บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

การนำน้ำยางสด (*Hevea brasiliensis*) มาทำเป็นยางแห้ง จะมีสีคล้ำเกิดขึ้นซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ต้องการยางสีอ่อนหรือผลิตภัณฑ์ที่คำนึงถึงสีสันของผลิตภัณฑ์ เช่นหัวนมยาง ลูกโป่ง ถุงมือ และลูกบอล เป็นต้น จากการพบปะกับผู้ประกอบการด้านผลิตภัณฑ์ยางพารา ในการประชุมถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งจัดโดยโครงการวิจัยแห่งชาติยางพารา สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย เมื่อวันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2552 ทำให้ได้รับทราบว่า ผู้ประกอบการต้องการรับทราบวิธีการลดสีในผลิตภัณฑ์จากยางธรรมชาติซึ่งมีสีเหลือง ให้มีความใสเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันด้านการตลาด โดยเพิ่มการจูงใจผู้บริโภคเพิ่มขึ้นและลดการผิดเพี้ยนของสีผลิตภัณฑ์ โดยการลดสีคล้ำของน้ำยางธรรมชาติในสภาวะน้ำยางนั้นจะนำไปสู่ผลิตภัณฑ์ยางสีอ่อน ทั้งผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบเป็นน้ำยางหรือยางแห้ง และจากการสอบถามผู้ประกอบการในประเทศไทย พบว่า วิธีการหนึ่งที่ใช้กันอยู่คือ การใช้โซเดียมเมตะไบซัลไฟต์ เติมลงไปในน้ำยางสด และนำไปทำพรีวัลคาไนซ์ ด้วยการฉายรังสีแกมมา แต่จะพบปัญหาการแตกและการอบเร่งยางในระยะเวลาสั้น ๆ เพื่อดูการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้

เมื่อทำการศึกษางานวิจัยที่เคยมีมา พบองค์ประกอบที่มาของสีคล้ำในน้ำยางธรรมชาติ พบเกิดจากองค์ประกอบหลัก ๆ ได้แก่ สารประกอบพอลิฟีนอล พบร้อยละ 0.11-0.13 (กิตตินันท์, 2534) เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส 148800 – 267770 ยูนิต (กิตตินันท์, 2534) คาโรทีนอยด์ (พันธุ์ RRIM) ร้อยละ 0.00006 ในเนื้อยางแห้ง (กิตตินันท์, 2534) และโปรตีนร้อยละ 2 ในน้ำยางสด (Perrella and Gaspari , 2002) เป็นต้น

โดยปฏิกิริยาที่ก่อให้เกิดสีคล้ำนั้นมีทั้งปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์และปฏิกิริยาที่ไม่มีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้อง (รัชนี, 2532) ปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้อง พอลิฟีนอล ที่มีอยู่ในน้ำยาง ถูกเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส เร่งตัวอย่างให้เกิดการออกซิเดชัน เกิดเป็นควิโนน (Wititsuwannakul *et al.,* 2002) ที่สามารถเกิดปฏิกิริยา พอลิเมอไรเซชัน (Polymerization) จนได้สารประกอบสีน้ำตาล (Melanin) กิตตินันท์ (2534) รายงานว่า พอลิฟีนอลสามารถเพิ่มดัชนีสีได้สูงถึง 43-97% เมื่อเปรียบเทียบสีของยางที่ผ่านการเติมฟีนอลกับยางกลุ่มควบคุม ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่จะลดสีคล้ำใน

ยางธรรมชาติได้นั้น คือต้องทำการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา โดยการกำจัดสารตั้งต้น หรือเอนไซม์ในปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างพอลิฟีนอลและเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) หรือโดยการใช้สารยับยั้ง (Inhibitor) เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา Wititsuwannakul *et al.* (2002) รายงานไว้ว่า 4-เฮกซิลรีซอร์ซินอล (4-Hexylresorcinol) เป็นสารยับยั้งที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถยับยั้งได้ถึง 84% เมื่อใช้ความเข้มข้น ในน้ำยางธรรมชาติ 0.1 มิลลิโมลาร์ นอกจากนี้การยับยั้งสารพวกนี้ในน้ำผลไม้ เช่นน้ำแอปเปิ้ล ยังมีการใช้ 4-เฮกซิลรีซอร์ซินอลร่วมกับ เบต้า-ไซโคลเด็กซ์ตริน (β-Cyclodextrin) และเมทิลจัสโมเนต (Methyl jasmonate) (Alvarez-Parrilla *et al.*, 2007) หรือร่วมกับ แอล-ซิสเตอีน (L-cysteine) และกรดโคจิก (Kojic acid) (Iyidogan และ Bayindirli, 2004)

สำหรับสารฟีนอลมีงานวิจัยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับการ ดูดซับฟีนอล พบการใช้สารเบนทอ-ไนต์ซึ่งมีการปรับปรุงผิว จะมีการดูดซับฟีนอลได้ดี (Yildiz *et al.*, 2006) และการใช้เคลย์ดัดแปร (Modified clay) และเบนทอไนต์ดัดแปร (Modified bentonite) สามารถดูดซับฟีนอลได้ ถึง 35% และ 30% ตามลำดับ (Froehner *et al.*, 2009)

ปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดสีโดยไม่มีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้อง การเกิดสีของคาโรทีนอยด์ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเหลืองถึงแดง และปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ที่เกิดจากโปรตีนและกรดอะมิโนทำปฏิกริยากับสารพวกน้ำตาล อัลดีไฮด์ หรือคีโตน ในขณะที่ผ่านความร้อนหรือเก็บเอาไว้นาน ๆ ทำให้ได้สารเมลานอยดิน (Melanoidin) ที่ให้สีน้ำตาล ส่วนสารคาโรทีนอยด์นั้นเป็นรงควัตถุที่มักพบในพืชผัก ผลไม้ โครงสร้างของคาโรทีนอยด์เป็นโมเลกุลแบบไม่อิ่มตัว หากสัมผัสกับอากาศนาน ๆ จะถูกออกซิได ส์ เปลี่ยนเป็นสารที่มีสีเข้มขึ้น และอัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชันยังขึ้นกับแสง และความร้อน (รัชนี, 2532)

สำหรับสารประกอบกลุ่มโปรตีนนั้นมีงานวิจัยมากมายที่ศึกษาเกี่ยวกับการลดโปรตีนในน้ำยาง เนื่องจากโปรตีนในน้ำยางก่อให้เกิดอาการแพ้ต่อผู้ใช้ผลิตภัณฑ์จากยางธรรมชาติ Parra *et al.* (2005) วิธีการที่ใช้ได้แก่ การปรับสภาพด้วยกรด (Siti Maznah *et al.*, 2008) การล้าง (Leaching) ด้วยด่าง (Siti Maznah *et al.*, 2008) การทำน้ำยางครีม (Perrella และ Gaspari, 2002) การเซนตริ-ฟิวจ์ซ้ำ 2 ครั้ง (Perrella และ Gaspari, 2002) การใช้เอนไซม์ (Perrella และ Gaspari, 2002) การฉายรังสีแกมมาจาก ^{60}Co (Rogero *et al.*, 2003 และ Parra *et al.*, 2005) เป็นต้น ในขณะที่การลดโปรตีนในน้ำผลไม้ (รัชนี, 2532) และเนยแข็ง (Guy, 1979) มีการเสนอการใช้เบนทอไนต์

อาจสรุปภาพรวมของสารที่ทำให้เกิดสี และวิธีการที่ใช้ในการลดสี ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ปริมาณและวิธีการที่ใช้ในการลดหรือยับยั้งสารที่ทำให้เกิดสีคล้ำ

สารที่ทำให้เกิดสีคล้ำ	ปริมาณ	หน่วย	วิธี/สารเคมีที่ใช้ป้องกัน ลดหรือยับยั้งในตัวอย่างชนิดต่าง ๆ	เอกสารอ้างอิง
PPO	148800-267770	ยูนิตในยางแห้ง (กิตตินันท์, 2534)	4-เฮกซิลรีซอร์ซินอล/น้ำยาง 4-เฮกซิลรีซอร์ซินอล ร่วมกับสารอื่น ๆ/น้ำแอปเปิ้ล	- Wititsuwannakul *et al.* (2002) - Alvarez-Parrilla *et al.* (2007) - Iyidogan และ Bayindirli (2004)
Polyphenol	0.11-0.13	% $wt.wt^{-1}$ ในยางแห้ง (กิตตินันท์, 2534)	เบนทอไนต์ปรับสภาพ/น้ำทิ้ง เคลย์และเบนโทไนต์ดัดแปรโครงสร้าง/น้ำทิ้ง	- Yildiz *et al.* (2006) - Froehner *et al.* (2009)
Carotenoid	0.00006	% $wt.wt^{-1}$ ในยางแห้ง (กิตตินันท์, 2534)	สารต้านอนุมูลอิสระ/น้ำผลไม้	- รัชนี (2532)
Proteins	~2	% $wt.wt^{-1}$ ในน้ำยางสด	- การปรับสภาพด้วยกรด - การล้างด้วยด่าง - การทำน้ำยางครีม - การเซนตริฟิวจ์ซ้ำ 2 ครั้ง - การใช้เอนไซม์ - การฉายรังสีแกมมาจาก ^{60}Co -เบนทอไนต์/น้ำผลไม้และเนยแข็ง	- Siti Maznah *et al.*, (2008) - Perrella and Gaspari (2002) - Rogero *et al.* (2003) และ Parra *et al.* (2005) - รัชนี (2532) และ Guy (1979)

Prince of Songkla University Pattani Campus

จากผลการวิจัยที่เคยมีมานี้ คณะผู้วิจัยคาดว่า หากทำการศึกษาและลดสีตั้งแต่ขั้นของการเตรียมน้ำยาง หรือก่อนที่จะนำน้ำยางไปเตรียมเป็นยางแผ่น หรือยางแห้ง โดยการรวมวิธีที่กล่าวมาเข้าด้วยกัน ตัวอย่างเช่น แนวทางแรกการใช้สารดูดซับ ตัวอย่างเช่น เบนทอไนต์ดัดแปร เติมลงไปในน้ำยางสด เพื่อลดปริมาณสารพอลิฟีนอล จากนั้นนำน้ำยางสดไป ปั่นเหวี่ยง เอาสารดูดซับออก และนำไปทำเป็นน้ำยาง ข้น แนวทางที่สอง ศึกษาสารยับยั้งปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดสีคล้ำ ตัวอย่างเช่น สารยับยั้งเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส แล้วนำน้ำยางสดไปเตรียมเป็นน้ำยางข้น

ทั้งนี้เพื่อ ศึกษาหา แนวทางใหม่ที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ในการลดสีของยาง ให้กับผู้ประกอบการ เพิ่มมูลค่าให้กับน้ำยางพารา

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณของสารหลัก ๆ ที่มีผลต่อการเกิดสีคล้ำในน้ำยางธรรมชาติ ตัวอย่างเช่น สารพอลิฟีนอล โปรตีน คาโรทีนอยด์ และพอลิฟีนอลออกซิเดส

1.2.2 เพื่อศึกษาวิธีการลดสีคล้ำในน้ำยางธรรมชาติ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาสารหลัก ๆ ที่ทำให้เกิดสีคล้ำในน้ำยางธรรมชาติ

ก. ศึกษาสารหลัก ๆ ที่ทำให้เกิดสีคล้ำในน้ำยางธรรมชาติ ตัวอย่างเช่น พอลิฟีนอล โปรตีน คาโรทีนอยด์ และพอลิฟีนอลออกซิเดส วิเคราะห์หาปริมาณและตรวจสอบความน่าเชื่อถือของวิธีการในการหาปริมาณสารที่ทำเกิดสีคล้ำแต่ละชนิด

ข. ศึกษาปริมาณและผลของสารต่อการทำให้เกิดสีคล้ำในน้ำยางธรรมชาติที่เตรียมเป็นแผ่นฟิล์มยางแห้ง

1.3.2 ศึกษาวิธีการลดสารที่ทำให้เกิดสีคล้ำและยับยั้งปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดสีคล้ำในน้ำยางธรรมชาติ

ก. ศึกษาชนิดของสารที่ใช้ในการลดสารที่ทำให้เกิดสีคล้ำและยับยั้งปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดสีคล้ำ

1) สารที่ลดหรือกำจัดสารที่ทำให้เกิดสีคล้ำ

2) สารที่ยับยั้งปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดสีคล้ำ

ข. ศึกษาวิธีการและสภาวะที่เหมาะสมในการลดหรือกำจัดสารที่ทำให้เกิดสีคล้ำ

1.3.3 ศึกษาสมบัติเชิงกลแผ่นฟิล์มน้ำยางจากการจุ่มของน้ำยางข้นที่ผ่านกระบวนการการ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ลดสีคล้ำด้วยวิธีที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ ความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) มอดุลัส (Modulus) และความสามารถในการยืดจนขาด (Elongation at break)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบปริมาณสารหลัก ๆ ที่ทำให้เกิดสีคล้ำในตัวอย่างน้ำยางธรรมชาติ

1.4.2 ได้แนวทางใหม่ในการลดสารที่ทำให้เกิดสีคล้ำและยับยั้งปฏิกิริยาของสารที่ทำให้เกิดสีคล้ำในน้ำยางธรรมชาติ

Prince of Songkla University Pattani Campus