

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 วิธีการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซาน

สมบัติของแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานก่อนและหลังฆ่าเชื้อโดยวิธีนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำและวิธีอบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์ แสดงดังตาราง 5.1

ตาราง 5.1 สมบัติของแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซาน ความหนา 20 – 27 μm ก่อนและหลังฆ่าเชื้อโดยวิธีนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำและวิธีอบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์

สมบัติ	แผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซาน			
	นึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ		อบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์	
	ก่อนฆ่าเชื้อ	หลังฆ่าเชื้อ	ก่อนฆ่าเชื้อ	หลังฆ่าเชื้อ
ลักษณะทางกายภาพ	ใส อ่อน	สีเหลืองเข้ม แข็งกระด้าง ค่อนข้างเปราะ	ใส อ่อน	ใส อ่อน
ดัชนีของการดีอะเซทิเลต (%DD) โดยวิธีไทเทรชัน	88.2	78.4	89.3	86.8
ปริมาณน้ำสมดุล (%)	51	36	43	46
ปริมาณน้ำคงอยู่สมดุล (%)	8	11	6	9
อัตราการผ่านของไอน้ำ โดยวิธีอินเวอร์ทเทด คัพ (g/hr m^2)	135	121	127	104
น้ำหนักโมเลกุล, $\overline{M}_v$	1.08×10^6	7.40×10^5	1.06×10^6	8.78×10^5

ตาราง 5.1 (ต่อ)

สมบัติ	แผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซาน			
	นึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ		อบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์	
	ก่อนฆ่าเชื้อ	หลังฆ่าเชื้อ	ก่อนฆ่าเชื้อ	หลังฆ่าเชื้อ
อุณหภูมิเมื่อเริ่มสลายตัว (°C)	205	216	205	203
อุณหภูมิเมื่อสลายตัวไป 50%(°C)	544	602	584	482
น้ำหนักที่เหลือ (g) ที่อุณหภูมิ 800°C	39	41	39	40

จากตาราง 5.1 เมื่อเปรียบเทียบแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานก่อนและหลังทำการฆ่าเชื้อ 2 วิธีคือ นึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำและอบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์ พบว่าการฆ่าเชื้อแผ่นฟิล์มโดยวิธีอบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์ไม่ทำให้แผ่นฟิล์มมีลักษณะทางกายภาพเปลี่ยนแปลง แต่แผ่นฟิล์มที่ฆ่าเชื้อโดยวิธีนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำมีลักษณะสีเหลืองเข้มและแข็งกระด้างกว่าเดิม เป็นผลเนื่องจากวิธีนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำใช้ไอน้ำที่มีความร้อน (132 – 135°C) และความดัน 26 – 27 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว สูงในการฆ่าเชื้อพวกจุลชีพ ทำให้แผ่นฟิล์มเกิดการดีเกรดเสียรูปร่างไป ปริมาณน้ำสมดุลและปริมาณน้ำคงอยู่สมดุลหลังฆ่าเชื้อโดยวิธีอบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนดีกรีของการดีอะเซทิเลต อัตราการผ่านของไอน้ำโดยวิธีอินเวอร์ทเตดคัพและน้ำหนักโมเลกุลลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับวิธีนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ ดังนั้นวิธีการฆ่าเชื้อโดยวิธีอบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานตัวอย่าง

อัตราการผ่านของไอน้ำและอุณหภูมิของผิวหนังและแผลไฟไหม้ระดับต่างๆ [51] แสดง
ดังตาราง 5.2

ตาราง 5.2 อัตราการผ่านของไอน้ำและอุณหภูมิของผิวหนังและแผลไฟไหม้ระดับต่างๆ [51]

ผิวหนังและแผลไฟไหม้ ระดับต่างๆ	อัตราการผ่านของไอน้ำ (g/hr m ²)	อุณหภูมิ (°C)
ผิวหนัง	8.5	35.8 ± 0.2
แผลไฟไหม้ระดับที่ 1	11.6	35.3 ± 0.1
แผลไฟไหม้ระดับที่ 2	178.1	35.3 ± 0.4
แผลไฟไหม้ระดับที่ 3	143.2	34.5 ± 0.4
บาดแผลแกรนูเลตติง (Granulating wound)	214.1	34.7 ± 0.2
โดนเนอร์ไซต์ (Donor site)	149.6	35.3 ± 0.2

นักวิทยาศาสตร์หลายคน [52] ได้สนับสนุนว่าวัสดุทดแทนผิวหนังชั่วคราวที่ดีควรมีอัตรา
การผ่านของไอน้ำ ไม่ว่าจะทดลองด้วยเทคนิคใดๆ ก็ตาม มีค่าอยู่ในช่วง 83.3 – 104.2 g/hr m²

แผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซาน หลังการฆ่าเชื้อโดยวิธีอบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์ มีอัตราการ
ผ่านของไอน้ำเท่ากับ 104 g/hr m² แผ่นฟิล์มนี้มีอัตราการผ่านของไอน้ำที่เหมาะสม สามารถนำ
ไปใช้เป็นวัสดุทดแทนผิวหนังชั่วคราวได้ วัสดุทดแทนผิวหนังชั่วคราวที่ดีสามารถยอมให้ไอน้ำผ่าน
ได้ในอัตราที่เหมาะสมและมีไอน้ำเหลืออยู่ในปริมาณที่พอเหมาะเพื่อที่จะกระตุ้นการเกิดผิวหนัง
ใหม่ แต่ระหว่างบาดแผลและวัสดุปิดบาดแผลจะต้องไม่มีการขังของของเหลวเพราะอาจทำให้เกิด
การติดเชื้อได้ ซึ่งการรักษาจะต้องใช้วัสดุที่มีสมบัติในการดูดซับของเหลวจากแผล (exudate)
ดังนั้นวัสดุทดแทนผิวหนังชั่วคราวไม่เพียงแต่จะดูดซับน้ำได้ดีต้องยอมให้ไอน้ำผ่านในอัตราที่
เหมาะสมด้วย

5.2 เสถียรภาพในการเก็บรักษาของแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีอบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์ หลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน

สมบัติของแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีอบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์ หลังจากเก็บรักษาไว้ในระยะเวลาต่างๆ กัน รวมทั้งสิ้น 12 เดือน แสดงดังตาราง 5.3

ตาราง 5.3 สมบัติของแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซาน ความหนา 20 – 27 μm ดัชนีของการดีอะเซทิเลต 86.8% ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีอบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์ หลังจากเก็บรักษาไว้ในระยะเวลาต่างๆ กัน รวมทั้งสิ้น 12 เดือน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (months)	สมบัติของแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซาน				
	ปริมาณน้ำสมดุล (%)	ปริมาณน้ำคงอยู่สมดุล (%)	อัตราการผ่านของไอน้ำโดยวิธีอินเวอร์ทเทดคัพ (g/hr m ²)	อัตราการผ่านของไอน้ำโดยวิธีวอร์เทอร์คัพ (g/hr m ²)	น้ำหนักโมเลกุล, $\bar{M}_v$
1	50	4	114	87	9.00×10^5
2	50	6	113	88	8.92×10^5
3	49	6	112	86	8.96×10^5
4	50	5	114	85	8.95×10^5
5	49	4	113	82	8.59×10^5
6	49	6	108	66	8.80×10^5
7	50	6	111	68	8.82×10^5
8	49	6	116	66	8.66×10^5

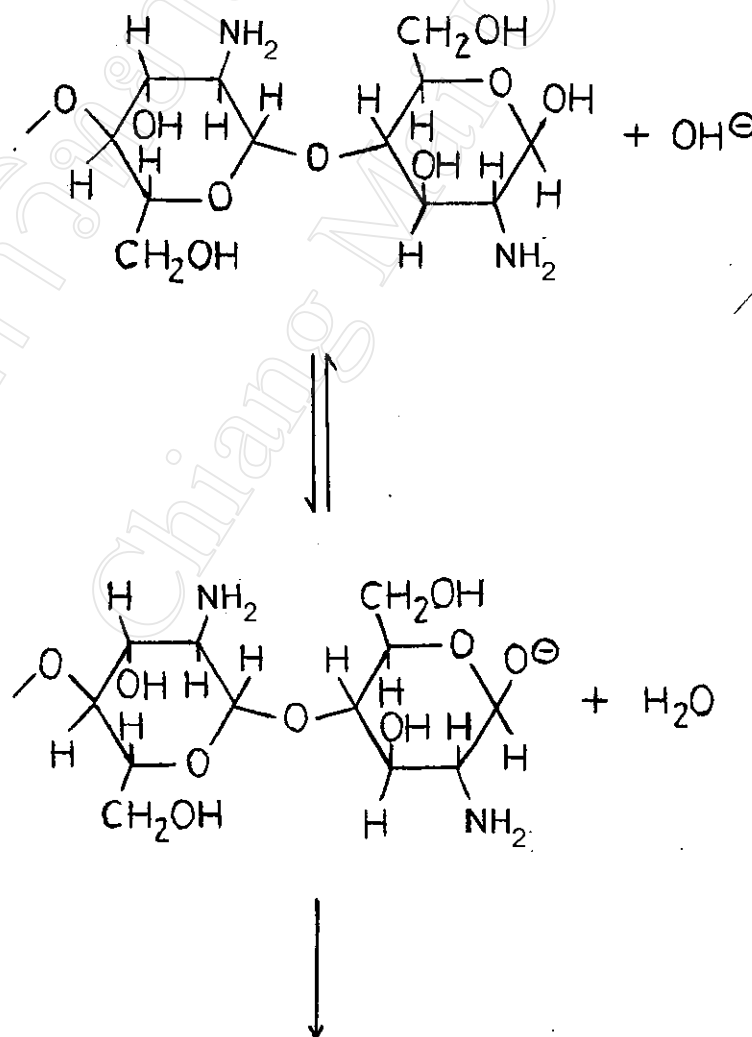
ตาราง 5.3 (ต่อ)

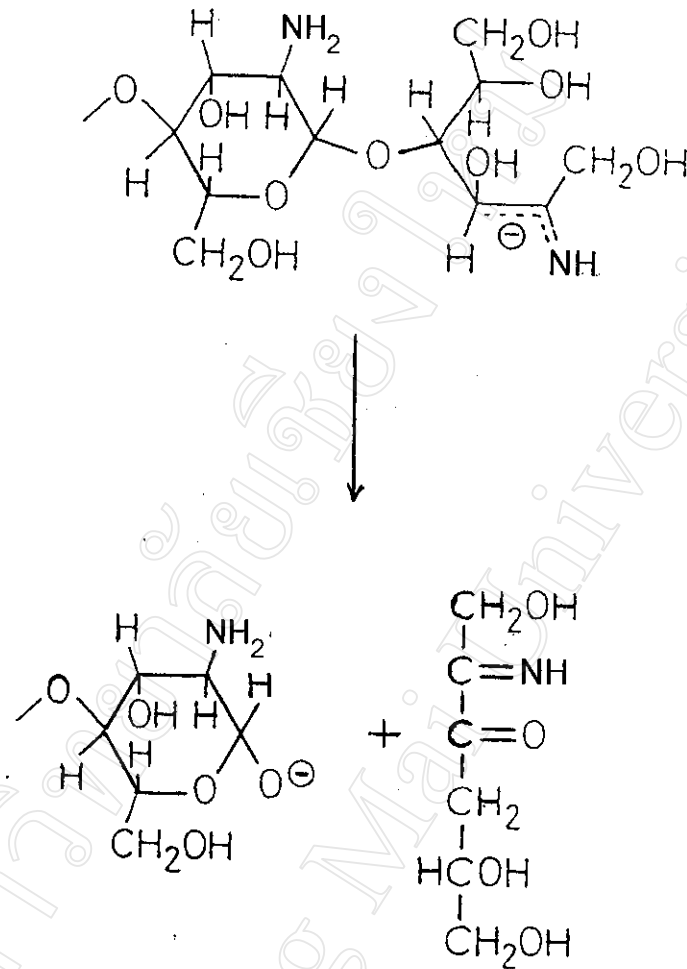
ระยะเวลาในการเก็บรักษา (months)	สมบัติของแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซาน				
	ปริมาณน้ำสมมูล (%)	ปริมาณน้ำคงอยู่สมมูล (%)	อัตราการผ่านของไอน้ำโดยวิธีอินเวอร์ทเตด คัพ (g/hr m ²)	อัตราการผ่านของไอน้ำโดยวิธีวอร์เทอร์ คัพ (g/hr m ²)	น้ำหนักโมเลกุล, $\bar{M}_v$
9	49	5	110	65	8.33×10^5
10	49	6	111	65	8.28×10^5
11	49	6	111	65	8.29×10^5
12	49	6	110	62	7.62×10^5

จากตาราง 5.3 ปริมาณน้ำสมมูลและปริมาณน้ำคงอยู่สมมูลของแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีอบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์หลังจากเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 12 เดือน ค่อนข้างคงที่ ส่วนอัตราการผ่านของไอน้ำโดยวิธีอินเวอร์ทเตด คัพ และวิธีวอร์เทอร์ คัพ และน้ำหนักโมเลกุลมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา จากการทดลองหาอัตราการผ่านของไอน้ำโดยวิธีอินเวอร์ทเตด คัพ แผ่นฟิล์มมีการดูดซับน้ำไว้เต็มที่ที่มีการสัมผัสและรับน้ำหนักน้ำโดยตรงทำให้อัตราการผ่านของไอน้ำที่ได้เป็นอัตราการผ่านของไอน้ำสูงสุดของแผ่นฟิล์ม ส่วนวิธีวอร์เทอร์ คัพนั้นแผ่นฟิล์มค่อนข้างแห้ง น้ำไม่สัมผัสโดยตรงกับแผ่นฟิล์ม ทำให้อัตราการผ่านของไอน้ำที่ได้เป็นอัตราการผ่านของไอน้ำต่ำสุดของแผ่นฟิล์ม หากมีการนำแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานไปใช้เป็นวัสดุทดแทนผิวหนังชั่วคราวกับบาดแผลจริง แผ่นฟิล์มจะมีทั้งส่วนที่สัมผัสและไม่สัมผัสกับของเหลวที่ออกจากบาดแผล ดังนั้นอัตราการผ่านของไอน้ำของแผ่นฟิล์มจะเป็นค่าที่อยู่ระหว่างอัตราการผ่านของไอน้ำที่ได้จากวิธีวอร์เทอร์ คัพและวิธีอินเวอร์ทเตด คัพ จากผลการทดลองจะเห็นว่าเมื่อทำการเก็บรักษาแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานไว้นาน 12 เดือน อัตราการผ่านของไอน้ำอยู่ในช่วง 62 – 114 g/hr m² ซึ่งอัตราการผ่านของไอน้ำของวัสดุทดแทนผิวหนังชั่วคราวที่ดีควรมีค่าอยู่ในช่วงเหมาะสมคือ 83.3 – 104.2 g/hr m² [52] ดังนั้นแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานสามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อยที่สุดเป็นระยะเวลา 12 เดือน

5.3 เสถียรภาพของแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธี อบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์ เมื่ออยู่ในสารละลายฟอสเฟต บัฟเฟอร์เป็นระยะเวลา 12 เดือน

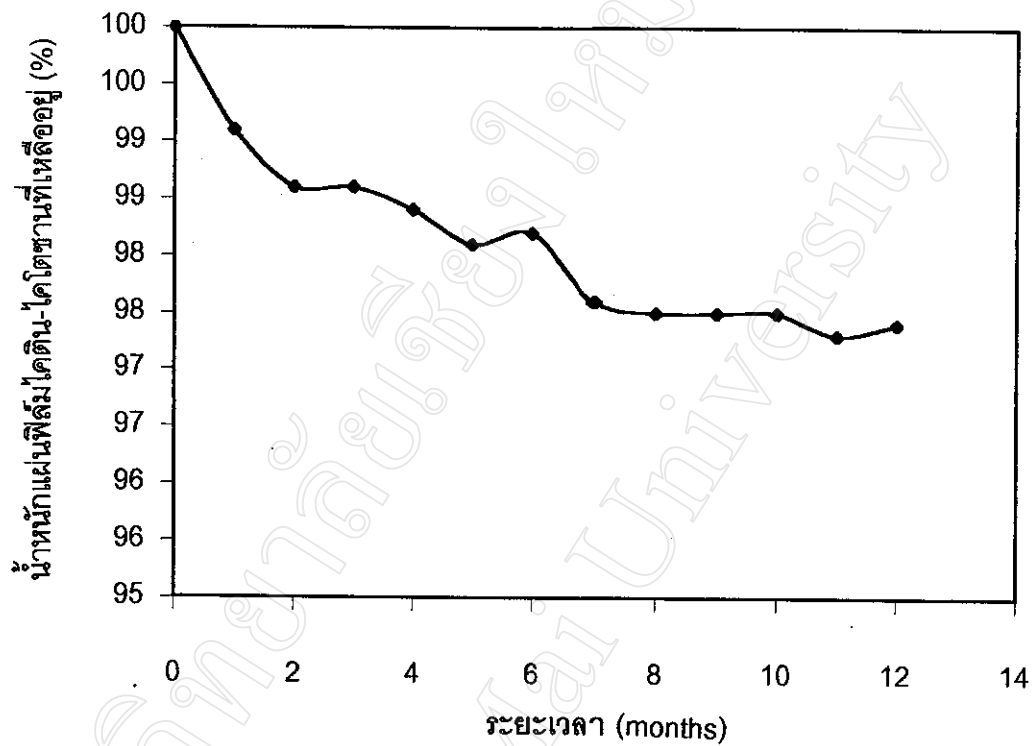
แผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีอบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์แล้วเมื่ออยู่ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่มีความเข้มข้น 0.2 M และ pH เท่ากับ 7.4 มีแนวโน้มของน้ำหนักลดลงเล็กน้อยตามระยะเวลาที่อยู่ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ อาจเนื่องมาจากเกิดอัลคาไลน์ดีเกรเดชัน (Alkaline degradation) ซึ่งเป็นการดีเกรดแบบอันซิปป์ (Unzipping) หรือแบบเอนด์ไวส์ (Endwise) โดยไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ทำปฏิกิริยากับไคโตซานหน่วยสุดท้าย ทำให้โมเลกุลของไคโตซานถูกตัดออกที่ปลายสายโซ่ ดังรูป 5.1 [53]





รูป 5.1 กลไกอัลคาไลน์ ดีเกรเดชัน (Alkaline degradation) โดยไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) [53]

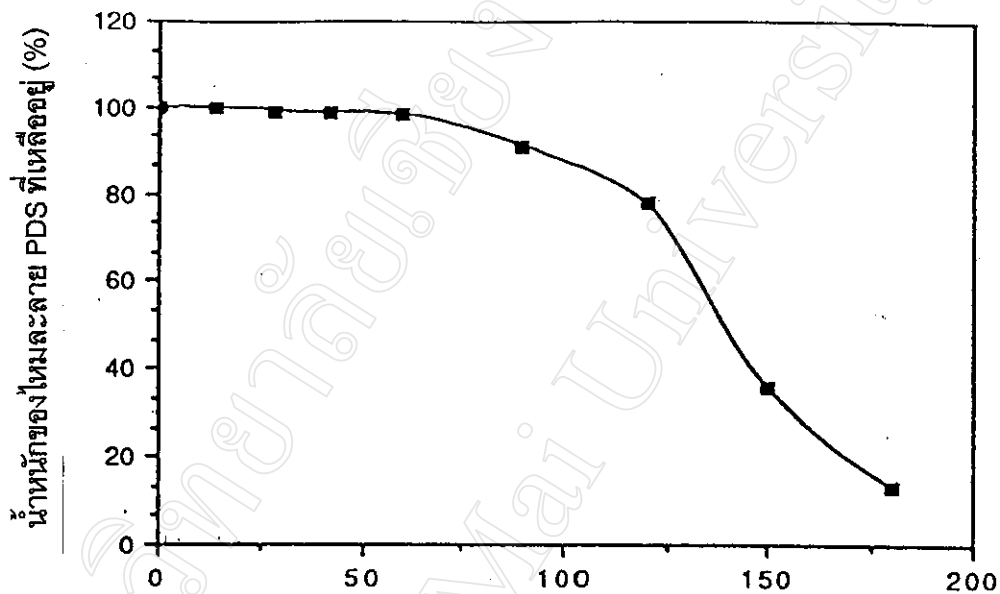
ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานที่เหลืออยู่(%)และระยะเวลา
แสดงดังรูป 5.2



รูป 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานความหนา 20 – 27 μm ที่เหลืออยู่(%) เมื่ออยู่ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ และระยะเวลา

จากรูป 5.2 แผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานมีการสูญเสียของน้ำหนักน้อยและน้ำหนักของแผ่นฟิล์มที่เหลืออยู่เมื่อเวลาผ่านไป 12 เดือน เท่ากับ 97%

การศึกษาการสลายตัวของไหมละลายพอลิฟาราไดออกซานอน (Poly-p-dioxanone,PDS) ชนิดโมโนฟิลาเมนต์ (monofilament) [54] เมื่ออยู่ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ เข้มข้น 0.2 M pH เท่ากับ 7.44 ที่อุณหภูมิเท่ากับ 37°C ระยะเวลา 180 วัน ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของไหมละลายPDS ที่เหลืออยู่ (%) และระยะเวลา แสดงดังรูป 5.3



รูป 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของไหมละลายPDS ที่เหลืออยู่ (%) เมื่ออยู่ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ และระยะเวลา [54]

จากรูป 5.3 ในช่วง 2 เดือนแรก น้ำหนักของไหมละลายค่อนข้างคงที่ และในช่วง 3 – 6 เดือน มีการสูญเสียน้ำหนักมาก จนน้ำหนักของไหมละลาย PDS เหลืออยู่ประมาณ 10%

แผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานเมื่ออยู่ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยมาก ในระยะเวลา 12 เดือนมีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 3% เท่านั้น ดังนั้นแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานจึงสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุทดแทนผิวหนังชั่วคราวได้ แต่ไม่เหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านไหมละลายเนื่องจากไหมละลายจะต้องมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยในช่วง 2 เดือนแรก จากนั้นจะมีการสลายตัวอย่างรวดเร็ว

งานวิจัยนี้มีบรรลุนิติบุคคลในการศึกษาถึงเสถียรภาพในด้านต่างๆ ของแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานดังนี้ วิธีการฆ่าเชื้อโดยวิธีอบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์เป็นวิธีที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานตัวอย่าง สามารถเก็บรักษาแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีอบด้วยแก๊สเอทิลีนออกไซด์ได้อย่างน้อยที่สุดเป็นระยะเวลา 12 เดือน และมีเสถียรภาพดีเมื่ออยู่ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ เป็นระยะเวลา 12 เดือน งานวิจัยนี้ได้ข้อมูลเบื้องต้นที่สรุปได้ว่าแผ่นฟิล์มไคติน-ไคโตซานมีความเหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุทดแทนผิวหนังชั่วคราวได้