

## การใช้หญ้าแฝกเพื่อเป็นแหล่งของใยอาหาร

## Using Vetiver Grass as a Source of Food Fiber

นางสาวสุวีรา สกุลวงษ์ \* อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ดวงพร แก้วศิริ \*\*

Miss. Suveera Sakulvong; Major Thesis advisor: Associate Professor. Duangporn Kaewsiri

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาวิธีการที่ง่ายในการเตรียมใยอาหารจากหญ้าแฝกโดยปราศจากซิลิกา เป็นพื้นฐานในการศึกษาการนำหญ้าแฝกมาใช้ประโยชน์ในด้านอาหารและโภชนาการ วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของผลผลิตที่ได้ โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบในหญ้าแฝกหอม 3 สายพันธุ์ ได้แก่ กำแพงเพชร 2, ศรีลังกาและสุราษฎร์ธานี พบว่า หญ้าแฝกหอมทั้ง 3 สายพันธุ์มีสมบัติทางกายภาพและเคมีไม่แตกต่างกัน จากนั้น ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการผลิตใยอาหารด้วยสารละลาย 3 ชนิด ได้แก่ 95% ethanol, 5% และ 10% hydrochloric (HCl), 0.5 M และ 1 M sodium hydroxide (NaOH) พบว่า ใยอาหารที่ได้จากทุกกรรมวิธี มีปริมาณของใยอาหารรวม และใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำสูงขึ้น ส่วนใยอาหารชนิดละลายน้ำได้ต่ำลง ปริมาณซิลิกาในใยอาหารจากหญ้าแฝกที่ได้จากทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้น การใช้ 0.5 M และ 1 M NaOH ใยอาหารจากหญ้าแฝกที่ได้มีปริมาณซิลิกาสูงที่สุด และสูงขึ้นกว่าก่อนการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษา พบว่า กรรมวิธีดังกล่าวไม่สามารถเตรียมใยอาหารให้ปราศจากซิลิกาได้ สารละลายทั้งสามชนิด น่าจะสกัดเอาสารอาหารต่างๆ รวมถึงใยอาหารชนิดละลายน้ำได้ออกไปจากกากใยที่เหลืออยู่นี้ โดยเฉพาะสารละลาย NaOH มีความเป็นไปได้ที่จะนำไปศึกษาต่อถึงการนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารโดยปราศจากซิลิกาได้ ส่วนกากใยที่เหลืออยู่นั้น สามารถนำไปสกัดแยกเส้นใยและซิลิกา เพื่อนำไปใช้ในด้านของวัสดุทดแทนต่างๆ เป็นการเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์อื่นๆจากหญ้าแฝกได้อย่างสูงที่สุด

## Abstract

The purpose of this study was to investigate a simple method for preparation of dietary fiber from vetiver grass without silica which is an easy method. Three species of vetiver grass namely, Kamphaeng Petch 2, Srilanka and Surat Thani Species were examined. Dietary fiber was extracted with 95% ethanol, 5% and 10% hydrochloric, 0.5 M and 1 M sodium hydroxide. The physical and chemical properties of vetiver grass fiber were determined. The species of vetiver grass were not significant different on physical and chemical properties. Vetiver grass fiber from all extraction method had Total dietary fiber and Insoluble dietary fiber increased, while Soluble dietary fiber lower. There were no significant difference silica content between after and before fiber extraction. Except NaOH extraction materials that silica content was more than before extraction.

As a result, most of extraction materials were not extracted dietary fiber from vetiver grass but them removed, especially NaOH. There is a possibility that the vetiver grass fiber from NaOH extraction material can be used to study in food industry without silica. The residue of it can be used to extract its fiber and silica in order to use for substitute materials which can add value and get benefits from vetiver grass.

**Keywords:** Vetiver grass, Fiber, Silica

\* มหามบัณฑิต หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโภชนาการ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

email address apple-girls@hotmail.com

\*\* รองศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาโภชนาการ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล email address phdks@mahidol.ac.th

## บทนำ

หญ้าแฝกเป็นพืชที่มีประโยชน์ในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ช่วยให้ดินมีความชุ่มชื้นและรักษาหน้าดินเพื่อใช้สำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจ ซึ่งเกษตรกรสามารถดำเนินการได้เองและมีค่าใช้จ่ายน้อยมาก อันจะนำไปสู่การพัฒนาระบบเกษตรกรรมและเศรษฐกิจให้มีความมั่นคงและยั่งยืน ตลอดจนประโยชน์ด้านอื่นๆ อีกหลายประการ จึงเป็นพืชที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้พระราชทานพระราชดำริให้มีการดำเนินการศึกษา และนำไปปฏิบัติตั้งแต่ปีพ.ศ. 2534 จึงมีหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ร่วมรณรงค์ส่งเสริมและขยายผลให้ประชาชนปลูกหญ้าแฝกในพื้นที่ทั่วประเทศ

จากการศึกษา พบว่า คนไทยได้นำใบและรากหญ้าแฝกมาใช้ประโยชน์เป็นเวลานาน<sup>2-5</sup> เช่น การใช้ส่วนรากและใบเป็นเครื่องยาสมุนไพร วัสดุปลูกหลังคา เลี้ยงสัตว์ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการศึกษาที่จะนำใบและต้นของหญ้าแฝกมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ให้มากขึ้น เพื่อต้องการให้เกษตรกรเห็นความสำคัญ และยอมรับหญ้าแฝกมาปลูกเพื่อให้รากช่วยอนุรักษ์ดินและน้ำ และนำส่วนใบและต้นใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น การส่งเสริมอาชีพศิลปหัตถกรรมพื้นบ้าน และอุตสาหกรรมเส้นใยต่างๆ แต่ยังไม่พบการศึกษาในด้านของอาหารและโภชนาการ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ใบของหญ้าแฝกมีองค์ประกอบที่เป็นใยอาหารในปริมาณสูง<sup>6</sup> รวมทั้งมีสรรพคุณเป็นยาสมุนไพรในการรักษาโรค จึงควรนำมาศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์เป็นแหล่งของใยอาหาร เพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าของหญ้าแฝก นำไปสู่การสร้างอาชีพเสริมของเกษตรกร เป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน หรือการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ประจำตำบล ช่วยให้เกษตรกรไทยมีรายได้เพิ่มขึ้น กระตุ้นให้เกิดการคิดและเสริมสร้างภูมิปัญญาชาวบ้าน อีกทั้งเป็นการสนองพระราชดำริ ในการรณรงค์ส่งเสริมการปลูกและการใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝกอีกรูปแบบหนึ่ง

จากการทดลอง พบว่า ใบหญ้าแฝกสดมีความหยาบและค่อนข้างคม เมื่อนำมาแปรรูปด้วยวิธีการต่างๆ เช่น บดปั่นผสมน้ำ หรือตำ ไม่สามารถทำให้มีความละเอียดได้ ยกเว้นการรับประทาน เมื่อนำมาอบแห้งแล้วบด พบว่ามีความละเอียดและง่ายต่อการรับประทานมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ใบของหญ้าแฝกมีส่วนประกอบซิลิกา ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาวิธีการที่ง่ายในการผลิตใยอาหารจากหญ้าแฝก โดยปราศจากซิลิกา เพื่อเป็นพื้นฐานขั้นต้นในการศึกษา การใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝกในด้านอาหารและโภชนาการต่อไป

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการที่ง่ายในการเตรียมใยอาหารจากหญ้าแฝก โดยปราศจากซิลิกา
2. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแฝกและใยอาหารจากหญ้าแฝกที่ได้

## วิธีการดำเนินการวิจัย

รูปแบบการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาวิธีการเตรียมใยอาหารจากหญ้าแฝกโดยปราศจากซิลิกาด้วยวิธีที่ง่าย โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบในหญ้าแฝกหอมจำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กำแพงเพชร 2 เนื่องจากเป็นสายพันธุ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงที่สุด<sup>6-7</sup> สตรีลังกาและพันธุ์สุราษฎร์ธานี เนื่องจากเป็นสายพันธุ์ที่ได้รับความนิยมปลูกในประเทศไทย<sup>5</sup> จากกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ศูนย์อนุรักษ์ดินและน้ำ อำเภอลำปาง จังหวัดนครราชสีมา) โดยตัวอย่างหญ้าแฝกมีอายุการตัดที่ 4 สัปดาห์

### การเตรียมหญ้าแฝก

การเตรียมหญ้าแฝกด้วยวิธีการบดแห้ง ตัดหญ้าแฝกเป็นชิ้นประมาณ 1 ซม. นำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 °c นาน 8 ชม. จากนั้นนำไปบดแห้งด้วยเครื่องบดยา (รุ่น HK-04B รอบมอเตอร์ 25,000 RPM, หัวฟันส่วนจำกัด แมกตรอน เซล) นาน 30 วินาที ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช จากนั้นนำผงหญ้าแฝกที่ได้ไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี

### การเตรียมโยอาหารจากหญ้าแฝก

ทำการศึกษาเปรียบเทียบ วิธีการเตรียมโยอาหารจากหญ้าแฝก ด้วยสารละลาย 3 ชนิด ที่อัตราส่วน 1:4 (กรัมต่อมิลลิลิตร) ได้แก่ 95% ethanol, สารละลายไฮโดรคลอริก (5% HCl, 10% HCl) และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (0.5 M และ 1 M NaOH) ตามลำดับ

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างหญ้าแฝกปริมาณ 5 กรัม ใส่ในขวดก้นกลม เติมสารละลายดังกล่าวปริมาณ 200 มิลลิลิตร นำไปต้มให้เดือดที่อุณหภูมิ 80-90 °c ดังนี้

#### 1. 95% ethanol<sup>8-10</sup>

ต้มตัวอย่างหญ้าแฝกใน 95% ethanol โดยศึกษาเปรียบเทียบระหว่างหญ้าแฝกทั้ง 3 สายพันธุ์ ที่ระยะเวลา 2.5 ชม. และเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาในการต้มที่ 2.5 ชม. กับ 5 ชม. (เฉพาะสายพันธุ์กำแพงเพชร 2) จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง ถัดล้างกากใยที่ได้ด้วยน้ำกลั่นหลายครั้งจนสะอาด จากนั้นนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 °c นาน 12 ชม. เก็บไว้ให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักและจดบันทึก

#### 2. สารละลาย Hydrochloric

ต้มตัวอย่างหญ้าแฝก (เฉพาะสายพันธุ์กำแพงเพชร 2) ในสารละลาย Hydrochloric เป็นเวลา 1 ชม. โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง 5% HCl และ 10% HCl จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง ล้างกากใยที่ได้ด้วยน้ำกลั่นหลายครั้งจนมีค่า pH เป็นกลาง นำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 °c นาน 12 ชม. แล้วนำไปเก็บไว้ให้เย็นลงในเดสซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักและจดบันทึก

#### 3. สารละลาย Sodium hydroxide<sup>11</sup>

ต้มตัวอย่างหญ้าแฝก (เฉพาะสายพันธุ์กำแพงเพชร 2) ในสารละลาย Sodium hydroxide เป็นเวลา 1 ชม. โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง 0.5 M และ 1 M NaOH จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง ล้างกากใยที่ได้ด้วยน้ำกลั่นหลายครั้งจนมีค่า pH เป็นกลาง นำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 °c นาน 12 ชม. แล้วนำไปเก็บไว้ให้เย็นลงในเดสซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักและจดบันทึก

### การประเมินและการวิเคราะห์ผล

#### 1. การประเมินลักษณะทางกายภาพ ได้แก่

- การหาน้ำหนักของโยอาหารที่ได้ โดยการชั่งน้ำหนัก
- สี โดยวิธี Munsell Book
- ขนาด โดยการร่อนผ่านตะแกรง (50, 60, 70, 80, 100 เมช)

#### 2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ตามวิธีของ AOAC (1997)

- ความชื้น (Hot air oven)
- โปรตีน โดยวิธี Kjeldhal method
- ไขมัน (Soxhlet system)
- เถ้า (Muffle furnace)

- ปริมาณใยอาหารรวม, Soluble dietary fiber และ Insoluble dietary fiber โดยวิธี Enzymatic gravimetric method

### 3. การวิเคราะห์หาปริมาณซิลิกา

3.1 การตรวจวิเคราะห์ขั้นต้นด้วยกล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

3.2 การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณซิลิกา (Si) ด้วยวิธี Microwave Digestion และ Inductive Coupled Plasma (ICP) Spectrophotometer

4. ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Complete randomize design (CRD) ประเมินผลระหว่างค่า mean วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างด้วย Paired-T test, ANOVA และ Duncan's new multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม SPSS for windows version 11.5 ในการวิเคราะห์

## ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการศึกษา พบว่า ลักษณะทางกายภาพและเคมีของผงหญ้าแฝกทั้งสามสายพันธุ์ก่อนการทดลอง มีความคล้ายคลึงกัน ยกเว้น ปริมาณโปรตีนและเถ้าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 1 เมื่อนำมาต้มเพื่อผลิตใยอาหารด้วย 95% ethanol เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง พบว่า ใยอาหารที่ผลิตได้จากหญ้าแฝกทั้งสามสายพันธุ์มีสีคล้ำเข้มขึ้น และมีขนาดเล็กลง ดังแสดงในตารางที่ 2 ปริมาณใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ (IDF) และใยอาหารรวม (TDF) ในใยอาหารที่ผลิตได้จากทั้งหญ้าแฝกทั้ง 3 สายพันธุ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปริมาณใยอาหารชนิดละลายน้ำได้ (SDF) ลดลง ส่วนปริมาณซิลิกาในผลผลิตใยอาหารที่ได้จากหญ้าแฝกทั้งสามสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกัน และไม่แตกต่างกับก่อนการผลิต จากการศึกษาพบว่า สายพันธุ์กำแพงเพชร 2 ให้ปริมาณของใยอาหารที่ผลิตได้ (Yield) สูงที่สุดคือ ร้อยละ 81.03±0.61 ของน้ำหนักหญ้าแฝกก่อนการผลิต จึงเป็นเหตุผลในการเลือกหญ้าแฝกสายพันธุ์กำแพงเพชร 2 ในการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการผลิตใยอาหารด้วยสารละลายทั้ง 3 ชนิด

เมื่อนำผงหญ้าแฝก (เฉพาะสายพันธุ์กำแพงเพชร 2) มาศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการผลิตใยอาหารด้วย 95% ethanol ที่ระยะเวลา 2.5 และ 5 ชั่วโมง, 5% และ 10% HCl, 0.5 M และ 1 M NaOH ตามลำดับ พบว่า การผลิตด้วย 95% ethanol เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง ให้ปริมาณผลผลิตใยอาหารจากหญ้าแฝก สูงที่สุด โดยระยะเวลาการต้มที่มากขึ้น มีผลให้ปริมาณผลผลิตใยอาหารที่ได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือ การผลิตด้วย 5% และ 10% HCl ให้ปริมาณผลผลิตใยอาหารร้อยละ 52.56±0.53 และ 50.68±0.46 ส่วนการผลิตด้วย 0.5 M และ 1M NaOH ให้ปริมาณผลผลิตใยอาหารน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 39.18 ±1.00 และ 36.94 ±1.71 ของน้ำหนักหญ้าแฝกก่อนการผลิต ตามลำดับ โดยความเข้มข้นของสารละลายที่สูงขึ้นมีผลให้ปริมาณผลผลิตใยอาหารที่ได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 3 ผลผลิตใยอาหารที่ได้จากทุกวิธีจะมีสีคล้ำเข้มขึ้นและมีขนาดเล็กลง โดยผลผลิตใยอาหารที่ได้จากการต้มใน 10% HCl จะมีสีคล้ำเข้ม และมีขนาดเล็กที่สุด สมบัติทางกายภาพและเคมีของผลผลิตใยอาหารที่ได้จากหญ้าแฝก ดังแสดงในตารางที่ 3

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสารละลายที่ใช้ในการผลิต พบว่า ปริมาณ TDF และ IDF ในผลผลิตใยอาหารที่ได้จากหญ้าแฝกทั้ง 3 วิธี แตกต่างกันและสูงกว่าก่อนการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลผลิตใยอาหารที่ได้จากการผลิตด้วย 0.5 M NaOH มีปริมาณ TDF และ IDF มากที่สุด คือ ร้อยละ 92.72±0.31 และ 91.73±0.50 ของน้ำหนักใยอาหารที่ผลิตได้ ตามลำดับ ส่วนปริมาณ SDF ในผลผลิตใยอาหารที่ได้จากการผลิตทั้ง 3 วิธีน้อยกว่าก่อนการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณเถ้าในผลผลิตใยอาหารที่ได้ทั้ง 3 วิธีน้อยกว่าก่อนการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลผลิตใยอาหารที่ได้จาก 1 M NaOH มีปริมาณเถ้าที่น้อยที่สุด ระยะเวลาในการต้มและความเข้มข้นของสารละลายที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณเถ้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพและเคมีของหญ้าแฝก

| สมบัติ                   | สายพันธุ์   |            |              |
|--------------------------|-------------|------------|--------------|
|                          | กำแพงเพชร 2 | ศรีลังกา   | สุราษฎร์ธานี |
| ลักษณะทางกายภาพ          |             |            |              |
| สี                       | 7.5Y 6/4    | 7.5Y 6/4   | 2.5Y 6/4     |
| ขนาด                     | 297         | 297        | 297          |
| องค์ประกอบทางเคมี (%w/w) |             |            |              |
| Moisture                 | 1.61±0.04   | 1.50±0.04  | 1.52±0.09    |
| Fat                      | 0.72±0.05   | 0.74±0.10  | 0.70±0.01    |
| Protein                  | 3.92±0.05*  | 6.83±0.34* | 7.34±0.18*   |
| Ash                      | 7.29±0.39   | 7.64±0.08  | 6.60±0.13*   |
| Dietary fiber            |             |            |              |
| - TDF                    | 81.80±0.90  | 83.41±3.08 | 83.70±0.28   |
| - IDF                    | 79.22±0.74  | 80.96±3.04 | 81.21±0.67   |
| - SDF                    | 2.57±0.19   | 2.45±0.04  | 2.49±0.77    |
| Si                       | 18.00±3.66  | 18.36±3.27 | 23.11±1.88   |

<sup>1</sup> Data represented mean ± standard deviation (n = 3).<sup>2</sup> \* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางที่ 2 ปริมาณใยอาหารที่สกัดได้จากหญ้าแฝก

| สารละลาย    | ร้อยละของใยอาหารที่สกัดได้ |            |              |
|-------------|----------------------------|------------|--------------|
|             | กำแพงเพชร 2                | ศรีลังกา   | สุราษฎร์ธานี |
| 95% ethanol |                            |            |              |
| - 2 ½ ชม.   | 81.03±0.61*                | 79.77±2.38 | 80.26±1.55   |
| - 5 ชม.     | 80.10±1.06                 | -          | -            |
| HCl         |                            |            |              |
| - 5%        | 52.56±0.53*                | -          | -            |
| - 10%       | 50.68±0.46                 | -          | -            |
| NaOH        |                            |            |              |
| - 0.5 M     | 39.18±1.00*                | -          | -            |
| - 1 M       | 36.94±1.71                 | -          | -            |

\* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางที่ 3 สมบัติทางกายภาพและเคมีของไฮอาหารที่สกัดได้จากหญ้าแฝก (95% ethanol เป็นเวลา 2.5 ชม.)

| สมบัติ                   | สายพันธุ์   |            |              |
|--------------------------|-------------|------------|--------------|
|                          | กำแพงเพชร 2 | ศรีลังกา   | สุราษฎร์ธานี |
| ลักษณะทางกายภาพ          |             |            |              |
| สี                       | 5Y 6/6      | 5Y 6/4     | 2.5Y 7/4     |
| ขนาด                     | 250         | 250        | 250          |
| องค์ประกอบทางเคมี (%w/w) |             |            |              |
| Fat                      | 0.23±0.03   | 0.16±0.04  | 0.35±0.48    |
| Protein                  | 2.21±0.47   | 2.84±1.06  | 0.09±0.04*   |
| Ash                      | 4.17±0.05   | 3.81±0.13* | 5.05±0.09    |
| Dietary fiber            |             |            |              |
| - TDF                    | 87.83±1.34  | 89.12±0.91 | 91.75±1.53*  |
| - IDF                    | 86.81±1.24  | 88.34±0.72 | 90.89±1.39*  |
| - SDF                    | 1.02±0.10   | 0.79±0.22  | 0.86±0.16    |
| Si                       | 20.08±1.31  | 25.51±7.05 | 28.24±3.24   |

<sup>1</sup> Data represented mean ± standard deviation (n = 3).<sup>2</sup> \* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางที่ 4 สมบัติทางกายภาพทางเคมีของใยอาหารที่สกัดได้จากหญ้าแฝกเปรียบเทียบกับก่อนสกัด (กำแพงเพชร 2)

<sup>a</sup> แตกต่างกับก่อนสกัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

<sup>b</sup> แตกต่างกันเอง (ในสารละลายชนิดเดียวกัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อนำผลผลิตใยอาหารที่ได้จากหญ้าแฝกทั้ง 3 สายพันธุ์ และ 3 วิธี มาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณซิลิกาขั้นต้นด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า พบว่า ปริมาณซิลิกาตกลงอย่างเห็นได้ชัด แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธี Microwave Digestion และ Inductive Coupled Plasma Spectrophotometer พบว่า ปริมาณซิลิกาในใยอาหารที่ได้จากการผลิตด้วยสารละลายทั้ง 3 ชนิด ไม่แตกต่างกันและไม่แตกต่างจากก่อนการผลิต ยกเว้น ผลผลิตใยอาหารที่ผลิตได้จากหญ้าแฝกด้วยสารละลาย 0.5 M และ 1 M NaOH มีปริมาณซิลิกาสูงที่สุดและสูงกว่าก่อนการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ร้อยละ  $32.88 \pm 12.32$  และ  $42.24 \pm 1.14$  ของน้ำหนักใยอาหารที่ผลิตได้ ตามลำดับ โดย ความเข้มข้นของสารละลาย NaOH ที่สูงขึ้น มีผลให้ปริมาณซิลิกาในผลผลิตใยอาหารที่ผลิตได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย

การศึกษานี้พบว่า ลักษณะโดยทั่วไปของหญ้าแฝกหอมทั้ง 3 สายพันธุ์มีความคล้ายคลึงกันองค์ประกอบทางเคมีไม่มีความแตกต่างกัน ปริมาณ TDF, IDF, SDF และซิลิกา ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณโปรตีนมีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของอายุการตัดซึ่งมีผลต่อปริมาณสารอาหารที่มีในหญ้าแฝก<sup>6</sup> โดยอายุการตัดที่มากขึ้นจะทำให้มีปริมาณโปรตีนลดลง

ผลผลิตใยอาหารที่ได้จากหญ้าแฝกทุกวิธีการผลิต มีปริมาณของ TDF และ IDF สูงขึ้น ส่วน SDF ต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องมาจากสารละลายทั้งสามชนิด ทำการสกัดปริมาณสารอาหารต่างๆและใยอาหารชนิดละลายน้ำได้ออกไป ส่วนที่เหลืออยู่เป็นกากจึงมีปริมาณของใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำสูงขึ้น และยังมีซิลิกาอยู่ในปริมาณที่ไม่แตกต่างจากเดิม โดยระยะเวลาของการต้ม และความเข้มข้นของสารละลายที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณกากเหลือน้อยลง และผลผลิต

| สมบัติ                   | ก่อนสกัด   | ใยอาหารที่สกัดได้จากหญ้าแฝก |                            |                           |                           |                           |                           |
|--------------------------|------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                          |            | Alc 2 ½ hr                  | Alc 5 hr                   | 5%Hcl                     | 10%Hcl                    | NAOH 0.5M                 | NAOH 1 M                  |
| ลักษณะทางกายภาพ          |            |                             |                            |                           |                           |                           |                           |
| สี                       | 7.5Y 6/4   | 5Y 6/6                      | 2.5Y 7/4                   | 2.5Y 5/4                  | 2.5Y 4/4                  | 7.5Y 7/2                  | 7.5Y 8/2                  |
| ขนาด                     | 297        | 250                         | 180                        | 149                       | 149                       | 180                       | 149                       |
| องค์ประกอบทางเคมี (%w/w) |            |                             |                            |                           |                           |                           |                           |
| Fat                      | 0.72±0.05  | 0.23±0.03 <sup>a</sup>      | 0.18±0.02 <sup>a</sup>     | 1.81±0.06 <sup>a, b</sup> | 1.93±0.07 <sup>a, b</sup> | 1.01±0.01 <sup>a, b</sup> | 0.91±0.03 <sup>a, b</sup> |
| Protein                  | 3.92±0.05  | 2.21±0.47 <sup>a</sup>      | 2.16±0.24 <sup>a</sup>     | 0.55±0.06 <sup>a</sup>    | 0.22±0.04 <sup>a</sup>    | 0.28±0.14 <sup>a</sup>    | 0.22±0.08 <sup>a</sup>    |
| Ash                      | 7.29±0.39  | 4.17±0.05 <sup>a</sup>      | 3.99±0.09 <sup>a</sup>     | 3.67±0.14                 | 3.34±0.20 <sup>a, b</sup> | 3.27±0.01 <sup>a</sup>    | 3.12±0.01 <sup>a</sup>    |
| Dietary fiber            |            |                             |                            |                           |                           |                           |                           |
| - TDF                    | 81.80±0.90 | 87.83±1.34 <sup>a, b</sup>  | 89.88±0.31 <sup>a, b</sup> | 86.56±1.21 <sup>a</sup>   | 85.35±0.34 <sup>a</sup>   | 92.72±0.31 <sup>a</sup>   | 91.60±1.09 <sup>a</sup>   |
| - IDF                    | 79.22±0.74 | 86.81±1.24 <sup>a, b</sup>  | 88.72±0.46 <sup>a, b</sup> | 85.32±1.14 <sup>a</sup>   | 84.49±0.34 <sup>a</sup>   | 91.73±0.50 <sup>a</sup>   | 90.36±0.93 <sup>a</sup>   |
| - SDF                    | 2.57±0.19  | 1.02±0.10 <sup>a</sup>      | 1.16±0.16 <sup>a</sup>     | 1.24±0.11 <sup>a, b</sup> | 0.86±0.01 <sup>a, b</sup> | 0.98±0.28 <sup>a</sup>    | 1.24±0.15 <sup>a</sup>    |
| Si                       | 18.00±3.66 | 20.08±1.31                  | 13.53±6.73                 | 8.59±9.77                 | 10.72±6.88                | 32.88±12.32 <sup>a</sup>  | 42.24±1.14 <sup>a</sup>   |

ใยอาหารที่ได้มีสีคล้ำเข้มขึ้นและมีขนาดเล็กลง

การผลิตใยอาหารจากหญ้าแฝกสายพันธุ์กำแพงเพชร 2 ด้วย 95% ethanol นาน 2.5 ชั่วโมงให้ปริมาณผลผลิตใยอาหารที่เตรียมได้สูงที่สุด แต่เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า การผลิตใยอาหารด้วยสารละลาย 0.5 M NaOH ที่ให้ปริมาณผลผลิตใยอาหารที่เตรียมได้น้อยที่สุด มีปริมาณ TDF และ IDF สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักของใยอาหารที่ผลิตได้ ส่วนปริมาณเส้นใยน้อยกว่าการผลิตด้วยวิธีอื่นๆ และน้อยกว่าก่อนการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งมีปริมาณซิลิกาสูงกว่าการผลิตด้วยวิธีอื่นๆ และมากกว่าก่อนการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินั้น น่าจะมีความสัมพันธ์กัน โดยสารละลาย NaOH น่าจะมีผลในการสกัดสารอาหารต่างๆ รวมทั้งใยอาหารชนิดละลายน้ำได้ ออกไปจากกากใยที่เหลืออยู่มากกว่าสารละลายชนิดอื่น ส่วนที่เหลืออยู่เป็นกากจึงมีปริมาณของใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำและซิลิกาสูงขึ้น และมีปริมาณเส้นใยลดลง ดังนั้น ส่วนที่ถูกสารละลาย NaOH สกัดออกมาเป็นน้ำในการผลิตใยอาหารนี้ จึงน่ามีส่วนประกอบของใยอาหารชนิดละลายน้ำได้ และสารอาหารต่างๆ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ อีกทั้งมีความเป็นไปได้ที่จะมีส่วนประกอบของซิลิกาเหลืออยู่น้อยมาก หรือไม่มีเลย เนื่องจากปริมาณซิลิกาส่วนใหญ่หรือทั้งหมดติดอยู่กับกากใยที่เหลือจากการกรองนั่นเอง

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาไม่สามารถเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ เนื่องจากไม่สามารถทำให้ใยอาหารที่ผลิตได้นั้นปราศจากซิลิกาได้ เนื่องมาจากซิลิกาเป็นธาตุที่มีจุดหลอมเหลวสูง ละลายได้ในกรดที่มีความเข้มข้นสูงมาก หากนำมาใช้ในการผลิตใยอาหารอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค แต่จากผลการศึกษาพบว่าการผลิตใยอาหารจากหญ้าแฝกด้วยวิธี การสกัดใยอาหารด้วยสารละลาย 0.5 และ 1 M Sodium hydroxide (NaOH) มีแนวโน้มของความเป็นไปได้ที่จะนำใยอาหารจากหญ้าแฝกมาใช้ประโยชน์ทางด้านโภชนาการโดยปราศจากซิลิกาได้ หากมีผู้สนใจนำไปศึกษาต่อ นอกจากนี้ กากใยที่เหลือจากการผลิตใยอาหารด้วยวิธีดังกล่าว มีส่วนประกอบของใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ ได้แก่ เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสในปริมาณสูง<sup>11</sup> ซึ่งเหมาะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมเส้นใย งานศิลปหัตถกรรมต่างๆ ซึ่งหากมีการศึกษา การสกัดแยกซิลิกาออกจากเส้นใยดังกล่าว เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมแก้ว หรือการใช้ประโยชน์อื่นๆ ได้อีก ก็จะเป็นการเพิ่มมูลค่า และประโยชน์ใช้สอยจากหญ้าแฝกได้อย่างสูงที่สุดต่อไป นำมาสู่การสร้างรายได้โดยตรงแก่เกษตรกรอีกทางหนึ่ง

### บรรณานุกรม

- กองฝึกอบรม กรมพัฒนาที่ดิน. (2536) “คู่มือการดำเนินงานและฝึกอบรม” ใน การพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายการพิมพ์ กองแผนที่และการพิมพ์ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กลุ่มวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกในการจัดการดิน สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2548). คู่มือเรื่องการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกเพื่อการพัฒนาที่ดิน กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- คณะอนุกรรมการด้านวิชาการวางแผนและติดตามผลการดำเนินงานพัฒนาและติดตามการใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2547). สารานุกรมเรื่องหญ้าแฝก (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.
- ธีรชัย ว่องเมทีน. (2549). การสกัดใยอาหารจากส่วนเหลือทิ้งจากตะไคร้และการนำไปใช้ในอาหาร. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาอาหารและโภชนาการเพื่อการพัฒนา (สถาบันวิจัยโภชนาการ), บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ธัญญ์ณลิน วิญญูประสิทธิ์. (2552). ความเสถียรของอิมัลชันที่ใช้เส้นใยสกัดจากเปลือกมังคุดเป็นอิมัลซิไฟเออร์และการนำไปใช้ในอาหาร. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอาหารและโภชนาการเพื่อการพัฒนา (สถาบันวิจัยโภชนาการ) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ราเชนทร์ ธีรพร. (2537). “การใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝกในลักษณะอื่นๆ” ใน คู่มือการดำเนินงานเกี่ยวกับหญ้าแฝก. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วารุณี พานิชผล, สมพล ไวยัญญา, เมธิณี ศิริวงศ์, เฉลียว ศรีสุข. (2537). การศึกษาคุณค่าทางอาหารของหญ้าแฝก (*Vetiveria zizanioides* Nash) เพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์. กรุงเทพมหานคร: กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.
- วารุณี พานิชผล, ชิต ยุทธวรวิทย์, สมพล ไวยัญญา. (2538). คุณค่าทางโภชนาการของหญ้าแฝกหมักที่เติมสารชนิดต่าง ๆ. กรุงเทพมหานคร: กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.
- ศันสนีย์ เลิศพัชรานนท์. (2550). การสกัดเส้นใยอาหารจากขมิ้นชันและการนำไปใช้ประโยชน์วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาโภชนศาสตร์ (สถาบันวิจัยโภชนาการ), บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศูนย์การศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2536). การดำเนินงานเกี่ยวกับหญ้าแฝกในศูนย์การศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.
- อรพินท์ ชัยกำพลเลิศ. (2546). การสกัดแยกและวิเคราะห์โครงสร้างของเฮมิเซลลูโลสจากหญ้าแฝก วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ (วิทยาศาสตร์), บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- Barry V. McCleary, Leon Prosky. (2001). Advance Dietary Fiber Technology. UK: Blackwell Science.