังหวัดราชบุรี เมื่อมีอายุและระยะปลูกเท่ากัน แต่สูงกว่านนทรีที่ปลูกในจังหวัดขอนแก่น (สรายุทธ, 2529)

นอกจากนี้ยังสอดคล้องการศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกสร้างสวนป่าที่ได้มีการศึกษากับไม้ป่าอีกหลายชนิด เช่น กระถินเทพา (บพิตร, 2528) นนทรี (สุรพันธ์, 2529) ยูคาลิปตัส (กิตติชัย, 2531) และเลี่ยน (เกรียงศักดิ์, 2533) ซึ่งรายงานตรงกันว่าระยะปลูกที่แคบจะให้ขนาดลำต้นเล็ก และระยะปลูกกว้างจะได้ไม้ที่มีขนาดลำต้นใหญ่ขึ้น ส่วนสุทัศน์ (2543) ทดลองระยะปลูกไม้สะเดาที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและขนาดลำต้นของไม้สะเดาอายุ 10 ปี พบว่าการเจริญเติบโตทางขนาดลำต้นเฉลี่ยสูงสุด 11.20 เซนติเมตร ในระยะปลูก 4x8 เมตร และการเจริญเติบโตทางขนาดลำต้นเฉลี่ยต่ำสุด 4.41 เซนติเมตร ในระยะปลูก 1x1 เมตร แสดงให้เห็นได้ว่าระยะปลูกยิ่งกว้างมาก การเจริญเติบโตทางขนาดลำต้นจะมากขึ้นเช่นเดียวกัน

8.2 ระยะปลูกกับความสูงของกระถิน

เมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นของความสูงกระถิน สรายุทธ (2529) รายงานว่าระยะปลูกกว้างจะมีการเพิ่มขึ้นทางด้านความสูงมากกว่าระยะปลูกแคบ ไม่ว่าจะเป็นความเพิ่มขึ้นในช่วงอายุ 2-3 ปี หรือ 3-4 ปี แต่ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มขึ้นของความสูงของระยะปลูก 2x2 และ 1x1 เมตร โดยความสูงของกระถินยักษ์ เมื่ออายุ 1 และ 2 ปี ระยะปลูก 1x1 เมตร จะมีความสูงมากที่สุด โดยมีความสูงเฉลี่ย 1.43 และ 4.03 เมตร ตามลำดับ รองลงมาคือระยะปลูก 2x2 และ 1x0.5 เมตร แต่เมื่ออายุมากขึ้นเป็น 3 และ 4 ปี ระยะปลูก 2x2 เมตร กลับมีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากกว่า โดยมีความสูงเฉลี่ย 5.09 เมตร ที่อายุ 3 ปี และ 7.26 เมตร ที่อายุ 4 ปี ส่วนที่ระยะปลูก 1x1 เมตร มีความสูงเฉลี่ยเพียง 5.04 และ 7.03 เมตร ตามลำดับ ในขณะที่กระถินปลูกทดลองที่เชียงใหม่ มีความสูงถึง 12 เมตร ที่ระยะปลูก 1x1 เมตร และอายุใกล้เคียงกันคือ 4.5 ปี (Kovitvadhi and Yantasath , 1982) การเจริญเติบโตทั้งทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกและความสูงของกระถินยักษ์ แสดงให้เห็นว่าระยะการปลูกจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างไรก็ตาม Holmes and Tackle (1962) พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและความหนาแน่นของหมู่ไม้ขึ้นอยู่กับชนิดพืช อายุ และความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ ส่วน Braathe (1952) กล่าวว่ายังไม่มีตัวชี้วัดที่บอกได้ว่าความสูงของต้นพืชจะผันแปรหรือสัมพันธ์กับระยะห่างระหว่างต้น แต่มีข้อสังเกตว่าในสภาพแปลงปลูกที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงเลว หมู่ไม้ที่มีความหนาแน่นถึงหนาแน่นมากจะมีผลทำให้การเพิ่มความสูงของต้นพืชลดลงหรือหยุดชะงัก ส่วน Evert (1971) ได้สรุปว่าการปลูกสร้างสวนป่าที่มีความหนาแน่นมากเกินไป ในแปลงที่มีสภาพดินเลวถึงปานกลาง จะมีการเจริญเติบโตทางความสูงเพิ่มขึ้นเมื่อระยะปลูกเพิ่มขึ้น แต่ระยะปลูกจะมีผลต่อการเจริญเติบโตทางความสูงน้อย ในสภาพแปลงที่มีดินอุดมสมบูรณ์ดี

Van Den Beldt (1982) รายงานว่าการเจริญเติบโตทางความสูงได้รับผลกระทบจากระยะปลูกน้อยกว่าการเจริญทางขนาดลำต้น โดยการใช้ระยะปลูกกว้างที่มีจำนวนต้น 800-1,600 ต้น/ไร่ มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโตทางความสูงดีที่สุด แต่เมื่อมีระยะปลูกแคบลง ทำให้ได้จำนวนต้นมากกว่า 1,600 ต้น/ไร่ ต้นกระถินจะมีความสูงลดลงเรื่อยๆ ซึ่งระยะปลูกแคบสุดที่มีจำนวน 12,800 ต้น/ไร่ จะมีความสูงน้อยที่สุด และพบว่าเมื่อกระถินมีอายุเพิ่มขึ้น ความสูงในทุกระยะการปลูกจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สอดคล้องกับการทดลองในไม้สะเดาของสุทัศน์ (2543) พบว่าการเจริญเติบโตทางความสูงของสะเดา ในระยะปลูกกว้าง 4x8 เมตร มีการเจริญเติบโตทางความสูงเฉลี่ยสูงสุด 7.34 เมตร และการเจริญเติบโตทางความสูงเฉลี่ยต่ำสุด 4.43 เมตร ในระยะปลูกแคบ 1x1 เมตร และแสดงแนวโน้มเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการเจริญเติบโตทางขนาดลำต้น

ผลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตของกระถินเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการทดลองระยะปลูกของไม้สะเดาอายุ 8 ปี ที่สถานีทดลองปลูกพรรณไม้จังหวัดราชบุรี (วิชาญ, 2536) รวมถึงไม้ป่าชนิดอื่นก็ให้ผลในทำนองเดียวกันด้วย เช่น ไม้นนทรีอายุ 5 ปี ที่ทดลองระยะปลูกที่ศูนย์อนุรักษ์ไม้ป่าอินทนิล จังหวัดเชียงใหม่ (กมล, 2529) ไม้กระถินยักษ์อายุ 4 ปี ที่จังหวัดนครราชสีมา (สรายุทธ, 2529) และไม้ซ้ออายุ 4 ปี ที่ทดลองระยะปลูกที่สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าลานสาง จังหวัดตาก (อรรถพล, 2529)

8.3 ระยะปลูกกับผลผลิตชีวมวล

จากข้อมูลด้านระยะปลูกกับการเจริญเติบโตของกระถินข้างต้น จะเห็นได้ว่าระยะปลูกมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทั้งทางด้านความสูงและขนาดลำต้น ซึ่งมีผลโดยตรงต่อปริมาณผลผลิตกระถิน ดังนั้นในแง่ของการจัดการแปลงปลูกให้เหมาะสม จะต้องพิจารณาไปถึงผลผลิตที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต้องการนำไปใช้เป็นหลัก อาทิเช่น ใช้ใบเป็นพืชอาหารสัตว์ ใช้ลำต้นเป็นเชื้อเพลิง ไม้แปรูป เยื่อกระดาษ เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นตัวสำคัญในการพิจารณาระยะการปลูกที่เหมาะสมด้วย

สำหรับการปลูกกระถิน โดยส่วนใหญ่เป็นการใช้ใบกระถินเพื่อเป็นอาหารสัตว์ ซึ่งระยะปลูกที่ใช้จะค่อนข้างแคบ และมีการตัดบ่อยครั้ง Savory (1979) รายงานว่าอัตราการปลูกมีความสัมพันธ์ในด้านลบกับจำนวนกิ่งต่อต้น เช่นเดียวกันกับผลผลิตใบต่อกิ่ง ในอัตราปลูกที่สูงปริมาณผลผลิตต่อต้นจะลดลง แต่จะได้จำนวนต้นเพิ่มขึ้น และในสายพันธุ์ Hawaii และพันธุ์ El Salvador จะให้ผลผลิตรวมเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราปลูกให้สูงขึ้น (Guevarra, 1976) การปลูกอัตรา 16,000-24,000 ต้น/ไร่ อาจจะเหมาะต่อการปลูกกระถิน เพื่อใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ และอัตราการปลูกมากกว่า 20,800 ต้น/ไร่ จะช่วยควบคุมวัชพืชได้ดี และการเพิ่มของผลผลิตจะสัมพันธ์กับการเพิ่มอัตราปลูกให้สูงขึ้นไปจนถึง 35,200 ต้น/ไร่ (Savory, 1979) แต่การเพิ่มอัตราการปลูกมากกว่า 24,000 ต้น/ไร่ จะมีข้อเสียมากกว่าข้อดี ขณะเดียวกันการเลือกใช้จำนวนต้นต่อพื้นที่ ควรจะต้องพิจารณาระยะระหว่างแถวด้วย ซึ่ง Savory (1979) พบว่าการปลูกกระถินโดยใช้ระยะแถว 60 เซนติเมตร มีผลผลิตมากกว่าการใช้ระยะแถว 100 เซนติเมตร ในสภาพการจัดการแปลงที่ไม่หนาแน่นจนเกินไปนั้น โดยแนะนำให้ปลูกโดยใช้ระยะแถว 50-75 เซนติเมตร และจำนวนต้นต่อพื้นที่ประมาณ 16,000-19,200 ต้น/ไร่

ชิต และคณะ (2547) รายงานว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูก 0.5× 0.5 เมตร และความสูงของการตัด 50เซนติเมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งมากที่สุดเท่ากับ 1,935.9 กิโลกรัม/ไร่ จากการตัดทุกๆ 3 เดือน และกระถินทุกสายพันธุ์ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งส่วนที่กินได้และผลผลิตโปรตีนเฉลี่ย 2 ปี ไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 955.3-1256.8 และ 219.2-295.4 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ส่วน สมคิด และคณะ (2524) พบว่ากระถินพันธุ์ฮาวาย ไอวอรี่โค้ส และนิวกินี 71 ให้ผลผลิตใบดีที่สุดเมื่อใช้ระยะปลูก 1×0.30 เมตร จากการตัดทุกๆ 60 วัน โดยใช้ความสูงของการตัด 1.50 เมตร ส่วน Tudsri and Kaewkunya (2002) รายงานว่าการปลูกโดยใช้ระยะระหว่างแถวแคบให้ผลผลิตใบมากกว่าการใช้ระยะระหว่างแถวกว้าง แต่ไม่ได้รายงานผลผลิตในส่วนของลำต้น ในขณะที่ สรายุทธ (2529) รายงานว่าที่อายุ 3 ปี ระยะปลูกแคบสุด 1x0.5 เมตร ให้มวลชีวภาพส่วนใบมากสุดเท่ากับ 384 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมาคือระยะปลูก 1x1 และ 2x2 เมตร ตามลำดับ แต่เมื่ออายุ 4 ปี ระยะปลูกกว้างสุด 2x2 เมตร ให้มวลชีวภาพส่วนใบมากสุด 720 กิโลกรัม/ไร่ รองลงไปคือ ระยะปลูก 1x0.5 และ 1x1 เมตร ให้มวลชีวภาพส่วนใบเท่ากับ 592 และ 512 กิโลกรัม/ไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในด้านการนำไปปลูกเป็นไม้ใช้สอย ระยะปลูกจะมีความกว้างมากกว่าการปลูกเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ และอายุการตัดแต่ละครั้งมีระยะเวลามากกว่า 1 ปี ส่วน Kovitvadhi and Yantasath (1982) ศึกษาชีวมวลของกระถินที่จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าระยะปลูก 2×0.25 เมตร ให้ผลผลิตมวลชีวภาพมากที่สุด 3.2 ตัน/ไร่ (ลำต้น 2.74 ตัน/ไร่) และระยะปลูก 2×2 เมตร ให้ผลผลิตน้อยที่สุด 2.12 ตัน/ไร่ (ลำต้น 1.14 ตัน/ไร่) โดยมีอายุการตัด 1.5 ปี และถ้าขยายอายุการตัดไปเป็น 3 ปี ระยะปลูก 2×0.25 เมตร จะให้ผลผลิตชีวมวลมากสุด 4.4 ตัน/ไร่

สรายุทธ (2529) รายงานการปลูกกระถินยักษ์ที่ระยะปลูกต่างๆกัน เพื่อผลิตไม้ฟืน พบว่ามวลชีวภาพส่วนลำต้น ที่อายุ 3 ปี ระยะปลูก 1x0.5 เมตร ให้ปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 4.992 ตัน/ไร่ รองลงมาคือ ระยะปลูก 1x1 เมตร (4.544 ตัน/ไร่) และระยะปลูก 2x2 เมตร (2.448 ตัน/ไร่) แต่เมื่อที่อายุ 4 ปี ระยะปลูก 1x1 และ 1x0.5 เมตร ให้มวลชีวภาพส่วนลำต้นใกล้เคียงกันคือ ระยะปลูก 1x1 เมตร ให้มวลชีวภาพส่วนลำต้น 9.6 ตัน/ไร่ และ 9.568 ตัน/ไร่ ในแปลงระยะปลูก 1x0.5 เมตร

Pathak and Patil (1982) รายงานว่าเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตไม้ของกระถินทั้ง 8 สายพันธุ์ ทั้งสองอัตราการปลูก คือที่ระยะปลูกกว้างอัตรา 800 ต้น/ไร่ และระยะปลูกแคบอัตรา 1,600 ต้น/ไร่ ที่รอบการตัดทุก 2 และ 4 ปี โดยการปลูกอัตรา 800 ต้น/ไร่ ให้ผลผลิตไม้มากกว่าครึ่งของการปลูกอัตรา 1,600 ต้น/ไร่ ที่ทุกรอบอายุการตัด คือที่รอบการตัด 4 ปี อัตราปลูกกว้าง 800 ต้น/ไร่ ให้ผลผลิตไม้อยู่ระหว่าง 7.02-19.4 ตัน/ไร่ ส่วนอัตราปลูกแคบ 1,600 ต้น/ไร่ ให้ผลผลิตไม้อยู่ระหว่าง 3.28-9.98 ตัน/ไร่

ส่วนการปลูกกระถินเพื่อนำเนื้อไม้ไปใช้ทำกระดาษ ซึ่งการใช้กระถินผลิตเยื่อกระดาษจะปลูกด้วยระยะแถวกว้างเพื่อให้มีขนาดลำต้นใหญ่ และอายุการตัดตั้งแต่ 2-3 ปี (Van den Beldt and Brewbaker, 1985) ส่วน Lopez *et al.* (2008) ทดสอบกระถิน 6 สายพันธุ์ โดยปลูกด้วยอัตรา 1,520 ต้น/ไร่ และตัดที่อายุ 1 และ 2 ปี เพื่อผลิตกระดาษ พบว่ากระถินสายพันธุ์ *L. leucocephala* มีผลผลิตชีวมวลแห้งมากสุดเท่ากับ 2.16 ตัน/ไร่ นอกจากนี้ยังให้ผลผลิตไม้แห้งมากที่สุดเท่ากับ 1.5 ตัน/ไร่ รองลงมาได้แก่สายพันธุ์ *L. diversifolia* ให้ผลผลิตชีวมวลแห้ง 1.2 ตัน/ไร่ แต่สำหรับการทดลองนี้ไม้ที่เหมาะจะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงกับเครื่อง gassifier จะต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียง 2.5-7.5 ซม. จึงน่าจะมีอายุการตัดสั้นและระยะปลูกที่แคบกว่าการนำมาใช้เป็นไม้ใช้สอยและผลิตเยื่อกระดาษ ในขณะเดียวกันระยะปลูกน่าจะมีความกว้างกว่าการใช้ใบเป็นอาหารสัตว์ ซึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กระถินที่ปลูกระยะแถวกว้าง จะมีขนาดลำต้นใหญ่เร็ว ทำให้ตัดได้เร็วขึ้น (คู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน, ม.ป.ป.)

9. การใช้ประโยชน์

9.1 ใช้เป็นอาหารสัตว์

กระถินเป็นไม้ยืนต้นที่สัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถใช้ใบ และส่วนต้นอ่อนเป็นอาหารได้อย่างดียิ่ง กระถินเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสัตว์ค่อนข้างสูงในบรรดาพืชตระกูลถั่วยืนต้นด้วยกัน มีโปรตีนสูง 15-25 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 33-38 เปอร์เซ็นต์ มีโภชนะที่ย่อยได้รวม 45-76 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนที่ย่อยได้ 18 เปอร์เซ็นต์ และอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ 66 เปอร์เซ็นต์ (เพ็ญศรี, 2550) และส่วนของใบกระถินมีโปรตีนสูงสุดประมาณ 28.36% ในขณะที่ส่วนของลำต้น และกิ่งก้านมีโปรตีนประมาณ 9-18% (Bray, 1993) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระถินแต่ละสายพันธุ์ ซึ่ง Galgal *et al*. (2006) รายงานว่ากระถินพันธุ์ทารัมบ้าสามารถเพิ่มน้ำหนักตัว/วันในโคได้ถึง 0.65 กิโลกรัม/วัน

ในประเทศไทยการใช้ใบกระถินในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์นิยมใช้ในรูปของใบกระถินป่นเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารสัตว์ปีก สุกร โคเนื้อและโคนม เคยมีโรงงานผลิตกระถินป่นในประเทศไทยถึง 19 โรงงาน ผลิตใบกระถินป่นไม่ต่ำกว่าปีละ 60,000 ตัน/ปี (Manidool, 1982) ส่วนใหญ่กระถินที่ใช้ผลิตใบกระถินป่นเป็นพันธุ์ *L. leucocephala* cv. Cunningham นำเข้ามาปลูกทั่วไปในประเทศไทยประมาณปี 2519 ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งค่อนข้างต่ำประมาณ 584 กิโลกรัม/ไร่/ปี (ธำรงศักดิ์ และคณะ, 2546)

Oakes (1968) รายงานว่ากระถินมีโปรตีนระหว่าง 15-20 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ Hill (1971) รายงานว่าโปรตีนในวัตถุแห้งของส่วนที่สัตว์สามารถกินได้ อยู่ระหว่าง 18-19 เปอร์เซ็นต์ สำหรับใบกระถินที่มีเพียงกิ่งก้านของใบขนาดเล็กปน จะมีโปรตีนสูงถึง 30 เปอร์เซ็นต์ และยังอุดมด้วยแร่ธาตุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุแคลเซียม มีความน่ากินสูงและมีการย่อยได้สูง ซึ่งชาญชัย และคณะ (2520) พบว่ากระถินมีธาตุแคลเซียมอยู่ระหว่าง 1.5-3.2 เปอร์เซ็นต์ และกระถินทุกพันธุ์ที่ศึกษาจะมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสต่ำกว่าธาตุแคลเซียม โดยแต่ละพันธุ์มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสใกล้เคียงกัน คืออยู่ระหว่าง 0.13-0.15 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้กระถินยังมีวิตามินเอ วิตามินซีในปริมาณที่ค่อนข้างสูง (เฉลิมพล, 2530) เป็นแหล่งของแคโรทีน (536 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และมีปริมาณแทนนินสูงประมาณ 10.15 มิลลิกรัมต่อกรัม (D' Mello and Thomus, 1978)

9.2 ใช้เป็นไม้ใช้สอยหรือไม้แปรรูป

ในส่วนของคณะวนศาสตร์ และกรมป่าไม้ มีการศึกษาในด้านมวลชีวภาพของกระถิน เช่นเดียวกันแต่งานวิจัยเน้นการนำไปใช้เป็นไม้ใช้สอย หรือไม้แปรรูปเป็นส่วนใหญ่ พันธุ์กระถินที่ใช้ปลูกเป็นกระถินยักษ์ และมีอายุการตัดมีอายุมากกว่า 5 ปีขึ้นไป (เจษฎา, 2527; Tanaka, 1993) กระถินเป็นไม้โตเร็ว มีความแข็งปานกลาง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันกับความต้องการ โดยกระถินที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก 40 เซนติเมตร สามารถนำมาทำไม้แปรรูป ปาเก้ เสาหลักได้เป็นอย่างดี ซึ่งเจษฎา (2527) รายงานว่ากระถินยักษ์ที่ศูนย์วิจัยและจัดการเมล็ดพันธุ์ป่าไม้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อายุ 3 ปี มีความหนาแน่นของเนื้อไม้ 0.66 กรัม/ ซม^3 พบว่ามีความแข็งพอที่จะมีกำลังต้านแรงดึง แรงกด และแรงดัดโค้งได้ อีกทั้งเนื้อไม้มีลายละเอียด ง่ายต่อการตัดและเลื่อย สามารถดูดซึมน้ำยาเพื่อรักษาเนื้อไม้ได้ง่าย

9.3 ผลิตเยื่อกระดาษ

ในไต้หวัน มีการนำกระถินไปใช้ผลิตเยื่อกระดาษ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของเนื้อไม้กระถิน เมื่อเปรียบเทียบกับไม้เนื้อแข็งพันธุ์พื้นเมือง 28 ชนิดของไต้หวัน พบว่ากระถินมีส่วนประกอบของเซลลูโลส (โฮโลเซลลูโลสและแอลฟาเซลลูโลส) สูงกว่าไม้ชนิดอื่นๆ ส่วนลิกนินต่ำเหมาะกับการทำกระดาษ กระถินมีความยาวไฟเบอร์สั้นกว่าไม้สน แต่อยู่ในช่วงที่สามารถนำไปทำกระดาษได้ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของไฟเบอร์ (1.20 มม.) กับความกว้างของเส้นผ่าศูนย์กลาง (0.025 มม.) ก็พอดีสำหรับทำกระดาษที่ให้ผลผลิตสูงถึง 50-52% อย่างไรก็ตาม กระดาษที่ทำจากกระถินมีความแข็งแรงต่อการฉีกขาดและการพับต่ำ แต่มีความแข็งแรงโดยเฉลี่ย มีกำลังต่อต้านแรงดึง มีความทึบสูง เหมาะสำหรับใช้ประโยชน์ในการพิมพ์และเป็นกระดาษเขียน นอกจากนี้ยังสามารถผลิตเป็นแพรเทียมหรือกระดาษแก้วได้ (เจษฎา, 2527) ส่วน Escolano *et al.* (1978) รายงานว่ากระถินยักษ์สายพันธุ์เปรู และK28 เหมาะเป็นวัตถุดิบในการทำกระดาษมากกว่ามะฮอกกานีและกระถินพันธุ์พื้นเมือง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.4 ปรับปรุงดิน

กระถินเป็นพืชวงศ์ถั่วที่มีการเจริญเติบโตเร็ว และประการสำคัญเป็นพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ ดังนั้นการปลูกกระถินจึงช่วยปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ให้สูงขึ้นโดยเฉพาะไนโตรเจนในดิน ซึ่งดินส่วนใหญ่จะมีอยู่ในปริมาณต่ำ จึงเห็นได้ว่าการผลิตกระถินสามารถลดค่าใช้จ่าย โดยผ่านการลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและลดมลภาวะของสารเคมีที่จะใส่ลงไปในดิน (สายัณห์, 2547) และมีรายงานว่ากระถินสามารถตรึงไนโตรเจนได้ 100-500 กิโลกรัมไนโตรเจน/เฮกตาร์/ปี (Parrotta and John 1992; Kumar *et al*., 1998) ดังนั้น จึงไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ส่วน Lalljee *et al.* (1998) รายงานว่าการปลูกกระถินคลุมดินช่วยลดระดับความเป็นกรดของดิน เพิ่มปริมาณไนโตรเจนและอินทรีย์วัตถุในดิน และเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน นอกจากนี้กระถินยังทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น กล่าวคือลดความหนาแน่นของดิน และเพิ่มการแทรกซึมของน้ำในดิน ซึ่งการแทรกซึมน้ำมีความเกี่ยวข้องกับความหนาแน่นของดิน โดยที่ความหนาแน่นของดินลดลงภายใต้สภาพการปลูกพืชคลุมดินจากการเกิดช่องว่างระหว่างเม็ดดิน จึงทำให้น้ำและอากาศสามารถซึมลงสู่ดินได้ดีขึ้น

9.5 ใช้ทำฟืนและถ่าน

เนื้อไม้ของกระถินสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ดีเพราะมีความชื้นต่ำ ให้ความร้อนสูง และเหมาะนำมาทำฟืน เนื่องจากให้เถ้าและควันน้อย (Brewbaker *et al*., 1985) ในประเทศฟิลิปปินส์ กระถินนำมาใช้เป็นฟืน เนื่องจากกระถินเป็นไม้โตเร็ว และมีลักษณะอื่นๆที่ต้องการ จึงทำให้มีคุณค่าทางเศรษฐกิจในการใช้เป็นวัตถุดิบ ในสวนป่ากระถินยักษ์ของฟิลิปปินส์ สามารถผลิตไม้ได้เฉลี่ย 33.28-49.92 ลบ.ม./ไร่/รอบการตัดฟัน 3 ปี ซึ่งให้ค่าความร้อน 16,438.4 บีทียู/กก. การใช้ฟืนกระถินยักษ์ 2.75 กก. จะมีค่าเท่ากับใช้ก๊าซเหลวเป็นเชื้อเพลิง 1 กก. ซึ่งเท่ากับค่าความร้อน 45,265 บีทียู/กก. ส่วนที่ฮาวาย ฟืนกระถินยักษ์ที่มีความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเผาไหม้จะให้ความร้อน 3800 แคลลอรี/กก. (7000 บีทียู/กก. หรือ 15,435 บีทียู/กก.) และถ่านที่ได้จากกระถินยักษ์มีควันน้อย และให้ความร้อนสูง 7,250 แคลลอรี/กก. (13,000 บีทียู/กก. หรือ 28,665 บีทียู/กก.) (เจษฎา, 2527)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10. การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล

การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลเกิดจากการนำเทคโนโลยี Downdraff Gasification ซึ่งเป็นกระบวนการทางอุณหเคมี ทำการเปลี่ยนองค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (ชีวมวล) ให้เป็นแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) มีเทน (CH_4) และไฮโดรเจน(H_2) ซึ่งจุดติดไฟง่าย และเป็นระบบที่มีความดันต่ำไม่มีอันตราย สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในการผลิตกระแสไฟฟ้า อีกทั้งเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในที่ใช้ เป็นเครื่องยนต์ดีเซล หรือเบนซินที่สามารถดูแลรักษาได้เอง โรงงานไฟฟ้าชีวมวลมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนคือ ชุดเตาผลิตแก๊สชีวมวล ระบบทำความสะอาดแก๊ส และอุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้า (วีระชัย และคณะ, 2550)

อย่างไรก็ตาม การใช้เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ผลิตไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องทำได้ยาก เนื่องจากเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีอยู่ ขึ้นอยู่กับฤดูกาล เก็บรักษายาก และบางช่วงที่ไม่มีการเก็บเกี่ยวก็จะเกิดปัญหาขาดแคลน(วีระชัย และคณะ, 2551) การใช้ชีวมวลจากไม้โตเร็ว(fast growth tree) ที่มีการปลูกและการจัดการที่ดีเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกที่น่าจะช่วยแก้ปัญหาความไม่สม่ำเสมอของวัตถุดิบเชื้อเพลิง ซึ่งประเทศไทยมีศักยภาพในการปลูกไม้โตเร็วเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ เนื่องจากมีความเหมาะสมทั้งลักษณะภูมิประเทศ และลักษณะภูมิอากาศ (Duke 1983; Booth 1990) ซึ่งโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานชีวมวลขนาด 100 กิโลวัตต์ ต้องใช้วัตถุดิบเชื้อเพลิงไม้ประมาณ 1,500 ตันต่อปี ดังนั้น หากปลูกไม้โตเร็วในพื้นที่ 500-600 ไร่ แบบหมุนเวียน จะทำให้มีวัตถุดิบสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงได้อย่างเพียงพอ ไม้โตเร็วที่นำมาทดลองเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงคือ กระถินยักษ์ เนื่องจากมีความเหมาะสมกับการใช้เป็นเชื้อเพลิง และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆได้ง่าย การปลูกและการดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก (ณัฐ และคณะ, 2551) เมื่อมีอายุ 5 ปีขึ้นไปสามารถตัดได้ทุกๆ 6 เดือน (สายัณห์ และคณะ, 2551)

11. คุณสมบัติของไม้กระถินในการใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวล

11.1 ค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ (wood density)

ค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้มีความสำคัญต่อการปลูกพืชเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งความหนาแน่นของเนื้อไม้จะมีค่าแตกต่างกันตามส่วนของลำต้น โดยจะเพิ่มจากส่วน pith ไปจนถึง heartwood และจะลดลงจาก heartwood ไปยัง sapwood (Ryan, 1994) ส่วน Chave (2005) รายงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ว่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ยังแตกต่างกันตามชนิดของพืช และส่วนต่างๆของต้นพืชด้วย เช่น ลำต้น กิ่งก้าน ราก ซึ่งส่วนของลำต้นจะมีความหนาแน่นสูงกว่าส่วนกิ่งก้าน อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับแหล่งที่ปลูก ภูมิอากาศ และสภาพการปลูกด้วย (Ketterings *et al.*, 2001)

Laxamana (1981) ทดสอบค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ของสายพันธุ์กระถินยักษ์ พบว่าสายพันธุ์เปรูที่อายุ 5 ปี มีค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้สูงที่สุดเท่ากับ 0.665 g/cm^3 ส่วนสายพันธุ์ K28 ที่อายุ 1 ปีมีค่าความหนาแน่นต่ำที่สุดคือ 0.379 g/cm^3 และยังพบว่าเมื่อกระถินสายพันธุ์ K28 มีอายุมากขึ้นจะทำให้มีค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้มากขึ้น กล่าวคือที่อายุ 2 4 และ 6 ปี มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 0.518 0.569 และ 0.634 g/cm^3 ตามลำดับ ในขณะที่กระถินพันธุ์พื้นเมืองมีค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้เท่ากับ 0.73 g/cm^3 (Rocafort *et al.* 1971)

Pathak and Patil (1982) รายงานการทดสอบกระถิน 5 สายพันธุ์ที่อินเดีย พบว่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ของกระถินยักษ์พันธุ์ Peru สูงที่สุดเท่ากับ 0.71 g/cm^3 ส่วนพันธุ์ El Salvador Cunningham K8 และK28 มีความหนาแน่นของเนื้อไม้เท่ากับ 0.45 0.48 0.49 และ 0.57 g/cm^3 ตามลำดับ ส่วน Kovitvadhi and Yantasath (1982) รายงานว่ากระถินที่ปลูกทดสอบที่เชียงใหม่ อายุ 1.5 ปี มีค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ 0.71 g/cm^3 ซึ่งถือว่าเป็นไม้เนื้อแข็งขนาดกลาง

11.2 ค่าความร้อน (heat value)

ณัฐ และคณะ (2551) รายงานว่ากระถินยักษ์มีค่าความร้อน 15,910 kJ/kg ในขณะที่กลุ่มพัฒนาพลังงานชีวมวลและถ่านหิน (2548) พบว่ากระถินยักษ์มีค่าความร้อน 16,780 kJ/kg ซึ่งมีค่าน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับยูคาลิปตัส และกระถินเทพา คือ 18,870 และ20,170 kJ/kg ตามลำดับ อย่างไรก็ตามข้อมูลดังกล่าวไม่ได้ระบุปริมาณความชื้น และความหนาแน่นของไม้ที่ใช้ทดสอบ เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวส่งผลต่อค่าความร้อนที่ได้ ซึ่งค่าความร้อนมักจะสูญเสียไปกับการระเหยของความชื้นที่มีอยู่ในไม้ ดังนั้นความชื้นที่มีอยู่ในไม้เชื้อเพลิงจึงมีผลอย่างมากต่อค่าความร้อนที่ได้ ซึ่งปริมาณความชื้นของไม้ในขณะที่ตัด และอัตราการแห้งของไม้เป็นปัจจัยในการพิจารณาศักยภาพของไม้แต่ละสายพันธุ์ในการใช้เป็นเชื้อเพลิง (Ryan, 1994) โดยในช่วงที่ไม้มีอายุน้อย จะมีความชื้นสูงและความหนาแน่นต่ำของเนื้อไม้ เนื่องจากมีส่วนของ sapwood มาก (Goel and Behl, 1995) ส่วนนิวัฒน์ และคณะ(2551) รายงานการทดสอบเชื้อเพลิงชีวมวล 10 ชนิดได้แก่ แกลบ เปลือกมันสำปะหลัง ไม้กระถินยักษ์ ไม้ยูคาลิปตัส ปีกไม้ยางพารา ทางปาล์ม เปลือกไม้ยูคาลิปตัส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กะลามะพร้าว ซังข้าวโพด และเหง้ามันสำปะหลัง พบว่าซังข้าวโพดและไม้โตเร็ว มีเถ้าน้อย และค่าความร้อนสูงทำให้ประสิทธิภาพการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงสูงกว่าชีวมวลชนิดอื่นๆ

Hartoyo (1982) ศึกษากระถินสายพันธุ์ K28 เป็นแหล่งเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งพบว่ากระถินสายพันธุ์ K28 ที่มีขนาดลำต้นเส้นผ่านศูนย์กลาง10-18 เซนติเมตร สามารถให้พลังงานความร้อนได้ 4.374 Kcal/g และถ้าทำให้แห้งจะให้พลังงาน 1KWH /1.30 kg และหากทำให้ไม้แห้งแล้ว ส่วนกลางของแก่นจะให้พลังงาน 1 KWH /1.04 kg สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ถึง 144KWH/วัน

Laxamana (1981) รายงานว่าค่าความร้อนของไม้กระถินที่ทดสอบทั้ง 7 สายพันธุ์มีค่าตั้งแต่ 4.0 Kcal/g ที่อายุ 2 ปีของสายพันธุ์ K28 และ 4.3 Kcal/g ที่อายุ 2.5 ปีของสายพันธุ์เม็กซิกัน ส่วน Aguilar (1943) รายงานว่ากระถินพันธุ์พื้นเมืองมีค่าความร้อนที่ประมาณ 4.6-4.7 Kcal/g ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์กระถินยักษ์ และใกล้เคียงกับไม้กระถินอายุ 1.5 ปี ที่ปลูกที่เชียงใหม่ มีค่าความร้อนเท่ากับ 4.77 Kcal/g (Kovitvadhi and Yantasath, 1982)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ภาคสนาม

1.1 เมล็ดกระถินพันธุ์ทารัมบ้า
1.2 เชื้อไรโซเบียม
1.3 ไม้หลัก
1.4 ปุ๋ยเคมีสูตร 0-46-0 และสูตร 0-0-60
1.5 อุปกรณ์เจาะดิน
1.6 สายเทปวัด
1.7 ไม้เมตร
1.8 เครื่องวัดเวอร์เนียคาลิเปอร์
1.9 ถุงตาข่าย
1.10 เลื่อย
1.11 มีด
1.12 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบหยาบและแบบละเอียด

2. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

2.1 ตู้อบ (hot air oven)
2.2 เครื่องบดตัวอย่างพืช Willey mill รุ่น standard model No. 3
2.3 เครื่องชั่งละเอียด
2.4 กระบอกตวง
2.5 ถ้วยยูเรก้า
2.6 เครื่อง visible spectrophotometer
2.7 เครื่อง Atomic absorption flame spectrophometer

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ มี 6 ตำรับการทดลอง รวมทั้งหมด 24 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาด 4.5x8 เมตร ประกอบด้วยระยะปลูกแตกต่างกัน 6 ระยะดังนี้

1. 1 × 0.25 เมตร (6,400 ต้น/ไร่)
2. 1 × 0.5 เมตร (3,200 ต้น/ไร่)
3. 1 × 1 เมตร (1,600 ต้น/ไร่)
4. 1 × 1.5 เมตร (1,067 ต้น/ไร่)
5. 2 × 1 เมตร (800 ต้น/ไร่)
6. 2 × 0.5 เมตร (1,600 ต้น/ไร่)

2. การเตรียมแปลงทดลอง

เลือกพื้นที่ในบริเวณศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นชุดดินปากช่อง เตรียมพื้นที่โดยไถดะ 1 ครั้งและไถพรวนอีก 2 ครั้ง แบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 ซ้ำ มีทั้งหมด 24 แปลงย่อย

3. การปลูกและการดูแลรักษา

3.1 การปลูก

ภายหลังการเตรียมดินอย่างดีแล้ว ใช้เมล็ดกระถินพันธุ์ทารัมบ้าที่ผ่านการทำลายการพักตัวของเมล็ดและคลุกเชื้อไรโซเบียมเรียบร้อยแล้ว ปลูกลงในแปลงเมื่อวันที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2549 โดยปลูกด้วยการหยอดเมล็ด 2-3 เมล็ดลงในแปลงตามระยะปลูกที่กำหนดไว้ โดยใช้สายวัดในการวัดระยะปลูก และใช้เครื่องหยอดเมล็ด (Jab) ในการปลูก ปลูกซ่อมเมื่ออายุ 2 สัปดาห์ ภายหลังการปลูกมีการถอนแยกให้เหลือกระถินเพียงหลุมละ 1 ต้น เมื่อวันที่ 7 มีนาคม พ.ศ. 2550

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 การให้น้ำ

ในระยะแรกที่กระถินยังเป็นต้นกล้าอายุประมาณ 2 สัปดาห์ จะมีการให้น้ำสัปดาห์ละ 1 วัน ครั้งละ 3 ชั่วโมง หรือคิดเป็นปริมาณน้ำที่ให้ 40 มิลลิเมตร/ครั้ง เป็นระยะเวลา 2 เดือน โดยการใช้ sprinkler ในการให้น้ำ

3.3 การใส่ปุ๋ยและการกำจัดวัชพืช

ใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้นสูตร 0-46-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ และสูตร 0-0-60 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ครั้งที่สอง โดยใช้สูตรและอัตราเดิมในวันที่ 31 พฤษภาคม 2550 และทำการกำจัดวัชพืชภายหลังการปลูกเพียงครั้งเดียวโดยการดายหญ้าด้วยจอบ เมื่ออายุ 4 สัปดาห์หลังเมล็ดงอก

4. การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต

4.1 ความสูง

ในปีที่ 1 วัดความสูงจากพื้นดินถึงปลายยอดของต้นกระถิน โดยสุ่มวัดจำนวน 6 ต้นต่อ 1 แปลงย่อย เก็บข้อมูลครั้งแรกที่อายุ 6 สัปดาห์หลังเมล็ดงอก และที่อายุ 8 10 12 14 16 18 22 26 และอายุ 52 สัปดาห์หลังเมล็ดงอก และปีที่ 2 วัดความสูงของต้นที่งอกจากตำแหน่งรอยตัดในปีที่ 1 จนถึงปลายยอด และเก็บข้อมูลครั้งแรกที่อายุ 6 สัปดาห์หลังการตัด และที่อายุ 8 10 12 14 16 18 22 26 และอายุ 52 สัปดาห์หลังการตัด

4.2 ขนาดลำต้น

วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่ตำแหน่งความสูง 130 เซนติเมตรของต้นกระถิน โดยใช้เครื่องวัดเวอร์เนียคาลิเปอร์ สุ่มวัดจำนวน 6 ต้นต่อ 1 แปลงย่อย โดยเก็บข้อมูลครั้งแรกที่อายุ 26 สัปดาห์หลังเมล็ดงอก และต่อมาที่อายุ 30 34 38 42 46 และอายุ 52 สัปดาห์หลังเมล็ดงอกส่วนปีที่ 2 วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่งอกภายหลังการตัด ที่ตำแหน่งความสูง 130 เซนติเมตรของต้นกระถิน โดยวัดจากรอยตัด และเก็บข้อมูลครั้งแรกที่อายุ 26 สัปดาห์หลังการตัด และต่อมาที่อายุ 30 34 38 42 46 และอายุ 52 สัปดาห์หลังการตัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.3 จำนวนจุดเจริญภายหลังการตัด

หลังการเก็บเกี่ยวข้อมูลผลผลิตในปีที่ 1 เมื่อเข้าสู่ปีที่ 2 และปีที่3 เก็บข้อมูลการฟื้นตัว โดยการนับจำนวนหน่อต่อต้นของกระถินที่งอกออกมาภายหลังการตัด โดยนับเฉพาะหน่อที่มีชีวิตที่อยู่บนต้นหลัก (main stem) สุ่มวัดจำนวน 6 ต้นต่อ 1 แปลงย่อย

5. การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิต

5.1 การเก็บเกี่ยวผลผลิต

เมื่อกระถินอายุครบ 1 ปี (วันที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2549) เก็บเกี่ยวผลผลิต โดยการตัดด้วยเลื่อยหรือคีมตัดกระถินเฉพาะ 3 แถวกลางของแต่ละแปลงย่อย ยกเว้นต้นหัวแถวและปลายแถว ที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 50 เซนติเมตร และองค์ประกอบผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมีดังนี้

5.1.1 ใบ (รวมส่วนที่มีสีเขียว)

การเก็บผลผลิตของส่วนใบ (รวมถึงส่วนของปลายกิ่งที่มีสีเขียว) เก็บข้อมูลน้ำหนักสดและส่วนน้ำหนักแห้งนำไปอบด้วยตู้อบ (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และสุ่มเก็บตัวอย่างใบจำนวน 1 กิโลกรัมไปบดเพื่อนำมาหาค่าองค์ประกอบทางเคมี และคุณค่าทางด้านพืชอาหารสัตว์ของใบเช่นเดียวกันส่วนของลำต้น

5.1.2 กิ่งก้าน

เมื่อตัดต้นกระถินแล้วจึงนำมาแยกส่วนของต้น และกิ่งออกจากกัน โดยการลิดกิ่งทั้งหมดออกจากลำต้น นำกิ่งที่ลิดได้มัดรวมกัน แล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งโดยการอบด้วยตู้อบ (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

5.1.3 ลำต้น

แยกลำต้นที่มีขนาดมากกว่า 2.54 เซนติเมตร และขนาดน้อยกว่า 2.54 เซนติเมตร นำไปชั่งหาน้ำหนักลำต้นสด และน้ำหนักลำต้นแห้งของลำต้นทั้งสองขนาด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 องค์ประกอบทางเคมีของกระถิน

นำใบกระถินไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 สัปดาห์ แล้วบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด ส่งไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์ ที่ห้องปฏิบัติการกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร โดยวิธีดังนี้

5.2.1 ไนโตรเจน(N) วิเคราะห์โดยวิธีเจลดาล (Kjedahl method) (ทัศนีย์ และคณะ, 2537) และการคำนวณหาไนโตรเจนทั้งหมดที่พบในผลผลิต (N yield) โดยใช้สูตรต่อไปนี้คือ

$$\text{N yield (กิโลกรัม/ไร่)} = \frac{\text{ผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่)} \times \text{ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)}}{100}$$

5.2.2 ฟอสฟอรัส (P) โดยการย่อยด้วยกรดไนตริก-เพอร์คลอริก (HNO_3-$HClO_4$) และทำให้เกิดสีด้วยวิธี yellow molybdovanadophosphoric acid method เพื่อนำไปวัดด้วยเครื่อง visible spectrophotometer (จำเป็น, 2545)

5.2.3 โพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) โดยการย่อยด้วยกรดผสมไนตริก-เพอร์คลอริก (HNO_3-$HClO_4$) นำไปวัดด้วยเครื่อง Atomic absorption flame spectrophometer (ทัศนีย์ และคณะ, 2537)

5.2.4 ซัลเฟอร์ (S) วิเคราะห์โดยวิธี Turbidimetry (Boltz, 1958)

5.2.5 หาปริมาณ ADF NDF ADL hemicellulose และ cellulose ตามวิธีของ Goering and Van Soest (1970) โดยใบส่งไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการของสถานีวิจัยพืชอาหารสัตว์ปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

5.3 ค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ (wood density)

หาความหนาแน่นของเนื้อไม้ (density, D) โดยตัดจากส่วนของลำต้นที่ตำแหน่งสูงจากพื้น 130 เซนติเมตร เก็บจำนวน 5 ท่อนต่อ 1 แปลงย่อย นำไม้ที่สุ่มมาตัดให้เป็นท่อนยาว 15 เซนติเมตร จากนั้นนำไปอบให้แห้งด้วยตู้อบ (hot air oven) นำตัวอย่างไม้แห้ง 3 ท่อนของแต่ละ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตำรับการทดลอง หาค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้โดยใช้วิธีของ จรูญ และคณะ (2540) โดยการลอกเปลือกไม้ออกแล้วนำมาชั่งน้ำหนักจะได้ค่าของมวล หรือน้ำหนักของท่อนไม้ (m) หลังจากนั้นนำท่อนไม้ที่ลอกเปลือกออกไปหาปริมาตร (v) โดยการแทนที่ด้วยน้ำ แล้วนำค่าที่ได้ทั้ง 2 ค่ามาคำนวณโดยใช้สูตร D = m / V

5.4 ค่าพลังงานความร้อน

นำส่วนลำต้นกระถินที่ได้จากการสุ่มจากส่วนของลำต้นที่ตำแหน่งสูงจากพื้น 130 เซนติเมตร เก็บจำนวน 5 ท่อนต่อ 1 แปลงย่อย นำไม้ที่สุ่มมาตัดให้เป็นท่อนยาว 15 เซนติเมตร มาสับแล้วบดให้ละเอียด ส่งไปวิเคราะห์หาค่าพลังงานความร้อนของไม้กระถิน ด้วยเครื่อง Bomb Calorimeter ที่ห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของกระถิน องค์ประกอบทางเคมีของกระถิน ค่าพลังงานความร้อนของกระถิน และค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ

6.1 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance) และทดสอบค่า F-test โดยใช้วิธี ANOVA และตรวจสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบ LSD (Least Significant Difference) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

6.2 การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 เครื่องหมายของ r จะบอกถึงทิศทางของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และ y ถ้า r มีค่าน้อยกว่า 0 แสดงว่า x และ y มีสหสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม แต่ถ้า r มีค่ามากกว่า 0 แสดงว่า x และ y มีสหสัมพันธ์ในทางตามกัน นอกจากนี้ขนาดของ r ยังวัดด้วยค่าสัมบูรณ์ของ r หรือ |r| ถ้าค่าสัมบูรณ์ของ r มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าตัวแปร x และ y มีสหสัมพันธ์กันสูงมาก แต่ถ้าค่าสัมบูรณ์ของ r เข้าใกล้ 0 แสดงว่าตัวแปร x และ y มีสหสัมพันธ์กันน้อย และหาค่าความสัมพันธ์ (R^2) ได้จากสมการ y = a + bx (ชูศักดิ์, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. สถานที่ทำการวิจัย

ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ดินที่ใช้ทดลองเป็นดินชุดปากช่อง มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.4 และมีอินทรียวัตถุ 2.15 เปอร์เซ็นต์ มีธาตุไนโตรเจน 0.11 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 9.7 พีพีเอ็ม และโพแทสเซียม 43.3 พีพีเอ็ม

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 59-86 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณน้ำฝนสูงสุด-ต่ำสุดในบริเวณพื้นที่แปลงทดลอง ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา แสดงในตารางที่ 1

8. ระยะเวลาทำการทดลอง

การทดลองเริ่มต้นเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ปริมาณน้ำฝน

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นปริมาณน้ำฝนหลังการปลูกกระถินในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 พบว่าในช่วงสองเดือนแรกมีปริมาณน้ำฝนน้อยมาก (ปริมาณฝนตกรวมน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร) แต่ไม่เป็นปัญหาสามารถให้น้ำกระถินได้ตามปกติเนื่องจากมีจากระบบชลประทาน โดยให้น้ำสัปดาห์ละหนึ่งครั้งๆละประมาณ 40 มิลลิเมตร เป็นเวลา 2 เดือน รวมปริมาณน้ำชลประทานที่พืชได้รับเท่ากับ 200 มิลลิเมตร อีกทั้งการปลูกในช่วงนี้แม้จะมีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุดเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนที่ผ่านมาตลอด 10 ปี แต่มีข้อดีในแง่ของการกำจัดวัชพืช ซึ่งในช่วงสองเดือนแรกเป็นช่วงแข่งขันที่สำคัญกับวัชพืช โดยมีการกำจัดวัชพืชเพียงครั้งเดียวในช่วงดังกล่าว หลังจากนั้นฝนจึงเริ่มตกในเดือนกุมภาพันธ์ประมาณ 94 มิลลิเมตร ประกอบกับกระถินตั้งตัวได้แล้วจากการให้น้ำเมื่อได้รับน้ำฝนอย่างต่อเนื่อง ทำให้กระถินเจริญเติบโตแข่งขันกับหญ้าได้อย่างรวดเร็ว และต่อมาฝนยังคงตกอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม พบว่าปริมาณน้ำฝนในปี 2550 มีฝนตกน้อยกว่าปี 2549 และฝนยังตกล่าช้า ซึ่งฝนจะไปตกมากที่สุดในเดือนสิงหาคมจนถึงเดือนพฤศจิกายนจึงลดลง

หลังจากตัดกระถินในปีแรก พบว่าปริมาณน้ำฝนในปีที่ 2 (2551) ในช่วงสองเดือนแรกฝนยังไม่ตกเช่นเดียวกับปีที่ 1 แต่เมื่อฝนเริ่มตกลงมาครั้งแรกในเดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณน้ำฝนเพียง 18 มิลลิเมตร น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนกุมภาพันธ์ในปีที่ผ่านมา แม้ในปีที่สอง จะไม่มีการให้น้ำชลประทาน แต่กระถินยังสามารถเจริญเติบโตได้ดี ในเดือนเมษายนและพฤษภาคมฝนเริ่มตกมากขึ้น และตกมากอีกครั้งในเดือนกันยายน โดยมีฝนมากถึง 364 มิลลิเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณฝนตกจากค่าเฉลี่ย 10 ปีที่ปริมาณฝนตกจะมากที่สุดในเดือนกันยายน และพบว่าปริมาณน้ำฝนตลอดทั้งปี ในปี 2551 มีปริมาณมากกว่าทั้งสองปีที่ผ่านมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ตลอดระยะการทดลอง เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย น้ำฝนย้อนหลัง 10 ปี ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพด และข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

เดือน	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ค่าเฉลี่ย 10 ปี
มกราคม	1	0	0	15
กุมภาพันธ์	23	94	18	22
มีนาคม	51	56	80	68
เมษายน	122	88	177	139
พฤษภาคม	207	163	248	198
มิถุนายน	248	102	50	84
กรกฎาคม	145	151	43	101
สิงหาคม	112	229	152	111
กันยายน	140	129	364	228
ตุลาคม	148	127	230	124
พฤศจิกายน	8	18	9	39
ธันวาคม	0	0	0	4
รวม	1,205	1,156	1,372	1,133

2. การเจริญเติบโตของกระถิน

2.1 ความสูง

การเจริญทางด้านความสูงในปีที่ 1 พบว่าในช่วง 6-14 สัปดาห์หลังเมล็ดงอก กระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะการปลูกแตกต่างกัน ไม่ทำให้ความสูงของต้นกระถินมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) แต่หลังจากนั้นที่อายุ 16 สัปดาห์ กระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ความสูงลำต้นมากที่สุดเท่ากับ 204 เซนติเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x0.5 1x1.5 และ 2x0.5 เมตร เช่นเดียวกับที่อายุ 18 สัปดาห์ การใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร ยังคงให้ความสูงลำต้นมากที่สุด 256 เซนติเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับระยะปลูก 1x0.5 1x1 1x1.5 และ 2x0.5 เมตร ส่วนกระถินที่ใช้ระยะปลูก 2x1 เมตร ให้ความสูงลำต้นน้อยที่สุดคือ 225 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างไรก็ตามที่อายุ 22 สัปดาห์ กระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x1.5 เมตร ให้ความสูงลำต้นมากที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x0.5 1x1 2x0.5 และ 2x1 เมตร แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร ที่ให้ความสูงลำต้นเพียง 305 เซนติเมตร ส่วนที่อายุ 26 สัปดาห์ ทุกระยะการปลูกกระถินไม่ทำให้ความสูงแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) เมื่อกระถินมีอายุครบ 1 ปี กระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูก 1x1.5 เมตร ให้ความสูงลำต้นไม่แตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x1 และ 2x1 เมตร แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับระยะปลูก 1x0.25 1x0.5 และ 2x0.5 เมตร โดยกระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x1.5 เมตร ให้ความสูงลำต้นมากที่สุดเท่ากับ 732 เซนติเมตร ส่วนการใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ความสูงลำต้นน้อยที่สุด 625 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

ในปีที่ 2 ในช่วง 6-18 สัปดาห์หลังการตัด กระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะการปลูกแตกต่างกัน ไม่ทำให้ความสูงของกระถินมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ที่อายุ 22 สัปดาห์หลังการตัด พบว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูก 2x1 เมตร ให้ความสูงลำต้นมากที่สุดเท่ากับ 239 เซนติเมตร (ตารางที่ 3) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ระยะปลูก 1x0.25 1x1 1x1.5 และ 2x0.5 เมตร และที่อายุ 26 สัปดาห์หลังการตัด กระถินที่ใช้ระยะปลูก 2x1 เมตร ยังคงให้ความสูงลำต้นมากที่สุดเท่ากับ 301 เซนติเมตร (ภาพที่ 1) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x1.5 เมตร และเมื่ออายุครบ 1 ปี ในปีที่ 2 พบว่าความสูงลำต้นในทุกระยะการปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าความสูงระหว่าง 740-786 เซนติเมตร (ตารางที่ 3)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของกระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกแตกต่างกันในปีที่ 1

ระยะการปลูก (เมตร)	สัปดาห์ที่หลังงอก(เซนติเมตร)									
	6	8	10	12	14	16	18	22	26	51
	25ม.ค.50	8ก.พ.50	22ก.พ.50	7มี.ค.50	21มี.ค.50	4เม.ย.50	19 เม.ย.50	16 พ.ค.50	14มิ.ย.50	6ธ.ค.50
1x0.25	15	23	53	94	155	204a[1]	256a	305b	385	625c
1x0.5	14	19	51	90	132	180ab	249ab	334ab	408	672bc
1x1	14	21	50	85	129	166b	237ab	330ab	416	691ab
1x1.5	14	21	50	80	137	177ab	242ab	344a	402	732a
2x0.5	14	20	45	84	127	177ab	229ab	313ab	409	673bc
2x1	14	21	45	83	136	174b	225b	331ab	408	729a
F-TEST	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*	ns	**
%CV	10.41	15.03	17.21	11.28	12.30	10.26	7.18	6.42	7.28	4.69
LSD 0.50	2.18	4.66	12.72	14.85	25.65	27.77	25.94	31.58	44.45	48.58

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
[1] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Fisher's LSD

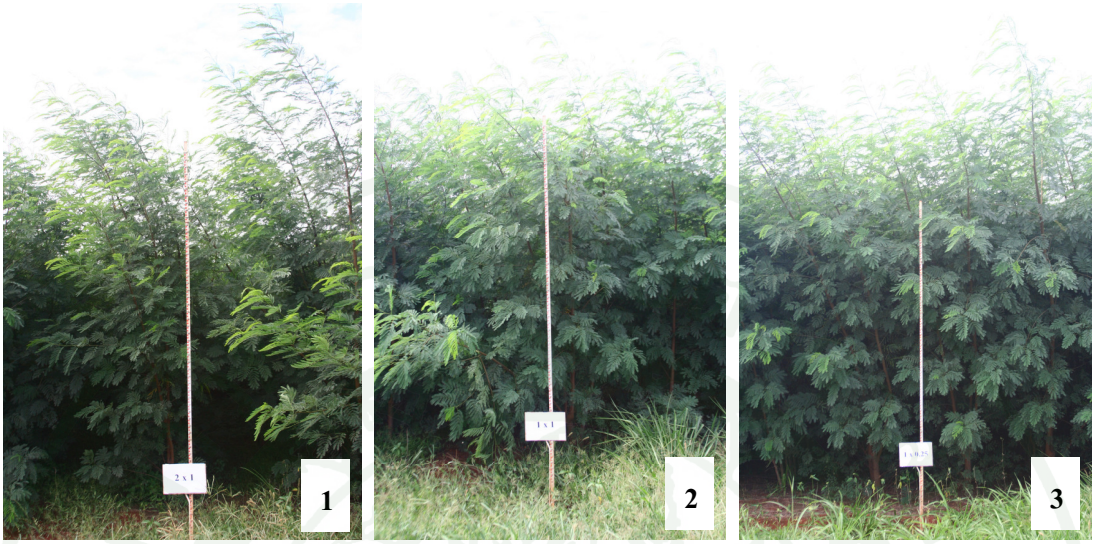
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของกระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกแตกต่างกันในปีที่ 2

ระยะการปลูก (เมตร)	สัปดาห์ที่หลังตัด(เซนติเมตร)									
	6 1ม.ค.51	8 3ม.ค.51	10 1ก.พ.51	12 2ก.พ.51	14 1มี.ค.51	16 2เม.ย.51	18 1เม.ย.51	22 1พ.ค.51	26 13มิ.ย.51	52 12ธ.ค.51
1x0.25	58	70	88	95	96	134	179	219ab[1]	272bc	740
1x0.5	51	56	74	76	75	117	161	200b	263c	752
1x1	54	62	81	84	82	129	168	218ab	274bc	758
1x1.5	59	76	98	106	110	154	192	241a	297ab	783
2x0.5	53	61	79	82	82	123	168	212ab	273bc	760
2x1	63	79	104	108	114	157	198	239a	301a	786
F-TEST	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	**	ns
%CV	15.2	22.5	21.5	23.2	25.6	18.6	14.2	10.3	5.7	4.8
LSD 0.50	13.02	22.87	28.28	32.10	35.95	37.91	38.14	34.35	23.99	55.51

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
[1] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 ความสูงของกระถินหลังการตัดเมื่ออายุ 26 สัปดาห์ 1. ระยะปลูก 2x1 เมตร 2. ระยะปลูก 1x1 เมตร 3. ระยะปลูก 1x0.25 เมตร

2.2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น

ในปีที่ 1 พบว่าทุกระยะเวลาของการสุ่มวัด กระถินที่ใช้ระยะปลูกกว้างตั้งแต่ 1x1 เมตรขึ้นไป ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นใหญ่กว่าการกระถินที่ใช้ระยะปลูกแคบในทุกระยะเวลาการสุ่มวัด ยกเว้นการสุ่มวัดครั้งแรกเมื่ออายุ 26 สัปดาห์ ซึ่งเมื่ออายุครบ 1 ปี กระถินที่ใช้ระยะปลูกกว้างสุดคือ 2x1 เมตร ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นใหญ่ที่สุดเท่ากับ 4.6 เซนติเมตร (ตารางที่ 4) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x1.5 เมตร ที่ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นใกล้เคียงกันคือ 4.5 เซนติเมตร ส่วนการปลูกโดยใช้ระยะปลูกแคบที่สุดคือ 1x0.25 เมตร ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเล็กที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากระยะปลูก 1x0.5 เมตร

ส่วนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นในปีที่ 2 พบว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกับปีแรกของการปลูก และพบความแตกต่างตั้งแต่การสุ่มวัดครั้งแรกภายหลังการตัด ที่อายุ 26 สัปดาห์ โดยระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร และระยะปลูกกว้างสุด 2x1 เมตร ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเท่ากับ 2.0 เซนติเมตร และ 2.9 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่ออายุครบ 1 ปี กระถินที่ใช้ระยะปลูกกว้างสุด (2x1 เมตร) ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นใหญ่ที่สุด (4.3 เซนติเมตร) ไม่แตกต่างทางสถิติกับระยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปลูก 1x1.5 และ 2x0.5 เมตร ซึ่งให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเท่ากับ 4 เซนติเมตร และ 3.9 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 1) แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูกแคบ 1x0.25 1x0.5 และ 1x1 เมตร (ตารางที่ 4)

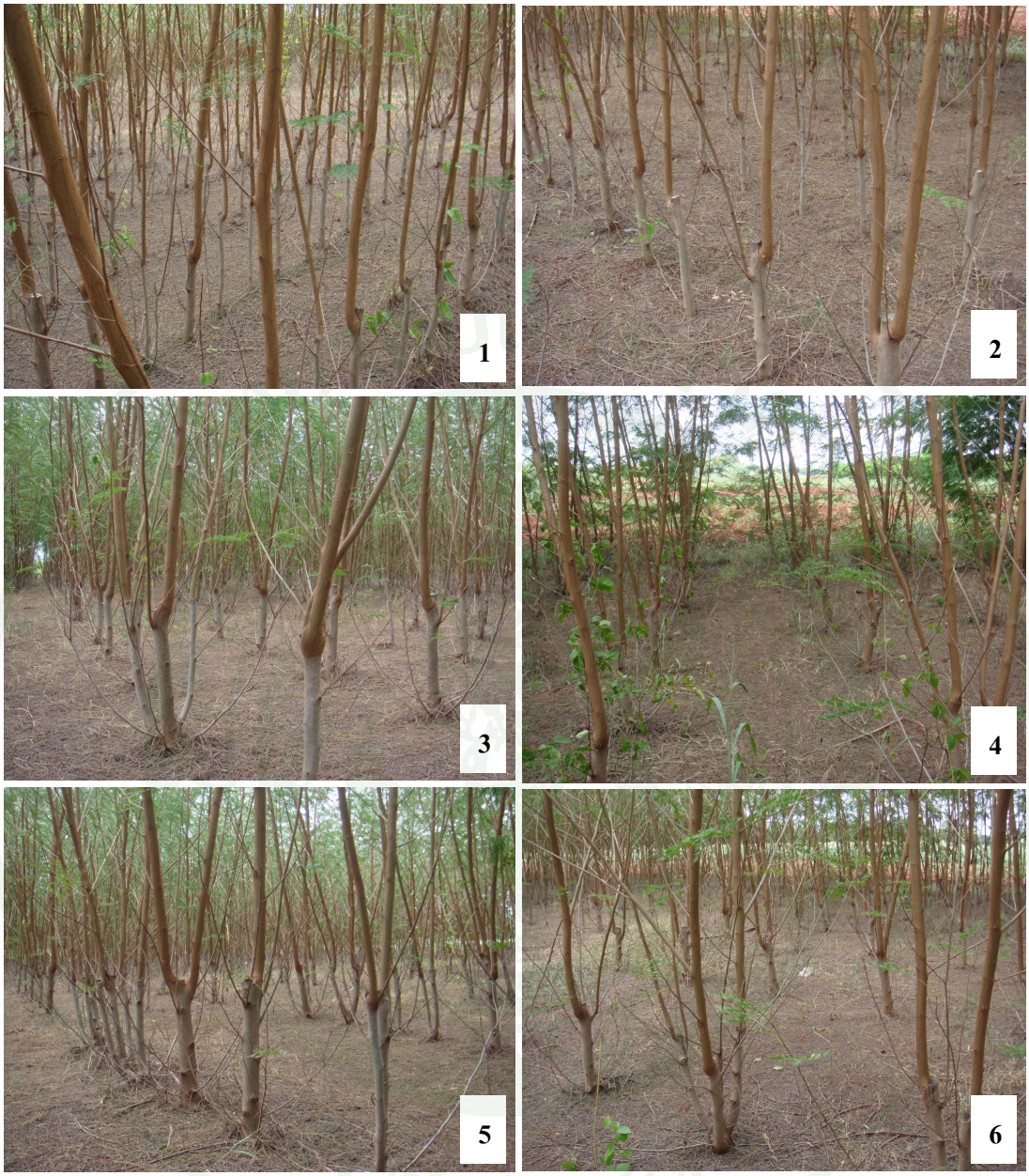
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของกระถินในปีที่ 1 และปีที่ 2

ระยะปลูก (เมตร)	สัปดาห์ที่ (หลังเมล็ดงอก) (เซนติเมตร) ปีที่ 1						
	26	30	34	38	42	46	51
	14 มิ.ย. 50	12 ก.ค. 50	9 ส.ค. 50	6 ก.ย. 50	4 ต.ค. 50	1 พ.ย. 50	6 ธ.ค. 50
1x0.25	1.8b[1]	2.2d	2.3e	2.3c	2.6d	2.7d	2.6e
1x0.5	2.2ab	2.9c	2.8d	2.8b	3.1d	3.1cd	3.1de
1x1	2.7a	3.2abc	3.5bc	3.5a	3.8bc	3.9ab	3.9bc
1x1.5	2.7a	3.6ab	3.8ab	3.7a	4.2ab	4.2a	4.5ab
2x0.5	2.6a	3.2bc	3.3c	3.3ab	3.6c	3.5bc	3.7cd
2x1	2.8a	3.8a	3.9a	3.8a	4.4a	4.4a	4.6a
F-test	**	**	**	**	**	**	**
%CV	10.79	8.45	5.77	7.47	7.04	6.91	7.74
LSD 0.50	0.39	0.40	0.28	0.36	0.38	0.37	0.43
ระยะปลูก (เมตร)	สัปดาห์ที่ (หลังการตัด) (เซนติเมตร) ปีที่ 2						
	26	30	34	38	42	46	51
	14 มิ.ย. 51	12 ก.ค. 51	9 ส.ค. 51	6 ก.ย. 51	4 ต.ค. 51	1 พ.ย. 51	6 ธ.ค. 51
1x0.25	2d	2.2c	2.7c	2.5c	2.8d	2.8c	2.8c
1x0.5	2.2cd	2.5b	2.8c	2.8c	2.9d	3.1c	3.1c
1x1	2.5bc	2.9a	3bc	3.2b	3.4bc	3.7b	3.8b
1x1.5	2.7ab	3.2a	3.3ab	3.5ab	3.7ab	3.8b	4ab
2x0.5	2.5bc	2.9a	3bc	3.2b	3.3c	3.7b	3.9ab
2x1	2.9a	3.2a	3.6a	3.8a	4a	4.3a	4.3a
F-test	**	**	**	**	**	**	**
%CV	9.6	8.03	8.29	7.42	5.59	7.31	8.23
LSD 0.50	0.36	0.33	0.38	0.35	0.28	0.39	0.45

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
[1] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของหน่อหลังการตัด 1. ระยะปลูก 1x0.25 เมตร 2. ระยะปลูก 1x0.5 เมตร 3. ระยะปลูก 1x1 เมตร 4. ระยะปลูก 1x1.5 เมตร 5. ระยะปลูก 2x0.5 เมตร 6. ระยะปลูก 2x1 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ผลผลิตกระถิน

3.1 ผลผลิตน้ำหนักสดของกระถิน

3.1.1 ใบ

ในปีที่ 1 พบว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูกแคบ ให้ผลผลิตใบสดมากกว่าระยะปลูกกว้าง โดยระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตใบสดมากสุดเท่ากับ 1,053 กก./ไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x0.5 และ 1x1 เมตร ซึ่งให้ผลผลิตใบสด 866 และ 844 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนระยะปลูก 2x0.5 เมตร ให้ผลผลิตใบสดน้อยที่สุดเท่ากับ 669 กก./ไร่ (ตารางที่ 5) และในปีที่ 2 พบว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูกแคบที่สุดคือ 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตใบสดมากกว่าการใช้ระยะปลูกกว้างกว่า อย่างไรก็ตาม พบว่าระยะปลูกกว้างสุด 2x1 เมตร ให้ผลผลิตใบสดเท่ากับ 935 กก./ไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับระยะปลูก 1x0.25 เมตร ซึ่งให้ผลผลิตใบสดมากที่สุดเท่ากับ 1,196 กก./ไร่ (ตารางที่ 5)

3.1.2 กิ่ง

ในปีที่ 1 พบว่ากระถินที่ปลูกด้วยระยะแตกต่างกัน ได้แก่ 1x0.25 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักกิ่งกระถินสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5) เช่นเดียวกัน ในปีที่ 2 พบว่ากระถินแต่ละระยะการปลูก ให้ผลผลิตน้ำหนักกิ่งกระถินสด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

3.1.3 ลำต้น

ก. ลำต้นรวมทั้งหมด

ในปีที่ 1 พบว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตรวมของลำต้นสดมากกว่าระยะปลูก 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร โดยกระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมของลำต้นสดมากสุดเท่ากับ 6,759 กก./ไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x0.5 เมตร ส่วนระยะปลูก 2x1 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมของลำต้นสดน้อยที่สุดเท่ากับ 4,301 กก./ไร่ (ตารางที่ 5) ส่วนในปีที่ 2 พบว่าระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร ให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลผลิตรวมของลำต้นสดมากที่สุดเท่ากับ 8,493 กก./ไร่ และไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x0.5 1x1 2x0.5 และ 2x1 เมตร แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ระยะปลูก 1x1.5 เมตร ที่ให้ผลผลิตรวมของลำต้นสดน้อยที่สุดเท่ากับ 6,533 กก./ไร่ (ตารางที่ 5)

ข. ลำต้นขนาดมากกว่า 2.54 เซนติเมตร

ในปีที่ 1 พบว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.5 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักสดของลำต้นขนาดมากกว่า 2.54 เซนติเมตรมากที่สุดเท่ากับ 5,126 กก./ไร่ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x1 เมตร แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับระยะปลูก 1x0.25 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ส่วนการใช้ระยะปลูก 2x1 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักสดของลำต้นขนาดมากกว่า 2.54 เซนติเมตรน้อยที่สุดเท่ากับ 3,764 กก./ไร่ (ตารางที่ 5) แต่ในปีที่ 2 พบว่ากระถินที่ปลูกด้วยระยะต่างกัน ได้แก่ 1x0.25 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักสดของลำต้นขนาดมากกว่า 2.54 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

ค. ลำต้นขนาดน้อยกว่า 2.54 เซนติเมตร

ในปีที่ 1 พบว่าการใช้ระยะปลูกแคบให้ผลผลิตลำต้นสดขนาดน้อยกว่า 2.54 เซนติเมตรมากกว่าระยะปลูกกว้าง โดยกระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักสดของลำต้นขนาดน้อยกว่า 2.54 เซนติเมตรมากที่สุดเท่ากับ 2,888 กก./ไร่ (ตารางที่ 5) ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการใช้ระยะปลูก 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ส่วนระยะปลูก 2x1 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักสดของลำต้นขนาดน้อยกว่า 2.54 เซนติเมตรน้อยที่สุดเท่ากับ 537 กก./ไร่ ส่วนในปีที่ 2 พบว่าให้ผลผลิตคล้ายกันกับปีที่ 1 ดังในตารางที่ 5 คือ กระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักสดของลำต้นขนาดน้อยกว่า 2.54 เซนติเมตรมากที่สุดเท่ากับ 1,384 กก./ไร่ และมีแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับระยะปลูก 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ส่วนการใช้ระยะปลูกกว้างที่สุด 2x1 เมตร จะให้ผลผลิตลำต้นสดขนาดน้อยกว่า 2.54 เซนติเมตรเพียง 150 กก./ไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.4 ชีวมวลรวม

ผลผลิตชีวมวลรวมสด (ใบ+กิ่ง+ลำต้น) ในปีที่ 1 พบว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูกแคบสุดคือ 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตชีวมวลรวมสดมากสุด 8.516 กก./ไร่ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x0.5 เมตร แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการใช้ระยะปลูก 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ส่วนระยะปลูกกว้างที่สุดคือ 2x1 เมตร ให้ผลผลิตชีวมวลรวมสดน้อยสุดเท่ากับ 5,738 กก./ไร่ (ตารางที่ 5) ส่วนปีที่ 2 พบว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตชีวมวลรวมสดมากที่สุดเท่ากับ 10,643 กก./ไร่ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x0.5 1x1 2x0.5 และ 2x1 เมตร แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ระยะปลูก 1x1.5 เมตร ซึ่งให้ผลผลิตชีวมวลรวมสดน้อยที่สุดเท่ากับ 8,129 กก./ไร่ (ตารางที่ 5)

ภาพที่ 3 การตัดแปลงกระถินในปีที่สอง 1. ความสูงของการตัดกระถิน 2. การสุ่มตัวอย่างผลผลิต 3. ผลผลิตที่เก็บเกี่ยว 4. ต้นกระถินหลังการตัด 5. สภาพแปลงหลังการตัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 ผลผลิตน้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่) ของกระถินในแต่ละองค์ประกอบในปีที่ 1และปีที่ 2

ปีที่ 1						
ระยะปลูก (เมตร)	ใบ	กิ่ง	ลำต้น< 2.5 เซนติเมตร	ลำต้น> 2.5 เซนติเมตร	ลำต้นรวม	ชีวมวลรวม
1x0.25	1,053a[1]	702	2,888a	3,871b	6,759a	8,516a
1x0.5	866ab	756	1,219b	5,126a	6,345ab	7,969ab
1x1	844ab	728	786c	4,635ab	5,421bc	6,993bc
1x1.5	710b	630	546c	3,955b	4,501cd	5,842c
2x0.5	669b	719	777c	4,046b	4,823cd	6,211bc
2x1	717b	719	537c	3,764b	4,301d	5,738c
F-test	*	ns	**	*	**	**
%CV	23.26	14.03	17.69	15.65	12.02	12.53
LSD 0.50	283.96	150.03	300.32	998.35	964.17	1279.01
ปีที่ 2						
ระยะปลูก (เมตร)	ใบ	กิ่งก้าน	ลำต้น< 2.5 เซนติเมตร	ลำต้น> 2.5 เซนติเมตร	ลำต้นรวม	ชีวมวลรวม
1x0.25	1,196a	954	1,384a	7,109	8,493a	10,643a
1x0.5	851b	838	857b	7,247	8,104ab	9,793ab
1x1	841b	822	484c	6,431	6,915ab	8,578ab
1x1.5	825b	771	267c	6,266	6,533b	8,129b
2x0.5	812b	758	295c	6,583	6,878ab	8,448ab
2x1	935ab	852	150c	6,838	6,988ab	8,775ab
F-test	*	ns	*	ns	*	*
%CV	19.43	14.69	26.2	18.84	17.55	16.69
LSD 0.50	266.48	184.33	353.39	1915.15	1934.99	2278.65

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
[1] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ผลผลิตน้ำหนักแห้งของกระถิน

3.2.1 ใบ

ในปีที่ 1 พบว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมากที่สุดเท่ากับ 359 กก./ไร่ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x0.5 เมตร แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับระยะปลูก 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 265 208 241 และ 242 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ในปีที่ 2 พบว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งไม่แตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 2x1 เมตร แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับระยะปลูก 1x0.5 1x1 1x1.5 และ 2x0.5 เมตร โดยการใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมากสุดเท่ากับ 408 กก./ไร่ ส่วนระยะปลูก 2x0.5 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งน้อยสุดเท่ากับ 277 กก./ไร่(ตารางที่ 6)

3.2.2 กิ่ง

ในปีที่ 1 พบว่ากระถินที่ใช้ระยะการปลูกต่างกัน ได้แก่ 1x0.25 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักกิ่งกระถินแห้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าดังนี้ คือ 320 307 311 293 330 และ 342 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 6) เช่นเดียวกับปีที่ 2 พบว่ากระถินที่ใช้ระยะการปลูกแตกต่างกัน ไม่ทำให้ผลผลิตน้ำหนักกิ่งกระถินแห้งแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 435-345 กก./ไร่ (ตารางที่ 6)

3.2.3 ลำต้น

ก. ลำต้นรวมทั้งหมด

ในปีที่ 1 พบว่าการปลูกระยะปลูกแคบ ให้ผลผลิตรวมของลำต้นแห้งมากกว่าระยะปลูกกว้าง โดยกระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.5 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมของลำต้นแห้งใกล้เคียงกับการปลูกด้วยระยะปลูก 1x0.25 เมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการใช้ระยะปลูกกว้างกว่าคือ 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร โดยระยะปลูก 1x0.5 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมของลำต้นแห้งมากสุดเท่ากับ 3,446 กก./ไร่ ส่วนระยะปลูกกว้างสุดคือ 2x1 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมของลำต้นแห้งน้อยสุด 2,195 กก./ไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(ตารางที่ 6) ส่วนในปีที่ 2 พบว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.5 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมของลำต้นแห้งมากที่สุดเท่ากับ 4,404 กก./ไร่ (ตารางที่ 6) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x0.25 1x1 2x0.5 และ 2x1 เมตร แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับระยะปลูก 1x1.5 เมตร ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมของลำต้นแห้งน้อยสุดเท่ากับ 3,310 กก./ไร่

ข. ลำต้นขนาดมากกว่า 2.54 เซนติเมตร

ในปีที่ 1 พบว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.5 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของลำต้นขนาดมากกว่า 2.54 เซนติเมตรมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ระยะปลูกกว้าง ได้แก่ 1x1 1x1.5 และ 2x0.5 เมตร แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับระยะปลูกแคบสุดและระยะปลูกกว้างสุด คือ 1x0.25 เมตร และ 2x1 เมตร โดยกระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.5 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักสดของลำต้นมากสุดเท่ากับ 2,693 กก./ไร่ ส่วนระยะปลูก 1x0.25 และ 2x1 เมตร มีผลผลิตน้ำหนักสดของลำต้นน้อยสุด 1,970 และ 2,004 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ส่วนผลผลิตน้ำหนักแห้งของลำต้นปีที่ 2 พบว่าการใช้ระยะปลูกแตกต่างกัน ได้แก่ 1x0.25 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ไม่ทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของลำต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 3,512 3,938 3,396 3,175 3,564 และ 3,485 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ค. ลำต้นขนาดน้อยกว่า 2.54 เซนติเมตร

ในปีที่ 1 พบว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของลำต้นขนาดน้อยกว่า 2.54 เซนติเมตร มากกว่าระยะปลูกกว้าง ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการใช้ระยะปลูก 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร โดยกระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมของลำต้นขนาดน้อยกว่า 2.54 เซนติเมตรแห้งมากสุดเท่ากับ 1,374 กก./ไร่ (ตารางที่ 6) ส่วนระยะปลูก 2x1 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมของลำต้นแห้งน้อยสุดเพียง 191 กก./ไร่ ส่วนในปีที่ 2 พบว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของลำต้นมากที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับระยะปลูก 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร โดยระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมของลำต้นแห้งมากที่สุด 684 กก./ไร่ ส่วนระยะปลูก 2x1 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมของลำต้นแห้งน้อยสุดเพียง 77 กก./ไร่ (ตารางที่ 6)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.4 ชีวมวลรวม

ในปีที่ 1 พบว่าการปลูกโดยใช้ระยะปลูกแคบให้ผลผลิตผลผลิตชีวมวลรวมแห้งมากกว่าระยะปลูกกว้าง กล่าวคือกระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกแคบที่สุดคือ 1x0.5 เมตร ให้ผลผลิตชีวมวลแห้งมากสุด และใกล้เคียงกับการใช้ระยะปลูก 1x0.25 และ 1x1 เมตร แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กับการปลูกโดยใช้ระยะปลูกกว้าง ได้แก่ 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ซึ่งการใช้ระยะปลูก 1x0.5 เมตร ให้ผลผลิตชีวมวลแห้งมากที่สุดเท่ากับ 4,061 กก./ไร่ ส่วนระยะปลูก 1x1.5 เมตร ให้ผลผลิตชีวมวลแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 2,775 กก./ไร่ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับระยะปลูก 2x0.5 และ 2x1 เมตร (ตารางที่ 6) ส่วนในปีที่ 2 จากตารางที่ 6 พบว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.5 เมตร ให้ผลผลิตชีวมวลแห้งมากที่สุด (5,074 กก./ไร่) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับระยะปลูก 1x0.25 1x1 2x0.5 และ 2x1 เมตร แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ระยะปลูก 1x1.5 เมตร ซึ่งให้ผลผลิตชีวมวลแห้งน้อยที่สุดคือ 3,948 กก./ไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของกระถินในแต่ละองค์ประกอบในปีที่ 1และปีที่ 2

ปีที่ 1						
ระยะปลูก	ใบ	กิ่ง	ลำต้น< 2.5 เซนติเมตร	ลำต้น> 2.5 เซนติเมตร	ลำต้นรวม	ชีวมวลรวม
1x0.25	359a[1]	320	1,374a	1,970b	3,344ab	4,023a
1x0.5	308ab	307	753b	2,693a	3,446a	4,061a
1x1	265bc	311	373c	2,489ab	2,861bc	3,435ab
1x1.5	208c	293	222c	2,053ab	2,275d	2,775b
2x0.5	241bc	330	366c	2,223ab	2,590cd	3,161b
2x1	242bc	342	191c	2,004b	2,195d	2,780b
F-test	**	ns	**	*	**	**
%CV	21.8	13.16	33.19	20.36	13.42	13.32
LSD 0.50	88.82	62.83	293.64	685.37	570.04	683.57
ปีที่ 2						
ระยะปลูก	ใบ	กิ่ง	ลำต้น< 2.5 เซนติเมตร	ลำต้น> 2.5 เซนติเมตร	ลำต้นรวม	ชีวมวลรวม
1x0.25	408a	435	684a	3,512	4,196ab	5,038ab
1x0.5	290b	382	466b	3,938	4,404a	5,074a
1x1	287b	372	256c	3,396	3,652ab	4,310ab
1x1.5	286b	352	135c	3,175	3,310b	3,948b
2x0.5	277b	345	158c	3,564	3,722ab	4,344ab
2x1	319ab	389	77c	3,485	3,562ab	4,264ab
F-test	*	ns	*	ns	*	*
%CV	19.08	14.79	26.4	18.76	17.32	16.58
LSD 0.50	89.40	84.48	187.30	993.05	993.62	1123.42

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
[1] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. องค์ประกอบทางเคมี

4.1 ไนโตรเจน

ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในใบกระถิน พบว่ากระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกแตกต่างกัน ได้แก่ 1x0.25 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ไม่ทำให้ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าดังนี้ คือ 3.87 3.70 3.53 3.70 3.80 และ 3.73 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

4.2 ฟอสฟอรัส

ปริมาณเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในใบกระถิน พบว่าการใช้ระยะปลูกแตกต่างกัน ได้แก่ 1x0.25 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ไม่ทำให้ปริมาณเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.15 0.15 0.15 0.17 0.16 และ 0.16 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

4.3 โพแทสเซียม

ปริมาณเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในใบกระถิน พบว่าการใช้ระยะปลูกแตกต่างกัน ได้แก่ 1x0.25 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ไม่ทำให้ปริมาณเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.40 1.41 1.50 1.30 1.42 และ 1.48 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

4.4 แคลเซียม

ปริมาณเปอร์เซ็นต์แคลเซียมในใบกระถิน พบว่าการใช้ระยะปลูกแตกต่างกัน ได้แก่ 1x0.25 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ไม่ทำให้ปริมาณเปอร์เซ็นต์แคลเซียมแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.64 1.51 1.44 1.57 1.37 และ 1.44 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

4.5 แมกนีเซียม

กระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร พบว่ามีปริมาณเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในใบมากที่สุดเท่ากับ 0.31 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับระยะปลูก 1x1 1x1.5 และ 2x0.5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมตร ส่วนการใช้ระยะปลูก 1x0.5 และ 2x1 เมตร มีปริมาณเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในใบน้อยที่สุด เท่ากับ 0.24 และ 0.23 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

4.6 ซัลเฟอร์

กระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร พบว่ามีปริมาณเปอร์เซ็นต์ซัลเฟอร์ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับระยะปลูก 1x0.5 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ซึ่งการใช้ระยะปลูก1x0.25 เมตร มีปริมาณเปอร์เซ็นต์ซัลเฟอร์ในใบมากที่สุดเท่ากับ 0.36 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูก 1x1 เมตร มีปริมาณเปอร์เซ็นต์ซัลเฟอร์ในใบน้อยสุดเท่ากับ 0.28 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

4.7 ADF

กระถินที่ใช้ระยะปลูกแตกต่างกัน ได้แก่ 1x0.25 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร พบว่ามีปริมาณ ADF ในใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 21.09-24.40 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8)

4.8 NDF

กระถินที่ใช้ระยะปลูกแตกต่างกัน ได้แก่ 1x0.25 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร พบว่ามีปริมาณ NDF ในใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง32.46-34.92 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8)

4.9 ADL

กระถินที่ใช้ระยะปลูก 1x1 เมตร พบว่ามีปริมาณ ADL ในใบมากที่สุดเท่ากับ 13.11 เปอร์เซ็นต์ แต่มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับระยะปลูก 1x0.25 1x0.5 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร ซึ่งมีปริมาณ ADL ในใบเท่ากับ 11.11 10.89 10.43 11.04 และ 11.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.10 เฮมิเซลลูโลส

กระถินที่ใช้ระยะปลูกแตกต่างกันได้แก่ 1x0.25 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร พบว่ามีปริมาณเฮมิเซลลูโลส ในใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 8.63-12.29 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8)

4.11 เซลลูโลส

กระถินที่ใช้ระยะปลูกแตกต่างกันได้แก่ 1x0.25 1x0.5 1x1 1x1.5 2x0.5 และ 2x1 เมตร พบว่ามีปริมาณเซลลูโลสในใบไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกระยะการปลูก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 10.19-12.93 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบกระถิน

ระยะปลูก	ปริมาณธาตุอาหาร (เปอร์เซ็นต์)					
(เมตร)	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ซัลเฟอร์
1x0.25	3.87	0.15	1.40	1.64	0.31a[1]	0.36a
1x0.5	3.70	0.15	1.41	1.51	0.24b	0.32ab
1x1	3.53	0.14	1.50	1.44	0.25ab	0.28b
1x1.5	3.70	0.17	1.29	1.57	0.28ab	0.31ab
2x0.5	3.80	0.16	1.42	1.37	0.27ab	0.35ab
2x1	3.73	0.16	1.47	1.44	0.23b	0.34ab
F-test	ns	ns	ns	ns	*	**
%CV	5.14	8.93	10.49	13.06	12.7	11.27
LSD 0.50	0.35	0.0257	0.27	0.36	0.0612	0.0673

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
[1] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารสัตว์ในใบกระถิน

ระยะปลูก	ปริมาณคุณค่าทางอาหารสัตว์ (เปอร์เซ็นต์)				
(เมตร)	ADF	NDF	ADL	เฮมิเซลลูโลส	เซลลูโลส
1x0.25	24.04	32.67	11.11b[1]	8.63	12.93
1x0.5	21.09	32.78	10.89b	11.69	10.19
1x1	24.40	34.32	13.12a	9.91	11.28
1x1.5	22.63	34.93	10.43b	12.29	12.19
2x0.5	22.31	32.93	11.05b	10.62	11.27
2x1	22.62	32.47	11.00b	9.85	11.62
F-test	ns	ns	*	ns	ns
%CV	9.8889	4.9196	9.7770	20.2050	19.2816
LSD 0.50	4.11	2.984	2.004	3.858	4.062

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
[1] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Fisher's LSD

5. ค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ (wood density)

ความหนาแน่นของเนื้อไม้ในปีที่ 1 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทุกระยะปลูกที่ใช้ โดยมีค่าระหว่าง 0.44-0.45 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร (ตารางที่ 9) ส่วนในปีที่ 2 ไม้กระถินที่ได้จากระยะปลูก 2x1 และ 1x1.5 เมตร มีความหนาแน่นของเนื้อไม้มากที่สุดเท่ากันคือ 0.43 g/cm^3 และใกล้เคียงกับระยะปลูก 1x0.25 และ 2x0.5 เมตร ส่วนระยะปลูก 1x0.5 และ 1x1 เมตร มีความหนาแน่นของเนื้อไม้น้อยที่สุดเท่ากับ 0.38 g/cm^3 แตกต่างจากระยะปลูก 1x1.5 และ 2x1 เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ค่าพลังงานความร้อน (heat value)

ในปีที่ 1 กระถินที่ใช้ระยะปลูกแตกต่างกัน พบว่ามีค่าพลังงานความร้อนของไม้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 4.67-4.71 Kcal/g (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ (wood density) และค่าพลังงานความร้อนของไม้ (heat value)

ระยะปลูก (เมตร)	ความหนาแน่นของเนื้อไม้ (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)		ค่าพลังงานความร้อน (kcal/g) (เฉพาะปีที่ 1)
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	
1x0.25	0.44	0.41ab[1]	4.71
1x0.5	0.45	0.38b	4.71
1x1	0.43	0.38b	4.71
1x1.5	0.45	0.43a	4.70
2x0.5	0.46	0.41ab	4.67
2x1	0.44	0.43a	4.69
F-test	ns	*	ns
%CV	9.60	7.53	0.5959
LSD 0.50	0.0643	0.0460	0.0509

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
[1] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Fisher's LSD

9. การฟื้นตัวหลังการตัด

ภายหลังการตัดในปีที่ 1 จำนวนหน่อต่อต้นในระยะเวลา 3 เดือนแรก พบว่าตลอดเวลา 2-4 สัปดาห์ ระยะปลูกกว้าง มีจำนวนหน่อต่อต้นมากกว่าระยะปลูกแคบ (ตารางที่ 10) โดยช่วง 6 สัปดาห์เฉพาะระยะปลูกกว้างสุด 2x1 เมตร ให้จำนวนการแตกหน่อมากที่สุดเท่ากับ 19 หน่อต่อต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร ซึ่งให้จำนวนหน่อต่อต้นน้อยสุดเพียง 11 หน่อต่อต้น แต่พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x1.5 เมตร เช่นเดียวกับจำนวนหน่อในสัปดาห์ที่ 8 และเมื่ออายุ 10 สัปดาห์หลังตัด จำนวนหน่อของระยะปลูกกว้างสุด 2x1 เมตร ให้จำนวนหน่อมากสุด 20 หน่อต่อต้น และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับทุกระยะการปลูก และเมื่อ 12 สัปดาห์หลังตัด ระยะปลูกกว้างสุด 2x1 เมตร ยังคงให้จำนวนหน่อต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 17 หน่อต่อต้น และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการกับทุกระยะการปลูก และระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร ให้จำนวนหน่อต่อต้นน้อยที่สุด (9 หน่อ) และเมื่อมีอายุครบ 1 ปี กระถินที่ใช้ระยะปลูกกว้าง 2x1 เมตร ให้จำนวนหน่อมากที่สุด (2.2 หน่อต่อต้น) ส่วนระยะปลูกแคบ 1x0.25 และ 1x0.5 เมตร ให้จำนวนหน่อน้อยที่สุด (1 หน่อต่อต้น)

จำนวนหน่อภายหลังการตัดในปีที่ 2 พบว่าที่อายุ 2 สัปดาห์แรก ระยะปลูกกว้างสุด 2x1 เมตร ให้จำนวนหน่อต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 44 หน่อ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับระยะปลูก 1x1.5 เมตร ซึ่งให้จำนวนหน่อ 42 หน่อต่อต้น และในช่วงระยะเวลา 4-8 สัปดาห์ จำนวนหน่อต่อต้นของระยะปลูก 2x1 เมตร ยังคงให้จำนวนหน่อมากที่สุดเช่นเดียวกับปีที่ 1 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x1.5 เมตร ส่วนระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร ให้จำนวนหน่อน้อยที่สุด และที่อายุ 10 สัปดาห์หลังตัด จำนวนหน่อของระยะปลูกกว้างสุด 2x1 เมตร ให้จำนวนหน่อต่อต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 1x1.5 เมตร แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับระยะปลูก 1x0.25 1x0.5 1x1 และ 2x0.5 เมตร และที่อายุครบ 12 สัปดาห์ ระยะปลูกกว้างสุด 2x1 เมตร ให้จำนวนหน่อมากสุดเท่ากับ 37 หน่อต่อต้น และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับทุกระยะปลูก และระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร ให้จำนวนหน่อต่อต้นเพียง 16 หน่อ (ตารางที่ 10) และเมื่ออายุ 1 ปีหลังการตัด ระยะปลูกกว้าง 2x1 เมตร ให้จำนวนหน่อมากที่สุดเท่ากับ 2.3 หน่อต่อต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับระยะปลูก 1x1.5 เมตร (2.2 หน่อต่อต้น) ส่วนระยะปลูก1x0.25 และ 1x0.5 เมตร ให้จำนวนหน่อน้อยที่สุด (1 หน่อต่อต้น)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 จำนวนการแตกหน่อต่อต้นของกระถินหลังตัดที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกแตกต่างกันในปีที่ 1 และปีที่ 2

ปีที่ 1 (2551)							
ระยะปลูก	สัปดาห์หลังตัด (เซนติเมตร)						
(เมตร)	2	4	6	8	10	12	51
	20 ธ.ค. 50	3 ม.ค. 51	17 ม.ค. 51	31 ม.ค. 51	14 ก.พ. 51	28 ก.พ. 51	5 ธ.ค. 51
1x0.25	5b[1]	10c	11c	11c	12b	9c	1e
1x0.5	6b	10c	12bc	11bc	13b	10c	1e
1x1	7ab	12bc	12bc	12bc	15b	12bc	1.7c
1x1.5	6ab	15b	16ab	15ab	16b	14b	2.0b
2x0.5	6b	12bc	13bc	12bc	14b	11bc	1.4d
2x1	8a	18a	19a	18a	20a	17a	2.2a
F-test	*	**	**	**	**	**	**
%CV	19.3	16.05	18.5	17.9	16.8	16.2	4.39
LSD 0.50	1.80	3.10	3.90	3.60	3.77	2.90	0.101
ปีที่ 2 (2552)							
ระยะปลูก	สัปดาห์หลังตัด (เซนติเมตร)						
(เมตร)	2	4	6	8	10	12	52
	24 ธ.ค. 51	8 ม.ค. 52	6 ม.ค. 52	3 ก.พ. 52	19 ก.พ. 52	4 มี.ค. 52	10 ธ.ค. 52
1x0.25	25b	15d	16d	14d	15d	16f	1d
1x0.5	24b	18d	19d	17d	19cd	19e	1d
1x1	33b	28b	27b	28b	28b	28c	1.7b
1x1.5	42a	36a	30ab	35a	34a	32b	2.2a
2x0.5	29b	23c	23c	22c	22c	23d	1.5c
2x1	44a	38a	32a	35a	34a	37a	2.3a
F-test	**	**	**	**	**	**	**
%CV	17.10	10.82	9.88	10.83	13.16	7.841	6.10
LSD .50	8.46	4.29	3.649	4.06	5.00	3.03	0.142

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
[1] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ขององค์ประกอบผลผลิตกระถินในปีที่ 1 และปีที่ 2

10.1 ผลผลิตชีวมวลและองค์ประกอบผลผลิต

10.1.1 ขนาดลำต้น

ในปีที่ 1 จากตารางที่ 11 พบว่าผลที่ได้จากการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตชีวมวลรวมกับขนาดลำต้น มีค่าเท่ากับ -0.948 ซึ่งเป็นค่าลบ และมีค่าเข้าใกล้ -1 กล่าวคือ ผลผลิตชีวมวลรวมกับขนาดลำต้นมีความสัมพันธ์กันสูงมาก และมีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้าม ส่วนปีที่ 2 ก็เช่นเดียวกัน ผลผลิตชีวมวลรวมกับขนาดลำต้น และมีความสัมพันธ์กันสูงไปในทางตรงกันข้าม เนื่องจากมีค่าเท่ากับ -0.901 (ตารางที่ 11)

10.1.2 ผลผลิตใบ

ในปีที่ 1 พบว่าผลผลิตชีวมวลรวมมีความสัมพันธ์กันสูงมากกับผลผลิตใบ เนื่องจากมีค่าเท่ากับ 0.928 (ตารางที่ 11) ซึ่งมีค่าเป็นบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 กล่าวคือมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ขณะปีที่ 2 ก็เช่นเดียวกัน ผลผลิตชีวมวลรวมกับผลผลิตใบมีความสัมพันธ์กันสูง และมีความสัมพันธ์ใบในทิศทางเดียวกัน (r = 0.818*)

10.1.3 ผลผลิตกิ่ง

ผลผลิตชีวมวลรวมในปีที่ 1 พบว่ามีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกันกับผลผลิตกิ่ง เนื่องจากมีค่าเท่ากับ 0.429 ซึ่งมีค่าเป็นบวก แตกต่างจากปีที่ 2 ซึ่งพบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตชีวมวลรวมกับผลผลิตกิ่ง มีค่าเท่ากับ 0.888 ซึ่งมีค่าเป็นบวก และเข้าใกล้ 1 นั่นคือ ผลผลิตชีวมวลรวมกับผลผลิตกิ่งมีความสัมพันธ์กันสูง และมีความสัมพันธ์ใบในทิศทางเดียวกัน (ตารางที่ 11)

10.1.4 ผลผลิตลำต้น

จากตารางที่ 11 พบว่าในปีที่ 1 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตชีวมวลรวมกับผลผลิตลำต้น มีค่าเท่ากับ 0.999 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 กล่าวคือผลผลิตชีวมวลรวมกับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลผลิตลำต้นมีความสัมพันธ์กันสูงมาก และมีความสัมพันธ์ใบในทิศทางเดียวกัน (ตารางที่ 11) ส่วนในปีที่ 2 ก็เช่นเดียวกัน ค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตชีวมวลรวมกับผลผลิตลำต้น มีค่าเท่ากับ 0.990 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 กล่าวคือผลผลิตชีวมวลรวมกับผลผลิตลำต้นมีความสัมพันธ์กันสูงมาก และมีความสัมพันธ์ใบในทิศทางเดียวกัน

10.1.5 ความสูง

ในปีที่ 1 พบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตชีวมวลรวมกับความสูง มีค่าเท่ากับ -0.871 ซึ่งเป็นค่าลบ และมีค่าเข้าใกล้ -1 กล่าวคือผลผลิตชีวมวลรวมกับความสูงมีความสัมพันธ์กันสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้าม ส่วนปีที่ 2 ผลผลิตชีวมวลรวมกับความสูง มีค่าเท่ากับ -0.759 มีค่าเป็นลบเช่นเดียวกัน ความสัมพันธ์จึงเป็นไปในทางตรงกันข้าม (ตารางที่ 11)

10.2 ผลผลิตลำต้นและองค์ประกอบผลผลิต

10.2.1 ขนาดลำต้น

ในปีที่ 1 จากตารางที่ 12 พบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตลำต้นกับขนาดลำต้น มีค่าเท่ากับ -0.954 ซึ่งเป็นค่าลบ และมีค่าเข้าใกล้ -1 กล่าวคือผลผลิตชีวมวลรวมกับขนาดลำต้นมีความสัมพันธ์กันสูงมาก และมีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้าม และปีที่ 2 เช่นกัน ผลผลิตลำต้นกับขนาดลำต้นมีความสัมพันธ์กันสูงมาก และมีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้าม เนื่องจากมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ -0.926 ซึ่งเป็นค่าลบ และมีค่าเข้าใกล้ -1

10.2.2 ผลผลิตใบ

จากตารางที่ 12 พบว่าในปีที่ 1 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตลำต้นกับผลผลิตใบ มีค่าเท่ากับ 0.914 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 กล่าวคือผลผลิตชีวมวลรวมกับผลผลิตใบมีความสัมพันธ์กันสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนในปีที่ 2 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตลำต้นกับผลผลิตใบมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน (r = 0.728)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10.2.3 ผลผลิตกิ่ง

ในปีที่ 1 พบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตลำต้นกับผลผลิตกิ่ง มีค่าเท่ากับ 0.418 ซึ่งเป็นค่าบวก ซึ่งแสดงว่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน แต่ในปีที่ 2 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตลำต้นกับผลผลิตกิ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 และมีค่าเป็นบวก (r = 0.821*) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน (ตารางที่ 12)

10.2.4 ความสูง

ในปีที่ 1 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตลำต้นกับความสูง มีค่าเท่ากับ -0.871 ซึ่งเป็นค่าลบและมีค่าเข้าใกล้ -1 กล่าวคือผลผลิตชีวมวลรวมกับความสูงมีความสัมพันธ์กันสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้าม ส่วนในปีที่ 2 เช่นเดียวกัน พบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตลำต้นกับความสูงมีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้าม เนื่องจากมีค่าเท่ากับ -0.759 (ตารางที่12)

10.3 ระยะปลูกและองค์ประกอบผลผลิต

10.3.1 ขนาดลำต้น

ในปีที่ 1 พบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับขนาดลำต้น มีค่าเท่ากับ -0.917 ซึ่งเป็นค่าลบและมีค่าเข้าใกล้ -1 กล่าวคือระยะปลูกกับขนาดลำต้นมีความสัมพันธ์กันสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้าม เช่นเดียวกับปีที่ 2 พบว่ามีค่าเท่ากับ-0.934 มีความสัมพันธ์กันสูงมาก และมีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้าม

10.3.2 ใบ

ในปีที่ 1 พบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับผลผลิตใบ มีค่าเท่ากับ 0.920 มีค่าเป็นบวกและเข้าใกล้ 1 กล่าวคือระยะปลูกกับผลผลิตใบ มีความสัมพันธ์กันสูงมาก และมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน ส่วนปีที่ 2 เช่นเดียวกัน ระยะปลูกกับผลผลิตใบ มีความสัมพันธ์กันสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน โดยมีค่าเท่ากับ 0.843

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10.3.3 กิ่ง

จากตารางที่ 13 พบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับผลผลิตกิ่ง มีค่าเท่ากับ0.169 มีค่าเป็นบวก กล่าวคือระยะปลูกกับผลผลิตกิ่ง มีความสัมพันธ์กันน้อย และมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน ส่วนในปีที่ 2 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับผลผลิตกิ่ง มีความสัมพันธ์กันสูงกว่าในปีที่ 1 และมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน โดยมีค่าเท่ากับ 0.823

10.3.4 ลำต้น

ในปีที่ 1 พบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับผลผลิตลำต้น มีค่าเท่ากับ 0.904 มีค่าเป็นบวก และเข้าใกล้ 1 กล่าวคือมีความสัมพันธ์กันสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน ในปีที่ 2 เช่นเดียว พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.916 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

10.3.5 ชีวมวล

จากตารางที่ 13 พบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับผลผลิตชีวมวล มีค่าเท่ากับ 0.907 มีค่าเป็นบวก และเข้าใกล้ 1 กล่าวคือมีความสัมพันธ์กันสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน ส่วนในปีที่ 2 ระยะปลูกกับผลผลิตชีวมวล มีความสัมพันธ์กันสูงมาก และมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน ซึ่งมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.938

10.3.6 ความสูง

ในปีที่ 1 พบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับความสูง มีค่าเท่ากับ -0.895 มีค่าเป็นลบ และเข้าใกล้ -1 กล่าวคือมีความสัมพันธ์กันสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้าม เช่นเดียวกับปีที่ 2 ระยะปลูกกับความสูง มีค่าเท่ากับ -0.834 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้าม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างผลผลิตชีวมวลรวมกับองค์ประกอบผลผลิต

	ขนาดลำต้น	ใบ	กิ่ง	ลำต้น	ความสูง
ผลผลิตชีวมวล ปีที่ 1	-0.948**	0.928**	0.429	0.999**	-0.871*
ผลผลิตชีวมวล ปีที่ 2	-0.901*	0.818*	0.888*	0.990**	-0.759

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างผลผลิตลำต้นกับองค์ประกอบผลผลิต

	ขนาดลำต้น	ใบ	กิ่ง	ความสูง
ผลผลิตลำต้น ปีที่ 1	-0.954**	0.914*	0.418	-0.874*
ผลผลิตลำต้น ปีที่ 2	-0.926**	0.728	0.821*	-0.789

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างระยะปลูก (จำนวนต้นต่อไร่)กับองค์ประกอบผลผลิต

	ขนาดลำต้น	ใบ	กิ่ง	ลำต้น	ชีวมวล	ความสูง
ปีที่ 1	-0.917*	0.920**	0.169	0.904*	0.907*	-0.895*
ปีที่ 2	-0.934**	0.843*	0.823*	0.916*	0.938**	-0.834*

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชีวมวล (Y_b)กับลำต้น (X_s) และชีวมวล (Y_b)กับจำนวนต้นต่อไร่ (X_d) ในปีที่ 1 และปีที่ 2

	สมการ	R^2
ชีวมวล (Y_{b1}) กับลำต้น (X_{s1}) ปีที่ 1	$Y_{b1} = 728.8 + 1.147X_{s1}$	0.997**
ชีวมวล (Y_{b2}) กับลำต้น (X_{s2}) ปีที่ 2	$Y_{b2} = 209.6 + 1.209X_{s2}$	0.979**
ชีวมวล (Y_{b12}) กับลำต้น (X_{s12}) รวมทั้งสองปี	$Y_{b12} = 1095 + 1.171X_{s12}$	0.992**
ชีวมวล (Y_{b1}) กับจำนวนต้นต่อไร่ (X_d) ปีที่ 1	$Y_{b1} = 5661.539 + 0.498X_d$	0.822*
ชีวมวล (Y_{b2}) กับจำนวนต้นต่อไร่ (X_d) ปีที่ 2	$Y_{b2} = 8018.106 + 0.427X_d$	0.881*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

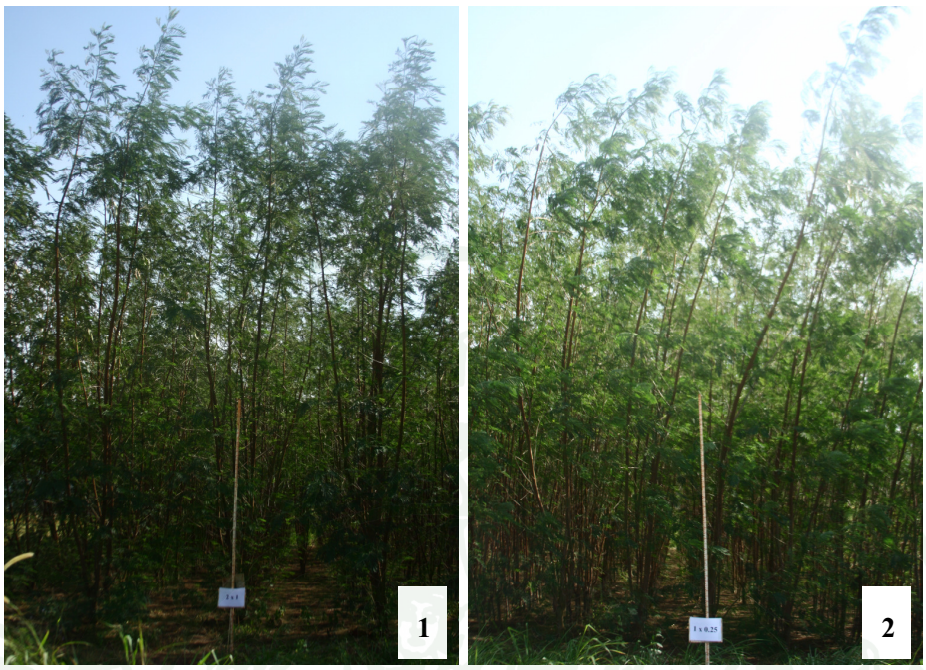
1. การเจริญเติบโตของกระถิน

1.1 ความสูงของกระถิน

ในปีที่ 1 การเจริญเติบโตด้านความสูงของกระถินในระยะแรก (อายุ 4-14 สัปดาห์) พบว่ากระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกแคบสุด (1×0.25 เมตร) ให้ความสูงกว่าการใช้ระยะปลูกกว้างสุด (2×1 เมตร) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) และเมื่อมีอายุ 22 สัปดาห์ กระถินที่ใช้ระยะแถวกว้างเริ่มมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อกระถินมีอายุมากจะทำให้เพิ่มการแก่งแย่งแสงกันมากขึ้น ประกอบกับการใช้ระยะปลูกกว้างทำให้รากสามารถเจริญเติบโตและพัฒนาได้มากขึ้น (ทรงยศ และคณะ, 2552) ส่งผลให้มีการเติบโตของส่วนยอดมากกว่ากิ่งก้าน และเมื่ออายุครบ 1 ปี กระถินที่ใช้ระยะปลูกกว้างจึงให้ความสูงกว่าระยะปลูกแคบ (ภาพที่ 1) และจากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่าระยะปลูกกับความสูงมีความสัมพันธ์กันสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามคือ ระยะปลูกกว้างขึ้น (จำนวนต้นต่อไร่ลดลง) จะให้ความสูงของกระถินเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ สรายุทธ (2529) ซึ่งพบว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูกกว้าง (2×2 และ 1×1 เมตร) ความสูงมากกว่าระยะปลูกแคบ (1×0.5 เมตร) ในช่วงอายุ 1-4 ปี

อย่างไรก็ตาม Braathe (1952) กล่าวว่ายังไม่มีตัวชี้วัดที่บอกได้ว่าความสูงของต้นพืชจะผันแปรหรือสัมพันธ์กับระยะห่างระหว่างต้น แต่มีข้อสังเกตว่าในสภาพแปลงปลูกที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลางถึงเลว หมู่ไม้ที่มีความหนาแน่นถึงหนาแน่นมากจะมีผลทำให้การเพิ่มความสูงของต้นพืชลดลงหรือหยุดชะงัก ส่วน Evert (1971) ได้สรุปผลของการปลูกสร้างสวนป่าที่มีความหนาแน่นมากเกินไปว่าในแปลงที่มีสภาพดินเลวถึงปานกลาง การเจริญเติบโตทางความสูงจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะปลูกเพิ่มขึ้น แต่ระยะปลูกจะมีผลต่อการเจริญเติบโตทางความสูงน้อยในสภาพแปลงที่มีดินอุดมสมบูรณ์ดี ซึ่งแปลงที่ปลูกทดลองนี้ มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่มีปริมาณต่ำ (9.7 และ 43.3 พีพีเอ็ม ตามลำดับ) และมีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง (2.15 เปอร์เซ็นต์) แม้ว่าจะมีการใส่ปุ๋ยธาตุต่างๆเหล่านี้ แต่อาจจะไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้ระยะปลูกแคบ เนื่องจากมีจำนวนต้นที่มากเกินไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 สภาพแปลงเมื่อกระถินมีอายุครบ 1 ปี 1. ระยะปลูกกว้าง 2x1 เมตร และ 2. ระยะปลูกแคบ 1x0.25 เมตร

ส่วนความสูงในปีที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ 1 พบว่าในระยะ 6-12 สัปดาห์หลังตัดกระถินมีความสูงกว่าในปีที่ 1 อย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 3) และระยะปลูกที่มีความสูงมากที่สุดคือระยะปลูกกว้างสุดคือ 2x1 เมตร ซึ่งแตกต่างกับปีที่ 1 ที่ระยะปลูกแคบสุด (1x0.25 เมตร) ให้ความสูงมากที่สุดในระยะแรก อาจเนื่องจากความแตกต่างกันอย่างชัดเจนของขนาดตอหลังการตัดของทั้งสองระยะปลูก กล่าวคือระยะปลูก 2x1 เมตร มีขนาดตอที่ใหญ่กว่าตอที่ปลูกด้วยระยะปลูกแคบ (ภาพที่ 2) ทั้งนี้ในระยะแรกของการแตกหน่อของกระถิน แหล่งอาหารสะสม (แป้ง) ที่ใช้สำหรับการแตกหน่อได้มาจากส่วนตอมากกว่าส่วนราก (Latt *et al.*, 2000) สอดคล้องกับ Erdmann *et al.* (1993) ซึ่งพบว่าการแตกหน่อในระยะแรกภายหลังการตัดของต้นแคฝรั่งได้มาจากแป้งที่สะสมในลำต้น ดังนั้นขนาดของตอจึงมีความเกี่ยวข้องกับการสะสมอาหารสำรองเพื่อการแตกหน่อออกมาใหม่ภายหลังการตัดด้วย และขนาดตอที่ใหญ่ย่อมสะสมอาหารสำรองได้มากกว่า อีกทั้งยังมีระบบรากที่แข็งแรงกว่าตอที่เล็ก ซึ่งจะส่งผลต่อการฟื้นตัวของกระถินได้ดีกว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 5 ขนาดตอภายหลังการตัดของกระถินที่ใช้ระยะปลูก 2x1 เมตร

ส่วนคู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน (ม.ป.ป.) รายงานว่าการฟื้นตัวภายหลังการตัดของกระถินขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารสำรองที่เคลื่อนย้ายจากลำต้นและรากไปยังจุดเจริญด้วย ซึ่งการทดลองนี้ตัดกระถินในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม) เป็นช่วงเหมาะกับการตัด (Tewari *et al.,* 2004) เพราะพืชกำลังสะสมอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่ง Piispanen and Saranpää (2001) รายงานว่าความเข้มข้นของซูโครสที่พบในส่วนลำต้นของต้นเบิชจะต่ำมากในช่วงที่พืชกำลังเจริญเติบโต และจะมากในฤดูหนาว (พืชพักตัว) ดังนั้นการตัดช่วงนี้หน่อใหม่ที่แตกออกมา จึงเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว (สมศักดิ์, 2550)

แม้ว่าในการทดลองนี้ระยะเวลาหลังการตัด กระถินจะถูกเพลี้ยไก่ฟ้าเข้าทำลายอย่างรุนแรง (ภาพที่ 3) แต่กระถินพันธุ์ทารัมบ้าที่ปลูกก็สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้เมื่อมีการเข้าทำลาย (คู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน, ม.ป.ป.) ประกอบกับเมื่อได้รับน้ำฝนในเดือนกุมภาพันธ์ (ตารางที่ 1) ยิ่งช่วยส่งเสริมให้กระถินเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วมากขึ้น อย่างไรก็ตามในช่วงกระถินมีอายุ 14-26 สัปดาห์หลังตัด พบว่าความสูงของกระถินในปีที่ 2 ต่ำกว่าในปีที่ 1 อย่างชัดเจน โดยเฉพาะที่อายุ 26 สัปดาห์หลังตัด ให้ความสูงแตกต่างกันถึงกว่า 1 เมตร (ตารางที่ 3) ในทุกระยะปลูกเนื่องมาจากการใส่ปุ๋ยที่ล่าช้าหลังการตัดในปีที่ 2 และเมื่อกระถินมีอายุครบ 1 ปี กระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะแถวกว้างสุด 2x1 เมตร มีความสูงมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับการปลูกด้วยระยะอื่นๆ สอดคล้องกับรายงานของ Dutt and Jamwal (1987) ซึ่งใช้ระยะปลูก 2x1 เมตร และตัดที่ความสูง 50 เซนติเมตรเช่นเดียวกัน พบว่ากระถินมีความสูงเท่ากับ 7.4 เมตร ส่วนสรายุทธ (2529) รายงานเช่นเดียวกันว่าระยะปลูกกว้างจะให้ความสูงเพิ่มขึ้นมากกว่าระยะปลูกแคบ ไม่ว่าจะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นการเพิ่มขึ้นในช่วงอายุ 2-3 ปี หรือ 3-4 ปี แต่ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก เช่นเดียวกับ Brewbaker (1994) ที่ทดสอบสหสัมพันธ์ระหว่างความสูงและจำนวนต้นต่อพื้นที่ของกระถินพบว่าที่อายุ 2.5 ปี กระถินให้ความสูงลดลงเมื่อจำนวนต้นต่อพื้นที่เพิ่มมากขึ้น

ภาพที่ 6 การเข้าทำลายของเพลี้ยไก่ฟ้าในระยะแรกของการแตกหน่อ

เมื่อเปรียบเทียบความสูงที่อายุครบ 1 ปีของทั้งสองปีที่ปลูกทดสอบ พบว่าโดยรวมแล้วกระถินของทุกระยะการปลูกในปีที่ 2 มีความสูงเพิ่มขึ้นจากปีที่ 1 แม้จะไม่แตกต่างมากนักในระยะปลูก 2x1 เมตร แต่ในระยะปลูกอื่นๆ โดยเฉพาะระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร ให้ความสูงเพิ่มขึ้นจากปีที่1 อย่างชัดเจน สอดคล้องกับการทดลองของ Dutt and Jamwal (1987) ซึ่งพบว่าความสูงของหน่อหลังการตัดในปีถัดไปจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยการตัดที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร ให้ความสูงของกระถินในปีที่ 1 ปีที่ 2 และปีที่ 3 เท่ากับ 6.4 7.4 และ 9.3 เมตร ตามลำดับ ส่วน Van Den Beldt (1982) รายงานว่าเมื่อกระถินมีอายุเพิ่มขึ้น ความสูงในทุกระยะการปลูกจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

1.2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของกระถิน

ในด้านขนาดลำต้นของกระถินในปีที่ 1 พบว่าการใช้ระยะปลูกแคบ (1×0.25 และ 1×0.5 เมตร) ให้ขนาดลำต้นเล็กกว่ากระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกกว้างขึ้น (ตารางที่ 4) เมื่อมีอายุครบ 1 ปี กระถินที่ใช้ระยะปลูก 2×1 เมตร จึงให้ขนาดลำต้นใหญ่ที่สุด (4.6 เซนติเมตร) เนื่องจาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะปลูกแคบมีการแก่งแย่งปัจจัยที่ใช้ในการเจริญเติบโตมากกว่าการปลูกโดยใช้ระยะปลูกกว้าง (สรายุทธ, 2529) ซึ่งจากตารางที่ 13 พบว่าระยะปลูกกับขนาดลำต้น มีความสัมพันธ์กันสูงในทางตรงกันข้ามคือ ระยะปลูกกว้าง (จำนวนต้นต่อไร่น้อย) จะให้ขนาดลำต้นใหญ่กว่าระยะปลูกแคบ (จำนวนต้นต่อไร่มาก) สอดคล้องกับ Van Den Beldt (1982) ซึ่งพบว่าเมื่อจำนวนต้นต่อพื้นที่ลดลงต่ำกว่า 1,600 ต้น/ไร่ ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นจะเพิ่มมากขึ้น ส่วนที่ระยะปลูกแคบ (มากกว่า 3,200 ต้น/ไร่) การเจริญเติบโตทางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นจะลดลงเร็วกว่าปกติ แสดงให้เห็นได้ว่าระยะปลูกยิ่งกว้างมาก การเจริญเติบโตทางขนาดลำต้นจะมากขึ้นตามลำดับ (สุทัศน์, 2543) นอกจากนี้ภายในระยะเวลาไม่ถึง 26 สัปดาห์ กระถินที่ใช้ระยะปลูก 2×1 เมตร ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมากกว่า 2.5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลได้แล้ว ในขณะที่ระยะปลูกแคบ 1x0.25 เมตร ต้องใช้เวลาเกือบ 42 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามเมื่อกระถินมีอายุ 1 ปี พบว่าทุกระยะปลูกให้ขนาดลำต้นที่สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานได้ทั้งหมด

ส่วนปีที่ 2 ให้ผลเช่นเดียวกับปีที่ 1 โดยขนาดลำต้นของกระถินที่อายุ 26 สัปดาห์หลังตัด ของระยะปลูกกว้าง 2x1 2x0.5 1x1.5 และ 1x1 เมตร ให้ขนาดลำต้นที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลได้ ยกเว้นระยะปลูกแคบคือ 1x0.5 และ 1x0.25 เมตร (ตารางที่ 4) โดยเฉพาะระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ขนาดลำต้นเล็กที่สุด ซึ่งต้องรอให้อายุมากกว่า 30 สัปดาห์ จึงจะได้ขนาดที่เหมาะสม (2.5 เซนติเมตร) ทั้งนี้อาจเป็นผลจากการแก่งแย่งปัจจัยการเจริญเติบโตมากขึ้น และอัตราการเพิ่มขึ้นของขนาดลำต้นของระยะปลูกแคบ มีแนวโน้มลดลงในปีต่อไป (สรายุทธ, 2529) ในขณะที่กระถินที่ใช้ระยะปลูก 2×1 เมตร สามารถให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นถึง 2.9 เซนติเมตร เมื่อมีอายุเพียง 26 สัปดาห์หลังตัด แสดงให้เห็นถึงผลของระยะปลูกที่มีต่อขนาดลำต้นของกระถินอย่างชัดเจน ดังนั้นการปลูกด้วยระยะแถวแคบ จึงใช้เวลามากกว่าระยะปลูกกว้าง เพื่อให้ได้ขนาดที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง และเมื่ออายุครบ 1 ปี พบว่ากระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกกว้างสุด 2x1 เมตร ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นใหญ่ที่สุด และระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเล็กที่สุด เช่นเดียวกับการทดลองของสรายุทธ (2529) พบว่าการเพิ่มขึ้นของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกของกระถินที่ใช้ระยะปลูกกว้างจะเพิ่มขึ้นมากกว่าระยะปลูกแคบ ซึ่งระยะปลูก 2x2 เมตร ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยสูงสุดทุกช่วงอายุ คือ 0.99 2.82 3.86 และ 4.88 เซนติเมตร ที่อายุ 1-4 ปี รองลงไปคือระยะปลูกแคบ 1x1 และ 1x0.5 เมตร แต่อย่างไรก็ตามพบว่าทุกระยะปลูกให้ขนาดลำต้นที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เมื่ออายุครบ 1 ปี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผลผลิตชีวมวลของกระถิน

2.1 ใบ

จากผลการทดลองในปีที่ 1 พบว่ากระถินที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกแคบให้ผลผลิตใบมากกว่าระยะปลูกกว้าง โดยเฉพาะระยะปลูกแคบที่สุด (1x0.25 เมตร) ให้ผลผลิตใบแห้งมากที่สุดทั้งปีที่ 1 และปีที่ 2 เท่ากับ 359 กก./ไร่ และ 408 กก./ไร่ (ตารางที่ 6) ตามลำดับ สอดคล้องกับ Piggin *et al.* (1994) รายงานว่าระยะปลูกแคบจะเพิ่มส่วนของใบและผลผลิตรวมส่วนที่กินได้ของกระถิน ส่วนสมคิด และคณะ (2522) พบว่าระยะปลูกที่แคบลงจะให้ผลผลิตของใบกระถินเพิ่มขึ้น โดยที่ระยะปลูกแคบที่สุดคือ 1x0.30 เมตร จะให้ผลผลิตใบแห้งมากที่สุด ซึ่งในปีที่ 1 ได้ผลผลิตสูงสุดคือ 1,591.39 กก./ไร่ ปีที่ 2และ 3 ได้ 1,119.30 และ 1,421.77 กก./ไร่ ส่วนระยะปลูกกว้างสุด 1x1.3 เมตร ให้ผลผลิตใบน้อยที่สุดโดยเฉพาะปีที่ 2 และปีที่ 3 เห็นได้ว่าการทดลองดังกล่าวให้ผลผลิตใบมากกว่า เนื่องจากตัดถี่คือทุกๆ 2 เดือน (ตัดทั้งหมด 14 ครั้งตลอดระยะเวลา 3 ปี) และมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตใบเป็นหลัก อีกทั้งการทดลองนี้ตัดกระถินในฤดูแล้ง จึงให้ผลผลิตใบน้อยกว่าการทดลองอื่นๆ ซึ่ง Hegde (1982) รายงานว่าภายใต้สภาพแห้งแล้งจะทำให้กระถินลดขนาดและจำนวนของใบย่อย นอกจากนี้สมคิด และคณะ (2522) ยังพบว่าการปลูกกระถินเพื่อเก็บผลผลิตใบสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์นั้น ปริมาณน้ำฝนจะมีผลอย่างมากต่อผลผลิตของใบกระถิน ส่วน Tadaki *et al.* (1965) รายงานว่าในสภาพดินที่เหมาะสม การปลูกด้วยความหนาแน่นของหมู่ไม้น้อย (ระยะปลูกกว้าง) จะให้ปริมาณใบน้อยกว่าความหนาแน่นของหมู่ไม้มาก (ระยะปลูกแคบ)

ส่วนในปีที่ 2 ผลผลิตใบมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Otsyina *et al.* (1994) พบว่าผลผลิตใบสดในปีที่ 1 เท่ากับ 1,744 กก./ไร่ ส่วนปีที่ 2 เพิ่มมากขึ้นเท่ากับ 3,904 กก./ไร่ เช่นเดียวกับการทดลองที่ประเทศจีน กระถินให้ผลผลิตใบสดในปีที่ 1 และปีที่ 2 เท่ากับ 1,824 และ 3,872 กก./ไร่ (Otsyina *et al.*, 1994) และเป็นที่น่าสังเกตว่าในปีที่ 2 การปลูกกระถินโดยใช้ระยะปลูกกว้าง โดยเฉพาะระยะปลูกกว้างสุด 2x1 เมตร ให้ผลผลิตใบใกล้เคียงกับระยะปลูกแคบสุด (1x0.25 เมตร) คือ 408 กก./ไร่ และ319 กก./ไร่ อาจเนื่องมาจากจำนวนต้นต่อตอหลังการตัด มีจำนวนมากกว่าในปีที่ 1 จึงทำให้ผลผลิตใบเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผลผลิตใบที่ได้ยังมากกว่าในรายงานของสรายุทธ (2529) ซึ่งพบว่าระยะปลูก 1x0.5 และ 1x1 เมตร ให้ผลผลิตใบเฉลี่ยต่อปีเพียง 130 และ102 กก./ไร่ ตามลำดับ เนื่องจากการตัดที่อายุ 4 ปี โดยในแง่ของการใช้ประโยชน์จากใบเพื่อเลี้ยงสัตว์ ชาญชัย และคณะ (2517) รายงานว่าการเก็บเกี่ยวใบกระถินที่อายุมากขึ้นจะทำให้มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งสูงขึ้น และจะส่งผลต่อการย่อยของสัตว์ที่ใช้เลี้ยง ซึ่งหากใช้เลี้ยงไก่ สุกร ควรจะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัดเก็บเกี่ยวเมื่อใบกระถินไม่แก่จัดนัก เพราะการย่อยกากของสัตว์ประเภทนี้ไม่ดีเท่าของสัตว์เคี้ยวเอื้อง แต่ถ้าจะใช้กระถินเลี้ยงโค อาจให้กระถินแก่ได้ เพราะโคสามารถย่อยกากที่สะสมมากขึ้นได้ดีกว่า

2.2 กิ่ง

จากผลการทดลอง พบว่าผลผลิตกิ่งทั้งปีที่ 1 และปีที่ 2 ของทุกระยะปลูกไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 5) และผลผลิตกิ่งในปีที่ 2 มีจำนวนมากกว่าในปีที่ 1 ของทุกระยะปลูก อย่างไรก็ตาม ขนาดของกิ่งที่ได้แต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะปีที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบขนาดกิ่งที่ได้จากระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร ให้ขนาดเล็กกว่ากิ่งที่ได้จากระยะปลูกกว้างสุด 2x1 เมตร สอดคล้องกับ Braathe (1952) ที่พบว่าแปลงปลูกที่มีความหนาแน่นสูง มักมีกิ่งก้านขนาดเล็ก มีความเรียวน้อย ส่วน Savory (1979) รายงานว่าอัตราการปลูกที่หนาแน่นมีความสัมพันธ์ในด้านลบกับจำนวนกิ่งต่อต้น ซึ่งการปลูกสวนป่าให้มีความหนาแน่นมากเพื่อให้ต้นพืชที่ปลูกมีลำต้นตรงเปลา ปราศจากกิ่งก้าน (อำนวย, 2522) เพราะคุณภาพในรูปของไม้ซุงจะลดลง เนื่องจากมีปุ่มปมจากกิ่งก้านสาขามากเมื่อระยะห่างระหว่างต้นเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ขนาดกิ่งที่เล็กยังสูญเสียน้ำหนักแห้งมากกว่ากิ่งใหญ่จากการระเหยของส่วนที่เป็นน้ำ ซึ่งหากเปรียบเทียบกิ่งทั้งสองขนาด โดยมีน้ำหนักสดเริ่มต้นเท่ากัน และเมื่อเป็นน้ำหนักแห้ง น้ำหนักแห้งของกิ่งใหญ่จะมากกว่ากิ่งเล็ก

2.3 ลำต้น

หลังการปลูก 1 ปี ระยะที่ปลูกแคบที่สุด (1×0.25 เมตร) ให้ผลผลิตลำต้นสดมากที่สุด มากกว่าระยะปลูกกว้างที่สุด (2×1 เมตร) ให้ผลผลิตลำต้นน้อยที่สุดเพียง 4,301 กก./ไร่ (ตารางที่ 5) และพบว่าผลผลิตลำต้นมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะปลูกกว้างขึ้น สอดคล้องกับสรายุทธ (2529) ที่รายงานการปลูกกระถินยักษ์โดยใช้ระยะปลูกต่างๆกัน เพื่อผลิตไม้ฟืน พบว่ามวลชีวภาพส่วนลำต้นที่อายุ 3 ปี ระยะปลูกแคบสุด 1x0.5 เมตร ให้ผลผลิตมากที่สุดเท่ากับ 4,992 กก./ไร่ รองลงมาคือ ระยะปลูก 1x1 เมตร (4,544 กก./ไร่) และระยะปลูก 2x2 เมตร (2.448 กก./ไร่) และจากการหาค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับผลผลิตลำต้น (ตารางที่ 13) พบว่าระยะปลูกแคบ (จำนวนต้นต่อไร่มาก) จะให้ผลผลิตลำต้นมากกว่าระยะปลูกกว้าง (จำนวนต้นต่อไร่น้อย) แต่เมื่อพิจารณาทางด้านขนาดลำต้นที่เหมาะสม (มากกว่า 2.54 เซนติเมตร) ในด้านการใช้เป็นเชื้อเพลิง การใช้ระยะปลูก 1x0.5 เมตร ให้ผลผลิตลำต้นที่มีขนาดมากกว่า 2.54 เซนติเมตร มากที่สุด (ตารางที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5) ส่วนการใช้ระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตลำต้นที่มีขนาดน้อยกว่า 2.54 เซนติเมตรมากที่สุด และพบว่าผลผลิตส่วนลำต้นที่มีขนาดน้อยกว่า 2.54 เซนติเมตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ระยะปลูกแคบลง เนื่องจากมีการแก่งแย่งปัจจัยที่ใช้ในการเจริญเติบโตอย่างรุนแรงมากขึ้น (Toumey, 1947) ซึ่งเป็นผลจากการแก่งแย่งอันเกิดจากความหนาแน่นของประชากรพืช

ปีที่ 2 ระยะปลูกแคบที่สุด 1×0.25 เมตร ยังคงให้ผลผลิตลำต้นสดมากที่สุด (ตารางที่ 5) ส่วนการใช้ระยะปลูกแคบ 1x0.5 เมตร ให้ผลผลิตลำต้นที่มีขนาดมากกว่า 2.54 เซนติเมตรมากที่สุด และพบว่าระยะปลูกกว้างสุด 2x1 เมตร ให้ผลผลิตลำต้นเพิ่มมากขึ้นใกล้เคียงกับระยะปลูก 1x0.5 เมตร ซึ่งผลผลิตที่เพิ่มขึ้นนี้ เป็นผลมาจากจำนวนต้นต่อตอที่มากขึ้นด้วย เมื่อกระถินมีอายุครบ 1 ปี ระยะปลูกกว้าง 2x1 เมตร ให้จำนวนต้นเฉลี่ย 2 ต้นต่อตอ (ภาพที่ 4) สอดคล้องกับรายงานของสรายุทธ (2529) ที่พบว่ามวลชีวภาพส่วนลำต้น ที่อายุ 3 ปี ระยะปลูก 1x0.5 เมตร ให้ผลผลิตมากสุด แต่เมื่อที่อายุ 4 ปี ระยะปลูกที่กว้างกว่าคือ 1x1 เมตร ให้มวลชีวภาพส่วนลำต้นใกล้เคียงกันกับระยะปลูก 1x0.5 เมตร กล่าวคือระยะปลูก 1x1 เมตร ให้มวลชีวภาพส่วนลำต้น 9.6 ตัน/ไร่ และ 9.568 ตัน/ไร่ ในระยะปลูก 1x0.5 เมตร เช่นเดียวกับ Pathak and Patil (1982) รายงานว่าเมื่ออายุของแปลงกระถินเพิ่มขึ้น ผลผลิตไม้กระถินที่ได้จากระยะปลูกกว้างจะมากกว่าระยะปลูกแคบ ขณะเดียวกันลำต้นที่มีขนาดน้อยกว่า 2.54 เซนติเมตร ที่ได้จากระยะปลูกแคบ 1x0.25 เมตร ยังคงมากที่สุด (ตารางที่ 5) และในปีที่ 2 ลำต้นภายหลังการตัดที่อายุครบ 1 ปี พบว่ามีความแตกต่างกันมากทางขนาดลำต้นในระยะปลูกแคบ 1x0.25 เมตร ซึ่งเป็นผลจากการแก่งแย่งที่รุนแรงจะเป็นผลทำให้ต้นพืชที่อ่อนแอถูกกำจัดออกไปโดยกระบวนการตามธรรมชาติ หรือเรียกว่า ขบวนการตัดสางขยายระยะตามธรรมชาติ (natural thinning) เพื่อให้เกิดความสมดุลต่อการดำรงชีพของต้นพืชสืบต่อไปได้ (Toumey, 1947) อย่างไรก็ตาม ในปีที่ 2 ทุกระยะปลูกให้ผลผลิตลำต้นเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะระยะปลูกกว้าง ส่วน Tewari *et al.* (2004) รายงานเช่นเดียวกันว่าการแตกหน่อของกระถินหลังการตัด มีแนวโน้มเพิ่มผลผลิตชีวมวลของกระถินมากขึ้นในปีที่ 2

เมื่อพิจารณาทั้งสองปี ส่วนผลผลิตลำต้นรวมแห้งทั้งสองขนาด จะพบว่าระยะปลูก 1x0.5 เมตร ให้ผลผลิตลำต้นรวมแห้งมากที่สุด (ตารางที่ 6) แม้ว่าการปลูกระยะ 1x0.25 เมตร จะให้ผลผลิตลำต้นรวมสดมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากระยะปลูก 1x0.5 เมตร ให้ลำต้นที่มีขนาดมากกว่า 2.54 เซนติเมตรมากที่สุด ซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนักแห้งจากการระเหยของน้ำไปได้น้อยกว่าลำต้นที่มีขนาดน้อยกว่า 2.54 เซนติเมตร ซึ่งพบมากจากการปลูกระยะ 1x0.25 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 7 จำนวนต้นต่อตอของกระถินที่ใช้ระยะปลูกกว้าง 2x1 เมตร

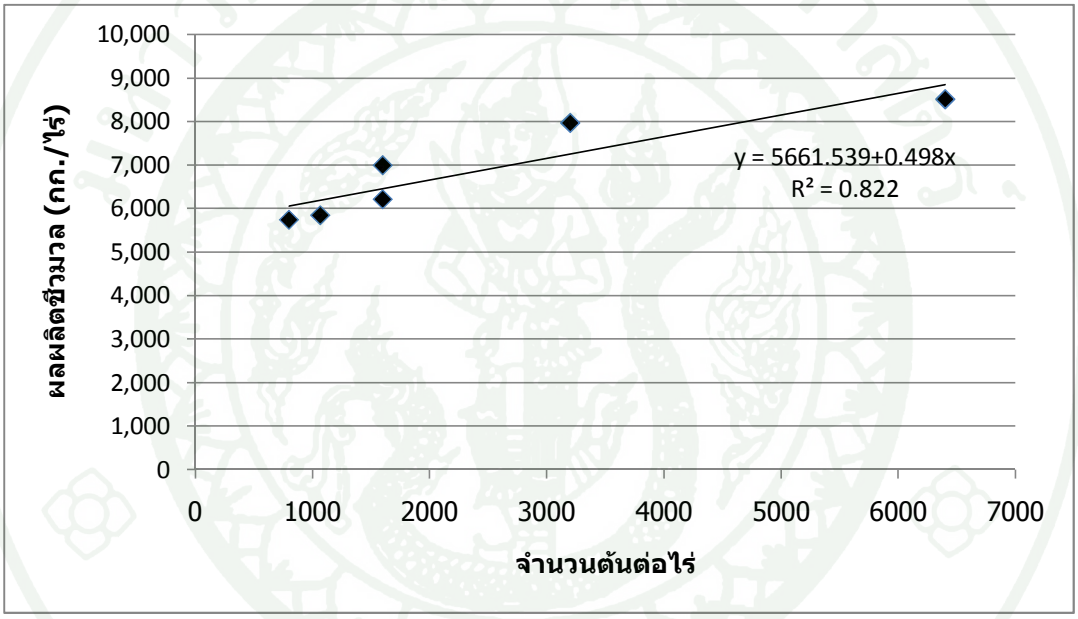
2.4 ชีวมวลรวม

ในปีที่ 1 กระถินที่ใช้ระยะปลูกแคบ 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตชีวมวลรวมสดมากที่สุด (8,516 กก./ไร่) ใกล้เคียงกับระยะปลูก 1x0.5 เมตร (ตารางที่ 5) และผลผลิตชีวมวลรวมสดมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะปลูกกว้างขึ้น เนื่องมาจากระยะปลูกแคบมีจำนวนต้นต่อไร่มากกว่าระยะปลูกกว้างอย่างเห็นได้ชัดในปีที่ 1 ซึ่งเห็นได้ว่าระยะปลูกที่มีจำนวนต้นต่อไร่น้อย คือระยะปลูก 2x1 และ 1x1.5 เมตร (800 และ 1,067 ต้น/ไร่ ตามลำดับ) จะให้ผลผลิตชีวมวลสดน้อยที่สุด (ภาพที่ 5) และจากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตชีวมวลกับระยะปลูกคือ ระยะปลูกแคบ (จำนวนต้นต่อไร่มาก) จะให้ผลผลิตชีวมวลมากกว่าระยะปลูกกว้าง (จำนวนต้นต่อไร่น้อย) อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้มีรอบการตัดสั้น (1 ปี) อาจทำให้ระยะปลูกกว้าง ไม่สามารถแสดงศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตชีวมวลต่อพื้นที่ได้อย่างเต็มที่ ซึ่ง Pathak and Patil (1982) รายงานว่าเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตไม้ของกระถินทั้ง 8 สายพันธุ์ ทั้งสองอัตราการปลูก คือที่ระยะปลูกกว้างอัตรา 800 ต้น/ไร่ และระยะปลูกแคบอัตรา 1,600 ต้น/ไร่ ที่รอบการตัด 4 ปี อัตราปลูกกว้าง 800 ต้น/ไร่ ให้ผลผลิตไม้อยู่ระหว่าง 7.02 – 19.4 ตัน/ไร่ ส่วนอัตราปลูกแคบ 1,600 ต้น/ไร่ ให้ผลผลิตไม้อยู่ระหว่าง 3.28 – 9.98 ตัน/ไร่

ในปีที่ 2 เช่นเดียวกัน ระยะปลูกแคบ 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตชีวมวลรวมสดมากที่สุด และเป็นน่าสังเกตว่าการปลูกระยะอื่นๆ ให้ผลผลิตชีวมวลใกล้เคียงกัน ยกเว้นระยะปลูก 1x1.5 เมตร (ตารางที่ 5) ซึ่งหากเปรียบเทียบระหว่างปีที่ 1 และ 2 จะพบว่า ในปีที่ 2 แต่ละระยะปลูกแสดง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตชีวมวลมากขึ้น เช่นเดียวกับ Tewari *et al.* (2004) พบว่าหลังการตัดกระถินมีแนวโน้มให้ผลผลิตชีวมวลต่อต้น และผลผลิตต่อพื้นที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะระยะปลูกกว้าง ซึ่งให้ผลผลิตชีวมวลเพิ่มขึ้นจากปีที่ 1 อย่างชัดเจน เช่นเดียวกับระยะปลูก 1x1.5 เมตร แม้ว่าจะให้ผลผลิตชีวมวลน้อยที่สุด แต่ก็ให้ผลผลิตชีวมวลในปีที่ 2 เพิ่มขึ้นจากปีที่ 1 อย่างชัดเจน เนื่องจากกระถินที่มีขนาดลำต้นใหญ่หลังการตัดจะฟื้นตัวและให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากระยะปลูกกว้าง มีขนาดตอที่ใหญ่ระยะปลูกแคบ จึงมีจำนวนจุดเจริญมากกว่า (ตารางที่ 10) และมีปริมาณอาหารสำรองที่เคลื่อนย้ายจากลำต้นและรากไปสู่จุดเจริญมีมากกว่าอีกด้วย ซึ่งถือเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแตกหน่อใหม่ของกระถิน (คู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน, ม.ป.ป.)



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นต่อไร่ (density) กับผลผลิตชีวมวล (biomass)

อย่างไรก็ตาม พบว่ารอบอายุการตัดสั้น จำนวนต้นต่อพื้นที่จะส่งผลต่อผลผลิตชีวมวลมาก ซึ่ง Ghatnekar *et al.* (1982) รายงานว่าแม้ผลผลิตชีวมวลต่อต้นของระยะปลูก 2x2 เมตร (4.22 กก./ต้น) จะมากกว่าระยะปลูก 1x1 เมตร (2.1 กก./ต้น) แต่เมื่อพิจารณาจำนวนผลผลิตต่อไร่พบว่าระยะปลูก 1x1 เมตร ให้ผลผลิตชีมวลมากกว่าคือ เท่ากับ 3,300 กก./ไร่ ส่วนระยะปลูก 2x2 เมตร ให้ผลผลิตชีวมวลเพียง 1,390 กก./ไร่ ซึ่งระยะปลูก 1x1 เมตร มีจำนวนต้นต่อไร่ที่มากกว่าระยะปลูก 2x2 เมตร กว่า 4 เท่า ส่วน Savory (1979) รายงานว่าอัตราปลูกที่มาก แม้จำนวนผลผลิตต่อต้นจะลดลง แต่จะได้จำนวนต้นเพิ่มขึ้น และในสายพันธุ์ฮาวาย และEl Salvador ผลผลิตรวมจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราปลูกให้สูงขึ้น (Guevarra, 1976) ส่วนด้านน้ำหนักแห้งของผลผลิตชีวมวล พบว่าระยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปลูก 1x0.5 เมตร จะให้ผลผลิตชีวมวลแห้งมากที่สุดทั้งสองปี มากกว่าระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร (ตารางที่ 6) ซึ่งเป็นผลจากน้ำหนักของส่วนลำต้นขนาดมากกว่า 2.54 เซนติเมตรที่มากที่สุด

3. องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหารสัตว์

3.1 ไนโตรเจน

ใบกระถินที่ได้จากการเมื่ออายุครบ 1 ปี พบว่า แต่ละระยะปลูกมีปริมาณไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 3.53-3.87 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) ซึ่งมีปริมาณมากกว่าการทดลองของ Liu Guodao *et al.* (1994) พบว่ามีปริมาณไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 2.05-2.97 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งระยะปลูกแคบสุดมีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด แต่ค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกับระยะปลูกอื่นๆ สอดคล้องกับสมคิด และคณะ (2522) พบว่าระยะการปลูกไม่มีผลกับพันธุ์ที่ใช้ และไม่กระทบกระเทือนถึงปริมาณโปรตีน และปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการทดลองหากคิดเป็นโปรตีนจะได้เท่ากับ 22.1- 24.2 เปอร์เซ็นต์ ขณะการทดลองปริมาณคุณค่าทางอาหารสัตว์ในกระถินหลายสายพันธุ์ของ Norton *et al.* (1994) พบว่าปริมาณโปรตีนของกระถินพันธุ์ทารัมบ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 19.8-27.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับกระถินสายพันธุ์ลูกผสม และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนกับกระถินสายพันธุ์อื่นๆ พบว่าโปรตีนในใบที่ได้จากกระถินพันธุ์ Cunningham Hawaiian giant และเปรู มีน้อยกว่าพันธุ์ทารัมบ้าที่ได้จากการทดลอง คือเท่ากับ 18.4 18.32 และ17.43 เปอร์เซ็นต์ (Nyathi *et al.,* 1995)

นอกจากนี้ยังพบว่าความชื้นที่กระถินได้รับมีผลต่อปริมาณโปรตีนในใบกระถิน โดยจากการทดลองของ Falìa-Mármol *et al.*(1996) พบว่าในฤดูฝนให้ปริมาณโปรตีนเท่ากับ 26.5 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าในฤดูแล้งซึ่งให้โปรตีนเท่ากับ 24.3 เปอร์เซ็นต์ และการทดลองนี้ทำการตัดกระถินในฤดูแล้ง จึงอาจทำให้ปริมาณโปรตีนมีค่าน้อยกว่าการตัดในฤดูฝน ส่วนชื่นจิต (2540) รายงานว่าอิทธิพลของระยะปลูกกระถิน ภายใต้สภาพแปลงที่มีการให้น้ำ พบว่า การปลูกกระถินโดยใช้ระยะระหว่างแถว 1 และ 2 เมตร จะให้ระดับโปรตีน ใบสูงกว่าระยะแถวกว้าง 4 เมตร ทั้งนี้เนื่องจากการปลูกพืชโดยใช้ระยะแถวแคบ จะเกิดการแก่งแย่งปัจจัยที่ใช้สำหรับการเจริญเติบโต ทำให้พืชเจริญเติบโตช้า เป็นผลให้เซลล์ของพืชยังอ่อนอยู่ จึงมีคุณค่าทางอาหารสูง (กอบแก้ว, 2535)

และจากการทดลอง พบว่าปริมาณโปรตีนที่ได้จากแต่ละระยะปลูกมีค่าไม่แตกต่างกัน โดยระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด (24.2 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตาม ปริมาณโปรตีนดังกล่าวยังถือว่ามีคุณภาพดี และจากการทดลองคุณค่าทางอาหารสัตว์ของกระถิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลายสายพันธุ์ของ Norton *et al*. (1994) รายงานว่าความต้องการโปรตีนของสัตว์เคี้ยวเอื้องมีค่าอย่างน้อย 8-15 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณโปรตีนของกระถินทุกสายพันธุ์ที่ทดสอบมีอยู่ระหว่าง 14-30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใบกระถินแห้งที่มีโปรตีนอยู่ประมาณ 19.44 เปอร์เซ็นต์ จัดว่ามีคุณภาพค่อนข้างดี (ปัญญา และคณะ, 2532) และจากการทดลองการใช้ใบกระถินแห้งเลี้ยงแกะของปัญญา และคณะ (2532) รายงานว่าการใช้ใบกระถินแห้งซึ่งโปรตีนประมาณ 19.44 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง เลี้ยงแกะทดแทนหญ้าสดได้โดยไม่มีผลเสียต่อการอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของแกะ แม้ว่าจะมีต้นทุนค่าอาหารสูงกว่าการใช้หญ้าสดก็ตาม แต่สามารถลดต้นทุนได้โดยแนะนำให้เกษตรกรปลูกกระถินไว้ใช้เอง

3.2 ฟอสฟอรัส

ระดับฟอสฟอรัสในพืชมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อผลผลิตสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโคนม จากมาตรฐานของ NRC กำหนดไว้คือ ระดับฟอสฟอรัสในอาหารสัตว์ควรมีค่าระหว่าง 0.20-0.34 เปอร์เซ็นต์ แต่จากผลการทดลองแต่ละระยะปลูกให้ปริมาณฟอสฟอรัสระดับที่ต่ำกว่ามาตรฐานที่ NRC กำหนด ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสในใบใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.15-0.17 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) ส่วนชื่นจิต (2540) รายงานว่าระยะระหว่างแถวของกระถินนั้นจะมีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อระดับฟอสฟอรัสในใบ ขณะที่ชิต และคณะ (2547) รายงานว่ากระถินแต่ละสายพันธุ์ที่ทดสอบและที่ความถี่ของการตัดกระถินแตกต่างกันมีปริมาณฟอสฟอรัสใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบกับกระถินที่ปลูกทดลองที่ปากช่องของ Manidool and Torsakul (1977) พบว่า กระถินสายพันธุ์ต่างๆได้แก่ Ivory Cost, El Salvador New Guinea 70, Taiwan, Hawaiian giant มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำอยู่ระหว่าง 0.13-0.15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณฟอสฟอรัสที่ได้จากการทดลองนี้ที่ปลูกบริเวณอำเภอปากช่องเช่นเดียวกัน แต่มีปริมาณน้อยกว่าการทดลองของ Nyathi *et al*. (1995) ซึ่งพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในใบกระถินพันธุ์ Cunningham Hawaiian giant และเปรูเท่ากับ 0.27 0.26 และ0.32 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ Adeneye (1979) พบว่าใบกระถินแก่จะมีปริมาณฟอสฟอรัส 0.26 เปอร์เซ็นต์

ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่ได้จากการทดลองนี้ พบว่ามีปริมาณต่ำกว่าการทดลองในต่างประเทศที่ได้กล่าวมาข้างต้น อาจเนื่องจากพื้นที่ปลูกเป็นดินที่มีฟอสฟอรัสต่ำ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราที่ใช้ในงานทดลองนี้อาจไม่พอที่จะช่วยเพิ่มระดับฟอสฟอรัสในใบให้สูงขึ้นในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ อีกทั้งยังเป็นการตัดกระถินที่อายุถึง 1 ปี ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในใบจะมีค่าลดลงเมื่อพืชอายุมากขึ้น (Tudsri *et al*., 2002) เช่นเดียวกับ Vanlauwe *et al.*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2001) พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในใบกระถินจะลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้นจาก 1-2 เดือนไปเป็น10-11 เดือน นอกจากนี้ยังพบว่า ในปีที่ 2 ฟอสฟอรัสในใบลดลง ซึ่งอาจเป็นเพราะปริมาณของธาตุนี้ในดินลดน้อยลงหลังจากที่ปลูกกระถินมาแล้วเป็นเวลาหนึ่งปี (ชาญชัย และคณะ, 2517) ดังนั้น จึงควรมีการใส่ปุ๋ยบำรุงให้กระถินมีผลผลิตสูง โดยเฉพาะในปีหลังๆ ด้วย

3.3 โพแทสเซียม

จากการทดลอง พบว่ากระถินพันธุ์ทารัมบ้าที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกแตกต่างกัน มีปริมาณโพแทสเซียมในใบใกล้เคียงกัน อยู่ระหว่าง 1.3-1.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) เช่นเดียวกับชื่นจิต (2540) ที่รายงานว่าอิทธิพลของระยะห่างระหว่างแถวของกระถิน จะไม่มีผลกระทบต่อระดับโพแทสเซียมของกระถินที่ปลูกร่วมกันกับหญ้า ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 2.55-2.61 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่กระถินที่ได้จากการทดลองของ Adeneye (1979) พบว่าใบกระถินแก่จะมีปริมาณโพแทสเซียม 1.78 เปอร์เซ็นต์ ส่วน Dalzell *et al.* (1998) ทดสอบองค์ประกอบทางเคมีของกระถินหลายสายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์ทารัมบ้ามีปริมาณโพแทสเซียม 2.3 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าโพแทสเซียมจากกระถินที่ได้จากการทดลองครั้งนี้จะมีปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโพแทสเซียมในหญ้าอาหารสัตว์ นอกจากนี้ปริมาณโพแทสเซียมในกระถินเกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วย โดยพบว่าพื้นที่ทดลองปลูกกระถินมีปริมาณโพแทสเซียมในดินที่ต่ำมาก แม้จะมีการใส่ปุ๋ย อย่างไรก็ตาม ปริมาณโพแทสเซียมในกระถินที่ระดับดังกล่าวมีความเพียงพอต่อการนำไปใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ต้องการโพแทสเซียม 0.6-0.7 เปอร์เซ็นต์ (Armstrong, 1998) ขณะที่ประเทศเอธิโอเปีย Kahsay Berhe and Tothill (1995) พบว่ากระถินหลายพันธุ์ที่ปลูกทดสอบ โดยปลูกด้วยระยะ 1.5x0.25 เมตร มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำอยู่ระหว่าง 0.21-0.29 เปอร์เซ็นต์

3.4 แคลเซียม

ปริมาณแคลเซียมในใบที่ได้จากการทดลอง แต่ละระยะปลูกมีค่าไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 1.37-1.64 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) ส่วนสมคิด และคณะ(2522) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์แคลเซียมที่ได้จากการปลูกระยะต่างๆ กัน และพันธุ์ของกระถินมีเปอร์เซ็นต์แคลเซียมไม่แตกต่างกัน เนื่องจากไม่ได้วิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในปีแรกจึงไม่อาจกล่าวได้ว่าเปอร์เซ็นต์แคลเซียมจะลดลงหรือไม่ แต่ระหว่างปีที่ 2 และ 3 ปริมาณแคลเซียมโดยทั่วไปจะมีค่าไม่ต่างกัน ส่วนชิต และคณะ (2547) ปลูกทดลองกระถินพันธุ์ที่เพชรบุรี พบว่ากระถินแต่ละสายพันธุ์และระยะการตัดกระถินที่อายุต่างกันให้ปริมาณแคลเซียมใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.74-1.22 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนสายัณห์ และคณะ (2546) รายงานว่าการยืดอายุการตัดทำให้ปริมาณแคลเซียมในกระถินมีค่าลดลง ขณะที่กระถินที่ปลูกในประเทศไนจีเรีย Adeneye (1979) พบว่าใบกระถินแก่มีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าที่ได้จากการทดลองนี้ ซึ่งมีแคลเซียมเท่ากับ 2.8 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับ Manidool and Torsakul (1977) ทดลองปลูกกระถินพันธุ์ Ivory Cost และ El Salvador ที่ปากช่อง พบว่ามีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 2.9 และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

แม้ว่าปริมาณแคลเซียมที่ได้จากการทดลองจะเป็นกระถินที่มีอายุ 1 ปี ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมที่ต่ำ แต่พบว่ามีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ที่ต้องการแคลเซียม 0.19-0.40 เปอร์เซ็นต์ (Dalzell *et al*., 1998) ดังนั้นการปลูกกระถินเพื่อเป็นเชื้อเพลิงด้วยระยะปลูกตามที่ทำการทดลอง จะสามารถนำใบกระถินไปใช้ประโยชน์เลี้ยงสัตว์โดยมีปริมาณแคลเซียมที่เพียงพอ โดยไม่จำเป็นต้องเสริมแคลเซียมแก่สัตว์จากแหล่งอื่น ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต อย่างไรก็ตามใบกระถินที่ได้มากจากการปลูกในปีแรก ซึ่งในปีถัดไปปริมาณแคลเซียมอาจลดลงต่ำกว่าปีแรก โดยชาญชัย และคณะ (2517) รายงานว่าในปีที่สองค่าของแคลเซียมในกระถินทุกพันธุ์ลดน้อยลงกว่าปีแรก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแคลเซียมในดินลดลง ทำให้การดูดซึมในปีที่สองน้อยลงด้วย กระถินเป็นพืชที่ต้องการธาตุแคลเซียมสูงเช่นเดียวกับพืชตระกูลถั่วอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่า พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์แคลเซียมสูง มีอัตราการลดลงของธาตุนี้สูงด้วย และเป็นตัวชี้วัดว่า กระถินพันธุ์ที่มีแคลเซียมสูงเหล่านี้ มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณธาตุนี้ในดิน ดังนั้น การใช้ปูนคลุกติดเมล็ดกระถินก่อนปลูก เพื่อเพิ่มแคลเซียมในดิน (Humphreys, 1969) ในอินโดนีเซียและฮาวายก็เช่นกัน ในดินหลายแห่งมีการใส่ปูนเพิ่ม ทำให้กระถินผลิตวัตถุแห้งในใบเพิ่มขึ้น (Dijkman, 1950)

3.5 แมกนีเซียม

จากการทดลอง พบว่าปริมาณแมกนีเซียมที่ได้จากระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร มีปริมาณแมกนีเซียมในใบสูงสุดเท่ากับ 0.31 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) ขณะที่ระยะปลูกแคบ 1x0.5 และระยะปลูกกว้างสุด 2x1 เมตร มีปริมาณแมกนีเซียมต่ำสุดเท่ากับ 0.24 และ 0.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วน Dalzell *et al*. (1998) รายงานว่าการทดสอบกระถินพันธุ์ทารัมบ้าที่ประเทศออสเตรเลีย มีปริมาณแมกนีเซียมเท่ากับ 0.28 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ Adeneye (1979) พบว่าใบกระถินแก่จะมีปริมาณแมกนีเซียมสูงถึง 0.37 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่างจากสายัณห์และคณะ (2546) รายงานว่าการยืดอายุการตัดของกระถินออกไป จะทำให้ปริมาณแมกนีเซียมลดลง ในด้านผลของระยะปลูกที่มีต่อระดับแมกนีเซียมในพืชอื่นๆ พบว่าจากการทดลองผลของระยะปลูกที่มีต่อระดับปริมาณธาตุอาหารพืชของ *Tectona grandis* และ *Terminalia superba* พบว่าปริมาณแมกนีเซียมในพืชลดลงเมื่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะปลูกกว้างขึ้น (Ola-Adams, 1993) อย่างไรก็ตาม พบว่าการเพิ่มขึ้นของธาตุหนึ่งชนิดอาจส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของธาตุชนิดอื่น (Ola-Adams, 1993) และการดูดและสะสมธาตุอาหารในพืชได้รับผลกระทบจากหลายปัจจัย เช่น อายุ ชนิดของพืช (Ovington, 1968) สภาพของดิน (Coile, 1952) และภูมิอากาศ (Bazilevic and Rodin, 1964) ส่วนในแง่ของการนำใบกระถินไปใช้เลี้ยงสัตว์ พบว่าใบกระถินที่ได้จากทุกระยะปลูกสามารถนำไปใช้เลี้ยงโคได้เป็นอย่างดี เนื่องจากระดับแมกนีเซียมที่ได้จากการทดลองมีปริมาณที่มากพอ ซึ่งในโคนมมีความต้องการธาตุแมกนีเซียมเพียง 0.19 เปอร์เซ็นต์ในโคนมที่ให้น้ำนม 6-14 กิโลกรัม/วัน และ 0.12 เปอร์เซ็นต์ในโคเนื้อที่มีน้ำหนักตัว 300-500 กิโลกรัม (Dalzell *et al*., 1998)

3.6 ซัลเฟอร์

ปริมาณซัลเฟอร์ในใบที่ได้จากการทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.36-0.28 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) โดยระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร มีปริมาณซัลเฟอร์สูงสุดเท่ากับ 0.36 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระยะปลูก 1x1 เมตร มีปริมาณซัลเฟอร์ต่ำสุด 0.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการทดลองของ Dalzell *et al*. (1998) พบว่ากระถินพันธุ์ทารัมบ้าที่ทดลองมีปริมาณซัลเฟอร์สูงถึง 0.52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการทดลองของอัษฎาภรณ์ (2552) พบว่ากระถินที่ปลูก มีปริมาณซัลเฟอร์ใกล้เคียงกันเท่ากับ 0.32-0.38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งระดับซัลเฟอร์ดังกล่าว เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์โดยเฉพาะโคที่ต้องการซัลเฟอร์ในปริมาณ 0.15-0.20 เปอร์เซ็นต์ (กรมปศุสัตว์, 2547)

3.7 ADF

ปริมาณ ADF เป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณส่วนที่ย่อยยาก และส่วนที่ย่อยไม่ได้ของพืชว่ามากน้อยเพียงใด ซึ่งจากการทดลองของชื่นจิต (2540) พบว่าการปลูกกระถินโดยใช้ระยะระหว่างแถวแคบ 1 และ 2 เมตร มีปริมาณ ADF ในใบกระถินต่ำกว่าการปลูกโดยใช้ระยะแถวกว้าง 4 เมตร ขณะที่การทดลองนี้ มีปริมาณADF ไม่แตกต่างกันทุกระยะปลูกโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 21.1-24.40 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) ใกล้เคียงกับการทดลองความถี่ของการตัดกระถินของชิต และคณะ (2547) พบว่าเมื่อเพิ่มระยะการตัดจาก 2, 3 และ4 เดือน ปริมาณ ADF จะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 22.8, 25.0 และ25.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วน Arora *et al.* (1986) พบว่ากระถินแต่ละสายพันธุ์ที่ทดสอบ จากการตัดที่อายุ 75 วัน มีปริมาณ ADF อยู่ระหว่าง 18.8- 22.3 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับ Vanlauwe *et al.* (2001) ที่รายงานว่าปริมาณ ADF เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่ออายุเพิ่มขึ้นจาก 1-2 เดือนเป็น 10-11 เดือน โดยที่อายุ 10-11 เดือน ใบกระถินมีปริมาณADF ประมาณ 34 เปอร์เซ็นต์ ส่วน Balogun and Otchere

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(1995) ใช้กระถินพันธุ์ Cunningham ที่ตัดเมื่ออายุ 18-24 เดือนในการทดสอบการกินของแกะ พบว่ามีปริมาณ ADF ประมาณ 25.66 เปอร์เซ็นต์ ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า ADF เป็นส่วนของเยื่อใยที่มีพืชผลิตขึ้นมา เมื่อพืชมีอายุเพิ่มขึ้นปริมาณADF ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งจากการทดลองที่กล่าวมามีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ใบกระถินเลี้ยงสัตว์ แต่ใบกระถินที่ได้จากการทดลองนี้ตัดที่อายุ 1 ปี เนื่องจากมีความต้องการเนื้อไม้เป็นหลัก ดังนั้นจะเห็นได้ว่าไม่ว่าจะปลูกกระถินเพื่อวัตถุประสงค์ใดก็ตาม ใบกระถินที่ได้ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์ได้เช่นเดียวกัน โดยเฉพาะการใช้เลี้ยงโค ซึ่งกานดา และคณะ (2547) รายงานว่าโคนมควรจะได้รับปริมาณ ADF ไม่ต่ำกว่า 19 เปอร์เซ็นต์ เพราะหากต่ำกว่านี้อาจมีผลทำให้ไขมันในน้ำนมลดลง อย่างไรก็ตามปริมาณ ADF ในใบกระถินที่ได้จากการทดลองนี้ มีปริมาณต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับหญ้า การนำใบกระถินมาใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องควรคำนึงปริมาณเยื่อใยที่สัตว์ได้รับต่อวัน กรณีที่สัตว์กินใบกระถินได้น้อย จึงควรเพิ่มอาหารหยาบชนิดอื่นๆ เช่น หญ้าแห้งเพื่อให้ได้รับปริมาณเยื่อใยเพียงพอต่อความต้องการ (ปัญญา และคณะ, 2532)

3.8 NDF

ปริมาณ NDF ของใบกระถินที่ได้จากการทดลอง พบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกันทุกระยะปลูกโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 32.67-34.9 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) ส่วนฉายแสง และคณะ (2548) รายงานว่ากระถินสายพันธุ์ *L. Leucocephala* subsp. Glabrata 34/92 อายุของต้น 6–34 เดือน มีปริมาณ NDF 35.93 เปอร์เซ็นต์ ส่วน Arora *et. al.* (1986) พบว่ากระถินแต่ละสายพันธุ์ที่ทดสอบ จากการตัดที่อายุ 75 วัน มีปริมาณ NDF อยู่ระหว่าง 21.1- 29.3 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การทดลองของชิต และคณะ (2547) พบว่าปริมาณ NDF ที่อายุการตัด 2 เดือน มีค่าเท่ากับ 35.5 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่อายุ 4 เดือนมีปริมาณ NDF เท่ากับ 38.3 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าการทดลองนี้ที่ตัดเมื่ออายุ 1 ปี ปริมาณ NDF ที่เพิ่มขึ้นนั้นเนื่องจาก NDF เป็นค่าที่วิเคราะห์รวมเอาส่วนประกอบของผนังเซลล์ คือ เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส และ ลิกนิน ซึ่งผนังเซลล์เหล่านี้จะมีประโยชน์ต่อสัตว์เคี้ยวเอื้องเพราะในกระเพาะหมัก (rumen) ของสัตว์เคี้ยวเอื้องมีจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสได้ (กรมปศุสัตว์, ม.ป.ป.) ดังนั้นเมื่อพืชมีอายุมากขึ้นจึงทำให้มีปริมาณ NDF เพิ่มขึ้นตามมาด้วย ซึ่งปริมาณ NDF หรือแม้กระทั่งธาตุอาหารอื่นๆจะมีปริมาณมากหรือน้อย แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดพืช อายุพืช ส่วนต่างๆของพืช ตลอดจนฤดูกาลที่เก็บเกี่ยว (Smith, 1991) นอกจากนี้ยังพบว่า พืชตระกูลถั่วมักจะมีปริมาณ NDF น้อยกว่าหญ้า (Dalzell *et al*., 1998) เช่นในการรายงานของ Smith (1991) พบว่าหญ้ากินนีสีม่วงมี NDF เท่ากับ 76.0 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่กระถินมีปริมาณ NDF เพียง 42.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.9 ADL

จากการทดลอง พบว่าปริมาณ ADL ในใบ ที่ได้จากการปลูกแต่ละระยะปลูก มีค่าอยู่ระหว่าง 10.43-13.11 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) โดยการระยะปลูก 1x1 เมตร มีปริมาณ ADL สูงสุดเท่ากับ 13.11 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระยะปลูก 1x1.5 เมตร มีปริมาณ ADL ต่ำสุดเท่ากับ 10.43 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฉายแสง และคณะ (2547) รายงานว่ากระถินที่ปลูกทดสอบทั้ง 17 สายพันธุ์ที่ปากช่อง มีปริมาณ ADL อยู่ระหว่าง 6.4-12.0 เปอร์เซ็นต์ โดยกระถินสายพันธุ์ *L. pulverulenta* 83/87 มีปริมาณ ADL สูงสุดเท่ากับ 12.0 เปอร์เซ็นต์ นั้นมีค่าของการย่อยได้ค่อนข้างต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ *L. collinsii* subsp. Zacapana 56/88 ที่มีปริมาณ ADL ต่ำสุด 6.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณ ADL เป็นส่วนที่อยู่ในส่วนของผนังเซลล์ ซึ่งสัตว์ทั้งกระเพาะเดี่ยว และกระเพาะรวมไม่สามารถย่อยได้ ดังนั้นหากมีลิกนินอยู่ที่ผนังเซลล์พืชมากจะเป็นการจำกัดการย่อยได้ของเส้นใยชนิดอื่น (ลักขณา และคณะ, 2541; พิมพาพร และคณะ, 2543) และหากพืชชนิดใดมีเปอร์เซ็นต์ลิกนินมากการย่อยได้ก็จะลดลงตามเปอร์เซ็นต์ลิกนินที่เพิ่มขึ้น (Stokes and Prostko, n.d.) ส่วนการทดลองของ Vanlauwe *et al.* (2001) รายงานว่าเมื่อกระถินมีอายุเพิ่มขึ้นจาก จาก 1-2 เดือนเป็น 10-11 เดือน ทำให้ปริมาณ ADL เพิ่มขึ้นมากถึง 3 เท่า ส่วน Arora *et al.* (1986) พบว่ากระถินพันธุ์เปรูที่ปลูกทดสอบ มีปริมาณ ADL เท่ากับ 8.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ Cunningham มีปริมาณ ADL เท่ากับ 7.7 เปอร์เซ็นต์ และนอกจากอายุพืชที่ทำให้ปริมาณลิกนินที่สะสมมีเพิ่มขึ้นยังมีปัจจัยอื่นๆอีก ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นในดิน แสง และความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Kenneth and Jung, 2001)

3.10 เฮมิเซลลูโลส

ใบกระถินอายุ 1 ปี ที่ได้จากการทดลอง มีปริมาณเฮมิเซลลูโลสใกล้เคียงกันทุกระยะปลูก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 8.63-12.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) ส่วนฉายแสง และคณะ(2547) รายงานว่ากระถินในแต่ละสายพันธุ์จะให้เฮมิเซลลูโลสได้แตกต่างกันตั้งแต่ 3.62-13.68 เปอร์เซ็นต์ จากการตัดทั้งหมด 8 ครั้งทุกๆ 4 เดือน แต่ไม่ได้ระบุอายุใบกระถินที่นำมาวิเคราะห์ ซึ่งปริมาณเฮมิเซลลูโลสจะเพิ่มขึ้นตามอายุของพืชเช่นเดียวกับเยื่อใยที่พบในพืชทั่วไป โดยปกติมักพบในพืชตระกูลหญ้ามากกว่าถั่ว (กานดา และคณะ, 2547; วิทยา และคณะ, 2547) ส่วน Garcia *et. al.* (1996) รายงานว่ากระถินที่ใช้เลี้ยงสัตว์มีปริมาณเฮมิเซลลูโลสต่ำประมาณ 2.01-7.4 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องจากในกระถินที่วิเคราะห์มีส่วนของก้านใบ และลำต้นรวมอยู่ด้วย จึงมีปริมาณเฮมิเซลลูโลสต่ำกว่าการทดลองนี้ที่ใช้ใบและส่วนที่มีสีเขียวของกระถินในการวิเคราะห์หาปริมาณเฮมิเซลลูโลส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.11 เซลลูโลส

ใบกระถินที่ได้จากการปลูกระยะแตกต่างกัน มีปริมาณเซลลูโลสใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 10.2-12.9 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) ซึ่งเซลลูโลสเป็นคาร์โบไฮเดรทที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างในส่วนผนังเซลล์ชั้นที่ 1 (primary wall) ของพืชที่สัตว์ไม่สามารถย่อยได้ ต้องอาศัยจุลินทรีย์ในกระเพาะช่วยในการย่อย อีกทั้งเซลลูโลสยังสามารถจับตัวกับลิกนินได้จึงทำให้การย่อยได้ของเซลลูโลสลดลง (ศรัณยา และคณะ, 2535; Belyea and Ricketts, 1993) ขณะที่ Garcia *et al.* (1996) รายงานว่าปริมาณเซลลูโลสในกระถิน มีค่าอยู่ระหว่าง 11.0-25.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเซลลูโลสสูงกว่าการทดลองนี้ เนื่องจากมีส่วนของลำต้นรวมอยู่ด้วย ส่วน Arora *et al.* (1986) พบว่ากระถินแต่ละสายพันธุ์ที่ทดสอบ จากการตัดที่อายุ 75 วัน มีปริมาณเซลลูโลสอยู่ระหว่าง 8.3-10.6 เปอร์เซ็นต์ และพบว่า พันธุ์พื้นเมืองมีปริมาณเซลลูโลสสูงสุดเท่ากับ 10.6 เปอร์เซ็นต์

4. การฟื้นตัวหลังการตัด

การฟื้นตัวของกระถินภายหลังการตัด โดยวัดจากจำนวนหน่อที่เจริญออกมา พบว่าการกระถินที่ใช้ระยะปลูกกว้างมีแนวโน้มให้จำนวนหน่อต่อต้นมากกว่าระยะปลูกแคบในทุกระยะเวลาการสุ่มวัดทั้งในปีที่ 1 และปีที่ 2 โดยเฉพาะระยะปลูก 2x1 และ 1x1.5 เมตร ให้จำนวนหน่อมากที่สุดใกล้เคียงกัน ซึ่งคู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน (ม.ป.ป.) รายงานว่ากระถินที่ใช้ระยะปลูกกว้างจะมีขนาดลำต้นใหญ่เร็วขึ้น อีกทั้งกระถินที่มีขนาดลำต้นใหญ่หลังการตัดจะฟื้นตัวเร็ว (ภาพที่ 7) และหากพิจารณาทางด้านจำนวนต้นต่อไร่ของระยะปลูกทั้งสอง พบว่ามีจำนวนต้นต่อไร่น้อยที่สุดคือ ระยะปลูกกว้างสุด 2x1 เมตร มีจำนวน 800 ต้น/ไร่ และระยะปลูก 1x1.5 เมตร มีจำนวน 1,067 ต้น/ไร่ ในขณะที่ระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 และ 1x0.5 เมตร มีจำนวนต้นมากถึง 6,400 และ 3,200 ต้น/ไร่ ตามลำดับ ส่วนระยะปลูก 2x0.5 และ 1x1 เมตร มีจำนวนต้นเท่ากับ 1,600 ต้น/ไร่ และเมื่อมีอายุครบ 1 ปีหลังการตัดในปีที่ 1 พบว่าระยะปลูกกว้าง 2x1 และ 1x1.5 เมตร ให้จำนวนหน่อมากที่สุดเฉลี่ย 2 หน่อต่อต้น ส่วนระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 และ 1x0.5 เมตร ให้จำนวนหน่อน้อยสุดเพียง 1 หน่อต่อต้น แสดงให้เห็นถึงการบดบังแสงและแก่งแย่งปัจจัยที่ใช้ในการเจริญเติบโตอย่างรุนแรงเมื่ออายุมากขึ้น โดยเฉพาะระยะปลูกแคบ ซึ่งพงศักดิ์ และคณะ(2538) รายงานว่าการแก่งแย่งปัจจัยการเจริญเติบโตที่รุนแรงจะเป็นผลทำให้ต้นพืชที่อ่อนแอถูกกำจัดออกไปโดยกระบวนการตามธรรมชาติ และส่งผลต่อขนาดลำต้นกระถินในที่สุด ซึ่งภายหลังการตัดในปีที่ 2 เมื่ออายุครบ 1 ปี ระยะปลูก 2x1และ 1x1.5 เมตร ให้จำนวนหน่อมากสุด 2.3 และ 2.2 หน่อตามลำดับ และระยะปลูกแคบ 1x0.25 และ 1x0.5 เมตร ให้จำนวนหน่อน้อยสุดเพียง 1 หน่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนทางด้านความสูงของหน่อเป็นที่น่าสังเกตว่า เมื่ออายุครบ 1 ปี ความสูงของหน่อมีความสัมพันธ์กับจำนวนหน่อ ซึ่งระยะปลูกกว้าง 2x1 และ 1x1.5 เมตร มีความสูงมากที่สุด เช่นเดียวกับที่มีจำนวนหน่อมากสุด แม้ความสูงจะไม่แตกต่างจากระยะปลูกอื่น (ตารางที่ 3) อย่างไรก็ตาม พบว่าผลผลิตชีวมวลของทุกระยะปลูกที่ได้ในปีที่ 2 เพิ่มมากขึ้นจากปีที่ 1 อย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 5)

ภาพที่ 9 การฟื้นตัวของกระถินหลังการตัดในปีที่ 1 1. ลักษณะการแตกหน่อ 2. การแตกหน่อของระยะปลูก 2x1 เมตร 3. สภาพแปลงเมื่อมีการแตกหน่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ยังพบว่า ลักษณะการฟื้นตัวของกระถินหลังการตัดทั้งสองปีมีความแตกต่างกัน โดยในปีที่ 1 จำนวนหน่อต่อต้นจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นในช่วง 2-8 สัปดาห์หลังตัด และจำนวนหน่อจะมากสุดที่อายุ 10 สัปดาห์ จากนั้นจึงลดลงเมื่ออายุครบ 12 สัปดาห์ (ตารางที่ 10) ในขณะปีที่ 2 จำนวนหน่อต่อต้นมากกว่าปีที่ 1 อย่างเห็นได้ชัดเจน (ตารางที่ 10) สอดคล้องกับการทดลองของ วารินทร์ และสุพจน์ (2526) ซึ่งพบว่าในปีแรกหน่อของกระถินมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าปีที่ 2 เนื่องจากขนาดต้นในปีที่ 2 มีขนาดใหญ่กว่าปีที่ 1 จึงมีจำนวนจุดเจริญ และปริมาณอาหารสำรองที่เคลื่อนย้ายจากลำต้นและรากไปสู่จุดเจริญมากกว่า (คู่มือการปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน, ม.ป.ป.) ซึ่ง Luostarinen and Kauppi (2005) รายงานว่าหลังการตัด พืชจะได้รับอาหารสำรอง (คาร์โบไฮเดรต) จากส่วนของลำต้นและรากเท่านั้น สำหรับใช้ในการฟื้นตัว ดังนั้นลำต้นที่มีขนาดใหญ่จึงช่วยให้มีการแตกหน่อดีกว่า โดยเฉพาะระยะปลูกกว้าง มีจำนวนหน่อที่อายุ 2 สัปดาห์แรกมากถึง 44 หน่อในระยะปลูกกว้างสุด 2x1 เมตร ส่วนระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร มีจำนวน 25 หน่อ และจำนวนหน่อมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น

การฟื้นตัวของกระถินหลังการตัดยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนด้วย ซึ่ง Denton and Nickell (1985) พบว่าปริมาณน้ำฝนส่งผลต่อการขึ้นลงของอัตราการเจริญเติบโตของกระถินยักษ์ตลอดช่วงเวลา 4 ปี และตั้งแต่ช่วงเวลาหลังตัดไปจนถึงอายุ 6 สัปดาห์ของทั้งสองปีของการทดลอง (2550-2551) เป็นช่วงที่ไม่มีฝนตกหรือฝนตกน้อยมาก (ตารางที่ 1) แต่กระถินยังสามารถฟื้นตัวได้ดี เนื่องจากเดือนธันวาคมเป็นช่วงที่เหมาะสมในการตัด (Tewari *et al.,* 2004) โดยเฉพาะในปีที่ 2 อาจกล่าวได้ว่า ระยะปลูกมีผลอย่างมากต่อการฟื้นตัวของกระถินภายหลังการตัด ทั้งนี้การฟื้นตัวยังขึ้นอยู่กับจำนวนจุดเจริญ และปริมาณอาหารสำรองที่เคลื่อนย้ายจากลำต้นและรากไปสู่จุดเจริญดังที่ได้กล่าวมาแล้วด้วย อย่างไรก็ตาม การวัดจำนวนหน่อใช้ระยะเวลาเพียงช่วง 3 เดือนหลังการตัด ซึ่งช่วงเวลาหลังจาก 3 เดือนไปจนถึงอายุครบ 1 ปี เป็นช่วงที่ฝนตก อาจทำให้จำนวนหน่อเปลี่ยนแปลงไปได้เช่นกัน ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่ากระถินมีความสามารถในการฟื้นตัวหลังการตัดได้ดีมาก ส่วน Pottinger and Hughes (1994) รายงานเช่นเดียวกันว่ากระถินมีการเจริญเติบโตรวดเร็ว และมีความสามารถในการแตกหน่อได้ดีจึงเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง แม้ว่าช่วงที่มีการแตกหน่อจะมีเพลี้ยไก่ฟ้าระบาดมาก แม้ว่ากระถินสายพันธุ์ทารัมบ้าที่ใช้ปลูกทดลองทนทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยไก่ฟ้าได้น้อยกว่าสายพันธุ์ลูกผสมอื่นๆ เช่น *L. diversifolia* K156 *L. collinsii* K740 *L. pallid* K817 เป็นต้น (Gunasena and Wickramasinghe, 1994) แต่กระถินยังสามารถเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจากคุณสมบัติที่ดังกล่าว จึงมีความเหมาะสมที่จะนำกระถินมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ด้านการใช้เป็นไม้เชื้อเพลิง

5.1 ค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ (wood density)

จากผลการทดลองค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ของปีที่ 1 ความหนาแน่นของเนื้อไม้ทุกระยะปลูกใกล้เคียงกับโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.43-0.46 g/cm^3 (ตารางที่ 9) มีค่าน้อยกว่าการรายงานของ Pottinger and Hughes (1994) ที่พบว่ากระถินพันธุ์ทารัมบ้าที่ทดสอบมีอายุ 2 ปี มีค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้เท่ากับ 0.59 g/cm^3 ส่วน Anonim (1981) รายงานว่าไม้กระถินมีค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้อยู่ระหว่าง 0.81-0.84 g/cm^3 ความชื้น 15% แต่ไม่ได้ระบุรายละเอียด สายพันธุ์และอายุของไม้กระถิน เนื่องจากความชื้นของไม้มีความสัมพันธ์ตรงกันข้ามกับค่าความหนาแน่นของไม้ (Zobel and Talbert, 1984)

ส่วน Van Den Beldt and Brewbaker รายงานว่ากระถินที่ทดสอบมีค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้อยู่ระหว่าง 0.45-0.55 g/cm^3 ขณะที่ Kovitvadhi and Yantasath (1982) พบว่ากระถินที่ปลูกทดสอบที่เชียงใหม่ อายุ 1.5 ปี มีค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ 0.71 g/cm^3 จัดว่าเป็นไม้เนื้อแข็งขนาดกลาง ส่วน Laxamana (1981) พบว่าเมื่อกระถินสายพันธุ์ K28 มีอายุมากขึ้นจะทำให้มีค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้มากขึ้น กล่าวคือที่อายุ 2 4 และ 6 ปี ให้ค่าความหนาแน่นเท่ากับ 0.518 0.569 และ 0.634 g/cm^3 ตามลำดับ ซึ่ง Ryan (1994) รายงานว่าพืชที่มีอายุน้อยจะมีความหนาแน่นของเนื้อไม้ต่ำ นอกจากนี้ความหนาแน่นของเนื้อไม้จะขึ้นอยู่กับแหล่งที่ปลูก ภูมิอากาศ และสภาพการปลูกด้วย (Ketterings *et al.*, 2001) ส่วน Van Den Beldt (1983) พบว่าระยะปลูกมีผลกระทบต่อสัดส่วนระหว่าง sapwood กับ heartwood โดยความหนาแน่นของเนื้อไม้จะเพิ่มขึ้นจากส่วน pith ไปจนถึง heartwood และจะลดลงจาก heartwood ไปยัง sapwood (Ryan, 1994) ส่วน Koch (1972) รายงานว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้กับจำนวนต้นพืชต่อพื้นที่เป็นไปในทางลบ เฉพาะเมื่อสภาพแวดล้อมมีปัจจัยทางการเจริญเติบโตอย่างจำกัด ซึ่งจะมีผลต่อขนาดท่อลำเลียงและความหนาของผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อพืช ซึ่งทั้งสองมีความสำคัญต่อค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้

ส่วนในปีที่ 2 พบว่าค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้มีค่าต่ำกว่าปีที่ 1 โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.38-0.43 g/cm^3 โดยระยะปลูกกว้าง 2x1 และ 1x1.5 เมตร มีค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้สูงที่สุดเท่ากับ 0.43 g/cm^3 ใกล้เคียงกับระยะปลูก 2x0.5 และ 1x0.25 เมตร (ตารางที่ 9) ซึ่ง Ryan (1994) รายงานว่าระยะปลูกแคบมากจะมีความหนาแน่นของเนื้อไม้ต่ำกว่าระยะปลูกกว้าง ซึ่งพืชสามารถ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วกว่า แต่จากการทดลองนี้พบว่า ระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร มีค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ใกล้เคียงกับระยะปลูกกว้างจากการทดลองทั้งสองปี อาจเนื่องจากการทดลองนี้ค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ที่ตรวจวัดได้มาจากไม้ที่มีอายุเพียง 1 ปีเท่านั้น จึงทำให้เห็นค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ที่ได้จากระยะปลูกแตกต่างกันได้ไม่ชัดเจน ซึ่งค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ที่ได้จากการทดลอง แม้จะมีค่าต่ำกว่าการทดลองอื่นๆ ที่ได้กล่าวมา แต่เมื่อนำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงแล้วพบว่า ให้ผลเป็นที่น่าพอใจเนื่องจากค่าพลังงานความร้อนที่ได้ใกล้เคียงกับหลายๆงานทดลอง

5.2 ค่าความร้อน (heat value)

ค่าความร้อนในปีที่ 1 ของไม้กระถินที่ได้จากแต่ละระยะการปลูกมีค่าไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 4.67-4.71 Kcal/g (ตารางที่ 9) เช่นเดียวกับค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ในปีที่ 1 ที่ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 9) ซึ่งค่าทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน (Pottinger *et al*., 1998) โดยไม้ที่มีความหนาแน่นมากจะให้ค่าความร้อนที่สูงกว่าไม้ที่มีความหนาแน่นน้อย แต่จากการทดลองไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้กับค่าความร้อน ซึ่งการใช้ระยะปลูกแคบให้ไม้ที่มีค่าความร้อนไม่แตกต่างกับระยะปลูกกว้าง

อย่างไรก็ตามผลการทดลองที่ได้มีค่าใกล้เคียงไม้กระถินอายุ 1.5 ปี ที่ปลูกที่เชียงใหม่ ซึ่งมีค่าความร้อนเท่ากับ 4.77 Kcal/g (Kovitvadhi and Yantasath, 1982) ขณะที่ Aguilar (1943) พบว่ากระถินพันธุ์พื้นเมืองให้ค่าความร้อนที่สูงประมาณ 4.6-4.7 Kcal/g และสูงกว่าสายพันธุ์กระถินยักษ์ ส่วน Hartoyo (1982) ศึกษากระถินสายพันธุ์ K28 เป็นแหล่งเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า พบว่ากระถินสายพันธุ์ K28 ให้พลังงานความร้อนได้ 4.374 Kcal/g

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. กระถินที่ใช้ระยะปลูกกว้าง 1x1.5 เมตร ให้ความสูงของลำต้นมากที่สุดในปีที่ 1 ส่วนระยะปลูก 2x1 เมตร ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมากที่สุดจากการทดลองทั้งสองปี และในด้านการฟื้นตัวพบว่า การระยะปลูก 2x1 เมตร ให้จำนวนการแตกหน่อภายหลังการตัดมากที่สุด

2. กระถินโดยใช้ระยะปลูกแคบ 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตลำต้นสดสูงที่สุดของการตัดทั้งสองปี ส่วนการปลูกกระถินโดยใช้ระยะปลูก 1x0.25 เมตร ให้ผลผลิตชีวมวลรวมสูงที่สุด ใกล้เคียงกับระยะปลูกแคบสุด 1x0.5 เมตร และการใช้ระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร มีผลผลิตใบสูงสุดของการตัดทั้งสองปี

3. ในด้านคุณภาพของเนื้อไม้ ระยะปลูกไม่มีผลกระทบต่อค่าพลังงานความร้อนของไม้กระถิน และค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ในปีที่ 1 ส่วนในปีที่ 2 ระยะปลูก 2x1 และ 1x1.5 เมตร มีค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้มากที่สุด

4. การใช้ระยะปลูกกระถินต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม ADF NDF เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลสของกระถิน ส่วนระยะปลูกแคบสุด 1x0.25 เมตร มีปริมาณแมกนีเซียมและซัลเฟอร์สูงที่สุด และระยะปลูก 1x1 เมตร ให้ปริมาณ ADL สูงสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ผลผลิตชีวมวลที่ได้จากการทดลองมาจากการปลูกเพียงสองปี ดังนั้นจึงน่าจะมีการศึกษาต่อในปีต่อๆไป เพื่อศึกษาผลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตในระยะยาว

2. การทดลองครั้งนี้ศึกษาที่ศูนย์วิจัยข้าวโพด และข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา เพียงแห่งเดียว ดังนั้นจึงควรมีการปลูกทดลองสถานที่อื่นๆ ที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างออกไป ซึ่งอาจให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กมล วิศุภกาญจน์. 2529. การทดลองระยะปลูกของไม้นนทรี, น. 116-120. *ใน* **เอกสารรายงานผลงานวนวัฒนวิจัย 2527-2528**. ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2547. **ตารางคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์**. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

กรมปศุสัตว์. ม.ป.ป. **ประวัติการนำเข้าพืชอาหารสัตว์**. ความรู้ด้านอาหารสัตว์. แหล่งที่มา http://www.dld.go.th/nutrition/Nutrition_Knowlage/nutrition_ 1.htm, 20 กันยายน 2551.

_____. ม.ป.ป. **วิธีวิเคราะห์แบบ Detergent**. กรมปศุสัตว์. แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/ncna_nak/index/NDF.html, 18 มีนาคม 2552.

กิตติชัย เจริญขวัญ. 2531. **ความหนาแน่นและลักษณะโครงสร้างของผลผลิตของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซีส อายุ 2 ปี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กานดา นาคมณี, ศรัณยา วิทยานุภาพยืนยง, ศศิธร ถิ่นนคร และอำนาจ ปัญญาปรุ. 2547. การเพิ่มคุณภาพแปลงหญ้ากินนีสีม่วงโดยใช้ถั่วอาหารสัตว์, น. 20-33. *ใน* **รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ประจำปี 2547**. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กัลยา กรงจักร, ศรีฟ้า จือพิมาย, ประพันธ์ โอสถาพันธุ์ และชาญณรงค์ ดวงสะอาด. 2542. การควบคุมเพลี้ยไก่ฟ้ากระถิน, *Heteropsylla cubana* Crawford (Homoptera:Psyllidae) โดยชีววิธีในภาคเหนือของประเทศไทย. **แก่นเกษตร** 27(1): 30-38.

กลุ่มพัฒนาพลังงานชีวมวลและถ่านหิน(ไม้โตเร็ว). 2548. **ศักยภาพพลังงานชีวมวล**. สำนักพัฒนาพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.

เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง. 2533. **รูปทรง อัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตของสวนป่าไม้เลี่ยนอายุ 4 ปี ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กอบแก้ว ตรงคงสิน. 2535. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อน.** ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

จรูญ สุขเกษม, ชวลิต ชโลธร, ดุสิต มานะจุติ และกนิษฐา เอื้องสวัสดิ์. 2540. การเจริญและผลผลิตจากกระถินณรงค์และกระถินยักษ์ ณ จังหวัดเชียงใหม่. **วารสารวิจัยและส่งเสริมการเกษตร** (12-14): 11-27.

จำเป็น อ่อนทอง. 2545. **คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช**. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

เจษฎา เหลืองแจ่ม. 2527. **กระถินยักษ์**. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการป่าไม้ กองบำรุง กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

จุรีรัตน์ สัจจิพานนท์, เดชา ศิริภัทร และแสงอรุณ สมุทรักษ์. 2519. การเปรียบเทียบผลผลิตของกระถิน10 พันธุ์ในพื้นที่ดินเหนียวชัยนาทในเขตชลประทาน. *ใน* **รายงานประจำปี พ.ศ. 2519.** กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

ฉายแสง ไผ่แก้ว, ศศิธร ถิ่นนคร, กานดา นาคมณี และศรันยา วรจิรวณิช. 2548. การทดสอบและคัดเลือกพันธุ์กระถินเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์, น. 28-47. *ใน* **รายงานผลการวิจัยประจำปี 2548**. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2530. **หญ้าและถั่วอาหารสัตว์เมืองร้อน**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2551. **สถิติ: การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืชไร่ด้วยโปรแกรม R**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชิงชัย วิริยะบัญชา, สมิต บุญเสริมสุข, วีรชัย อาจหาญ, สาวิตรี คำหอม, ณัฐพงษ์ ประภาการ, ทิพย์สุภิณฑ์ หินซุย และจิราวัฒน์ วงษ์มาศจันทร์. 2550. การศึกษาต้นแบบโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชน-การศึกษาการปลูกไม้โตเร็วสำหรับใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าในชุมชน-.น. 164-216. *ใน* สุนันทา สมพงษ์, สุภาพร จินดา, วีรชัย อาจหาญ และ วริศพรรณ ศุภมิตรเกษมณี, บรรณาธิการ. **การสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย "โรงไฟฟ้าต้นแบบชีวมวล ขนาดเล็กสำหรับชุมชนแบบครบวงจร"**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, กรุงเทพฯ.

ชิต ยุทธวรวิทย์, สมศักดิ์ เภาทอง, ฉายแสง ไผ่แก้ว และจริยา บุญจรัชชะ. 2547. การถี่ของการตัดที่มี ต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของกระถิน 4 สายพันธุ์, น. 158-171. *ใน* **รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2547**. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ชาญชัย มณีดุลย์, พรเพ็ญ ต่อสกุล และนิตยา ศิริกีรตยานนท์. 2517. ผลผลิตและคุณค่าทางอาหารสัตว์ของกระถิน10 พันธุ์, น. 231-237. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการเกษตรศาสตร์และชีววิทยาแห่งชาติ ครั้งที่ 14 (สาขาสัตว์).** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชื่นจิต แก้วกัญญา. 2540. **การศึกษาระยะปลูกและความสูงในการตัดของกระถินที่ปลูกร่วมกับหญ้า.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐ วรยศ. 2550. การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าระดับชุมชนโดยใช้พลังงานจากไม้โตเร็ว, น. 75-102. *ใน* สุนันทา สมพงษ์, สุภาพร จินดา, วีรชัย อาจหาญ และวริศพรรณ ศุภมิตรเกษมณี, บรรณาธิการ. **การสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย "โรงไฟฟ้าต้นแบบชีวมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชนแบบครบวงจร"**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ณัฐ วรยศ, ณัฐนี วรยศ, ทะนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์, นคร ทิพยาวงศ์, ณัฐวุฒิ ดุษฎี, ชูรัตน์ ธารารัตน์ และ อติพงศ์ นันทพันธุ์. 2551. การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าระดับชุมชนโดยใช้พลังงานจากไม้โตเร็ว, น. 127-146. *ใน* สุนันทา สมพงษ์, สุภาพร จินดา และจุฑามาศ วาสิกรัตน์, บรรณาธิการ. **การสัมมนาเรื่อง ร่วมแก้วิกฤติพลังงานชาติ: ด้วยงานวิจัย วช**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ร่วมกับ ธนาคารพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อยแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

นิวัติ คงกระพี้, กฤษกร รับสมบัติ และวีระชัย อาจหาญ. การทดสอบประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชน, น. 160-173. *ใน* **การสัมมนาเรื่อง ร่วมแก้วิกฤติพลังงานชาติด้วยงานวิจัย วช**. วันที่ 30 เมษายน 2551 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น กรุงเทพฯ.

ทรงยศ โชติชุติมา, สายัณห์ ทัดศรี, ประภา ศรีพิจิตต์, กานดา นาคมณี และณรงค์ฤทธิ์ วงศ์สุวรรณ. 2551. อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตและความหนาแน่นของเนื้อไม้กระถิน, น. 89-92. *ใน* **การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 2**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และสุรเดช จินตกานนท์. 2537. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธำรงศักดิ์ พลบำรุง, ฉายแสง ไผ่แก้ว, จริยา บุญจรัชชะ และสมศักดิ์ เภาทอง. 2546. การศึกษากระถินพันธุ์ต้านทานเพลี้ยไก่ฟ้า(ข) ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี, น. 215-227. *ใน* **รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2546.** กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

บพิตร เกียรติวุฒินนท์. 2528. **ผลของความหนาแน่นต่อผลผลิตของสวนป่าไม้กระถินณรงค์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญฤา วิไลพร. 2536. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อน และการจัดการ**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัญญา ธรรมศาล, ประเสริฐ โพธิ์จันทร์ และสุมน โพธิ์จันทร์. 2532. การใช้ใบกระถินแห้งเป็นอาหารหยาบขุนแกะ, น. 1-13. *ใน* **โครงการวิจัยลำดับที่ 13-0708-31**, ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์สระแก้ว, สระแก้ว.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ. 2529. นิเวศน์วิทยาป่าไม้กับการปลูกป่า, น. 42-63. *ใน* **เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการปลูกสร้างสวนป่า**. กองการเจ้าหน้าที่ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

_____, ปรีชา ธรรมานนท์, บัวเรศ ประไชโย และคณิต ม่วงนิล. 2538. ผลของระยะปลูกและความหนักเบาของการลิดกิ่ง ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส. **วารสารวนศาสตร์** 14: 118-130.

พิมพาพร พลเสน, รำไพร ใจเที่ยง, ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา, โตโมยูกิ คาวาชิมา และวัชรินทร์ บุญภักดี. 2543.การศึกษาคุณค่าทางโภชนะของพืชตระกูลถั่วยืนต้น 3 ชนิดโดยวิธีการต่างๆ กัน, น. 167-183. *ใน* **รายงานผลงานวิจัยกอง อาหารสัตว์ประจำปี2543**. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เพ็ญศรี ศรประสิทธิ์. 2550. The Leucaena bug. **ข่าวสารพืชอาหารสัตว์** 12(3): 27-29.

มณฑล จำเริญพฤกษ์ และสมภัทร คลังทรัพย์. 2546. ผลของระยะปลูกต่อการเติบโตและผลผลิตของสวนป่าไม้ตีนเป็ด. **วารสารวนศาสตร์** 22: 92-99.

ลักขณา วุฒิปราชญ์อำไพ, กานดา นาคมณี, วีระพล พูนพิพัฒน์ และสุภาพร มนต์ชัยกุล. 2541. ผลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิต และส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 3 พันธุ์ในพื้นที่จังหวัดชัยนาท, น. 216-229. *ใน* **รายงานผลงานวิจัยกอง อาหารสัตว์ประจำปี 2546**. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตร และสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วงกต วงศ์อภัย. 2547. ชีวมวลอีกทางเลือกหนึ่งของพลังงานไทย. **มติชนสุดสัปดาห์** 24(1238): 31.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิชาญ ปรึกษากร. 2536. **ผลของความหนาแน่นของหมู่ไม้ต่อรูปทรง อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสวนป่าไม้สะเดา อายุ 8 ปี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิทยา สุมามาลย์, ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา, รำไพร นามสีลี และพิมพาพร พลเสน. 2547. การศึกษาคุณค่าทางโภชนะของพืชอาหารสัตว์: หญ้ากินนีสีม่วงและถั่วท่าพระสไตโล, น. 399-416. *ใน* **รายงานผลงานวิจัยกอง อาหารสัตว์ประจำปี 2547**. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วีรชัย อาจหาญ, ชิงชัย วิริยะบัญชา และ สมิต บุญเสริมสุข. 2551. การศักยภาพการปลูกไม้โตเร็วสำหรับใช้ผลิตไฟฟ้าในชุมสำหับประเทศไทย, น. 147-159. *ใน* สุนันทา สมพงษ์, สุภาพร จินดา และ จุฑามาศ วาสิกรัตน์. **การสัมมนาเรื่อง ร่วมแก้วิกฤติพลังงานชาติ: ด้วยงานวิจัย วช.** สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ร่วมกับ ธนาคารพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อยแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

_____, นิวัฒน์ คงกระพี้, กฤษกร รับสมบัติ, ปภัส ชนะโรค และ ทิพย์สุภินทร์ หินซุย. 2550. การศึกษาต้นแบบโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชน. น. 103-163. *ใน* สุนันทา สมพงษ์, สุภาพร จินดา, วีรชัย อาจหาญ และ วริศพรรณ ศุภมิตรเกษมณี, บรรณาธิการ. **การสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย "โรงไฟฟ้าต้นแบบชีวมวล ขนาดเล็กสำหรับชุมชนแบบครบวงจร"**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, กรุงเทพฯ.

วารินทร์ จิระสุขทวีกุล และสุพจน์ เจริญสุข. 2526. การแตกหน่อของไม้กระถินยักษ์, น. 80. *ใน* **งานวิจัยต้นน้ำ 2520-2547.** กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

ศรัณยา วิทยานุภาพยืนยง, จิตราภรณ์ ธวัชพันธุ์ และอิสสระ กรีธาพล. 2535. การศึกษาคุณค่าอาหารและอนุกรมวิธานของหญ้าพืชอาหารสัตว์บางชนิด, น. 154-203. *ใน* **รายงานผลงานวิจัยกอง อาหารสัตว์ประจำปี 2535**. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมคิด รื่นภาควุฒิ, ชาญชัย มณีดุลย์ และนิตยา ศิริกีรติยานนท์. 2522. อิทธิพลของระยะระหว่างต้นต่อผลผลิตของกระถิน 3 พันธุ์, น. 255-262. *ใน* **รายงานผลการวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2522**. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ สุขวงศ์. 2550. **การจัดการป่าชุมชน: เพื่อคนและเพื่อป่า.** บริษัททวีวัฒน์การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน. 2529. การเจริญเติบโตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและผลผลิตไม้ฟืนของกระถินยักษ์ที่ใช้ระยะปลูกต่างๆ ที่สะแกราช จังหวัดนครราชสีมา, น. 309-322. *ใน* **เอกสารรายงานผลงานวนวัฒนวิจัย 2527-2528**. ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้.

สายัณห์ ทัดศรี. 2547. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อน**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สายัณห์ ทัดศรี, ประภา ศรีพิจิตต์, กานดา นาคมณี และณรงค์ฤทธิ์ วงศ์สุวรรณ. 2551. การศึกษามวลชีวภาพของกระถินเพื่อใช้เป็นแหล่งทดแทนพลังงานอย่างยั่งยืน, น. 113-1 26. *ใน* **การสัมมนาเรื่อง ร่วมแก้วิกฤติพลังงานชาติด้วยงานวิจัย วช**, วันที่ 30 เมษายน 2551 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น, กรุงเทพมหานคร.

สุทัศน์ เล้าสกุล. 2543. การทดลองระยะปลูกไม้สะเดา, น. 126-136. *ใน* **เอกสารรายงานวนวัฒนวิจัยประจำปี 2543**. ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้.

สุรพันธ์ จันทรประภา. 2529. **ผลของความหนาแน่นและลักษณะโครงสร้างของผลผลิตของสวนป่าไม้นนทรี**. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2550. หลักการและเหตุผล, น. 1. *ใน* สุนันทา สมพงษ์, สุภาพร จินดา, วีรชัย อาจหาญ และ วริศพรรณ ศุภมิตรเกษมณี. **การสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย "โรงไฟฟ้าต้นแบบชีวมวล ขนาดเล็กสำหรับชุมชนแบบครบวงจร"**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัษฎาภรณ์ กาญจนคูหา. 2552. **การเจริญเติบโต และมวลชีวภาพของกระถิน 5 พันธุ์/สายพันธุ์ในระยะปีแรกของการปลูก เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่ยั่งยืน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรรถพล ตุลารักษ์. 2529. การทดลองระยะปลูกไม้ซ้อ ในท้องที่สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าลานสาง, น. 141-146. *ใน* **เอกสารรายงานผลงานวนวัฒนวิจัย 2527-2528**. ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

อำนวย คอวนิช. 2522. **การปลูกสร้างสวนป่าในประเทศไทย.** บทความบรรยายในการอบรมเจ้าหน้าที่สวนป่าของกรมป่าไม้. 19น.

อุทัย คันโธ. 2529. **อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก**. เอกสารเผยแพร่ ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ. 297น.

Adeneye, J.A. 1979. A note on the nutrient and mineral composition of *Leucaena leucocephala* in Western Nigeria. **Animal Feed Science and Technology** 4(3): 221-225.

Aguilar, L. 1943. Calorific values of Philippine wood. **Philippine Journal of Forestry** 6(2): 217-228.

Anonim. 1981. **Forestry Compendium**. CAB International. Available Source: http://www.worldagroforestry.org/Sea/Products/AFDbases/wd/asps/DisplayDetail.asp?SpecID=1954, August 9, 2008.

Armstrong, D.L. 1998. Potassium in animal nutrition. **Better Crops** 3(82): 32-36.

Arora, S.K., R.S. Paroda, U.N. Joshi, M.L. Saini and J.V. Singh. 1986. Forage Yield and Quality of some Leucaena Cultivars in the Semiarid Region of Hisar. **Forest Ecology and Management** 16: 355-366.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Balogun, R.O and E.O. Otchere. 1995. Effect of level of *Leucaena leucocephala* in the diet on feed intake, growth and feed efficiency of Yankasa rams. **Trop. Grass**. 29: 150-154.

Bazilevic, N.I. and L.E. Rodin. 1964. The biological cycle of ash elements and nitrogen for the principal zones of Northern hemispheres, pp. 833-844. *In* **Proceedings 8th International Conference of Soil Science**, Bucharest, Romania.

Belyea, R.L. and R.E. Ricketts. 1993. **Forages for Cattle: New Methods of Determining Energy Content and Evaluating Heat Damage**. University of Missouri Extentsion**.** Available Source: http://extension.missouri.edu/xplor/agguides/dairy/g03150.htm, December 6, 2009.

Boltz, D.F. 1958. **The Colorimetric Determination of Nonmetals**. Interscience Publishers, Inc., New York.

Booth, T.H. 1990. Mapping regions climatically suitable for particular tree species at the global scale. **Forest Ecology and Management** 36: 47-60.

Braathe, P. 1952. The effect of different spacing upon stand development and yield in forest of Norway spruce. **Medd. Fra. Det. Norske Skogforoksvesen** 6: 425-469.

Brewbaker. J.L. 1994. Exploiting opportunities for improvement in leucaena, pp. 75-79. *In* Shelton, H.M., C.M. Piggin and J.L. Brewbaker, eds. **Proceeding of workshop held in Bogor**, Indonesia.

_____, N. Hegde, E.M. Hutton, R.J. Jones, J.B. Lowry, F. Moog, and R. J. Vanden Beldt. 1985. Leucaena-forage production and use. **NFTA, Hawaii. 39.**

Chave, J. 2005. **wood density measurement protocol**. Available Source: http://www.edb.ups-tlse.fr/equipe1/chave/wood-density-protocol.pdf, August 30, 2008.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Coile, T.S. 1952. Soil and the growth of forests. **Adv. Agron.** 4: 329-396.

Dalzell, S.A., J.L. Stewart, A. Tolera and D.M. McNeill. 1998. Chemical composition of *Leucaena* and implications for forage quality, pp. 227-246. *In* Shelton, H.M., R.C. Gutteridge, B.F. Mullen and R.A. Bray, eds. **ACIAR Proceedings No. 86.** Watson Ferguson & Co., Australia.

_____, H.M. Shelton, B.F. Mullen, P.H. Larsen and K.G. McLaughlin. 2006. **Leucaena: a Guide to Establishment and Management.** Meat & Livestock Australia Ltd. Sydney, Australia.

Denton, F.H. and T. Nickell. 1985. Rainfall and growth of giant leucaena. **Leucaena Research Reports** 6: 84-853.

Dijkman, M.J. 1950. Leucaena, promising soil erosion control plant. **Econ. Bot.** 4: 337 – 349.

D' Mello, J.P.F. and D. Thomus. 1978. The nutritive value of dried leucaena leaf meal Malawi: Studies with young chicks. **Trop. Agr.** 50:45-50.

Duhoux, E. and Y. Dommergues. 1985. The Use of Nitrogen Fixing Trees in Forestry and Soil Restorationin the Tropics, pp. 384–400. *In* H. Ssali and S.O. Keya, eds. **Biological Nitrogen Fixation in Africa.** Nairobi Mircen, Kenya**.**

Duke, J.A. 1983. **Hanbook of Energy Crops**. unpublished.

Dutt, A.K. and U. Jamwal. 1987. Effect of coppicing at different heights on wood production in leucaena. **Leucaena Research Report** 8: 27-28.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Erdmann, T.K., P.K.R. Nair and B.T. Kang. 1993. Effects of cutting frequency and cutting height on reserve carbohydrates in *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. **For. Ecol. Manage.** 57: 45–60.

Escolano, E.U., E.V. Gonzales and J.A. Semana. 1978. Proximate chemical composition of giant ipil-ipil wood from different sources. **FORPRIDE Digest** 7(4): 18-22.

Evert, F. 1971. Spacing study-a review. **Information Report FMR-X-37.** Can. For. Serv.

Farìa-Mármol, J., D.E. Morillo and L.R. McDowell. 1996. *In Vitro* digestibility, crude protein, and mineral concentrations of *Leucaena leucocephala* accessions in a wet/dry tropical region of Venezuela. **Soil science and plant analysis** 27 (13,14): 2663-2674.

Galgal, K.K., H.M. Shelton, B.F. Mullen and R.C. Gutteridge. 2006. Animal production potential of some new leucaena accessions in the Markham Valley, Papua New Guinea. **Trop. Grass**. 40: 70-78.

Garcia, G. W., T. U. Ferguson, F. A. Neckles and K. A. E. Archibald. 1996. The nutritive value and forage productivity of *Leucaena leucocephala*. **Animal Feed Science and Technology** 60: 29-41.

Ghatnekar, S.D., D.G. Auti and V.S. Kamat. 1982. Biomanagement of leucaena plantations by ion exchange (India) LTD[1], pp. 109-112. *In* **Proceedings of a workshop held in Singaspore, 23-26 November 1982.** Ont., IDRC.

Goering, H. K. and P.J. Van Soest. 1970. **Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagent,Procedures and Some Applications)**. United State Department of Agriculture, Washington D.C., U.S.A.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Guevarra, A.B. 1976. **Management of *Leucaena leucocephala* (Lam.) deWit for maximum yield and nitrogen contribution to intercropped corn**. Ph.D. thesis, University of Hawaii.

Gunasena, H.P.M. and I.P. Wickramasinghe. 1994. Leucaena in Sri Lanka , pp. 196-198. *In* Shelton, H.M., C.M. Piggin and J.L. Brewbaker, eds. **Proceeding of workshop held in Bogor**, Indonesia.

Hartoyo. 1982. **Study pengembangan lamtoro gung (*Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) sebagai sumber energi Balai Penelitian Hasil Hutan Bogor**. Seminar Nasional Lamtoro I. (BPPT), Jakarta.

Hegde, N. 1982. Leucaena forage management in India, pp. 73-78. *In* **Proceedings of a workshop held in Singaspore, 23-26 November 1982.** Ont., IDRC.

Hill, G.D. 1971. *Leucaena leucocephala* for pasture in the tropics. **Herb. Abat.** 41: 111-119.

Holmes, J.R.B. and D. Tackle. 1962. Height growth of lodgepole pine in Montana related to soil and stand factors. **Montana For. and conserve. Expt. Sta. Bull.** 21: 12.

Humphreys, L.R. 1980. **A Guide to Better Pasture f or the Tropic and Sub-tropics**. Wright Stephenson and Co. (Australia). Pty. Ltd, Brisbane.

Kahsay Berhe and J.C. Tothill. 1995. Performance, feed quality and P response of *Leucaena* and *Calliandra* species grown as hedgerows on an acidic nitisol at Sodda, Ethiopia. **Trop. Grass**. 29: 1-8.

Kanmegne, J., L.A. Bayomock, B. Duguma and D.O. Ladipo. 2000. Screening of 18 agroforestry species for highly acid and aluminum toxic soils of the humid tropics. **Agroforestry Systems** 49: 31–39.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kenneth, J.M. and H. J. G. Jung. 2001. Lignin and fiber digestion. **J. Range Manage.** 54(4): 420-430.

Kettering, Q.M., R. Coe, M.V. Noordwijk, Y. Ambagauand and C.A. Palm. 2001. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. **Forest ecology and management** 146: 199-209.

Kinch, D.M. and J.C. Ripperton. 1962. Koa haole, production and processing. **Hawaii Agricultural Experiment Station Techical Bulletin.** 129: 58.

Kittredge, J. 1944. Estimation of type amount of foliage of trees and stands. **J. For.** 42: 905-912.

Koch, P. 1972. **Utilization of the Southern Pines, Vol. I The Raw Material**. U.S. Dept. of Agriculture Forest Service, US Government Printing Office, Washington, DC.

Kovitvadhi, K. and K. Yantasath. 1982. Research on Leucaena and other nitrogen-fixing trees at the Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), pp. 133-136. *In* **Proceedings of a workshop held in Singaspore, 23-26 November 1982.** Ont., IDRC.

Kumar, B.M., S.S. Kumar and R.F. Fisher. 1998. Intercropping teak with *Leucaena* increases tree growth and modifies soil characteristics. **Agrofor. Syst.** 42:81–89.

Lalljee, B., S. Facknath and A.M. Osman. 1998. Improvement of soil properties under long-term *leucaena leucocephala*, pp. 178-180. *In* Shelton, H.M., R.C. Gutteridge, B.F. Mullen and R.A. Bray, eds. **ACIAR Proceedings No. 86.** Watson Ferguson & Co., Australia.

Latt, C.R., P.K.R. Nair and B. T. Kang. 2000. Interactions among cutting frequency, reservecarbohydrates, and post-cutting biomass productionin *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala*. **Agroforestry Systems** 50: 27–46.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Laxamana, N.B. 1981. **Calorific value and specific gravity of giant ipil-ipil (PCARR-IBRD project 5.1)**. College, Laguna, Philippines, FPRDI (Forest Products Research and Development Institute) (unpublished manuscript).

Liu Guodao, Jiang Houming, Xin Yinen and He Huaxian. 1994. Development of leucaena in China, pp. 177-181. *In* Shelton, H.M., C.M. Piggin and J.L. Brewbaker, eds. **Proceeding of workshop held in Bogor**, Indonesia.

Lopez, F., M.M. Garcia, R. Yanez, R. Tapias, M. Fernandez and M.J. Diaz. 2008. Leucaena species valoration for biomass and paper production in 1 and 2 year harvest. **Bioresource Technol**. 99: 4846–4853.

Luostarinen, K and A. Kauppi. 2005. Effects of coppicing on the root and stump carbohydrate dynamics in birches**. New Forests** 29: 289-303.

Manidool, C. 1982. Leucaena leafmeal and forage in Thailand, pp. 65-68. *In* **Proceedings of a workshop held in Singaspore, 23-26 November 1982.** Ont., IDRC.

_____ and P. Torsakul. 1977. Yields and nutritive value of ten leucaena strains. **Thai. J. Agric Sci.** 10: 509-516.

Norton. B.W., B. Lowry and C. McSweeney. 1994. The nutritive value of leucaena species, pp. 103-111. *In* Shelton, H.M., C.M. Piggin and J.L. Brewbaker, eds. **Proceeding of workshop held in Bogor**, Indonesia.

Nyathi, P., H.H. Dhliwayo, and B.H. Dzowela. 1995. The response of tree *Leucaena leucocephala* cultivars to a four cycle-cutting frequency under rainfed dryland condition in Zimbabwe. **Trop. Grass.** 29: 9-12.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Oakes, A.J. 1968. *Leucaena leucocephala* description, culture, utilization. **Adv. Front. Plant Sci.** 20: 111-114.

Ola-Adams, B.A. 1993. Effects of spacing on biomass distribution and nutrient content of *Tectona grandis* Linn. f. (teak) and *Terminalia superba* Engl. & Diels. (afara) in south-western Nigeria. **Forest Ecology and Management** 58: 299-319.

Otsyina, R.,J. Hanson and E. Akyeampong. 1994. Leucaena in East Africa, pp. 137-141. *In* Shelton, H.M., C.M. Piggin and J.L. Brewbaker, eds. **Proceeding of workshop held in Bogor**, Indonesia.

Ovington, J.D., 1968. Some factors affecting nutrient distribution within ecosystems. *In*: UNESCO (Editors), **Functioning of the Terrestrial Ecosystems at the Primary Production Level**. UNESCO, Paris.

Palmer, B., R.A. Bray, T.M. Ibrahim and M.G. Fulloon. 1989. The effect of the leucaena psyllid on the yield of *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham at four sites in the tropics. **Trop. Grass**. 23 (2): 105-107.

Parrotta, J.A. 1992. ***Leucaena leucocephala* (Lam.) deWit *Leucaena*, tantan**. SO-ITFSM-52. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA.

Pathak, P.S. and B.D. Patil. 1982. Leucaena research at the Indian Grassland and Fodder Research Institute (IGFRI), pp. 83-88. *In* **Proceedings of a workshop held in Singaspore, 23-26 November 1982.** Ont., IDRC.

Piggin, C.M. and J. Nulik. 2005. Leucaena: sustainable crop and livestock production systems in Nusa Tenggara Timur Province, Indonesia. **Trop. Grass.** 4: 218.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Piggin, C.M., H.M. Shelton and P.J. Dart. 1994. Establishment and early growth of leucaena, pp. 87-93. *In* Shelton, H.M., C.M. Piggin and J.L. Brewbaker, eds. **Proceeding of workshop held in Bogor**, Indonesia.

Piispanen and Saranpää. 2001. Variation of non-structural carbohydrates in silver birch (*Betula pendula* Roth) wood. **Trees** 15: 444–451.

Pottinger, A.J. and C.E. Hughes. 1994. A review of wood quality in leucaena, pp. 98-102. *In* Shelton, H.M., C.M. Piggin and J.L. Brewbaker, eds. **Proceeding of workshop held in Bogor**, Indonesia.

_____, I.D. Gourlay, F.G. Gabunada Jr., B.F. Mullen and E.G. Ponce. 1998. Wood density and yield in the genus leucaena, pp. 96-102. *In* Shelton, H.M., R.C. Gutteridge, B.F. Mullen and R.A. Bray, eds. **ACIAR Proceedings No. 86.** Watson Ferguson & Co., Australia.

Rocafort, J.E., A.R. Floresca and J.O. Siopongco. 1971. **Fourth progress report on the specific gravity of Philippine woods**. Philippine Architecture (Engineering and Construction Record), 18 (5).

Ryan, P.A. 1994. The use of tree legumes for fuelwood production, pp. 111-119. *In* Ross C. Gutteridge and H. Max Shelton, eds. **Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture**. UK.

Sampet, C., R.J. Van Den Beldt and V. Pattaro. 1994. Leucaena in Thailand, pp. 199-201. *In* Shelton, H.M., C.M. Piggin and J.L. Brewbaker, eds. **Proceeding of workshop held in Bogor**, Indonesia.

Savory, R. 1979. ***Leucaena leucocephala*** **(Lam.) de Wit: varietal evaluation and agronomy**. Ph.D. thesis, University of London.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Smith, O.B. 1991. Fodder trees and shrubs in range and farming systems in tropical humid Africa, pp. 43-59. *In* Speedy, A and P.L. Pugliese, eds. **Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock.** Proceedings of the FAO Expert Consultation held at the Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI) in Kuala Lumpur, Malaysia.

Stiell, W.M. and A.B. Berry. 1967. **White spruce plantation, growth yield of the Petawana For. Expt. Sta. Dep. Forest and Rural Development**. Can Publ. No. 1200. 127p.

Stokes, S.R. and E.P. Prostko. n.d. **Understanding Forage Quality Analysis.** Texas Agricultural Extension Service. Available Source: http://animalscience.tamu.edu/images/pdf/dairy/dairy-understanding-forage-quality-analysis.pdf, April 8, 2009.

Swaasdiphanich, S. 1992. **Environmental influences on forage yield of Shrub Legume**. Ph.D. thesis, University of Queensland.

Ta-Wei, H. and T. Kiang. 1982. Leucaena research in Taiwan, pp. 127-132. *In* **Proceedings of a workshop held in Singaspore, 23-26 November 1982.** Ont., IDRC.

Tadaki, Y., N. Ogata and Y. Nagatomo. 1965. The dry matter productivity in several stand of Cryptomeria japonica in Kyushu. **Bull. Gov. For. Expt. St. Tokyo.** 173: 45-66.

Takahashi, M. and J.C. Ripperton. 1949. Koa haole (Leucaena glauca): its establishment, culture and utilization as a forage crop**. Hawaii Agricultural Experiment Station Techical Bulletin**, 100p.

Tanaka, N. 1993. **CFRL/TC Research report No.5. RFD.** Ministry of Agriculture and coorperatives, Thailand.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Tewari, S. K., Katiyar, R. S., Balak Ram and P. N. Misra. 2004. Effect of age and season of harvesting on the growth, coppicing characteristics and biomass productivity of *Leucaena leucocephala* and *Vitex negundo*. **Biomass and bioenergy** 26(3): 229-234.

Toumey, J.W. 1947. **Foundations of Silviculture : Upon an Ecological Basis**. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Tudsri, S. and C. Keawkunya. 2002. Effect of row spacing and cutting intensity on the growth of Leuceana and three associated Grasses in Thailand. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences** 15: 986-99.

_____, Y. Ishii, H. Numaguchi and S. Prasanpanich. 2002. The effect of cutting interval on the growth of *Leucaena leucocephala* and three associated grasses in Thailand. **Trop. Grass.** 36: 90–96.

Van den Beldt, R.J. 1982. Effect of spacing on growth of Leucaena, pp. 103-108. *In* **Proceedings of a workshop held in Singaspore, 23-26 November 1982.** Ont., IDRC.

_____. 1983. **Effect of spacing on growth of leucaena**. Leucaena research in the Asia-Pacific region. International development research center.

_____. and J.L. Brewbaker., eds. 1985. **Leucaena wood production and use**, Waimanalo, Hi; Nitrogen Fixing Tree Association, 50p.

Vanlauwe1, B., K. Aihou, S. Aman, B. K. Tossah, J. Diels1, N. Sanginga1 and R. Merckx. 2001. Leaf quality of selected hedgerow species at two canopy ages in the derived savanna zone of West Africa. **Agroforestry Systems** 53: 21–30.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wandera, F.P., and D.M.G. Njarui. 1998. Psyllid tolerance and productivity of leucaena species and hybrids in semi-arid Kenya, pp. 136-140. *In* Shelton, H.M., R.C. Gutteridge, B.F. Mullen and R.A. Bray, eds. **ACIAR Proceedings No. 86.** Watson Ferguson & Co., Australia.

Wong, C.C. and C. Devendra. 1982. Research on leucaena forage production in Malaysia, pp. 55-60. *In* **Proceedings of a workshop held in Singaspore, 23-26 November 1982.** Ont., IDRC.

Zobel, B. and J. Talbert. 1984. Wood and Tree Improvement, pp. 376-413. *In* **Applied Forest Tree Improvement.** Wiley, New York.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายทรงยศ โชติชุติมา
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 13 มิถุนายน 2527
สถานที่เกิด	ยโสธร
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์