สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก

บทคัดย่อภาษาไทย ข

สารบัญ ค

สารบัญตาราง จ

สารบัญภาพ ฉ

บทที่

1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของการศึกษางานวิจัย 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 สถานที่ทำวิจัย 2

1.6 นิยามศัพท์ 2

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วัสดุนาโน 3

2.2 นาโนซิงค์ออกไซด์ 3

2.3 ความรู้เบื้องต้นของซิงค์ออกไซด์ 3

2.4 บทบาทของนาโนซิงค์ออกไซด์ 4

2.5 ไหม 5

2.6 การพัฒนาเทคโนโลยีเส้นไหม 19

2.7 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ จากเส้นไหม 20

2.8 การพัฒนารูปแบบและและขอบเขตการใช้ไหมให้หลากหลาย 20

2.9 เส้นใย 22

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 29

2.11 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ 31

3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการเตรียมตัวอย่างหนอนไหม 36

3.2 สารเคมี 38

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 38

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.4 ขั้นตอนการเตรียมสารตัวอย่าง 39

4 ผลการวิจัยละประเมินผล

4.1 การศึกษาผลของการได้รับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ของหนอนไหม ขนาดต่างๆ กัน 40

4.2 การศึกษาผลของการได้รับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ของหนอนไหมกับ หนอนไหมที่ไม่ได้รับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 41

4.3 ผลการศึกษาลักษณะโครงสร้างผลึกนาโนซิงออกไซด์ 42

4.4 ศึกษาการเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลโดยทดสอบแรงดึงเชิงเส้นด้วย เครื่องทดสอบแรงดึง Texture Analyzer 43

4.5 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยใช้เทคนิค XRF 44

4.6 ศึกษาลักษณะเฉพาะของพื้นผิวโดยใช้เทคนิค SEM 44

4.7 การศึกษาลักษณะทางกายภาพทั่ว ๆไป 45

5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 47

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ 47

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 สมบัติกายภาพบางประการของสารซิงค์ออกไซด์ 4
ตารางที่ 2.2 ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเลี้ยงไหม 18
ตารางที่ 4.1 แสดงผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิค XRF ของสารตัวอย่าง N (เส้นใยไหมที่ได้จากการเลี้ยงโดยให้กินใบหม่อนอย่างเดียว) และ N+ZnO (เส้นใยไหมที่ได้จาก การเลี้ยงด้วยใบหม่อนรวมกับอนุภาคนาโนไททาเนียมไดออกไซด์) 44

สารบัญภาพ

หน้า

บทที่

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบของหนอนไหม 6
ภาพที่ 2.2 ส่วนหัวของหนอนไหม 8
ภาพที่ 2.3 ระบบทางเดินหายใจ 9
ภาพที่ 2.4 อวัยวะภายในของหนอนไหม 10
ภาพที่ 2.5 ระบบท่อทางเดินอาหารของหนอนไหม 11
ภาพที่ 2.6 อวัยวะที่ใช้ในการขับถ่าย 11
ภาพที่ 2.7 ต่อมสร้างเส้นไหม 12
ภาพที่ 2.8 อวัยวะที่ใช้ในการหายใจ 13
ภาพที่ 2.9 ลักษณะภายนอกของดักแด้ไหม 14
ภาพที่ 2.10 วงจรชีวิตของหนอนไหม 15
ภาพที่ 2.12 เส้นใยที่มีการเรียงตัวของโซ่โมเลกุลสูง 28
ภาพที่ 2.13 เส้นใยที่มีการเรียงตัวของโซ่โมเลกุลต่ำ 28
ภาพที่ 2.14 เรียงตัวของโซ่โมเลกุลที่เป็นผลึกไม่เป็นระเบียบ 28
ภาพที่ 2.15 เรียงตัวของโซ่โมเลกุลที่เป็นระเบียบและขนานไปตามแกนเส้นใย
แบบในใยเส้นเดียวกัน 29
ภาพที่ 2.16 การเรียงตัวของโมเลกุลและผลึกโมเลกุลหยาบๆ 29
ภาพที่ 2.17 การเชื่อมกันของโซ่โมเลกุลแบบยึดข้ามกัน 29
ภาพที่ 2.17 เครื่อง X-ray Driffraction (XRD) 31
ภาพที่ 2.18 ลักษณะการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์โดยระนาบของอะตอมที่มีระยะห่าง
ระหว่างระนาบเท่ากับ d 32
ภาพที่ 2.19 แผนภาพแสดงให้เห็นส่วนประกอบที่สำคัญของ SEM ที่เป็นจุดกำเนิดของภาพ 32
ภาพที่ 2.20 เครื่อง X-ray fluorescence Spectrometry 34
ภาพที่ 2.22 แผนภาพส่วนประกอบหลักของเครื่อง XRF 35
ภาพที่ 2.23 เครื่อง Texture Analyzer 35

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

3 วิธีดำเนินการวิจัย

ภาพที่ 3.1 การเลี้ยงหนอนไหมในกระด้ง (ก) ใบหม่อนที่ผสมนาโนซิงค์ออกไซด์ (ข) ใบหม่อนที่ใช้เลี้ยงตามปกติ 36
ภาพที่ 3.2 การเก็บหนอนไหมตัวอย่างหลังให้อาหาร 36
ภาพที่ 3.3 ก) การเข้าฝักของหนอนไหมในภาชนะที่เรียกว่าจ่อ ข) หนอนไหมสุก 37
ภาพที่ 3.4 การสาวไหมสำหรับนำมาใช้ทดสอบแรงดึง 37
ภาพที่ 3.5 ผงนาโนซิงค์ออกไซด์ 38

4 ผลการวิจัยละประเมินผล

ภาพที่ 4.1 (ก) แสดงจำนวนการตายของหนอนไหมเมื่อได้รับอนุภาคซิงค์ออกไซด์ต่อปริมาณมวลของอนุภาคซิงค์ออกไซด์ 40
ภาพที่ 4.1 (ข) แสดงจำนวนการเป็นดักแด้ของหนอนไหมเมื่อได้รับอนุภาคซิงค์ออกไซด์ต่อปริมาณมวลของอนุภาคซิงค์ออกไซด์ 40
ภาพที่ 4.1 (ค) แสดงความสัมพันธ์ของทั้งจำนวนการตายและจำนวนการเป็นดักแด้ของหนอนไหมเมื่อได้รับอนุภาคซิงค์ออกไซด์ต่อปริมาณมวลของอนุภาคซิงค์ออกไซด์ 41
ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างหนอนไหมที่กินใบหม่อนอย่างเดียว (N) และหนอนไหมที่กินใบหม่อนรวมกับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ (N+Z) (ก) แสดงการเปรียบ เทียบอัตราการตาย (ข) แสดงการเปรียบเทียบอัตราการเป็นดักแด้ (เข้าฝัก) 42
ภาพที่ 4.3 แสดง pattern ผลการเลี้ยวเบนด้วยรังสีเอ็กซ์ของตัวอย่างทั้งสองเงื่อนไข 42
ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น (Stress) และความเครียด (Strain) ของเส้นไหมที่ได้จากการเลี้ยงด้วยใบหม่อนอย่างเดียว (N) และเส้นไหมที่ได้จากการเลี้ยงด้วยใบหม่อนรวมกับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ (N+ZnO) แทรกด้วยกราฟความสัมพันธ์ ระหว่างแรงดึงเชิงเส้นกับจำนวนของเส้นไหมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน 43
ภาพที่ 4.5 (a-c) แสดงลักษณะพื้นผิวของเส้นไหมที่ได้จากการเลี้ยงด้วยใบหม่อนอย่างเดียว (N) โดยที่ (ก) ภาพถ่ายที่ขนาด 100 ไมครอน (ข) ภาพถ่ายที่ขนาด 50 ไมครอน และ (ค) ภาพถ่ายที่ขนาด 10 ไมครอน และ (ง-ฉ) แสดงลักษณะพื้นผิวเส้นไหมที่ได้จากการเลี้ยงด้วยใบหม่อนรวมกับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ (N+ZnO) โดยที่ d ภาพถ่ายที่ขนาด 100 ไมครอน(e) ภาพถ่ายที่ขนาด 50 ไมครอน และ (f) ภาพถ่ายที่ขนาด 10 45
ภาพที่ 4.6 เป็นภาพลักษณะของสีของรังไหมที่ถ่ายด้วยกล้องถ่ายรูป Nikon รุ่น D800 body โดย (ก) เป็นภาพถ่ายของรังไหมที่ได้จากหนอนไหมที่กินใบหม่อนอย่างเดียว (ข) เป็นภาพถ่ายของรังไหมที่ได้จากหนอนไหมที่กินใบหม่อนรวมกับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 45

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.7 เป็นภาพลักษณะของสีของเส้นไหมที่ถ่ายด้วยกล้องถ่ายรูป Nikon รุ่น D800 body โดย (ก) เป็นภาพถ่ายของเส้นไหมที่ได้จากหนอนไหมที่กินใบหม่อนอย่างเดียว (ข) เป็นภาพถ่ายของเส้นไหมที่ได้จากหนอนไหมที่กินใบหม่อนรวมกับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 46

ภาพที่ 4.8 เป็นภาพถ่ายลักษณะของมูลหนอนไหมที่ถ่ายด้วยกล้องถ่ายรูป Nikon รุ่น D800 body โดย (ก) เป็นภาพถ่ายของมูลหนอนไหมที่ได้จากหนอนไหมที่กินใบหม่อนอย่างเดียว (ข) เป็นภาพถ่ายของมูลหนอนไหมที่ได้จากหนอนไหมกินใบหม่อนรวมกับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 46

เอกสารอ้างอิง