

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันยาหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้จากธรรมชาติ กำลังได้รับความสนใจอย่างมาก เนื่องจากความต้องการลดการใช้ยาที่มาจากการสังเคราะห์ทางเคมีที่มีอันตรายต่อร่างกายมากกว่าและมีราคาแพงเพราะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ในขณะที่ยาหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากธรรมชาติมีความปลอดภัยมากกว่า และมีราคาถูกกว่าโดยเฉพาะที่ได้จากพืชสมุนไพรที่มีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาค้นคว้า และพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรอยู่ตลอดเวลาเพื่อที่จะหาสารใหม่ ๆ โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เคมีและเภสัชในการสกัด และทดสอบฤทธิ์ รวมทั้งวิเคราะห์แยกหาสารสำคัญในการที่จะนำมาผลิตเป็นยาหรือสารเสริมสุขภาพ เพื่อใช้ป้องกันและรักษาโรคต่าง ๆ และพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบยาเตรียมที่ทันสมัย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการรักษา ตลอดจนการตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในด้านสุขภาพและความสวยงามด้วย

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังพบปัญหาสำคัญในการนำสารสกัดสมุนไพรมาใช้ประโยชน์ เช่น ปัญหาด้านการละลายซึ่งจะทำให้การดูดซึมตัวยาลงเข้าสู่ร่างกายลดลง และปัญหาความไม่คงสภาพของสารสกัดสมุนไพรซึ่งจะทำให้ฤทธิ์รักษาลดลงเมื่อเก็บไว้นาน นอกจากนี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับมาตรฐานของสารสกัดสมุนไพรจากแหล่งและเวลาในการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความแปรปรวนในด้านปริมาณสารสำคัญและฤทธิ์การรักษา ปัญหาทั้งหลายเหล่านี้รวมกันทำให้สารสกัดสมุนไพรที่ใช้ในปัจจุบันมีคุณภาพต่ำ

นาโนเทคโนโลยี เป็นเทคโนโลยีขั้นสูงเกี่ยวกับสิ่งที่มีขนาดเล็กจิ๋วในขนาดนาโนเมตร ปัจจุบันเทคโนโลยีนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้หลายแขนง ไม่ว่าจะเป็นแขนงเคมี ฟิสิกส์ และทางการแพทย์ ในทางการแพทย์และเภสัชกรรม ได้มีงานวิจัยเป็นจำนวนมากที่นำนาโนเทคโนโลยีมารักษาโรคและแก้ปัญหาต่าง ๆ ของยาและผลิตภัณฑ์ยา เช่นการแก้ปัญหาในเรื่องการละลาย ความไม่คงตัว และการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายรวมถึงปัญหาการนำส่งยาเพื่อให้เข้าสู่อวัยวะเป้าหมายได้อย่างเฉพาะเจาะจง สารสกัดจากสมุนไพรมักมีปัญหาเหล่านี้โดยเฉพาะปัญหาความไม่คงตัวของสารสำคัญ ซึ่งมีสาเหตุร่วมจากสภาวะแวดล้อมเช่นออกซิเจนในบรรยากาศ อุณหภูมิ แสงแดด และความชื้น ทำให้สารสกัดที่ได้แม้จะมีฤทธิ์สูงแต่ก็ด้อยประสิทธิภาพเนื่องจากฤทธิ์นั้นจะเสื่อมหายไปอย่างรวดเร็วในเวลาต่อมา นอกจากนั้นมาตรฐานของสารสกัดสมุนไพรยังเป็นปัญหา

สำคัญในปัจจุบันนี้ เนื่องจากสมุนไพรชนิดเดียวกันหากเปลี่ยนแปลงเวลาเก็บเกี่ยวหรือแหล่งที่มาจะมีผลต่อปริมาณสารสำคัญในสารสกัดพืชสมุนไพรชนิดเดียวกันได้ ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาให้ทราบว่าฤทธิ์ที่สนใจเหล่านั้นมาจากสารสำคัญอะไร และควรทำการสกัดและศึกษาสารสำคัญนั้นเพื่อปรับปรุงให้มีความคงสภาพและสามารถออกฤทธิ์เนิ่นนานได้ตามความต้องการ จึงจะทำให้เห็นคุณประโยชน์ของสารออกฤทธิ์จากสมุนไพรอย่างแท้จริง

มีรายงานวิจัยจำนวนมาก ที่แสดงถึงศักยภาพของพืชสมุนไพรหลายชนิดว่าสารสกัดพืชสมุนไพรเหล่านั้นมีฤทธิ์ที่มีประโยชน์มากมายสามารถนำมาพัฒนาเพื่อให้เกิดประโยชน์ทางการแพทย์ได้ เช่น ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค (Okonogi, 1994; Ikegami, 1993; Astal, 2003; Micol, 2005) ฤทธิ์ต้านมะเร็ง (Obaseiki-Ebor, 1993; Wargovich, 2001; Richardson, 2001; Pezzuto, 1997) และฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน (Mokbel, 2006; Okonogi, 2007; Prior, 2003) จากการทบทวนเอกสารพบรายงานวิจัยว่าในใบฝรั่งมีสารสำคัญที่เป็นกลุ่ม Phenolic compounds หลายชนิด เช่น quercetin และ Gallic acid (Liang, 2005; Huang, 2004) ผู้วิจัยได้ทำการทดลองศึกษาใบของต้นฝรั่งที่ขึ้นในประเทศไทย พบว่ามีปริมาณสารประกอบกลุ่ม Phenolic compounds อยู่ในปริมาณสูง และพบว่าสารเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในใบฝรั่ง (Tachakittirungrod, 2007) มีรายงานวิจัยอีกหลายรายงานที่สนับสนุนว่าสารดังกล่าวมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน (Yilmaz, 2004; Kikuzaki, 2002; Dajas, 2003) ดังนั้นจึงพิจารณาว่าน่าจะนำสารสำคัญเหล่านี้มาศึกษาเพื่อให้เกิดประโยชน์ได้อย่างแท้จริง จากการทดลองเบื้องต้นเตรียมสารสกัดหยาบใบฝรั่ง ผู้วิจัยสังเกตว่าสารสกัดใบฝรั่งมีสีเปลี่ยนไปเมื่อเก็บไว้ในที่ไม่กันแสง แสดงถึงความไม่คงสภาพของสารสำคัญที่อยู่ภายใน ดังนั้นจึงควรต้องมีการศึกษาวิจัยในเรื่องความคงสภาพนี้ พร้อมทั้งหาวิธีที่จะทำให้สารสำคัญเหล่านั้นมีความคงสภาพมากขึ้นด้วย

ฝรั่ง มีชื่อสามัญว่า Guava มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Psidium guajava* Linn. เป็นพืชในวงศ์ Myrtaceae เป็นไม้ต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ลำต้นต้นเกลี้ยงมันสีน้ำตาลอ่อน กิ่งอ่อนเป็นสีเหลี่ยมสีเขียว ใบมีลักษณะเป็นใบเดี่ยว ออกตรงข้ามกัน รูปใบรี ขอบค่อนมีขนสั้นๆ ปลายใบอ่อนมีลักษณะแหลม สีเขียวอ่อน (ดังแสดงในรูปที่ 1-1) แต่ใบเมื่อมีอายุมากขึ้นปลายจะค่อนข้างมน ใบสมบูรณ์อายุปานกลางจะมีสีเขียวเข้ม (ดังแสดงในรูปที่ 1-2) ใบแก่จัดมีสีเหลือง (ดังแสดงในรูปที่ 1-3) ดอกมีสีขาวนวล (ดังแสดงในรูปที่ 1-4) ผลดิบสีเขียวเข้ม (ดังแสดงในรูปที่ 1-5) ผลสุกสีเขียวอ่อน (ดังแสดงในรูปที่ 1-6) ผลทั้งดิบและสุกสามารถนำมารับประทานได้



รูปที่ 1-1 ลักษณะยอดอ่อนและใบอ่อนของฝรั่ง



รูปที่ 1-2 ลักษณะใบสมบูรณ์อายุปานกลางของฝรั่ง



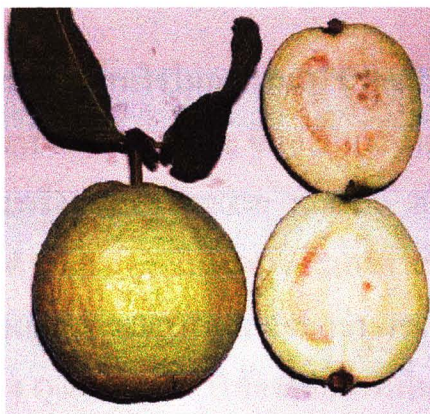
รูปที่ 1-3 ลักษณะใบแก่จัดของฝรั่ง



รูปที่ 1-4 ลักษณะดอกของฝรั่ง



รูปที่ 1-5 ลักษณะผลดิบของฝรั่ง



รูปที่ 1-6 ลักษณะผลสุกของฝรั่ง

จากภูมิปัญญาพื้นบ้าน มีการใช้ใบฝรั่งสดและผลดิบในการช่วยดับกลิ่นปาก และรักษาอาการท้องเสียได้ด้วย มีรายงานว่าใบฝรั่งสามารถใช้ต้านอาการท้องเสียได้เนื่องจากมีสาร Quercetin (Lutterodt, 1989) ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงให้ความสนใจสาร Quercetin นี้ เนื่องจากพิจารณาว่าน่าจะเป็นสารสำคัญในใบฝรั่งที่ทำให้ใบฝรั่งมีคุณค่าทางการรักษาได้มาก

Quercetin (3,3',4',5,7-pentahydroxyflavone) เป็นสารประกอบ Flavonoid ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของสารประเภท Phenolic group ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากในพืชหลายชนิด จากการทบทวนเอกสารพบว่า Quercetin มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ ต้านเซลล์มะเร็งหลายชนิด เช่น มะเร็งปอด (Robaszekiewicz, 2007) มะเร็งทรวงอก (Akbas, 2005; Soria, 2007) มะเร็งตับ (Ramos, 2008a) มะเร็งเม็ดเลือดขาว (Mertens-Talcott, 2005; Ramos, 2008b) มะเร็งต่อมลูกหมาก (Lee, 2008) และมะเร็งปากมดลูก (Jakubowicz-Gil, 2005) ดังนั้น Quercetin จึงมีความสามารถต้านมะเร็งทั้งในด้านการป้องกันและรักษา มีรายงานการศึกษาว่า Quercetin สามารถต้านมะเร็งโดยผ่านกลไกต่าง ๆ ได้แก่ กลไกการต้านอนุมูลอิสระและด้านการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง (Boots, 2008; Csokay, 1997) เช่นการทำให้เกิด cell cycle arrest และ apoptosis ในเซลล์มะเร็งเต้านม (Choi, 2001) ในการทดลองในหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดมะเร็งพบว่า Quercetin ยับยั้งการโตของมะเร็ง ณ ตำแหน่งต่างๆ ได้แก่ ลำไส้เล็ก buccal pouch และ mammary gland (Akagi, 1995; Balasubramanian, 1996) ในปี ค.ศ. 1999 Khanduja (1999) ได้รายงานว่าการผสมที่มี Quercetin และ Ellagic acid เป็นสารที่สามารถยับยั้งการเกิดมะเร็งปอดในระยะต้นได้ สารผสมที่มี Quercetin และ 2-Hydroxychalcone สามารถยับยั้งการเกิดมะเร็งที่ลิ้นได้ และที่สำคัญคือไม่พบว่า Quercetin เป็นพิษต่อเซลล์ปกติ (Lugli, 2009)

ดังนั้น Quercetin จึงเป็นสารที่น่าสนใจในการนำมาใช้เพื่อเป็นยาด้านมะเร็ง มีการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพในการต้านเซลล์มะเร็งของ Quercetin ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นของ Quercetin ณ ตำแหน่งการออกฤทธิ์ในเซลล์มะเร็ง (Tungjai 2008; Kothan, 2004) อย่างไรก็ตามมีรายงานว่า Quercetin มีค่าการละลายในน้ำต่ำ มีการดูดซึมในทางเดินอาหารน้อย และมี oral bioavailability น้อยกว่า 17% ในหนูทดลอง (Khaled, 2003) และน้อยกว่า 1% ในคน (Gugler, 1975) ดังนั้นคุณสมบัติเหล่านี้จึงเป็นข้อเสียของ Quercetin ที่ทำให้ยากต่อการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นในร่างกาย และโดยเฉพาะ ณ ตำแหน่งการออกฤทธิ์ นอกจากนั้น Quercetin ยังมีความสามารถในการจับกับโปรตีนในพลาสมาสูงถึง 99.4% (Prior, 2003) ด้วยเหตุดังกล่าวเหล่านี้จึงทำให้การนำ Quercetin ไปประยุกต์ใช้กับผู้ป่วยมีข้อจำกัด ปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ได้มีความพยายามที่จะแก้ไข โดยการพัฒนา

ให้อยู่ในรูปของไลโปโซม เพื่อเพิ่มความคงตัวของ Quercetin ต่อแสงและสารเคมี (Priprem, 2008; Scalia, 2009) อย่างไรก็ตามก็ยังพบว่าไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรเนื่องจากปัญหาความไม่คงสภาพของระบบไลโปโซม

ปัจจุบัน ความก้าวหน้าของนาโนเทคโนโลยีได้เข้าไปในทุกวงการ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีชีวภาพ รวมไปถึงด้านยาและสุขภาพ (ยอดหทัย เทพธรานนท์, พ.ศ. 2545) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวงการยานี้ นาโนเทคโนโลยีได้มีบทบาทที่สำคัญในหลายเรื่อง ตั้งแต่เรื่องการช่วยเพิ่มการละลายของตัวยา (Langguth 2005; Kipp, 2004; Muller, 1998) การเพิ่มความคงสภาพของตัวยา (Campos, 2005; Bilati, 2005; Pongpeerapat, 2004; Duan, 2004) ไปจนถึงการออกแบบระบบนำส่งยาแบบใหม่ที่ซับซ้อน (Kabanov, 2004; Schellenberger, 2004; Fisher, 2002) และสามารถกำหนดทิศทางหรือเป้าหมายเพื่อให้ยานั้นไปออกฤทธิ์ในบริเวณที่เป็นโรคหรืออวัยวะเป้าหมายต่าง ๆ ได้ (Merisko-Liversidge, 2003; Muller, 2001; Rao, 2004) ดังนั้นจึงน่าจะนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์กับสารออกฤทธิ์ของใบฝรั่งด้วย

ในน่านานาโนเทคโนโลยีมาใช้ในการทางยา นิยมเตรียมออกมาในรูปอนุภาคเล็กจิ๋วมีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในระดับนาโนเมตร ที่เรียกว่า อนุภาคนาโน และในการเตรียมดังกล่าวนิยมใช้สารอื่นมาช่วยเคลือบหรือห่อหุ้มตัวยา ทั้งนี้เพื่อป้องกันยาไม่ให้สัมผัสอากาศหรือสิ่งแวดล้อมภายนอก ทำให้ยามีความคงสภาพมากขึ้นและป้องกันมิให้อนุภาคนาโนของยามาเกาะรวมตัวกันเป็นอนุภาคใหญ่ สารเหล่านี้บางตัวมีสมบัติช่วยดึงน้ำเข้ามาสัมผัสกับตัวยาได้ง่ายขึ้นเป็นการช่วยเพิ่มการละลายของตัวยาให้มากขึ้นด้วย นอกจากนั้นยังช่วยในการควบคุมการปลดปล่อยตัวยาอีกด้วย (Lamprecht, 2001; Reddy, 2005) สารช่วยเคลือบตัวยาดังกล่าวมีหลายชนิดซึ่งมีทั้งสารโพลิเมอร์สังเคราะห์ (Langer, 1981; Kim, 2005; De, 2001; Zhang, 2004; De, 2004) เช่น Polyacrylic acid (PAA), Polylactic glycolic acid (PLGA), และ Polycarboxylic acid (PCA) เป็นต้น และสารธรรมชาติเช่น Albumin (Coester, 2003) และ Polysaccharides เช่น Alginate (Rajaonarivony, 1992) และไคโตซาน (Du, 2005; De Campos, 2001) ในบรรดาสารช่วยเคลือบเหล่านี้ ผู้วิจัยมีความสนใจไคโตซานเนื่องจากเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติโดยเฉพาะจากกากของเหลือใช้ และประเทศไทยสามารถผลิตใช้เองได้

ไคโตซาน (Chitosan) เป็น cationic biopolymer ที่ผลิตได้จากการ deacetylation ของไคติน (Chitin) ซึ่งเป็นสารที่สกัดได้จากเปลือกกุ้ง กระจกปู และบางส่วนของปลาหมึก ไคโตซานเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ แต่สามารถละลายได้ในกรดอินทรีย์เจือจาง เช่น Acetic acid, Citric acid และ Malic acid รวมทั้ง Hydrochloric acid ด้วย (Cervera, 2004) ไคโตซานถูกนำมาใช้ในการพัฒนา

ตำรับยาเนื่องจากมีรายงานว่าสามารถควบคุมการปลดปล่อยตัวยาออกจากตำรับได้ (Sezer, 1995; Aspden, 1995; Takeuchi, 1996; Tarime, 1997; Calvo, 1997; Kotze, 1997) จึงได้เริ่มมีการนำไคโตซานมาพัฒนาตำรับยาเม็ดออกฤทธิ์เนิ่น (sustained release tablet) (Nigalaye, 1990; Adusumili, 1990) และต่อมาถูกนำมาใช้เป็น compressible diluent (Sawayanagi, 1982a; Sawayanagi, 1982b; Knapczyk, 1993) disintegrant (Ritthidej, 1990) และ binder (Upadrashta, 1992) ในตำรับยาเม็ดพบว่าสามารถพัฒนาตำรับยาเม็ดให้บรรลุวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เหล่านั้นได้เป็นอย่างดี

ต่อมาเมื่อนานาเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทต่อการพัฒนา จึงมีผู้นำเอาไคโตซานมาเป็นสารช่วยเตรียมอนุภาคนาโนของยา โดยในระยะแรกสามารถเตรียมให้อยู่ในรูปของอนุภาคแต่ไม่เล็กมาก (microsphere) โดยการใช้ spray drying (Grant, 2005; Du, 2005) ต่อมาได้มีการทดลองนำมาผสมกับสารช่วยชนิดอื่นเช่น Alginate ได้เป็น Alginate-chitosan complex พบว่าสารผสมดังกล่าวสามารถเตรียมอนุภาคยาได้ในระดับนาโนเมตร อย่างไรก็ตามต่อมาได้มีการพัฒนาด้านเทคนิคการเตรียมโดยวิธีต่าง ๆ นอกเหนือจาก spray drying จึงทำให้สามารถเตรียมอนุภาคนาโนจากไคโตซานได้โดยไม่ต้องนำมาผสมกับสารอื่น และมีการทดลองบรรจุตัวยาเข้าไป พบว่าอนุภาคนาโนของไคโตซานสามารถรับตัวยาได้หลายชนิด นอกจากนั้นยังสามารถรับสาร bioactive compounds ต่าง ๆ เช่น peptide, protein และ genes ได้ด้วย จนถึงปัจจุบันนี้มีการทดลองและออกแบบระบบนำส่งสารเหล่านี้เพื่อสามารถบริหารสู่ผู้ป่วยได้ทางปากโดยไม่ต้องฉีดดังที่เคยทำมา ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะไคโตซานที่ห่อหุ้มตัวยาไว้จะป้องกันยาหรือ bioactive compounds จากสารต่าง ๆ ในระบบทางเดินอาหารที่จะเป็นตัวทำลายยา เช่น gastrointestinal enzymes และกรดต่าง ๆ นอกจากนั้นยังมีรายงานว่าอนุภาคนาโนของยาสามารถถูกดูดซึมเข้าร่างกายได้ดีและมากกว่าตำรับยาแบบอื่นที่ให้โดยทางรับประทาน ทั้งนี้เนื่องจากตำรับอนุภาคนาโนมี mucoadhesive property ต่อผนัง G-I tract สูง และสามารถเปิด tight junction ของผนังลำไส้ เพื่อรับและดูดซึมยาในรูปแบบอนุภาคนาโนได้โดยตรง จึงมีผู้นำเอาไคโตซานมาเตรียมอนุภาคนาโนของยาหลายชนิด (Cui, 2004; Kiang, 2004; Tan, 2004)

อย่างไรก็ตามไคโตซานที่มีรายงานเหล่านั้นเป็นสารที่ผลิตในต่างประเทศทั้งสิ้น ในประเทศไทยเรามีโรงงานหลายแห่งที่สามารถผลิตไคตินจากวัสดุเหลือใช้ในประเทศเช่นเปลือกกุ้ง กระจงปู และแกนปลาหมึก และในบรรดาโรงงานเหล่านั้นมีหลายโรงงานที่สามารถทำการ deacetylation สารไคตินจนได้เป็นไคโตซานที่มีความบริสุทธิ์ระดับหนึ่ง ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าน่าจะมีการนำไคโตซานที่ผลิตในประเทศมาทดลองปรับปรุงใช้เตรียมอนุภาคนาโนของสารสกัดใบฝรั่ง โดยเน้นสารออกฤทธิ์สำคัญคือ Quercetin เพื่อช่วยเพิ่มความคงสภาพแก่สารออกฤทธิ์ดังกล่าว ซึ่งคิดว่า

น่าจะก่อให้เกิดประโยชน์ให้ประเทศชาติอย่างมหาศาล เพราะนอกจากจะทำให้ได้อนุภาคนาโนของ สารสัณฐานไฟรไทยที่มีคุณภาพตามความต้องการแล้ว ยังเป็นการนำกากของเหลือใช้ในประเศมา ทำให้เกิดประโยชน์และยังเป็นการส่งเสริมให้คนไทยสามารถพึ่งตนเองได้ และสามารถดำรงชีพ อย่างพอเพียงโดยไม่จำเป็นต้องเดินทางไปหาวัสดุราคาแพงจากต่างประเทศมาใช้ เนื่องจากทั้งไคโด ชานและสารสัณฐานไฟรต่างเป็นสารที่ได้จากวัตถุดิบในประเทศทั้งสิ้น ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึง เป็นโครงการวิจัยที่นำเทคโนโลยีขั้นสูงมาเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบหรือกากวัสดุเหลือใช้ในประเศ ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีมูลค่าและคุณภาพสูง รวมทั้งเป็นการช่วยแก้ปัญหาขยะล้นเมือง และ ก่อให้เกิดการสร้างงานให้คนไทยในอนาคตอีกด้วย

ด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงได้พิจารณาจัดทำโครงการวิจัยนี้ขึ้น โดยมีจุดประสงค์ ดังต่อไปนี้

- 1 เพื่อพัฒนามาตรฐานสารสัณฐานไฟรที่ให้ฤทธิ์ตามต้องการ
- 2 เพื่อนำไคโดซานที่ผลิตในประเทศมาใช้เตรียมอนุภาคนาโนของสารสัณฐานไฟร
- 3 เพื่อเพิ่มความคงตัวของสารสัณฐานไฟรโดยนาโนเทคโนโลยี
- 4 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ให้สารสัณฐานไฟรโดยนาโนเทคโนโลยี

โดยมีระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยตลอดโครงการ 3 ปี