การปลูกถั่วฝักยาว *Vigna sesquipedalis* Fruw. ปลอดสารกำจัดศัตรูพืช โดยไม่ใช้ดิน

นางสาว นิยะดา ตั้งสิริมิตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542
ISBN 974-334-956-1
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SOILLESS CULTURE FOR PESTICIDE-FREE OF YARD LONG BEAN

(*Vigna sesquipiedalis* Fruw.)

Miss Niyada Tangsirimit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirments

for the Degree of Master of Science in Botany

Department of Botany

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 1999

ISBN 974-334-956-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปลูกถั่วฝักยาว *Vigna sesquipedalis* Fruw. ปลอดสารกำจัดศัตรูพืช โดยไม่ใช้ดิน
โดย	นางสาว นิยะดา ตั้งสิริมิตร
ภาควิชา	พฤกษศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กระบวน วัฒนปรีชานนท์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย โพธิ์พิจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุมิตรา คงชื่นสิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กระบวน วัฒนปรีชานนท์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. อรุณี จันทรสนิท)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นันทนา อังกินันทน์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นิยะดา ตั้งสิริมิตร : การปลูกถั่วฝักยาว *Vigna sesquipiedalis* Fruw. ปลอดสารกำจัดศัตรูพืชโดยไม่ใช้ดิน. (SOILLESS CULTURE FOR PESTICIDE-FREE OF YARD LONG BEAN (*Vigna sesquipiedalis* Fruw.)) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. กระบวน วัฒนปรีชานนท์, 84 หน้า. ISBN 974-334-956-1.

จากการศึกษาการปลูกถั่วฝักยาว *Vigna sesquipiedalis* Fruw. ปลอดสารกำจัดศัตรูพืชโดยปลูกบนวัสดุปลูก 4 ชนิดคือทราย ทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร และดิน ในสภาพกลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่าย ในฤดูฝน (กรกฎาคม-กันยายน 2541) ฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2541-มกราคม 2542) และฤดูร้อน (มีนาคม-พฤษภาคม 2542) พบว่าต้นถั่วที่ปลูกกลางแจ้งในฤดูหนาว บนทรายผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร มีการเจริญเติบโตดี ให้น้ำหนักสดเฉลี่ยของต้น น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้น ความสูงเฉลี่ยของต้น น้ำหนักสดเฉลี่ยของฝัก และจำนวนฝักเฉลี่ย เท่ากับ 476.41 กรัมต่อต้น 126.61 กรัมต่อต้น 6.03 เมตรต่อต้น 478.53 กรัมต่อต้น และ 19.01 ฝักต่อต้น ตามลำดับ มากกว่าที่ปลูกบนทรายผสมถ่านแกลบ และทราย แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับถั่วฝักยาวที่ปลูกบนดิน ซึ่งมีน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้น น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้น ความสูงเฉลี่ยของต้น น้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักและจำนวนฝักเฉลี่ยเท่ากับ 485.27กรัมต่อต้น 123.71 กรัมต่อต้น 5.46 เมตรต่อต้น 418.02 กรัมต่อต้น และ 15.90 ฝักต่อต้น ตามลำดับ ถั่วฝักยาวที่ปลูกภายใต้โรงเรือนในฤดูหนาว บนทรายผสมขุยมะพร้าว มีความยาวเฉลี่ยของฝักมากที่สุดเท่ากับ 54.35 เซนติเมตรต่อฝัก

ถั่วฝักยาวที่ปลูกกลางแจ้งในฤดูฝนบนทรายผสมขุยมะพร้าวมีปริมาณไนโตรเจนในฝักถั่วสูงสุดเท่ากับ 1.280 % ถั่วฝักยาวที่ปลูกภายใต้โรงเรือนในฤดูฝนบนทรายผสมถ่านแกลบมีปริมาณฟอสฟอรัสในฝักถั่วสูงสุดเท่ากับ 0.980 % ถั่วฝักยาวที่ปลูกภายใต้โรงเรือนในฤดูร้อนบนดินมีปริมาณโพแทสเซียมในฝักถั่วสูงสุดเท่ากับ 3.772 % ถั่วฝักยาวที่ปลูกกลางแจ้งในฤดูร้อนบนทรายผสมขุยมะพร้าวมีปริมาณแคลเซียมในฝักถั่วสูงสุดเท่ากับ 0.342 % ถั่วฝักยาวที่ปลูกภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อนในฤดูหนาวบนทรายผสมขุยมะพร้าวมีปริมาณแมกนีเซียมในฝักถั่วสูงสุดเท่ากับ 0.825 % และถั่วฝักยาวที่ปลูกกลางแจ้งในฤดูหนาวบนดินมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในฝักถั่วสูงสุดเท่ากับ 65.51 %

ในการทดลองนี้ไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเลยแต่มีการใช้สารสกัดจากสะเดาเพื่อลดการแพร่ระบาดของเพลี้ยอ่อน

ภาควิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2542

3970837123 : MAJOR BOTANY

KEY WORD: SOILLESS CULTURE / PESTICIDE-FREE / YARD LONG BEAN /

NIYADA TANGSIRIMIT : SOILLESS CULTURE FOR PESTICIDE-FREE OF YARD LONG BEAN (*Vigna sesquipiedalis* Fruw.).THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. KRABUAN WATTANAPREECHANON, 84 pp. ISBN 974-334-956-1.

The study on growing pesticide-free of yard long bean (*Vigna sesquipiedalis* Fruw.) in sand, the mixtures of sand and coconut coir (1:1 v/v), sand and rice ash (1:1 v/v) and soil as substrates under a net house and open field in rainy season (July-September 1998), dry season (November 1998-January 1999) and hot season (March-May 1999) was reported.

Growth and yield of yard long bean grown in sand/coconut coir under open field in dry season were good. The average of fresh weight of plant (476.41 gm/pl), dry weight (126.61 gm/pl), height of plant (6.03 m/pl), fresh weight of pod (478.53 gm/pl) and the number of pod (19.01 pods/pl) was higher than those grown in sand/rice ash and sand, respectively. However, there was no significant difference between sand/coconut coir and soil. The yard long bean grown in soil gave the fresh weight of plant (485.27 gm/pl), dry weight (123.71 gm/pl), height (5.46 m/pl), fresh weight of pod (418.02 gm/pl) and the number of pod (15.90 pods/pl). In dry season under a net house, the yard long bean grown in the mixture of sand and coconut coir gave the highest of pod length (54.35 cm/pod)

The highest contents of total nitrogen found in yard long bean pod (1.280%) were those grown in sand/coconut coir under open field in rainy season, phosphorus (0.980%) in sand/rice ash under a net house in rainy season, potassium (3.772%) in soil under a net house in hot season, calcium (0.342%) in sand/coconut coir under open field in hot season, magnesium (0.825%) in sand/coconut coir under a net house in dry season and total sugar (65.51%) in soil under open field in dry season.

However, there was no any synthetic pesticide used in this experiment, only the extract of neem seed was used to decrease the epidermic of aphids.

ภาควิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2542

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กระบวน วัฒนปรีชานนท์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษา กำลังใจ รวมทั้งชี้แนะสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ สุมิตรา คงชื่นสิน รองศาสตราจารย์ ดร. อรุณี จันทรสนิท และรองศาสตราจารย์ นันทนา อังกินันทน์ ที่ได้กรุณาแนะนำแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณเอนก กิมยู่ฮะ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิศวกรรมเกษตรบางพูน จ.ปทุมธานี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาในด้านการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร

ขอขอบคุณ อาจารย์ ทรงศักดิ์ สำราญสุข ที่ได้ให้คำปรึกษาในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบคุณ คุณประยุกต์ ศรีวิไล และคุณวันชัย สังฆ์สุข ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาในเรื่องการสร้างโรงเรือน

ขอขอบคุณ คุณธาริณี พังจุนันท์ คุณวชิราภรณ์ พวงภู่ คุณสุวิชา บุญเลี้ยง และคุณนิตยา หอมจันทร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาในเรื่องการถ่ายภาพ การนำเสนอผลงาน และเป็นกำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ บิดา-มารดา ครอบครัว สำหรับความช่วยเหลือ ความรัก ความอบอุ่น และกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1. บทนำ..... 1
2. สำรวจเอกสาร..... 3
3. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการทดลอง..... 17
4. ผลการทดลอง..... 26
5. วิจารณ์ผลการทดลอง..... 57
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 64

รายการอ้างอิง..... 66

ภาคผนวก..... 70

ภาคผนวก ก..... 71

ภาคผนวก ข..... 80

ประวัติผู้วิจัย..... 84

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

		หน้า
1	น้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นถั่ว (กรัมต่อต้น) ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน	27
2	น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นถั่ว (กรัมต่อต้น) ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน	28
3	ความสูงเฉลี่ยของต้นถั่ว (เมตรต่อต้น) ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน	30
4	น้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่ว (กรัมต่อต้น) ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน	31
5	น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักถั่ว (กรัมต่อต้น) ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน	33
6	จำนวนฝักถั่วเฉลี่ย (ฝักต่อต้น) ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน	34
7	ความยาวเฉลี่ยของฝักถั่ว (เซนติเมตรต่อฝัก) ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน	36
8	ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) ทั้งหมดในฝักถั่ว ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน	38
9	ปริมาณฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ทั้งหมดในฝักถั่ว ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูกและฤดูกาลที่ต่างกัน	39
10	ปริมาณโพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ทั้งหมดในฝักถั่ว ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูกและฤดูกาลที่ต่างกัน	40
11	ปริมาณแคลเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในฝักถั่ว ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน	41
12	ปริมาณแมกนีเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในฝักถั่ว ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน	42
13	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ในฝักถั่ว ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน	44
14	ค่าความหนาแน่นรวมของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก	45
15	ค่าความจุความชื้น (เปอร์เซ็นต์) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก	46
16	ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก	47

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
17	ค่าการนำไฟฟ้า (EC) (mmho/cm) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก.....	49
18	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก.....	50
19	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก.....	51
20	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก.....	52
21	ปริมาณโพแทสเซียม (ppm) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก.....	53
22	ปริมาณแคลเซียม (ppm) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก.....	54
23	ปริมาณแมกนีเซียม (ppm) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก.....	55
24	ค่า C/N ratio ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก.....	56

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

		หน้า
1	วัสดุปลูกที่ใช้ในการทดลอง.....	18
2	แผนภาพจำลองลักษณะแปลงที่ใช้ทดลองปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.....	20
3	ถั่วฝักยาวที่ปลูกกลางแจ้ง (ก) และภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน (ข).....	21
4	ต้นถั่วฝักยาว 14 วันปลูกบนวัสดุปลูก.....	22
5	ต้นถั่วฝักยาวอายุประมาณ 60 วัน.....	24

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1. หลักการและที่มาของปัญหา

วิทยาการด้านการผลิตพืชเพื่อเป็นอาหารได้มีการพัฒนาเรื่อยมา เช่น การปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อให้ได้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง การใช้ปุ๋ย การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เพื่อป้องกันไม่ให้ผลผลิตเสียหาย แต่ก็ยังไม่สามารถกำหนดความแน่นอนของผลผลิตได้ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญ ที่มนุษย์ไม่สามารถควบคุมได้ทั้งหมด ทำให้พืชที่ปลูกบนดินโดยทั่วไปมีผลผลิตที่ไม่แน่นอน (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์และสรสิทธิ์ วัชโรทยาน, 2531) ในการผลิตพืชผักมักจะประสบปัญหาและอุปสรรคหลายด้านโดยเฉพาะศัตรูพืช ทั้งนี้เป็นเพราะพืชผักเป็นพืชที่มีอายุสั้นและอวบน้ำอ่อนแอต่อสภาพแวดล้อม รวมทั้งโรคและแมลง กอปรกับความนิยมในการบริโภคที่ผู้ซื้อมักจะเลือกแต่ผักสดที่สวยงาม ไม่มีร่องรอยของโรคและแมลงจึงมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกันอย่างแพร่หลายและมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น จากการสุ่มเก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวของกรมวิชาการเกษตร (2541) พบสารพิษตกค้างสูงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่าง ในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรก็ยังขาดความรู้ความเข้าใจ และความระมัดระวังในการปฏิบัติอย่างถูกต้อง ทำให้ส่งผลกระทบอย่างต่อเนื่องทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม สังคม สุขอนามัยของผู้คนโดยส่วนรวม (ปราโมทย์ รักษาราษฎร์, 2540) ปัจจุบันผู้คนเริ่มคำนึงถึงสุขภาพอนามัย และความปลอดภัยกันมากขึ้น ได้มีความพยายามที่จะผลิตพืชผักให้ปลอดภัยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จึงมีการนำเทคนิคต่างๆ มาผสมผสานกัน เพื่อลดการระบาดของศัตรูพืช เช่น การทดลองปลูกผักบนดินภายใต้โรงเรือนที่ทำด้วยตาข่ายไนล่อนหรือมุ้งเพื่อเป็นการค้าครั้งแรกในปี 2529 ที่จังหวัดสมุทรสาคร สามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนของสารกำจัดศัตรูพืชได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ (วินัย รัชตปกรณ์ชัย, 2532) หรือการปลูกผักกาดหอมและคื่นฉ่าย ด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ภายใต้โรงเรือนหลังคาคลุมด้วยพลาสติกที่สวนจิตรลดา พบว่าไม่ต้องใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเลย หรือใช้บ้างในช่วงที่มีแมลงศัตรูพืชระบาดมากเพียง 1 ครั้งในผักกาดหอมและ 2 ครั้งในคื่นฉ่ายและหลังเก็บเกี่ยวได้มีการตรวจสอบสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ และไม่พบสารพิษตกค้าง (กระบวน วัฒนปรีชานนท์และเอกสิทธิ์ วัฒนปรีชานนท์, 2536)

ถั่วฝักยาวเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่ชาวเอเชียนิยมบริโภคกันเป็นอันมาก มีราคาเฉลี่ยค่อนข้างสูงตลอดทั้งปี ในปี 2539 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกถั่วฝักยาว 113,111 ไร่ ผลผลิตรวม 144,669 ตัน นอกจากจะใช้บริโภคภายในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ เช่น ในยุโรปที่มีชาวเอเชียอพยพเข้าไปอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก และประเทศในแถบตะวันออกกลางก็นับว่าเป็น

ตลาดที่มีความต้องการค่อนข้างสูง ทั้งในรูปผักแช่แข็งหรือบรรจุกระป๋อง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542)

2. วัตถุประสงค์ของการทดลอง

เพื่อหาแนวทางในการปลูกถั่วฝักยาวให้ปลอดภัยจากสารกำจัดศัตรูพืช ด้วยวิธีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินภายใต้โรงเรือนคลุมด้วยตาข่ายไนล่อนและกลางแจ้ง ในฤดูกาลต่างๆ

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ข้อมูลวิธีการผลิตผักให้ปลอดสารกำจัดศัตรูพืชโดยไม่ใช้ดินเพื่อเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรและผู้สนใจต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

สำรวจเอกสาร

1. ความหมายของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (soilless culture) มีคำที่ใช้เรียกอยู่หลายคำด้วยกัน เช่น nutriculture (มาจากคำว่า nutrient รวมกับ culture), chemiculture, artificial growth, soilless agriculture, aquaculture และ olericulture หลักสำคัญในการปลูกพืชไม่ใช้ดินคือ การปลูกพืชในวัสดุปลูก (medium) ที่ไม่มีธาตุอาหารพืช และให้ธาตุอาหารพืชที่จำเป็นทุกชนิดลงไปในรูปของสารละลาย

2. ประวัติความเป็นมาของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารได้ทำกันมาช้านานแล้ว เช่น สวนลอยฟ้าของชาวพื้นเมือง Aztec ที่อาศัยอยู่ในเม็กซิโก และสวนลอยฟ้าที่ประเทศจีน (Jones, 1990) ในประเทศอียิปต์ก็มีการบันทึกว่า ร้อยปีก่อนคริสตกาลชาวอียิปต์มีการปลูกพืชในน้ำ แต่ที่ได้มีการกล่าวถึงการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ดูเหมือนจะเริ่มมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1600 โดย Van Helmont นักวิทยาศาสตร์ชาวเบลเยี่ยม ได้แสดงให้เห็นว่าพืชได้รับสารประกอบจากน้ำโดยปลูกต้นหลิว (willow) หนัก 5 ปอนด์ในกระถางที่มีดินแห้งอยู่ 200 ปอนด์ แล้วรดด้วยน้ำฝนเป็นเวลา 5 ปี พบว่าต้นหลิวมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นถึง 169 ปอนด์ ในขณะที่น้ำหนักดินหายไปน้อยกว่า 2 ออนซ์ เขาสรุปว่า พืชได้รับสารประกอบจากน้ำเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต แต่ไม่ได้สรุปว่าพืชต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนจากอากาศด้วย (Jones, 1990; Douglas, 1984 และ Resh, 1978) ในปี ค.ศ. 1699 นักพฤกษศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ John Woodward ทำการทดลองปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินของพืชหลายชนิด โดยใช้น้ำจากแหล่งต่าง ๆ เช่น น้ำพุ แม่น้ำ น้ำฝน ท่อน้ำทิ้ง และน้ำกลั่นนำมาปลูกพืชโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเป็นเพียงการศึกษาการเจริญเติบโตของพืช โดยอาศัยการปลูกพืชแบบนี้เท่านั้น ไม่ได้เป็นการศึกษาการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินโดยตรง แต่ก็ได้แสดงให้เห็นว่าสารที่ทำให้พืชเจริญเติบโตได้นั้นส่วนใหญ่มาจากดินมากกว่ามาจากน้ำโดยตรง (Jones, 1990 และ Deutschmass Sr., 1998) ต่อมาในปี ค.ศ. 1804 Nicolas de Saussure กล่าวว่า พืชต้องการธาตุอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต (Douglas, 1989) และในช่วงกลางศตวรรษที่ 19 Boussingault ซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้แนะนำการปลูกพืชในทราย หิน และถ่าน โดยมีการให้สารละลายธาตุอาหารพืช ซึ่งต่อมาวิธีนี้ถูกพัฒนาโดย Horstmar และจากการทดลองของ Sachs (1860) และ Knop (1861-5) นักสรีรวิทยาทางพฤกษ

ศาสตร์ชาวเยอรมันได้เป็นที่ยอมรับว่าเป็น ผู้เริ่มต้นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ได้อย่างแท้จริง คือ สามารถปลูกพืชในสารละลายหรือในน้ำที่มีเกลืออนินทรีย์ต่าง ๆ เช่น โพแทสเซียมฟอสเฟต แคลเซียมซัลเฟต โพแทสเซียมไนเตรท และอื่น ๆ ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และเหล็ก จากสูตรสารละลายธาตุอาหารพืชที่ทั้งสองได้คิดขึ้น ทำให้วิทยาการด้านนี้ก้าวหน้าขึ้นโดยได้มีนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ คิดสูตรอาหารขึ้นมาอีกมากมาย เช่น Tollens ในปี ค.ศ. 1882, Tottingham ในปี ค.ศ. 1914, Shive ในปี ค.ศ. 1915, Hoagland ในปี ค.ศ. 1919, Trelease ในปี ค.ศ. 1933 และ Arnon ในปี ค.ศ. 1938 (Douglas, 1984)

ในปี ค.ศ. 1920-1930 Dr. William F. Gericke แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา สามารถทำการทดลองปลูกต้นมะเขือเทศในสารละลายที่เตรียมจากธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ผลที่ได้คือสามารถปลูกต้นมะเขือเทศที่มีความสูงถึง 25 ฟุต และเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในระยะเวลาอันสั้น และได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีเพิ่มเติม จนกระทั่งสามารถนำเอาเทคโนโลยีนี้ออกมาใช้นอกห้องปฏิบัติการได้ นอกจากนี้ยังได้เสนอคำที่มีความหมายถึงการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารที่ว่า "Hydroponics" และเป็นที่นิยมใช้ในเวลาต่อมา (Marr, 1994; Rahman, 1999 และ Bridwell, 1992)

ในปัจจุบันนี้การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้รับการยอมรับไปทั่วโลก หลายประเทศมีการปลูกพืชด้วยวิธีนี้ในเชิงการค้า เช่น ประเทศญี่ปุ่น การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่จัดว่าใหญ่ที่สุดในโลกตั้งอยู่บนเกาะ Chofu ซึ่งเป็นโครงการของกองทัพสหรัฐอเมริกา วัสดุที่ใช้ คือ กรวด (gravel culture) และได้มีการพัฒนาระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินอย่างมากและรวดเร็ว (วิโรจน์ อิ่มพิทักษ์ และ ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์, 2531)

3. ข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับระบบที่เลือกใช้ ซึ่งจะมีข้อดีข้อเสียต่างกันไป

3.1 ข้อดี (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์และสรสิทธิ์ วัชโรทยาน, 2531)

- สามารถปลูกพืชในพื้นที่ขนาดเล็กหรือไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช เช่น บริเวณดินทราย ดินเค็ม ดินเป็นกรด ดินลูกรัง
- ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพสม่ำเสมอเนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืชได้
- ใช้น้ำและปุ๋ยอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

พอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ต้นพืชเติบโตเร็วทำให้ปลูกได้หลายครั้งต่อปี และสามารถคำนวณผลผลิตต่อพื้นที่ปลูกได้ค่อนข้างแน่นอน
- สามารถหลีกเลี่ยงโรคและแมลงศัตรูพืชที่ติดมากับดิน มลพิษต่าง ๆ ในดิน ลดการสะสมโรคและแมลงศัตรูพืชในดิน

3.2 ข้อเสีย

- ค่าใช้จ่ายในการลงทุนค่อนข้างสูงในระยะแรก แต่ถ้าสามารถหาวัสดุอุปกรณ์ในท้องถิ่นทดแทนได้ก็จะลดต้นทุนลงได้มาก
- จะต้องศึกษาถึงขั้นตอนวิธีการปลูกให้เข้าใจ มีการดูแลรักษาอย่างใกล้ชิด และการแก้ไขปัญหาต้องปฏิบัติอย่างทันท่วงที
- ในกรณีที่เกิดโรคบริเวณรากพืช จะเกิดการแพร่ระบาดไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะระบบน้ำหมุนเวียน เพราะสารละลายธาตุอาหารพืชจะหมุนเวียนผ่านต้นพืชทุกต้นจึงเป็นพาหะในการแพร่ระบาดโรคอย่างดี เช่น โรคที่เกิดจากเชื้อ Phytophthora, Pythium, Fusarium (เกรียงไกร เมฆวณิชย์, 2531 และพิสมัย จูฑะมงคล, 2534)

4. วัสดุปลูก

4.1 ความหมายและชนิดของวัสดุที่นำมาใช้เป็นวัสดุปลูก

วิทยา สุริยภณานนท์ (2534) ได้ให้ความหมายของวัสดุปลูกไว้ว่า หมายถึงวัตถุ (material) ต่าง ๆ ที่เลือกสรรมาเพื่อใช้ในการปลูกพืชและทำให้พืชเจริญเติบโตได้เป็นปกติ ซึ่งวัตถุดังกล่าวนี้อาจเป็นชนิดเดียวหรือหลายชนิดผสมกัน (growth mixed) ชนิดของวัสดุที่นิยมนำมาใช้ผสมเป็นวัสดุปลูก มีทั้งอินทรีย์วัตถุและอนินทรีย์วัตถุ (สมเพียร เกษมทรัพย์, 2522) สำหรับการเลือกใช้วัสดุปลูกขึ้นอยู่กับว่า สามารถหาได้ง่าย ราคาถูก ปราศจากสารที่เป็นพิษและศัตรูพืช เมื่อนำมาปลูกพืชจะต้องมีการระบายถ่ายเทอากาศดี อุ้มน้ำได้ดีซึ่งความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูกเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะเกี่ยวข้องกับสัดส่วนของอากาศและน้ำในช่องว่างที่เหมาะสม ไม่สลายตัวง่าย และจะต้องค้ำจุนต้นและรากพืชได้ดี นอกจากนี้วัสดุปลูกควรมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เป็นกลาง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity หรือ CEC) สูง วัสดุปลูกที่เป็นอนินทรีย์วัตถุ ได้มาจากการสลายตัวของหินต่าง ๆ บน พื้นผิวโลกซึ่งจะมีองค์ประกอบและขนาดที่แตกต่างกัน เช่น กรวด ทราย เวอร์มิคิวไลท์ สำหรับอินทรีย์วัตถุเกิดจากเศษเหลือของพืชหรือสัตว์ที่ตายไป และมีการเน่าเปื่อยผุพังจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ประโยชน์ที่ได้จาก

การใช้อินทรีย์วัตถุคือ ทำให้มีการอุ้มน้ำได้ดีขึ้น และดูดยึดธาตุอาหารดีขึ้นโดยเฉพาะธาตุที่เป็นประจุบวก สำหรับวัสดุปลูกไม่จำเป็นต้องมีธาตุอาหารอยู่อย่างเพียงพอก็ได้ เพราะปริมาณและสัดส่วนของธาตุอาหารพืชสามารถเสริมให้แก่พืชได้ด้วยการใช้สารเคมีหรือปุ๋ยสูตรต่าง ๆ (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์และสรสิทธิ์ วัชโรทยาน, 2531; Criley และ Watanabe, 1974 และ Wilkerson, 1999)

4.2 อนินทรีย์วัตถุ

1. ทราย (sand) จัดเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ดีที่สุด เนื่องจากหาได้ง่าย ใช้ได้นาน และราคาไม่แพง แต่การใช้ทรายเป็นวัสดุปลูกจะทำให้รากพืชสั้นและผอมเนื่องจากทรายมี ความคม (Bugbee; 1996) ปัจจุบันทรายที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ (สนั่น ขำเลิศ, 2536) ทรายหยาบที่ใช้ในการก่อสร้างมีขนาดเม็ดใหญ่และหยาบ การระบายน้ำดี แต่ไม่ค่อยมีธาตุอาหาร จึงมักนิยมใช้ผสมกับดินปลูกและใช้ในการปักชำพืช และทรายละเอียดหรือทรายถมที่หรือทรายขี้เป็ด มีสีคล้ำ เม็ดละเอียด ทรายชนิดนี้จะมีตะกอนปนอยู่ด้วย ซึ่งอาจเป็นอินทรีย์วัตถุหรือหน้าดินของดินเหนียวที่ถูกพัดมาดังนั้นจึงมีธาตุอาหารปนอยู่ด้วย อาจใช้ปลูกพืชได้โดยปรับปรุงให้คุณสมบัติดีขึ้นโดยเพิ่มอินทรีย์วัตถุที่หยาบ เช่น ผสมเปลือกถั่ว แกลบผุ หรือขี้เลื่อยผุ แต่บางครั้งทรายชนิดนี้จะมีเลนปนอยู่ด้วย ทำให้การระบายน้ำไม่ดีจึงไม่เหมาะที่จะใช้ปลูกพืช

วัตถุประสงค์ที่ใช้ทรายก็เพื่อเป็นโครงสร้างของดินหรือวัสดุปลูก ช่วยในการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศ โดยเฉพาะดินปลูกเก่าและอินทรีย์วัตถุที่ใช้สลายตัว ดังนั้นทรายที่ใช้ควรเป็นทรายก่อสร้าง Gartner (1981) กล่าวว่าทรายเป็นวัสดุที่ใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติของดินที่หาง่ายที่สุด แต่ถ้าใช้ทรายผิดชนิดจะเกิดปัญหาร้ายแรงขึ้นได้ ถ้าทรายละเอียดเกินไปเม็ดทรายก็จะไปอุดช่อง (pore space) และทำให้การระบายน้ำไม่ดี ถ้าทรายมีขนาดใหญ่เกินไปทำให้วัสดุปลูกแห้งอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีช่องว่างใหญ่เกินไป ดังนั้นทรายหยาบที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 0.6-2.5 มิลลิเมตรเป็นขนาดที่เหมาะสม

2. เวอร์มิคิวไลท์ (vermiculite) Tresise (1980) รายงานคุณสมบัติของเวอร์มิคิวไลท์ไว้ว่า เป็นแร่ที่พบในธรรมชาติ (aluminium iron magnesium silicate) มีลักษณะเป็นแผ่น ๆ ซ้อนกัน เมื่อนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส แร่เหล่านี้จะมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นเป็น 20 เท่าจากปริมาตรเดิม และเป็นเวอร์มิคิวไลท์ที่ใช้ในระบบการปลูกพืชแบบ hydroponics ซึ่งจะมีน้ำหนักเบาประมาณ 70-110 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารสูง มีค่า CEC 150 me % ไม่ดูดซับ Cl^-, NO_3^- และ $SO_4^=$ แต่อาจตรึง $PO_4^=$ ในรูปที่พืชไม่สามารถใช้ได้จากสารละลายธาตุอาหารที่ใส่ให้เพียงเล็กน้อย

ส่วน NH_4^+ จะถูกตรึงไว้จนพืชใช้ไม่ได้ แต่มีแบคทีเรียในดินสามารถเปลี่ยน NO_3^- ได้ใน 2-3 สัปดาห์ เมื่อเวอร์มิคิวไลท์ถูกใช้ไปนาน ๆ จะทำให้ลักษณะที่เป็นรูพรุนหายไป ซึ่งอาจแก้ไขได้โดยการใช้ผสมกับพวกพีท หรือ เพอร์ไลท์ (Bunt, 1976)

3. **เพอร์ไลท์ (perlite)** Tresise (1980) รายงานถึงลักษณะของ เพอร์ไลท์ ไว้ว่า เป็นวัสดุที่ได้มาจากหินภูเขาไฟ (aluminium silicate) มีสีเทา เมื่อนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียสจะเกิดการขยายตัว มีน้ำหนักเบา เกิดช่องว่างมากมาย มีปริมาตร 128-160 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ไม่ดูดซับธาตุอาหาร มีค่า CEC 1.5 me % มีการระบายน้ำที่ดี มีความสามารถในการกักเก็บน้ำ 27 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และมีปริมาณซิลิกาสูง เพอร์ไลท์ที่แห้งจะต้องระมัดระวังในการเคลื่อนย้าย

4. **ไยหิน (rockwool)** เป็นวัสดุที่มีรูพรุนเหมือนฟองน้ำ ประกอบด้วย diabase 60 เปอร์เซ็นต์ หินปูน 20 เปอร์เซ็นต์ และถ่านหิน 20 เปอร์เซ็นต์ นำมาหลอมที่อุณหภูมิ 1,500-2,000 องศาเซลเซียส มีสภาพเป็นด่างเล็กน้อย มีค่าความหนาแน่นรวมต่ำ มีรูพรุนมากดูดยึดน้ำได้ดี (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์และสรสิทธิ์ วัชโรทยาน, 2531) Sonneveld (1980) กล่าวไว้ว่า ข้อดีของไยหิน คือ มีน้ำหนักเบา ปริมาตรช่องว่างมีขนาดใหญ่ และความสามารถในการกักเก็บน้ำสูง ปริมาณช่องว่าง 97.8 เปอร์เซ็นต์

4.3 อินทรีย์วัตถุ

1. **ขุยมะพร้าว (coconut coir)** เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม โดยการทุบหรือใช้เครื่องจักรตีเอาเฉพาะส่วนเส้นไยของกาบมะพร้าวไปใช้ประโยชน์ ส่วนที่เหลือจะเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ ที่เรียกว่าขุยมะพร้าวจะมีสีน้ำตาล สะอาด น้ำหนักเบา อุ้มน้ำได้ดี มีปริมาณไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ต่ำ แต่มีปริมาณโพแทสเซียม (K) ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับอินทรีย์วัตถุชนิดอื่น ๆ มีค่า pH 6.2 ขุยมะพร้าวมี N 0.39 %, P_2O_5 0.18 %, K_2O 2.82 %, CaO 0.457 %, MgO 0.17 % และC (คาร์บอน) 62.7 % (สมเพียร เกษมทรัพย์, 2533) วัตถุประสงค์หลักของการใช้ขุยมะพร้าวเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านกายภาพของวัสดุปลูกให้ดีขึ้น โดยเพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำและธาตุอาหาร เพิ่มความสามารถในการระบายน้ำและอากาศในดิน ขุยมะพร้าวมีความสะอาด การระบายอากาศดี โดยเฉพาะถ้ามีเส้นไยปนอยู่ด้วย ผุเปื่อยช้า มีความหยุ่นตัวดี ไม่อัดแน่นง่าย รากพืชเจริญดี ขุยมะพร้าวมีขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 0.5-2.0 มิลลิเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การซึมซาบน้ำ (hydraulic conductivity) 0.15 เซนติเมตรต่อวินาที ขนาดของช่องว่างส่วนใหญ่มีขนาด 0.0047 ไมครอน ความหนาแน่นรวม 0.06 กรัมต่อมิลลิลิตร ความพรุนรวมทั้งหมด (total

porosity) 95.53 เปอร์เซ็นต์ ช่องว่างอากาศ (total air space) 4.87 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นที่เป็นประโยชน์ได้ง่าย (easily available water) 35.28 เปอร์เซ็นต์ (วิทยา สุริยภณานนท์, 2534) Shinohara (1999) พบว่าค่าความจุความชื้นของขุยมะพร้าวจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้ปลูกพืชหลายครั้ง สุชาดา เกาตระกูล (2525) พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนของทรายในขุยมะพร้าวมากขึ้น มีผลทำให้ความหนาแน่นรวมและความหนาแน่นอนุภาคเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรของช่องว่างมีขนาดใหญ่หรือเท่ากับ 1,500 ไมครอนเพิ่มขึ้น แต่ในทางกลับกันมีผลทำให้ความพรุนทั้งหมด และสัมประสิทธิ์การซึมซาบน้ำลดลง

2. **แกลบ (rice hull)** จัดได้ว่าเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายที่สุด แม้ว่าแกลบจะมีน้ำหนักเบาแต่ก็มีการระบายน้ำที่ดี (Wilkerson, 1999) การใช้แกลบเป็นวัสดุปลูกเพื่อปรับสภาพโครงสร้างทางกายภาพของดิน หรือใช้ร่วมกับวัสดุปลูกชนิดอื่นที่ไม่ใช่ดิน เพราะแกลบเป็นวัสดุที่มีความพรุน แต่ความสามารถในการดูดซับน้ำไม่ดี มีการนำแกลบมาใช้เป็นวัสดุปลูกในภาชนะนานมาแล้ว และนับวันยิ่งมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากราคาวัสดุปลูกชนิดอื่นมีราคาสูงขึ้น การใช้แกลบผสมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ ตามปกติไม่ควรใช้แกลบเกินกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ของวัสดุปลูกทั้งหมด (วิทยา สุริยภณานนท์, 2534) สมเพียร เกษมทรัพย์ (2533) กล่าวว่า C/N ratio ของแกลบจะอยู่ระหว่าง 500:1 ถึง 2,500:1 จึงควรระมัดระวังในการใช้ปลูกพืชเนื่องจากพืชอาจขาดไนโตรเจนได้ง่าย ดังนั้นจำเป็นจะต้องเติมปุ๋ยเพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนลงไป โดยเติมปุ๋ยไนโตรเจนลงไปประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งของแกลบที่นำมาผสม แกลบดิบมีค่า pH เท่ากับ 6.2 มี N 0.30 %, P_2O_5 0.13 %, K_2O 0.51 %, CaO 0.94 %, MgO 0.07 %, C 47.66 % ที่ญี่ปุ่นส่วนใหญ่จะใช้แกลบเป็นวัสดุปลูก แต่แกลบจะมีรูพรุนมากจึงไม่ดูดซับน้ำจึงควรเก็บไว้ระยะหนึ่งหรือผสมกับวัสดุอื่นที่กักเก็บน้ำได้ (Ikeda, 1999) เช่น ขุยมะพร้าว

3. **ขี้เลื่อย (sawdust)** จะใช้เป็นวัสดุปลูกในบริเวณที่มีโรงเลื่อย แต่การใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุปลูกจะต้องมีการเปลี่ยนวัสดุปลูกหลังจากปลูกพืชได้ 1-2 ฤดู เพราะจะเกิดการอัดตัวกันแน่น (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์และสรสิทธิ์ วัชโรทยาน, 2531) แต่เดิมขี้เลื่อยนิยมนำมาใช้เป็นวัสดุคลุมดิน ต่อมาจึงมีการนำมาใช้ในการปลูกพืชในภาชนะและได้ผลดีพอสมควร และก่อนจะนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกพืช ควรจะทำการหมักให้ผุเสียก่อน เพราะขี้เลื่อยที่ใหม่จะทำให้เกิดการขาดไนโตรเจนค่อนข้างมาก และอาจมีการปลดปล่อยสารที่เป็นพิษออกมา (วิทยา สุริยภณานนท์, 2534 และ Wilkerson, 1999) สมเพียร เกษมทรัพย์ (2533) กล่าวว่า ขี้เลื่อยมี C/N ratio 1000:1 จึงจำเป็นต้องเติมปุ๋ยไนโตรเจนลงไปประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งของขี้เลื่อยที่ใช้ เพื่อเป็นแหล่งของไนโตรเจนของจุลินทรีย์

4.4 คุณสมบัติของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช

เนื่องจากระบบรากพืชเจริญในที่จำกัด วัสดุปลูกต้องมีความแข็งแรงคงทน ไม่ควรใช้วัสดุที่สลายตัวได้ง่ายเพราะขนาดของวัสดุจะลดลง สูญเสียโครงสร้างที่เหมาะสม เกิดการอัดตัวกันแน่นของวัสดุปลูก และการระบายอากาศลดลง ดังนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุปลูก

4.4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก

1. **ความจุอากาศของวัสดุปลูกและการระบายน้ำ** (air capacity and drainage) เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นสิ่งแรกในการผลิตพืชในวัสดุปลูก รากพืชจะเจริญได้ดีที่สุดเมื่อมีการระบายอากาศที่ดี มีระดับความชื้นและธาตุอาหารพอเพียง การกระจายขนาดของช่องว่างมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำในวัสดุปลูกที่ถูกดูดยึดไว้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าช่องว่างมีขนาดเล็กเป็นส่วนใหญ่จะเกิดน้ำขังได้ Self (1976) รายงานว่าสัดส่วนของช่องอากาศที่เหมาะสมคือ 25 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าหากช่องว่างอากาศมีมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำในวัสดุปลูกจะลดลงจนพืชอาจขาดน้ำได้ง่าย แก้ไขโดยการผสมกับอนินทรีย์วัตถุ เช่น ทรายหยาบ เพอร์ไลท์

2 **ความจุในการดูดยึดน้ำของวัสดุปลูก** (water holding capacity) มีความสำคัญในการเตรียมวัสดุปลูก เพื่อจะมีน้ำเพียงพอต่อพืชในการเจริญเติบโต การเพิ่มความจุในการดูดยึดน้ำของวัสดุปลูก จะต้องไม่ไปลดการระบายอากาศของวัสดุปลูก พีทจะมีความจุในการดูดยึดน้ำได้สูง รองลงมาคือ เวอร์มิคิวไลท์ เปลือกไม้ป่น ตามลำดับ เพอร์ไลท์และทรายจะดูดยึดน้ำได้ต่ำ CrileyและWatanabe (1974) รายงานความจุความชื้นของวัสดุปลูกที่เหมาะสมว่า ควรอยู่ในช่วง 30-60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

3. **น้ำหนักหรือความหนาแน่น** (weight or density) การเลือกใช้วัสดุปลูก จำเป็นต้องพิจารณาเรื่องน้ำหนัก เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายขนส่ง แต่จะต้องค้ำจุนต้นพืชได้นั่นคือ จะต้องมีความหนาแน่นที่เหมาะสม โดยเฉพาะเมื่ออยู่ในท้องถิ่นที่มีลมแรง ทรายจะใช้เพิ่มน้ำหนักหรือความหนาแน่นเมื่อจำเป็น ส่วนเพอร์ไลท์ ขี้เลื่อย หรือเปลือกไพน์หยาบใช้เมื่อต้องการลดน้ำหนักหรือความหนาแน่นของวัสดุปลูก วิทยา สุริยภณานนท์ (2534) รายงานว่า ความหนาแน่นของวัสดุปลูกในภาชนะช่วงที่เหมาะสมคือ 0.64-1.2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร หลังการรดน้ำเล็กน้อย

4.4.2 คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก

1. ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity หรือ CEC) คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541) ได้ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึงปริมาณ cation ทั้งหมดในดินหรือคอลลอยด์นั้นสามารถจะดูดยึดไว้ได้ Self (1976) ให้ความหมายไว้ว่าหมายถึงความสามารถในการจับสังกะสี ทองแดง แคลเซียม แมกนีเซียมและประจุบวกอื่น ๆ ของอนุภาคดิน CEC ที่เหมาะสมในการปลูกพืชอยู่ระหว่าง 10-30 me/100 กรัม สำหรับสแฟกนัมพีทมี CEC ประมาณ 100-200 me/100 กรัม นับว่าสูงมากจนอาจเกิดอันตรายต่อพืชที่ปลูกได้

2. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมของวัสดุปลูก พืชสามารถเจริญเติบโตได้ในระดับความเป็นกรด-ด่างต่างกัน (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์และสรสิทธิ์ วัชโรทยาน, 2531) pH ไม่มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่จะมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการละลายได้ของธาตุอาหารต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์หรือเป็นพิษต่อพืชที่ปลูก และควบคุมกิจกรรมของจุลินทรีย์ในวัสดุปลูก Self (1976) รายงานว่า พืชสามารถทนต่อ pH ของวัสดุปลูกที่สูงหรือต่ำกว่าจุดที่เหมาะสมได้ถ้าหากระดับแคลเซียมและธาตุอาหารอื่น ๆ มีพอเพียง แต่ถ้าหาก pH ของวัสดุปลูกต่ำผิดปกติ อลูมินัมจะละลายออกมามากจนเป็นพิษต่อพืช Benoit (1992) กล่าวว่า ถ้า pH ต่ำกว่า 4 จะเกิดอันตรายกับรากพืช และถ้าสูงกว่า 7 การนำฟอสเฟต แมงกานีส และเหล็กไปใช้จะถูกรบกวน Islam *et al.*(1980) พบว่า pH ที่เหมาะสมในการปลูกมันสำปะหลัง ขิง ข้าวโพด มะเขือเทศ ข้าวสาลี และ french bean อยู่ระหว่าง 5.5-6.5

นอกจากนี้วัสดุปลูกยังมีลักษณะอื่นที่ควรนำมาพิจารณา ได้แก่ การยุบตัว (shrinkage) ซึ่งเกิดเนื่องมาจากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุที่นำมาผสมเป็นวัสดุปลูกอาจเกิดอันตรายต่อรากพืชได้ ดังนั้นวัสดุปลูกในภาชนะควรคงสภาพเดิมอย่างน้อย 4 เดือน (วิทยา สุริยภณานนท์, 2534) ถ้าหากจำเป็นจะต้องใช้อินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายง่ายก็ควรปล่อยให้สลายตัวเสียก่อน วัสดุปลูกที่นำมาใช้จะต้องสะอาดปลอดจากศัตรูพืช Self (1976) พบว่า แกลบและพีท มักมีเมล็ดวัชพืชปะปนมา โดยเฉพาะพีทอาจมีเชื้อ Rhizoctonia และไส้เดือนฝอยติดมาด้วย หรือมีปริมาณเกลือที่ละลายได้สูง จำเป็นต้องมีการชะล้างออกไปเสียก่อน มักพบเชื้อ Rhizoctonia และ Cylindrocladium ใน pine bark ซึ่งจะก่อให้เกิดรากเน่า (root rot)

4.5 วัสดุปลูกผสมที่เหมาะแก่การปลูกพืช

วัสดุปลูกที่ไม่มีดินเป็นองค์ประกอบได้มีการพัฒนาและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากความยุ่งยากในการหาดินที่ดี โดยในระยะแรกมักจะนำพีทมาใช้เป็นวัสดุปลูกพืชหรือผสมทราย ซึ่งสามารถใช้ปลูกพืชได้ปลายชนิด โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกาได้มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่ก็ยังไม่มีการพัฒนาจนกระทั่งในปี ค.ศ. 1950 Baker (1957) รายงานว่าการใช้พีทผสมทรายได้ผลเป็นที่น่าพอใจ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุปลูกที่มีดินเป็นส่วนผสม โดยใช้ดินเหนียวผสมลงไปในวัสดุปลูกผสมของดินเหนียว:พีท:ทราย อัตราส่วน 1:4:5 โดยปริมาตร นอกจากนี้ยังมีการผลิตวัสดุปลูกผสมสูตรต่าง ๆ อีกมากเพื่อการค้า โดยในแต่ละประเทศจะมีสูตรวัสดุปลูกของตนเอง

พิสมัย จูฑะมงคล (2534) ทำการศึกษาชนิดวัสดุปลูก ชนิด และอัตราปุ๋ยที่มีผลต่อแตงกวา พบว่าการปลูกแตงกวาในแกลบผสมทรายอัตราส่วน 3:1 โดยปริมาตร ให้น้ำหนักผลสดของแตงกวาสูงกว่าแตงกวาที่ปลูกในแกลบผสมทรายอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร และแกลบผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร และการให้ธาตุอาหารพืชที่เตรียมจากสารเคมี มีการเจริญเติบโตและผลผลิต ตลอดจนปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในแตงกวาสูงกว่าการให้ปุ๋ยเคมีทั่วไป นอกจากนี้การคลุกปุ๋ยก่อนการปลูกพืชเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณปุ๋ยทั้งหมด ส่วนที่เหลือให้ในรูปสารละลายในปริมาณเท่ากันตลอดระยะช่วงการทดลอง มีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าการคลุกปุ๋ยทั้งหมดเพียงครั้งเดียวก่อนปลูกพืช และเมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยให้สูงขึ้น 3 และ 4 เท่า (ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 60 กรัม + KCl 15 กรัม และปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 80 กรัม + KCl 20 กรัม ตามลำดับ) จะทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 1 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับระดับปุ๋ยต่ำสุด (ปุ๋ยสูตร 15-15-15 20 กรัม + KCl 5 กรัม)

กระบวน วัฒนปรีชานนท์ และ เอกสิทธิ์ วัฒนปรีชานนท์ (2534) รายงานว่ามะเขือเทศพันธุ์ซอมบี้ปลูกบนขุยมะพร้าวจะให้ผลผลิตดีที่สุด โดยให้น้ำหนักผลสด 715.2 กรัมต่อต้น และจำนวนผลสดเฉลี่ย 46.9 ผลต่อต้น หรือวัสดุปลูกที่มีขุยมะพร้าวผสมอยู่ ได้แก่ ทรายผสมแกลบผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน 1:1:1 โดยปริมาตร ให้ผลผลิตสูงที่สุดเมื่อใช้ปลูกมะเขือเทศพันธุ์ซ๊อสพีโต โดยให้น้ำหนักผลสด 2092.6 กรัมต่อต้น และจำนวนผลสดเฉลี่ย 30 ผลต่อต้น และแตงเทศ (musk melon) พันธุ์โบนัส ที่ปลูกในแปลงทำด้วยตาข่ายไนล่อน สามารถเก็บเกี่ยวผลได้ภายใน 48-50 วันหลังผสมเกสร มีผลผลิตเฉลี่ย 1.1 กิโลกรัมต่อผล และวัดความหวานได้ 13-15 บริกซ์ (Wattanapreechanons, 1997) นิยะดา ตั้งสิริมิตร (2540) พบว่าทรายผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร ทำให้ต้นผักชีมีการเจริญเติบโตและมีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นดีที่สุดเท่ากับ 22.60 เซนติเมตร และ 0.668 กรัมต่อต้น

5. ภาชนะที่ใช้บรรจุวัสดุปลูก

ภาชนะที่ใช้สำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถใช้ได้หลายแบบ แล้วแต่ชนิดและวิธีการปลูก คือสามารถใช้ได้ตั้งแต่ กระถาง ตะกร้า ถัง ถุงพลาสติก รางไม้ หรือกระบอกไม้ไผ่ เป็นต้น แต่ที่สำคัญจะต้องมีการเจาะรูเพื่อระบายน้ำ หรือควบคุมน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชแต่ละชนิดได้ โดยปกติมักเจาะรูขนาดเล็กสูงจากก้นภาชนะประมาณ 1 นิ้ว เพื่อรักษาระดับน้ำในภาชนะ ส่วนจำนวนรูก็แล้วแต่ความเหมาะสม เพื่อเป็นการระบายความร้อนภายใน ภาชนะปลูก (วิโรจน์ อิ่มพิทักษ์และชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์, 2531)

Keever และคณะ (1985) รายงานว่าลักษณะของภาชนะ มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่มีระบบรากแตกต่างกัน ดังนั้นในการปลูกพืชแต่ละชนิดจะต้องพิจารณาทั้งชนิดของวัสดุปลูก ขนาดและรูปร่างของภาชนะให้สัมพันธ์กัน ขนาดและรูปร่างของภาชนะนอกจากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแล้ว ยังมีผลต่อการจัดพื้นที่โรงเรือนในการปลูกพืชให้มีประสิทธิภาพสูงสุดอีกด้วย นอกจากนั้นชนิดของภาชนะที่ใช้ปลูกก็เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาเช่นกัน Garnaud (1985) รายงานว่าพลาสติกที่ใช้ทำภาชนะปลูกจะต้องมีคุณสมบัติคือ ไม่ปลดปล่อยสารโลหะ ไม่เป็นที่อาศัยของจุลินทรีย์และเชื้อโรค มีราคาไม่แพง พลาสติกที่นิยมใช้กัน ได้แก่ polyethylene (PE), polyvinyl chloride (PVC) และ polypropylene (PP) การใช้พลาสติกเป็นภาชนะปลูกมีข้อดีเนื่องจากมีน้ำหนักเบาทนทานต่อการกัดกร่อน (corrosion) ไม่ว่องไวในการทำปฏิกิริยาเคมี รักษาระดับอุณหภูมิของวัสดุปลูกไม่ให้ผันแปรมาก และยังรักษาความสะอาดง่าย

กระบวน วัฒนปรีชานนท์และเอกสิทธิ์ วัฒนปรีชานนท์ (2536) พบว่าผักชีที่ปลูกบนทรายในแปลงที่ทำด้วยตาข่ายไนล่อนมีการเจริญเติบโตดีกว่าโดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 2.95 กิโลกรัมต่อตารางเมตร แต่ในแปลงที่ทำจากพลาสติกต้นผักชีมีขนาดเล็กและไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้

6. โรงเรือนปลูกพืชสำหรับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น (Tropical Rain Forest) ปัญหาที่มีต่อการปลูกพืชโดยทั่วไป คือความชื้นในอากาศสูงมากเกินไปโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ความเข้มแสงและอุณหภูมิสูงมากเกินไปโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน ซึ่งในสภาพนี้จะเหมาะสำหรับการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชหลายชนิด การปลูกพืชในโรงเรือนจะช่วยควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตได้ในระดับหนึ่ง โดยทั่วไปลักษณะโรงเรือนสำหรับปลูกพืชในเขตร้อนชื้น ควรออกแบบให้สามารถป้องกันฝนได้ ซึ่งในกรณีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ฝนจะเป็นตัวทำให้เกิดความเสียหายกับสารละลายธาตุอาหารพืช วัสดุปลูกและเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น โรงเรือนปลูกพืชควรจะสามารถป้องกันโรค-แมลง และระบายอากาศได้ดีไม่ก่อให้เกิดการสะสมความร้อน

7. ชนิดพืชที่เหมาะสมกับวิธีการปลูกโดยไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ควรใช้ปลูกพืชที่มีอายุสั้น สามารถจำหน่ายได้ในราคาสูง และมีตลาดที่แน่นอน เช่น พืชผัก ซึ่งจัดว่าเป็นอาหารที่มีความสำคัญ เพราะเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยวิตามินและเกลือแร่ต่างๆ ที่จำเป็นต่อร่างกาย อีกทั้งยังให้เส้นใยและสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ปัจจุบันแนวโน้มความต้องการบริโภคพืชผัก ได้เพิ่มขึ้นอย่างมากตามจำนวนของประชากรที่เพิ่มขึ้น (วินัย รัชตปกรณ์ชัย, 2532) ในปี 2539 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพืชที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 3,093,858 ไร่ มีผลผลิตรวม 4.8 ล้านตัน พืชผักที่ผลิตได้นอกจากจะบริโภคสดและใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปแล้ว ยังส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศทำรายได้ให้แก่ประเทศชาติเป็นอันมาก คิดเป็นมูลค่า 8,264.4 ล้านบาท ทำให้พืชผักเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศกลุ่มหนึ่งและมีแนวโน้มที่ดีในอนาคต แต่การปลูกพืชผักเพื่อจำหน่ายจำเป็นต้องคำนึงถึงคุณภาพ ปริมาณและความต่อเนื่องของผลผลิตเป็นสำคัญ ดังนั้นเทคนิคหรือการผลิตจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก จากการสำรวจพืชผักของกรมวิชาการเกษตร (2541) จากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่ายทั่วประเทศระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงสิงหาคม 2539 พบว่ามีสารพิษตกค้าง 53 % ของตัวอย่าง จำแนกได้เป็นสารพิษตกค้างกลุ่มต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. ออร์กาโนคลอรีน 7.5 % ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ทั้งหมด ได้แก่ เอ็นโดซัลเฟน และไดโคฟอล
2. ออร์กาโนฟอสเฟต 16.9 % ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ทั้งหมด ได้แก่ เมทธามิโดฟอส เมธิลพาราไธออน มาลาไธออน พาราไธออน ไดอะซินอน คลอไพริฟอส ไดเมทโธเอต
3. ไพรีทรอยด์ 13 % ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ทั้งหมด ได้แก่ ไซเปอร์เมธริน เฟนวาเลอเรต และเปอร์เมธริน
4. คาร์บาเมต 5 % ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ทั้งหมดพบ คาร์บาริล และคาร์โบฟูราน

โดยเฉพาะในผักหลายชนิด พบว่า ตัวอย่างของถั่วลันเตา ถั่วฝักยาว มะเขือเทศ ต้นหอม แขนงกะหล่ำ และกวางตุ้ง มีสารพิษตกค้างคิดเป็นร้อยละ 80, 70, 66.7, 64.3, 61.5, และ 57.1 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2541)

ในการทดลองครั้งนี้ได้เลือกผักที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจและเป็นพืชทดลอง คือ ถั่วฝักยาว มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งถั่วฝักยาว 100 กรัม พบว่ามีปริมาณน้ำ 89 กรัม โปรตีน 3.0 กรัม ไขมัน 0.5 กรัม คาร์โบไฮเดรต 5.2 กรัม เส้นใย 1.3 กรัม เถ้า 0.6 กรัม แคลเซียม 64 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 54 มิลลิกรัม เหล็ก 1.5 มิลลิกรัม วิตามินเอ 167 IU วิตามินบี1 0.07 มิลลิกรัม วิตามินซี 28 มิลลิกรัม มีพลังงาน 125 กิโลจูลต่อ 100 กรัม (Grubben, 1994)

ถั่วฝักยาวเป็นพืชที่มีราคาเฉลี่ยค่อนข้างสูงตลอดทั้งปี มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจนอกจากจะใช้บริโภคภายในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งไปจำหน่ายต่างประเทศในรูปผักแช่แข็ง

คิดเป็นร้อยละ 42.38 ของผักแช่แข็งที่ส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ในปี 2539 (ปราโมทย์ รักษาราษฎร์, 2540) และในการปลูกถั่วฝักยาวมักจะประสบกับปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชรบกวนมาก ทำให้ มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกันอย่างแพร่หลาย คิดเป็นร้อยละ 70 ของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์โดยกรมวิชาการเกษตร (2541)

8. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของถั่วฝักยาว

ถั่วฝักยาวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna sesquipedalis* Fruw. มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศจีนและอินเดีย มีชื่อสามัญคือ yard long bean, snake bean, asparagus bean เป็นต้น

ถั่วฝักยาวเป็นพืชผสมตัวเองตามธรรมชาติแต่อาจพบการผสมข้าม 1-5 เปอร์เซ็นต์ มีระบบรากเป็นรากแก้ว รากฝอยมีปมซึ่งเป็นที่อาศัยของไรโซเบียมที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศ ลำต้นเป็นเถาเลื้อยพันแบบทวนเข็มนาฬิกา ไม่มีมือจับ (tendril) ใบเป็นช่อ ประกอบด้วย 3 ใบย่อย (trifoliate compound leaves) แต่ใบจริงคู่แรกเป็นใบเดี่ยว (simple leave)

การออกดอกไม่ขึ้นกับช่วงแสง แต่ละพันธุ์จะมีอายุการออกดอกแตกต่างกันไป ลักษณะดอกเป็นแบบ raceme เกิดตามมุมใบหรือซอกใบ แต่ละช่อดอกมี 1-6 ดอกย่อย ลักษณะดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ดอกมีขนาด 1-3 เซนติเมตร จำนวนกลีบมี 5 กลีบ สีครีม สีม่วง สีแดง เป็นต้น กลีบดอกที่อยู่ชั้นนอกมีขนาดใหญ่ 2 กลีบ เรียกว่า standards กลีบดอกชั้นในซึ่งเล็กกว่าชั้นนอกมี 2 กลีบ เรียกว่า wings กลีบดอกชั้นในสุดซึ่งหุ้มรอบเกสรตัวเมียและเกสรตัวผู้มีลักษณะเป็นกรวยล้อมรอบ เรียกว่า keel เกสรตัวผู้มีอับละอองเกสร 10 อัน ซึ่งอับละอองเกสรตัวผู้ 9 อันจะเชื่อมติดกันล้อมรอบรังไข่ ส่วนอีก 1 อันแยกออกมาต่างหาก เกสรตัวเมียประกอบด้วยรังไข่รูปร่างยาว มีสีเขียว มีก้านชูเกสรตัวเมีย และยอดเกสรตัวเมียตอนปลายมีขนฟูสีขาว เกสรตัวเมียจะพร้อมผสมเกสรก่อนดอกบาน 2 วัน ดอกบานในตอนเช้า ละอองเกสรตัวผู้สามารถผสมได้ในวันที่ดอกบาน ฝักมีความยาว 30-60 เซนติเมตร สีเขียวอ่อนถึงเขียวเข้มและเขียวปลายม่วง เมล็ดมีรูปร่างเป็นไต มีสีแตกต่างกันเช่น สีขาว สีแดง สีแดง-ขาว และสีดำ เป็นต้น (จานุลักษณ์ ขนบดี และ อัจฉรา บุญส่งสวัสดิ์, 2538)

9. การปลูกถั่วฝักยาว

ถั่วฝักยาวเป็นพืชที่ชอบอากาศค่อนข้างร้อน ต้องการแสงแดดตลอดวัน อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 25-35 องศาเซลเซียสในช่วงกลางวัน และสูงกว่า 16 องศาเซลเซียสในช่วงกลางคืน สามารถปลูกได้ตลอดปีในทุกภาคของประเทศ ชอบดินที่มีการระบายน้ำดี มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 5.5-6.0 การปลูกโดยทำค้างจะให้ผลผลิตสูง ควรใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 10-15

กรัม รองก้นหลุมก่อนปลูก เมื่อต้นถั่วอายุประมาณ 15 วัน ให้ปุ๋ยจำนวน 25-30 กรัมต่อต้นห่างจากโคนต้นประมาณ 10 เซนติเมตร และใส่อีกครั้งเมื่อเก็บผลครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 55 วัน โดยใส่ปุ๋ย 15-15-15 ประมาณ 50-60 กรัมต่อต้น และหลังจากนั้นใส่ปุ๋ยทุก ๆ 7-10 วัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2536 และ Grubben, 1994)

10. โรคและแมลงศัตรูพืชของถั่วฝักยาว

10.1 โรคของถั่วฝักยาว ได้แก่

1. โรคใบจุด เกิดจากเชื้อรา *Cercospora* sp. ทำให้เนื้อเยื่อแผลแห้งเป็นวงกลมหรือเกือบกลมสีน้ำตาล ตรงกลางแผลมีจุดไข่ปลาสีดำเล็ก ๆ ซึ่งเป็นกลุ่มของเชื้อราที่ขึ้นเป็นกระจุกและเรียงเป็นวงกลมซ้อนกัน ขนาดแผลประมาณ 1-2 เซนติเมตร มักเกิดกับใบแก่ที่อยู่ด้านล่าง
2. โรคราสนิม เกิดจากเชื้อรา *Uromyces fabae* Pers. จะปรากฏอาการด้านใต้ใบ เป็นจุดสีสนิมหรือน้ำตาลแดง จุดมีขนาดเล็ก ใบที่เป็นโรคมากจะมองเห็นเป็นผงสีน้ำตาลแดง เกิดกับใบแก่ที่อยู่ด้านล่างของลำต้นก่อน แล้วลามขึ้นด้านบน มักจะพบเมื่อต้นถั่วอยู่ในระยะออกดอก ถ้าเป็นรุนแรงมากจะทำให้ใบแห้งร่วงหล่นไป
3. โรคราแป้ง เกิดจากเชื้อรา *Oidium* sp. จะมองเห็นคล้ายมีผงแป้งติดอยู่ ถ้าเป็นมากจะทำให้ใบเหลืองและร่วง
4. โรคใบด่าง เกิดจาเชื้อไวรัสในกลุ่ม PVY ต้นถั่วจะแสดงอาการใบด่างเหลืองมากน้อยแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อม สามารถมองเห็นอาการได้ชัดเจนบนใบแก่มีสีเขียวสลับกับสีเหลืองหรือด่างเป็นลาย บางครั้งสีเหลืองอ่อนเกือบเป็นสีขาวสลับกับสีเขียวแก่ของใบ ใบอาจจะม้วนงอหรือแผ่ตามปกติ

10.2 แมลงศัตรูที่สำคัญของถั่วฝักยาว ได้แก่

1. หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว ซึ่งเข้าทำลายต้นถั่วตั้งแต่เริ่มงอก ทำให้ใบเหี่ยว แห้งตาย มีลักษณะเป็นแมลงวันขนาดเล็กสีดำ ลำตัวยาว 0.2-0.3 เซนติเมตร โดยตัวแก่จะวางไข่บริเวณข้อและยอดอ่อน ตัวหนอนเล็กรูปร่างรีสีขาว ลักษณะที่หนอนเข้าทำลายจะเกิดรอยแตก ใบร่วงและเหี่ยวตายในที่สุด
2. หนอนเจาะฝักถั่ว ในระยะแรกเมื่อหนอนโตขึ้นจะเจาะเข้าไปกัดกินภายในดอก ทำให้ดอกร่วงก่อนติดฝักทำให้เกิดความเสียหาย ตัวแก่เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็ก วางไข่

ตามกลีบเลี้ยง อายุฟักไข่ประมาณ 3 วัน แล้วจึงเข้าไประหว่างรอยต่อของ กลีบดอก และเมื่อเจริญขึ้นหนอนจะเข้าไปทำลายดอกและฝัก

3. เพลี้ยอ่อน มักเข้าทำลายยอดอ่อนและฝักถั่ว โดยดูดกินน้ำเลี้ยงทำให้ต้นแกร็น ดอกร่วงไม่ติดฝัก และหากฝักอ่อนถูกดูดกินน้ำเลี้ยงจะทำให้ฝักมีขนาดเล็กลง

จากปัญหาและอุปสรรคในการปลูกถั่วฝักยาว โดยเฉพาะโรคและแมลงศัตรูพืชที่เข้าทำลายทำให้ต้นพืชเสียหาย ที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะผสมผสานวิธีการปลูกและการดูแลรักษา เพื่อหาแนวทางในการปลูกพืชผักให้ปลอดภัยจากสารกำจัดศัตรูพืช ด้วยวิธีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินภายใต้โรงเรือนคลุมด้วยตาข่ายไนล่อน และทำการเปรียบเทียบการเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วฝักยาวที่ปลูกบนวัสดุชนิดต่าง ๆ ทั้งที่ปลูกกลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่าย ซึ่งผลการทดลองที่ได้น่าจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นและเป็นทางเลือกหนึ่งให้กับผู้ปลูกที่จะสามารถผลิตพืชผักให้ปลอดภัยจากสารกำจัดศัตรูพืชต่อไปได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง

1. วัสดุ อุปกรณ์และพืชทดลอง

1.1 วัสดุปลูก ได้แก่ ทราย ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว และดิน

1.2 พืชทดลอง คือ เมล็ดถั่วฝักยาว (*Vigna sesquipiedalis* Fruw.) พันธุ์เนื้อพิเศษ S.J.1 ของบริษัทเจียไต๋ จำกัด

1.3 วัสดุและอุปกรณ์ในการติดตั้งระบบน้ำหยด ได้แก่ ท่อพีวีซี สายหยด หัวหยด ถังพลาสติกขนาด 50 ลิตร อุปกรณ์ในการสร้างโรงเรือน ได้แก่ ตาข่ายไนล่อนสีขาวขนาด 18 ช่องต่อตารางนิ้ว ผ้าพลาสติกสีเขียว ไม้ไผ่ขนาดต่าง ๆ สำหรับทำโครงสร้างโรงเรือน อุปกรณ์สำหรับทำแปลงได้แก่ ปลูกตาข่ายไนล่อนสีฟ้าขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว ไม้อัด และไม้ไผ่สำหรับทำค้าง ถั่วฝักยาว อุปกรณ์ในการฉีดพ่น เครื่องแก้วชนิดต่าง ๆ เช่น ปิเปต บีกเกอร์ กระบอกตวง

1.4 ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ปุ๋ยยูนิเลต ปุ๋ยหมัก และสารสกัดจากสะเดา

1.5 เครื่องมือ ได้แก่ เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter) เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC-meter) เครื่องชั่งละเอียด (digital balance) ตู้อบความร้อน (hot air oven) Digestion apparatus, Spectrophotometer และ Atomic Absorption Spectrophotometer

2. วิธีดำเนินการทดลอง

2.1 วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

main plot คือ ฤดูกาล (season) มี 3 ฤดูกาลคือ

S_1 คือ ฤดูฝน (ก.ค.-ก.ย)

S_2 คือ ฤดูหนาว (พ.ย.-ม.ค.)

S_3 คือ ฤดูร้อน (มี.ค.-พ.ค.)

Sub plot คือสภาพการปลูก (growing condition) มี 2 ลักษณะคือ

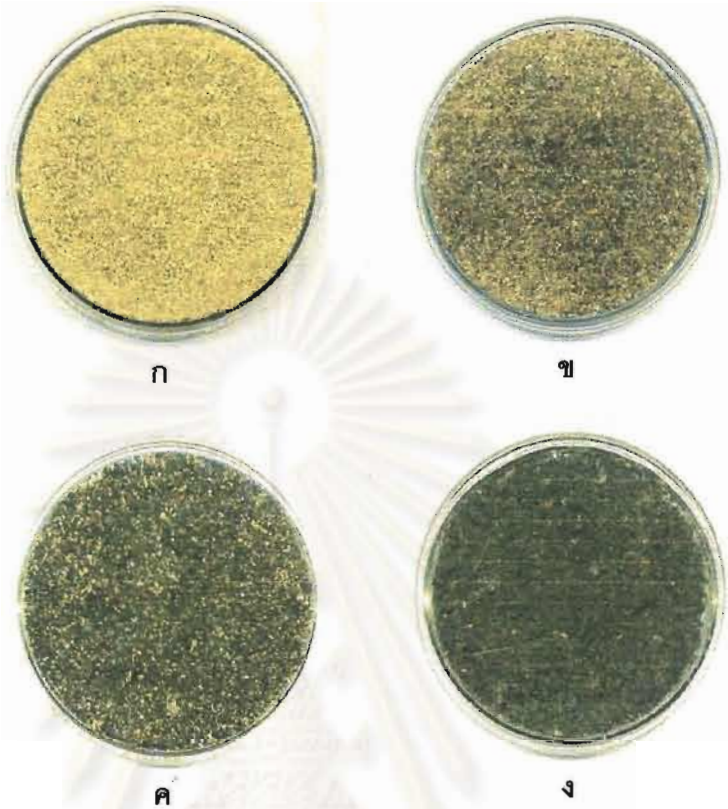
C_1 คือสภาพกลางแจ้ง

C_2 คือสภาพภายใต้โรงเรือน

Sub-sub plot คือ ชนิดของวัสดุปลูก มี 4 ชนิด (ภาพที่ 1) คือ

T_1 คือ ทราย

T_2 คือ ทรายผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร



ภาพที่ 1 วัสดุปลูกที่ใช้ในการทดลอง ทราย (ก) ทรายผสมขุยมะพร้าว (ข) ทรายผสมถ่านแกลบ (ค) และดิน (ง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

T_3 คือ ทรายผสมถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร

T_4 คือ ดิน

2.2 การเตรียมวัสดุปลูก การให้ปุ๋ย วิธีการปลูกและดูแลรักษา

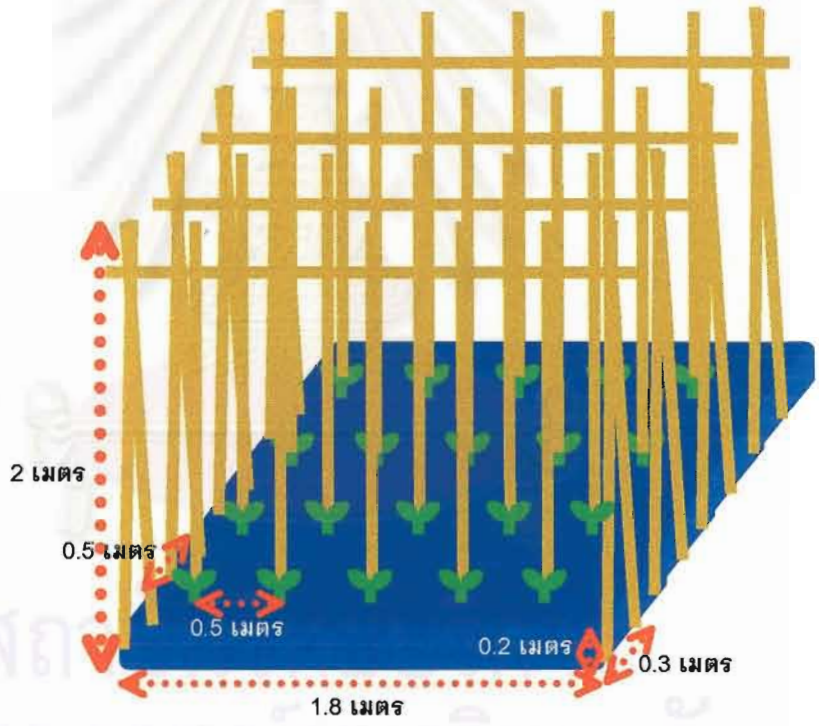
เตรียมวัสดุปลูกขุยมะพร้าวและถ่านแกลบก่อนนำมาผสมเป็นวัสดุปลูกโดยแช่น้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วเทน้ำทิ้งเพื่อล้างและกำจัดสิ่งเจือปนที่อาจติดมากับวัสดุปลูก ทำซ้ำ 3-4 ครั้งและตากแดด 2-3 วันก่อนนำไปใช้ สำหรับทรายปฏิบัติเช่นเดียวกัน (กระบวน วัฒนปรีชานนท์และเอกสิทธิ์ วัฒนปรีชานนท์, 2534) จากนั้นผสมวัสดุปลูกตามที่กำหนด ผสมปุ๋ยหมักลงในวัสดุปลูกในอัตราส่วน 1:5 ส่วนโดยปริมาตร บรรจุลงในแปลงที่ทำด้วยตาข่ายไนล่อนสีฟ้าขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว ขนาดกว้าง 0.3 เมตร ยาว 1.8 เมตร และสูง 0.2 เมตร (ภาพที่ 2 (ก)) วางกลางแจ้งและ ภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อนสีขาว (มุ้ง) ขนาด 18 ช่องต่อตารางนิ้ว ขนาดของโรงเรือนกว้าง 7 เมตร ยาว 6 เมตร และสูง 2 เมตร และคลุมพื้นที่การทดลองด้วยพลาสติกสีเขียว (ภาพที่ 2(ข))

วิธีการปลูกทำโดยปลูกแปลงละ 5 ต้นเป็นแถวเดียว มีระยะปลูกระหว่างต้น 0.3 เมตร (Grubben, 1994) ระหว่างแปลง 0.5 เมตร วางกลางแจ้ง (ภาพที่ 3(ก)) และภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน (ภาพที่ 3 (ข)) รดน้ำให้วัสดุปลูกชื้นก่อนปลูก จากนั้นขุดหลุมลึกประมาณ 2-3 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ย 15-15-15 รองก้นหลุม 20 กรัม แล้วทำการหยอดเมล็ดถั่วหลุมละ 2-3 เมล็ด ต่อหลุม ทำการถอนต้นถั่วให้เหลือหลุมละ 1 ต้นเมื่อมีอายุได้ 7 วัน และเมื่อต้นถั่วมีอายุได้ 14 วันหลังปลูก ผูกต้นถั่วฝักยาวให้ขึ้นตามค้างที่ทำไว้ (ภาพที่ 4) ปลูกทั้งหมด 3 รุ่น ในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน โดยมีระยะห่างระหว่างการปลูกในแต่ละฤดูกาลประมาณ 1 เดือน

เมื่อปลูกถั่วเสร็จแล้ว ให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 2 กรัม ทุก 3 วันต่อครั้ง (พิสมัย จูฑะมงคล, 2536) พร้อมทั้งให้สารละลายธาตุอาหารพืช Modified Hoagland (half strength) ไปพร้อมกับระบบน้ำหยดทุก 3 วันต่อครั้ง ซึ่งการปลูกถั่วฝักยาวโดยทั่วไปมักใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 10-15 กรัมรองก้นหลุมก่อนปลูก เมื่อต้นถั่วอายุประมาณ 15 วันให้ปุ๋ยสูตรเดิมจำนวน 25-30 กรัมต่อต้นห่างจากโคนต้นประมาณ 10 เซนติเมตร และใส่อีกครั้งเมื่อเก็บผลครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 55 วัน โดยใส่ปุ๋ย 15-15-15 ประมาณ 50-60 กรัมต่อต้น และหลังจากนั้นใส่ปุ๋ยทุก ๆ 7-10 วัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2536)

ให้น้ำแก่พืชตลอดระยะการทดลอง โดยใช้ระบบน้ำหยด ตามความต้องการของพืชในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตและสภาพอากาศในแต่ละวัน

ป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยใช้สารสกัดจากสะเดา เมื่อมีแมลงศัตรูพืชระบาดมากและหยุดฉีดพ่นก่อนการเก็บเกี่ยวถั่วฝักยาว



(ข)

ภาพที่ 2 แผนภาพจำลองลักษณะแปลงที่ใช้ทดลองปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (ก) และแปลงทดลองที่อยู่กลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่าย พร้อมระบบน้ำหยด (ข)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3 ถั่วฝักยาวที่ปลูกกลางแจ้ง (ก) และภายใต้โรงเรือนตาข่าย ไนล่อน (ข)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4 ต้นถั่วฝักยาวอายุ 14 วัน ปลูกบนวัสดุปลูก ทราย (ก) ทรายผสมขุยมะพร้าว (ข) ทรายผสมถ่านแกลบ (ค) และดิน (ง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 การเก็บเกี่ยวและบันทึกข้อมูล

การเก็บเกี่ยวจะเริ่มทยอยเก็บผลผลิต คือ ฝักถั่ว เมื่อต้นถั่วเริ่มให้ผลผลิต คือ เมื่ออายุประมาณ 60 วันหลังปลูกหรือหยอดเมล็ด (ภาพที่ 5(ก)) จากปลูกหรือหยอดเมล็ด โดยเก็บฝักถั่วที่มีอายุประมาณ 7-10 วันหลังดอกบาน (ภาพที่ 5(ข)) และเก็บทุกวัน ตลอดระยะเวลาการเก็บเกี่ยวนานประมาณ 30 วัน และบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- ชั่งน้ำหนักสดและนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพื่อหาน้ำหนักแห้งของต้นถั่วและหาค่าเฉลี่ย
- วัดความสูงของต้นถั่วและหาค่าเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง
- ชั่งน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของฝักถั่วและหาค่าเฉลี่ยต่อต้น
- วัดความยาวของฝักถั่วและหาค่าเฉลี่ย
- นับจำนวนฝักและหาค่าเฉลี่ยต่อต้น

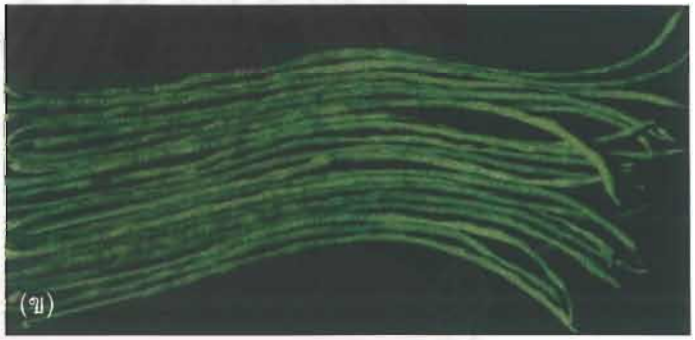
2.4 วิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในฝักถั่วคือ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและวิตามินในฝักถั่ว (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

นำฝักถั่วที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มาบดให้ละเอียดแล้ววิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารด้วยวิธีที่เหมาะสม ดังนี้

- หาปริมาณ N ทั้งหมดโดยวิธี kjeldahl (AOAC, 1985)
- หาปริมาณ P โดยวิธี Vanadomolybophosphoric acid Colorimetric (Taudon, 1968)
- หาปริมาณ K, Ca และ Mg โดยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometer (Jackson, 1958)
- หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดตามวิธีของ Irigoyen *et al.* (1992)

2.5 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของวัสดุปลูกก่อนและหลังการทดลอง (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

- หาค่าความหนาแน่นรวม (density) ของวัสดุปลูกโดยใช้เครื่องมือหาความหนาแน่นรวม
- หาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของวัสดุปลูก (Öhlinger, 1995a)
- หาค่าความจุความชื้น (water capacity) ของวัสดุปลูก (Öhlinger, 1995b)
- หาค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของวัสดุปลูก โดยใช้ EC-meter
- หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของวัสดุปลูก โดยใช้ pH-meter



ภาพที่ 5 ต้นถั่วฝักยาวอายุประมาณ 60 วัน ที่ปลูกกลางแจ้ง (ก) และฝักถั่ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.6 **ธาตุอาหารพืชในวัสดุปลูกก่อนและหลังการทดลอง** (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

โดยนำวัสดุปลูกอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส บดให้ละเอียดแล้ววิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารด้วยวิธีที่เหมาะสม ดังนี้

- หาปริมาณ N ทั้งหมด, K, Ca และ Mg เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ในฝักถั่ว
- หาปริมาณ P ที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี Bray1 (Jackson, 1958)
- หาปริมาณอินทรีย์วัตถุ โดยวิธี Walkley and Black (Allison, 1965) จากนั้นนำไปคำนวณหาค่า C/N ratio

2.7 **วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ**

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ Analysis of variance เพื่อหาข้อมูลแสดงความแตกต่างในระดับความเชื่อมั่น 95 % ขึ้นไป หากมีความแตกต่างกันทางสถิติใช้ Duncan's Multiple Range Test ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

2.8 **สถานที่ทำการทดลอง**

แปลงทดลองและห้องปฏิบัติการภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และห้องปฏิบัติการศูนย์วิศวกรรมเกษตรบางพูน จังหวัดปทุมธานี

2.9 **ระยะเวลาในการทดลอง**

การทดลองเริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2541 และสิ้นสุดเมื่อเดือนมีนาคม 2543

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. การเจริญเติบโตของต้นถั่วที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

1.1 น้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นถั่ว (กรัมต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 1 และตารางผนวกที่ ก-1)

จากการทดลอง (ตารางที่ 1) พบว่าต้นถั่วที่ปลูกบนดิน กลางแจ้ง ในฤดูหนาว จะให้น้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นถั่วสูงที่สุดเท่ากับ 485.27 กรัมต่อต้น รองลงมาคือทรายผสมขุยมะพร้าว กลางแจ้ง ในฤดูหนาว 476.41 กรัมต่อต้น แต่สำหรับต้นถั่วที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าว กลางแจ้ง ในฤดูร้อนและฤดูฝนมีน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นสูงกว่าบนดินทั้ง 2 ฤดู และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นถั่วที่ปลูกกลางแจ้งบนวัสดุปลูกทั้ง 2 ชนิด ทุกฤดูกาลไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อนก็เช่นเดียวกันนั่นคือ ต้นถั่วที่ปลูกบนดิน ในฤดูหนาว จะให้น้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นถั่วสูงกว่าการปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าว แต่ในฤดูร้อนและฤดูฝนต้นถั่วที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าว มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นสูงกว่าบนดินทั้ง 2 ฤดู เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นถั่วที่ปลูกบนวัสดุปลูกทั้ง 2 ชนิด ทุกฤดูกาลไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สำหรับต้นถั่วที่ปลูกบนทราย อยู่กลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน ในฤดูต่าง ๆ มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่ำที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติกับวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้ต้นถั่วที่ปลูกกลางแจ้งบนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด ทุกฤดูกาล จะมีน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นถั่วสูงกว่าภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน

1.2 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นถั่ว (กรัมต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ ก-2)

จากการทดลอง (ตารางที่ 2) พบว่าต้นถั่วที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าว กลางแจ้ง ในฤดูฝน จะให้น้ำหนักแห้งของต้นถั่วสูงที่สุดเท่ากับ 126.75 กรัมต่อต้น รองลงมาคือทรายผสมขุยมะพร้าว กลางแจ้ง ในฤดูหนาว 126.61 กรัมต่อต้น และสำหรับต้นถั่วที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าว มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นสูงกว่าบนดิน ไม่ว่าจะปลูกกลางแจ้งหรือภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน ทั้ง 3 ฤดู เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นถั่วที่ปลูกบนวัสดุปลูกทั้ง 2 ชนิดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 1 น้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นถั่ว (กรัมต่อต้น) ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

วัสดุปลูก	น้ำหนักสดของต้นถั่ว (กรัมต่อต้น)	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน		
ทราย	284.14 c	181.90 b
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	474.03 a	309.51 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	359.37 b	301.33 a
ดิน	462.48 a	304.16 a
ฤดูหนาว		
ทราย	262.93 c	251.51 c
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	476.41 a	381.67 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	381.13 b	307.68 b
ดิน	485.27 a	386.18 a
ฤดูร้อน		
ทราย	258.57 c	229.58 c
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	475.76 a	357.64 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	372.46 b	299.99 b
ดิน	432.12 a	339.80 ab

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งในแต่ละฤดูกาล แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 2 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นถั่ว (กรัมต่อต้น) ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

วัสดุปลูก	น้ำหนักแห้งของต้นถั่ว (กรัมต่อต้น)	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน		
ทราย	73.90 c	47.29 b
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	126.75 a	82.72 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	92.94 b	78.35 a
ดิน	118.33 a	76.07 a
ฤดูหนาว		
ทราย	67.37 c	62.77 c
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	126.61 a	99.50 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	95.60 b	79.85 b
ดิน	123.71 a	93.74 a
ฤดูร้อน		
ทราย	64.33 c	59.20 c
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	122.96 a	96.23 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	94.59 b	77.09 b
ดิน	113.35 a	88.65 a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งในแต่ละฤดูกาล แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

สำหรับต้นถั่วที่ปลูกบนทราย อยู่กลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน ในฤดูต่าง ๆ มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่ำที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติกับวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้ต้นถั่วที่ปลูกกลางแจ้งบนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด ทุกฤดูกาล จะมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นถั่วสูงกว่าภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน

1.3 ความสูงเฉลี่ยของต้นถั่ว (เมตรต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ ก-3)

จากการทดลอง (ตารางที่ 3) ต้นถั่วที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าว ภายใต้โรงเรือน ตาข่ายไนล่อน ในฤดูหนาวมีความสูงของต้นถั่วสูงที่สุดเท่ากับ 6.04 เมตรต่อต้น รองลงมาคือ ต้นถั่วที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าว อยู่กลางแจ้ง ในฤดูหนาวเท่ากับ 6.03 เมตรต่อต้น และสำหรับต้นถั่วที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าว มีความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วสูงกว่าต้นถั่วที่ปลูกบนดิน อยู่กลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน ทั้ง 3 ฤดู เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วที่ปลูกบนวัสดุปลูกทั้ง 2 ชนิดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ต้นถั่วที่ปลูกบนทรายและทรายผสมถ่านแกลบ ตั้งอยู่กลางแจ้งและภายใต้โรงเรือน ตาข่ายไนล่อน ในฤดูกาลต่าง ๆ มีความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วต่ำกว่าทรายผสมขุยมะพร้าวและดินและต้นถั่วที่ปลูกบนทรายและทรายผสมถ่านแกลบ มีความสูงเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2. ผลผลิตของถั่วฝักยาวที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

2.1 น้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่ว (กรัมต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 4 และตารางผนวกที่ ก-4)

จากการทดลอง (ตารางที่ 4) พบว่าถั่วฝักยาวที่ปลูก กลางแจ้ง บนทรายผสมขุยมะพร้าว ให้น้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่วต่อต้นสูงกว่าถั่วฝักยาวที่ปลูกบนดิน ทราย และทรายผสมถ่านแกลบ โดยที่ในฤดูหนาวมีน้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่วสูงสุด รองลงมาคือฤดูฝน และฤดูร้อน เท่ากับ 478.53, 422.14 และ 356.30 กรัมต่อต้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่วที่ปลูกบนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน ถั่วฝักยาวที่ปลูกบนดินมีน้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่วสูงกว่าการปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าวและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ในฤดูหนาวมีน้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่วสูงกว่าฤดูร้อน เท่ากับ 366.17 และ 237.30 กรัมต่อต้น แต่ในฤดูฝนถั่วฝักยาวที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าว มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักสูงกว่าบนดินแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 3 ความสูงของต้นถั่ว (เมตรต่อต้น) ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

วัสดุปลูก	ความสูงของต้นถั่ว (เมตรต่อต้น)	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน		
ทราย	4.80 b	4.67 a
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	5.55 a	5.26 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	4.55 b	4.65 a
ดิน	4.96 ab	5.24 a
ฤดูหนาว		
ทราย	4.70 b	5.05 bc
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	6.03 a	6.04 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	4.77 b	4.45 c
ดิน	5.46 a	5.69 ab
ฤดูร้อน		
ทราย	4.71 b	4.68 b
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	5.71 a	5.47 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	4.71 b	5.09 ab
ดิน	5.22 ab	5.45 a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งในแต่ละฤดูกาล แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 4 น้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่ว (กรัมต่อต้น) ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

วัสดุปลูก	น้ำหนักสดของฝักถั่ว (กรัมต่อต้น)	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน		
ทราย	292.89 c	31.42 b
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	422.14 a	100.60 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	199.09 d	112.17 a
ดิน	377.72 b	90.85 a
ฤดูหนาว		
ทราย	183.80 c	111.69 d
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	478.53 a	348.83 b
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	173.49 d	186.80 c
ดิน	418.02 b	366.17 a
ฤดูร้อน		
ทราย	264.38 c	91.46 d
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	356.30 a	217.22 b
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	151.29 d	197.27 c
ดิน	305.43 b	237.30 a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งในแต่ละฤดูกาล แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

สำหรับถั่วฝักยาวที่ปลูกบนทราย อยู่กลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน ในฤดูต่าง ๆ มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่ำที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติกับวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้ถั่วฝักยาวที่ปลูกกลางแจ้งบนวัสดุปลูกทุกชนิด ทั้ง 3 ฤดู จะมีน้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่วสูงกว่าภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน ยกเว้นถั่วฝักยาวที่ปลูกบนทรายผสมถ่านแกลบ ในฤดูหนาวและฤดูร้อน มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่วภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อนสูงกว่ากลางแจ้ง

2.2 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักถั่ว (กรัมต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 5 และตารางผนวกที่ ก-5)

จากการทดลอง (ตารางที่ 5) พบว่าถั่วฝักยาวที่ปลูก กลางแจ้ง บนทรายผสมขุยมะพร้าว ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักถั่วต่อต้นสูงกว่าถั่วฝักยาวที่ปลูกบนดิน ทราย และทรายผสมถ่านแกลบ โดยที่ในฤดูหนาวมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักถั่วสูงสุด รองลงมาคือฤดูฝน และฤดูร้อน เท่ากับ 49.11, 46.54 และ 35.01 กรัมต่อต้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักถั่วที่ปลูกบนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน ถั่วฝักยาวที่ปลูกบนดินมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักถั่วสูงกว่าการปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าว โดยที่ในฤดูหนาวมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักถั่วสูงกว่าฤดูร้อน และฤดูฝน เท่ากับ 41.52, 26.83 และ 10.97 กรัมต่อต้นตามลำดับ

ถั่วฝักยาวที่ปลูกบนทราย อยู่กลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน ในฤดูต่าง ๆ มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่ำที่สุด นอกจากนี้ถั่วฝักยาวที่ปลูกกลางแจ้งบนวัสดุปลูกทุกชนิด ทั้ง 3 ฤดู มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักถั่วสูงกว่าภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน ยกเว้นถั่วฝักยาวที่ปลูกบนทรายผสมถ่านแกลบ ในฤดูหนาวและฤดูร้อน มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักถั่วภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อนสูงกว่ากลางแจ้ง

2.3 จำนวนเฉลี่ยของฝักถั่ว (ฝักต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 6 และตารางผนวกที่ ก-6)

จากการทดลอง (ตารางที่ 6) พบว่าถั่วฝักยาวที่ปลูก กลางแจ้ง บนทรายผสมขุยมะพร้าว มีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นสูงกว่าถั่วที่ปลูกบนดิน ทราย และทรายผสมถ่านแกลบตามลำดับ โดยในฤดูหนาวมีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นสูงสุด รองลงมาคือฤดูฝน และฤดูร้อน เท่ากับ 19.01, 16.80 และ 14.95 ฝักต่อต้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นที่ปลูกบนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในทุกฤดูกาล

ถั่วฝักยาวที่ปลูกภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน บนทรายผสมขุยมะพร้าว มีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นสูงกว่าถั่วที่ปลูกบนดิน ทรายผสมถ่านแกลบ และทราย ตามลำดับ ยกเว้นในฤดูฝน

ตารางที่ 5 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของผักถั่ว (กรัมต่อต้น) ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

วัสดุปลูก	น้ำหนักแห้งของผักถั่ว (กรัมต่อต้น)	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน		
ทราย	30.59 b	4.45 b
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	46.54 a	9.80 ab
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	18.29 c	12.00 a
ดิน	35.52 b	10.97a
ฤดูหนาว		
ทราย	20.54 c	11.58 d
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	49.11 a	36.36 b
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	20.82 b	25.10 c
ดิน	42.45 a	41.52 a
ฤดูร้อน		
ทราย	28.87 c	10.17 b
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	35.01 a	22.98 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	18.38 d	19.82 a
ดิน	32.47 b	26.83 a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งในแต่ละฤดูกาล แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 6 จำนวนฝักถั่วเฉลี่ย (ฝักต่อต้น) ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

วัสดุปลูก	จำนวนฝักถั่ว (ฝักต่อต้น)	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน		
ทราย	12.56 b	1.27 b
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	16.80 a	3.44 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	7.70 c	3.74 a
ดิน	15.65 a	2.85 ab
ฤดูหนาว		
ทราย	7.61 c	3.63 c
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	19.01 a	12.75 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	6.98 c	6.07 b
ดิน	15.90 b	12.69 a
ฤดูร้อน		
ทราย	10.87 b	6.02 d
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	14.95 a	12.88 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	6.38 c	8.62 c
ดิน	11.99 b	10.70 b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งในแต่ละฤดูกาล แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ที่ ทรายผสมถ่านแกลบมีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นสูงกว่าบนดินแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ โดยที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าวในฤดูร้อนมีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นสูงสุด รองลงมาคือฤดูหนาวและฤดูฝน เท่ากับ 12.88, 12.75 และ 3.44 ฝักต่อต้น ตามลำดับ และถั่วฝักยาวที่ปลูกบนทราย มีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นต่ำที่สุดในทุกฤดูกาล นอกจากนี้ถั่วฝักยาวที่ปลูกกลางแจ้งบนวัสดุปลูกทุกชนิด ทั้ง 3 ฤดู จะมีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นสูงกว่าภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน ยกเว้นถั่วที่ปลูกบนทรายผสมถ่านแกลบ ในฤดูร้อน มีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้น ภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อนสูงกว่ากลางแจ้ง

2.4 <u>ความยาวเฉลี่ยของฝักถั่ว (เซนติเมตรต่อฝัก) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 7 และตารางผนวกที่ ก-7)</u>

จากการทดลอง (ตารางที่ 7) พบว่าถั่วฝักยาวที่ปลูกภายใต้โรงเรือน บนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด ทุกฤดูกาล มีความยาวเฉลี่ยของฝักสูงกว่าถั่วที่ปลูกกลางแจ้ง โดยถั่วที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าวในฤดูหนาวและฤดูร้อนมีความยาวเฉลี่ยของฝักถั่วมากกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่นเท่ากับ 54.38 และ 54.06 เซนติเมตรต่อฝัก ตามลำดับ และสำหรับในฤดูฝน ถั่วที่ปลูกบนทรายมีความยาวเฉลี่ยของฝักมากกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่นเท่ากับ 53.65 เซนติเมตรต่อฝัก

ถั่วฝักยาวที่ปลูกกลางแจ้ง บนดินมีความยาวเฉลี่ยของฝักสูงสุด โดยในฤดูหนาวและฤดูร้อนมีความยาวเฉลี่ยของฝักสูงสุดเท่ากับ 50.57 และ 50.54 เซนติเมตรต่อฝัก รองลงมาคือทรายผสมขุยมะพร้าวเท่ากับ 49.25 และ 49.95 เซนติเมตรต่อฝัก ทรายผสมถ่านแกลบเท่ากับ 48.45 และ 49.65 เซนติเมตรต่อฝัก และทรายเท่ากับ 46.88 และ 47.48 เซนติเมตรต่อฝัก ตามลำดับ และในฤดูฝน ถั่วที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าวมีความยาวเฉลี่ยของฝักมากที่สุดเท่ากับ 46.73 เซนติเมตรต่อฝัก แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาวเฉลี่ยของฝักถั่วที่ปลูกในทุกวัสดุไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ความยาวเฉลี่ยของฝักถั่ว (เซนติเมตรต่อฝัก) ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

วัสดุปลูก	ความยาวฝักถั่ว (เซนติเมตรต่อฝัก)	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน		
ทราย	44.77 a	53.65 a
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	46.73 a	49.13 b
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	46.35 a	52.68 a
ดิน	44.67 a	51.94 a
ฤดูหนาว		
ทราย	46.88 b	53.22 ab
ทรายผสมขุยมะพร้าว(1:1)	49.25 ab	54.38 a
ทรายผสมถ่านแกลบ(1:1)	48.45 ab	51.71 b
ดิน	50.57 a	52.82 ab
ฤดูร้อน		
ทราย	47.48 b	49.50 b
ทรายผสมขุยมะพร้าว(1:1)	49.95 ab	54.06 a
ทรายผสมถ่านแกลบ(1:1)	49.65 ab	52.81 a
ดิน	50.54 a	52.47 a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งในแต่ละฤดูกาล แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ปริมาณ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และน้ำตาลทั้งหมดในฝักถั่วที่ได้จากการปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

3.1 ไนโตรเจนทั้งหมดในฝักถั่ว (เปอร์เซ็นต์) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 8)

จากการทดลองพบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในฝักถั่วที่ปลูกกลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่าย ทุกฤดูกาล บนทรายผสมขุยมะพร้าวและดินสูงกว่า วัสดุปลูกที่เป็นทรายผสมถ่านแกลบและทราย

3.2 ฟอสฟอรัสในฝักถั่ว (เปอร์เซ็นต์) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 9)

จากการทดลองพบว่าถั่วที่ปลูกกลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่าย ทุกฤดูกาล บนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด ทรายมีปริมาณฟอสฟอรัสในฝักถั่วต่ำที่สุด

3.3 โพแทสเซียมในฝักถั่ว (เปอร์เซ็นต์) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 10)

จากการทดลองพบว่าถั่วที่ปลูกกลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่าย บนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด ในฤดูร้อนพบปริมาณโพแทสเซียมในฝักถั่วสูงที่สุด รองลงมาคือฤดูฝน และฤดูหนาว ตามลำดับ

3.4 แคลเซียมในฝักถั่ว (เปอร์เซ็นต์) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 11)

จากการทดลองพบว่าถั่วที่ปลูกกลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่าย บนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด ในฤดูร้อนพบปริมาณแคลเซียมในฝักถั่วสูงที่สุด

3.5 แมกนีเซียมในฝักถั่ว (เปอร์เซ็นต์) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 12)

จากการทดลองพบว่าถั่วที่ปลูกกลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่าย บนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด ในฤดูหนาวพบปริมาณแมกนีเซียมในฝักถั่วสูงที่สุด รองลงมาคือฤดูฝน และฤดูร้อน ตามลำดับ

ตารางที่ 8 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ในฝักถั่ว ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

วัสดุปลูก	ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) ในฝักถั่ว	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน		
ทราย	0.935	0.952
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	1.280	1.035
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	1.008	0.990
ดิน	1.180	1.225
ฤดูหนาว		
ทราย	0.905	0.930
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	1.193	1.000
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	1.040	0.970
ดิน	1.165	1.135
ฤดูร้อน		
ทราย	0.928	0.890
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	1.008	0.997
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	1.043	1.008
ดิน	1.145	1.188

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ปริมาณฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในฝักถั่ว ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

วัสดุปลูก	ปริมาณฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในฝักถั่ว	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน		
ทราย	0.790	0.780
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.843	0.800
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	0.775	0.980
ดิน	0.805	0.950
ฤดูหนาว		
ทราย	0.755	0.745
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.810	0.840
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	0.883	0.875
ดิน	0.915	0.852
ฤดูร้อน		
ทราย	0.783	0.820
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.798	0.850
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	0.840	0.865
ดิน	0.893	0.903

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ปริมาณโพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในฝักถั่ว ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

วัสดุปลูก	ปริมาณโพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในฝักถั่ว	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน		
ทราย	1.369	1.307
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	1.328	1.319
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	1.360	1.354
ดิน	1.457	1.345
ฤดูหนาว		
ทราย	1.191	1.196
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	1.120	1.167
ทรายผสมถ่านแกลบ(1:1)	1.174	1.174
ดิน	1.366	1.157
ฤดูร้อน		
ทราย	3.152	2.780
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	3.177	3.772
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	3.190	2.934
ดิน	2.641	3.348

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ปริมาณแคลเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในฝักถั่ว ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

วัสดุปลูก	ปริมาณแคลเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในฝักถั่ว	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน		
ทราย	0.197	0.204
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.190	0.189
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	0.175	0.123
ดิน	0.179	0.156
ฤดูหนาว		
ทราย	0.136	0.123
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.199	0.210
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	0.189	0.192
ดิน	0.222	0.203
ฤดูร้อน		
ทราย	0.302	0.287
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.385	0.342
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	0.342	0.268
ดิน	0.366	0.293

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ปริมาณแมกนีเซียม(เปอร์เซ็นต์) ในฝักถั่ว ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

วัสดุปลูก	ปริมาณแมกนีเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในฝักถั่ว	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน		
ทราย	0.386	0.383
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.384	0.404
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	0.406	0.415
ดิน	0.372	0.407
ฤดูหนาว		
ทราย	0.788	0.794
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.798	0.825
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	0.616	0.803
ดิน	0.758	0.803
ฤดูร้อน		
ทราย	0.211	0.324
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.206	0.318
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	0.182	0.268
ดิน	0.201	0.304

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.6 น้ำตาลทั้งหมดในฝักถั่ว (เปอร์เซ็นต์) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 13)

จากการทดลองพบว่าถั่วที่ปลูกกลางแจ้ง ในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน บนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในฝักถั่วสูงกว่าภายใต้โรงเรือนตาข่าย และบนทรายมีน้ำตาลทั้งหมดในฝักถั่วต่ำที่สุด

4. คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก

4.1 ความหนาแน่นรวม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก (ตารางที่ 14)

จากการทดลองพบว่า ทราย มีความหนาแน่นรวมมากที่สุด ทุกสภาพการปลูก ในฤดูกาลต่าง ๆ ทั้งก่อนและหลังการปลูก รองลงมาได้แก่ทรายผสมถ่านแกลบ ทรายผสมขุยมะพร้าว และดิน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่า ทรายมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับดิน

4.2 ค่าความจุความชื้น (เปอร์เซ็นต์) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก (ตารางที่ 15)

จากการทดลองพบว่า ดิน มีค่าความจุความชื้นสูงที่สุด ทุกสภาพการปลูก ในฤดูกาลต่าง ๆ ทั้งก่อนและหลังการปลูก รองลงมาได้แก่ ทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบ และดิน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่า ดินมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบ และทราย

4.3 ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก (ตารางที่ 16)

จากการทดลองพบว่า เป็นไปในทำนองเดียวกันกับค่าความจุความชื้น นั่นคือ ดิน มีค่าความชื้นสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบ และทราย ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่า ดินมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับ ทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบ และทราย

ตารางที่ 13 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)ในฝักถั่ว ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

วัสดุปลูก	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ในฝักถั่ว	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน		
ทราย	57.29	41.62
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	59.73	43.30
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	63.43	40.85
ดิน	61.64	40.24
ฤดูหนาว		
ทราย	56.38	45.61
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	57.06	42.88
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	57.69	44.28
ดิน	65.50	44.26
ฤดูร้อน		
ทราย	54.36	42.15
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	57.08	42.30
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	55.84	45.50
ดิน	64.31	45.19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 ค่าความหนาแน่นรวมของวัสดุปลูกก่อนและหลังการทดลอง

วัสดุปลูก	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน				
ทราย	1.062 a	1.065 a	1.041 a	1.125 a
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.985 a	0.992 a	0.935 b	0.981 bc
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	1.006 a	0.978 a	1.084 a	1.031 b
ดิน	0.826 b	0.828 b	0.811 c	0.944 c
ฤดูหนาว				
ทราย	1.084 a	1.125 a	1.238 a	1.249 a
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.935 b	0.981 b	1.011 b	1.003 ab
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	1.041 ab	1.031 ab	1.013 b	1.031 ab
ดิน	0.811 c	0.944 b	0.747 c	0.732 b
ฤดูร้อน				
ทราย	1.238 a	1.249 a	1.239 a	1.256 a
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	1.011 ab	1.003 ab	1.020 b	0.991 b
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	1.013 ab	1.013 ab	0.800 b	1.002 b
ดิน	0.747 b	0.732 b	0.760 c	0.732 c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งในแต่ละฤดูกาล แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 15 ค่าความจุความชื้น (เปอร์เซ็นต์) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการทดลอง

วัสดุปลูก	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน				
ทราย	21.23 c	20.44 c	22.88 d	19.66 d
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	71.13 b	71.55 b	75.23 b	71.83 b
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	59.59 b	60.98 b	55.02 c	58.00 c
ดิน	83.83 a	74.92 a	92.86 a	81.76 a
ฤดูหนาว				
ทราย	22.88 d	19.66 d	21.50 d	23.35 d
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	75.23 b	71.83 b	70.02 b	75.84 b
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	55.02 c	58.00 c	59.27 c	66.68 c
ดิน	80.76 a	71.76 a	76.13 a	90.30 a
ฤดูร้อน				
ทราย	21.50 d	23.35 d	20.84 d	28.02 d
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	70.02 b	75.84 b	74.27 b	83.00 b
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	59.27 c	66.68 c	62.34 c	68.13 c
ดิน	75.03 a	88.37 a	77.85 a	91.96 a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งในแต่ละฤดูกาล แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 16 ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการทดลอง

วัสดุปลูก	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน				
ทราย	3.41 c	3.50 d	3.57 c	3.61 d
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	28.47 b	29.11 b	28.17 b	28.97 b
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	26.40 b	22.61 c	25.61 b	22.15 c
ดิน	90.15 a	87.41 a	89.70 a	87.58 a
ฤดูหนาว				
ทราย	3.57 d	3.61 d	3.85 d	4.11 c
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	28.17 b	28.97 b	24.37 b	25.62 b
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	25.61 c	22.15 c	20.73 c	25.20 b
ดิน	89.62 a	86.38 a	79.24 a	86.45 a
ฤดูร้อน				
ทราย	3.85 d	4.11 c	4.12 d	4.76 c
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	24.37 b	25.62 b	28.35 b	28.86 b
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	20.73 c	25.20 b	23.38 c	28.53 b
ดิน	78.21 a	86.34 a	88.69 a	87.30 a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งในแต่ละฤดูกาล แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

5. คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก

5.1 ค่าการนำไฟฟ้า (mmho/cm) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก (ตารางที่ 17)

จากการทดลองพบว่า ดิน มีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด ทุกสภาพการปลูก ในฤดูกาล ต่าง ๆ ทั้งก่อนและหลังการปลูก รองลงมาได้แก่ ทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบ และดิน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่า ดินมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับทราย

5.2 ค่าความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก (ตารางที่ 18)

จากการทดลองพบว่า ทราย มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุด ทุกสภาพการปลูก ในฤดูกาลต่าง ๆ ทั้งก่อนและหลังการปลูก รองลงมาได้แก่ ทรายผสมถ่านแกลบ ทรายผสมขุยมะพร้าว และดิน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่า ทรายมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับ ดิน

5.3 ปริมาณธาตุอาหารพืชในวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก

จากการทดลอง (ตารางที่ 19-20) พบว่าดิน มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ทุกสภาพการปลูก ในฤดูกาลต่าง ๆ ทั้งก่อนและหลังการปลูก สูงที่สุด

และสำหรับปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมของวัสดุปลูก (ตารางที่ 21-23) ทุกสภาพการปลูก ในฤดูกาลต่าง ๆ ทั้งก่อนและหลังการปลูก ดินมีปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ทรายผสมถ่านแกลบ ทรายผสมขุยมะพร้าว และทราย

5.4 ค่า C/N ratio ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก

จากการทดลอง (ตารางที่ 24) พบว่าดิน มีค่า C/N ratio ทุกสภาพการปลูก ในฤดูกาลต่าง ๆ ทั้งก่อนและหลังการปลูก สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบ และทราย

ตารางที่ 17 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) (mmho/cm) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการทดลอง

วัสดุปลูก	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน				
ทราย	0.080 c	0.075 c	0.085 c	0.085 d
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.135 b	0.135 b	0.190 b	0.203 b
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	0.120 bc	0.110 bc	0.135 c	0.140 c
ดิน	0.468 a	0.473 a	0.525 a	0.500 a
ฤดูหนาว				
ทราย	0.085 b	0.085 b	0.115 b	0.098 b
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.190 ab	0.203 ab	0.303 ab	0.363 ab
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	0.135 ab	0.140 ab	0.240 ab	0.265 ab
ดิน	0.515 a	0.509 a	0.465 a	0.490 a
ฤดูร้อน				
ทราย	0.118 b	0.098 b	0.153 b	0.098 b
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.303 ab	0.363 ab	0.440 ab	0.408 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	0.240 ab	0.265 ab	0.290 ab	0.368 ab
ดิน	0.445 a	0.4880 a	0.465 a	0.390 ab

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งในแต่ละฤดูกาล แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 18 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการทดลอง

วัสดุปลูก	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน				
ทราย	7.640 a	7.615 a	7.628 a	7.615 a
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	7.060 b	7.040 b	7.050 c	7.050 a
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	7.368 ab	7.290 ab	7.363 b	7.273 b
ดิน	5.483 c	5.395 c	5.473 d	5.380 b
ฤดูหนาว				
ทราย	7.628 a	7.615 a	7.000 ab	7.403 a
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	7.050 ab	7.050 ab	6.978 ab	6.895 ab
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	7.363 ab	7.273 ab	7.093 a	7.213 ab
ดิน	5.470 b	5.369 b	5.600 b	5.650 b
ฤดูร้อน				
ทราย	7.050 a	7.403 a	6.763 ab	7.165 ab
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	6.918 ab	6.895 ab	6.778 ab	6.683 ab
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	6.730 ab	7.213 ab	7.000 a	7.180 a
ดิน	5.891 b	5.647 b	5.797 b	5.808 b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งในแต่ละฤดูกาล แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 19 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการทดลอง

วัสดุปลูก	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน				
ทราย	0.0175	0.0200	0.0238	0.0200
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.0375	0.0388	0.0348	0.0388
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	0.0320	0.0310	0.0278	0.0310
ดิน	0.0575	0.0578	0.0583	0.0578
ฤดูหนาว				
ทราย	0.0245	0.0213	0.0225	0.0218
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.0373	0.0405	0.0425	0.0395
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	0.0283	0.0270	0.0295	0.0270
ดิน	0.0585	0.0573	0.0558	0.0567
ฤดูร้อน				
ทราย	0.0228	0.0218	0.0205	0.0203
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	0.0418	0.0420	0.0370	0.0418
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	0.0310	0.0300	0.0333	0.0310
ดิน	0.0565	0.0578	0.0575	0.0583

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 20 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการทดลอง

วัสดุปลูก	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน				
ทราย	91.00	103.25	94.00	152.00
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	115.00	130.75	116.75	162.25
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	116.25	150.75	124.25	137.75
ดิน	162.25	156.00	164.00	170.25
ฤดูหนาว				
ทราย	108.25	101.00	127.00	146.25
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	119.00	113.00	147.50	150.50
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	156.25	126.00	142.50	138.75
ดิน	167.25	162.75	166.50	172.50
ฤดูร้อน				
ทราย	98.50	98.50	118.00	119.00
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	117.75	130.25	147.00	151.25
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	122.75	153.25	147.50	123.50
ดิน	163.25	169.75	170.50	162.25

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 21 ปริมาณโพแทสเซียม (ppm) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการทดลอง

วัสดุปลูก	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน				
ทราย	2.743	6.325	5.030	7.090
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	10.218	12.360	14.738	13.888
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	27.330	33.615	31.718	27.478
ดิน	118.028	153.490	138.135	161.693
ฤดูหนาว				
ทราย	7.863	4.123	7.380	5.620
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	14.010	8.043	19.420	16.420
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	18.638	17.645	30.448	24.613
ดิน	122.020	158.225	159.870	173.690
ฤดูร้อน				
ทราย	7.778	6.168	7.990	6.858
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	12.248	15.003	20.493	20.858
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	23.573	34.433	28.815	62.170
ดิน	149.988	157.405	148.195	179.708

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 22 ปริมาณแคลเซียม (ppm) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการทดลอง

วัสดุปลูก	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน				
ทราย	56.858	100.503	55.563	90.973
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	207.233	161.175	202.678	165.135
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	250.995	198.575	254.940	183.775
ดิน	291.245	254.685	303.548	260.455
ฤดูหนาว				
ทราย	106.358	100.445	107.540	93.977
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	164.998	161.230	162.898	168.035
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	199.328	179.045	200.228	184.985
ดิน	302.458	259.558	334.483	261.755
ฤดูร้อน				
ทราย	80.725	103.908	80.820	100.945
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	172.028	137.638	167.100	142.503
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	239.913	179.033	228.763	175.733
ดิน	285.413	243.955	286.553	262.085

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 23 ปริมาณแมกนีเซียม (ppm) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการทดลอง

วัสดุปลูก	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน				
ทราย	15.475	16.580	16.125	16.918
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	58.815	66.765	59.595	66.288
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	80.822	76.537	81.165	75.425
ดิน	158.503	125.780	159.135	140.770
ฤดูหนาว				
ทราย	17.405	15.740	17.295	16.080
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	60.260	64.093	58.343	64.537
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	80.265	80.153	82.695	80.708
ดิน	138.673	125.775	145.873	138.770
ฤดูร้อน				
ทราย	18.053	17.763	18.528	16.818
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	59.270	65.598	61.768	67.880
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	83.838	79.110	84.280	79.072
ดิน	131.058	123.655	130.545	129.643

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 ค่า C/N ratioของวัสดุปลูกก่อนและหลังการทดลอง

วัสดุปลูก	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน	กลางแจ้ง	ภายใต้โรงเรือน
ฤดูฝน				
ทราย	10.127	8.829	10.703	9.140
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	41.858	43.766	42.336	44.168
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	37.495	38.957	38.474	39.459
ดิน	170.268	164.638	177.116	166.418
ฤดูหนาว				
ทราย	6.354	6.904	6.052	7.012
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	42.191	47.206	45.520	48.935
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	40.515	42.026	41.054	43.803
ดิน	192.749	167.882	196.600	179.678
ฤดูร้อน				
ทราย	5.690	7.306	5.684	7.846
ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1)	35.325	44.167	33.924	50.235
ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1)	40.765	38.189	40.919	44.439
ดิน	162.529	158.556	164.865	160.734

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. การเจริญเติบโตของต้นถั่วที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

1.1 น้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นถั่ว (กรัมต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

จากการทดลองพบว่าต้นถั่วที่ปลูกกลางแจ้งและภายใต้โรงเรือน ในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน บนทรายผสมขุยมะพร้าวและดิน มีการเจริญเติบโตของต้นโดยให้น้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นถั่วสูงกว่าต้นที่ปลูกบนทรายผสมถ่านแกลบและทราย เมื่อเปรียบเทียบในสภาพการปลูกแบบเดียวกัน (ตารางที่ 1) อาจเพราะทรายผสมขุยมะพร้าวและดิน มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วมากกว่าทรายผสมถ่านแกลบและทราย ได้แก่ ความหนาแน่นรวมก่อนและหลังการปลูก (ตารางที่ 14) ของทรายผสมขุยมะพร้าวและดิน อยู่ระหว่าง 0.934-1.020 และ 0.729-0.944 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งความหนาแน่นของวัสดุปลูกในภาชนะที่เหมาะสมคือ 0.64-1.2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร หลังรดน้ำเล็กน้อย (วิทยา สุริยภณานนท์, 2534) ค่าความจุความชื้นก่อนและหลังการปลูก (ตารางที่ 15) ของทรายผสมขุยมะพร้าวและดิน อยู่ระหว่าง 70.02-83 และ 71.76-92.86 เปอร์เซ็นต์ Crileyและ Watanabe (1974) ได้รายงานว่าความจุความชื้นของวัสดุปลูกที่เหมาะสม ควรอยู่ระหว่าง 30-60 เปอร์เซ็นต์

ค่าการนำไฟฟ้าก่อนและหลังการปลูก ของทรายผสมขุยมะพร้าวและดิน (ตารางที่ 17) อยู่ระหว่าง 0.135-0.440 mmho/cm และ 0.390-0.500 mmho/cm ตามลำดับ ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช (Wilkerson, 1999) ความเป็นกรด-ด่างก่อนและหลังการปลูกของทรายผสมขุยมะพร้าวและดิน (ตารางที่ 18) มีค่าอยู่ในช่วง 6.683-7.060 และ 5.380-5.898 ตามลำดับ ซึ่งความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมของถั่วฝักยาวอยู่ระหว่าง 5.5-7.5 (Grubben, 1994) และ C/N ratio ก่อนและหลังการปลูกของทรายผสมขุยมะพร้าวและดิน (ตารางที่ 24) มีค่าอยู่ระหว่าง 33.924-50.235 และ 158.556-196.600 ซึ่งโอกาสที่พืชจะขาดไนโตรเจนเป็นไปได้มากโดยเฉพาะดิน เพราะค่า C/N ratio ที่เหมาะสมอยู่ในช่วงประมาณ 20-30 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) แต่ทั้งนี้ขณะที่ทำการทดลองต้นถั่วก็ไม่ปรากฏอาการขาดธาตุไนโตรเจนออกมา อาจเนื่องจากที่รากของต้นถั่วมี ไรโซเบียมอาศัยอยู่และคอยตรึงไนโตรเจนให้แก่ต้นถั่ว

ถั่วฝักยาวที่ปลูกในฤดูหนาว กลางแจ้ง บนดินมีน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นถั่ว สูงกว่าต้นที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าวสำหรับในฤดูฝนและฤดูร้อนต้นถั่วที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าว

มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นสูงกว่าบนดิน ภายใต้โรงเรือนก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน อาจเพราะในช่วงฤดูหนาวมีการระบาดของโรคราแป้งและราสนิม ทำให้ใบถั่วแห้งและร่วงเป็นจำนวนมาก อีกทั้งมีการระบาดของเพลี้ยอ่อนและไวรัสเป็นอย่างมากในช่วงฤดูหนาว อย่างไรก็ตามการปลูกถั่วฝักยาวบนทรายผสมขุยมะพร้าวและบนดินในทุกสภาพการทดลอง ต้นถั่วมีน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นถั่วที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าต้นถั่วที่ปลูกกลางแจ้งมีน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นสูงกว่าภายใต้โรงเรือนอาจเป็นเพราะถั่วฝักยาวเป็นพืชที่ชอบแดดจัด แม้ว่าจะปลูกในที่ร่มได้ (Grubben, 1994)

1.2 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นถั่ว (กรัมต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

สำหรับน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นถั่ว (กรัมต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 2) ก็เช่นเดียวกับน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นถั่ว (กรัมต่อต้น)

1.3 ความสูงเฉลี่ยของต้นถั่ว (เมตรต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

ความสูงเฉลี่ยของต้นถั่ว (เมตรต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 3) ก็เช่นเดียวกับน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นถั่วและน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นถั่ว (กรัมต่อต้น) ขณะทำการทดลองพบการระบาดของเพลี้ยอ่อนเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะบริเวณยอดอ่อน ทำให้ต้นถั่วชะงักการเจริญเติบโต อีกทั้งมีการระบาดของไวรัสโดยเฉพาะในฤดูหนาว พบว่าต้นถั่วมีการแตกยอดสั้น ๆ เป็นพุ่มบริเวณปลายยอดและไม่ค่อยออกดอก

2. ผลผลิตของถั่วฝักยาวที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน

2.1 น้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่ว (กรัมต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 4)

จากการทดลองพบว่า เมื่อต้นถั่วที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าวและดิน มีการเจริญเติบโตดี ส่งผลให้ต้นถั่วออกดอกมาก ทำให้น้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่ว (กรัมต่อต้น) ที่ได้ก็มากด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะถั่วที่ปลูกกลางแจ้ง ในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน บนทรายผสมขุยมะพร้าว ให้น้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่ว (กรัมต่อต้น) สูงที่สุด รองลงมาคือต้นที่ปลูกบนดิน ทราย และทรายผสมถ่านแกลบ ตามลำดับ อาจเป็นเพราะในสภาพกลางแจ้งน้ำสามารถระเหยออกจากวัสดุปลูกได้ง่ายแต่ทรายผสมขุยมะพร้าวและดินสามารถเก็บความชื้นให้แก่ต้นถั่วได้ดีกว่าทรายและทรายผสมถ่านแกลบ และยังพบว่าถั่วที่ปลูกบนวัสดุปลูกทุกชนิด ในฤดูกาลต่างๆ ที่

ปลูกกลางแจ้งมีน้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่ว (กรัมต่อต้น) สูงกว่าภายใต้โรงเรือนในทุกสภาพการปลูกทั้งนี้เนื่องจากสภาพกลางแจ้งต้นถั่วมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า อีกทั้งยังมีลมและแมลงที่ช่วยในการผสมเกสร ทำให้ถั่วฝักยาวที่ปลูกกลางแจ้งมีน้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่ว (กรัมต่อต้น) สูงกว่าภายใต้โรงเรือน วินัย (2532) พบว่าถั่วฝักยาวที่ปลูกภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อนจะให้ผลผลิตที่ต่ำกว่าการปลูกกลางแจ้ง

ฤดูกาลมีผลต่อการให้ผลผลิตถั่วฝักยาวเช่นกันโดยถั่วที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าวกลางแจ้ง ในฤดูหนาว มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่ว (กรัมต่อต้น) สูงที่สุดรองลงมาคือฤดูฝน และฤดูร้อนตามลำดับ แม้ว่าถั่วฝักยาวเป็นพืชที่ชอบอากาศค่อนข้างร้อนแต่ไม่ควรเกิน 35 องศาเซลเซียส และถ้าอากาศร้อนมากเกินไปก็อาจทำให้ดอกและฝักร่วงได้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542) ซึ่งในขณะทำการทดลองบางวันวัดอุณหภูมิได้ถึง 40 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ในฤดูฝนต้นถั่วจะออกดอกมากแต่มีฝนตกหนักติดต่อกันหลายวันจนเกิดน้ำท่วมขัง ทำให้ดอกถั่วและฝักอ่อนร่วงเป็นจำนวนมาก

และเนื่องจากการทดลองครั้งนี้ได้มีความพยายามที่จะปลูกถั่วฝักยาวโดยไม่ใช้สารกำจัดศัตรูพืชเลย แต่ก็ไม่สามารถทำได้เนื่องจากมีการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชมาก เช่น เพลี้ยอ่อนจะเริ่มพบในแปลงทดลองเมื่อต้นถั่วมีอายุได้ประมาณ 20 วันหลังจากหยอดเมล็ด โดยเฉพาะในฤดูหนาวจะมีการระบาดอย่างรวดเร็ว จึงมีการใช้สารสะกัดจากสะเดาฉีดพ่นเพื่อลดการระบาดของเพลี้ยอ่อน และหยุดฉีดพ่นเมื่อต้นถั่วอายุได้ 55 วันหลังจากหยอดเมล็ด และมักพบว่าในช่วงท้ายของการทดลองมักมีการระบาดของไวรัสโดยต้นถั่วมีอาการใบลาย ที่ปลายลำต้นแตกยอดเล็กๆเป็นพุ่ม และไม่ออกดอกหรือให้ผลผลิตอีกต่อไป นอกจากนี้มีการระบาดของหนอนเจาะฝักถั่วมากในช่วงฤดูฝนทำให้ดอกและฝักถั่วร่วงเป็นจำนวนมาก

2.2 <u>น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักถั่ว (กรัมต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 5)</u>

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นถั่ว (กรัมต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน ก็เช่นเดียวกับน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นถั่ว (กรัมต่อต้น)

2.3 จำนวนฝักถั่วเฉลี่ย (ฝักต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 6)

จากการทดลองพบว่า จำนวนฝักถั่วเฉลี่ย (ฝักต่อต้น) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูกและฤดูกาลที่ต่างกัน ช่วงเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตต้นถั่วเริ่มทยอยให้จำนวนฝักอย่างสม่ำเสมอ แต่เมื่อมีการระบาดของไวรัสจำนวนฝักถั่วจะลดลงอย่างรวดเร็ว

2.4 ความยาวเฉลี่ยของฝักถั่ว (เซนติเมตรต่อฝัก) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 7)

จากการทดลองพบว่าความยาวเฉลี่ยของฝักถั่ว (เซนติเมตรต่อฝัก) ที่ปลูกกลางแจ้งบนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด ให้ความยาวฝักถั่วในทุกฤดูกาลที่ไม่แตกต่างทางสถิติ แต่ถั่วที่ปลูกภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อนจะให้ความยาวฝักถั่วมากกว่าการปลูกกลางแจ้ง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสภาพกลางแจ้งมีการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืชได้ง่ายกว่าอีกทั้งภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อนมีปริมาณแสงน้อยกว่าอาจมีผลทำให้เซลล์ของฝักถั่วยืดตัวและมีความยาวที่มากกว่า

3. **ปริมาณ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และน้ำตาลทั้งหมดในฝักถั่วที่ได้จากการปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน**

3.1 ไนโตรเจนทั้งหมดในฝักถั่ว (เปอร์เซ็นต์) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 8)

ถั่วฝักยาวที่ปลูกบนดินมีปริมาณไนโตรเจนในฝักถั่วสูงสุด รองลงมาคือ ทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบ และทราย ตามลำดับ และมีปริมาณไนโตรเจนที่ไม่ต่างกันมาก ทั้งที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินมีมากที่สุด รองลงมาคือทรายผสมขุยมะพร้าว และทรายผสมถ่านแกลบ ตามลำดับ แม้ว่าดินมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุด แต่อาจเป็นเพราะดินมีค่า C/N ratio สูงด้วยเช่นกัน ทำให้ต้นถั่วฝักยาวมีโอกาสที่จะถูกจุลินทรีย์ในดินแย่งใช้ไนโตรเจนได้ แต่ทั้งนี้ที่รากของถั่วฝักยาวมีไรโซเบียมอาศัยอยู่และคอยตรึงไนโตรเจนให้แก่ต้นถั่วฝักยาวจึงทำให้ไม่มีปัญหาการขาดธาตุไนโตรเจน

3.2 ฟอสฟอรัสในฝักถั่ว (เปอร์เซ็นต์) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 9)

ถั่วฝักยาวที่ปลูกบนทราย ทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบ และดิน มีปริมาณฟอสฟอรัสในฝักถั่วต่าง ๆ กันดังนี้ คือ อยู่ระหว่าง 0.745-0.820, 0.798-0.843, 0.775-0.980 และ 0.805-0.950 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยทั่วไปปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าประมาณ 0.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งพืช (Taiz, 1995) ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด รองลงมาคือทรายผสมขุยมะพร้าว และทรายผสมถ่านแกลบ ตามลำดับ อาจเป็นเพราะฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในช่วงที่เป็นกรดเล็กน้อย

3.3 โพแทสเซียมในฝักถั่ว (เปอร์เซ็นต์) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 10)

ปริมาณโพแทสเซียมในฝักถั่วที่ปลูกบนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด ที่อยู่กลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่าย พบว่าในฤดูร้อนมีปริมาณโพแทสเซียมในฝักถั่วสูงกว่าในฤดูฝนและฤดูหนาว ซึ่งเป็นไปได้ว่าฤดูร้อนถั่วฝักยาวได้รับแสงแดดจัดตลอดวัน ทำให้ถั่วฝักยาวมีการคายน้ำมากกว่าในฤดูกาลอื่น ทำให้มีการดึงเอาโพแทสเซียมจากวัสดุปลูกมาใช้มากกว่าในฤดูฝนและฤดูหนาว เนื่องจากโพแทสเซียมมีบทบาทในการปิด-เปิดปากใบ อีกทั้งยังทำหน้าที่เป็นตัว activator ของเอนไซม์หลายชนิด ซึ่งค่าความเข้มข้นในพืชทั่วไปจะแตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.7-1.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งพืช (วิเชียร ฝอยพิกุล, 2536) แต่พืชบางชนิดเช่น มันฝรั่ง พบว่าค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมในเนื้อเยื่อพืชจะมีค่าสูงกว่านี้มากโดยในระยะแรกของการเจริญเติบโตควรมีค่าอยู่สูงถึง 5 เปอร์เซ็นต์จึงจะทำให้มันฝรั่งเจริญเติบโตเป็นปกติ (Taiz, 1995)

3.4 แคลเซียมในฝักถั่ว (เปอร์เซ็นต์) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 11)

ปริมาณแคลเซียมในฝักถั่วที่ปลูกบนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด ที่อยู่กลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่าย พบว่าในฤดูร้อนมีปริมาณแคลเซียมในฝักถั่วสูงกว่าในฤดูฝนและฤดูหนาว ซึ่งคล้ายกับปริมาณโพแทสเซียมในฝักถั่วกล่าวคือ ในฤดูร้อนมีแสงแดดจัดตลอดวัน ถั่วฝักยาวมีเมทาบอลิซึมสูงกว่าในฤดูกาลอื่น ส่งผลให้ถั่วฝักยาวมีการดึงเอาแคลเซียมจากวัสดุปลูกมาใช้ได้มากกว่าในฤดูฝนและฤดูหนาว

3.5 แมกนีเซียมในฝักถั่ว (เปอร์เซ็นต์) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 12)

ปริมาณแมกนีเซียมในฝักถั่วที่ปลูกบนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด ที่อยู่กลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่าย พบว่าในฤดูร้อนมีปริมาณแมกนีเซียมในฝักถั่วสูงกว่าในฤดูฝนและฤดูหนาวอาจเป็นเพราะในฤดูร้อนมีแสงแดดจัดตลอดวัน ต้นถั่วมีการสังเคราะห์ด้วยแสงมากกว่าในฤดูฝนและฤดูหนาว เนื่องจากแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบหลักของคลอโรฟิลล์ ส่งผลให้ถั่วฝักยาวมีการดึงเอาแมกนีเซียมจากวัสดุปลูกมาใช้ได้มากกว่าในฤดูฝนและฤดูหนาว

3.6 น้ำตาลทั้งหมดในฝักถั่ว (เปอร์เซ็นต์) ที่ปลูกในวัสดุปลูก สภาพการปลูก และฤดูกาลที่ต่างกัน (ตารางที่ 13)

พบว่าถั่วฝักยาวที่ปลูกกลางแจ้ง บนวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด ฤดูกาลที่ต่างกัน มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในฝักถั่วสูงกว่าถั่วฝักยาวที่ปลูกภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อนทั้งนี้อาจเป็นเพราะสภาพกลางแจ้งถั่วฝักยาวมีการสังเคราะห์ด้วยแสงมากกว่าเนื่องจากได้รับแสงแดดเต็มที่กว่าต้นที่ปลูกภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน

4. คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก

4.1 ความหนาแน่นรวม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก (ตารางที่ 14)

ความหนาแน่นรวมก่อนและหลังการปลูกของทราย ทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบ และดิน อยู่ระหว่าง 1.041-1.256, 0.934-1.020, 0.800-1.084 และ 0.729-0.944 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งความหนาแน่นของวัสดุปลูกในภาชนะที่เหมาะสมคือ 0.64-1.2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร หลังรดน้ำเล็กน้อย (วิทยา สุริยภณานนท์, 2534)

4.2 ค่าความจุความชื้น (เปอร์เซ็นต์) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก (ตารางที่ 15)

ค่าความจุความชื้นก่อนและหลังการปลูกของทราย ทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบ และดิน อยู่ระหว่าง 19.66-28.02, 70.02-83, 55.02-68.13 และ 71.76-92.86 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่ง CrileyและWatanabe (1974) รายงานว่าความจุความชื้นของวัสดุปลูกที่เหมาะสม ควรอยู่ระหว่าง 30-60 เปอร์เซ็นต์

4.3 ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก (ตารางที่ 16)

ค่าความชื้นก่อนและหลังการปลูกของทราย ทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบ และดิน อยู่ระหว่าง 3.41-4.76, 24.37-29.11, 20.73-28.53 และ 78.21-90.15 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับแสดงว่าดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำดีกว่าทราย ทรายผสมขุยมะพร้าว และทรายผสมถ่านแกลบ

5. คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก

5.1 ค่าการนำไฟฟ้า (mmho/cm) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก (ตารางที่ 17)

ค่าการนำไฟฟ้าก่อนและหลังการปลูกของทราย ทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบ และดิน อยู่ระหว่าง 0.075-0.153, 0.135-0.440, 0.110-0.368 และ 0.390-0.500 mmho/cm ตามลำดับ ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าดีอยู่ในช่วง 0.25-0.75 mmho/cm (Wilkerson, 1999)

5.2 ค่าความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก (ตารางที่ 18)

ความเป็นกรด-ด่างก่อนและหลังการปลูกของทราย ทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบ และดิน อยู่ระหว่าง 7.000-7.640, 6.683-7.060, 6.730-7.368 และ 5.380-5.898 ตามลำดับ ซึ่งความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมของถั่วฝักยาวอยู่ระหว่าง 5.5-7.5 (Grubben, 1994)

5.3 ปริมาณธาตุอาหารพืชในวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก

จากการทดลองพบว่าปริมาณธาตุอาหารพืชในวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก ดินมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมมากที่สุด ทรายมีน้อยที่สุด

5.4 ค่า C/N ratio ของวัสดุปลูกก่อนและหลังการปลูก

พบว่า C/N ratio ก่อนและหลังการปลูกของทราย ทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบ และดิน อยู่ระหว่าง 5.684-10.703, 33.924-50.235, 37.495-44.439 และ 158.556-196.600 ตามลำดับ ซึ่งโอกาสที่ต้นถั่วที่ปลูกบนทรายผสมขุยมะพร้าว ทรายผสมถ่านแกลบ และดิน จะขาดไนโตรเจนเป็นไปได้มากโดยเฉพาะดิน เพราะค่า C/N ratio ที่เหมาะสมอยู่ในช่วงประมาณ 20-30 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองปลูกถั่วฝักยาว (*Vigna sesquipedalis* Fruw) ปลอดสารกำจัดศัตรูพืชโดยปลูกในวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ โดยไม่ใช้ดินเปรียบเทียบกับการปลูกบนดินในสภาพกลางแจ้งและภายใต้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน ในฤดูกาลต่างกันคือ ฤดูฝน (เดือน ก.ค. 2541-ก.ย. 2541) และฤดูหนาว (เดือน พ.ย. 2541-ม.ค. 2542) และ ฤดูร้อน (เดือน มี.ค. 2542-พ.ค. 2542) สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1.1 การปลูกถั่วฝักยาวกลางแจ้งในฤดูหนาว บนทรายผสมขุยมะพร้าว ต้นถั่วมีการเจริญเติบโตที่ดีโดยให้น้ำหนักสดเฉลี่ย (476.41 กรัมต่อต้น) น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (126.61 กรัมต่อต้น) และความสูงเฉลี่ยของต้นถั่ว (6.03 เมตรต่อต้น) สูงสุด

1.2 การปลูกถั่วฝักยาวกลางแจ้งในฤดูหนาว บนทรายผสมขุยมะพร้าว มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของฝักถั่ว (478.53 กรัมต่อต้น) และจำนวนเฉลี่ยฝักถั่วต่อต้น (19.01 ฝักต่อต้น) สูงสุด

1.3 ถั่วฝักยาวที่ปลูกภายใต้โรงเรือนในฤดูหนาวบนทรายผสมขุยมะพร้าวมีความยาวเฉลี่ยฝักถั่วสูงสุด (54.38 เซนติเมตรต่อฝัก)

1.4 ถั่วฝักยาวที่ปลูกกลางแจ้งในฤดูฝนบนทรายผสมขุยมะพร้าวมีปริมาณไนโตรเจนของฝักถั่วสูงสุด (1.280 เปอร์เซ็นต์)

1.5 ถั่วฝักยาวที่ปลูกภายใต้โรงเรือนบนทรายผสมถ่านแกลบในฤดูฝนมีปริมาณฟอสฟอรัสของฝักถั่วสูงสุด (0.980 เปอร์เซ็นต์)

1.6 ถั่วฝักยาวที่ปลูกภายใต้โรงเรือนในฤดูร้อนบนทรายผสมขุยมะพร้าวมีปริมาณโพแทสเซียมของฝักถั่วสูงสุด (3.772 เปอร์เซ็นต์)

1.7 ถั่วฝักยาวที่ปลูกกลางแจ้งในฤดูร้อนบนทรายผสมขุยมะพร้าวมีปริมาณแคลเซียมของฝักถั่วสูงสุด (0.342 เปอร์เซ็นต์)

1.8 ถั่วฝักยาวที่ปลูกภายใต้โรงเรือนในฤดูหนาวบนทรายผสมขุยมะพร้าวมีปริมาณแมกนีเซียมของฝักถั่วสูงสุด (0.825 เปอร์เซ็นต์)

1.9 ถั่วฝักยาวที่ปลูกกลางแจ้งในฤดูหนาวบนดินมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของฝักถั่วสูงสุด (65.51 เปอร์เซ็นต์)

2. ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองในครั้งนี้มีความพยายามที่จะปลูกถั่วฝักยาวให้ปลอดสารกำจัดศัตรูพืชโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเลยในเบื้องต้น โดยปลูกในวัสดุต่าง ๆ เปรียบเทียบกับการปลูกบนดินตามวิธีปกติ แต่พบว่าถ้าไม่ใช้สารกำจัดศัตรูพืชเลยคงเป็นไปได้ยากที่จะประสบผลสำเร็จ ในการทดลองนี้จึงเลี่ยงไปใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่สกัดจากธรรมชาติ เช่น สารสกัดจากสะเดาเพื่อช่วยบรรเทาการระบาดของเพลี้ยอ่อน ทั้งนี้เนื่องจากถั่วฝักยาวเป็นพืชที่มีแมลงศัตรูมาก จึงควรมีการผสมผสานวิธีการหลาย ๆ อย่างในการปลูกและดูแลรักษา เช่น การใช้ชีววิธี การใช้กับดักกาวเหนียว หรือการใช้เชื้อจุลินทรีย์เพื่อลดการระบาดและการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืชลงได้

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสามารถปลูกถั่วฝักยาวโดยไม่ใช้ดินได้ ซึ่งวัสดุผสมที่นำมาใช้ในครั้งนี้โดยเฉพาะ ทรายผสมขุยมะพร้าว จะให้ผลผลิตและการเจริญเติบโต อาจจะมากกว่าหรือใกล้เคียงกับการปลูกบนดิน ซึ่งจะเป็นทางเลือกแก่เกษตรกรและผู้ผลิตพืชในพื้นที่ดินเสื่อมโทรมได้ นอกจากนี้ผลผลิตที่ได้แม้ว่าจะมีปริมาณต่ำกว่าการปลูกในดินโดยทั่วไป แต่ผลผลิตที่ได้จะมีคุณภาพและปลอดภัยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้ปลูก ผู้บริโภค และต่อสภาพแวดล้อมอีกทางหนึ่งด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2541. ชีวิตปลอดภัยใช้สารพิษอย่างถูกต้อง. **รายงานการประชุมวิชาการประจำปี** . กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2542. **ถั่วฝักยาว**. http//web.ku.ac.th./agri/tou/tou12.htm.

กระบวน วัฒนปรีชานนท์ และ เอกสิทธิ์ วัฒนปรีชานนท์. 2534. **การปลูกมะเขือเทศในวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร**. รายงานผลการวิจัย. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กระบวน วัฒนปรีชานนท์ และ เอกสิทธิ์ วัฒนปรีชานนท์. 2536. **การควบคุมสภาพแวดล้อมของการผลิตผักกาดหอมคื่นฉ่ายและผักชีในสภาพไร้ดิน**. รายงานการวิจัย โครงการย่อยที่3. กรุงเทพฯ.

เกรียงไกร เมฆวณิชย์. 2531. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในประเทศรัสเซีย(ตอนที่ 1). **วารสารเคหการเกษตร** 135 : 27-31.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 547 น.

จานุลักษณ์ ขนบดี และอัจฉรา บุญส่งสวัสดิ์. 2536. **การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก**. กองขยายพันธุ์พืช กรมส่งเสริมการเกษตร. น 1-18.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และ สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2531. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. **วารสารดินและปุ๋ย** 10 : 59-66.

นิยะดา ตั้งสิริมิตร. 2540. **ผลของวัสดุปลูกผสมชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นผักชี**. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปราโมทย์ รักษาราษฎร์. 2540. นโยบายส่งเสริมและพัฒนาพืชผัก. **รายงานการประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติครั้งที่** 15 : 26-32.

พิศมัย จูฑะมงคล. 2534. **ผลของเครื่องปลูก ชนิด อัตราและวิธีการให้ปุ๋ยที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาปฐพีวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิเชียร ฝอยพิกุล. 2536. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสุรินทร์.

วิทยา สุริยภณานนท์. 2534. วัสดุปลูกพืชในภาชนะ. **วันต้นไม้ประจำปีแห่งชาติ** 2534 : 29-71.

วินัย รัชตปกรณ์ชัย. 2532. ผักกางมุ้ง. **วันต้นไม้ประจำปีแห่งชาติ** 2532 : 121-128.

วิโรจน์ อิ่มพิทักษ์ และ ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2532. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.**วารสารดินและปุ๋ย** 12 : 59-66.

ศรีสมร คงพันธุ์. 2540. ของดีในผัก มากินกันเถอะ. **รายงานการประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติครั้งที่** 15 : 26-32.

สนั่น ขำเลิศ. 2536. **หลักและวิธีการขยายพันธุ์พืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 374 น.

สมเพียร เกษมทรัพย์. 2522. **การปลูกไม้ดอก**. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 446 น.

สมเพียร เกษมทรัพย์. 2533. **กรุงเทพฯสวยด้วยไม้ดอก**.กองสวนสาธรณะ สำนักงานสวัสดิการสังคม กรุงเทพฯ. น.20-28.

สุชาดา เกาตระกูล. 2525. **การตอบสนองของบานชื่นและแพรเซี่ยงไฮ้ที่ระดับต่าง ๆของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในวัสดุปลูกที่ผสมขุยมะพร้าวผสมทราย 5 อัตรา**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาปฐพีวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Öhlinger, R. 1995a. Dry Matter and Water Content. p 385, in **Methods in Soil Biology**. Heidelberg.

Öhlinger, R. 1995b. Maximum Water-Holding Capacity. p:385-386, in **Methods in Soil Biology**. Heidelberg.

Allison, L.F.. 1965. Walkley and Black Method, Chapter. p 1372-1375, in **Agr. Monograph** 9.

Baker, K.F.(ed.). 1952. The UC system for producing healthy container grownplants. p150, cited in Bunt, A.C. 1976. Modern Potting Compost : A Munual on The Preparation and Use of Growing Media of Pot Plants. George Allen & Urwin, London. 277 p.

Bugbee, B.1999. **Nutrient Management in Recirculating Hydroponic Culture**. http://www.usu.edu/~cpl/hsapaper.html.

Bunt, A.C. 1976. Modern Potting Compost in **A Munual on The Preparation and Use of Growing Media of Pot Plants**. George Allen & Urwin, London. 277 p.

Butler, J.D. and N.F.Oebker.1974. **Hydroponic as a Hobby-Growing Plants Without Soil**. Circular 844.Information Office, College of Agriculture, University of Illinois, Urbana, IL 61801.

Criley,R.A. and R.T. Watanabe. 1974. Response of chrysanthemum in four soilless media. **HortSci**. 9(4) : 385-387

Deutschmass, G.V. Sr., 1998. **History of Hydroponics**. http:// 208.19.235.60/raiar/histhydr.html.

Douglas, J.S.. 1984. **Beginner's Guide to Hydroponics**. Pelham book, England.

Douglas, J.S.. 1989. **Advanced guide to hydroponics**. Pelham book, England.

Garnaud, J.C.. 1985. Plastics and plastic products. p.31-35, in **hydroponics Worldwide** : State of the Art in Soilless Crop Production. International Center for Special Studies, Inc., USA.

Grabben, G.J.H.. 1994. Yard long bean. p 274-278, in **Plant of South-East Asia 8 Vegetable**. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia.

Ikeda, H. 1999. **Soilless culture in Japan**. http://www.growlight.com/content/articles/hydroart8.html

Irigoyen, J.J.; Emerich, D.W. and Sanchez-Diaz, M. 1992. Water stress induced changes in Concentrations of proline and total soluble sugar in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*)plants. **Physio. Plant**.84:61-66.

Islam, A.K.M.S.; Edwards,D.G. and Asher, C.J.. 1980. pH Optima for Crop Growth Results of a Flowing Solution Culture Experiment with Six Species. **Plant and Soil**. 54 : 339-357.

Jackson, M.L..1958. **Soil Chemical Analysis**. Printice-Mall Inc. Englewood Cliffs.498 p.

Jones, L.. 1990. **Home Hydroponics**. Crown Publishers, Inc. New York. USA.

Kevee ,G.J., Cobb, G.S. and Reed, R.B.. 1985. Effect of container dimension and volume on growth of three woody ornamental. **HortSci**. 20(2) : 276-278.

Krabuan Wattanapreechanon and Ekasit Wattanapreechanon. 1997. Development of Soilless Culture for Crop Production at Chitralada Palace in **Proceedings of the International Conference of Towards the Year 2000**: Technology for Rural Development. August 25-26, 1997. Bangkok, Thailand.

Marr, C.W. 2000. Hydroponic system in **Greenhouse Vegetable Production**. http://www.oznet.ksu.edu/_library/hort2/mf1169.pdf

Rahman. 1999. **Crop Production by Hydroponics**. http:// www.np.ac.sg/~dept-bio/sssc/lecture.html.

Rankin, J.B.. 1980. The use of sawdust as a growing medium for all crops in grow box beds in central Africa. p. 385-390, in **Proceeding 5 th International Congress on Soilless Culture**, Wageningen.

Resh, H.M.. 1978. **Hydroponic Food Production**. Woodbridge Press Publishing Company, California, USA.

Self, R.L. 1976. Potting mix studies amalyzed in Alabama. **Amer. Nurseryman** 144(3) : 98-105.

Sonneveld, C..1980. Growings cucumber and tomato in rock wool, pp. 651-660, in **Proceeding 5 th International Congress on Soilless Culture**, Wageningen

Taiz, L. and Zeiger, E..1995. **Mineral Nutrition in Plant Physiology**. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. p:100-119.

Taudon, H.L.S.; Cescas, M.P. and Tyner E.H.. 1968. An Acid Free Vanadate-Molybdate Reagent for Determination of Total Phosphorus. **Soil Sci Soc. Amer. Proc.** 35 : 48-51.

Tresise, W.W.. 1980. Simple soilless culture for home gardens. p. 379-384, in **Proceeding 5 th International Congress on Soilless Culture**, Wageningen.

Wilkerson, D..1999. **Taxas Greenhouse Management handbook**. http//:aggie-horticulture.tamu.edu/greenhouse/guides/green/green.html

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตารางผนวกที่ ก-1 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของน้ำหนักสดของต้นถั่วที่ได้รับอิทธิพลจากวัสดุปลูกฤดูกาล และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	1,563.77	521.26	<1
Condition(C)	2	16,872.80	8,436.40	7.35 *
Error(a)	6	6,887.54	1,147.92	
Season(S)	1	192,142.19	192,142.19	143.95 **
C x S	2	12,034.63	6017.31	4.51 *
Error(b)	9	12,013.37	1,334.82	
Treatment(T)	3	427,546.06	142,515.35	124.71 **
C x T	6	5,988.46	998.08	<1
S x T	3	25,638.71	8,546.24	7.48 **
C x S x T	6	7,865.25	1,310.88	1.15 ns
Error(C)	54	61,710.39	1,142.79	
Total	95	770,263.17		

c.v. (a) = 9.7 % c.v. (b) = 10.5 % c.v. (c) = 9.7 %

ตารางผนวกที่ ก-2 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของน้ำหนักแห้งของต้นถั่วที่ได้รับอิทธิพลจากวัสดุปลูก ฤดูกาล และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	12.19	4.06	<1
Condition(C)	2	710.52	355.26	5.12 ns
Error(a)	6	416.06	69.34	
Season(S)	1	12,970.71	12,970.71	210.57 **
C x S	2	895.13	447.56	7.27 *
Error(b)	9	554.39	61.60	
Treatment(T)	3	30909.28	10303.09	168.04 **
C x T	6	228.08	38.01	<1
S x T	3	2,084.08	694.69	11.33 **
C x S x T	6	459.28	76.55	1.25 ns
Error(C)	54	3310.96		
Total	95	52,550.66		

c.v. (a) = 9.2 % c.v. (b) = 8.7 % c.v. (c) = 8.7 %

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- insufficient error d.f.

ตารางผนวกที่ ก-3 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของความยาวของต้นถั่วที่ได้รับอิทธิพลจากวัสดุปลูก ฤดูกาล และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	1.1905	0.3968	8.43 *
Condition(C)	2	1.5811	0.7905	16.79 **
Error(a)	6	0.2825	0.0471	
Season(S)	1	0.0551	0.0551	<1
C x S	2	0.0426	0.0213	<1
Error(b)	9	0.7855	0.0873	
Treatment(T)	3	15.6544	5.2181	24.21 **
C x T	6	1.5896	0.2649	1.23 ns
S x T	3	0.5318	0.1773	<1
C x S x T	6	0.8094	0.1349	<1
Error(C)	54	11.6388		
Total	95	34.1614		

c.v. (a) = 4.2 % c.v. (b) = 5.8 % c.v. (c) = 9.1 %

ตารางผนวกที่ ก-4 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของน้ำหนักสดฝักถั่วที่ได้รับอิทธิพลจากวัสดุปลูกฤดูกาล และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	19,500.47	6,500.16	3.16 ns
Condition(C)	2	99,018.94	49,509.47	24.06 **
Error(a)	6	12,345.62	2,057.60	
Season(S)	1	378,147.83	378,147.83	108.52 **
C x S	2	158,591.96	79,295.98	22.76 **
Error(b)	9	31,361.67	3,484.63	
Treatment(T)	3	481,402.15	160,467.39	107.58 **
C x T	6	114,853.49	19,142.25	12.83 **
S x T	3	109,558.602	36,519.534	24.48 **
C x S x T	6	26,386.358	4,397.726	2.95 *
Error(C)	54	80,548.90	1,491.65	
Total	95	1,511,715.98		

c.v. (a) = 19.1 % c.v. (b) = 24.9 % c.v. (c) = 16.3 %

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- insufficient error d.f.

ตารางผนวกที่ ก-5 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของน้ำหนักแห้งฝักถั่วที่ได้รับอิทธิพลจากวัสดุปลูก ฤดูกาล และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	61.42	20.47	1.03 ns
Condition(C)	2	1,298.96	649.48	32.73
Error(a)	6	119.05	19.84	
Season(S)	1	3,052.48	3,052.48	59.47 **
C x S	2	1,980.62	990.31	19.29 **
Error(b)	9	461.98	51.33	
Treatment(T)	3	3,969.65	1,323.22	52.08 **
C x T	6	1,277.66	1323.22	8.38 **
S x T	3	1186.45	395.48	15.57 **
C x S x T	6	546.90	91.15	3.59 **
Error(C)	54	1,1.94	25.41	
Total	95	15,327.11		

c.v. (a) = 17.7 % c.v. (b) = 28.5 % c.v. (c) = 20.1 %

ตารางผนวกที่ ก-6 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของจำนวนฝักถั่วที่ได้รับอิทธิพลจากวัสดุปลูก ฤดูกาล และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	11.22	3.74	3.05 ns
Condition(C)	2	124.70	62.35	50.94 **
Error(a)	6	7.35	1.22	
Season(S)	1	644.70	644.70	220.45 **
C x S	2	340.41	170.20	58.20 **
Error(b)	9	26.32	2.92	
Treatment(T)	3	796.61	265.54	164.72 **
C x T	6	151.01	25.17	15.61 **
S x T	3	156.13	52.04	32.28 **
C x S x T	6	42.89	7.15	4.43 **
Error(C)	54	87.05	1.61	
Total	95	2,388.37		

c.v. (a) = 11.5 % c.v. (b) = 17.8 % c.v. (c) = 13.2 %

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- insufficient error d.f.

ตารางผนวกที่ ก-7 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ความยาวฝักถั่วที่ได้รับอิทธิพลจากวัสดุปลูก ฤดูกาล และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	6.45	2.15	4.44 ns
Condition(C)	2	96.11	48.05	99.21 **
Error(a)	6	2.91	0.48	
Season(S)	1	469.58	469.58	53.10 **
C x S	2	46.96	23.48	2.66 ns
Error(b)	9	79.59	8.84	
Treatment(T)	3	27.28	9.09	2.73 ns
C x T	6	68.93	11.49	3.44 **
S x T	3	14.71	4.90	1.47 ns
C x S x T	6	57.52	9.59	2.87 *
Error(C)	54	180.12	3.34	
Total	95	1,050.15		

c.v. (a) = 1.4 % c.v. (b) = 5.9 % c.v. (c) = 3.6 %

ตารางผนวกที่ ก-8 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของค่าความหนาแน่นของวัสดุปลูกก่อนการทดลอง

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	0.0449	0.0150	3.35 ns
Condition(C)	2	0.0191	0.0095	2.14 ns
Error(a)	6	0.0268	0.0045	
Season(S)	1	0.0055	0.0055	3.15 ns
C x S	2	0.0168	0.0084	5.37 *
Error(b)	9	0.0141	16	
Treatment(T)	3	1.2724	0.4241	69.81 **
C x T	6	0.2171	0.0362	5.95 **
S x T	3	0.0085	0.0028	<1
C x S x T	6	0.0150	0.0025	<1
Error(C)	54	0.3281	0.0061	
Total	95	1.9682		

c.v. (a) = 6.8 % c.v. (b) = 4.0 % c.v. (c) = 7.9 %

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- insufficient error d.f.

ตารางผนวกที่ ก-9 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของค่าความหนาแน่นของวัสดุปลูกหลังการทดลอง

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	0.010695	0.003565	5.11 *
Condition(C)	2	0.001460	0.000730	1.05 ns
Error(a)	6	0.004185	0.000698	2.35 ns
Season(S)	1	0.003086	0.003086	7.99 *
C x S	2	0.020945	0.010473	
Error(b)	9	0.011795	0.001311	
Treatment(T)	3	1.980461	0.660154	276.72 **
C x T	6	0.258742	0.043124	18.05 **
S x T	3	0.014664	0.004888	2.5 ns
C x S x T	6	0.026453	0.004409	1.85 ns
Error(C)	54	0.129009	0.002389	
Total	95	2.461496		

c.v. (a) = 2.6 % c.v. (b) = 3.6 % c.v. (c) = 4.9 %

ตารางผนวกที่ ก-10 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของค่าความจุความชื้นของวัสดุปลูกก่อนการทดลอง

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	33.73222	11.24407	<1
Condition(C)	2	142.73231	71.36616	3.61 ns
Error(a)	6	118.50971	19.75162	
Season(S)	1	1.17042	1.17042	<1
C x S	2	114.01928	57.00964	9.83 **
Error(b)	9	52.18131	5.79792	
Treatment(T)	3	92,202.94535	30,734.31512	1,686.59 **
C x T	6	124.10540	20.68423	1.14 ns
S x T	3	12.68286	4.22762	<1
C x S x T	6	98.41427	16.40238	<1
Error(C)	54	984.03056	18.22279	
Total	95	93,884.52370		

c.v. (a) = 12.5 % c.v. (b) = 6.8 % c.v. (c) = 12.1 %

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- insufficient error d.f.

ตารางผนวกที่ ก-11 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของค่าความจุความชื้นของวัสดุปลูกหลังการทดลอง

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	79.36203	26.45401	1.05 ns
Condition(C)	2	168.27415	84.13708	3.33 ns
Error(a)	6	151.77215	25.29536	
Season(S)	1	29.79282	29.79282	2.52 ns
C x S	2	80.54608	40.27304	3.41 ns
Error(b)	9	106.37121	11.81902	
Treatment(T)	3	90,823.81773	30,274.60591	1,591.94 **
C x T	6	102.42848	17.07141	<1
S x T	3	9.55166	3.18389	<1
C x S x T	6	119.81997	19.97000	1.05 ns
Error(C)	54	1,026.93886	19.01739	
Total	95	92,698.67513		

c.v. (a) = 14.2 % c.v. (b) = 9.7 % c.v. (c) = 12.3 %

ตารางผนวกที่ ก-12 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของค่าความชื้นของวัสดุปลูกก่อนการทดลอง

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	352.77	117.59	2.06 ns
Condition(C)	2	388.35	194.18	3.40 ns
Error(a)	6	342.56	57.09	
Season(S)	1	270.55	270.55	3.19 ns
C x S	2	1,104.01	552.00	6.51 *
Error(b)	9	763.67	84.85	
Treatment(T)	3	341,384.33	113,794.78	1,372.83 **
C x T	6	165.57	27.60	<1
S x T	3	43.37	14.46	<1
C x S x T	6	840.22	140.04	1.69 ns
Error(C)	54	4,476.08	82.89	
Total	95	350,131.49		

c.v. (a) = 8.8 % c.v. (b) = 10.7 % c.v. (c) = 10.6 %

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- insufficient error d.f.

ตารางผนวกที่ ก-13 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของค่าความชื้นของวัสดุปลูกหลังการทดลอง

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	340.75	113.58	1.92 ns
Condition(C)	2	300.00	150.00	2.53 ns
Error(a)	6	355.19	59.20	
Season(S)	1	936.31	936.31	9.30 *
C x S	2	181.22	90.61	<1
Error(b)	9	906.16	100.68	
Treatment(T)	3	339,790.99	113,263.66	1,268.99 **
C x T	6	48.27	8.05	<1
S x T	3	346.91	115.64	1.30 ns
C x S x T	6	58.54	9.76	<1
Error(C)	54	4,819.78	89.26	
Total	95	348,084.13		

c.v. (a) = 8.8 % c.v. (b) = 11.4 % c.v. (c) = 10.8 %

ตารางผนวกที่ ก-14 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกก่อนการทดลอง

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	0.0007	0.0002	<1
Condition(C)	2	0.1424	0.0712	64.80 **
Error(a)	6	0.0066	0.0011	
Season(S)	1	0.0009	0.0009	<1
C x S	2	0.0033	0.0016	1.04 ns
Error(b)	9	0.0141	0.0016	
Treatment(T)	3	2.1317	0.7106	749.53 **
C x T	6	0.1203	0.0200	21.14 **
S x T	3	0.0033	0.0011	1.17 ns
C x S x T	6	0.0050	0.0008	<1
Error(C)	54	0.0512	0.0010	
Total	95	2.4795		

c.v. (a) = 13.7 % c.v. (b) = 16.4 % c.v. (c) = 12.7 %

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- insufficient error d.f.

ตารางผนวกที่ ก-15 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกหลังการทดลอง

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	0.0030	0.0010	<1
Condition(C)	1	0.1545	0.0773	58.00 **
Error(a)	3	0.0080	0.0013	
Season(S)	2	0.0009	0.0009	<1
C x S	2	0.0035	0.0018	<1
Error(b)	12	0.0202	0.0022	
Treatment(T)	3	1.5893	0.5298	367.73 **
C x T	3	0.2588	0.0431	29.94 **
S x T	6	0.0102	0.0034	2.36 ns
C x S x T	6	0.0176	0.0029	2.03 ns
Error(C)	54	0.0778	0.0014	
Total	95	2.1436		

c.v. (a) = 12.8 % c.v. (b) = 16.6 % c.v. (c) = 13.3 %

ตารางผนวกที่ ก-16 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของค่าความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปลูกก่อนการทดลอง

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	0.0213	0.0071	2.22 ns
Condition(C)	1	0.4079	0.2040	63.85 **
Error(a)	3	0.0192	0.0032	
Season(S)	2	0.0043	0.0043	<1
C x S	2	0.1964	0.0982	3.08 ns
Error(b)	12	0.2874	0.0319	
Treatment(T)	3	54.1273	18.0424	298.62 **
C x T	3	1.8304	0.3051	5.05 **
S x T	6	0.2511	0.0837	1.39 ns
C x S x T	6	0.4489	0.0748	1.24 ns
Error(C)	54	3.2627	0.0604	
Total	95	60.8568		

c.v. (a) = 0.8 % c.v. (b) = 2.6 % c.v. (c) = 3.6 %

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- insufficient error d.f.

ตารางผนวกที่ ก-17 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของค่าความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปลูกหลังการทดลอง

SOV	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	0.2068	0.0689	2.01 ns
Condition(C)	1	0.6966	0.3483	10.14 *
Error(a)	3	0.2061	0.0344	
Season(S)	2	0.1047	0.1047	2.20 ns
C x S	2	0.1581	0.0791	1.66 ns
Error(b)	12	0.4276	0.0475	
Treatment(T)	3	42.2035	14.0678	573.53 **
C x T	3	2.2859	0.3810	15.53 **
S x T	6	0.3651	0.1217	4.96 **
C x S x T	6	0.1842	0.0307	1.25 ns
Error(C)	54	1.3245	0.0245	
Total	95	48.1632		

c.v. (a) = 2.7 % c.v. (b) = 3.2 % c.v. (c) = 2.3 %

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

1. วิธีวิเคราะห์ธาตุอาหารในฝักถั่ว

วิเคราะห์ธาตุอาหารในฝักถั่วคือ ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในฝักถั่ว โดยนำตัวอย่างฝักถั่วอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสมาบดให้ละเอียด แล้ววิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารด้วยวิธีที่เหมาะสม ดังนี้

1.1 หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธี kjeldahl (AOAC, 1985)

ชั่งตัวอย่าง 0.3 กรัม ใส่ใน kjeldahl flask เติม digestion accelerator 1 กรัม เติมกรดซัลฟุริก (H_2SO_4) เข้มข้น 10 มิลลิลิตร ทำการ digest เป็นเวลา 30 นาที จนตัวอย่างใส ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น ดูดสารละลาย (aliquot) ตัวอย่างมา 25 มิลลิลิตร เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 40 % จำนวน 10 มิลลิลิตร นำไปต่อเข้ากับเครื่องกลั่นซึ่งมี indicator รองรับอยู่ สารละลายที่ได้จะเป็นสีเขียวอ่อนจากนั้นนำมาไตเตรทกับ H_2SO_4 0.02 นอร์มอล สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงอมชมพูทำ blank และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด จากสูตร

$$\%\text{Total N} = \frac{\text{ml acid used (sample - blank titration) x Normality of std.acid x 1.4 x 100}}{\text{g sample x ml of aliquot}}$$

1.2 หาปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี Vanadomolybophosphoric acid Colorimetric (Taudon, 1968)

โดยชั่งตัวอย่าง 0.1 กรัม ใส่ใน kjeldahl flask เติมกรดเปอร์คลอริก ($HClO_4$) เข้มข้น 10 มิลลิลิตร นำไป digest จนตัวอย่างใสใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมสารละลายแอมโมเนียมโมโนวานาเดต (NH_4VO_3) และสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต ($(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$) อย่างละ 5 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที สารละลายจะเป็นสีเหลือง

เตรียมสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสเข้มข้น 1.0, 5.0, 10.0, 15.0, 25.0 และ 50.0 ppm เติมสารละลาย NH_4VO_3 และสารละลาย $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ อย่างละ 5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร สารละลายจะเป็นสีเหลือง จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer โดยใช้ความยาวแสง 470 นาโนเมตร ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดหาเป็นมิลลิลิตรต่อลิตร (ppm) แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์

1.3 หาปริมาณโพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca), และแมกนีเซียม (Mg) โดยใช้ Atomic Absorption Spectrophotometer (Jackson, 1958)

ชั่งตัวอย่าง 0.1 กรัม ใส่ใน kjeldahl flask เติม $HClO_4$ เข้มข้น 10 มิลลิลิตร นำไป digest จนตัวอย่างใส แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารละลายไปวัดปริมาณธาตุ K, Ca และ Mg โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ปริมาณของธาตุที่วัดได้จะเป็นมิลลิลิตรต่อลิตร (ppm) แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์

1.4 หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Irigoyen *et al.*,1992)

โดยนำฝักถั่ว 0.5 กรัม บดให้ละเอียดแล้วเติม 95 % (V/V) ethanol 5 มิลลิลิตร ดูดใส่หลอดทดลองขนาด 30 มิลลิลิตร ล้างด้วย 70 % (V/V) ethanol 5 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง นำ soluble ไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 3,500 g เป็นเวลา 10 นาที เก็บ supernatant ไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นดูด supernatant มา 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 30 มิลลิลิตรแล้วเติม สารละลาย anthrone 3 มิลลิลิตร นำไปต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ปล่อยไว้ให้เย็นแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer โดยใช้ anthrone 3 มิลลิลิตร+95 % (V/V) ethanol 1 มิลลิลิตร+70 % (V/V) ethanol 2 มิลลิลิตรเป็น blank นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน (standard curve) เพื่อหาปริมาณน้ำตาลในฝักถั่ว (เปอร์เซ็นต์)

สำหรับการเตรียมสารละลาย anthrone ทำโดยการนำ anthrone 150 มิลลิกรัม ผสมกับ 72 % (W/W) H_2SO_4 100 มิลลิลิตร คนจนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน (สารที่เตรียมได้ต้องใช้ภายใน 24 ชั่วโมง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. **วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของวัสดุปลูกก่อนและหลังการทดลอง**

2.1 หาค่าความหนาแน่นรวม (density) ของวัสดุปลูก

ใช้เครื่องมือหาความหนาแน่นรวม ทำการวัดความหนาแน่นรวมของวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด จากนั้นหาความหนาแน่นรวมของวัสดุปลูก จากสูตร

$$Db = M / V$$

Db = ความหนาแน่นรวมของวัสดุปลูก (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

M = น้ำหนักของวัสดุปลูกหลังจากผึ่งในที่ร่มจนแห้ง

V = ปริมาตรของกระบอก (core) หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

2.2 หาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของวัสดุปลูก (Öhlinger, 1995a)

โดยการชั่งวัสดุปลูกประมาณ 10-12 กรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมงและปล่อยให้เย็นใน dessicator จากนั้นหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของวัสดุปลูก จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักวัสดุปลูกก่อนอบ} - \text{น้ำหนักวัสดุปลูกหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักวัสดุปลูกก่อนอบ}}$$

2.3 หาค่าความจุความชื้น (water capacity) ของวัสดุปลูก (Öhlinger, 1995b)

ชั่งวัสดุปลูกประมาณ 20-50 กรัม ใส่ในกระบอกพลาสติกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 เซนติเมตร ปิดปลายด้านหนึ่งด้วยตะแกรงลวดที่มีตาละเอียดนำไปวางไว้ในกระบะที่มีทางระบายน้ำและมีทรายบรรจุสูง 10 เซนติเมตร ซึ่งอิ่มตัวไปด้วยน้ำนานอย่างน้อยประมาณ 1 ชั่วโมง ชั่งหาน้ำหนักที่อิ่มตัวด้วยน้ำ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นานอย่างน้อย 3 ชั่วโมง และปล่อยให้เย็นใน dessicator จากนั้นคำนวณหาค่า water capacity ของวัสดุปลูก จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความจุความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักวัสดุปลูกที่อิ่มตัวด้วยน้ำ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักวัสดุปลูกที่อิ่มตัวด้วยน้ำ}}$$

2.4 หาค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของวัสดุปลูก

เก็บตัวอย่างวัสดุปลูกทุกแปลงที่ระดับรากพืช จากนั้นนำไปผึ่งในที่ร่มให้แห้งสนิท ทำการหาค่าการนำไฟฟ้าด้วย EC-meter โดยใช้ อัตราส่วนของวัสดุปลูก:น้ำ 1:1 ในหน่วยปริมาตร

2.5 หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของวัสดุปลูก

เก็บตัวอย่างวัสดุปลูกทุกแปลงที่ระดับรากพืช จากนั้นนำไปผึ่งในที่ร่มให้แห้งสนิท ทำการหาค่าความเป็นกรด-ด่างด้วย pH-meter โดยใช้อัตราส่วนของวัสดุปลูก:น้ำ 1:1 ในหน่วยปริมาตร

2.6 หาปริมาณอินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอนโดยวิธี Walkley and Black (Allison, 1965)

ชั่งตัวอย่าง 0.1 กรัม ใส่ใน flask เติม standard 0.5 N $K_2Cr_2O_7$ 10 มิลลิลิตร แกว่งเบา ๆ เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 20-30 นาที เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และเติมกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร เติม redox indicator 2 มิลลิลิตร สีของสารละลายจะเป็นสีม่วงหรือม่วงปนน้ำเงิน นำมาไตเตรทด้วย 0.5 นอร์มอล $Fe(NH_4)_2(SO_4).6H_2O$ สีของสารละลายจะเปลี่ยนเป็น สีเขียว ทำ blank เปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุและหาออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์

จากเปอร์เซ็นต์ของปริมาณอินทรีย์วัตถุสามารถหาเปอร์เซ็นต์ Organic carbon ได้ เนื่องจากใน organic carbon เท่ากับ 58 % recovery ดังนั้น

$$\% \text{ Organic carbon} = \% \text{ Organic matter} \times 0.58$$

$$\text{C/N ratio} = \% \text{ Organic carbon} / \text{Total N}$$

3. วิธีวิเคราะห์ธาตุอาหารในวัสดุปลูกก่อนและหลังการทดลอง

วิเคราะห์ธาตุอาหารในวัสดุปลูกคือ ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), โดยนำตัวอย่างฝักถั่วที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสมาบดให้ละเอียด แล้ววิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารด้วยวิธีที่เหมาะสม ดังนี้

3.1 หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen) ในวัสดุปลูก โดยวิธี kjeldahl เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ในฝักถั่ว

3.2 หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในวัสดุปลูก โดยวิธี Bray 1 (Jackson, 1958)

ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask เติมสารละลาย Bray1 จำนวน 20 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่าใช้เวลา 40 วินาที กรองด้วยกระดาษกรอง ดูดสารละลายมา 5 มิลลิลิตร เติมสารละลาย ascorbic acid 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 25 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 15-30 นาที นำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่วัดได้จะเป็นมิลลิลิตรต่อลิตร (ppm)

3.3 หาปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในวัสดุปลูก โดยใช้ Atomic Absorption Spectrophotometer เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ในฝักถั่ว

ประวัติผู้เขียน

นางสาวนิยะดา ตั้งสิริมิตร เกิดวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2516 กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต(เกษตรศาสตร์) ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2538 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2539

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย