บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ถั่วหรั่ง (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) เป็นพืชไร่พื้นเมืองดั้งเดิมและนิยมปลูกกันมากอย่างแพร่หลายในภาคใต้ของประเทศไทย ถั่วหรั่งเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการให้โปรตีนสูง มีรสชาติที่น่ารับประทาน ทนทานต่อความแห้งแล้ง และสามารถเจริญเติบโตให้ผลผลิตฝักสด 400–1,300 กิโลกรัม/ไร่ แม้ปลูกในสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นพืชบำรุงดิน ช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจนในดินได้ ซึ่งเกษตรกรนิยมปลูกถั่วหรั่งในพื้นที่เปิดใหม่และระหว่างแถวยางพาราที่อายุต่ำกว่า 3 ปี เพราะเป็นช่วงที่ทรงพุ่มของยางพารายังไม่แผ่เต็มที่ ทำให้เกษตรกรใช้พื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งเป็นการสร้างรายได้ โดยสามารถนำผลผลิตไปจำหน่ายหรือบริโภคในครัวเรือน ในอดีตพันธุ์ถั่วหรั่งที่เกษตรกรปลูกกันมีเพียงพันธุ์เดียว คือ พันธุ์พื้นเมือง ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีอายุยาวประมาณ 5–6 เดือน ทำให้เสียโอกาสที่จะปลูกพืชได้หลายครั้งในฤดูฝนที่มีเวลาจำกัด มีช่วงความเสี่ยงต่อความแปรปรวนของสภาพดินฟ้าอากาศและศัตรูพืชยาวนาน ดังนั้น ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลาจึงได้ทำการศึกษาทั้งด้านพันธุ์และการเขตกรรม เพื่อหาถั่วหรั่งพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูง อายุสั้น และมีความดีเด่นอย่างอื่นมากกว่าพันธุ์พื้นเมือง สำหรับเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกร และเพื่อขยายการผลิตถั่วหรั่งให้แพร่หลายออกไป และ ถั่วหรั่งพันธุ์สงขลา 1 ได้รับการพิจารณาเป็นพันธุ์รับรองจากกรมวิชาการเกษตร เมื่อวันที่ 18 มีนาคม 2541 ซึ่งถือได้ว่าเป็นจุดเปลี่ยนแปลงสู่มิติใหม่ของการปลูกถั่วหรั่งในประเทศไทย (ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา, 2541) ถึงแม้ว่าถั่วหรั่งพันธุ์สงขลา 1 จะมีลักษณะเด่นกว่าพันธุ์พื้นเมือง แต่มักประสบปัญหาการเข้าทำลายของศัตรูธรรมชาติ โดยปัญหาที่มีความรุนแรงและสร้างความเสียหายแก่ถั่วหรั่งอย่างมาก คือ โรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *Rhizoctonia solani* Kunh. เป็นเชื้อสาเหตุ ซึ่งสามารถเข้าทำลายถั่วหรั่งได้เกือบทุกส่วนโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ใบ ส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง (ชุติมันต์ พานิชศักดิ์พัฒนา และคณะ, 2536) มาตรการควบคุมโรคโดยการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรามักจะไม่ได้ผล และมีข้อจำกัดหลายประการ ทั้งในด้านราคาของสารเคมีที่ค่อนข้างสูง เพราะต้องนำเข้าจากต่างประเทศและอาจมีอันตรายต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้ใช้โดยตรง และอาจตกค้างบนผลผลิตเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ นอกจากนี้การใช้สารเคมียังส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศน์ทั้งในระยะสั้น และระยะยาวอีกด้วย

จากเหตุผลข้างต้น มาตรการทางชีววิธีจึงเป็นทางเลือกที่ได้รับการยอมรับและให้ความสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ มีรายงานการใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคพืช ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งจุลินทรีย์ที่ได้รับความนิยม คือ จุลินทรีย์กลุ่ม *Pseudomonas* และ *Bacillus* และจากการศึกษา ผลกระทบของการใช้แบคทีเรีย พบว่า *Bacillus* นั้นมีผลข้างเคียงต่อพืชน้อยกว่า *Pseudomonas* (Shoda, 2000) นลินี จาริกภากร และคณะ (2535) ศึกษาการป้องกันกำจัดโรคข้าวที่สำคัญโดยใช้แบคทีเรีย *B. subtilis* คลุกเมล็ดได้อย่างมีประสิทธิภาพ Baker และคณะ (1985) พบว่าเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สามารถควบคุมโรคราสนิมในถั่วได้ Gasoni และคณะ (1998) พบว่า *B. cereus B. pumilus P. fluorescens* สามารถยับยั้งเชื้อรา *R. solani* ได้เช่นกัน

เชื้อแบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* spp. มีความน่าสนใจหลายประการในการที่จะนำมาใช้ควบคุมโรคใบไหม้ของถั่วหรั่ง เพราะเป็นแบคทีเรียที่พบได้โดยทั่วไปในดินและบริเวณรอบรากพืช โดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียหายต่อพืช เจริญรวดเร็ว ประมาณ 24–48 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับกลุ่มรา เช่น *Trichoderma* spp. ซึ่งอาจต้องใช้เวลาประมาณ 7 วัน *Bacillus* spp. สามารถสร้างเอนโดสปอร์ (endospore) ซึ่งทำให้สามารถทนในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี เช่น ความแห้งแล้ง อุณหภูมิสูง และความเค็มสูง ไม่สร้างเส้นใย ทำให้สะดวกในการเพิ่มปริมาณ และที่สำคัญ คือ ความสามารถในการผลิตสารปฏิชีวนะที่หลากหลายประมาณ 168 ชนิด ซึ่งเป็นสารปฏิชีวนะประเภทเปปไทด์ (peptide) (Shogi, 1978) จากคุณสมบัติที่ดีต่าง ๆ นี้ทำให้ *Bacillus* spp. เป็นจุลินทรีย์ที่นิยมใช้กันอยู่แพร่หลาย เพื่อเป็นแบคทีเรียปฏิปักษ์สำหรับควบคุมโรคพืช อาทิเช่น ข้าวโพด และข้าวสาลี และมีรายงานว่าเชื้อกลุ่ม *Bacillus* spp. สามารถส่งเสริมการสร้างปมของพืชเมื่อมีการใช้ร่วมกับเชื้อกลุ่ม *Rhizobium* spp. (Peterson *et al*., 1996; Srinivasan *et al*., 1997) อย่างไรก็ตามมีรายงานว่า *Rhizobium* spp. บางสายพันธุ์ส่งเสริมการเจริญของ *R. solani* ทำให้ขัดขวางต่อการควบคุมโรคของเชื้อปฏิปักษ์ (Blum *et al*., 1991) และมีรายงานว่า *Rhizobium* spp. กลับถูกยับยั้งด้วยเชื้อปฏิปักษ์ที่นำมาใช้เพื่อควบคุมโรค (Burla *et al*., 1996) ดังนั้นในการคัดเลือกเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ต้องเป็นกลุ่มเชื้อปฏิปักษ์ที่มีความเข้ากันได้กับเชื้อกลุ่ม *Rhizobium* spp. เพื่อเป็นผลสำเร็จในการป้องกันและควบคุมโรคใบไหม้ของถั่วหรั่งที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ *R. solani*

การควบคุมโรคโดยชีววิธี โดย *Bacillus* spp. ซึ่งเป็นแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคพืชนั้น การศึกษาส่วนใหญ่ใช้แบคทีเรียในรูปเซลล์สด (fresh cell) ที่เตรียมขึ้นใหม่ ซึ่งเป็นสภาพที่มีข้อจำกัดหลายประการ ในการนำไปใช้จริงในระดับแปลงของเกษตรกร ดังนั้นการพัฒนาสูตรตำรับ *Bacillus* spp. ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพและมีความคงตัวจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการการคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ การเตรียมและพัฒนาสูตรตำรับให้อยู่ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัว สามารถนำส่งแบคทีเรียปฏิปักษ์ไปยังบริเวณเป้า

หมายและแบคทีเรียปฏิปักษ์สามารถออกฤทธิ์ควบคุมโรคพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพในระยะเวลานานพอสมควร รวมทั้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีต้นทุนการผลิตต่ำ สะดวกในการใช้งานในสภาพไร่นา

การตรวจเอกสาร

1. ถั่วหรั่ง

ถั่วหรั่งเป็นพืชตระกูลถั่วที่อยู่ในวงศ์ Papilionaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna subterranea* (L.) Verdc. หรือ ชื่อเดิมคือ *Voandzeia subterranea* (L.) Thouars มีชื่อสามัญว่า Bambara groundnut หรือ Congo goober (สุเทพ รัตนพันธ์, 2525; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543) ถั่วหรั่งเป็นพืชไร่เศรษฐกิจระดับท้องถิ่นที่นิยมปลูกกันมากในภาคใต้ ผลผลิต ถั่วหรั่งใช้บริโภคภายในประเทศ และส่งออกไปยังประเทศมาเลเซีย ถั่วหรั่งเป็นพืชที่ปลูกง่ายทนแล้งได้ดี แม้ปลูกในสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรก่อนที่พืชหลักจะได้ผล เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่มักปลูกถั่วหรั่งเป็นพืชแซมในสวนยางพารา สวนมะพร้าวและสวนไม้ผล และยังสามารถใช้เป็นพืชบำรุงดิน โดยเพิ่มธาตุไนโตรเจนในดินได้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543; สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8, 2544) ถั่วหรั่งมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น เช่น ในจังหวัดปัตตานี ยะลา และนราธิวาสเรียก กาแจโป สงขลาเรียกถั่วไทร หรือถั่วโบ ภูเก็ต พังงา และกระบี่เรียกถั่วปันหยี ส่วนพัทลุง สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราชเรียกถั่วเม็ดเดียวหรือถั่วหรั่ง สำหรับในต่างประเทศมีชื่อเรียกกันอยู่หลายชื่อ เช่น ถั่วแบมบารา ถั่วคองโกกูเบอร์ ถั่วมาดาคาสการ์ ถั่วเอิร์ธ ถั่วแปฟฟิน ถั่วจูโก และมีการปลูกกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งนอกจากกลุ่มในประเทศแอฟริกาแล้วยังมี ประเทศอินเดีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และฟิจิ เป็นต้น (Herkelot, 1972)

จากการศึกษาองค์ประกอบของสารอาหารในเมล็ดถั่วหรั่ง พบว่าปริมาณสารอาหารชนิดต่าง ๆ ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 55–72 เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน 6–7 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีน 18–20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสารเมทไธโอนีนซึ่งเป็นสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายสูงกว่าถั่วชนิดอื่น (NAS, 1979; สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8, 2544) ถึงแม้ว่าจะพบการปนเปื้อนของเชื้อรา *Aspergillus flavus* ในถั่วหรั่ง แต่ไม่พบอะฟลาท็อกซิน (aflatoxin) เลย (ชุติมันต์ พานิชศักดิ์พัฒนา, 2537; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543) ถั่วหรั่งจึงเป็นพืชที่สูงด้วยคุณค่าทางอาหาร และมีความปลอดภัยในการบริโภค

1.1 **ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** (Botanical Characteristics)

ถั่วหรั่งเป็นพืชล้มลุกตระกูลถั่ว ที่ผสมตัวเอง ลำต้นสั้น มี 2 แบบ คือ แบบตั้งตรง (erect) เป็นลำต้นที่เจริญในระยะแรก และแบบเลื้อยขนาน (prostrate type) ไปกับพื้นดินหลังจากมีการแตกแขนงของลำต้น ลักษณะใบเป็นใบประกอบมี 3 ใบย่อย (trifoliate) และมีก้านใบ (petioles) ยาวมาก แตกจากลำต้นเป็นมุมกว้าง ดอกมีขนาดเล็กสีเหลือง ดอกเกิดตามมุมก้านใบและตามข้อของลำต้นเลื้อยขนาน อาจเกิดดอกเดี่ยวหรือเกิดเป็นกลุ่ม ๆ ละ 2–3 ดอก ฝักเจริญมาจากฐานรองดอก (peduncle) ที่ได้รับการผสมของเกสรตัวเมีย แล้วจะโค้งแทงเข็ม (peg) ลงไปในดิน ฝักของถั่วหรั่งเกิดเม็ดเดียวหรือเป็นกลุ่มตามลำต้น ฝักเมื่อแก่เปลือกจะแข็งมีสีน้ำตาล รูปร่างกลมรีเล็กน้อย ขนาดความยาวฝักเฉลี่ย 1.2 เซนติเมตร ความกว้างเฉลี่ย 1.0 เซนติเมตร เปลือกชั้นนอกและชั้นกลางเชื่อมติดกัน ส่วนเปลือกชั้นในแยกออกต่างหาก มีลักษณะเหนียวและแข็ง ภายในมีเมล็ดที่มีลักษณะผิวเรียบ ขนาดเมล็ดเฉลี่ย 1.0x0.8 เซนติเมตร มีตั้งแต่สีครีมจนถึงสีน้ำตาลแดง ขึ้นอยู่กับพันธุ์ เช่น พันธุ์สงขลา 1 จะมีสีน้ำตาลแดง พันธุ์พื้นเมืองมีสีครีม มีเปลือกหุ้มเมล็ดที่ค่อนข้างเหนียวและหนา ใช้บริโภคเหมือนกับถั่วลิสง (สุเทพ รัตนพันธ์, 2525; สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้, 2546)

ถั่วหรั่งที่นิยมปลูกในประเทศไทยมี 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์สงขลา 1 ซึ่งมีลักษณะประจำพันธุ์ ดังตารางที่ 1

1.2 **สภาพแวดล้อม**

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูกถั่วหรั่ง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543) มีดังนี้

1.2.1 **สภาพพื้นที่**

ถั่วหรั่ง เป็นพืชวันสั้น ที่เจริญเติบโตได้ตั้งแต่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลเล็กน้อยถึงความสูง 1,520 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล สามารถปลูกได้ในดินแทบทุกสภาพพื้นที่ ทั้งที่เป็นที่ราบ ที่ราบเชิงเขา และที่ดอน

1.2.2 **ลักษณะดิน**

ถั่วหรั่งสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความร่วนซุยสูง ได้แก่ ดินทราย ทรายร่วนถึงดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำและอากาศได้ดีไม่เป็นพื้นที่ที่มีน้ำขังหรือฉ่ำน้ำเป็นบางครั้งคราว เพราะเข็มของถั่วหรั่งสามารถแทงลงไปในดินเพื่อเกิดเป็นฝักได้ง่าย ถึงแม้ดินลักษณะดังกล่าวจะเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก แต่ถั่วหรั่งก็สามารถเจริญเติบโตได้ดี และสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพดินกรด แต่ไม่ทนดินด่างและดินเค็ม โดยระดับ pH ที่เหมาะสม คือ ระหว่าง 5.4–5.8 (อุษา ศรีใส, 2546) สำหรับในดินเหนียวและในสภาพดินค่อนข้างเหนียวจะมีปัญหาในการเก็บเกี่ยว เนื่องจากฝักจะขาดติดอยู่ในดินมาก ทำให้เปลืองแรงงานและเสียเวลาในการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 1 ลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วหรั่งพันธุ์สงขลา 1 และพันธุ์พื้นเมือง

ลักษณะ	พันธุ์สงขลา 1	พันธุ์พื้นเมือง
สีใบ	เขียว	เขียว
รูปทรงใบย่อย	รูปใบหอกที่ส่วนกลางกว้างเรียวไปหาส่วนปลาย	รูปใบหอกที่ความกว้างส่วนกลางใบกับปลายใบต่างกันเล็กน้อย
สีก้านใบ	เขียว	เขียวอมม่วงแดงเข้มขึ้นจากปลายก้านใบไปหาส่วนโคนใบ
สีลำต้น	ม่วงแดง	ม่วงแดง
สีดอก	เหลือง	เหลือง
ทรงต้น	ค่อนข้างเป็นกระจุก	แผ่กว้าง
การติดฝัก	แน่นเป็นกระจุก	โปร่งเนื่องจากข้อห่าง
สีเปลือกฝัก	ขาวปนน้ำตาลอ่อน	ขาวปนน้ำตาลอ่อน
สีเยื่อหุ้มเมล็ด	แดง	เหลืองครีม
ระยะระหว่างข้อ	1-2 เซนติเมตร	2-3 เซนติเมตร
อายุที่ดอกเริ่มบาน	38 วัน	52 วัน
อายุเก็บเกี่ยว	110-120 วัน	140-180 วัน
น้ำหนัก 100 เมล็ด	48.3 กรัม	36.9 กรัม
ผลผลิตฝักสดเฉลี่ย	462.4 กิโลกรัม/ไร่	400.5 กิโลกรัม/ไร่
ผลผลิตฝักแห้งเฉลี่ย	160.6 กิโลกรัม/ไร่	121.2 กิโลกรัม/ไร่
เปอร์เซ็นต์กะเทาะ	73.0 เปอร์เซ็นต์	71.5 เปอร์เซ็นต์
การเป็นโรคในสภาพธรรมชาติ	น้อยกว่า	ขึ้นอยู่กับสภาพการปลูก
รสชาติ	ดี เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค	ดี

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร (2543)

1.2.3. **สภาพภูมิอากาศ**

ถั่วหรั่งเป็นพืชที่ปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศได้กว้างมาก ตั้งแต่เขตแห้งแล้งกึ่งร้อนถึงร้อนชื้น ฝนตกชุก เป็นพืชที่ต้องการแสงแดดมาก และอุณหภูมิค่อนข้างสูง โดยมีอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย 20-28 องศาเซลเซียส ฤดูปลูกที่เหมาะสม คือ ต้นฤดูฝน ประมาณเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม หากเลยช่วงนี้ไปถั่วหรั่งจะออกดอกและติดฝักในช่วงฝนตกหนัก ซึ่งทำให้ถั่วหรั่งติดฝักน้อย ส่วนการปลูกนอกฤดูฝนจะเหมาะกับพื้นที่ที่สามารถให้น้ำได้ ซึ่งการปลูกนอกฤดูฝนนั้นมีผลดี คือ จะมีการระบาดของโรคน้อยกว่าการปลูกในฤดูฝน

1.2.4. **น้ำ**

ถั่วหรั่งเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีฝนตกสม่ำเสมอ ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ปลูกจนถึงระยะออกดอก แต่ก็สามารถปรับตัวทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี ถั่วหรั่งเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 600–750 มิลลิเมตร และให้ผลผลิตสูงถ้ามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 900–1,200 มิลลิเมตร

1.3 การปลูกและการดูแลรักษา

ระยะปลูกที่เหมาะสม คือ ระยะระหว่างต้นและระหว่างแถว 60 เซนติเมตร 2 ต้น/หลุม การปลูกถั่วหรั่งเพียงใช้เสียมเปิดหลุมตื้น ๆ หรือใช้ไม้กระทุ้งดินให้เป็นหลุม (แทงสัก) แล้วหยอดเมล็ด 2 และ 3 เมล็ดสลับกันและกลบดิน การปลูกในระหว่างแถวยางพาราที่อายุไม่เกิน 3 ปี ควรปลูกให้ห่างจากโคนต้นยางอย่างน้อย 1 เมตร หลังจากปลูกเสร็จสามารถฉีดพ่นสารควบคุมการงอกของเมล็ดวัชพืช โดยสามารถควบคุมวัชพืชได้ประมาณ 1 เดือน ซึ่งพอดีกับที่ต้องใส่ปุ๋ยพูนโคนถั่วหรั่งหลังจากที่งอกได้ประมาณ 21 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12–24–12 หรือ 15–15–15 อัตรา 30–50 กิโลกรัม/ไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยหว่านระหว่างแถวแล้วพูนโคนกลบปุ๋ยเข้าหาต้นทั้งสองข้างเป็นแถวยาวเช่นเดียวกับการปฏิบัติในการปลูกถั่วลิสง การกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคนในระยะหลังจากออกดอกไปแล้วจะมีผลกระทบการลงเข็มและการเจริญเติบโตของฝักอ่อน ทั้งนี้เนื่องจากถั่วหรั่งเป็นพืชผสมตัวเอง จึงมีการผสมเกสรก่อนการบานของดอก หลังจากผสมเกสรแล้วจะต้องใช้เวลา 60–70 วัน เพื่อพัฒนาไปเป็นฝักและเมล็ดที่สมบูรณ์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543; สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8, 2544)

1.4 การเก็บเกี่ยว

เนื่องจากถั่วหรั่งแทงเข็มแล้วติดฝักในบริเวณผิวดินตื้น ๆ เท่านั้น ในบริเวณที่ดินร่วนซุยดี การรวบกอแล้วถอนต้น ฝักถั่วหรั่งจะติดขึ้นเกือบหมด ที่เหลืออยู่ในดินเพียงใช้จอบเขี่ยบริเวณผิวดินก็สามารถเก็บเกี่ยวได้หมด ฝักที่ติดอยู่กับขั้วเพียงใช้มือดึงเบา ๆ ก็จะหลุดออก การที่ถั่วหรั่งหลุดจากขั้วได้ง่ายนี้ จึงเป็นปัญหาในการเก็บเกี่ยวหากปลูกถั่วหรั่งในดินค่อนข้างเหนียว สำหรับพันธุ์พื้น

เมืองอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 140-180 วัน พันธุ์สงขลา 1 ประมาณ 110-120 วัน (สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8, 2544)

1.5 การใช้ประโยชน์และการแปรรูป

การใช้ประโยชน์จากถั่วหรั่งสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น ถั่วหรั่งต้ม เป็นการต้มใส่เกลือสำหรับบริโภคเช่นเดียวกับถั่วลิสง ถั่วหรั่งฝักอ่อนซึ่งมีรสชาติหวานและกรอบ จึงใช้เป็นผักในผัดต่าง ๆ ได้ โดยใช้แทนถั่วลันเตา ซึ่งจะมีรสชาติดีกว่า เมล็ดแห้งใช้บดทำแป้งเพื่อประกอบอาหารตามต้องการ เมล็ดสดหรือแห้งต้มสุกแกะเปลือกใช้ประกอบเป็นอาหารคาวที่ปกติใช้เมล็ดถั่วลิสง เช่น ในแกง ต้มจืด หรือทำเป็นอาหารหวานพวกไส้ขนมต่าง ๆ เช่น ข้าวผัดรวมมิตร ถั่วหรั่ง กวน ผัดผักรวมมิตร แกงเผ็ดถั่วหรั่ง ถั่วหรั่งทอด เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543)

1.6 การผลิตและสภาวะเศรษฐกิจของถั่วหรั่ง

ถั่วหรั่งเป็นพืชไร่เฉพาะท้องถิ่นในภาคใต้ โดยมีการปลูกต่อ ๆ กันมาในระบบการปลูกพืชแซมในที่ดอนระหว่างแถวยางพารา ไม้ผล ไม้ยืนต้น หรือที่ว่างเปล่า เป็นการปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือนตามฤดูกาล แต่ต่อมาได้มีการพัฒนาไปสู่การปลูกเพื่อเชิงการค้ามากขึ้น เนื่องจากถั่วหรั่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภคในภาคใต้และในประเทศมาเลเซีย ทำให้เกษตรกรจำหน่ายผลผลิตได้ในราคาสูง ถั่วหรั่งเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีสารอาหารอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมต่อความต้องการของร่างกาย และถั่วหรั่งยังมีจุดเด่นที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินทรายจัด ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำไม่เหมาะต่อการใช้ผลิตถั่วชนิดอื่น การปลูกถั่วหรั่งเพื่อการบริโภคกระจัดกระจายอยู่ตามที่ต่าง ๆ ห่างไกลการคมนาคม ทำให้ยากต่อการรวบรวมสถิติ จึงมีสถิติเฉพาะในพื้นที่ที่มีการผลิตเชิงการค้า บางพื้นที่เท่านั้น ซึ่งเป็นการปลูกทางภาคใต้ฝั่งตะวันออกมากกว่าฝั่งตะวันตก จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด คือ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีพื้นที่ปลูก 1,535 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 40 ของพื้นที่ปลูกถั่วหรั่งในภาคใต้ จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกรองลงมา ได้แก่ จังหวัดนราธิวาส ปัตตานี พัทลุง สุราษฎร์ธานี สงขลา และกระบี่ ตามลำดับ พบว่า พื้นที่ปลูกมีแนวโน้มสูงขึ้นในอัตราร้อยละ 33.89 ต่อปี กล่าวคือในปี 2538/39 มีพื้นที่ปลูก 1,208 ไร่ เพิ่มขึ้นเป็น 3,788 ไร่ต่อปี 2542/43 ผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 568 ตัน เป็น 1,346 ตัน หรือมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 26.17 ต่อปี แต่ผลผลิตเฉลี่ยลดลงจาก 606 กิโลกรัม/ไร่ เป็น 408 กิโลกรัม/ไร่ โดยเฉพาะในปี 2541/42 เนื่องจากปรากฏการณ์เอลนิโญ เกิดภาวะความแห้งแล้งอย่างรุนแรง ทำให้ถั่วหรั่งที่ปลูกมีการติดฝักน้อย ส่งผลให้ผลผลิตลดลง และในช่วงปี 2542/43 มีฝนตกชุกตลอดทั้งปี ทำให้เกิดปัญหาการระบาดของโรคใบไหม้เพิ่มขึ้น มีผลให้ผลผลิตเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับปีก่อน ๆ (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2543)

2. โรคใบไหม้ของถั่วหรั่ง

2.1 ลักษณะเชื้อสาเหตุ *Rhizoctonia solani* Kuhn

เป็นเชื้อราที่มีส่วนหนึ่งของวัฏจักรชีวิตอยู่ในดิน เส้นใยมีสีน้ำตาล เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยค่อนข้างกว้าง แตกกิ่งก้านแบบตั้งฉาก มีผนังกั้น มีการสร้างคลาไมโดสปอร์ (chlamydospore) ลักษณะเป็นลูกโซ่หรือบางครั้งรวมกันเป็นกลุ่ม เรียกว่า sporodochia มีโครงสร้างสเคลอโรเทียม (sclerotium) เพื่ออยู่ข้ามฤดู มีขนาดแตกต่างกันไป มีความสามารถในการทำให้เกิดโรคกับพืชอาศัยกว้าง ซึ่งพบการเข้าทำลายในพืชหลายชนิด เช่น พืชตระกูลถั่ว ตระกูลกะหล่ำ มะเขือเทศ และคะน้า โดยเฉพาะในพืชตระกูลกะหล่ำอาการจะรุนแรงมากทำให้เกิดโรคโคนเน่า (damping off) อาการไหม้ของใบเลี้ยง ลำต้น ใบ และอาการเน่าของผลและเมล็ด เนื่องจากเชื้อราสามารถผลิตเอนไซม์มาย่อยองค์ประกอบของพืช เช่น เอนไซม์ pectic cellulolytic proteolytic นอกจากนี้ยังสามารถสร้างสารพิษ (toxin) ทำลายเนื้อเยื่อพืช (Parameter and Whitney, 1970) อย่างไรก็ตามในปัจจุบันนี้ยังไม่มีรายงานกลไกการสร้างสารพิษของเชื้อรา *R. solani* สายพันธุ์ที่เป็นสาเหตุของโรคใบไหม้ของถั่วหรั่ง

2.2 ลักษณะอาการของโรคใบไหม้

ลักษณะอาการแรกที่สังเกตได้ คือ ใบเริ่มมีจุดสีน้ำตาลแดง รูปร่างไม่แน่นอน ขนาด 0.2–0.5 เซนติเมตร จากนั้นแผลขยายขนาดขึ้นลุกลามโดยไม่มีจำกัดขอบเขต แผลที่ขยายใหญ่มีสีเขียวฉ่ำน้ำ มีเส้นใยฟูขาวในตอนเช้าตรู่ เมื่อโดนแสงแดดแผลจะแห้งไหม้และกรอบ (ชุติมันต์ พานิชศักดิ์พัฒนา และคณะ, 2538) เชื้อสาเหตุจะเข้าทำลายตั้งแต่ระยะออกดอกเป็นต้นไป หากระบาดรุนแรงก่อนถึงระยะที่ฝักถั่วหรั่งแก่สามารถทำให้ผลผลิตถั่วหรั่งลดลงได้ถึง 90-100 เปอร์เซ็นต์ โดยเชื้อราจะเข้าทำลายรากของถั่วหรั่ง ทำให้ใบค่อย ๆ เหี่ยวแห้งเป็นสีน้ำตาล และการที่ถั่วหรั่งมีลำต้นทอดอยู่บนพื้นดิน และมีก้านใบย่อย 3 ใบ ที่มีลักษณะรูปทรงใบหอกขึ้นมาซ้อนทับกันข้างบนอย่างแน่นทึบก็เป็นจุดอ่อนต่อการเข้าทำลายของโรคที่สำคัญประการหนึ่ง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543) อาการโรคจะลุกลามเข้าทำลายส่วนอื่น ๆ จนแห้งตายทั้งกอในที่สุด เมล็ดที่ได้มีขนาดเล็กไม่สมประกอบและมีสีเปลี่ยนไปจากเมล็ดปกติ

2.3 การระบาดของโรคใบไหม้

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเข้าทำลายพืชของเชื้อรา *R. solani* ในพืชทั่วไปคือ โรคจะเกิดการระบาดมากในดินที่มีอุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของอากาศอยู่ในช่วงประมาณ 21–25 องศาเซลเซียส และดินมีความชื้นสูง หรือดินชั้นบนมีอินทรียวัตถุมากจะทำให้เกิดโรครุนแรงมากยิ่งขึ้น (ศักดิ์ สุนทรสิงห์, 2537) นอกจากนี้การปลูกพืชซ้ำ ๆ กัน และต่อเนื่องหลายฤดูปลูกหรือปลูกพืชในพื้นที่ที่มีโรคนี้ระบาดในฤดูปลูกที่ผ่านมา จะทำให้เกิดการสะสมของเชื้อใน

ดินทำให้ในฤดูปลูกถัดไปมีการระบาดของโรคมากยิ่งขึ้น (อรพรรณ วิเศษสังข์ และจุมพล สาระนาค, 2540)

3. เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp.

3.1 ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp.

เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. มีรูปร่างเซลล์เป็นแท่งตรงหรือเกือบตรงขนาด 0.3-2.2 x 1.2–7.0 ไมโครเมตร ติดสีแกรมบวกหรืออาจเป็นบวกเมื่ออายุยังน้อย แต่เมื่อมีอายุมากจะติดสีแกรมลบ สร้างเอนโดสปอร์ (endospore) 1 อันต่อ 1 เซลล์ ส่วนใหญ่มีการเคลื่อนที่โดยใช้ lateral flagella ดำรงชีวิตแบบ chemoorganotroph มีเมทาบอลิซึม (metabolism) เป็นแบบ respiration หรือ fermentation หรือทั้งสองอย่างขึ้นกับชนิด ใช้อาหารได้ต่างกัน ส่วนใหญ่สร้าง catalase เป็นพวก strict aerobe หรือ facultative anaerobe (ดวงพร คันธโชติ, 2537) เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี เจริญได้ในอาหารหลายชนิด เติบโตดีในอุณหภูมิปกติ และ pH เป็นกลาง สามารถผลิตเอนไซม์หลายชนิด ที่สำคัญได้แก่ amylase และ protease เป็นต้น (Bore and Diderichsen, 1991)

3.2 เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. กับการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี

เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. มีกลไกในการต่อสู้กับเชื้อโรคพืชได้หลายวิธี ได้แก่ มีความสามารถแข่งขัน (competition) กับเชื้อโรคพืช การผลิตสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งหรือทำลายชีวิตกับเชื้อโรคพืช มณจันทร์ เมฆธน (2536) รายงานว่าเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ AP01 สามารถเข้าครอบครองพื้นที่ (colonization) ก่อนการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium roseum* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวและโคนเน่าของกล้วยไม้ และเชื้อ *Pythium* sp. ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุโรครากเน่าของส้มโอ ในขณะที่เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ FR-2 สามารถผลิตสารปฏิชีวนะ lturin A ที่มีฤทธิ์ต่อต้านโรคพืชที่เกิดจากเชื้อราในแตงกวา โรคใบไหม้ และโรคกาบใบแห้งของข้าว (Pusey, 1989) Rytter และคณะ (1989) รายงานว่าเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* เข้าไปเจริญและทำลายสปอร์ของเชื้อราสนิมในพืชพวกไม้ดอก นอกจากนี้เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* ยังมีความสามารถในการชักนำให้พืชเกิดความต้านทานโรค (induced disease resistance) โดยการผลิตสาร toxin metabolite บางชนิดที่เป็นประโยชน์ในการชักนำหรือกระตุ้นให้พืชเกิดความต้านทานต่อเชื้อรา *R. solani* และ *Sclerotium sclerotirum* (นลินี จาริกภากร และคณะ, 2535) ได้มีรายงานการใช้เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ในการควบคุมโรคพืชที่เกิดโรคจากเชื้อรา *R. solani* หลายชนิด ดังสรุปในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การใช้เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ในการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีที่เกิดจากเชื้อรา *R. solani*

พืช	โรค	เอกสารอ้างอิง
มันฝรั่ง	เน่า	Schmiedeknecht *et al*., 1998
ผักกาดหวาน	รากและโคนเน่า	Pusey, 1989
ข้าวสาลี	รากเน่า	Ryder *et al*., 1999
ถั่วลิสง	เน่าคอดิน	นิอร จิรพงศธรกุล, 2544
ข้าว	กาบใบแห้ง	กรมวิชาการเกษตร, 2545
ฝ้าย	เน่าคอดิน	จิระเดช แจ่มสว่าง และบรรเจิด อินหว่าง, 2539

นอกจากนี้ ประไพศรี สมใจ และคณะ (2540) พบว่าสารชีวภาพจากแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ TISTR 1 มีประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อราโรคพืชได้ สุมาลี เหลืองสกุล และคณะ (2542) ได้ทำการคัดเลือกเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* จากดิน เพื่อควบคุมเชื้อ *F. oxysporum* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวในมะเขือเทศ พบว่าเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อสาเหตุได้ดี และสามารถคงทนอยู่ในดินได้นาน โดยที่หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นเวลา 8 เดือน ปรากฏว่ายังพบจุลินทรีย์ปฏิปักษ์นี้อยู่ในดิน

3.3 **ผลิตภัณฑ์แบคทีเรีย** *Bacillus* spp.

แม้ว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในรูปของเซลล์สด มีประสิทธิภาพควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ดีทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่นา แต่การใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในรูปเซลล์สดในสภาพไร่นามีข้อจำกัดหลายประการ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ในการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคพืชสูงขึ้น สะดวกต่อการขนส่ง และการนำไปใช้ในสภาพแปลงเกษตรกร และสามารถผลิตในเชิงการค้าต่อไปได้

จากการศึกษาของ Young และคณะ (1995) ได้ทดสอบความสามารถมีชีวิตรอดของเชื้อแบคทีเรีย *B. cereus* ในดิน โดยการใส่เชื้อแบคทีเรีย *B. cereus* อัตราต่าง ๆ ในดินที่ปลูกข้าวสาลีกับไม่ปลูก พบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *B. cereus* ที่พบในดินทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณไม่แตกต่างกัน แต่เชื้อในรูปสปอร์สามารถมีชีวิตอยู่รอดได้นานกว่าเชื้อในรูป vegetative cell โดย vegetative cell จะลดปริมาณลง 1-2 เท่า หลังจากที่ใส่ลงในดินภายในเวลา 48 ชั่วโมง

Schmiedeknecht และคณะ (1998) ได้นำผลิตภัณฑ์เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* ในรูปแกรนูล (granule) ที่สามารถละลายน้ำได้เมื่อจะนำไปใช้ โดยทดลองในแปลงมันฝรั่ง ปรากฏว่าสามารถ

ทำลายเชื้อรา *R. solani* ได้เป็นผลดี Maten และคณะ (1999) รายงานว่าเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B2g ซึ่งอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ คือ รูปแกรนูล สารแขวนลอยของสปอร์ (spore suspension) และคลุกเมล็ด (seed treatment) สามารถทำลายเชื้อรา *R. solani* และ *F. oxysporum* ได้ผลดี ขณะเดียวกันสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของทานตะวัน กะหล่ำปลี และแตงกวาได้

กรมวิชาการเกษตร (2545) ได้ทดสอบประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* ที่คัดเลือกได้ ในรูปผง และของเหลว เพื่อควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าว พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกได้มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคได้ผลดี อยู่ในลำดับใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

Kanjanamaneesathian และคณะ (1998) ทดสอบสูตรตำรับแบคทีเรีย *Bacillus* spp. เพื่อควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าวในรูปแบบแกรนูลลอยน้ำ พบว่าหลังจากเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26-32 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลานาน 6 เดือน เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ยังมีชีวิตรอดและมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุเมื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการ การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของสูตรตำรับ รวมถึงประสิทธิภาพในการควบคุมโรคในสภาพในเรือนกระจกและแปลงเกษตรกร พบว่าบางสูตรตำรับให้ผลดีในการควบคุมโรคในเรือนกระจกเช่นเดียวกับเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่เตรียมใหม่ แต่การทดลองในแปลงเกษตรกรของบางสูตรตำรับยังให้ผลไม่ดีพอหรือไม่สอดคล้องกัน (Kusonwiriyawong *et al*., 1999; Pengnoo *et al*.,2000) ซึ่งผลดังกล่าวอาจเกิดจากความไม่คงตัวของผลิตภัณฑ์ขณะเก็บไว้ ปริมาณแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่ออกฤทธิ์ได้ไม่เพียงพอ สูตรตำรับมีประสิทธิภาพไม่ดีพอในการปลดปล่อยเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ให้ได้ปริมาณพอเหมาะในเวลาที่ต้องการ หรือแบคทีเรียปฏิปักษ์อาจถูกทำลายจากสภาพแวดล้อมหรือจุลินทรีย์อื่นๆ ในธรรมชาติ (Burges and Jones, 1998)

4. **คุณสมบัติของสารที่ใช้เตรียมสูตรตำรับ**

การเตรียมสูตรตำรับเพื่อควบคุมโรคพืชนั้น นอกจากเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์แล้ว ยังประกอบด้วยสารช่วย (excipients) ซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน ได้แก่ สารเพิ่มปริมาณ (fillers) สารยึดเกาะ (binders) สารช่วยแตกกระจายตัว (disintegrants) และสารหล่อลื่น (lubricants) ซึ่งตัวอย่างสารที่นิยมใช้ผลิตสูตรตำรับ ได้แก่

4.1 Lactose

เป็นสารเพิ่มปริมาณที่นิยมใช้กันมากที่สุด เป็นน้ำตาลที่ได้จากนม ละลายน้ำได้ดี ไม่ดูดความชื้น ค่อนข้างคงตัว มีความหวานน้อยกว่าน้ำตาลตัวอื่น การผลิตได้จากการตกผลึกน้ำนม ซึ่งเหลือจากการทำเนยแข็ง ในตำรับที่ใช้ lactose ทำแกรนูลและอบโดยใช้เครื่องอบประเภทตู้อบ ทำให้มีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติแกรนูลได้ (ทัดทรง ทั่วทิพย์, 2534) โดยสูตรตำรับที่มี lactose เป็นส่วน

ประกอบจะมีข้อดี คือ แกรนูลที่ได้จะแห้งง่าย และมีการปลดปล่อยตัวยาออกจากเม็ดเร็ว ซึ่ง lactose ที่นิยมใช้มี 2 ชนิด ดังนี้

4.1.1 Lactose hydrous

นิยมใช้กันมากในการทำแกรนูลเปียก มีอัตราการปลดปล่อยของตัวยาที่ดีทำให้แห้งได้ง่าย ไม่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงแรงอัด ใช้ในตำรับที่ตัวยาน้อย ๆ (เช่น สเตียรอยด์) มีราคาถูก แต่มีข้อเสียคือ ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของเม็ดยาเป็นสีน้ำตาล (browning reaction) ถ้าตัวยาเป็นพวก amine base หรือเกลือ หรือในตำรับที่มีสารหล่อลื่นเป็นด่าง (ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา, 2539)

4.1.2 Lactose anhydrous

มีข้อดีกว่า lactose hydrous คือ ไม่เกิดการเปลี่ยนสีของเม็ดยาเป็นสีน้ำตาล ทำให้ได้เม็ดยาที่การแตกตัวเร็ว มีความกร่อนเหมาะสม มีความแปรปรวนของน้ำหนักยาน้อย ไม่เกิดการยึดติดและการแยกฝาของเม็ดยาขณะตอกเม็ด แต่ถ้าในอากาศมีความชื้นสูง เม็ดยาอาจดูดความชื้นได้บ้าง (ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา, 2539)

4.2 Polyvinylpyrolidone (PVP)

เป็นสารยึดเกาะที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน ไม่ก่อให้เกิดปฏิกิริยา มีข้อดีคือละลายได้ทั้งในน้ำและแอลกอฮอล์ (ทัดทรง ทั่วทิพย์, 2534) และคลอโรฟอร์ม ทำให้ได้เม็ดยาที่แข็ง และไม่ดูดความชื้น มีคุณสมบัติในการเป็นสารช่วยในการแตกตัว มีให้เลือกใช้หลายเกรดโดยแบ่งตามความหนืด (ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา, 2539)

4.3 Sodium Carboxymethylcellulose (SCMC)

เป็นสารช่วยยึดเกาะกลุ่มที่มีการดัดแปลงมาจาก macromolecule ละลายทั้งในน้ำร้อนและน้ำธรรมดา (จักรพันธ์ ศิริธัญญาลักษณ์, 2538) ใช้ในความเข้มข้นร้อยละ 5-15 ทำแกรนูลได้ทั้งผงยาที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ SCMC ทำปฏิกิริยาได้กับ magnesium calcium aluminum เมื่อทำแกรนูลให้แกรนูลที่นิ่ม ซึ่งโดยทั่วไปตอกได้ดี และยาเม็ดแตกตัวค่อนข้างช้า (ทัดทรง ทั่วทิพย์, 2534)

4.4 Acacia

เป็นสารช่วยยึดเกาะที่ได้จากธรรมชาติ คือเป็น gummy exudate ของ *Acacia senegal* เมื่อบดเป็นผงมีสีขาวถึงสีเหลืองอ่อน เป็นสารประกอบซึ่งมีส่วนผสมของเกลือแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมของกรดอะราบิก สามมารถเติมลงไปในตำรับทั้งในรูปของผงแห้ง หรือสารละลาย ทำให้ได้เม็ดยาที่มีความแข็งมาก และไม่ดูดความชื้น ความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้อยู่ในช่วง 5-20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณที่ใช้ในตำรับ 2-5 เปอร์เซ็นต์ ในการพัฒนาตำรับใหม่ควรหลีกเลี่ยงการใช้ acacia เพราะแหล่งที่ได้มาของวัตถุดิบไม่แน่นอน และยังอาจมีการปนเปื้อนของสารอื่น และเชื้อจุลินทรีย์อีกด้วย (ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา, 2539)

4.5 Alginate

เป็นสารช่วยในการแตกตัว อยู่ในกลุ่ม hydrophilic colloid substances มีจำหน่ายในรูปของ alginic acid หรือเกลือของ alginic acid โดยเฉพาะในรูปของเกลือ sodium มีคุณสมบัติในการชอบน้ำมากกว่าพวกแป้ง ปริมาณที่ใช้ในตำรับนั้นสำหรับ alginic acid จะใช้ในปริมาณ 1-5 เปอร์เซ็นต์ ส่วน sodium alginate 2.5-10 เปอร์เซ็นต์ (จักรพันธ์ ศิริธัญญาลักษณ์, 2538)

4.6 Gum

ใช้เป็นสารช่วยแตกตัวเนื่องจากมีความสามารถในการพองตัวในน้ำ ทำหน้าที่คล้าย pregelatinized starch สามารถแสดงคุณสมบัติในการยึดเกาะที่ดีเมื่อทำให้เปียก และใช้ในตำรับ 1-10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้ตรงข้ามกับการที่ทำให้แตกตัว ดังนั้นปริมาณ gum ที่ใช้ในตำรับ ต้องใช้ในปริมาณที่พอเหมาะ gum ที่ใช้เป็นสารแตกตัวมีทั้งที่ได้จากธรรมชาติและจากการสังเคราะห์ โดย guar gum เป็น gum ที่ได้จากธรรมชาติและนิยมใช้ในการผลิตสูตรตำรับ เนื่องจากละลายน้ำได้ดี เป็นกลาง สามารถใช้เป็นอาหารได้ มีขนาดอนุภาคแตกต่างกัน ไม่ไวต่อกรด-ด่าง หรือความชื้น รวมทั้งการละลายของสารในตำรับยาเม็ด แต่ gum มีข้อเสีย คือ การเปลี่ยนสีจากสีขาวเป็นสีขาวนวลถึงสีน้ำตาล โดยเฉพาะในสูตำรับที่เป็นด่าง (จักรพันธ์ ศิริธัญญา-ลักษณ์, 2538)

4.7 Talcum

เป็นแป้งมีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาว นิยมใช้เป็นตัวพาสำหรับลดแรงเสียดทานระหว่างผงยาหรืออนุภาคด้วยกัน และลดแรงเสียดทานระหว่างผงยากับผนังของเบ้า สำหรับปริมาณของทัลคัม (talcum) ที่ใช้ในตำรับขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของผงยาผสมหรือแกรนูล นอกจากนี้ ประสิทธิภาพยังขึ้นอยู่กับความละเอียดหรือปริมาณความชื้นของทัลคัม ด้วย หากทำให้อยู่ในรูปของผงละเอียดมาก ๆ ปริมาณที่ใช้อาจลดลงได้ (จักรพันธ์ ศิริธัญญาลักษณ์, 2538)

สำหรับการควบคุมโรคใบไหม้ของถั่วหรั่ง ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อรา *R. solani* ยังไม่มีรายงานการควบคุมทางชีววิธีโดยใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ จึงได้วางแผนการศึกษาการควบคุมทาง ชีววิธี รวมทั้งการพัฒนาสูตรตำรับเพื่อควบคุมโรคพืชที่มีต้นทุนการผลิตต่ำ และสะดวกในการใช้งานในสภาพไร่นา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อคัดเลือกเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ร่วมกับการใช้เชื้อไรโซเบียม สายพันธุ์ NC-92 ในการควบคุมโรคใบไหม้ของถั่วหรั่ง ที่เกิดจากเชื้อรา *R. solani* และทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในห้องปฏิบัติการ
2. เพื่อพัฒนาสูตรตำรับของแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพและมีความคงตัวในการควบคุมโรคใบไหม้ของถั่วหรั่ง ที่เกิดจากเชื้อรา *R. solani*
3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสูตรตำรับเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนกระจก