บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

อุตสาหกรรมสิ่งทอไทยเป็นอุตสาหกรรมหลักที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทยเป็นลำดับที่ 4 และทำให้เกิดการจ้างงานกว่า 1 ล้านคน ในอดีตสิ่งทอไทยมีข้อได้เปรียบด้านการผลิตที่มีต้นทุนถูกเนื่องจากค่าแรงงานต่ำและเป็นการผลิตที่ไม่ใช้เทคโนโลยีสูง เช่น อุตสาหกรรมตัดเย็บ แต่ในปัจจุบัน สิ่งทอไทยเริ่มได้รับผลกระทบจากปัญหาการเพิ่มขึ้นของต้นทุนแรงงาน ขณะที่ประเทศกำลังพัฒนาอื่นๆเริ่มมีความพร้อมในการผลิตมากขึ้น และมีทรัพยากรและต้นทุนแรงงานที่เอื้อต่อการผลิตเพื่อส่งออก อุตสาหกรรมสิ่งทอไทยจึงเริ่มสูญเสียความสามารถในการแข่งขัน ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าโรงงานตัดเย็บจำนวนมากต้องปิดกิจการ หรือย้ายฐานการผลิต อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมสิ่งทอที่ยังสามารถคงอยู่ได้คืออุตสาหกรรมที่ต้องใช้เทคโนโลยีและความรู้ความชำนาญที่สูงขึ้นในระดับที่ประเทศคู่แข่งขันยังไม่สามารถเลียนแบบได้ ดังนั้นแนวทางที่จะทำให้อุตสาหกรรมสิ่งทอไทยรักษาความสามารถในการแข่งขัน ตลอดจนเติบโตต่อไปได้อย่างยั่งยืน คือการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ ให้มีคุณสมบัติดีขึ้น มีความแตกต่างจากสินค้าอื่นในท้องตลาด และมีมูลค่าเพิ่ม

สำหรับผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่มีแนวโน้มการเติบโตที่ดีตัวหนึ่งคือสิ่งทอทางการแพทย์ เนื่องจากมีมูลค่าสูงและมีการพัฒนาคุณสมบัติใหม่ๆอย่างต่อเนื่อง งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งพัฒนาผ้าฝ้ายสำหรับปิดแผล โดยใช้กระบวนการโซล-เจล เพื่อสังเคราะห์ซิลิกาซึ่งมีรูพรุนเคลือบบนชั้นผ้าผืน ให้สามารถกักเก็บสารออกฤทธิ์สมานแผลและฆ่าเชื้อโรค และไม่เป็นพิษต่อผิวหนัง เมื่อผ้าปิดแผลนี้สัมผัสกับของเหลว เช่น ของเหลวจากบาดแผล ก็จะปลดปล่อยสารออกฤทธิ์นี้เข้าสู่แผล เพื่อรักษาบาดแผลและฆ่าเชื้อแบคทีเรีย สารออกฤทธิ์ที่ผู้วิจัยเลือกใช้คือสารเคอร์คูมิน ซึ่งเป็นสารสกัดจากเหง้าขมิ้นชัน ที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ลดการอักเสบต่อต้านอนุมูลอิสระ และเร่งการเพิ่มจำนวนเซลล์ สารสมุนไพรนี้หาได้ง่ายในประเทศไทย มีราคาถูก ไม่เป็นพิษ และใช้เป็นส่วนผสมเพื่อแต่งสีในอาหารมาตั้งแต่สมัยโบราณ การใช้สมุนไพรเหมาะสำหรับการรักษาบาดแผลที่ไม่รุนแรง แต่เป็นแผลเรื้อรังที่การใช้ยาแผนปัจจุบันเป็นเวลาติดต่อกันนานๆอาจทำให้เกิดผลข้างเคียงที่เป็นพิษต่อร่างกายและมีค่าใช้จ่ายสูง การใช้กระบวนการโซล-เจลเพื่อเคลือบบนผิวผ้าเพื่อให้เกิดรูพรุนที่กักเก็บขมิ้นไว้ภายในทำให้คาดได้ว่า จะช่วยยืดเวลาในการปลดปล่อยสารสมุนไพรเข้าสู่แผล ช่วยให้บาดแผลหายเร็ว ไม่ต้องเปลี่ยนผ้าพันแผลบ่อยๆ เนื่องจากขมิ้นจะช่วยลดการสะสมของแบคทีเรียที่บาดแผลได้

ผลการวิจัยพบว่าสารละลายที่ประกอบด้วยสารตั้งต้น Tetraethyl orthosilicate (TEOS) เอทานอล น้ำ และเคอร์คูมิน สามารถใช้สังเคราะห์ซิลิกาบนผ้าฝ้ายได้สำเร็จ ผ้าฝ้ายที่ผ่านการแช่สารละลายดังกล่าวไป

ทำให้แห้งโดยตรง หรือผ่านการจุ่มอัดเพื่อบีบสารส่วนเกินออกก็ได้ ทั้งนี้ถ้าไม่บีบสารส่วนเกินออก จะได้ผ้าที่มีชั้นซิลิกาเคลือบหนา การเคลือบไม่ค่อยสม่ำเสมอ และผ้ามีความกระด้างสูง แต่จะได้ปริมาณเคอร์คูมินติดอยู่ในผ้ามากขึ้น ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้เลือกใช้วิธีจุ่มอัด ส่วนอุณหภูมิที่ใช้ทำให้ผ้าแห้งไม่มีผลต่อปริมาณเคอร์คูมินที่ปลดปล่อยออกมาจากผ้าอย่างมีนัยสำคัญ จึงเลือกใช้การทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งประหยัดพลังงานมากกว่า และระยะเวลาในการแช่ผ้าไม่มีผลต่อปริมาณเคอร์คูมินที่ปลดปล่อยออกมาจากผ้า เนื่องจากผ้าสามารถดูดซับสารละลายโซลได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้มีข้อสังเกตว่าน้ำหนักของตัวอย่างผ้าจะแปรผันตามตามปริมาณสารตั้งต้น TEOS ในช่วงความเข้มข้นที่ศึกษา

ผ้าตัวอย่างที่เตรียมได้สามารถปลดปล่อยเคอร์คูมินออกสู่สารละลายอะซิเตตบัฟเฟอร์ โดยการปลดปล่อยยุดิที่ประมาณ 24 ชั่วโมง ผ้าตัวอย่างที่มีปริมาณเคอร์คูมิน และ/หรือ TEOS มาก จะสามารถปลดปล่อยเคอร์คูมินได้มากขึ้น จลนศาสตร์การปลดปล่อยเคอร์คูมินเป็นไปตาม Higuchi model และ First-order model โดยเป็นการปลดปล่อยที่ควบคุมด้วยการแพร่ และไม่มีการสลายตัวของซิลิการะหว่างการปลดปล่อย การเคลือบผ้าด้วยซิลิกาที่สังเคราะห์จากกระบวนการโซล-เจล ทำให้ผ้าฝ้ายมีปริมาตรูพรุนและพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซิลิกาที่สังเคราะห์ได้มีขนาดรูพรุนระดับมีโซพอร์เฉลี่ยอยู่ที่ 14.3 นาโนเมตร และพื้นทีผิวจำเพาะที่ 2.23 ตร.ม./กรัม ขณะที่ผ้าฝ้ายที่ไม่ตกแต่งสำเร็จมีพื้นที่ผิวจำเพาะ 1.95 ตร.ม./กรัม การเคลือบผิวไม่ได้เกิดขึ้นหนาจนปิดช่องว่างภายในโครงสร้างผ้า ซึ่งช่วยให้อากาศและความชื้นยังสามารถซึมผ่านผ้าได้

จากการศึกษาสมบัติเชิงกลของผ้าตัวอย่างภายหลังการเคลือบด้วยกระบวนการโซล-เจล พบว่าผ้าสามารถทนแรงดึงยืดได้มากขึ้นในแนวด้ายยืน แต่ไม่เห็นผลการเพิ่มขึ้นชัดเจนในแนวด้ายพุ่ง ผ้ามีระยะยืดต่ำกว่าเดิม และทนแรงฉีกขาดได้ต่ำลงเล็กน้อย เนื่องจากซิลิกาที่เคลือบผิวทำหน้าที่ยึดเส้นใยและเส้นด้ายในโครงสร้างผ้าไว้ด้วยกัน ชั้นซิลิกาที่เคลือบผิวผ้ามีความชอบน้ำ และมีรูพรุน ทำให้สามารถดูดซับน้ำได้ดีด้วยสภาพขั้วและแรงคะปิลลารี ส่วนเคอร์คูมินนั้นค่อนข้างไม่ชอบน้ำ ดังนั้นผ้าที่มีเคอร์คูมินเคลือบอยู่มากจะสะท้อนน้ำขณะที่ผ้าเคลือบซิลิกาจะซึมน้ำ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้จากค่ามุมสัมผัสที่ต่ำลงเมื่อตัวอย่างผ้ามีซิลิกาเคลือบอยู่

ผลการวิเคราะห์การต้านเชื้อแบคทีเรียพบว่า ผ้าตัวอย่างที่ใส่เคอร์คูมินและสารตั้งต้น TEOS ในปริมาณสูงที่สุด เคอร์คูมิน 0.07 กรัมและ TEOS 30 mmol ต่อสารละลายโซล 25 ลบ.ซม. ผ้าฝ้ายตัวอย่างขนาด 20 ตร.ซม. พบว่าฆ่าเชื้อแบคทีเรียชนิด *S. aureus* ได้มากกว่า 99.41 % แต่ฆ่าเชื้อ E Coli ได้ไม่ดีนัก อยู่ที่ประมาณ 37.02% ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อดีขึ้นเมื่อใช้สารตั้งต้น TEOS และเคอร์คูมินมากขึ้น

ผลการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ พบว่า ผ้าตัวอย่างซึ่งใส่เคอร์คูมินและสารตั้งต้น TEOS ในปริมาณสูงที่สุด ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ Human dermal fibroblast นั่นคือเมื่อผ่านไป 24 ชั่วโมง ยังมีเซลล์รอดชีวิต 76.83% ขณะที่ผ้าผ้ายที่ไม่ผ่านกระบวนการเคลือบผิวแสดงความเป็นพิษต่อเซลล์ ซึ่งคาดว่าว่าเกิดจากสารพิษที่ตกค้างจากกระบวนการเตรียมผ้า ผ้าที่ผ่านการเคลือบผิวสามารถแสดงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระได้กว่า 80% นั่นคือเคอร์คูมินที่อยู่ในผ้าภายหลังผ่านกระบวนการโซล-เจลไม่ได้ถูกทำลาย และยังมีฤทธิ์ทางชีวภาพดี