บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบเพื่อหาวิธีการที่ดีและเหมาะสมที่สุด

4.1.1 เปรียบเทียบเชิงทฤษฎี

พิจารณาจากจำนวนอุปกรณ์ ขั้นตอน และความยากง่ายของแต่ละวิธี

4.1.1.1 การเปรียบเทียบจำนวนอุปกรณ์

จากทฤษฎีการเพาะถั่วงอก ทั้ง 12 วิธี สามารถจำแนกอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะออกเป็นภาชนะ, วัสดุรองพื้น, วัสดุปิดคลุม, อุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้เพาะ คือ เมล็ดถั่วเขียว โดยแสดงการเปรียบเทียบ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบอุปกรณ์ในการเพาะของแต่ละขั้นตอน

วิธีการเพาะถั่วงอก	วัตถุดิบที่ใช้เพาะ	อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะ			
		ภาชนะ	วัสดุรองพื้น	วัสดุปิดคลุม	อุปกรณ์อื่นๆ
1.การเพาะถั่วงอกในจานขอบสูง	ถั่วเขียว	จานขอบสูง	สำลี,ผ้าขาวบาง	กระดาษหนังสือพิมพ์	-
2.การเพาะถั่วงอกในถุงไนลอนดำ	ถั่วเขียว	ถุงไนลอน	-	-	เชือก
3.การเพาะถั่วงอกในขวดกาแฟ	ถั่วเขียว	ขวดกาแฟ	ผ้าขาวบางหรือผ้าไนลอน	-	-
4.การเพาะถั่วงอกในกระถางปลูกต้นไม้	ถั่วเขียว	กระถางต้นไม้	ใบตองสด	เศษไม้ไผ่	-
5.การเพาะถั่วงอกในไห หรือหม้อดิน	ถั่วเขียว	ไห,หม้อดิน	ฟางข้าว	เศษไม้ไผ่	-

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบอุปกรณ์ในการเพาะของแต่ละขั้นตอน (ต่อ)

วิธีการเพาะถั่วงอก	วัตถุดิบที่ใช้เพาะ	อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะ			
		ภาชนะ	วัสดุรองพื้น	วัสดุปิดคลุม	อุปกรณ์อื่นๆ
6.การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก	ถั่วเขียว	ถังพลาสติก	-	-	-
7.การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติกโดยใช้ฟองน้ำเป็นวัสดุเพาะ	ถั่วเขียว	ถังพลาสติก	ฟองน้ำ	-	-
8.การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติกโดยใช้ทรายเป็นวัสดุเพาะ	ถั่วเขียว	ถังพลาสติก	ผ้าขาวบาง	ทรายหยาบ	-
9.การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติกโดยใช้แกลบเผาเป็นวัสดุเพาะ	ถั่วเขียว	ถังพลาสติก	ผ้าขาวบาง	แกลบเผา	-
10.การเพาะถั่วงอกแบบประหยัด	ถั่วเขียว	ถังพลาสติก	ฟองน้ำ	-	-
11.การเพาะถั่วงอกด้วยถังรดน้ำอัตโนมัติ	ถั่วเขียว	ถังสเตนเลส	-	-	-
12.การเพาะถั่วงอกโดยใช้ท่อซีเมนต์	ถั่วเขียว	ท่อซีเมนต์	-	กระสอบป่าน	-

จากการพิจารณาจำนวนอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในการเพาะ และจากการวิเคราะห์สามารถแยกเป็นด้านต่างๆได้ดังนี้

- ทางด้านภาชนะ สามารถแบ่งประเภทของภาชนะได้ตามลักษณะและคุณสมบัติที่สำคัญของภาชนะ ได้ดังนี้

1.ภาชนะที่ทำมาจากวัสดุจำพวกเซรามิก แก้ว เป็นภาชนะที่ใช้ในการเพาะถั่วงอกในจานขอบสูง, การเพาะถั่วงอกในขวดกาแฟ มีภาชนะที่ใช้ในการเพาะคือ จานขอบสูง และขวดกาแฟ เป็นภาชนะที่ไม่ดูดซับความชื้น ราคาถูกแต่มีขนาดเล็ก

2.ภาชนะที่ทำมาจากซีเมนต์ เครื่องปั้นดินเผา เป็นภาชนะที่ใช้ในการเพาะถั่วงอกในกระถางต้นไม้, การเพาะถั่วงอกในไหหรือหม้อดิน และการเพาะถั่วงอกในซีเมนต์ มีภาชนะที่ใช้ในการเพาะคือ กระถางต้นไม้,ไห,หม้อดิน และถังซีเมนต์ มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันเพราะเป็นภาชนะที่ดูดความชื้น ดูดซึมน้ำได้ดี พื้นผิวไม่เรียบราคาถูกหาซื้อง่าย มีหลายขนาด

3.สเตนเลส เป็นภาชนะที่ใช้ในการเพาะถั่วงอกด้วยถังรดน้ำอัตโนมัติมี มีลักษณะเป็นโลหะไร้สนิม พื้นผิวเรียบ ไม่ดูดซับความชื้น ราคาแพง มีขนาดตามที่สั่งผลิตเท่านั้น

4.ถุงไนลอน เป็นภาชนะที่ใช้ในการเพาะถั่วงอกในถุงไนลอนดำ มีลักษณะ ยืดหยุ่นตัวได้ พื้นผิวเรียบ ไม่ดูดซับความชื้น ราคาถูก มีหลายขนาด

5.ถังพลาสติก เป็นภาชนะที่ใช้ในการเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก,การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติกโดยใช้ฟองน้ำเป็นวัสดุเพาะ, การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติกโดยใช้ทรายเป็นวัสดุเพาะ, การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติกโดยใช้แกลบเผาเป็นวัสดุเพาะ และการเพาะถั่วงอกแบบประหยัดมีลักษณะพื้นผิวเรียบ ไม่ดูดซับความชื้น ราคาถูก มีหลายขนาดซึ่งถังพลาสติกเป็นภาชนะที่มีการเลือกใช้มากที่สุด คือ 5 วิธี

- ทางด้านวัสดุรองพื้นการเพาะถั่วงอก สามารถแบ่งประเภทของวัสดุรองพื้นตามคุณสมบัติที่สำคัญวัสดุรองพื้น และชนิดของวัสดุได้ดังนี้

1.สำลี, ผ้าขาวบาง และฟองน้ำ มีคุณสมบัติดูดซับน้ำและเก็บความชื้นได้ดี เป็นวัสดุจำพวกฝ้าย ผ้า มีการใช้เป็นวัสดุรองพื้นมากที่สุด โดยใช้ในวิธีการเพาะถั่วงอกในจานขอบสูง, การเพาะถั่วงอกในขวดกาแฟ, การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติกโดยใช้ทรายเป็นวัสดุเพาะ, การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติกโดยใช้แกลบเผาเป็นวัสดุเพาะ และการเพาะถั่วงอกแบบประหยัด

2.ใบตองสดและฟางข้าว มีคุณสมบัติไม่ดูดซับน้ำ เป็นวัสดุธรรมชาติ มีการใช้เป็นวัสดุรองพื้นในวิธีการเพาะถั่วงอกในกระถางปลูกต้นไม้ การเพาะถั่วงอกในไห หรือหม้อดิน

- ทางด้านวัสดุปิดคลุม สามารถแบ่งประเภทของวัสดุปิดคลุม ตามคุณสมบัติและชนิดของวัสดุที่สำคัญวัสดุรองพื้น ได้ดังนี้

1. กระดาษหนังสือพิมพ์ เป็นวัสดุปิดคลุมที่มีคุณสมบัติดูดซับความชื้นได้ดี เป็นวัสดุประเภทกระดาษ นำไปใช้ในการเพาะถั่วงอกในจานขอบสูง

2. เศษไม้ไผ่ เป็นวัสดุปิดคลุมที่มีคุณสมบัติไม่เก็บความชื้น เป็นวัสดุประเภทไม้ นำไปใช้ในการเพาะถั่วงอกในกระถางปลูกต้นไม้และการเพาะถั่วงอกในไห หรือหม้อดิน

3.ทรายหยาบและแกลบเผา เป็นวัสดุปิดคลุมมีคุณสมบัติดูดซับความชื้นได้ดี เป็นวัสดุประเภททรายและแกลบที่เผาแล้วมีการนำไปใช้ในการเพาะถั่วงอกในถังพลาสติกโดยใช้ทรายเป็นวัสดุเพาะและการเพาะถั่วงอกในถังพลาสติกโดยใช้แกลบเผาเป็นวัสดุเพาะ

4. กระสอบป่าน เป็นวัสดุปิดคลุมที่มีคุณสมบัติดูดซับความชื้นได้ดี เป็นวัสดุประเภทปอที่นำมาถักเป็นกระสอบ มีการนำไปใช้ในการเพาะถั่วงอกโดยใช้ท่อซีเมนต์

- ทางด้านการใช้อุปกรณ์ช่วยอื่น ๆ จากวิธีการเพาะทั้งหมดมีเชือกเพียงอย่างเดียวที่เป็นอุปกรณ์ช่วยเพาะ ซึ่งใช้ในการเพาะถั่วงอกในถุงไนลอนดำ เพื่อสำหรับมัดปากถุง

4.1.1.2 เปรียบเทียบตามหลัก GMP

จากการพิจารณาภาชนะ หรืออุปกรณ์การผลิตที่สัมผัสกับอาหาร ซึ่งในหลักการของ GMP ได้มีหลักการเกี่ยวกับเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิตไว้ดังนี้

- เครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งสัมผัสกับอาหาร ต้องเป็นวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร ไม่เป็นสนิม แข็งแรง และทนทาน มีผิวสัมผัสรวมถึงรอยเชื่อมเรียบเพื่อให้ง่ายต่อการทำความสะอาด สิ่งสำคัญคือไม่ควรทำด้วยไม้ เพราะไม้จะเก็บความชื้นและเป็นแหล่งสะสมของเชื้อรา

- วัสดุสิ่งของที่ใช้บรรจุอาหาร จะต้องอยู่ในลักษณะที่ไม่เป็นพาหะ และสามารถป้องกันการปนเปื้อนของอาหารที่บรรจุ

ซึ่งจากการเปรียบเทียบด้านวัสดุอุปกรณ์ สามารถพิจารณาแบ่งแยกเป็นกลุ่มๆจากการเพาะในวิธีต่างๆได้ดังนี้

- ทางด้านภาชนะ ภาชนะที่ใช้ในการเพาะถั่วงอก ควรเป็นภาชนะที่มีผิวเรียบ ไม่ดูดซับความชื้น ซึ่งอาจทำให้เป็นสะสมของเชื้อโรคต่างๆ ได้ โดยภาชนะที่มีลักษณะดังกล่าวได้แก่ ภาชนะที่ทำมาจากวัสดุจำพวกเซรามิก แก้ว สเตนเลส และพลาสติก

- ทางด้านวัสดุรองพื้นการเพาะถั่วงอก วัสดุรองพื้นการเพาะถั่วงอกที่มีการใช้ในการเพาะ เป็นวัสดุประเภท สำลี, ผ้าขาวบาง ฟองน้ำ, ใบตองสด และฟางข้าว ซึ่งวัสดุทั้งหมดสามารถเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรคได้ดี อีกทั้งยัง ไม่สามารถล้างทำความสะอาดได้

- ทางด้านวัสดุปิดคลุม วัสดุปิดคลุมที่มีการใช้ในการเพาะที่เป็นประเภทของกระดาษหนังสือพิมพ์, เศษไม้ไผ่และกระสอบป่าน เป็นวัสดุที่ไม่สามารถทำความสะอาดได้ ดูดซับน้ำและความชื้นได้ดี ซึ่งเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรคได้ ส่วนทรายหยาบและแกลบเผา เป็นวัสดุที่สามารถปนเปื้อนกับถั่วอกได้ และอาจเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคได้เช่นกัน

- ทางด้านการใช้อุปกรณ์ช่วยเพาะ อุปกรณ์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยเพาะ ในการเพาะมีชนิดเดียว คือ เชือก ซึ่งใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยเพาะในการเพาะถั่วงอกในถุงไนลอนดำเพื่อมัดปากถุง เป็นวัสดุที่ไม่ได้สัมผัสกับถั่วงอก จึงไม่มีการปนเปื้อนกับถั่วงอกที่เพาะ

4.1.1.3 การเปรียบเทียบขั้นตอนในการเพาะ

ในวิธีการเพาะถั่วงอกทั้ง 12 วิธี มีวิธีการเพาะแตกต่างกัน โดยในการเปรียบเทียบนี้ได้นำวิธีการเพาะของแต่ละวิธีมาศึกษาและสามารถเลือกขั้นตอนที่เหมือนกันได้ 7 ขั้นตอน ซึ่งทุกวิธีได้มีขั้นตอนที่สามารถนำมาเปรียบเทียบได้ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนในการเพาะของแต่ละขั้นตอน

วิธีการเพาะ / ขั้นตอน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.ล้างถั่วเขียวให้สะอาด	✓	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2.แช่เมล็ดถั่วเขียวในน้ำอุ่นนาน 6-8 ชั่วโมง	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนในการเพาะของแต่ละขั้นตอน(ต่อ)

วิธีการเพาะ / ขั้นตอน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3.ใช้วัสดุรองภาชนะก่อนทำการเพาะ	√	x	√	√	√	x	√	√	√	√	x	x
4.ใส่เมล็ดถั่วแล้ว รดน้ำเมล็ดถั่วให้ทั่ว	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
5.ใช้วัสดุคลุมปิดเมล็ดถั่วอีกหนึ่งชั้น	√	x	x	√	√	x	x	√	√	x	x	√
6.จัดให้เมล็ดถั่วที่เพาะไม่ให้ถูกแสง หรือไว้ในที่ร่ม	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
7.หลังจากนั้นให้รดน้ำทุกๆ 3 ชั่วโมง ต่อ1ครั้งเป็นเวลา3วัน	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

√ = เป็นขั้นตอนในการเพาะ

x = ไม่เป็นขั้นตอนในการเพาะ

หมายเหตุ : *วิธีการเพาะจากตารางที่ 4.2

1.การเพาะถั่วงอกในจานขอบสูง

2.การเพาะถั่วงอกในถุงไนลอนดำ

3.การเพาะถั่วงอกในขวดกาแฟ

4.การเพาะถั่วงอกในกระถางปลูกต้นไม้

5.การเพาะถั่วงอกในไห หรือ หม้อดิน

6.การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก

7.การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก โดยใช้ฟองน้ำเป็นวัสดุเพาะ

8.การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก โดยใช้ทรายเป็นวัสดุเพาะ

9.การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติกโดยใช้แกลบเผาเป็นวัสดุเพาะ

10.การเพาะถั่วงอกแบบประหยัด

11.การเพาะถั่วงอกด้วยถังรดน้ำอัตโนมัติ

12.การเพาะถั่วงอกโดยใช้ท่อซีเมนต์

จากตารางการเปรียบเทียบขั้นตอนในการเพาะชี้ให้เห็นว่า

การล้างถั่วเขียวให้สะอาด มีความจำเป็นเพราะเป็นการแยกเศษกาก เมล็ดถั่วเขียวที่เสีย และเศษฝุ่นที่ติดมากับเมล็ดถั่วเขียว ในการเพาะถั่วเขียวทั้ง 12 วิธีจึงจำเป็นต้องมีขั้นตอนนี้

การแช่เมล็ดถั่วเขียวในน้ำอุ่น นาน 3-5 ชั่วโมง มีความจำเป็นเพื่อทำให้เปลือกอ่อนตัวเพื่อทำให้ถั่วงอก งอกได้เร็วขึ้นในการเพาะถั่วเขียวทั้ง 12 วิธีจึงจำเป็นต้องมีขั้นตอนนี้

การใช้วัสดุรองภาชนะก่อนทำการเพาะ ในการเพาะถั่วงอกบางวิธี จำเป็นจะต้องใช้วัสดุรองภาชนะก่อนทำการเพาะถั่วงอก เพื่อต้องการให้เกิดความชุ่มชื่นขึ้นภายในภาชนะ ซึ่งมีวิธีการเพาะ คือ ถั่วงอกในจานขอบสูง(1),การเพาะถั่วงอกในขวดกาแฟ(3), การเพาะถั่วงอกในกระถางปลูกต้นไม้(4), การเพาะถั่วงอกในไห หรือหม้อดิน(5), การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก โดยใช้ฟองน้ำเป็นวัสดุเพาะ(7), การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก โดยใช้ทรายเป็นวัสดุเพาะ(8) และการเพาะถั่วงอกในถังพลาสติกโดยใช้แกลบเผาเป็นวัสดุเพาะ(9)และการเพาะถั่วงอกแบบประหยัด(10)

การใส่เมล็ดถั่วแล้ว รดน้ำเมล็ดถั่วให้ทั่ว เป็นขั้นตอนที่มีความจำเป็น เพราะจะทำให้เมล็ดถั่วชุ่มชื้นและทำให้ถั่วงอกเจริญเติบโต ในการเพาะถั่วเขียวทั้ง 12 วิธีจึงจำเป็นต้องมีขั้นตอนนี้

การใช้วัสดุคลุมปิดเมล็ดถั่วอีกหนึ่งชั้น ในการเพาะถั่วงอกบางวิธี จำเป็นจะต้องใช้วัสดุคลุมปิดเมล็ดถั่วอีกหนึ่งชั้น เพื่อต้องการไม่ให้ถั่วงอกถูกแสง และเป็นการเก็บความชื้นอีกทางหนึ่ง ซึ่งมีวิธีการเพาะ คือ การเพาะถั่วงอกในจานขอบสูง(1), การเพาะถั่วงอกในกระถางปลูกต้นไม้(4), การเพาะถั่วงอกในไห หรือหม้อดิน(5), การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก โดยใช้ทรายเป็นวัสดุเพาะ(8) และการเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก โดยใช้แกลบเผาเป็นวัสดุเพาะ(9) และการเพาะถั่วงอกโดยใช้ท่อซีเมนต์(12)

การจัดให้เมล็ดถั่วที่เพาะไม่ให้ถูกแสงหรือไว้ในที่ร่ม เป็นขั้นตอนที่มีความจำเป็น เพราะการเพาะความจำเป็นต้องไม่ให้ถูกแสง ซึ่งจะทำให้ถั่วงอกไม่เขียว ในการเพาะถั่วเขียวทั้ง 12 วิธีจึงจำเป็นต้องมีขั้นตอนนี้

การรดน้ำทุกๆ 3 ชั่วโมง ต่อ1ครั้งเป็นเวลา3วัน เป็นขั้นตอน ที่มีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้ถั่วงอกเจริญเติบโต ซึ่งจะต้องทำการรดน้ำให้ตรงเวลา ในการเพาะถั่วงอกทั้ง 12 วิธีจึงจำเป็นต้องมีขั้นตอนนี้

4.1.1.4 การเปรียบเทียบความยากง่ายของแต่ละวิธี

เนื่องจากการเพาะในแต่ละวิธีมีการเพาะที่แตกต่างกันทั้งในเรื่องการใช้วัสดุอุปกรณ์และขั้นตอนการเพาะ ซึ่งสามารถจำแนกความยากง่ายของแต่ละวิธีได้ดังนี้

1.การเพาะถั่งงอกในจานขอบสูง ในการเพาะวิธีนี้หากต้องการการเพาะในปริมาณมากจะไม่สะดวกเพราะจานขอบสูงจะสามารถเพาะได้เพียงปริมาณเล็กน้อยเท่านั้น จำเป็นต้องหาจานเพาะไว้มากๆ การเพาะจำนวนหลายครั้ง ทำให้เกิดความยุ่งยาก

2.การเพาะถั่วงอกในถุงไนลอนดำ เนื่องจากถุงไนล่อนดำเป็นวัสดุที่ไม่ทนทาน การเพาะในแต่ละครั้ง จำเป็นต้องเปลี่ยนถุงเพาะใหม่ การเพาะแม้จะไม่ต้องมีวัสดุรองพื้นหรือปิดทับ แต่การเปลี่ยนถุงเพาะทุกครั้ง อาจทำให้เกิดความยุ่งยากของงานขึ้นได้

3.การเพาะถั่วงอกในขวดกาแฟ การเพาะถั่วงอกในขวดกาแฟนี้ จะเป็นการเพาะเช่นเดียวกับในจานขอบสูง จะมีปัญหาเช่นกัน คือจะต้องหาขวดกาแฟไว้มากๆ หากต้องเพาะเพื่อการค้า จึงไม่เป็นการสะดวก

4.การเพาะถั่วงอกในกระถางปลูกต้นไม้ การเพาะวิธีนี้จะต้องใช้วัสดุรองพื้นกระถางก่อนการเพาะ และต้องหาวัสดุปิดคลุมอีกชั้นหนึ่ง อีกทั้งกระถางต้นไม้ไม่สามารถเพาะในปริมาณมากได้ การทำงานจึงค่อนข้างยุ่งยาก

5.การเพาะถั่วงอกในไห หรือหม้อดิน วิธีการนี้มีความยุ่งยากเช่นเดียวกับการเพาะ แบบใช้กระถางปลูกต้นไม้ ซึ่งต้องหาวัสดุรองพื้นและปิดทับ และเป็นการไม่เหมาะสมในการเพาะในปริมาณมาก

6.การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก การเพาะในถังพลาสติกใช้วัสดุที่ใช้เพาะปริมาณมากๆได้ ทนทาน และไม่ต้องใช้วัสดุรองพื้นหรือปิดทับ การเพาะไม่ยุ่งยาก สมควรพิจารณาเป็นวิธีที่เหมาะสม

7.การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก โดยใช้ฟองน้ำเป็นวัสดุเพาะ เป็นการเพาะในถังพลาสติกที่ใช้ฟองน้ำเป็นวัสดุรองเพาะ เมื่อคำนึงถึงการเพาะจริง จึงมีความยุ่งยากในการหาวัสดุฟองน้ำเพิ่ม จึงยุ่งยากมากกว่า

8.การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก โดยใช้ทรายเป็นวัสดุเพาะ การเพาะวิธีนี้มีทรายเป็นวัสดุมาเกี่ยวข้อง ซึ่งเมื่อเพาะเสร็จจึงจำเป็นต้องมีการล้างทรายออกจากถั่วงอกอีกครั้งหนึ่ง เพราะหากไม่สะอาดจะมีการปนเปื้อนทรายได้ง่าย

9.การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก โดยใช้แกลบเผาเป็นวัสดุเพาะ วิธีการนี้เช่นเดียวกันกับการใช้ทรายเพาะ ซึ่งการใช้แกลบนั้นต้องมีการล้างแกลบออกจากถั่วงอกอีกครั้งหนึ่ง เพื่อไม่ให้แกลบติดปนไปกับถั่วงอก จึงเป็นการยุ่งยากอีกขั้นตอนหนึ่ง

10.การเพาะถั่วงอกแบบประหยัด การเพาะแบบประหยัดนี้ การเพาะอาจไม่สามารถทำในปริมาณมากได้ และจะต้องหาวัสดุปิดคลุมอีกหนึ่งชั้นจึงเป็นขั้นตอนที่เพิ่มมาทำให้เกิดความยุ่งยาก

11.การเพาะถั่วงอกด้วยถังรดน้ำอัตโนมัติ วิธีการนี้เป็นการสะดวกในการเพาะเพราะถังเพาะออกแบบมาให้รดน้ำอัตโนมัติอยู่แล้ว จึงเป็นวิธีที่ควรนำมาพิจารณา

12.การเพาะถั่วงอกโดยใช้ท่อซีเมนต์ การเพาะวิธีนี้สามารถเพาะในปริมาณมาก ได้ ถังซีเมนต์สามารถให้น้ำสะดวก แต่จำเป็นต้องหาวัสดุมาปิดทับอีกชั้นหนึ่ง

จากการพิจารณาวิเคราะห์แล้ว วิธีการเพาะที่ควรนำมาเป็นวิธีที่นำไปทดลองพัฒนาเครื่องเพาะ คือการเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก ซึ่งเป็นวิธีเหมาะสมในด้านจำนวนอุปกรณ์, ขั้นตอนในการเพาะ, ความยากง่ายของวิธีการเพาะและความเหมาะสมในด้านหลักของ GMP โดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆดังนี้

ด้านจำนวนอุปกรณ์

- การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก ใช้จำนวนอุปกรณ์น้อยกว่าการเพาะวิธีอื่น เป็นวิธีที่ไม่จำเป็นต้องมีวัสดุรองพื้นภาชนะก่อนทำการเพาะและไม่ต้องใช้วัสดุปิดคลุม

ด้านความเหมาะสมด้าน GMP

- เครื่องมือและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการเพาะถั่วงอกโดยใช้ถังพลาสติกเป็นอุปกรณ์ในการเพาะเป็นวัสดุที่ถูกต้องตามหลัก GMP ไม่เปลี่ยนสภาพเมื่อถูกใช้งาน

- การเพาะโดยถังพลาสติกที่มีผิวเรียบ และไม่มีวัสดุใดๆที่เป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรคและเชื้อรา เป็นวิธีที่ถูกหลัก GMP

- ภาชนะ ซึ่งสัมผัสกับอาหาร การเพาะโดยถังพลาสติกที่มีผิวเรียบ และไม่มีวัสดุใดๆที่เป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรคและเชื้อรา จึงจัดให้วิธีนี้เป็นวิธีที่ถูกหลัก GMP

ด้านขั้นตอนในการเพาะ

- เนื่องจากการเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก เป็นการเพาะโดยใช้น้ำอย่างเดียว ไม่ใช้วัสดุช่วยเพาะอื่น ทำให้ขั้นตอนน้อยกว่าการเพาะด้วยวิธีอื่น

ด้านความยากง่ายของวิธีการเพาะ

- จากรูปแบบการเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก ไม่ได้ใช้วัสดุช่วยเพาะอื่นทำให้ลดปัญหาที่ต้องจัดหาวัสดุรองพื้นภาชนะและวัสดุปิดคลุม

- การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติกเมื่อได้ถั่วงอกตามต้องการแล้ว สามารถนำไปจำหน่ายได้ทันที ไม่จำเป็นต้องล้างทำความสะอาดเหมือนการเพาะด้วย ขี้เถ้าแกลบ หรือ ทราย

ดังนั้น วิธีการเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมซึ่งได้ข้อสรุปจากการพิจารณาข้างต้น อีกทั้งพิจารณาด้านราคาและขนาดของถังพลาสติกนั้นมีหลายขนาด ซึ่งสามารถรองรับระบบการผลิตในปริมาณสูงได้ในอนาคต สามารถเป็นวิธีที่นำมาใช้ในการทดลองและพัฒนาได้

4.1.2 เปรียบเทียบเชิงปฏิบัติ

เนื่องจากในการเปรียบเทียบเชิงทฤษฎีได้ผลการเปรียบเทียบออกมา คือ การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก โดยในการทดลองเพื่อพัฒนารูปแบบปรับปรุง จำเป็นต้องหาปัจจัยในการเพาะในส่วนอื่นๆ ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญ ในการเพาะถั่วงอกมีอยู่ 4 อย่าง ดังนี้

1. **เมล็ดถั่ว**

ในการเพาะถั่วงอกในแต่ละครั้ง จะต้องมีการล้างและแช่เมล็ดถั่วก่อนการเพาะทุกครั้ง ซึ่งเมล็ดถั่วที่ได้มาจะมีการคัดเลือก และมาจากแหล่งเดียวกัน ทำให้องค์ประกอบนี้ไม่นำมาพิจารณาในการเปรียบเทียบเชิงปฏิบัติ

2. **ภาชนะสำหรับการเพาะ**

จากการเปรียบเทียบเชิงทฤษฎีได้เลือกภาชนะที่สมควรเป็นวิธีที่นำมาพัฒนาปรับปรุงกระบวนการได้แล้ว ซึ่งเป็นวิธีการเพาะในถังพลาสติก องค์ประกอบนี้จึงไม่นำมาพิจารณาในการเปรียบเทียบเชิงปฏิบัติ

3. **น้ำ**

จากการพิจารณาองค์ประกอบในด้านการให้น้ำกับถั่วงอก พบว่าในการให้น้ำในเวลาที่ต่างกันมีผลโดยตรงกับการเจริญเติบโตของถั่วงอกและส่งผลต่อคุณภาพของถั่วงอกได้องค์ประกอบนี้จึงสมควรนำมาพิจารณาในการเปรียบเทียบเชิงปฏิบัติ ซึ่งข้อสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ น้ำที่ใช้รดถั่วงอกใช้รดได้ครั้งเดียวไม่ควรนำกลับมาใช้รดถั่วอีก เพราะอาจจะปนเปื้อนเชื้อโรคทำให้ถั่วงอกเน่า ยกเว้นว่าน้ำที่ใช้รดแล้วได้ผ่านการบำบัดให้เป็นน้ำสะอาดแล้วจึงจะนำมารดถั่วงอกได้อีก

4. วัสดุช่วยเพาะ

เนื่องจากวิธีการเพาะในถังพลาสติกไม่ใช้วัสดุช่วยเพาะอย่างอื่นองค์ประกอบนี้จึงไม่นำมาพิจารณาในการเปรียบเทียบเชิงปฏิบัติ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทั้งหมดแล้ว จะเห็นได้ว่าน้ำเป็นองค์ประกอบเดียวที่สามารถนำมาเปรียบเทียบเชิงปฏิบัติได้ ดังนั้นในการเปรียบเทียบเชิงปฏิบัตินี้จึงได้กำหนดให้การรดน้ำในการเพาะถั่วงอกเป็นปัจจัยที่สำคัญในการหาเวลาที่เหมาะสม ซึ่งได้ออกแบบการทดลองดังนี้

1. เลือกถังเพาะพลาสติกขนาด 20 ลิตร เพื่อให้สามารถรองรับถั่วงอกที่จะงอกออกมาได้เป็น 7 เท่าของเมล็ดถั่วเขียวที่ใช้เพาะ

2. ใช้เมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม ในการออกแบบการทดลองเชิงปฏิบัติ และใช้เป็นปริมาณมาตรฐานในการทดลอง เพื่อพัฒนารูปแบบต่อไป

3. กำหนดปริมาณการให้น้ำ ตามช่วงเวลาต่างกัน ซึ่งกำหนดตัวแปรในการทดลอง ดังนี้

ตัวแปรต้น ปริมาณช่วงเวลาการให้น้ำ (1, 2, 3, 4 ชั่วโมง)

ตัวแปรตาม ปริมาณถั่วเขียวและ คุณภาพที่ได้

ตัวแปรควบคุม แสง, ปริมาตรถังเพาะ, เมล็ดถั่วเขียว และ คุณภาพของน้ำที่ใช้

ในการทดลองได้ทดลองการเพาะโดยออกแบบการเพาะให้อยู่ในที่ร่มมีสภาพแวดล้อมตลอดการทดลองที่เหมือนกัน ใช้ภาชนะในการเพาะ รวมทั้งคุณภาพของน้ำที่ใช้ในการเพาะใช้น้ำประปาจากที่เดียวกัน มีคุณภาพดี ใส สะอาดเหมือนกัน ที่ต่างกันคือ เวลาการรดน้ำเท่านั้น และในการทดลองนี้ใช้เวลาในการเพาะเป็นเวลา 3 วัน เนื่องจากการเพาะเป็นเวลา 3 วัน จะได้ถั่วงอกที่มีลักษณะลำต้นยาว ขาว อวบ เพื่อใช้ในการประกอบอาหารประเภทก๋วยเตี๋ยว ผัดไทหอยทอด ซึ่งต้องการถั่วงอกในลักษณะดังกล่าว หากใช้เวลาในการเพาะให้นานกว่านี้ก็จะได้ถั่วงอกที่มีลักษณะยาวมาก อาจเหมาะกับการทำอาหารประเภทอื่นตามที่ลูกค้าต้องการ

การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก โดยการควบคุมการให้น้ำในเวลาที่ต่างกัน ซึ่งแบ่งการให้น้ำในเวลา 1,2,3,4 ชั่วโมงตามลำดับ ทำการทดลองทั้งหมด 5 ครั้ง ได้คุณภาพของถั่วงอกที่แตกต่างกันทั้ง 5 ครั้ง

ขั้นตอนการทดลอง

1. ล้างเมล็ดถั่วเขียว

- ชั่งเมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม นำไปใส่กะละมังซักผ้าใบใหญ่ใส่น้ำให้มากกว่าปริมาณเมล็ดถั่วเขียว 2-3 เท่า

- ใช้กระบวยคนไปรอบๆเร็วๆ น้ำจะหมุนวน แล้วเศษสิ่งเจือปนต่างๆจะลอยไปรวมกันอยู่ตรงกลาง
- ใช้กระบวยตักเศษสิ่งเจือปนต่างๆออกมาใส่กระชอนแล้วนำออกไปทิ้ง ซึ่งหากมีสิ่งเจือปนต่างๆจะทำให้เกิดการเน่าเสียได้ในระหว่างการเพาะ
- เทน้ำที่ใช้ล้างในครั้งแรกทิ้งและใส่น้ำใหม่ลงไปเช่นเดิม
- ล้างเมล็ดถั่วอีก 2-3 ครั้ง จนน้ำที่ใช้ล้างสะอาด

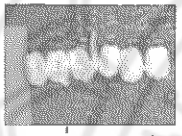
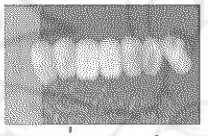
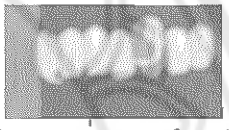
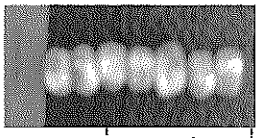
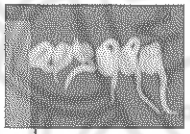
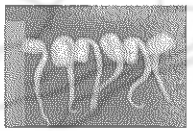
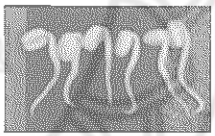
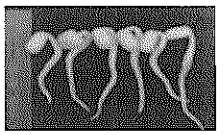
2. แช่เมล็ดถั่วเขียว
   - น้ำที่ใช้ในการแช่เมล็ดถั่วจะเป็นน้ำที่ใช้ล้างเมล็ดถั่วเขียวครั้งสุดท้าย
   - แช่เมล็ดถั่วเขียวในกะละมังทิ้งไว้อย่างน้อย 6-8 ชั่วโมง เพื่อทำให้เปลือกอ่อนตัว และต้นอ่อนของถั่วงอกสามารถงอกออกมาได้ง่าย
3. นำเมล็ดถั่วเขียวลงถังเพาะ
   - เทน้ำที่แช่เมล็ดถั่วเขียวออกให้หมด โดยการเอียงกะละมัง
   - ยกกะละมังที่มีเมล็ดถั่วเขียวเทลงไปในถังเพาะ
   - ใช้มือเกลี่ยเมล็ดถั่วเขียวให้ทั่วก้นถังเพาะ
   - พักเมล็ดถั่วไว้ในถังเพาะ 3-5 ชั่วโมง เพื่อให้เมล็ดถั่วพักตัว
   - ทำการรดน้ำตามที่ได้กำหนดไว้ในการทดลอง โดยใช้สายยางใส่เข้าไปในถังเพาะ เปิดก๊อกน้ำเพื่อใส่น้ำให้ท่วมเมล็ดถั่วเขียวแล้วปิดก๊อกน้ำ
   - ทำการเทน้ำโดยการเอียงถังเพาะ และใช้มืออีกข้างกันเมล็ดถั่วเพื่อไม่ให้เมล็ดถั่วออกจากถังเพาะ ในการเทน้ำออกต้องเทน้ำออกให้หมด เพราะหากเทน้ำออกไม่หมดจะทำให้เมล็ดเน่าและจะเพาะเป็นถั่วงอกไม่ได้

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

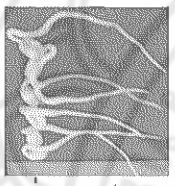
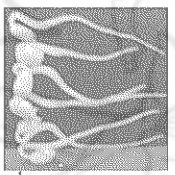
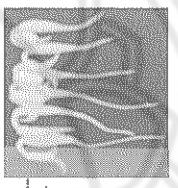
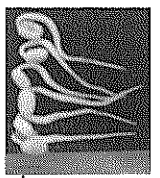
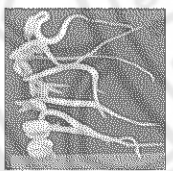
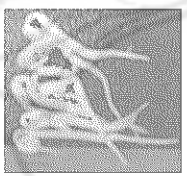
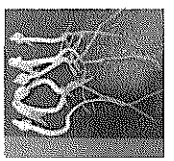
- คุณภาพของถั่วงอกที่ดีจะมีลักษณะขนาดหัวเล็ก ลำต้นอ้วนยาว รากสั้น สีขาว ไม่มีกลิ่นเหม็นเน่า

- คุณภาพของถั่วงอกที่ไม่ดีจะมีลักษณะขนาดหัวใหญ่ ลำต้นผอมสั้น หรือ ผอมยาว รากยาว สีม่วงหรือสีเหลือง มีกลิ่นเหม็นเน่า

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบช่วงเวลาการรดน้ำถั่วงอก เป็นเวลา 3 วัน

ช่วงเวลา / วัน	ช่วงเวลาการรดน้ำ			
	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง
วันแรกหลังจากแช่เมล็ดเป็นเวลา 6 - 8 ชั่วโมง	 เมล็ดพอง อิ่มตัว พร้อมที่จะงอกเป็นถั่วงอก	 เมล็ดพอง อิ่มตัว พร้อมที่จะงอกเป็นถั่วงอก	 เมล็ดพอง อิ่มตัว พร้อมที่จะงอกเป็นถั่วงอก	 เมล็ดพอง อิ่มตัว พร้อมที่จะงอกเป็นถั่วงอก
วันที่ 1	 มีเมล็ดถั่วเขียวบางเมล็ดไม่งอกเป็นถั่วงอก	 ถั่วงอกมีลักษณะหัวโต ต้นผอม สั้น งอกทุกเมล็ด	 ถั่วงอกมีลักษณะ ลำต้นยาว ขาว งอกทุกเมล็ด	 ถั่วงอกมีลักษณะ ลำต้นยาว ขาว งอกทุกเมล็ด

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบช่วงเวลาการรดน้ำถั่วงอก เป็นเวลา 3 วัน(ต่อ)

ช่วงเวลา / วัน	ช่วงเวลาการรดน้ำ			
	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง
วันที่ 2	 ถั่วงอกมีลักษณะหัวโต ลำต้นผอม รากยาว	 ถั่วงอกที่มีลักษณะหัวโต ลำต้นผอม ดังแสดง	 ถั่วงอกที่มีลักษณะขาว ลำต้นอวบ	 ถั่วงอกที่มีลักษณะขาว ลำต้นผอม รากยาว
วันที่ 3	 ถั่วงอกที่มีลักษณะหัวโต หัวมีสีม่วง ลำต้นผอม รากยาว และมีบางเมล็ดที่ไม่งอก	 ถั่วงอกมีลักษณะหัวโต หัวเน่า ลำต้นผอม	ถั่วงอกที่มีลักษณะขาว ลำต้นยาว อวบ อ้วน	 ถั่วงอกมีลักษณะมีสีม่วง ลำต้นยาว รากยาว ใบเลี้ยงยาว

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองช่วงเวลาการรดน้ำ เมื่อครบเวลา 3 วัน

ช่วงเวลาการให้น้ำ	ผลการทดลอง									
	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	น้ำหนัก(กก.)	คุณภาพ	น้ำหนัก(กก.)	คุณภาพ	น้ำหนัก(กก.)	คุณภาพ	น้ำหนัก(กก.)	คุณภาพ	น้ำหนัก(กก.)	คุณภาพ
1 ชั่วโมง	3.5	ไม่ดี	3.3	ไม่ดี	4.0	ไม่ดี	4.1	ไม่ดี	3.8	ไม่ดี
2 ชั่วโมง	6.3	ไม่ดี	6.5	ไม่ดี	6.1	ไม่ดี	6.8	ไม่ดี	6.7	ไม่ดี
3 ชั่วโมง	7.0	ดี	7.2	ดี	7.1	ดี	7.3	ดี	7.2	ดี
4 ชั่วโมง	10	ไม่ดี	12	ไม่ดี	10.5	ไม่ดี	11	ไม่ดี	11.5	ไม่ดี

สรุปผลการทดลอง

ในวันที่ 1 ผลการทดลอง คือการให้น้ำทุกๆ 1 ชั่วโมง ได้ถั่วงอกมีลักษณะหัวใหญ่ ลำต้นผอมสั้น สีม่วง มีกลิ่นเหม็นเน่า ส่วนการให้น้ำทุกๆ 2,3 และ 4 ชั่วโมงจะได้ถั่วงอกที่มีลักษณะถั่วงอกมีลักษณะหัวเล็กลำต้นผอมยาว สีขาว ไม่มีกลิ่นเหม็นเน่า

ในวันที่ 2 ผลการทดลอง คือ การให้น้ำทุกๆ 1และ2 ชั่วโมงได้ถั่วงอกที่มีลักษณะหัวโต ลำต้นผอม รากยาว ซึ่งในการให้น้ำทุกๆ 1 ชั่วโมงจะมีกลิ่นเหม็นเน่า โดยการรดน้ำทุก 3 ชั่วโมงจะมีลักษณะดีกว่า คือ มีลำต้นขาว อวบ และการให้น้ำทุกๆ 4 ชั่วโมง จะได้ถั่วงอกที่มีลักษณะขาว ลำต้นผอม รากยาว

ในวันที่ 3 การให้น้ำทุกๆ 1และ2 ชั่วโมงได้ถั่วงอกที่มีลักษณะคล้าย ๆ กันคือหัวโต หัวมีสีม่วง มีกลิ่นเหม็นเน่า ลำต้นผอม รากยาว ซึ่ง การรดน้ำทุก 3 ชั่วโมงจะมีลักษณะขาว ลำต้นยาว อวบอ้วน เป็นลักษณะที่ดีของถั่วงอกที่สามารถนำไปจำหน่ายได้ ส่วนการให้น้ำทุกๆ 4 ชั่วโมงจะได้ถั่วงอกที่มีลักษณะ ลำต้นผอมยาว มีสีม่วง รากยาว

จากผลการทดลองการให้น้ำในเวลาที่ต่างกัน พบว่า การให้น้ำทุกๆ 3 ชั่วโมงเป็นช่วงเวลาการให้น้ำที่ดีที่สุดโดยน้ำหนักของถั่วงอกที่ได้โดยเฉลี่ยเท่ากับ 7.16 กิโลกรัม ถึงแม้ว่าในการให้น้ำทุกๆ 4 ชั่วโมงจะให้น้ำหนักของถั่วงอกที่มากกว่าแต่ด้านคุณภาพยังไม่ดีเท่าที่ต้องการ ซึ่งให้น้ำทุกๆ 3 ชั่วโมงทำให้ถั่วงอกมีลักษณะที่ดี คือ ถั่วงอกมีลักษณะหัวเล็ก ลำต้นอ้วนยาว รากสั้น สีขาว ไม่มีกลิ่นเหม็นเน่าซึ่งเป็นลักษณะที่ดีที่สุดของถั่วงอกในการทดลองนี้ จึงกำหนดให้การรดน้ำถั่วงอกทุกๆ 3 ชั่วโมงเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนารูปแบบการผลิตให้มีประสิทธิภาพต่อไป

4.2 พัฒนารูปแบบการผลิตให้มีประสิทธิภาพ

เนื่องจากการเพาะถั่วงอก มีปัญหาจากการเพาะดังนี้

1. ต้องมีการรดน้ำทุกๆ 3 ชั่วโมง วันละ 8 ครั้ง เป็นเวลา 3 วัน รวม 24 ครั้งอย่างสม่ำเสมอทั้งกลางวันและกลางคืน เป็นปัญหายุ่งยากเสียเวลามาก หากทำอย่างต่อเนื่องทุกวันจะไม่มีเวลาพัก และหากรดน้ำไม่ตรงเวลาจะส่งผลกระทบโดยตรงกับถั่วงอกที่ออกมา

2. ในการรดน้ำจำเป็นต้องมีการเอียงถังและยกเทน้ำที่รดออกทุกครั้งเพื่อไม่ให้ถั่วงอกเน่า ซึ่งเป็นการไม่สะดวกเพราะถั่วงอกหากเพาะปริมาณมากการยกเทจะทำได้ยาก และในการเทแต่ละครั้งจะใช้มือกันไม่ให้เมล็ดถั่วเขียวลอยออกไปตามน้ำที่เทออก ซึ่งต้องใช้ความระมัดระวังมากทำให้เสียเวลาในการรดน้ำแต่ละครั้ง

3. การนำถั่วงอกที่พร้อมจำหน่ายออกจากภาชนะเพาะ มีความยุ่งยาก เนื่องจากถั่วงอกจะงอก และอัดแน่นเต็มภาชนะ ต้องใช้มือล้วง ดึง เพื่อเอาถั่วงอกออกจากภาชนะทำให้ต้นถั่วงอกหักและเกิดความเสียหายได้

4. ในการเพาะถั่วงอกมีขั้นตอนในการเพาะหลายขั้นตอน ทำให้มีความยุ่งยากในการเพาะถั่วงอกแต่ละครั้ง ซึ่งสามารถแยกเป็นข้อต่างๆได้ดังนี้

- การล้างเมล็ดจะใช้กะละมังใบใหญ่ใส่น้ำให้มากกว่าปริมาณเมล็ดถั่วเขียว 2-3 เท่า ใช้กระบวยตักออกไปทิ้ง
- ต้องใช้ภาชนะ 2 อัน เพื่อใช้แช่เมล็ดและใช้เพาะอีกภาชนะหนึ่ง
- ใช้กระบวยคนเมล็ดถั่วเขียววนๆเป็นวงกลมเพื่อให้ เศษกาก เมล็ดถั่วเขียวที่เสียรวมกันอยู่ตรงกลางแล้วใช้กระบวยตัก เศษกาก เมล็ดถั่วเขียวที่เสียรวมกันอยู่ตรงกลางออก

จากปัญหาดังกล่าว ผู้จัดทำโครงงานได้เล็งเห็นความสำคัญข้างต้น จึงจัดทำการพัฒนารูปแบบ เพื่อขจัดปัญหา และทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุด

การแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาเพื่อพัฒนารูปแบบการผลิตให้มีประสิทธิภาพ

จากปัญหาที่เกิดจากการเพาะถั่วงอกแบบเดิมได้ถูกพัฒนารูปแบบการเพาะให้สามารถแก้ปัญหาต่างๆได้ดังนี้

- ออกแบบให้มีการรดน้ำถั่วงอกอย่างสม่ำเสมอ และแม่นยำ ทั้งนี้โดยการนำเครื่องตั้งเวลาอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการรดน้ำ ซึ่งหากมีการตั้งเวลาไว้ล่วงหน้าก่อนการเพาะไว้แล้ว จะทำให้การรดน้ำไม่ต้องใช้กำลังคนและไม่เสียเวลา รวมทั้งขจัดความยุ่งยากในการดน้ำไปด้วย

- ออกแบบและสร้างตะแกรงเป็นไส้อยู่ระหว่างตรงกลางภาชนะเนื่องจากการที่มีการเจาะรูน้ำออกไว้ด้านล่างของถังเพาะ ตะแกรงนี้จะสามารถทำให้ไม่ต้องยกเทน้ำออกในการรดน้ำแต่ละครั้ง โดยตะแกรงจะเป็นส่วนรองรับถั่วงอกและกรองถั่วงอกไม่ให้หลุดไปกับน้ำที่รด และหากถั่วงอกโตเต็มที่ สามารถยกตะแกรงนี้ออกได้เพื่อเทถั่วงอกออกจากภาชนะได้ทันที

- รวมภาชนะ โดยจากการล้างเมล็ดถั่วเขียวและแช่เมล็ดถั่วเขียวขั้นตอนทั้งหมดนี้สามารถที่จะรวมอยู่ในภาชนะเดียวกันได้เพราะเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน โดยใช้การกำหนดเวลาแบบอัตโนมัติเข้ามาช่วย ซึ่งวิธีการนี้จะเป็นการลดขั้นตอนได้อีกทางหนึ่ง

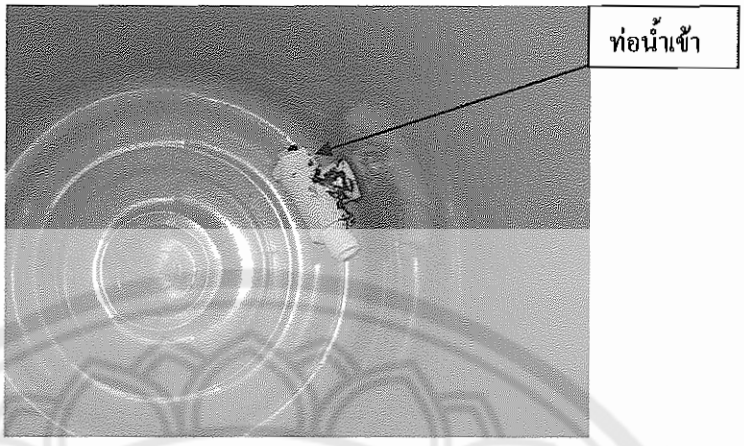
- ลดการใช้อุปกรณ์ในการคนและกรองเศษสิ่งสกปรก โดยใช้ระบบน้ำวนและน้ำล้น เพื่อกรองเศษสิ่งสกปรกแทน โดยไม่จำเป็นต้องหาอุปกรณ์อื่นใดเพิ่มเติม

4.3 สร้างแบบจำลองการเพาะถั่วงอก

4.3.1 สร้างแบบจำลองการเพาะโดยแบ่งการสร้างออกเป็น 3 ส่วน

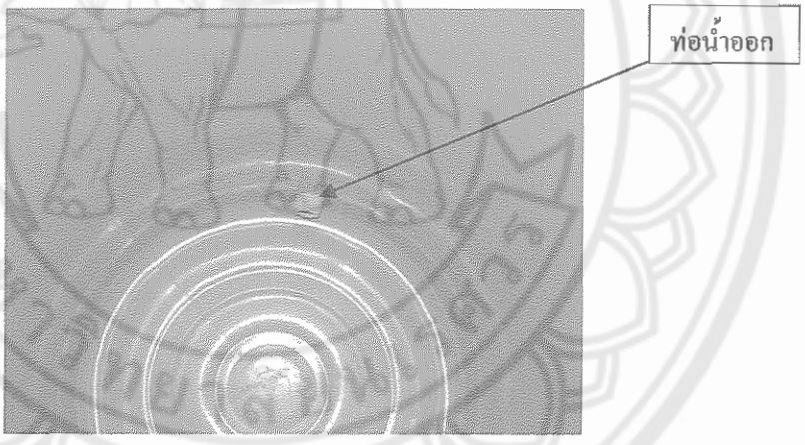
4.3.1.1 ส่วนของถังเพาะ

เลือกถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร ที่มีฝาปิด เจาะรูให้เสมอก้นถัง ขนาด 0.5 นิ้ว ทั้งสองข้าง ใช้ข้อต่อเกลียวนอกและ เกลียวในของท่อ PVC ขนาด 4/8 นิ้ว ขันประกบกันให้แน่น โดยมีแหวนยางรองอีกชั้นหนึ่ง ด้านที่ให้น้ำเข้าให้ใช้ข้อต่อสามทางที่มีเกลียวนอก 2 ด้าน เกลียวในด้านหนึ่ง แล้วใช้จุกเกลียวอุดด้านที่เป็นเกลียวในไว้ ใช้เป็นตัวประกบด้านใน ให้ทางรูน้ำที่ไหลเข้าถังชี้เฉียงขึ้นด้านบนเพื่อต้องการให้น้ำที่ไหลเข้าถังหมุนวนไปรอบถัง ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงข้อต่อ PVC 3 ทาง ใช้สำหรับน้ำไหลเข้า

ส่วนของน้ำไหลออก ทำการเจาะรูด้านล่าง ที่ถังพลาสติกด้านตรงข้ามของรูที่น้ำเข้า ใช้ท่อต่อตรง PVC ขนาด 6/8 นิ้ว โดยเจาะสูงกว่าก้นถังประมาณ 1 นิ้ว ดังรูปที่ 4.2

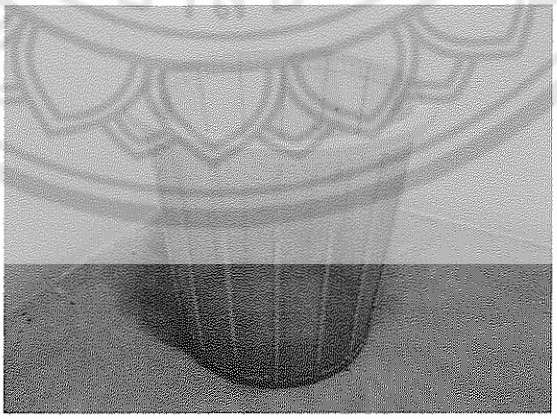


รูปที่ 4.2 แสดงข้อต่อตรง PVC ใช้สำหรับน้ำไหลออก

ถังที่นำมาใช้ในการเพาะถั่วงอกเป็นถังพลาสติกมีผิวเรียบ มีฝาปิด ทึบแสง ขนาด 20 ลิตร มีน้ำหนักเบา ซึ่งถูกต้องตามหลัก GMP ดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 แสดงถังที่ใช้สำหรับการเพาะ

ภายในของถังเพาะได้ออกแบบให้มีตะกร้าพลาสติก ซึ่งก้นถังอยู่สูงกว่ารูที่น้ำออก เพื่อทำให้ไม่สัมผัสกับน้ำก้นถังที่น้ำค้างอยู่ ทั้งนี้ยังช่วยให้สะดวกในการยกถั่วงอกออกเทเพื่อนำไปจำหน่ายอีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งใช้ตะกร้าพลาสติกขนาดพอดีที่จะสวมลงถังได้โดยให้ขอบปากตะกร้าค้างอยู่บนขอบถัง และสามารถปิดฝาถังเพาะได้ ตัดเอาส่วนที่เป็นตาข่ายของตะกร้าออกไปแล้วใช้ตาข่ายมุ้งลวดชนิดที่เป็นพลาสติกมาสานติดรอบๆแทน ดังรูปที่4.4

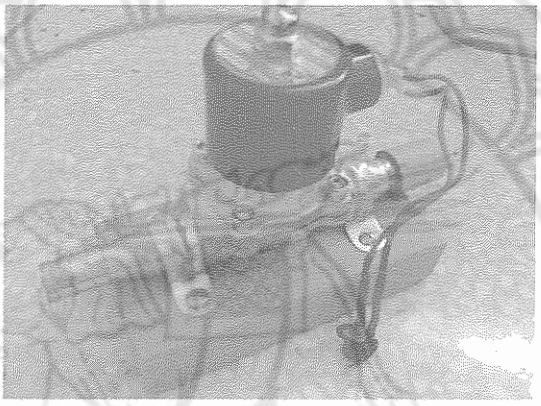


รูปที่ 4.4 แสดงตะกร้าสานติดกับตะแกรงพลาสติก

4.3.1.2 ส่วนควบคุมน้ำ

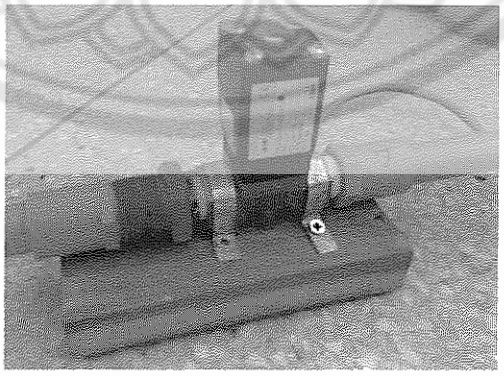
- **เครื่องเปิด-ปิดน้ำด้วยไฟฟ้า(โซลินอยด์) ใช้เป็นอุปกรณ์เปิด-ปิดน้ำที่จะไหลเข้าและออกถังเพาะ โดยจะทำงานตามที่เครื่องตั้งเวลาจ่ายกระแสไฟฟ้าให้**

ในการควบคุมน้ำเข้าใช้โซลินอยด์ไฟฟ้าขนาด 24v. โดยผ่านการควบคุม กระแสไฟฟ้าจาก กล่องควบคุมเวลาอัตโนมัติ ซึ่งจะทำการเปิดน้ำ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลเข้า ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แสดงโซลินอยด์ที่ใช้ควบคุมน้ำเข้า

ส่วนทางด้านน้ำออกใช้โซลินอยด์ไฟฟ้าขนาด 24 v. โดยผ่านการควบคุม กระแสไฟฟ้าจาก กล่องควบคุมเวลาอัตโนมัติ ซึ่งจะเปิดให้น้ำไหลออกจากถังเมื่อมีกระแสไฟฟ้า โดยจะทำงานสลับกับโซลินอยด์ที่ใช้ควบคุมน้ำเข้า ดังรูปที่ 4.6



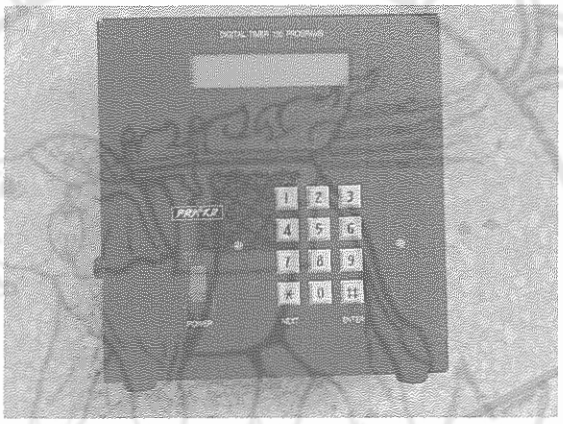
รูปที่ 4.6 แสดงโซลินอยด์ที่ใช้ควบคุมน้ำออก

4.3.1.3 ส่วนควบคุมด้วยไฟฟ้า

ส่วนประกอบอิเลคทรอนิคส์ ที่จะให้เป็นถังเพาะอัตโนมัติ ประกอบด้วย

- เครื่องตั้งเวลาอัตโนมัติ เป็นวงจรอิเลคทรอนิคส์ที่สามารถตั้งเวลาให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นส่วนประกอบของถังเพาะทำงานและปิดการทำงาน ตามที่ตั้งเวลาไว้ โดยให้ทำงาน ต่อเนื่องกันทุกวัน หรือทำงานเป็นบางวันก็ได้

ใช้กล่องควบคุมเวลาอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์สำคัญในการควบคุมการให้น้ำเข้าและออก ของโซลินอยด์ โดยการตั้งเวลาให้โซลินอยด์ทำงานตามรอบเวลาที่ต้องการได้อย่างแม่นยำ ดังรูปที่ 4.7

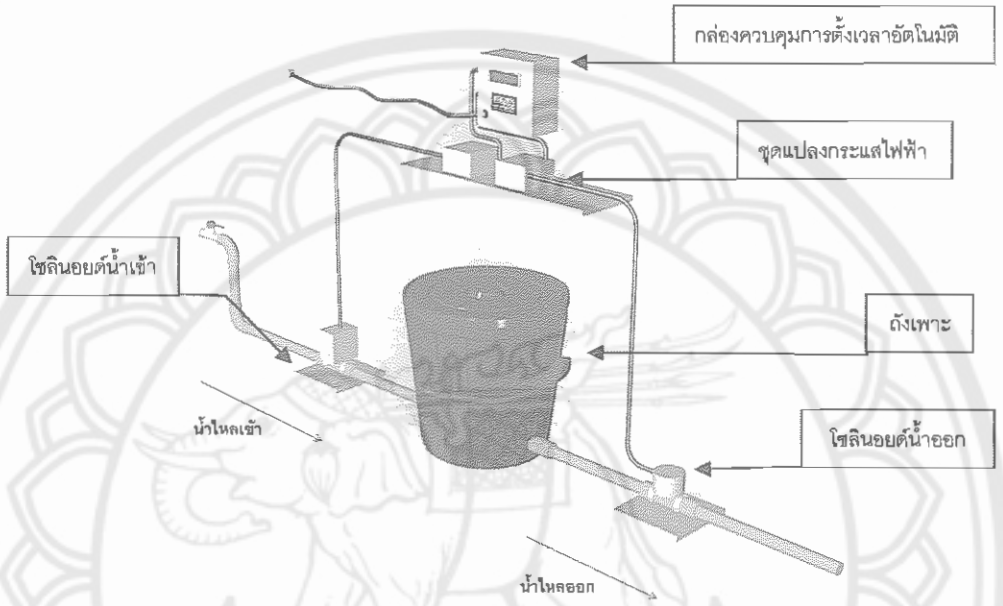


รูปที่ 4.7 แสดงกล่องควบคุมการตั้งเวลาอัตโนมัติ

ชุดแปลงกระแสไฟฟ้า มีหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจากกล่องควบคุมการตั้งเวลาอัตโนมัติไปยังโซลินอยด์ เนื่องจากโซลินอยด์ใช้กระแสไฟฟ้า 24v. จึงจำเป็นต้องมีชุดแปลงกระแสไฟฟ้า ดังรูปที่ 4.8

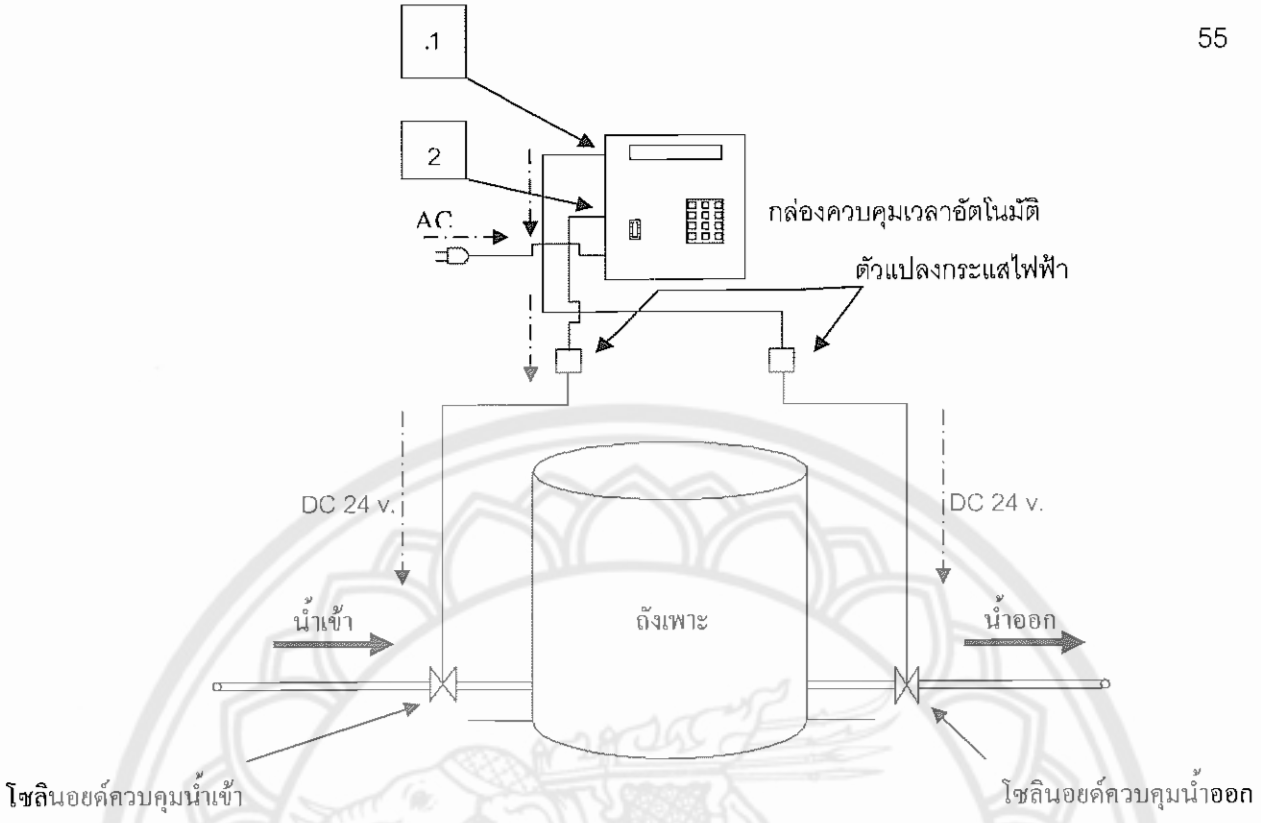
รูปที่ 4.8 แสดงชุดแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับโซลินอยด์

จากอุปกรณ์ในส่วนต่างๆ ได้นำมาประกอบเป็นส่วนของระบบเครื่องเพาะอัตโนมัติ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูป 4.9



รูปที่ 4.9 แสดงระบบการเพาะถั่วงอกแบบอัตโนมัติ

จากรูปที่ 4.9 แสดงระบบการเพาะถั่วงอกแบบอัตโนมัติซึ่งระบบการควบคุมของระบบอิเล็กโทรนิคและการควบคุมน้ำสามารถแสดงได้จาก Diagram การทำงานของวงจรอิเล็กโทรนิค ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดง Diagram การทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิคส์

การใช้งานถังเพาะอัตโนมัติ

1. เตรียมเมล็ดถั่วเขียวใส่ลงในถังเพาะ
   - ชั่งเมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม เพื่อเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการเพาะ
   - เปิดฝาถัง เทเมล็ดถั่วเขียวที่ชั่งไว้ลงในตะกร้าพลาสติกชั้นใน โดยตะกร้าพลาสติกจะสวมอยู่ในถังเพาะ
2. ล้างและแช่เมล็ดถั่วเขียว
   - ทำการตั้งเวลาที่กล่องควบคุมเวลาอัตโนมัติ โดยตั้งให้ทำการเปิดน้ำเข้าเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทำการเสียบปลั๊กที่ตำแหน่งที่ 2

(ขณะทำการเสียบปลั๊กหม้อแปลงควบคุมโซลินอยด์น้ำเข้า ยังไม่เสียบปลั๊กหม้อแปลงควบคุมโซลินอยด์น้ำออก)

   - หลังจาก 5 นาทีผ่านไปแล้วน้ำที่ใช้ล้างก็จะใส หลังจากนั้นทำการแช่เมล็ดถั่วเขียวไว้ในถังเพาะเป็นเวลาประมาณ 8 ชั่วโมง

- ปล่อยน้ำที่ใช้แช่เมล็ดถั่วเขียวหลังจากเวลาผ่านไป 8 ชั่วโมง โดยเสียบปลั๊กของหม้อแปลงที่ใช้ควบคุมโซลินอยด์น้ำออกเข้าที่ตำแหน่งที่ 1

(ขณะเสียบปลั๊กของหม้อแปลงที่ใช้ควบคุมโซลินอยด์น้ำออก ที่ตำแหน่งที่ 1 โดยไม่ต้องถอดปลั๊กของหม้อแปลงที่ใช้ควบคุมโซลินอยด์น้ำเข้าเพราะกล่องควบคุมอัตโนมัติจะทำงานตรงข้ามกัน เมื่อตั้งเวลากล่องควบคุมอัตโนมัติให้ทำงานตามที่ต้องการกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านจุดที่ 2)

- ปิดฝาถังแล้วพักเมล็ดถั่วไว้ในถังเพาะ 3 ชั่วโมง

3. ตั้งเวลาเครื่องตั้งเวลาอัตโนมัติ

- ทำการตั้งเวลาอัตโนมัติ โดยเลือกการตั้งเวลาให้น้ำทุกๆ 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน หรือ 24 ครั้ง ซึ่งการให้น้ำแต่ละครั้งจะให้น้ำเป็นเวลา 1 นาที
- เครื่องจะทำการให้น้ำกับเมล็ดถั่วที่อยู่ในถังเพาะ จนครบตามที่ตั้งเวลาไว้ จนครบเวลา 3วัน

4. นำถั่วงอกออกจากถัง

- เปิดฝาถังเพาะ ทำการยกตะกร้าพลาสติกออกจากถังเพาะ
- เทถั่วงอกที่ได้ออกจากตะกร้าเพื่อนำไปบริโภคหรือจำหน่าย
- ทำความสะอาดถังเพาะและตะกร้าพลาสติก เพื่อเตรียมการเพาะในครั้งต่อไป

4.4 ทดสอบแบบจำลองการเพาะถั่วงอก

4.4.1 วัดประสิทธิภาพเชิงปริมาณ

จากการทดสอบเครื่องเพาะโดยใช้การตั้งเวลาอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการทำงาน โดยใช้ปริมาณเมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม สามารถให้ปริมาณถั่วงอกที่ได้ ตามตาราง 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณถั่วงอกที่เพาะได้ต่อ ถั่วเขียว 1 กิโลกรัม

ครั้งที่	ปริมาณถั่วงอกที่ได้ (กิโลกรัม)
1	6.7
2	6.9
3	7.2
4	7.1

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณถั่วงอกที่เพาะได้ต่อ ถั่วเขียว 1 กิโลกรัม(ต่อ)

ครั้งที่	ปริมาณถั่วงอกที่ได้ (กิโลกรัม)
5	6.7
6	6.8
7	7.2
8	6.9
9	7.3
10	7.2

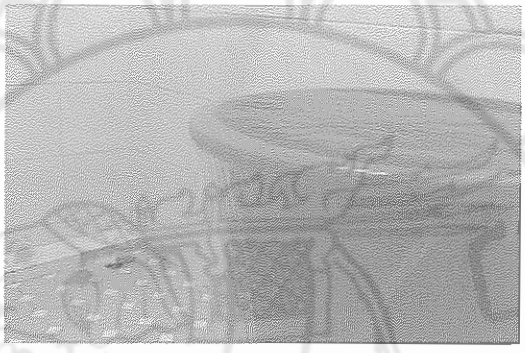
จากตาราง 4.5 เป็นปริมาณถั่วงอกที่เพาะได้จำนวน 10 ครั้ง ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.01 กิโลกรัม ซึ่งเป็นน้ำหนักของการเพาะถั่วงอก จากปริมาณถั่วเขียวที่ใช้ เท่ากับ 7 เท่า ซึ่งจะให้ผลใกล้เคียงกับการเพาะด้วยวิธีแบบเก่า แต่การเพาะด้วยเครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติ ที่สามารถควบคุมให้ปริมาณตามที่กำหนดได้ ในการเพาะด้วยวิธีต่างๆจะไม่สามารถกำหนดอย่างเครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติซึ่งควบคุมด้วยแบบดิจิตอลนี้ได้ เพราะปัจจัยต่างๆในการเพาะจะไม่ควบคุมได้ เช่น การล้างทำความสะอาดเมล็ดก่อนเพาะ การแช่เมล็ด การให้น้ำทุก 3 ชั่วโมงเป็นต้น ถ้าเพาะด้วยกำลังคนเมื่อผิดพลาดขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งจะเป็นผลต่อปริมาณถั่วงอกโดยตรง

4.4.2 วัดประสิทธิภาพเชิงคุณภาพ

คุณภาพถั่วงอกที่ได้ ถั่วงอกที่ได้จากการเพาะถั่วงอกอัตโนมัติ จะมี ลำต้นอวบ ขาว กรอบ รากสั้น มักมีกลิ่นหอม อันเป็นกลิ่นเฉพาะถั่วงอกไม่มีเมล็ดเน่าเสีย ไม่มีรากฝอยแตกออกมา เพราะได้น้ำตรงตามเวลาที่ถั่วงอกต้องการ จึงเป็นถั่วงอกตรงตามที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภค

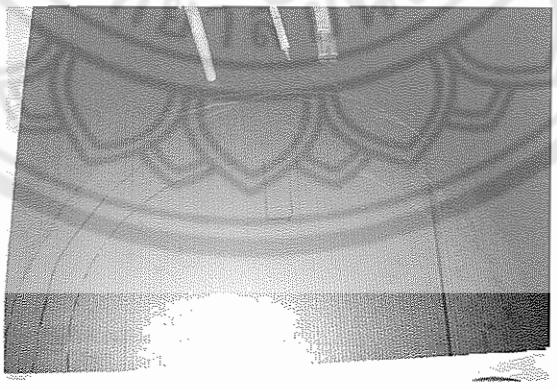
4.5 การปรับแต่งแบบจำลอง

เนื่องจากการออกแบบเครื่องที่สามารถรองรับน้ำที่ล้นจากถังได้ในระหว่างการคัดแยกสิ่งสกปรกออกก่อนการเพาะ ซึ่งการทดลองระบบน้ำล้นของเครื่อง ได้มีการปรับแต่งให้ระบบสามารถรองรับน้ำที่ล้นจากถังเพาะให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยครั้งแรกน้ำได้ล้นออกจากถังทำให้พื้นเปียกและอาจเป็นอันตรายกับระบบเพาะที่เป็นไฟฟ้า ซึ่งต่อมาได้มีการปรับปรุงให้สามารถรองรับน้ำที่ล้นได้ทั้งหมดอย่างมีประสิทธิภาพ ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แสดงการทดลองน้ำที่ล้นออกจากถัง

ในการออกแบบระบบรองรับน้ำล้น ได้ทำการออกแบบใช้วัสดุเป็นแผ่นพลาสติก ฟิวเจอร์บอร์ด นำมาตัดเป็นรูปเพื่อให้เข้ากับบริเวณด้านข้างของถังเพาะ ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 แสดงการออกแบบแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดให้เป็นแผ่นรองรับน้ำล้น

จากนั้นนำแผ่นรองรับน้ำที่ทำขึ้นนำไปติดเข้ากับตัวถังเพาะ เพื่อให้สามารถรองรับน้ำที่ล้นออกจากถังได้ ดังรูปที่ 4.13

รูปที่ 4.13 แสดงถังเพาะที่ประกอบกับแผ่นรองรับน้ำล้น

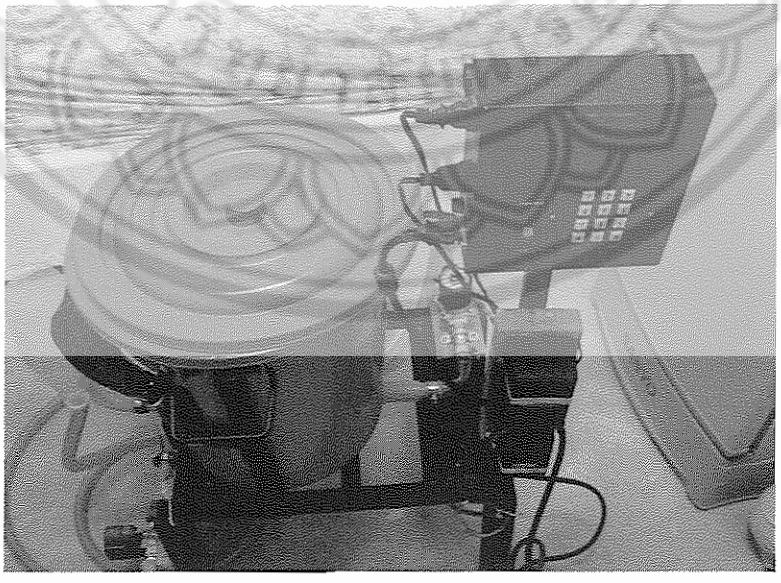
จากนั้นทำการทดลองระบบการรองรับน้ำ เพื่อทดสอบว่าการรองรับน้ำที่ล้นออกจากถังว่าน้ำที่ลันออกมาถูกตำแหน่งที่แผ่นรองรับได้ติดกับถังไว้หรือไม่ ดังรูปที่ 4.14

รูปที่ 4.14 แสดงการทดลองน้ำที่ล้นออกจากถังหลังจากที่ติดแผ่นรองรับน้ำล้นแล้ว

เมื่อทดสอบว่าน้ำที่ล้นออกมาถูกตำแหน่งที่แผ่นรองรับได้ติดกับถังแล้วก็ทำการติดกรวยซึ่งทำหน้าที่รองรับน้ำที่ล้นออกมาพร้อมกับกรองเศษเปลือก เมล็ดถั่วที่เสีย แล้วต่อสายยางเอาน้ำเสียออกไป ดังรูปที่ 4.15

รูปที่ 4.15 แสดงกรวยรองรับน้ำที่ล้นออกมาพร้อมกับการกรอง

หลังจากทดสอบเครื่องต้นแบบที่มีประสิทธิแล้ว จัดทำสถานีงานเพื่อให้สะดวกในการใช้งานและการเคลื่อนย้าย สามารถนำเครื่องไปเพาะในสถานที่ต่างๆได้ อย่างสะดวก ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 แสดงเครื่องต้นแบบการเพาะถั่วงอก

4.6 ทดสอบแบบจำลองซ้ำ

จากการออกแบบแผ่นรองรับน้ำในครั้งแรก ผลการทดลองนั้นยังไม่สามารถรองรับน้ำที่ล้นออกจากถังได้ทั้งหมด มีน้ำบางส่วนที่ล้นลงมากระทบแผ่นรองรับแล้วกระเด็นลงพื้นทำให้ทราบว่าขอบของแผ่นรองรับยังมีความสูงไม่พอ จึงได้มีการปรับแต่งให้มีขอบสูงและมีขนาดกว้างกว่าเดิมและผลจากการทดลองและออกแบบ ได้มีการทดสอบเครื่องเพาะอย่างต่อเนื่อง ทำให้ทราบว่าเครื่องเพาะนี้สามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการ

4.7 สรุปผลการทดลอง

เครื่องต้นแบบการเพาะถั่วงอกแบบอัตโนมัตินี้ สามารถใช้งานง่าย สะดวก น้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายสะดวก ทำความสะอาดง่ายไม่เสียเวลาตลอดระยะเวลาในการเพาะ 3 วัน เพียงแต่นำเมล็ดถั่วเขียวใส่ถังแล้วตั้งเวลาให้เครื่องทำงานในครั้งแรกเท่านั้นเครื่องจะทำการล้างเมล็ดและแช่ถั่วเขียวไว้ 6 ชั่วโมง หลังจากนั้นทุก 3 ชั่วโมงเครื่องจะทำการให้น้ำตลอดทุก 3 วัน ก็จะได้ถั่วงอกตามที่ต้องการ ซึ่งเป็นไปตามการออกแบบโดยใช้วิชา work studyและถูกต้องตามหลัก GMP

4.7.1 ใช้วิธีการตามหลักเศรษฐศาสตร์ของการเคลื่อนไหวของวิชา work study เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบจำลอง

- ลดจำนวนขั้นตอนในการเพาะ จากการเพาะถั่วงอกในแบบเดิมที่ต้องใช้ขั้นตอนในการเพาะมาก และเสียเวลา จึงได้ทำการออกแบบโดยคำนึงถึงหลักการ ECRS : Eliminate (ตัด) Combine (รวม) Rearranges (เปลี่ยน) Simplify (ทำให้ง่าย)

Eliminate : คือการตัดหรือลดขั้นตอนการทำงานให้สั้นลง ซึ่งในการออกแบบจำลองนี้ได้ทำให้ขั้นตอนในการเพาะลดลงโดยใช้เครื่องตั้งเวลาอัตโนมัติมาช่วยในการกำหนดเวลาในการให้น้ำกับถั่วงอกโดยจากการทดลองนี้ได้กำหนดเวลาการให้น้ำไว้ทุกๆ 3 ชั่วโมง และจะทำการปล่อยน้ำออกได้เองเมื่อครบกำหนดเวลา1นาที ทำให้การทำงานง่ายขึ้น ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องคอยรดน้ำด้วยตนเอง

Combine : คือการรวมขั้นตอนการทำงานให้สั้นลง จากการออกแบบแบบจำลองเครื่องเพาะถั่วงอกนี้ ได้กำหนดขั้นตอนทั้งหมดของการทำงานให้มีการทำงานที่สั้นที่สุด

Rearrange : คือการเปลี่ยนขั้นตอนที่ยุ่งยากซับซ้อนให้ง่ายต่อการทำงาน ในที่นี้การออกแบบเครื่องเน้นให้มีขั้นตอนที่ง่ายโดยใช้โปรแกรมด้านเวลาเข้ามาช่วยในการเพาะและกำหนดเวลา ซึ่งเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการเพาะและลดขั้นตอนไปด้วยในตัว

Simplify : **คือทำให้การทำงานนั้นง่ายขึ้น จากการที่เครื่องนั้นมีอุปกรณ์เครื่องตั้งเวลาเข้ามาช่วยในการให้น้ำ และออกแบบถังเพาะให้มีรูปทรงกลม มีระบบน้ำวน โดยทั้งระบบใช้ไฟฟ้าเข้ามาช่วยในการปิด-เปิดน้ำ ทำให้การเพาะง่ายขึ้นลดเวลา และขั้นตอนได้อย่างมาก**

- **ใช้การเคลื่อนไหวของร่างกายให้น้อย และใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด** จากการออกแบบเครื่องเพาะถั่วงอก ได้กำหนดให้การทำงานอยู่ในลักษณะทำงานครั้งเดียว คือตั้งแต่เริ่มเพาะจนเสร็จเป็นต้นถั่วงอก ทั้งนี้จากการทำงานในแบบเก่าที่ต้องใช้แรงงานคนเป็นหลักในการให้น้ำ และต้องคอยหมั่นดูแลรดน้ำทุกๆ 3 ชั่วโมง เป็นเวลาหลายวัน ทำให้การทำงานยุ่งยาก ซึ่งเครื่องนี้ให้ความสะดวกมากกว่าเพราะช่วยทำงานแทนกำลังคน ลดขั้นตอนได้มาก

- ประหยัดเวลา เครื่องเพาะถั่วงอกนี้สามารถกำหนดเวลาการรถน้ำเป็นช่วงๆ ตามที่ต้องการ ไม่ว่าจะรดน้ำเป็น จำนวน นาที ชั่วโมง วัน หรือ ทั้งสัปดาห์ ก็ได้ โดยจะทำงานวนไปตามที่ตั้งไว้ ทำให้ประหยัดเวลาในการเพาะ และควบคุมเวลาให้สม่ำเสมอ

4.7.2 วางระบบการผลิตให้ถูกต้องตามหลัก GMP

- อุปกรณ์การผลิตอาหาร จากการเลือกใช้วัสดุในการทำเครื่องเพาะถั่วงอกนี้ได้เลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ถังเพาะ ท่อน้ำ ตะแกรงเพาะ ซึ่งเป็นวัสดุที่สัมผัสกับน้ำถั่วงอกโดยตรงให้เป็นวัสดุพลาสติก เนื่องจาก พลาสติก ไม่เกิดสนิม ไม่เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค

- การควบคุมแมลง และสัตว์นำโรค เครื่องเพาะถั่วงอกนี้ได้ออกแบบให้มีฝาปิดถังเพาะ เพื่อป้องกันแสง และจากการทำงานของเครื่องเป็นแบบการให้น้ำอัตโนมัติ ซึ่งไม่จำเป็นต้องเปิดฝาถังตลอดเวลาในการเพาะจึงสามารถป้องกันแมลงและสัตว์อื่นๆ ได้ในตัว

- การทำความสะอาด เครื่องเพาะถั่วงอกนี้ออกแบบให้สามารถถอดอุปกรณ์ในส่วนของการเพาะได้ เช่น ตะแกรง ฝาถังและตัวถังเพาะ ซึ่งสามารถถอดแยกออกจากท่อน้ำได้เพื่อให้สามารถทำความสะอาดหลังจากการเพาะได้

- ควบคุมน้ำ จากระบบอัตโนมัติของเครื่องตั้งเวลาดิจิตอล สามารถออกแบบการให้น้ำได้หลายช่วงเวลา และจากการควบคุมด้านปริมาณน้ำที่ให้และน้ำที่ออกเป็นไปอย่างคงที่**สม่ำเสมอ ทำให้การควบคุมน้ำที่เกิดจากเครื่องเพาะนี้มีประสิทธิภาพ**