บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม และทำการเพาะปลูกข้าวมากกว่าเกษตรชนิดอื่นๆ มาตั้งแต่อดีต โดยสามารถผลิตข้าวส่งออกเป็นอันดับต้นๆ ของโลก เห็นได้จากสถิติการส่งออกข้าวปี พ.ศ. 2548 มีปริมาณ 7,495,904 ตัน คิดเป็นมูลค่า 92,993.7 ล้านบาท สำหรับปี พ.ศ. 2550 ส่งออกข้าวปริมาณ 9,192,518 ตัน คิดเป็นมูลค่า 119,215.4 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2551 ส่งออกข้าวมากถึง 10,216,128 ตัน มีมูลค่าถึง 203,219.1 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552 ก) ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งปริมาณและมูลค่าการส่งออก แต่ปัจจุบันสถานการณ์กำลังเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากประเทศเวียดนามกำลังเป็นคู่แข่งที่สำคัญทางการส่งออกข้าว โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2552 มีผลผลิตสูงถึง 23,710,000 ตันของข้าวสาร สำหรับประเทศไทยมีปริมาณ 19,400,000 ตันของข้าวสาร (USDA, 2552) ประกอบกับประเทศเวียดนามมีประสิทธิภาพในการผลิตข้าวสูงมาก เห็นได้จากผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงถึง 782.4 กิโลกรัม ในขณะที่ประเทศไทยมีผลผลิตต่อไร่ค่อนข้างต่ำ คือ 440 กิโลกรัม และต่ำที่สุดในกลุ่มเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (USDA, 2552; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552 ก) และจากสมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย (2552) พบว่าข้าวไทยมีราคาสูงกว่าเวียดนาม และปากีสถานมากถึงตันละประมาณ 100 ดอลลาร์ โดยข้าวไทยมีราคาส่งออกตันละ 550 ดอลลาร์ ขณะที่เวียดนามส่งออกข้าวในราคาตันละ 450 ดอลลาร์เท่านั้น ซึ่งการที่ข้าวไทยมีราคาส่งออกสูงกว่าประเทศอื่นๆ นี้มีสาเหตุหนึ่งมาจากจำนวนผลผลิตต่อไร่ที่ต่ำจึงทำให้ต้นทุนสูงขึ้น และยังเนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีการลงทุนด้านสารเคมีที่ใช้กำจัดศัตรูพืชค่อนข้างสูง

เกษตรกรรมแบบเดิมใช้สารเคมีจำนวนมาก ทั้งอันตราย และเสี่ยงต่อการดื้อยา

เกษตรกรส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีการลงทุนด้านสารเคมีที่ใช้กำจัดศัตรูพืชค่อนข้างสูง เห็นได้จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2552 ข) พบว่าประเทศไทยมีการนำเข้าสารเคมี 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ สารกำจัดแมลง (insecticide) สารกำจัดวัชพืช (herbicide) สารป้องกันและกำจัดโรคพืช (fungicide) และกลุ่มทั่วไป โดยเฉพาะกลุ่มที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดโรคพืช (fungicide) มีการนำเข้าคิดเป็น 30% ของสารเคมีทั้งหมดรองลงมาจากสารกำจัดแมลง

นอกจากนั้นยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งปริมาณและราคาทุกๆ ปี สังเกตได้จากปี พ.ศ. 2548 มีปริมาณการนำเข้าสารป้องกันและกำจัดโรคพืช (fungicide) 9,052 ตัน มีมูลค่า 1,716 ล้านบาท ปี พ.ศ. 2549 มีปริมาณ 9,383 ตัน มีมูลค่า 1,722 ล้านบาท และปี พ.ศ. 2550 มีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 10,625 ตันของสารออกฤทธิ์ มีมูลค่าสูงถึง 1,833 ล้านบาท ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าสารเคมีดังกล่าวต้องถูกใช้ไปในภาคเกษตรกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตและกำจัดโรคพืชทางการเกษตรเป็นหลัก หากว่าการใช้สารเหล่านี้มิเพียงก่อให้เกิดประโยชน์ในแง่เพิ่มผลผลิตเท่านั้น ยังก่อให้เกิดปัญหาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อม เนื่องจากสามารถแพร่กระจายและสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิต (bioaccumulation) และเพิ่มขึ้นตามระดับห่วงโซ่อาหาร (G. J. Hu, et al., 2009; W. Hu, et al., 2009; Kathpal & Kumari, 2009; Mishra, Upadhyay, & Tripathi, 2009) และคงอยู่ได้นานในสิ่งแวดล้อม (G. J. Hu, et al., 2009; Malik, Ojha, & Singh, 2009; Martijn, Bakker, & Schreuder, 1993) ซึ่งแหล่งสะสมหลักคือ ดิน (Shi, Lu, Wang, Wang, & Luo, 2009; Toan, Thao, Walder, & Ha, 2009; Wang, et al., 2009) และจากการศึกษาสารตกค้างของสารเคมีทางการเกษตรพบว่า โดยส่วนใหญ่มีความสามารถสะสมได้ดีที่ผิวดิน (5-50 เซนติเมตร) ที่ระดับความลึก 5 เซนติเมตร พบสารตกค้างถึง 9.5 $\mu g\ kg^{-1}$ ในระดับความลึก 50 เซนติเมตร พบ 8 $\mu g\ kg^{-1}$ สารตกค้างในดินชั้นบนนี้ยังสามารถแพร่กระจายไปสู่สิ่งแวดล้อมได้อย่างแพร่หลายโดยเฉพาะไปสู่แหล่งน้ำ (Ahad, Mohammad, Khan, Ahmad, & Hayat; Kairu, 1999; Malik, et al., 2009; Tan & Vijayaletchumy, 1994) และนอกจากนั้นยังสามารถปนเปื้อนและสะสมในผลผลิตทางการเกษตรได้ ดังเห็นได้จากกรณีที่ประเทศต่างๆ ตรวจพบการปนเปื้อนของสินค้าเกษตรจำนวนมากของประเทศไทยที่ส่งออกในปีที่ผ่านๆมา

ทำไมต้องใช้นาโนเทคโนโลยีในการเกษตรกรรม ทั้งปลอดภัยกว่า และไม่แพงอย่างที่คิด

ในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการกำจัดจุลชีพต่างๆ ที่รวดเร็ว มีความเฉพาะเจาะจง และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยเฉพาะการใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินหรือไอออนของเงินในการกำจัดเชื้อรา แบคทีเรีย และจุลินทรีย์ก่อโรคต่างๆ (Baker, Pradhan, Pakstis, Pochan, & Shah, 2005; Jeong, Hwang, & Yi, 2005; Kim, et al., 2009; Yeo, Lee, & Jeong, 2003) โดยส่วนใหญ่นำมาใช้ทางด้านอุตสาหกรรมเป็นหลัก เช่น ทางด้านเคมี การแพทย์ (Brigger, Dubernet, & Couvreur, 2002) ชีวเคมี วิทยาศาสตร์การอาหาร และอุตสาหกรรมทอผ้า ซึ่งเป็นทางการค้า มีลิขสิทธิ์ และยังไม่ค่อยแพร่หลายโดยเฉพาะทางการเกษตร แต่มีบางประเทศกำลังทำการค้นคว้าวิจัยเพื่อประยุกต์ใช้ทางการเกษตร เช่น ประเทศเกาหลี ทำการใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินทั้งในข้าว หัวหอม และแครอท พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่า และ

สามารถป้องกันโรคจากแบคทีเรียและเชื้อราได้ซึ่งต่างจากชุดควบคุมอย่างเด่นชัด แต่ยังไม่เปิดเผยรายละเอียดข้อมูลทางด้านเทคนิคต่างๆ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่ปลูกข้าวเป็นหลัก ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินหรือไอออนของเงินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวและเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูข้าวดังกล่าว เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (non-toxic) และเป็นสารกำจัดเชื้อโรคที่ไม่ก่อให้เกิดการดื้อยา (non-tolerant disinfectant) และสามารถลดจำนวนหรือปริมาณของแบคทีเรียก่อโรคได้อย่างมีนัยสำคัญ คือมากถึง 99.9% ของแบคทีเรียที่ลดลงทั้งในแกรมบวกและแกรมลบ (Jeong, et al., 2005; Sondi & Sondi, 2004) สำหรับประเทศไทยปัญหาสำคัญที่ยังคงพบในการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง คือ โรคที่เกิดจากจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ทั้งแบคทีเรีย เชื้อรา และไวรัส โดยเฉพาะในเมล็ดพันธุ์ข้าวและต้นกล้า สร้างความสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างมาก ทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารเคมีเพื่อกำจัดและยับยั้งจุลินทรีย์ที่จะทำลายเมล็ดพันธุ์และต้นกล้า ซึ่งปัจจุบันมีงานวิจัยจำนวนมากชี้ให้เห็นแล้วว่าการใช้สารเคมีเหล่านี้ก่อให้เกิดการดื้อยาหรือต่อต้านยา (resistant) ของจุลินทรีย์จำนวนมาก (Fitzgerald & Solomon, 2000; Goffeau, 2008; Hall, Gubbins, & Gilligan, 2004, 2007; Mochizuki, 2003) แต่กระนั้นยังคงมีการใช้อย่างแพร่หลายดังจะเห็นได้จากชนิดที่หลากหลายของสารเคมีดังกล่าว ได้แก่ คาร์เบนดาซิม คาซูก้าไมซิน ไตรไซคาร์โซล คาร์เบนดาซิม แมนโคเซ็บ ซึ่งกรมส่งเสริมการเกษตรได้มีการส่งเสริมให้คลุกหรือแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยสารเคมีกลุ่มนี้ก่อนปลูกเพื่อกำจัดเชื้อรา (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552) สำหรับกลุ่มไตรโซคาร์โซล คาร์เยนดาซิม บีโนมิล ไธแรมไตรโฟรีน ไอบีพีวาลิดามัยซิน โปรพิโคนาโซล เพนไซคูรอน อิดิเฟนฟอส เสตร์พโตมัยซินซัลเฟต ออกซีเตทตราไซคลิน ไฮโดรคลอร์ไรด์- คอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ หรือ ไอโซโพรไทโอเลน สามารถกำจัดได้ทั้งเชื้อราและแบคทีเรีย (ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวชลบุรี, 2552) นอกจากนั้นยังมีสารเคมีอีกหลายชนิดที่ใช้ในช่วงก่อนต้นกล้าลงแปลง ช่วงออกรวง ฯลฯ เนื่องจากการป้องกันและกำจัดโรคพืชสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนปลูกนี้เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเพาะปลูกซึ่งมีความสำคัญมาก ดังนั้นถ้าสามารถใช้อนุภาคระดับนาโนของเงินหรือไอออนของเงินทำให้เมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรง ทนต่อสภาพแวดล้อม เชื้อรา และแบคทีเรียต่างๆ ตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของการเพาะปลูก อันทำให้มีอัตราการงอกหรือเปอร์เซ็นต์การงอกสูงขึ้น และยังจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของผลผลิตและสามารถลดต้นทุนได้โดยทางตรง โดยเฉพาะในจังหวัดสุรินทร์ เกษตรกรทำทั้งนาดำและนาหว่าน กำลังประสบปัญหาของเมล็ดพันธุ์เน่าเสียจากเชื้อราและแบคทีเรียสูงมาก เนื่องจากนาหว่านต้องใช้ระยะเวลาและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสูงสำหรับการงอกของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลานาน

จนบางครั้งทำให้เมล็ดพันธุ์เน่าเสีย หรือเกิดโรคจากจุลินทรีย์ต่างๆ ที่อยู่ในดินทำให้อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ต่ำ ดังนั้นเกษตรกรต้องใช้สารเคมีในการเคลือบเมล็ดพันธุ์หรือสารฆ่าจุลชีพก่อนการหว่าน นอกจากนั้นยังพบว่าเกษตรกรมีการเผาตอซังเพื่อร่วมกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคต่างๆ ด้วย ก่อให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมอย่างทวีคูณ ซึ่งสาเหตุการเผาตอซังของเกษตรกรที่แท้จริงนั่นคือเพื่อกำจัดจุลชีพที่มีผลต่อเมล็ดพันธุ์มากกว่าปัจจัยอื่น สำหรับนาดำเกษตรกรประสบปัญหาเช่นเดียวกัน นอกจากนั้นยังประสบปัญหาต้นกล้าเกิดการชะงักงันเมื่อปักดำและเจริญเติบโตช้า เกิดการเน่าของโคนหรือรากต้นกล้า ส่งผลให้เกิดการล่าช้าของผลผลิต นำไปสู่ผลกระทบจากภัยธรรมชาติตามมาอย่างต่อเนื่อง ปัญหาเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อผลผลิตโดยทางตรง โดยเฉพาะในปัจจุบันท่ามกลางวิกฤตทางด้านอาหาร ราคาผลผลิตข้าวที่พุ่งสูงขึ้นทำให้เมล็ดพันธุ์มีราคาและมีจำนวนจำกัดมากขึ้นสำหรับการเกษตร ดังนั้นผู้วิจัยมุ่งหวังที่จะพัฒนาอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินหรือไอออนของเงินเพื่อนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว อันจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตข้าวและเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูข้าวดังกล่าว และเป็นเทคโนโลยีที่ผลิตโดยคนไทย ราคาถูกและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (non-toxic) เพื่อนำมาใช้ในการเพิ่มผลผลิตข้าวของเกษตรกรไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อพัฒนานวัตกรรมในการใช้นาโนเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำการเกษตร โดยประยุกต์ใช้อนุภาคนาโนเมตรของเงินและ/หรือไอออนของเงินในการลดอัตราการสูญเสียของเมล็ดพันธุ์ข้าวและสนับสนุนอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า

2) เพื่อผลิตสารออกฤทธิ์นาโนพร้อมใช้สำหรับเกษตรกรและกรรมวิธีในการป้องกันและกำจัดโรคพืชทางการเกษตรสำหรับเมล็ดพันธุ์และต้นกล้า โดยประยุกต์ใช้อนุภาคนาโนเมตรของเงินและ/หรือไอออนของเงินซึ่งเป็นกรรมวิธีการผลิตโดยคนไทย เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

3) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและปริมาณที่เหมาะสมของอนุภาคนาโนเมตรของเงินและ/หรือไอออนของเงินในการป้องกันและกำจัดโรคพืชทางการเกษตรในการลดอัตราการสูญเสียของเมล็ดพันธุ์ข้าว

4) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอนุภาคนาโนเมตรของเงินและ/หรือไอออนของเงินและสารเคมีที่เกษตรใช้ในปัจจุบันสำหรับเพาะเมล็ดพันธุ์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้นาโนเทคโนโลยีเพื่อการเกษตร (Nanotechnology for agriculture) โดยประยุกต์ใช้อนุภาคนาโนเมตรของเงินและ/หรือไอออนของเงิน ในการป้องกันและกำจัดโรคพืชทางการเกษตรและนาข้าว อันนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตอย่างมีประสิทธิภาพและทำให้การเกษตรของประเทศไทยมีความแม่นยำสูงขึ้น ดังนั้นขอบเขตของการวิจัยมีดังนี้

1) ในส่วนของนวัตกรรมการผลิตสารออกฤทธิ์ในการป้องกันและกำจัดโรคพืชทางการเกษตร คณะผู้วิจัยมุ่งหวังที่จะทำการพัฒนาอนุภาคนาโนเมตรของเงินและ/หรือไอออนของเงินพร้อมใช้สำหรับเกษตรกร ในฐานะเป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตร (Nano-pesticide) สำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวและต้นกล้าในช่วงของการเพาะกล้า โดยใช้เทคนิคหรือกรรมวิธีการผลิตโดยคนไทย และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2) ปัจจัยที่มีผลต่อการกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรและนาข้าวโดยอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงิน ได้แก่ ปัจจัยด้านความเข้มข้น และระยะเวลาในการใช้ (treatment) สำหรับการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนการปลูก

3) สำหรับข้าวที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ข้าวพันธุ์พื้นเมือง และข้าวหอมมะลิพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ของจังหวัดสุรินทร์ ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในจังหวัดสุรินทร์ และทำการเปรียบเทียบอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ อัตราความยาวของรากต้นกล้า สำหรับข้าวหอมมะลิพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ของจังหวัดสุรินทร์ ทำการศึกษาทั้งเมล็ดพันธุ์จากศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวหรือศูนย์วิจัย สำหรับกลุ่มเกษตรกรที่ซื้อเมล็ดพันธุ์ และเมล็ดพันธุ์ที่เกษตรกรผลิตเอง พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบกับเกษตรแบบเคมี สำหรับการทดลองในภาคสนาม

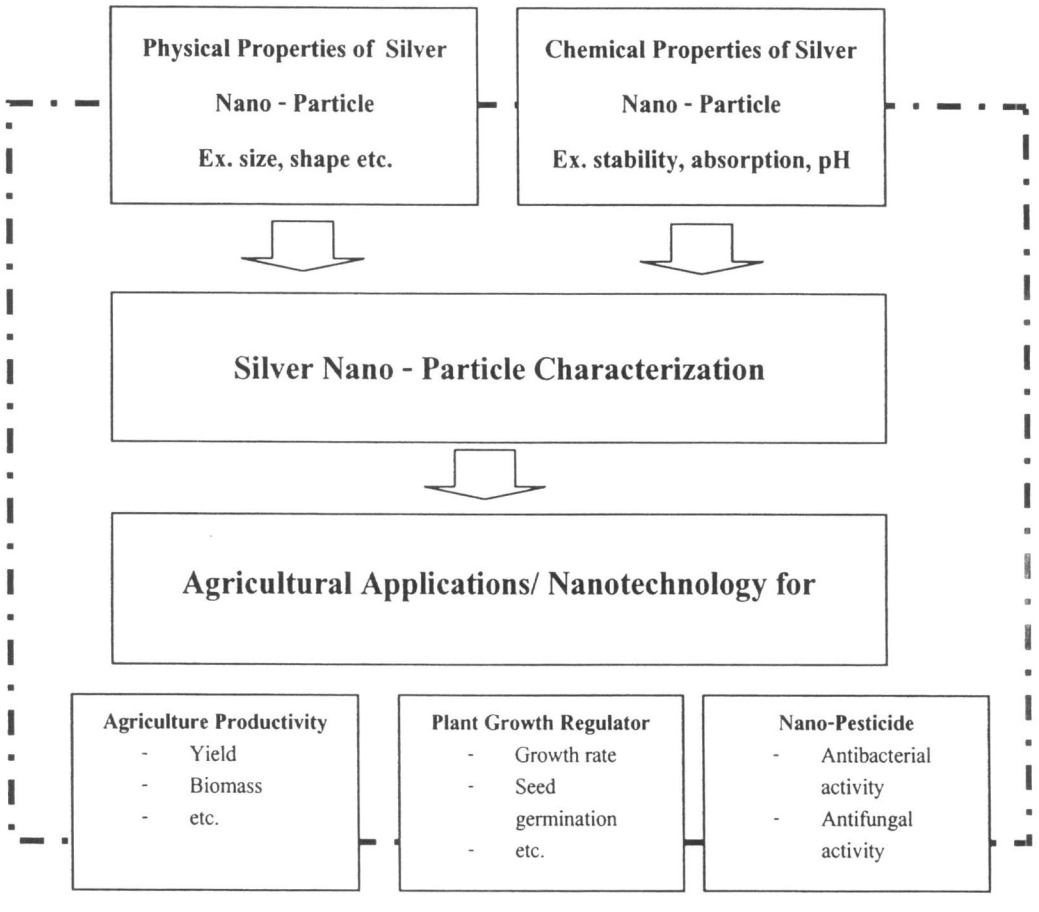
4) ประสิทธิภาพของอนุภาคระดับนาโนเมตรของเงินทำการประเมิน ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ อัตราการเจริญเติบโตของรากต้นกล้า พร้อมกันนี้ได้ทำการประเมินดัชนีที่บ่งชี้บางประการ เช่น ดัชนีพื้นที่ใบ ความสูงของต้นข้าว การแตกกอ ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

5) ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ กลุ่มเชื้อรา และแบคทีเรียก่อโรคทางการเกษตรที่สำคัญบางชนิดจากเมล็ดพันธุ์ข้าว

1.4 กรอบแนวความคิดของการวิจัย

ปัจจุบันนาโนเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตมากขึ้น เช่นทางด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ ทางด้านเคมี ชีวเคมี วิทยาศาสตร์การอาหาร และอุตสาหกรรมทอผ้า และมีการประยุกต์ใช้ในอีกหลากหลายสาขาวิชา เนื่องจากวิทยาศาสตร์นาโนและนาโนเทคโนโลยี เป็น

ศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ควบคุม และประยุกต์ใช้วัสดุที่มีขนาดเล็กระดับ 1-100 นาโนเมตร ซึ่งวัสดุนาโนนี้จะแสดงสมบัติพิเศษที่โดดเด่น และเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ซึ่งไม่สามารถพบในวัสดุเดียวกันที่มีขนาดใหญ่กว่า สมบัติที่โดดเด่นที่เกิดขึ้นจากการที่วัสดุมีขนาดเล็กในระดับนาโนเมตรนั้นมีหลากหลาย เช่น สมบัติเชิงแสง สมบัติด้านแม่เหล็กไฟฟ้า ความแข็ง การนำไฟฟ้า และอื่นๆ โดยสมบัติพิเศษที่เกิดขึ้นของวัสดุนาโนนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ รูปร่าง และองค์ประกอบของนาโน ด้วยเหตุนี้โครงการวิจัยนี้จึงมุ่งหวังที่จะนำคุณสมบัตินี้มาใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1.1 แสดงกรอบแนวคิดของการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สารที่มีประสิทธิภาพในการลดอัตราการสูญเสียของเมล็ดพันธุ์และต้นกล้าที่มีประสิทธิภาพ และราคาต้นทุนที่ต่ำกว่าสารเคมีในปัจจุบัน

2. ได้กรรมวิธี/วิธีการในการใช้อนุภาคระดับนาโนเมตรของเงิน (Nano-pesticide) สำหรับเมล็ดพันธุ์และต้นกล้า