

การพัฒนากระบวนการผลิตวัสดุไม้เทียมแบบขึ้นรูปอิสระจากหญ้าแฝก
ร่วมกับขยะพลาสติก เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์
Development process to produce wood substitute materials free working
From vetiver grass with plastic litter applying in design products

ทรงวุฒิ เอกวุฒิงศา
Songwut Egwutvongsa
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Momojojo108@Gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตวัสดุไม้เทียมจากหญ้าแฝกร่วมกับขยะพลาสติกแบบขึ้นรูปอิสระ โดยเน้นการประยุกต์เทคโนโลยีพื้นบ้านร่วมในกระบวนการผลิต กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้ปลูกหญ้าแฝก ม.ห้วยน้ำใส อ.สนามชัย เขต จ.ฉะเชิงเทรา ในปี พ.ศ. 2554 – 2556

วัตถุประสงค์การวิจัย 1) ศึกษาคุณสมบัติและปริมาณของหญ้าแฝก 2) พัฒนากระบวนการผลิตและขั้นตอนการแปรรูปหญ้าแฝกร่วมกับขยะพลาสติก 3) ออกแบบผลิตภัณฑ์ตกแต่งด้วยไม้เทียมหญ้าแฝกที่พัฒนาใหม่ 4) ประเมินความพึงพอใจกลุ่มเกษตรกรต่อกระบวนการผลิตใหม่ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เน้นการพัฒนากระบวนการผลิตวัสดุไม้เทียมจากหญ้าแฝกร่วมกับขยะ ใช้เครื่องมือวิจัย 1) ชุดอุปกรณ์ตัดลอกเยื่อหญ้าแฝกเพื่อทดสอบระยะเวลาสำหรับเยื่อหญ้าแฝกที่เหมาะสม 2) อุปกรณ์ขึ้นรูปแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์สำหรับการขึ้นรูปทรงอิสระ 3) แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจกระบวนการผลิตที่พัฒนาจากกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มนักวิชาการทางการออกแบบผลิตภัณฑ์

ผลทดลอง พบว่า กระบวนการตัดลอกเยื่อส่วนโคนและใบหญ้าแฝกใช้การต้มโซดาไฟ ร่วมกับเกลือ เป็นระยะเวลา 50 นาที ตากให้แห้งจากนั้นปั่นละเอียดคล้ายปุยฝุ่น นำมาผสมกาวประสานที่ได้จาก เศษขยะพลาสติกประเภท PS ทำละลายในน้ำมันเบนซิน ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ผลการประเมินงานการออกแบบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตพัฒนาใหม่ด้านระดับของความพึงพอใจผู้บริโภคมีความพึงพอใจในกระบวนการผลิตที่ระดับมาก ($\bar{X}=4.20, S.D.=0.45$) ในส่วนผลการศึกษาด้านระดับของความพึงพอใจผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้าน มีค่าระดับความพึงพอใจเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}=4.60, S.D.=0.55$) ซึ่งจะมีความพึงพอใจในด้านความงามและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากกระบวนการใช้งานเนื้อหญ้าแฝกที่พัฒนาใหม่ร่วมกับกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.80, S.D.=0.45$)

คำสำคัญ: หญ้าแฝก ลอกเยื่อ ไม้เทียม พลาสติก กระบวนการ

Abstract

The research and the development focus on process to produce wood substitute materials free working from Vetiver grass emphasizing on applying local technology with production process. Moreover, the group sampling was the agriculturists who cultivate Vetiver grass in Huainamsai village, Sanam Chaikate District, Chachoengsao province in A.D. 2011-2013.

This research has objectives to study as follow: 1) Studying properties and quantities of Vetiver grass 2) Developing production process and Vetiver transforming steps with plastic litter 3) Designing decorating house products with wood substitute from new developed Vetiver grass 4) Taking assessment satisfaction from Vetiver grass agriculturist group about new developed production process.

Besides, this research is the experimental one emphasizing on development process to produce wood substitute materials from Vetiver grass with litter by applying research tools as follow: 1) The Boil and Peel Vetiver Velum Kit by testing with suitable time 2) The Module Plaster Working by using Free Working 3) The Satisfaction Assessment Questionnaire developed from agriculturist group and academic group to design products.

According to result , it was found that the boil and peel velum root with leaves of Vetiver grass process can apply with boiling of Sodium Hydroxide and salt for totally 50 minutes. Then, it should wash and rub the Vetiver velum grass for being ready to dry. Later, it might be spun the velum to have characteristic as white silk cotton tree and then mixed with adhesive glue from PS plastic litter to dissolve in Benzine oil for totally 1 day. According to product's assessment result from new production development, there was the level of consumer satisfaction in $\bar{X}=4.20, S.D.=0.45$ or in the excellent level. Moreover, there was the level of experts and producers' satisfaction in Huainamsai District , Chachoengsao Province with $\bar{X}=4.60, S.D.=0.55$ or in the most level consisting of beauty satisfaction and specific uniqueness of Vetiva grass products' process with new development and designing of work products with $\bar{X}=4.80, S.D.=0.45$

Keywords : vetiver grass, boil and peel velum root, wood substitute, plastic, process

1. บทนำ

ปัจจุบันนี้ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ถูกประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมากมายเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ในการดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีจำเป็นที่จะต้องแลกมาด้วย “ทรัพยากรธรรมชาติ” ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าทรัพยากรธรรมชาตินั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อมนุษย์ จึงทำให้ทรัพยากรจากแหล่งธรรมชาติกลับมีปริมาณลดลงและมีแนวโน้มว่ากำลังจะหมดไป [1]

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้พระราชทานพระราชดำริเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝกในปี พ.ศ. 2543 ให้มีการใช้หญ้าแฝกเพื่อฟื้นฟูป่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อการสนองพระราชดำริดังกล่าว คณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร) ได้จัดทำแผนแม่บทการพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกมาแล้ว 2 ฉบับ และในฉบับที่ 3 พ.ศ. 2545 – 2549 ซึ่งกรมส่งเสริมการเกษตรมีบทบาทในการส่งเสริมการปลูกหญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ ให้ความรู้เพื่อสร้างความเข้าใจให้กับเกษตรกรเพื่อตระหนักถึงความสำคัญของการปลูกหญ้าแฝกในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและมูลนิธิชัยพัฒนา [2] ได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรทำการปลูกหญ้าแฝกเพื่อรักษาหน้าดินและสร้างความสมบูรณ์ให้กับพื้นดินโดยถือเป็นการอนุรักษ์ดินและน้ำ เน้นปลูกหญ้าแฝกเพื่อคลุมดินจึงมีแนวคิดในการที่จะนำใบหญ้าแฝกมาใช้ประโยชน์โดยการเพิ่มมูลค่า

ให้กับใบหญ้าแฝกและสามารถสร้างความแตกต่างให้ตัวผลิตภัณฑ์ใบหญ้าแฝกที่พบในท้องตลาด เน้นการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นที่เกษตรกรอาศัยมาร่วมในการพัฒนารูปแบบกระบวนการสร้างผลิตภัณฑ์จากใบหญ้าแฝก และจากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้นนั้นสามารถที่จะนำแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรทางด้านอื่นๆเข้ามาร่วมในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ใบหญ้าแฝกเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์สีเขียวที่มีทั้งการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าของการใช้ใบหญ้าแฝกและยังช่วยลดสภาวะโลกร้อนได้อีกทางโดยการนำขยะพลาสติกที่พบในท้องถิ่นที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ในเวลาอันรวดเร็วมาใช้เพื่อที่ลดปริมาณการนำขยะพลาสติกไปเผาทำลายอันจะทำให้เกิด “สภาวะเรือนกระจก” ถือว่าเป็นการลดการใช้ทรัพยากรน้อยลงและยังสามารถช่วยลดปริมาณขยะพลาสติกอีกทางหนึ่ง

ในส่วนของแนวทางการนำใบหญ้าแฝกมาใช้ร่วมกับเศษขยะพลาสติกเพื่อให้ได้มาซึ่งวัสดุไม้เทียมชนิดใหม่ที่สามารถขึ้นเป็นรูปทรงต่างๆได้อย่างไม่จำกัดรูปแบบโดยใช้แม่พิมพ์เป็นตัวกำหนดรูปร่างนั้นจะสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับตัวใบหญ้าแฝกมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติหญ้าแฝก ที่นำมาผ่านกระบวนการผลิตเป็นวัสดุไม้เทียม

2.2 เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตแปรรูปใบหญ้าแฝกร่วมกับขยะพลาสติก

2.3 เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยโดยอาศัยวัตถุดิบจากหญ้าแฝกและขยะพลาสติกที่พัฒนาใหม่

2.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มชาวบ้านผู้ผลิตที่มีต่อการกระบวนการผลิตที่พัฒนาใหม่

3. วิธีดำเนินการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลองและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝก โดยการใช้ตัวประสานเป็นเศษขยะพลาสติกประเภทแก้วน้ำ และพลาสติกประเภท PS ฯลฯ ที่มีในท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้เป็นกาวประสานเนื้อเยื่อของหญ้าแฝกที่ผ่านกระบวนการลอกเยื่อหญ้าแฝกมาแล้ว จะสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

- 1) ระยะการเก็บข้อมูลและทดลองกระบวนการลอกเยื่อหญ้าแฝก
- 2) ระยะการทดลองการเชื่อมประสานที่ได้จากเศษขยะพลาสติกและกระบวนการขึ้นรูป
- 3) ระยะการสร้างผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านโดยใช้วัสดุไม้เทียมที่ได้และประเมินความพึงพอใจของกลุ่มชาวบ้านในชุมชนส่งเสริมการปลูกแฝก

3.1 ตัวแปรที่ศึกษา

- ตัวแปรที่ศึกษา คือ ขึ้นไม้เทียมขึ้นรูปอิสระและชุดผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านที่ใช้วัสดุไม้เทียมขึ้นรูปแบบอิสระจากเศษใบหญ้าแฝกร่วมกับขยะพลาสติกที่พัฒนากระบวนการผลิตใหม่

- ผลของตัวแปรที่ศึกษา คือ ระดับความพึงพอใจของกลุ่มชุมชนเครือข่ายศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่มีต่อการกระบวนการผลิตใหม่

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

สำหรับการประเมินความพึงพอใจของกระบวนการผลิตวัสดุไม้เทียมฯ นั้นจะทำการประเมินโดยกำหนดได้ดังนี้

- ประชากร คือ กลุ่มชาวบ้านเข้าร่วมโครงการผลิตผลิตภัณฑ์จากหญ้าแฝกหรือกลุ่มชุมชนในเครือข่ายศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จำนวน 31 คน (จำนวนสมาชิกเครือข่ายศูนย์ศึกษาฯ)

- กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มชาวบ้าน บ้านห้วยน้ำใส อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 28 คน (จำนวนผู้เข้าร่วมอบรมกับโครงการส่งเสริมการใช้หญ้าแฝก)

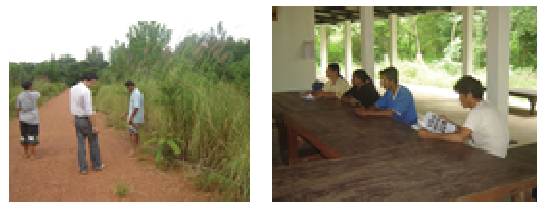
ศูนย์ศึกษาและพัฒนาเขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นแหล่งของการส่งเสริมการเพาะปลูกหญ้าแฝกร่วมกับพืชเศรษฐกิจหลัก เป็นพืชที่ใช้ในการปรับปรุงดินให้กับกลุ่มชุมชนที่ปลูก โดยได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เช่น บริษัท ปตท. จำกัด มหาชน ผู้สนับสนุนทุนการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากหญ้าแฝกและการส่งเสริมการปลูกหญ้าแฝก

4. ผลการวิจัย

พบว่าปริมาณสำรองของตัวหญ้าแฝกนั้นมีจำนวน 5 แปลงปลูกภายในหมู่บ้านห้วยน้ำใส อ.สนามชัยเขต จ.ฉะเชิงเทรา เป็นการเพาะปลูกตามริมห้วยและบ่อน้ำสาธารณะของหมู่บ้านหรือบริเวณหลักเมืองที่เคารพหมู่บ้าน

4.1 ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

เป็นขั้นตอนการลงพื้นที่เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานและสำรวจวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของกลุ่มชาวบ้านในตำบลห้วยน้ำใส อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา



รูปที่ 1 ร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับตัวแทนชุมชนบ้านห้วยน้ำใส

การเพาะปลูกเป็นการแยกกอและเหง้าของหญ้าแฝกจากแปลงหลักที่ปลูกตามริมสระน้ำสาธารณะของหมู่บ้าน โดยนำไปปลูกตามไร่ผลไม้ซึ่งจะปลูกแซมตามร่องปลูก มีปริมาณ 3-4 ไร่ ในการประชุมที่ศาลามูลนิธิฉะเชิงเทราเพื่อการพัฒนา มีกลุ่มชาวบ้านจำนวน 6 คน ร่วมประชุมและระดมความคิดเห็นกระบวนการใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝกและการเก็บเกี่ยวหญ้าแฝก ลักษณะการปลูกของชุมชนจะคัดเลือกกล้าที่มีคุณภาพ โดยทั่วไปเป็นกล้าที่มีอายุ 45 ถึง 60 วัน เมื่อนำกล้าที่แข็งแรงมาปลูกก็จะได้แนวรั้วหญ้าแฝกที่มีการเจริญเติบโตแข็งแรงอย่างสม่ำเสมอ การปลูกหญ้าแฝกในช่วงต้นฤดูฝนจะเหมาะสมที่สุด สภาพของดินที่ปลูกในช่วงต้นฤดูฝนจะมีความชุ่มชื้นสูงติดต่อกันมากกว่า 15 วันขึ้นไป ในส่วนการตัดใบจะตัดในช่วงต้นฤดูฝนโดยตัดใบหญ้าแฝกให้สั้นสูงจากพื้นผิว 5 เซนติเมตร เพื่อให้เกิดการแตกหน่อใหม่ และกำจัดหน่อแก่ที่แห้งตาย ในช่วงกลางฤดูฝนจะทำการเกี่ยว ใบสูงไม่ต่ำกว่า 45 เซนติเมตร เพื่อให้มีแนวกอที่หนาแน่นในการรับแรงปะทะของน้ำไหลบ่าและในช่วงปลายฤดูฝนเกี่ยวใบให้สั้น 5 เซนติเมตรอีกครั้งเพื่อให้หญ้าแฝกแตกใบเขียว

4.2 ผลการพัฒนากระบวนการผลิต

สามารถจัดแบ่งกระบวนการผลิตวัสดุไม้เทียมจากหญ้าแฝกร่วมกับขยะพลาสติก จำนวน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ก. ขั้นตอนการลอกเยื่อหญ้าแฝกให้เป็นเยื่อวัสดุทดแทนไม้ เพื่อทดสอบความเหมาะสมแต่ละช่วงเวลา ดังนี้

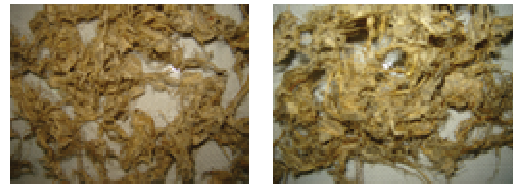
- ส่วนยอดและใบหญ้าแฝก มีคุณลักษณะทางกายภาพอ่อนที่สุดและถือว่ามีคุณค่าในการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้

- ส่วนกลางลำต้นหญ้าแฝก มีคุณลักษณะทางกายภาพสำคัญในการนำไปพัฒนาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้ ซึ่งถือว่ามียุทธศาสตร์ภาพในการแปรรูปมากที่สุด

- ส่วนโคนต้นหญ้าแฝกมีคุณลักษณะทางกายภาพที่ไม่มีการนำไปใช้งานถือว่ามียุทธศาสตร์ภาพสำหรับการแปรรูป

จะใช้กระบวนการต้มลอกเยื่อที่มีส่วนประกอบ คือ โซดาไฟ 5% น้ำเปล่า 95% และเกลือ นำมาต้มด้วยไฟปานกลางจะใช้ระยะเวลาการต้มเพื่อลอกเยื่อแตกต่างกันในการพิจารณาหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการต้มเพื่อให้เยื่อมีคุณลักษณะที่เหมาะสมในการนำมาสร้างสรรคเป็นผลิตภัณฑ์มากที่สุด

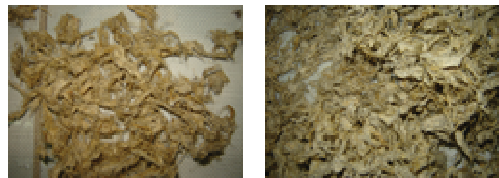
ส่วนของเส้นใยที่ได้จากหญ้าแฝกนั้นจะให้เยื่อของเส้นใยที่ได้มีความละเอียดสูงที่สุดและมีความเหมาะสมในการนำมาใช้สร้างผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมแต่ตัวเนื้อเยื่อของเส้นใยที่ได้นั้นจะให้เส้นใยที่น้อยกว่าปกติเมื่อเทียบกับน้ำหนัก ควรมีการใช้ระบบการปั่นละเอียดทำการปั่นผสมระหว่างเส้นใยจากหญ้าแฝกส่วนต่างๆ เพื่อทำการผสมเนื้อของเส้นใยเข้าด้วยกันแล้วทำการต้มลอกขึ้นรูปแบบแผ่นในรูปแบบต่างๆ เพื่อดูเนื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นชิ้นงานต้นแบบที่ได้และทดลองกระบวนการขึ้นรูปในแบบต่างๆ



รูปที่ 2 ต้มลอกเยื่อระยะเวลา 10 , 20 นาที

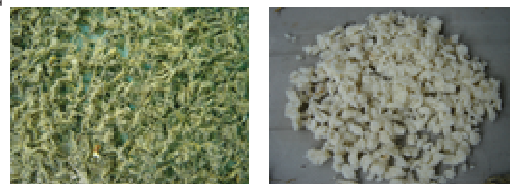


รูปที่ 3 ต้มลอกเยื่อระยะเวลา 30 , 40 นาที



รูปที่ 4 ต้มลอกเยื่อระยะเวลา 50 , 60 นาที

กรรมวิธีการลอกสีเส้นใยโซเดียมไฮโปคลอไรด์แช่เยื่อวัสดุทดแทนไม้ประมาณ 24 ชั่วโมง จากนั้นล้างด้วยน้ำเปล่า



รูปที่ 5 ลักษณะเยื่อที่ตากแห้งและทำสีเส้น

โดยสีเยื่อวัสดุทดแทนไม้ที่ได้เป็นสีขาวใส หากต้องการเพิ่มสีลงในเนื้อวัสดุใช้การต้มเพื่อย้อมสี ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้สีต่างๆได้ เช่น สีย้อมกกหรือฝอยหรือสีที่มีในท้องตลาด

ตารางที่ 1 ทดสอบเวลาต้มลอกเยื่อหญ้าแฝก

เวลา	ผลการทดลองที่ได้
10 นาที	ตัวเยื่อไม่สมบูรณ์มีส่วนที่แข็งอยู่ในส่วนของเปลือกที่มีความแข็งแต่ในส่วนของใบนั้นเริ่มลอก
20 นาที	ตัวเยื่อมีการลอกตัวในส่วนกลางลำต้นแต่ในส่วนโคนต้นนั้นยังไม่มีการลอกตัวมีความแข็ง
30 นาที	ตัวเยื่อลอกตัวอย่างสมบูรณ์ในส่วนโคนและกลางลำต้นในส่วนโคนมีความแข็งตัวของเยื่อ
40 นาที	ตัวเยื่อที่ได้นั้นลอกตัวอย่างสมบูรณ์แบบแล้วเยื่อเริ่มลอกตัวครบทุกส่วนทั้งใบ, ลำต้น, โคนต้น แต่มีความแข็งของเยื่อบ้าง
50 นาที	ตัวเยื่อที่ได้นั้นลอกเยื่ออย่างสมบูรณ์ตัวเยื่ออ่อนนุ่มเหมาะสมแก่การนำไปใช้เพื่อนำไปปั่นย่อยเพื่อใช้งานในการขึ้นรูปแบบลอยตัวอิสระ
60 นาที	ตัวเยื่อที่ได้นั้นมีความละเอียดและเล็กมากเกินไปจนตัวเยื่อที่ได้ส่วนมากจะเสียไปกับการกรองและตัวเยื่อเมื่อตากแห้งจะมีขนาดเล็ก

พบว่าใช้ระยะเวลาที่ 50 นาที กับใบหญ้าแฝกที่นำส่วนทุกส่วนมาใช้เนื่องจากช่วงระยะเวลานี้จะให้เยื่อที่มีความเหมาะสมและมีความสมบูรณ์ของเยื่อวัสดุทดแทนไม้ที่ได้

ตารางที่ 2 ขั้นตอนการทดลองขึ้นรูป

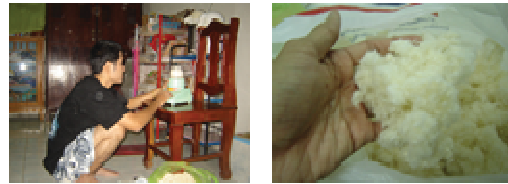
ตัวประสาน	ขั้นตอนการประสานเยื่อ	หดตัว
(ไม่ประสาน)	นำเยื่อเปียกมาวัดแล้วอัดในแม่พิมพ์แล้วตากให้แห้งและแกะออกจากแม่พิมพ์	75%
(กาวลาเทค)	นำเยื่อที่ขึ้นมานั้นปั่นละเอียดผสมกาวลาเทคประมาณ 50% แล้วอัดลงแม่พิมพ์ ทิ้งไว้ให้แห้ง	55%

ตารางที่ 2 ขั้นตอนการทดลองขึ้นรูป		
ตัวประสาน	ขั้นตอนการประสานเยื่อ	หัตถ์
(กาวแป้งเปียก) 	นำเยื่อมาปั่นละเอียดนำไปคลุกเคล้ากับกาวแป้งเปียกปริมาณ 50% แล้วอัดลงแม่พิมพ์ทิ้งไว้ให้แห้ง	65%
(พลาสติก PS) 	นำเยื่อย้อมสีแล้วคลุกกับพลาสติก PS แบบขาวขุ่นที่แช่ในตัวทำละลาย (น้ำมันเบนซิน) เป็นเวลา 6 ชั่วโมง อัดพิมพ์ทิ้งไว้ให้แห้ง	12%
(ขูดยาคุลท์ PS) 	นำเยื่อย้อมสีแล้วคลุกเคล้ากับพลาสติกขูดยาคุลท์ ที่แช่ในตัวทำละลาย (น้ำมันเบนซิน) เป็นเวลา 5 ชั่วโมง แล้วอัดลงในแม่พิมพ์	15%
(PSขาว+เยื่อไม้ฟอกขาวปั่น) 	มีความละเอียดสวยงามขึ้นมีสีขาวมุก สว่างตลอดได้ง่าย เยื่อไม้มีการกระจายตัวสม่ำเสมอเนื่องจากมีการนำเยื่อไม้ไปปั่นละเอียดก่อนการคลุกเคล้ากับพลาสติกซึ่งขึ้นงานที่ได้สมบูรณ์ มีความแข็งแรง	15%
(พลาสติกขูดยาคุลท์ PS ชนิดใส และเยื่อไม้ย้อมสีแบบปั่น) 	มีความละเอียดสวยงามขึ้นงาน มีสีสันสวยงามตามการย้อมสีเยื่อ เช่น เขียว แดง และมีการปรากฏของลวดลายสูง การจับตัวของเยื่อกระจายตัวสม่ำเสมอ เนื่องจากนำเยื่อไม้ไปปั่นละเอียดก่อนการคลุกเคล้ากับพลาสติก	12%

การขึ้นรูปทรงอิสระอาศัยตัวประสานทำให้ขึ้นงานคงตัว ระยะเวลาแห้ง 3-4 ชั่วโมง สามารถสรุป 2 แนวทาง ดังนี้

- (1) รูปทรงอิสระแบบสีขาวมีการใช้พลาสติก PS แห้งสลาย 6 ชั่วโมง จำนวน 30 กรัม ต่อเยื่อไม้ละเอียด 10 กรัม
- (2) รูปทรงอิสระแบบสีใช้พลาสติก PS ชนิดใสของขูดยาคุลท์หรือแก้วพลาสติกแห้งสลาย (เบนซิน) 5 ชั่วโมง จำนวน 30 กรัมต่อ เยื่อไม้ละเอียดแล้ว 10 กรัม

ข. กระบวนการปั่นเยื่อ เป็นการปั่นเยื่อให้มีลักษณะเส้นใยขนาดเล็กเป็นใยไม่มีเส้นใยที่ละเอียดคล้ายปุยฝุ่น โดยใช้เส้นใยหญ้าแฝก มาปั่นละเอียดด้วยเครื่องปั่นอุตสาหกรรม



รูปที่ 6 กระบวนการปั่นเยื่อละเอียด

ค. การย่อยวัสดุพลาสติกประสาน เศษขยะในท้องถิ่นประเภท PS เช่น แก้วน้ำดื่มพลาสติก ถ้วยไอศกรีม ขวดยาคุลท์ ย่อยให้มีขนาด 1 เซนติเมตร เพื่อให้ไขมันเบนซินสามารถละลายพลาสติกได้

ง. กระบวนการแช่พลาสติก PS ที่ผ่านการย่อยเป็นชิ้นเล็กแล้วแช่นำลงไปแช่ในตัวทำละลาย คือ น้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ น้ำมันดีเซล

ตารางที่ 3 ทดสอบเวลาการละลายตัวกาว

น้ำมันเบนซิน	
การทำละลาย	ระยะเวลาการแข็งตัววัสดุ
ละลายพลาสติกเร็ว	ใช้เวลาประมาณ ½ - 1 วัน ใน
ใช้เวลา 5-6 ชั่วโมง	การทำให้พลาสติกแข็งตัว
ทินเนอร์	
การทำละลาย	ระยะเวลาการแข็งตัววัสดุ
ละลายพลาสติกเร็ว	ใช้เวลาประมาณ ½ - 1 วัน
ใช้เวลา 1 วัน	ในการทำให้พลาสติกแข็งตัว
น้ำมันดีเซล	
การทำละลาย	ระยะเวลาการแข็งตัววัสดุ
ละลายพลาสติกปานกลาง	ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน
ใช้เวลา 1 ½ วัน	ในการทำให้พลาสติกแข็งตัว

จากกระบวนการผลิตผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวกรรม เห็นว่าเหมาะสมในการนำน้ำมันเบนซินมาเป็นตัวทำละลายสำหรับย่อยสลายขยะพลาสติกประเภท PS ให้เป็นกาวเหลว ซึ่งจะสามารถย่อยได้รวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น



รูปที่ 7 ย่อยกาวด้วยตัวทำละลายต่างๆ

จ. การคลุกเยื่อไม้เข้ากับกาวประสาน เป็นการคลุกเคล้ากาวประสานเข้ากับเยื่อไม้ ที่ปั่นเยื่อให้ละเอียด โดยการคลุกเคล้านวดเพื่อให้กาวประสานและเยื่อไม้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน มีลักษณะคล้ายดินน้ำมัน เมื่อทำการกดอัดลงในแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์จะได้ลวดลายละเอียดสวยงามและมี

เนื้อวัสดุที่เนียนมีความนุ่มสามารถที่จะปั้นขึ้นรูปตามแม่พิมพ์
ปูนพลาสติกได้อย่างเหมาะสม



รูปที่ 8 คลุกเคล้าเนื้อไม้กับกาวประสาน

ฉ. กระบวนการอัดเยื่อ ที่คลุกกาวประสานนำเยื่อแผลก
คลุกกาวประสานอัดในบล็อกขึ้นรูปปูนพลาสติก ซึ่งใช้เป็น
บล็อกแบบแยกชิ้น อัดเยื่อลงไปคล้ายการขึ้นรูปแบบกดพิมพ์



รูปที่ 9 คลุกเคล้าเนื้อไม้กับกาวประสาน

ช. กระบวนการฟึงและฟึงแดด เป็นการฟึงแดดให้
แห้งก่อนทำการแกะบล็อกขึ้นรูปออก โดยอัดทิ้งไว้ประมาณ
2-3 วันเมื่อแห้งดีทำการแกะแม่พิมพ์ออกฟึงแดดเพื่อใหกลิ่น
น้ำมันเบนซินระเหยประมาณ 5-7 วัน

ซ. การคัดเลือกรูปแบบเพื่อการผลิต โดยคัดเลือก
รูปแบบ ตามหลักการออกแบบร่วมกับการประยุกต์ “การ
กระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ QFD” หรือหลักการ Quality
Function Deployment มาร่วมประยุกต์ใช้ในการ
ออกแบบผลิตภัณฑ์ [3]



รูปที่ 10 Quality Function Deployment

ญ. การสาธิตเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ด้านกระบวนการ
ผลิตรูปแบบใหม่กับกลุ่มชาวบ้าน โดยถ่ายทอดองค์ความรู้ด้วย
วิธีการสาธิตด้วยสื่อของจริง ให้ชุมชนสามารถรับรู้และปฏิบัติ
กระบวนการที่พัฒนาใหม่ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งมีกลุ่มชาวบ้าน
เข้าร่วมเรียนรู้จำนวน 28 คน



รูปที่ 11 สาธิตกระบวนการผลิต (ภาคปฏิบัติต่อกลุ่มชาวบ้าน)

ขั้นตอนการสาธิตกระบวนการผลิตเยื่อไม้เพื่อผลิตเป็นวัสดุ
ทดแทนไม้รูปแบบใหม่ให้กลุ่มชาวบ้านได้เรียนรู้และทดลอง
ผลิต ทำการสรุปเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์เก้าอี้นั่งเล่นขนาดเล็ก
จำนวน 2 รูปแบบ , โคมไฟตั้งโต๊ะ



รูปที่ 12 นำเสนอผลงานวิจัยต่อคณะผู้ทรงคุณวุฒิ
สายงานวิจัยจากบริษัท ปตท.จำกัด มหาชน (ผู้สนับสนุนทุนวิจัย)

วัสดุพลาสติกประกอบเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติที่เด่นชัดใน
ส่วนของนำมาใช้งานอีกทั้งยังสามารถใช้ทดแทนวัสดุอื่นๆ
ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [4] จึงนำมาพิจารณาเป็นตัวประสาน
เพื่อใช้งานร่วมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ



รูปที่ 13 ผลงานที่พัฒนากระบวนการใหม่

ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ที่ได้จากวัสดุธรรมชาติที่ควรมี
การพิจารณาใช้สีสันทนธรรมชาติในส่วนเครื่องเรือน [5] ที่
เป็นประเภทเก้าอี้ขนาดเล็กโดยไม่มีการทำสีสันทนและมี
ส่วนประกอบของเก้าอี้ที่เรียบง่าย 70

การพัฒนาโคมไฟสำหรับตกแต่งบ้านพักอาศัย ใช้วัสดุ
ทดแทนไม้จากหญ้าแฝกที่ผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปแบบ
อิสระและประกอบกับตัวโคมไฟเพื่อสร้างมูลค่าให้กับตัว
ชิ้นงานผลิตภัณฑ์จากวัสดุทดแทนไม้หญ้าแฝกที่พัฒนาใหม่



รูปที่ 14 ผลงานจากหญ้าแฝกที่พัฒนาใหม่

วิจัยขั้นสุดท้ายบรรยายสรุปผลโครงการถ่ายทอดความรู้ โดยกลุ่มตัวอย่างใช้แบบแผนการทดลองพื้นฐานจากหน่วยการทดลองเพื่อศึกษาผลที่ได้รับ [6] ซึ่งการประเมินผลของความพึงพอใจกลุ่มชุมชนที่เป็นเกษตรกรร่วมกับคณะผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อกระบวนการผลิตหญ้าแฝกที่พัฒนาใหม่



รูปที่ 15 การนำเสนอสรุปผลการถ่ายทอดกระบวนการที่พัฒนาใหม่ กลุ่มนักวิชาการจากบริษัท ปตท.จำกัด มหาชน จำนวน 6 ท่าน

4.3 นำเสนอผลวิจัยและพัฒนาต่อชุมชน ถ่ายทอดเทคโนโลยีต่อชาวบ้านในพื้นที่ชุมชนรอบศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตามโครงการส่งเสริมบุคลากรด้านงานศิลปาชีพ ราษฎรและวิสาหกิจชุมชนที่มีความสามารถหัตถศิลป์และหัตถกรรมในจังหวัดฉะเชิงเทรา



รูปที่ 16 อบรมเชิงปฏิบัติการความรู้สู่ชุมชนในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ถ่ายทอดเทคโนโลยีการประยุกต์ใช้งานกระบวนการแปรรูปหญ้าแฝก ตามหลักสูตร “การพัฒนาบุคลากรด้านงานช่างหัตถศิลป์” ภายใต้โครงการพัฒนาครูผู้สอนในมูลนิธิศิลปาชีพ และโครงการพระราชดำริ วันที่ 20 – 22 พฤษภาคม 2557 ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

4.4 เปรียบเทียบต้นทุน ในการผลิตวัสดุไม้เทียมแบบใหม่ และแบบเก่า เป็นการเปรียบเทียบราคาจากกระบวนการผลิต



รูปที่ 17 กลุ่มชุมชนทดลองใช้กระบวนการประยุกต์ใช้งานแฝก

วัสดุไม้เทียมโดยทำการแยกราคาตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการผลิตจนถึงการนำออกสู่ตลาดโดยสามารถแยกได้ ดังนี้

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบต้นทุนกระบวนการผลิตที่พัฒนาใหม่

กระบวนการในการผลิต	ราคาต้นทุนในการผลิต / แผ่น / การขึ้นรูป ขนาด 120X60 ซม.	
	วัสดุไม้เทียมผลิตด้วยกรรมวิธีที่พัฒนาใหม่	วัสดุไม้เทียมผลิตด้วยกรรมวิธีแบบเก่า
ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ (เยื่อไม้เทียมจากหญ้าแฝก)	ก. การลอกเยื่อ 90 บาท ข. การทำสีสัน 50 บาท ค. ค่าแรงงาน 50 บาท ง. วัตถุดิบ(แฝก) 0 บาท	ก. ย่อยเยื่อ 20 บาท ข. ค่าวัตถุดิบ(แฝก) 0 บาท
ขั้นตอนการอัด(กาวประสาน)	ก. กาวประสาน (ขยะPS) 0 บาท ข. ค่าแรงงาน 0 บาท	ก. กาวประสานสังเคราะห์ 200 บาท ข. อัดด้วยเครื่องต่อแผ่นมาตรฐาน 200 บาท
ต้นทุน	190 บาท	420 บาท

จากการสรุปค่าใช้จ่ายในกระบวนการแปรรูปหญ้าแฝกเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการขึ้นรูปอิสระในการประยุกต์ใช้สร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์นั้นต้นทุนการผลิตที่ถูกกว่ากระบวนการที่ใช้กาวประสานเป็นกาวไอโซไซยานต 2 เท่า

4.5 ผลค่าคุณสมบัติรายด้าน เป็นการศึกษาค่าคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุไม้เทียมโดยใช้มาตรฐานการประเมินตามมาตรฐานการทดสอบวัสดุไม้เทียม

ตารางที่ 5 คุณสมบัติรายด้านการประเมินวัสดุไม้เทียมจากแผ่นร่วมกับขยะพลาสติก

คุณสมบัติการประเมิน	แผ่นวัสดุไม้เทียมจากหญ้าแผ่นร่วมกับขยะพลาสติกที่พัฒนา
คุณสมบัติการขึ้นน้ำ	(10.05%) มีค่าขึ้นน้ำน้อยกว่าไม้อัดแบบปกติมีความแข็งแรงและทนทานการขึ้นน้ำได้ด้วยการแช่น้ำ 24 ชม.
คุณสมบัติการรับแรงดัด	(6.73 Mpa) มีความต้านทานแรงดัดน้อยกว่าปกติเนื่องจากเส้นใยแผ่นเล็กและสั้นเนื่องจากการลอกเยื่อ
คุณสมบัติความชื้น	(5.94%) มีความชื้นน้อยและสามารถคายความชื้นได้เร็วเนื่องจากตัวของเส้นใยมีความเล็กและสั้น
คุณสมบัติความแข็งแรง	(219.85 MPa) มีความแข็งแรงเนื่องจากตัวเส้นใยที่ใช้ในการอัดนั้นมีการประสานตัวกันได้หนาแน่นมากกว่า
คุณสมบัติการรับแรงกดกระแทก	(2,551.49 N) มีค่าความแข็งแรงของพื้นผิวที่สูง เนื่องจากใช้เยื่อวัสดุทดแทนไม้ที่มีขนาดเล็กทำให้กระบวนการอัดมีคุณภาพ

วัสดุไม้เทียมจากแผ่นร่วมกับขยะพลาสติกมีคุณสมบัติทางด้านความแข็งแรงในการรับแรงกดกระแทกและคุณสมบัติการขึ้นน้ำมีมาตรฐานที่ดี แต่คุณสมบัติรับแรงดัดเฉือนและคุณสมบัติการรับแรงดัด มีมาตรฐานที่ต่ำ

4.6 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ของกระบวนการผลิตวัสดุไม้เทียมร่วมกับขยะพลาสติก โดยพบปัญหาในกระบวนการลอกเยื่อ ปัญหาการลอกเยื่อซึ่งจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมควรนำเทคโนโลยีการต้มด้วยหม้ออัดแรงดันเข้ามาร่วมใช้งานในกระบวนการผลิตลอกเยื่อไม้ และสามารถประหยัดพลังงานในการต้มได้ หรือใช้กรรมวิธีการนำโซดาไฟที่ต้มแล้วนำกลับมาใช้งานใหม่โดยใช้ตัวหม้อต้มเป็นระบบปิดมีหอกลั่นเพื่อที่จะแยกสารที่เหลือต้มครั้งต่อไป

5. ผลการวิจัย

5.1 ประเมินความพึงพอใจกลุ่มชาวบ้านชุมชนในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริและผู้ทรงคุณวุฒิ n=6

ตารางที่ 6 ผลประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใหม่ (n=6)

ความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่ใช้กระบวนการผลิตใหม่	ผลการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. การประเมินพึงพอใจผลิตภัณฑ์ด้านความสวยงาม	4.33	0.52	มาก
2. การประเมินพึงพอใจด้านความมีเอกลักษณ์วัสดุ	4.83	0.41	มากที่สุด
3. การประเมินความพึงพอใจผู้ทรงคุณวุฒิต่อกระบวนการผลิต	4.67	0.52	มากที่สุด

สรุป เกณฑ์ประเมินความพึงพอใจผลิตภัณฑ์ด้านความสวยงาม มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X}=4.33, S.D.=0.52$) เกณฑ์ประเมินความพึงพอใจด้านความมีเอกลักษณ์ของวัสดุสื่อสาร

ตัวเด่นชัดเจน มีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}=4.83, S.D.=0.41$) เกณฑ์ประเมินความพึงพอใจผู้ทรงคุณวุฒิต่อกระบวนการผลิตมีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}=4.67, S.D.=0.52$)

5.2 ประเมินค่าความพึงพอใจกลุ่มชุมชนที่มีต่อการถ่ายทอดความรู้เพื่อการต่อยอดทางความคิด (n=28)

เป็นขั้นตอนกระบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับชุมชนบ้านห้วยน้ำใส อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา เพื่อสร้างการเรียนรู้และส่งเสริมให้ชุมชนเห็นประโยชน์ของการเพาะปลูกหญ้าแฝกในพื้นที่เกษตรกรรมร่วมกับการนำเศษขยะพลาสติกที่มีในพื้นที่มาประยุกต์ใช้งานเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจได้อย่างเหมาะสมกับศักยภาพของชุมชน

ตารางที่ 7 ผลการประเมินค่าความพึงพอใจต่อการถ่ายทอดความรู้สู่ชุมชน (n=28)

ความพึงพอใจที่มีต่อกระบวนการผลิตที่พัฒนาใหม่ (ถ่ายทอด)	ผลประเมินค่าความพึงพอใจ		
	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. ด้านผลการต่อยอดทางความคิดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์	4.16	0.36	มาก
2. ด้านความง่ายในการที่ชาวบ้านจะสามารถนำไปใช้งานจริง	4.09	0.42	มาก
3. ด้านการสื่อสารและอุปกรณ์ที่ถ่ายทอดเผยแพร่ให้กับกลุ่มชุมชน	4.41	0.33	มาก

สรุปว่า ด้านผลการต่อยอดทางความคิดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X}=4.16, S.D.=0.36$) ด้านความง่ายในการที่ชาวบ้านจะสามารถนำไปใช้งานจริง มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X}=4.09, S.D.=0.42$) ด้านการสื่อสารและอุปกรณ์ที่ถ่ายทอดเผยแพร่ให้กับกลุ่มชุมชน มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X}=4.41, S.D.=0.33$)

6. การอภิปรายผล

ผลการศึกษาทางด้านระดับของความพึงพอใจเกษตรกรและผู้ทรงคุณวุฒิ ในส่วนของความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่ใช้กระบวนการผลิตใหม่มีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งมีความสอดคล้องกับหลักการการออกแบบของ ทรงวุฒิ เอกวุฒิงศา [7] ที่กล่าวว่าวิธีการคิดอย่างมีระบบของนักออกแบบ (Systematic Method for Designers) ต้องอาศัยการพิจารณาปัญหาและการแก้ปัญหา โดยอาศัยขั้นตอน 5 ขั้นตอน คือ ธรรมชาติการออกแบบ สรุปเนื้อหาในวิธีการการตรวจสอบเพื่อความชัดเจน การสร้างสรรค์ ภาระของนักออกแบบ ซึ่งลักษณะการพัฒนาระบบการผลิตจนถึงกระบวนการผลิตนั้นต้องอาศัยกระบวนการที่สามารถพัฒนาการออกแบบได้ชัดเจนและตอบสนองผู้บริโภคได้ ในส่วนผลพึงพอใจที่มีต่อกระบวนการผลิตใหม่ในส่วนของ การถ่ายทอดความรู้สู่ชุมชน [8] มีความเหมาะสมมาก ซึ่งมีความ

พึงพอใจด้านการสื่อสารและอุปกรณ์ที่ ถ่ายทอดเผยแพร่ให้กับ
กลุ่มชุมชนที่ใช้กระบวนการพัฒนาใหม่ อีกทั้งมีการร่วมแสดง
ความคิดเห็นในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากหญ้าแฝกจริง

7. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝก ควรมี
การจัดทำแผนการส่งเสริมการเพาะปลูกและความรู้ให้กลุ่ม
ชุมชนอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังต้องมีการพัฒนาและรณรงค์การ
ใช้หญ้าแฝก ในด้านต่างๆ เช่นด้าน รูปแบบการรณรงค์ส่งเสริม
การเพาะปลูก ด้านความสนใจในการเข้าร่วมกลุ่มของชุมชน
ด้านการมีบทบาทร่วมกันของคนในชุมชน เพื่อให้เกิดการ
พัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืนทั้งวิถีชีวิตและเศรษฐกิจภายในชุมชน

การนำกระบวนการวิจัยพัฒนาการใช้ประโยชน์จากหญ้า
แฝกร่วมกับเศษขยะพลาสติกนี้สามารถถ่ายทอดให้กับกลุ่ม
ชุมชนในพื้นที่ตัวอย่างได้อย่างเหมาะสมและมีความคุ้มค่าทาง
เศรษฐกิจสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้งานเพื่อสร้างสรรค์
ผลิตภัณฑ์กลุ่มอาชีพชุมชน เนื่องจากไม่ต้องอาศัยทักษะฝีมือ
มากนักและเป็นกระบวนการที่พัฒนาขึ้นมาจากศักยภาพของ
ชุมชนเองเป็นผู้ร่วมพัฒนากระบวนการ และมีการถ่ายทอดกัน
โดยมีโครงการฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดและเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ

เอกสารอ้างอิง

- [1] กลุ่มบัณฑิตเกษตรก้าวหน้า. 2534.
เทคนิคเกษตร. กรุงเทพฯ : ชูติมาการพิมพ์.
- [2] กรมส่งเสริมการเกษตร. 2540. **วารสารผลผลิตไม่ผล
ทางการเกษตร**. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตร.
- [3] มณฑลลี ศาสนนันท์. 2550. **การออกแบบผลิตภัณฑ์
เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรมและวิศวกรรมย้อนรอย**.
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [4] พงศ์พันธุ์ วรสุนทรโรสด. 2532. **วัสดุก่อสร้าง**.
กรุงเทพฯ : เอช-เอ็น การพิมพ์.
- [5] อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2540. **การออกแบบ
เฟอร์นิเจอร์**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- [6] เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม. 2555. **แบบแผนการทดลอง
แบบสุ่มสมบูรณ์**. **วารสารเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม**.
11(2), น.193-195.
- [7] ทรงวุฒิ เอกวุฒิจวงศา. 2557. **หลักการคิด
วิเคราะห์เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์**.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ มิน เซอร์วิซ ซีพพลาย จำกัด.
- [8] อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549. **เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.