บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระเจี๊ยบเขียว (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) เป็นพืชเศรษฐกิจส่งออกที่สำคัญซึ่งนำรายได้เข้าสู่ประเทศไทยเฉลี่ยประมาณ 200-300 ล้านบาทต่อปี (เกษตรและสหกรณ์, 2545ข) แต่ในปัจจุบันผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียวประสบปัญหาด้านปริมาณผลผลิตตกต่ำและ/หรือผลผลิตที่ได้มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานตามความต้องการของตลาดต่างประเทศ อันเป็นผลมาจากโรค เช่นโรคไวรัสเส้นใบเหลือง และการเข้าทำลายของหนอนศัตรูพืชต่าง ๆ เช่น หนอนเจาะสมอฝ้าย (*Heliothis armigera* (Hübner)) และหนอนกระทู้หอม (*Laphygma exigua* (Hübner)) เป็นต้น ซึ่งบ่อยครั้งทำให้เกษตรกรต้องคัดฝักทิ้งถึงร้อยละ 50-70 ของผลผลิตทั้งหมด (นิยมรัฐ ไตรศรี และลักษณา วรรณภีร์, 2536 อ้างถึงใน เฉลิมเกียรติ โภคาวัฒนา และภัสรา ชวประดิษฐ์, 2540) ส่งผลให้ปริมาณการผลิตไม่เพียงพอต่อการส่งออก ดังนั้นการส่งเสริมให้มีการผลิตกระเจี๊ยบเขียวให้ได้ปริมาณมากและมีคุณภาพตามที่ตลาดโลกต้องการจึงถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะชักนำเงินตราจากต่างประเทศเข้ามาสู่ประเทศไทย และทำให้เกษตรกรไทยผู้เพาะปลูกกระเจี๊ยบเขียวมีรายได้เพิ่มมากยิ่งขึ้น

การเพาะปลูกกระเจี๊ยบเขียวเพื่อการส่งออกจัดได้ว่าเป็นการเพาะปลูกที่ต้องอาศัยพื้นที่การเกษตรที่มีขนาดใหญ่ พื้นที่เพาะปลูกต้องมีดินและน้ำที่อุดมสมบูรณ์จึงจะทำให้ได้ผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพเป็นไปดังที่ต้องการ แต่ข้อเสียของการเพาะปลูกในพื้นที่ขนาดใหญ่คือ เมื่อมีการแพร่ระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชในแต่ละครั้งจะทำให้เกิดความเสียหายในวงกว้าง ทำให้มีผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของกระเจี๊ยบเขียวอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (เกษตรและสหกรณ์, 2545ก) เพื่อลดปัญหาดังกล่าวเกษตรกรและผู้ลงทุนเพาะปลูกหลายรายจึงได้ใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ ในการกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช เนื่องจากมีความสะดวก รวดเร็ว และเห็นผลได้ชัดเจนในการยับยั้งการแพร่ระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช ช่วยชะลอและลดความสูญเสียที่จะตามมาในระยะเวลาสั้นได้อย่างทันท่วงที (เกษตรและสหกรณ์, 2545ก) แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีดังกล่าวกลับส่งผลกระทบในระยะยาวต่อเกษตรกรและผู้ลงทุนโดยพบว่ากระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารเคมี ในการป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืชต่าง ๆ มักตรวจพบการตกค้างของสารเคมีในฝักทำให้ไม่ผ่านมาตรฐานการนำเข้าของประเทศคู่ค้า ทำให้กระเจี๊ยบเขียวที่ส่งออกเหล่านั้นถูกส่งกลับ สร้างความสูญเสียทางเศรษฐกิจต่อประเทศชาติเป็นมูลค่าสูง นอกจากนี้สารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ยังทำให้เกิดการปนเปื้อน ตกค้าง ซึ่งเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมต่าง เช่น น้ำ ดิน รวมไปถึงสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ใน

ธรรมชาติ และตัวของเกษตรกรเอง ก็จะได้รับผลกระทบจากการใช้สารเคมีเหล่านั้นด้วย จากปัญหาดังกล่าวจึงทำให้เกิดการคิดค้นวิธีการที่จะกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชโดยหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีอันตราย แต่หันมาใช้สารชีวภาพที่ได้จากธรรมชาติ ซึ่งเป็นพิษน้อยกว่า และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น สารสกัดจากพืช น้ำหมักชีวภาพ และไคติน-ไคโตซาน เป็นต้น

ไคติน (chitin) (Poly (2-acetamino-2-deoxy-D-glucose) หรือ Poly (N-acetyl glucosamine)) เป็นมวลชีวภาพที่มีปริมาณมากเป็นอันดับสองรองจากเซลลูโลส (Cellulose) และพบมากในแกนหมึก หอยมุก หอยเปลือกแข็ง เปลือกตัวของกุ้ง ปู ไหม และแมลงชนิดต่าง ๆ อีกทั้งยังเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์เห็ด ยีสต์ และเชื้อรา และยังพบในจุลินทรีย์อีกหลายชนิด (สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2543) การกำจัดหมู่อะซิติล (Deacetylation) ทำให้ไคตินซึ่งละลายน้ำและกรดอินทรีย์ได้ยากเปลี่ยนเป็น ไคโตซาน (chitosan) (Poly (2-amino-2deoxy-D-glucose) หรือ Poly (N-glucosamine)) ที่สามารถละลายได้ดีในกรดอินทรีย์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายน้อยกว่า 6 (Li et al., 1997) การลดลงของหมู่อะซิติลในไคตินจะทำให้จำนวนของหมู่อะมิโนเพิ่มมากขึ้นและมีสมบัติของไคโตซานเพิ่มขึ้น ซึ่งจะวัดได้จากค่าระดับการกำจัดหมู่อะซิติล (Degree of Deacetylation, DD) โดยคิดเป็นหน่วยร้อยละ (% DD) ซึ่งโดยมากช่วงของ % DD มักอยู่ระหว่าง 70 - 95 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการแปรรูปไคตินให้เป็นไคโตซาน (ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ และ สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2542) แต่ในรายงานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตีพิมพ์ส่วนใหญ่จะนิยามไคโตซานว่าจะต้องมี % DD มากกว่า 70 % ขึ้นไป (Li et al., 1997)

ไคโตซานถูกนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว ผลิตภัณฑ์อาหารควบคุมน้ำหนัก ผลิตภัณฑ์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย ผลิตภัณฑ์เจลจับเซลล์หรืออวัยวะต่าง ๆ เพื่อทำแผ่นสไลด์ศึกษารายละเอียดจากกล้องจุลทรรศน์อิเลกตรอนแบบส่องกราด (SEM) ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์และเภสัชกรรม ผลิตภัณฑ์ทางเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น เส้นใย กระดาษ และฟิล์ม และยังนำมาประยุกต์ใช้ทางการเกษตรกรรมอีกด้วย (สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2542)

สำหรับภาคเกษตรกรรม ไคโตซานได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เคลือบและคลุกเมล็ดพันธุ์พืชที่อยู่ระหว่างการเก็บรักษาและก่อนนำไปเพาะปลูก เพื่อป้องกันและรักษาเมล็ดพันธุ์จากการขูดขีด โรคและแมลงต่าง ๆ ที่จะเข้าทำลาย (ภาวดี เมธะคานนท์, 2543) นอกจากนี้การแช่เมล็ดในไคโตซานยังส่งผลให้อัตราการงอกของเมล็ด การรอดชีวิตของต้นกล้าเพิ่มสูงขึ้น (Wongchai et al., 2004) ย่นระยะเวลาการงอกของเมล็ดให้ลดลง เร่งการเจริญเติบโต และเพิ่มปริมาณผลผลิต ทำให้เก็บผลผลิตได้เร็วและมากขึ้น (สถิต พูลทรัพย์, 2543) ปัจจุบันได้มีการศึกษาทดลองเคลือบเมล็ดพันธุ์พืชด้วยไคโตซานในพืชผักและผลไม้กว่า 30 ชนิด อาทิเช่น คะน้า พริก ถั่วฝักยาว ฟักทอง แตงไท และมะละกอ เป็นต้น (สถิต พูลทรัพย์, 2543) ในประเทศไทยได้มีการศึกษาทดลองฉีดพ่นสารละลายไคโตซานที่มี 77.15 % DD สูตรโครงสร้างแบบ Oligomer 4-7 หน่วยให้แก่กล้วยไม้สกุล

แคทลียาลูกผสม *Brassolaeliocattleya* Lucky Strike พบว่าเมื่อพ่นไคโตซานที่มีความเข้มข้น10-20 ppm ทุก 1 สัปดาห์ มีผลทำให้กล้วยไม้ชนิดนี้แตกหน่อเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม 2 เท่า (เมษัณฑ์ ปิยะอารีธรรม, สมพร กมลศิริพิชัยพร และรัฐ พิชญางกูร, 2545) และมีรายงานถึงผลร่วมของการแช่ต้นก่อนย้ายปลูกและพ่นไคโตซานทางใบทุก ๆ 1 สัปดาห์ให้กับกล้วยไม้สกุลรองเท้านารีลูกผสมระหว่าง *Paphiopedilum bellatulum* (Rchb.f) Stein และ *P. angthong* ที่สามารถกระตุ้นให้มีอัตราการรอดชีวิตเพิ่มมากขึ้น และเกิดการสร้างรากและใบได้มากกว่าปกติ (ชนัสพร เกลี้ยงแก้ว, สุวลี จันทร์กระจ่าง และพัลภา เศวตศิลา, 2546) ที่สำคัญยังพบว่าการให้ไคโตซานแก่กล้วยไม้สกุลหวาย *Dendrobium* 'EISKUL' โดยการพ่นทางใบสามารถชักนำให้มีจำนวนช่อดอกต่อต้นและจำนวนดอกต่อช่อเพิ่มสูงขึ้น (Limpanavech et al., 2003) และยังทำให้เกิดการออกดอกได้เร็วกว่าต้นที่ไม่ได้รับไคโตซานอีกด้วย (Limpanavech et al., 2004) นอกจากการใช้ไคโตซานในลักษณะของการแช่เมล็ดหรือต้นและการพ่นทางใบแล้ว ยังมีการใช้ไคโตซานในรูปของไคโตเจล (Chitogel) (Barka et al., 2004) หรือผสมในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออีกด้วย (สุวลี จันทร์กระจ่าง และ คิน เล งี, 2547)

นอกจากผลที่มีต่อการเติบโตและการออกดอกของพืช ไคโตซานยังช่วยป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร อันมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืช โรค และแมลงศัตรูพืช และผลกระทบจากปัจจัยของสภาวะแวดล้อมภายนอก เช่น อุณหภูมิ ระยะเวลาการเก็บรักษา รูปแบบการจัดหีบห่อขณะการขนส่ง และระยะเวลาการขนส่ง โดยได้มีการศึกษาทดลองเคลือบผลของผลผลิตทางการเกษตรเช่น ลิ้นจี่ (Zhang and Quantick, 1997) สตอเบอรี่ (Reddy et al., 2000) และลำไย (Jiang and Li, 2001) เป็นต้น

มีรายงานว่าไคโตซานสามารถออกฤทธิ์เป็นตัวกระตุ้น (elicitor) ต่อพืช (Takeshi, Yuki and Naoto, 2000) โดยจะกระตุ้นระบบการป้องกันตนเองของพืช (Hirano, 1997; Struszczyk and Pospieszny, 1997) ทำให้พืชสามารถที่จะผลิตเอนไซม์และสารเคมีที่ใช้ป้องกันอันตรายจากศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ได้ เช่น สารในกลุ่ม Phytoalexins PR-Proteins (Agrawal et al., 2002) และ Proteinase inhibitor (Walker-Simmons et al., 1983 อ้างถึงใน Sathiyabama and Balasubramanian, 1998) เป็นต้น ซึ่งมีรายงานถึงการกระตุ้นของไคโตซานดังกล่าวในข้าว (*Oryza sativa* L. japonica type cv. Nipponbarr) (Agrawal et al., 2002) ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) (Sathiyabama and Balasubramanian, 1998) ถั่วเขียว (*Phaseolus aureus* Roxb.) และ Adzuki bean (*Phaseolus angularis* W.F.Wight) (Chi and Knaus, 1997) น อกจากนี้ไคโตซานยังสามารถชักนำให้เกิดการสร้างสารสี (pigment) ในกลีบของดอกไม้ (Uddin et al., 2004) กระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์สารพวก Naphthoquinone (Komaraiah et al., 2003) และ Anthraquinone ได้อีกด้วย (Vasconsuelo, Giulietti and Boland, 2004)

ไคโตซานมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ (Struszczyk and Pospieszny, 1997) รวมทั้งเชื้อรา เช่น *Botrytis cinerea* (Ben-Shalom et al., 2003) *Rhizopus* sp. *Aspergillus* sp. และ *Fusarium* sp. (รัฐ พิชญางกูร, 2543; Laflamme et al., 1999) จากการทดลองใช้ไคโตซานในมะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* L.) และผักปราบ (*Commelina communis* L.) พบว่าพืชทั้ง 2 ชนิด ถูกชักนำให้มีการสร้าง Reactive Oxygen Species เช่น H_2O_2 สูงขึ้นในเซลล์คุมของปากใบ ซึ่งส่งผลกระทบถึงระดับแคลเซียมไอออนภายในที่สูงขึ้นตามไปด้วย จึงทำให้แรงดันเต่ง (turgor pressure) ภายในเซลล์คุมลดลง ดังนั้นปากใบจึงปิดแคบลง ทำให้โอกาสที่เชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่จะเข้าทำลายพืชโดยผ่านทางปากใบลดลงด้วยเช่นกัน (McAinsh et al., 1996; Lee et al., 1999) ซึ่งเป็นการลดอัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคต่าง ๆ ของพืชได้ นอกจากไคโตซานจะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคพืชได้ ไคโตซานยังสามารถยับยั้งเชื้อไวรัสบางชนิดที่ทำให้เกิดโรคพืชได้เช่นกัน (Struszczyk and Pospieszny, 1997) จากที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดจะเห็นได้ว่า ไคโตซานเป็นสารปกป้องต้นไม้ (Tree-protecting agent) ที่น่าสนใจอย่างยิ่ง แต่อย่างไรก็ดีไคโตซานที่มีขายในท้องตลาดมีความแตกต่างกันเป็นอย่างมากในแง่ของขนาดพอลิเมอร์และความเข้มข้น ซึ่งผลของปัจจัยดังกล่าวที่มีต่อพืชยังไม่เป็นที่เข้าใจแน่ชัด

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งความสนใจไปยังการศึกษาผลของขนาดพอลิเมอร์และความเข้มข้นของไคโตซานต่อการเติบโตของต้นกระเจี๊ยบเขียว จำนวนและคุณภาพของฝักกระเจี๊ยบเขียว การติดเชื้อไวรัสเส้นใบเหลือง และการกัดกินของหนอนกระทู้หอมในกระเจี๊ยบเขียว ซึ่งผลการศึกษาที่ได้อาจนำไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมการเติบโตของต้นกระเจี๊ยบเขียว เพิ่มปริมาณและคุณภาพของฝักกระเจี๊ยบเขียว ลดจำนวนและปัญหาการแพร่ระบาดของโรคและหนอนศัตรูพืชในกระเจี๊ยบเขียวที่เพาะปลูกเพื่อการส่งออก อีกทั้งยังนำไปสู่การส่งเสริมการใช้ไคโตซานที่ผลิตและพัฒนาขึ้นในประเทศไทย เพื่อลดการนำเข้าของสารเคมีจากต่างประเทศ ซึ่งถือเป็นการสนับสนุนนโยบายของรัฐบาลไทยในการใช้สินค้าของไทยเพื่อลดภาวะการขาดดุลการค้าต่างประเทศ นอกจากนี้ไคโตซานซึ่งเป็นสารที่ผลิตได้จากธรรมชาติ มีความเป็นพิษต่ำ จึงมีความปลอดภัยต่อเกษตรกร และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การใช้ไคโตซานทดแทนสารเคมีที่เป็นพิษจึงอาจนำไปสู่การทำเกษตรกรรมแบบยั่งยืนได้ในอนาคต และองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันนี้กับพืชชนิดอื่น ๆ ได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของขนาดพอลิเมอร์และความเข้มข้นของไคโตซานต่อการเติบโตของต้นกระเจี๊ยบเขียว (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.) จำนวนและคุณภาพของฝักกระเจี๊ยบเขียว การติดเชื้อไวรัสเส้นใบเหลืองในกระเจี๊ยบเขียว และการเข้าทำลายของหนอนกระทู้หอม (*Laphygma exigua* Hübner, 1808) ในกระเจี๊ยบเขียว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปลูกกระเจี๊ยบเขียวในเชิงเศรษฐกิจ เพื่อเพิ่มปริมาณ และปรับปรุงคุณภาพของฝักกระเจี๊ยบเขียว ลดจำนวนและปัญหาการแพร่ระบาดของโรคไวรัสเส้นใบเหลืองและการเข้าทำลายของหนอนกระทู้หอมได้ในอนาคต

2. ข้อมูลที่ได้อาจนำไปสู่การส่งเสริมการใช้สารไคโตซานที่ผลิตและพัฒนาขึ้นในประเทศไทย ซึ่งนำไปสู่การลดการนำเข้าของสารเคมีจากต่างประเทศอันเป็นการสนับสนุนนโยบายของรัฐบาลไทยในการใช้สินค้าของไทยเพื่อลดภาวะการขาดดุลการค้าต่างประเทศ

3. องค์ความรู้ที่เกิดขึ้นอาจสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันนี้กับพืชชนิดอื่น ๆ ได้

ขอบเขตของงานวิจัย

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของขนาดพอลิเมอร์และความเข้มข้นของไคโตซานต่อการเติบโตของต้นกระเจี๊ยบเขียว จำนวนและคุณภาพของฝักกระเจี๊ยบเขียว

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของขนาดพอลิเมอร์และความเข้มข้นของไคโตซานต่อการติดเชื้อไวรัสเส้นใบเหลืองในกระเจี๊ยบเขียว

การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของขนาดพอลิเมอร์และความเข้มข้นของไคโตซานต่อปริมาณ Proteinase inhibitor และการกัดกินของหนอนกระทู้หอมในกระเจี๊ยบเขียว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย