ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง ๑

โดย ๑

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 8/4/99 ..... **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(.....)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 11 **เดือน** มีนาคม **พ.ศ.** 2540

๒๖๑.
ส๒๖๕ก
2539.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 8 ส.ค. 2546

1493

การศึกษาความแข็งแรงของเจลของเจลาติน
ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL
(Study on Gel Strength of Gelatin by KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT)

T096967

นายสมพร ปลื้มรุ่งโรจน์
นายอนันต์ จันทร์เหล่อ

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2540

ปพ.
ส265ก
2540

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96967
วัน.เดือน.ปี ...

เอกสารนี้มีไว้เพื่อสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

สมพร ปลื้มรุ่งโรจน์ และ อนันต์ จันทร์เหล่อ. 2540. การศึกษาความแข็งแรงของเจลของเจลตินด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL(Study on Gel Strength of Gelatin by KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , กรุงเทพฯ อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ , 45 หน้า

เจลาตินเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากกระดูกหรือหนังสัตว์ ใช้เป็นสารช่วยให้เกิดความคงตัวและให้ลักษณะเจลแก่อาหาร คุณภาพของเจลาตินจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของเจลของเจลาติน ในอดีตใช้วัดค่าด้วยเครื่อง Bloom Gelometer แต่ในปัจจุบันได้มีการนำเครื่อง Texture Analyser มาใช้วัดความแข็งแรงของเจลแทน ซึ่งได้ค่าเป็นที่ยอมรับ ดังนั้นในการทดลองนี้นำเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL มาใช้วัดค่าความแข็งแรงของเจลโดยใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร. ความเร็วของหัววัดที่ 10 เซ็นติเมตร. / นาที นำมาวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินชนิด 160 บลูม ที่ความเข้มข้นมาตรฐาน 6.67 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าเป็น 5.33 กิโลกรัม การใช้ประโยชน์จากเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL ในการนำมาวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน สามารถทำได้โดยใช้เจลาตินที่ทราบค่าบลูมที่แน่นอน มาเตรียมเป็นสารละลายที่ความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์ เพื่อสร้างเป็นกราฟมาตรฐานขึ้น เมื่อต้องการนำไปตรวจหาชนิดของเจลาตินที่สกัดขึ้นได้เองว่าเป็นชนิดกี่บลูม

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษเรื่อง การศึกษาความแข็งแรงของเจลของเจลาตินโดยวิธีแรงกดทะลุ สำเร็จด้วยดีด้วยการอนุเคราะห์หลายฝ่ายด้วยกัน ซึ่งต้องขอขอบพระคุณไว้ในโอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษสำหรับความเมตตา ความช่วยเหลือ พร้อมทั้งให้คำแนะนำ และเอื้อเฟื้อเจลาตินทางการค้าที่ใช้ในการทดลองจนทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร. กิตติชัย บรรจง และ ดร. ยุพร จรรยงค์วรกุล กรรมการปัญหาพิเศษที่กรุณาให้คำแนะนำพร้อมทั้งสอนวิธีการใช้เครื่องมือรวมทั้งช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ให้ จึงทำให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและเจ้าหน้าที่ห้องธุรการทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือเอื้อเฟื้อความสะดวกในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

และสุดท้ายขอขอบคุณพระผู้เป็นเจ้าที่ทรงประทานความคิดและสติปัญญา รวมทั้งกำลังใจที่มีให้กันตลอดจากเพื่อน ๆ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรที่ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จโดยสมบูรณ์

หากปัญหาพิเศษฉบับนี้พอมีประโยชน์สำหรับผู้อ่านอยู่บ้าง ขอยกความดีนี้ให้แก่บิดา มารดา ครู อาจารย์ ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้ให้การศึกษาและความหวังดีตลอดมา

สมพร ปลื้มรุ่งโรจน์
อนันต์ จันทร์เหล่อ
มีนาคม 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
2. วารสารปริทรรศน์	2
- เจลาติน	2
- คอลลาเจน	2
- คุณสมบัติของเจลาติน	2
- คุณสมบัติและหน้าที่ของเจลาติน	5
- ปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของเจลของเจลาติน	7
- เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสรุ่น KMITL	8
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12
วัตถุดิบ	12
อุปกรณ์และเครื่องมือ	12
สารเคมี	12
วิธีการทดลอง	13
4. ผลการทดลอง	
- ผลการศึกษาขนาดของหัววัดที่เหมาะสมในการวัดความแข็งแรงของเจลของเจลาติน	16
- ผลการศึกษาผลของ pH ต่อความแข็งแรงของเจลของเจลาติน	19
- ผลการศึกษาผลของ pH ต่อค่าความหนืดและค่าสีของเจลาติน	21
- ผลการศึกษาชนิดและคุณสมบัติทางกายภาพของเจลาตินจากเศษกระดูกไก่	23
สรุปผลการทดลอง	25
ข้อเสนอแนะ	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก ก	28
ภาคผนวก ข	35
ภาคผนวก ค	39
ประวัติผู้เขียน	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

4.1 แสดงค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินและค่าสัมประสิทธิ์ความฝืนแปรเมื่อใช้หัววัดที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 และ 40 มิลลิเมตร ที่ความเข้มข้นของเจลาตินต่าง ๆ กัน 17

4.2 แสดงค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินและค่าสัมประสิทธิ์ความฝืนแปรที่ความเข้มข้นและ pH ต่าง ๆกันโดยหัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร 21

4.3 แสดงค่าความหนืดของสารละลายเจลาตินที่ความเข้มข้นและ pH ต่าง. ๆ กัน 21

4.4 แสดงค่าการวัดสีของเจลาตินที่ค่า pH และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 21

4.5 แสดงค่าความแข็งแรงของเจลและค่าความหนืดรวมทั้งค่าสีของเจลาตินที่สกัดได้จากเศษกระดูกไก่ความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์ที่ pH 5.5 23

1ก. แสดงหน่วยของความหนืดในระบบต่าง ๆ 31

1ข. แสดงค่าความแข็งแรงของเจลาตินเมื่อใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 และ 40 มิลลิเมตรที่ความเข้มข้นของเจลาตินต่าง ๆ กัน 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปภาพที่	
1. แสดงลักษณะเครื่อง Bloom Gelometer	3
2. แสดงความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียลระหว่างความเข้มข้นและความหนืดของเจลาติน	4
3. กราฟแสดงค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่ความเข้มข้นของเจลาตินต่าง ๆ กัน	6
4. กราฟแสดงความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของเจลาตินที่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิค่าความเป็นกรดด่างและเวลา	7
5. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดหลอมเหลวและความเข้มข้นของเจลาตินต่างชนิดกัน	8
6. แสดงองค์ระกอบของเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสรุ่น KMITL	9
7. กราฟแสดงค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสรุ่น KMITL	10
8. แสดงลักษณะของหัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร สำหรับเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสรุ่น KMITL	14
9. แสดงกราฟความสัมพันธ์ของค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินเมื่อใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 และ 40 มิลลิเมตร ที่ความเข้มข้นของเจลาตินต่าง ๆ กัน	18
10. แสดงการเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่ความเข้มข้นและ pH ต่างกัน	20
11. แสดงค่าความหนืดของสารละลายเจลาตินที่ความเข้มข้นและ pH ต่าง ๆ กัน	22
12. แสดงกราฟมาตรฐานค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินแต่ละชนิดที่ความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์ pH 5.5	23
13. แสดงลักษณะของหลอดวัดความหนืด	31
14. แสดงลักษณะของหัววัดความหนืดแบบหมุน	32
15. กราฟแสดงค่าสีในระบบ Hunter Color Meter	34
16. แสดงลักษณะเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสรุ่น KMITL	40
17. แสดงลักษณะผังของเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสรุ่น KMITL	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปภาพที่

18. แสดงลักษณะของหัววัดค่าแรงกดทะลุในการวัดค่าความแข็งแรงของเจล ของเจลาติน 41
19. แสดงลักษณะของหัววัดแรงกดทะลุกดลงบนผิวหน้าของเจลของเจลาติน 42
20. แสดงลักษณะของหัววัดแรงกดทะลุกดลงโดยรอบผิวหน้าเจลของเจลาติน 42
21. เครื่องวัดสี CHROMO-METER CR-300 MINOLTA 43
22. แสดงลักษณะการใช้เครื่องวัดสี CHROMO-METER CR-300 MINOLTA 43
23. เครื่องวัดความหนืด BROOKFIELD VISCOMETER 44
24. แสดงลักษณะการวัดความหนืดของสารละลายเจลาตินด้วยเครื่อง BROOKFIELD VISCOMETER 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

เจลาตินเป็นผลิตภัณฑ์สกัดได้จากคอลลาเจนที่พบในหนังและกระดูกสัตว์ เจลาตินเป็นสารช่วยให้เกิดความคงตัว ในผลิตภัณฑ์อาหารหวาน ไอศครีม นอกจากนั้นเจลาตินยังใช้ในอุตสาหกรรมยา และการทำกาว

การผลิตเจลาตินทำได้จากกระดูกของสัตว์ใหญ่ เช่น วัว ควาย และหนังสัตว์ การใช้ประโยชน์จากเจลาตินมีมากขึ้นเรื่อย ๆเนื่องจากมีราคาถูกเมื่อเทียบกับสารที่ทำให้เกิดความคงตัวชนิดอื่น

การแบ่งชนิดของเจลาตินจะใช้ค่าความแข็งแรงของเจล (Gel Strength) เป็นตัวกำหนดมีหน่วยเป็น บลูม เจลาตินที่ผลิตทางการค้ามีชนิดตั้งแต่ 75-300 บลูม

การแบ่งเกรดของเจลาตินออกเป็น 3 เกรด คือเจลาตินที่มีบลูมสูง ที่ 220-300 บลูม เจลาตินที่มีบลูมปานกลาง ที่ 110-220 บลูม เจลาตินที่มีบลูมต่ำ ที่ 75-110 บลูม

การเลือกใช้เจลาตินเป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารพิจารณาที่ค่าของบลูม เนื่องจากคุณภาพและราคามีความแตกต่างกัน แต่การวัดความแข็งแรงของเจลด้วยเครื่อง Bloom Gelometer ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากเครื่องมือมีราคาแพงและสามารถใช้ได้เฉพาะอย่าง ดังนั้นถ้าสามารถหาวิธีวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินได้ โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร จะทำให้โรงงานอุตสาหกรรมอาหารหรือการศึกษาวิจัยต่างๆสามารถตรวจสอบคุณภาพของเจลาตินได้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาขนาดของหัววัดที่เหมาะสมในการวัดความแข็งแรงของเจลของเจลาตินด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL (KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT)
2. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเจลาติน
3. ศึกษาชนิดของเจลาตินที่สกัดได้จากเศษกระดูกไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทรรศน์

2.1 เจลาติน (Gelatin)

เจลาตินเป็นสารประกอบโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยกรดอะมิโนหลายชนิด เช่น ไกลซีน (Glycine) โพรลีน (Proline) ไฮดรอกซีโพรลีน (Hydroxyproline) โดยเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของคอลลาเจน (Collagen) ในกระดูกและหนังสัตว์ (Imeson , 1992) โดยส่วนใหญ่จะใช้เจลาตินเป็นสารที่ทำให้เกิดเจลในอาหาร และผลิตภัณฑ์ประเภทรับประทานได้ทันที (ready-to-eat) ที่ต้องแช่ไว้ในตู้เย็น หรือในกรณีอื่น เช่น ใช้เป็นส่วนผสมแห้งในเทเบิลเยลลี่ (tablejellies) หรือทำให้เป็นเจลที่มีความเข้มข้นสูง เช่น ยาอมแก้ไอรสผลไม้ และมาร์ชมอลโลว (marshmallow) ในอุตสาหกรรมอาหารส่วนใหญ่ จะนำเจลลาตินมาใช้ในขบวนการผลิตมากกว่าสารที่ทำให้เกิดเจลชนิดอื่นๆ เนื่องจากมีราคาถูกกว่าเมื่อเปรียบเทียบในปริมาณที่เท่ากัน และเป็นวัตถุแต่งเติมคุณภาพอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการด้านโปรตีนไม่ใช้สารสังเคราะห์ เจลาตินยังใช้ในอุตสาหกรรมยา เช่น ทำแคปซูล อุตสาหกรรมการทำกาว และอุตสาหกรรมการทำฟิล์ม เป็นต้น

2.2 คอลลาเจน (Collagen)

คอลลาเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของหนังและกระดูกสัตว์ โดยมีอยู่ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีนทั้งหมด คอลลาเจนพบมากทั้งในสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง และไม่มีกระดูกสันหลัง ซึ่งแตกต่างกันที่องค์ประกอบของกรดอะมิโน แต่มีหน้าที่เหมือนกันคือให้ความแข็งแรง และค้ำจุนเนื้อเยื่อ รวมทั้งอวัยวะของสัตว์

2.3 คุณสมบัติของเจลาติน

เจลาตินประกอบด้วยโปรตีนที่มีความบริสุทธิ์สูง และสารประกอบอื่นที่ไม่ใช่โปรตีนซึ่งส่วนใหญ่เป็นเถ้าและความชื้นที่หลงเหลืออยู่ เจลาตินมีลักษณะเป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) ที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวต่างจากสารประกอบโปรตีนชนิดอื่น บางครั้งอาจมีสารประกอบอื่นเจือปนอยู่บ้าง เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสารฟอกสีในขณะทำการสกัด และการระเหยแต่ไม่ใช้สารกันเสีย เจลาตินมีสารประกอบคาร์โบไฮเดรตอยู่เพียงเล็กน้อย 1 - 1.5 % โดยอยู่ในรูปของกลูโคสและกาแลคโตสเชื่อมต่อกับเจลตินที่ตำแหน่งไฮดรอกซีโพรลีนที่เหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติหลักของเจลาตินที่สำคัญต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ คือ

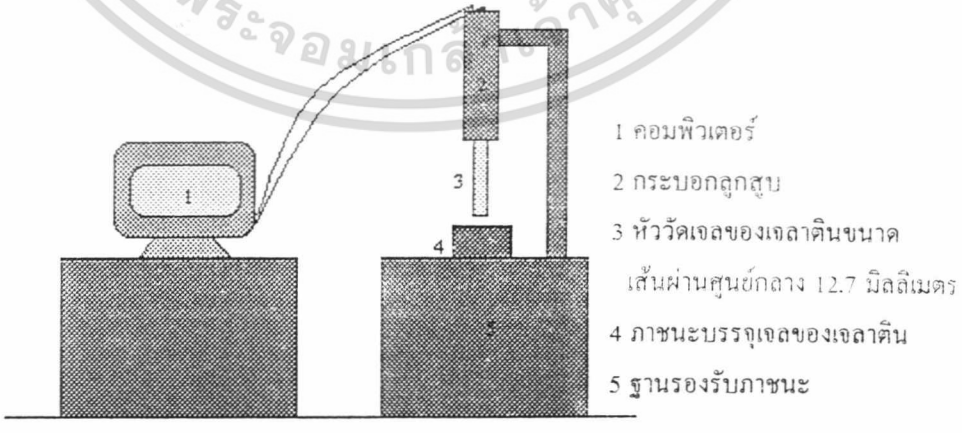
1. ค่าบลูม (bloom value)
2. ความหนืด (viscosity)
3. แอกติวิตีของผิวสัมผัส (surface activity)

ค่าบลูม (bloom value)

เป็นหน่วยการวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินโดยใช้เครื่อง bloom gelometer ซึ่งใช้แรงกดของหัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.7 มิลลิเมตร กดลงที่ผิวหน้าของเจลของเจลาตินที่มีความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะทาง 4 มิลลิเมตร

การเตรียมเจลาติน 6.67 เปอร์เซ็นต์ ทำได้โดยการใช้เจลาติน 7.5 กรัม ที่เติมน้ำ 105 มิลลิลิตร เพื่อให้เจลาตินพองตัว จากนั้นนำไปให้ความร้อนเพื่อทำให้เจลาตินละลายที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เจลาตินที่ได้ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดเจลที่คงตัวที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง ก่อนนำไปวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินด้วยเครื่อง bloom gelometer เจลาตินทางการค้าที่สามารถผลิตได้มีชนิดตั้งแต่ 80-300 บลูม

การหาค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินด้วยเครื่อง Bloom Gelometer ทำได้โดยนำเจลของเจลาตินตัวอย่างที่เตรียมตามวิธีข้างต้นมาวัด โดยวางตัวอย่างตรงกึ่งกลางของหัววัดตัวกระบอกลูกสูบจะถูกควบคุมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้สัญญาณไฟฟ้าไปที่กระบอกลูกสูบเพื่อแปลงเป็นสัญญาณทางกล ที่หัววัดจะมีที่รับสัญญาณ (Load cell) น้ำหนักเป็นกรัมที่ใช้ในการกดกระบอกลูกสูบจะถูกส่งไปที่เครื่องแปลงสัญญาณ (Detecter) แสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์ ลักษณะของเครื่อง Bloom Gelometer แสดงในรูปภาพที่ 1.



รูปภาพที่ 1. : แสดงลักษณะเครื่อง Bloom Gelometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนืด (viscosity)

ความหนืดของเจลาตินวัดได้จากเวลาในการไหลของสารละลายเจลาตินความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซนต์ ที่ผ่าน **capillary flow viscometer** ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความหนืดของสารละลายเจลตินจะเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 15 - 75 มิลลิพอยส์

ค่าความหนืดของเจลาติน ขึ้นอยู่กับ

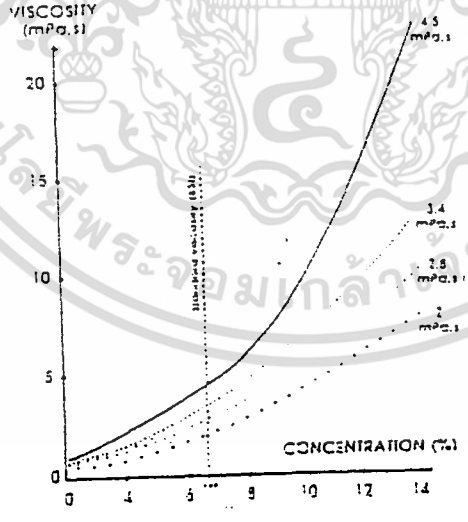
1. อุณหภูมิ ที่อุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ความหนืดจะลดลงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (exponential)

2. ค่าความเป็นกรดด่าง ความหนืดจะมีค่าต่ำที่สุดที่จุดไอโซอิเล็คทริกพอยท์ (isoelectric point)

3. ความเข้มข้น ความสัมพันธ์ระว่างความเข้มข้นกับค่าความหนืดในแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลดังรูปภาพที่ 2.

4. ความหนืดจำเพาะของเจลาติน (specfic viscosity) ซึ่งวัดโดยใช้เครื่อง BSI U-tube viscometer

5. ความแรงของไอออน (ionic strength)



รูปภาพที่ 2 : แสดงความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียลระหว่างความเข้มข้นและ ความหนืดของเจลาติน

ที่มา : Imeson, 1992

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจลาตินที่มีความหนืดต่ำสามารถทำให้มีความหนืดสูงขึ้นโดยเตรียมสารละลายเจลาตินให้มีความเข้มข้นสูงขึ้น เจลาตินที่มีความหนืดสูงจะมีอุณหภูมิที่จุดหลอมเหลวต่ำกว่าและมีเวลาในการเกิดเจลเร็วกว่าเจลาตินที่มีความหนืดต่ำ

ที่อุณหภูมิปกติเจลาตินจะมีคุณสมบัติเป็นของไหลประเภท นิวโทเนียน (Newtonian) แต่ที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดของการเกิดเจล ความหนืดจะขึ้นกับเวลาเท่านั้นเพราะที่จุดนี้เกิดการรวมตัวกันของเจล ลักษณะปรากฏทั้งหมดจะเห็นได้ชัดเจนที่ความเข้มข้นและน้ำหนักโมเลกุลของเจลาตินสูง

การศึกษาของ Stainsby (1977) พบว่าผลของค่าความเป็นกรดด่างมีอิทธิพลต่อมาจากแรงของไอออนของสารละลาย ซึ่งจะเห็นได้ไม่ชัดเจนในสารละลายที่เข้มข้น แต่จะเห็นได้ดีขึ้นที่สารละลายที่เจือจางกว่า เมื่อมีการเติมเกลือซึ่งทำให้ค่าความเป็นกรดด่างเปลี่ยนแปลงจะมีผลทำให้ค่าความหนืดลดลง ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการผลักกันภายในโมเลกุลและภายนอกโมเลกุล ค่าความหนืดจะเพิ่มขึ้นได้ถ้าประจุสุทธิของโมเลกุลเพิ่มขึ้น และค่าความหนืดสูงสุดของสารละลายเจลาตินจะพบที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ pH 3.5 และรองลงมาที่ค่าความเป็นกรดด่างที่สูงกว่า

แอคติวิตีของผิวสัมผัส (surface acticvity)

โดยทั่วไปมักจะนำคุณสมบัติด้านความไวของผิวสัมผัสของเจลาติน มาใช้ในการผลิตเพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราการเติบโตของผลึกสารอิ่มตัวยิ่งยวด เช่น มาร์มอลโลว์และไอศกรีม โดยยับยั้งการเติบโตของผลึกน้ำตาลและน้ำแข็งเพื่อทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการและอาจนำไปใช้ในการทำอิมัลชั่น เช่น มายองเนส เป็นต้น

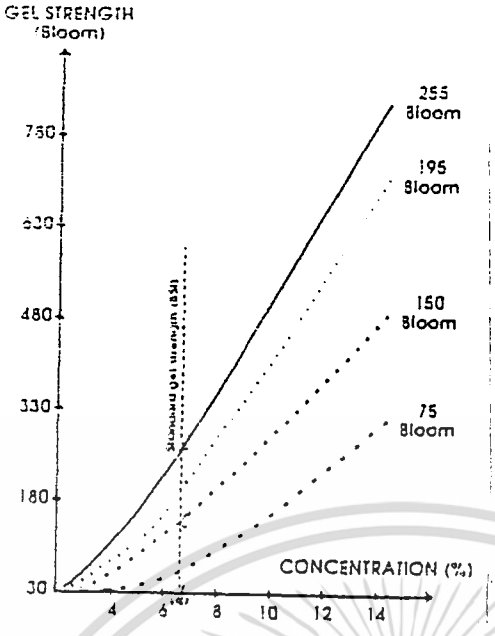
2.4 คุณสมบัติและหน้าที่ของเจลาติน (Functional properties)

2.4.1 ค่าความแข็งแรงของเจล (Gel Strength) (Imeson , 1992)

ค่าความแข็งแรงของเจลหรือค่าบลูม หมายถึง น้ำหนักเป็นกรัมที่ใช้ในการกดลูกสูบทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.7 มิลลิเมตร ลงบนผิวหน้าเจลของเจลาตินที่มีความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซนต์ ให้ลึกลงไป 4 มิลลิเมตร

การเตรียมเจลโดยนำเจลาตินมาเติมน้ำ เจลาตินที่พองตัวนำมาให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนจนเจลาตินละลายหมด สารละลายเจลาตินที่ได้นำไปตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 - 18 ชั่วโมง เพื่อทำให้เกิดเจลที่คงตัว (ค่าความแข็งแรงของเจลที่ความเข้มข้นต่างจาก 6.67 เปอร์เซ็นต์ จะไม่เรียกว่าค่าบลูม) ดังแสดงในรูปภาพที่ 3.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 3 : กราฟแสดงค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่ความเข้มข้นของเจลาตินต่างๆกัน

ที่มา : Imeson , 1992

2.4.2 ขนาดของอณุภาคและความสามารถในการละลาย

เจลาตินในสภาพปกติไม่สามารถละลายในน้ำเย็นได้ แต่สามารถพองตัวและดูดซับน้ำได้ 10 เท่าของน้ำหนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของอณุภาคด้วย พบว่าเจลาตินที่มีอณุภาคขนาดใหญ่ความสามารถในการละลายจะน้อยกว่าเจลาตินอณุภาคขนาดเล็ก แต่การเกิดฟองของเจลาตินอณุภาคขนาดเล็กจะมากกว่า

2.4.3 จุดไอโซอิเลคทริก (Isoelectric point , pI)

เจลาตินเป็นโปรตีนซึ่งมีองค์ประกอบที่เป็นกรดและด่างภายในโมเลกุลได้แก่ หมู่ของกรดคาร์บอกซิลิก และ หมู่เอไมด์ ตำแหน่งที่มีความสมดุลของกรดและด่างโดยประจุสุทธิภายในโมเลกุลมีค่าเป็นศูนย์ เรียกว่า จุดไอโซอิเลคทริก

พบว่าจุดไอโซอิเลคทริกของเจลาตินที่ผลิตจากคอลลาเจนอยู่ระหว่าง pH 9.4-4.8 โดยที่ pH 9.4 จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของหมู่เอไมด์และที่ pH 4.8 พบว่ามีหมู่คาร์บอกซิลิกอิสระอยู่ถึง 90 - 95 เปอร์เซ็นต์ เพราะฉะนั้นที่ pH 4.8 จะมีการเปลี่ยนแปลงของหมู่คาร์บอกซิลิกมากและลดลงเมื่อค่า pH เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

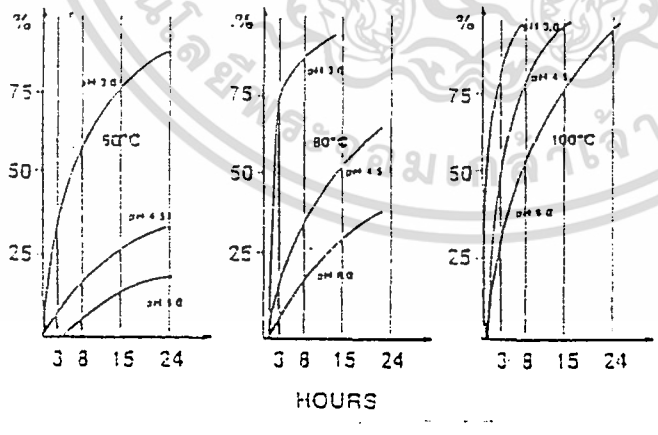
2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของเจลของเจลาติน (Imeson , 1992)

2.5.1 ความเข้มข้นของเจลาติน ค่าความเข้มข้นของเจลาตินมีผลต่อค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน โดยแปรผันตรงกับค่าความเข้มข้นของเจลาตินดังรูปภาพที่ 3.โดยทั่วไปเจลาตินที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมีค่าความแข็งแรงของเจลอยู่ระหว่าง 100 - 250 บลูม

2.5.2 ความเป็นกรดด่างของสารละลาย ปกติความเป็นกรดด่างของสารละลายเจลาตินจะมีค่าอยู่ในช่วงพีเอช 4.0 - 9.0 พีเอชที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าช่วงนี้จะมีผลต่อค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน และค่าความเป็นกรดด่างจะมีผลต่อสารละลายเจลาตินที่เข้มข้นน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สารละลายเจลาตินที่ความเข้มข้นสูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรดด่างจะไม่มีผลต่อค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน ความเข้มข้นมาตรฐานของเจลาตินทางการค้าที่ใช้แยกชนิดของเจลาตินคือที่ความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซนต์

5.2.3 เวลาและอุณหภูมิในการเกิดเจล ค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินจะขึ้นอยู่กับเวลาและอุณหภูมิ โดยสภาวะในการเตรียมเจลที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 - 18 ชั่วโมง พบว่าถ้าให้ความเย็นแก่เจลาตินอย่างรวดเร็วจะมีผลทำให้ตำแหน่งต่างๆของพันธะไฮโดรเจนภายในโครงสร้างไม่สามารถคลายตัวเป็นเส้นตรงได้เอง และที่อุณหภูมิที่สูงกว่าจุดเกิดเจลจะทำให้ค่าความแข็งแรงของเจลต่ำกว่าปกติ

ค่าความแข็งแรงของเจลจากเจลาตินชนิด 210 บลูม ที่ได้จากกระบวนการใช้กรด จะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามเวลา ค่าความเป็นกรดด่างและอุณหภูมิ ดังรูปภาพที่ 4

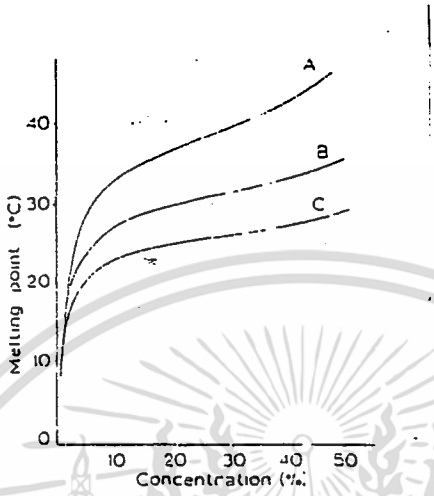


รูปภาพที่ 4. : กราฟแสดงความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของเจลาตินที่เปลี่ยนแปลงตาม อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดด่าง และ เวลา

ที่มา : Imeson , 1992

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 จุดหลอมเหลว คุณภาพของการรับรสและกลิ่นของเจลาตินจะขึ้นกับจุดหลอมเหลวของเจลาตินซึ่งจะเปลี่ยนตามปัจจัยต่างๆดังนี้คือ ความเข้มข้นของเจลาติน ชนิดของเจลาตินและค่าความหนืดของเจลาติน การเปลี่ยนแปลงของจุดหลอมเหลว (ดังรูปภาพที่ 5)



รูปภาพที่ 5 : กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดหลอมเหลวและความเข้มข้นของเจลตินต่างชนิดกัน

ที่มา : Harris , 1990

2.5.5 สารประกอบน้ำหนักโมเลกุลต่ำ สิ่งเจือปนที่ละลายอยู่ในสารละลายเจลาตินทำให้เจลของเจลาตินมีความอ่อนตัวลงหรือมีความแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งให้ค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินมีความผิดผลาดไป เช่น แร่ธาตุ

2.6 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL

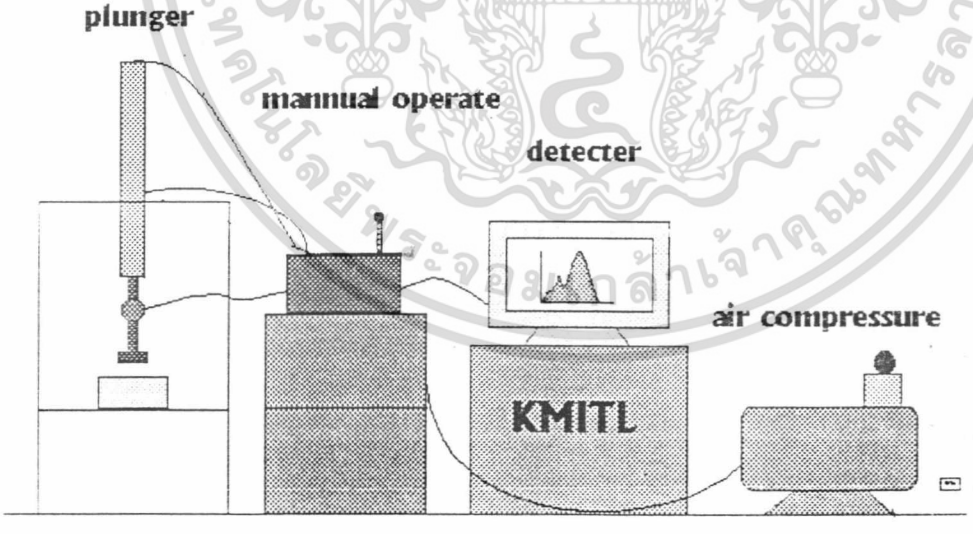
เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL (KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTURUMENT) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารทางด้านเนื้อสัมผัส ซึ่งเนื้อสัมผัสมีความสำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค ลักษณะของเนื้อสัมผัสที่พิจารณาประกอบด้วย ความแข็ง (firm) ความเหนียว (tough) ความอ่อนนุ่ม (sofe) ความกรอบ (crisp) การใช้เครื่อง เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL จะสามารถบอกค่าการวัดได้โดยตรง เป็นตัวเลขของแรงกระทำของหัววัดที่กดลงบนผิวหน้าของเจลของเจลาติน เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL ทำงานโดยใช้ระบบ HYDRO-PNEUMATIC ที่เครื่องปั๊มลมจะปล่อยลมอัดไปดันน้ำมันให้เคลื่อนที่ไปตามท่อผ่านวาล์วควบคุมปริมาณการไหล เพื่อปรับความเร็วให้กระบอกสูบไฮโดรลิคเคลื่อนที่ ทำให้กระบอกลูกสูบเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอและแรงที่กดคงที่ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL มีลักษณะการทำงานที่คล้ายกับการทำงานของเครื่อง Bloom Gelometer จึงสามารถที่จะใช้ในการวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินได้

องค์ประกอบของเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL แสดงดังรูปภาพที่ 6

1. กระบอกลูกสูบ
2. ชุดอุปกรณ์วาล์ว
3. ชุดขับเคลื่อน
4. หัววัดเนื้อสัมผัส
5. ตัวรับสัญญาณ (Load cell)
6. เครื่องแปลงสัญญาณ (Detecter)
7. เครื่องปั๊มลม (Air compressor)
8. น้ำมันไฮโดรลิค
9. Air Oil Reservoir
10. Air Treatment unit

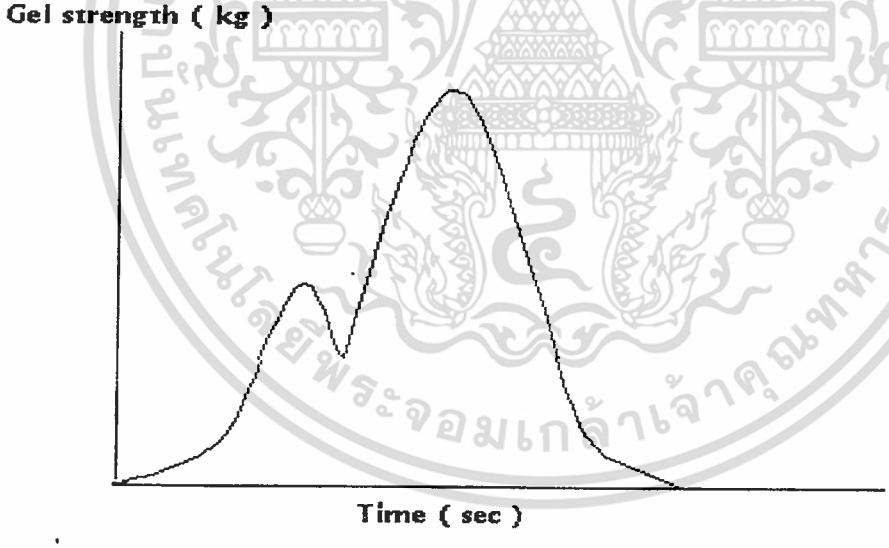


รูปภาพที่ 6. : แสดงองค์ประกอบของเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL

ที่มา : กิตติชัย , 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดค่าความแข็งแรงของเจลด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสรุ่น KMITL ทำการทดลองโดยใช้หัวกดทะลุกดลงบนผิวหน้าของเจลของเจลาตินด้วยความเร็วคงที่ เมื่อหัววัดสัมผัสกับผิวหน้าของเจลาตินจะเกิดแรงต้าน ตัวรับสัญญาณ (Load cell) จะเริ่มอ่านค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน ซึ่งได้ค่าที่เพิ่มขึ้น จนกระทั่งแรงกดของหัววัดทำให้ผิวของเจลของเจลาตินบางส่วนแตก ทำให้ค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินลดลง แต่ค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินจะเพิ่มขึ้น เมื่อหัววัดได้รับค่าความแข็งแรงจากผิวของเจลของเจลาตินที่ยังไม่ได้ถูกทำลาย จนกระทั่งได้ค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่สูงที่สุด เจลของเจลาตินจะเริ่มฉีกขาดโดยรอบ ซึ่งทำให้ค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินลดต่ำลง โดยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL อ่านค่าการวัดความแข็งแรงของเจลของเจลาตินในรูปของกราฟ ดังแสดงในรูปภาพที่ 7



รูปภาพที่ 7. : กราฟแสดงค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อ สัมผัส รุ่น KMITL

ที่มา : กิตติชัย , 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL คือ

1. ใช้วัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินแทนเครื่อง Bloom Gelometer ซึ่งมีราคาแพงและใช้ได้เฉพาะงานเท่านั้น

2. ราคาที่ผลิตถูกกว่าเครื่อง Bloom Gelometer

3. สามารถทดสอบอาหารด้าน ความแข็ง ความเหนียว ความอ่อนนุ่ม และความกรอบ ได้ดีกว่าเครื่อง Bloom Gelometer

4. เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL เป็นเครื่องที่พัฒนามากกว่า เครื่อง Bloom Gelometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 เศษกระดูกไก่

3.1.2 เจลาตินทางการค้า ชนิด 150 บลูม

3.1.3 เจลาตินทางการค้า ชนิด 160 บลูม

3.1.4 เจลาตินทางการค้า ชนิด 240 บลูม

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 โหลแก้วทรงสูง

3.2.2 บีกเกอร์ขนาด 600 และ 1000 มล.

3.2.3 กระบอกตวงขนาด 1000 มล.

3.2.4 ช้อนตักสาร

3.2.5 ผ้าขาวบาง

3.2.6 แท่งแก้วคน

3.2.7 เทอร์โมมิเตอร์

3.2.8 เครื่องวัดพีเอช (pH - meter SUNTEX , POWER : 9V DC DRY BATTER)

3.2.9 เครื่องวัดสี (CHROMO - METER , CR - 300 MINOLTA)

3.2.10 เครื่องวัดความหนืด (BROOKFIELD VISCOMETER)

3.2.11 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL (KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT)

3.2.12 เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด

3.2.13 อ่างน้ำร้อน ควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส

3.2.14 กระป๋องอลูมิเนียม

3.2.15 ตู้อบ

3.3 สารเคมี

3.3.1 กรดซิตริก (Citric acid)

3.3.2 โซเดียมซิเตรท (Sodiumcitrate)

3.3.3 กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.15 ตู้อบ

3.3 สารเคมี

3.3.1 กรดซิตริก (Citric acid)

3.3.2 โซเดียมซิเตรท (Sodiumcitrate)

3.3.3 กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid)

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 ศึกษาขนาดของหัววัดที่เหมาะสมเพื่อการวัดความแข็งแรงของเจลของเจลาตินเมื่อใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL วัดโดยใช้หัววัดขนาด 20 และ 40 มิลลิเมตร. วัดความแข็งแรงของเจลที่ได้จากการใช้เจลาตินชนิด 160 บลูม ที่ความเข้มข้น 3.5 5.5 6.67 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หัววัดที่เหมาะสมสามารถบอกความแตกต่างของความแข็งแรงของเจลของเจลาตินได้อย่างชัดเจน

3.4.1.1 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

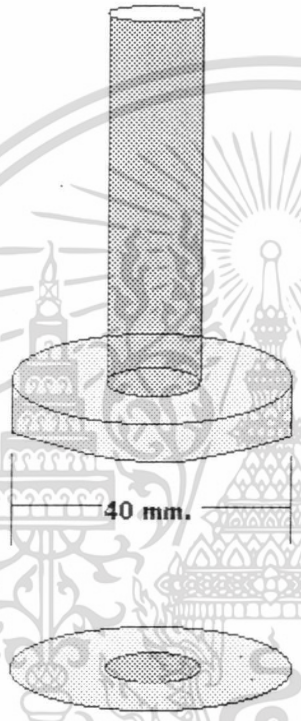
ใช้เจลาตินชนิด 160 บลูม เตรียมสารละลายที่ความเข้มข้น 3.5 5.5 6.67 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ โดยชั่งสาร 17.5 27.5 33.35 และ 37.5 กรัม ตามลำดับ เติมน้ำเย็นประมาณ 100 มิลลิลิตร. แล้วตั้งทิ้งไว้จนเจลาตินพองตัวจากนั้นเติมน้ำร้อนปรับค่า pH ให้ได้ 5.5 ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ของกรดซิตริก และโซเดียมซิเตรท ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 500 มิลลิลิตร. สารละลายเจลาตินที่ได้นำไปเทใส่ถ้วยอลูมิเนียมทรงกระบอกซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซ็นติเมตร สูง 4 เซ็นติเมตร และตั้งทิ้งไว้เพื่อทำให้เกิดเจลที่สมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส 18 - 20 ชั่วโมง ก่อนนำมาวัดค่าความแข็งแรงของเจลโดยใช้หัววัดที่มีลักษณะดังรูปภาพที่ 8 ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL บันทึกข้อมูลที่ได้และนำไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของเจลกับความเข้มข้นของเจลาตินที่หัววัดขนาดแตกต่างกัน

3.4.2 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของเจลาติน

3.4.2.1 ศึกษาผลของ pH ต่อความแข็งแรงของเจลของเจลาติน โดยใช้เจลาตินชนิด 240 บลูม ที่ความเข้มข้น 3.5 5.5 6.67 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อมีค่า pH 3.5 4.5 และ 5.5 ตามลำดับ เจลของเจลาตินที่ได้นำมาวัดค่าความแข็งแรงของเจลโดยใช้หัววัดที่มีความเหมาะสมจากการทดลองในข้อที่ 3.4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 ศึกษาผลของ pH ต่อค่าความหนืดและค่าสีของเจลาติน โดยใช้เจลาตินชนิด 240 บลูม ที่ความเข้มข้น 3.5 5.5 6.67 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อมีค่า pH 3.5 4.5 และ 5.5 ตามลำดับ นำสารละลายเจลาตินมาวัดค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield Viscometer) และวัดสีด้วยเครื่องวัดสี (Chromo - meter , CR - 300 MINOLTA)



รูปภาพที่ 8. แสดงลักษณะของหัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร สำหรับเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL

3.4.3 ศึกษาชนิดของเจลาตินจากเศษกระดูกไก่

3.4.3.1 การเตรียมกราฟมาตรฐาน

การเตรียมกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของเจลของเจลาตินกับชนิดของเจลาติน เตรียมได้โดยใช้เจลาตินชนิด 150 160 และ 240 บลูม ที่ความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์ มาทดสอบวัดค่าความแข็งแรงของเจล แล้วนำค่าที่ได้ไปใช้เขียนกราฟต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.2 การเตรียมเจลาตินที่สกัดได้จากเศษกระดูกไก่

3.4.3.2.1 ชั่งเศษกระดูกไก่ที่ผ่านการอบแห้ง และสกัดไขมันออกแล้วมา 200 กรัมใส่ในภาชนะเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 3 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1200 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อกำจัดแร่ธาตุที่มีในกระดูกไก่

3.4.3.2.2 เทสารละลายกรดที่แช่ออกและนำเศษกระดูกไก่มาล้างด้วยน้ำสะอาดจนหมดกรด

3.4.3.2.3 เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 1200 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 10 ชั่วโมง เพื่อปรับสภาพของโปรตีน คอลลาเจนในกระดูก

3.4.3.2.4 เทสารละลายกรดที่แช่ไว้ออกและนำเศษกระดูกไก่มาล้างด้วยน้ำสะอาดจนหมดกรดอีกครั้ง (การล้างระวังอย่าให้เศษกระดูกไก่หาย)

3.4.3.2.5 เติมน้ำกลั่น 600 มิลลิลิตร เพื่อสกัดเจลาตินโดยใช้อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

3.4.3.2.6 กรองแยกสารละลายเจลาติน โดยใช้ผ้าขาวบางวัดปริมาตรของสารละลายเจลาตินทั้งหมดที่ได้

3.4.3.3 การศึกษาชนิดของเจลาตินจากเศษกระดูกไก่

เจลาตินที่สกัดได้นำมาวัดค่าความแข็งแรงของเจลตามวิธีการทดลองที่ 3.4.2.1 แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณกลับเป็นค่าความแข็งแรงของเจลที่ความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไปเทียบกับกราฟมาตรฐานที่ได้เตรียมไว้จากการทดลอง 3.4.3.1 การคำนวณค่าแสดงดังภาคผนวก ข.

3.4.3.4 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเจลจากเศษกระดูกไก่

เจลาตินที่สกัดได้นำมาวิเคราะห์ค่าความหนืด และค่าสีเช่นเดียวกับวิธีทดลองที่ 3.4.2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาขนาดของหัววัดที่เหมาะสม ในการวัดความแข็งแรงของเจลของเจลาติน

การวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินพบว่าขนาดของหัววัดมีผลต่อค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน แสดงดังตารางที่ 4.1

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่ความเข้มข้น 3.5 - 7.5 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ และค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน ที่วัดได้จากหัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร จะวัดค่าได้สูงกว่าหัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ในทุกๆความเข้มข้นและเมื่อนำค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยหาค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของความแข็งแรงของเจลของเจลาตินพบว่าการใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 20 มิลลิเมตร ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรเป็น 14.1 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรเป็น 4.9 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงพิจารณาได้ว่าการใช้หัววัดขนาด 40 มิลลิเมตร จะเหมาะสมต่อการนำมาใช้วัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินมากกว่าการใช้หัววัดขนาด 20 มิลลิเมตร ผลแสดงดังรูปภาพที่ 9 จะเห็นได้ว่ากราฟเส้นตรงของหัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร แสดงค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่ความเข้มข้น 3.5 - 7.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถให้ค่าที่ออกมามีความแตกต่างกันมากกว่าค่าที่ได้จากหัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1. แสดงค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน และค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรเมื่อใช้หัววัดที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 และ 40 มิลลิเมตร ที่ความเข้มข้นของเจลาตินต่างๆกัน

ความเข้มข้นของเจลาติน (เปอร์เซ็นต์)	ความแข็งแรงของเจล (กิโลกรัม)					
	หัววัด1*	หัววัด2*	stdv1**	stdv2**	cv1***	cv2***
3.50	0.3538	0.8723	0.3	1.0	22.8	7.9
	0.4019	0.8216	0.3	1.0	21.9	7.5
	0.3895	0.9184	0.3	1.0	22.1	7.6
5.50	1.1375	2.6708	0.1	0.5	6.7	2.3
	1.2248	2.6419	0.1	0.5	4.9	1.7
	1.1454	2.6454	0.1	0.5	6.5	2.2
6.67	1.9536	5.2447	0.1	0.3	10.0	3.5
	2.1250	5.4661	0.2	0.4	13.7	4.7
	1.9743	5.2981	0.2	0.3	10.6	3.7
7.50	2.2415	8.0515	0.2	1.1	16.1	5.6
	2.3284	8.1150	0.3	1.2	17.9	6.2
	2.2440	8.0937	0.2	1.2	16.2	5.6
ค่าเฉลี่ย	-	-	-	-	14.1	4.9

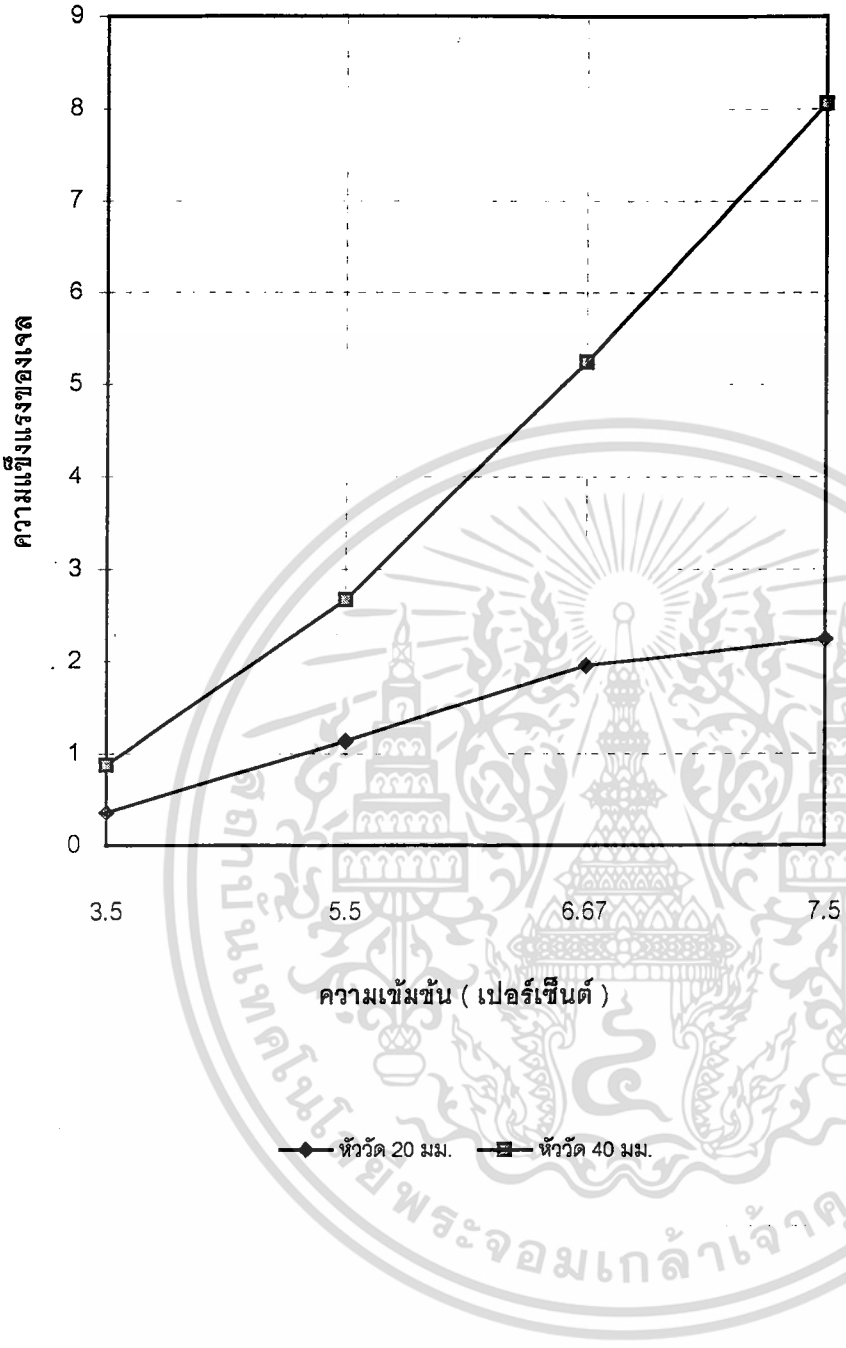
หมายเหตุ *= หัววัด1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 และ หัววัด2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มม.

**= ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน

*** = สัมประสิทธิ์ความผันแปรของค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96967



รูปภาพที่ 9 . แสดงกราฟความสัมพันธ์ของค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินเมื่อใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 และ 40 มิลลิเมตรที่ความเข้มข้นของเจลาตินต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษาผลของ pH ต่อความแข็งแรงของเจลของเจลาติน

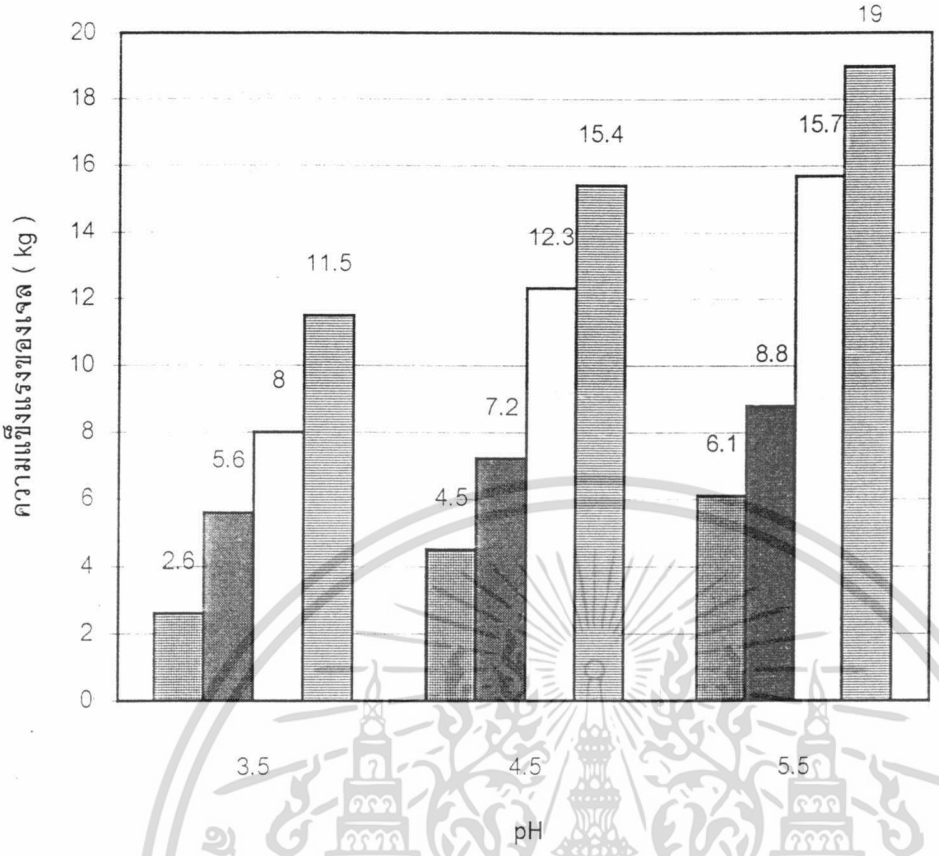
ค่า pH ของสารละลายเจลาตินมีผลต่อความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่ได้แสดงผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน และค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรที่ความเข้มข้นและ pH ต่างๆกันโดยหัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร

ความเข้มข้นของเจลาติน (เปอร์เซ็นต์)	ความแข็งแรงของเจล (กิโลกรัม)					
	pH=3.5	pH=4.5	pH=5.5	cv1*	cv2*	cv3*
3.50	2.6	4.5	6.1	36.1	31.4	5.1
5.50	5.6	7.2	8.8	11.0	15.5	6.0
6.67	8.0	12.3	15.7	9.0	14.4	6.1
7.50	11.5	15.4	19.0	38.1	32.5	5.0
ค่าเฉลี่ย	-	-	-	**23.6 %**	**23.4 %**	**5.5 %**

หมายเหตุ : * คือ สัมประสิทธิ์ความผันแปรที่ pH 3.5 4.5 และ 5.5 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 10. แสดงการเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่ความเข้มข้น และ pH ต่างๆกัน

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าเจลาตินที่ความเข้มข้นเดียวกันเมื่อมีค่า pH เปลี่ยนแปลงไปจาก 3.5 - 5.5 จะมีค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินเพิ่มขึ้น ตามลำดับ โดยค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่ pH 5.5 มีค่าสูงกว่าที่ pH 4.5 และ 3.5 ตามลำดับทุกๆความเข้มข้น และเมื่อนำค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของความแข็งแรงของเจลของเจลาตินพบว่า การวัดค่าที่ pH 5.5 มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรเป็น 5.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ pH 4.5 และ 3.5 มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรสูงถึง 23.4 และ 23.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับพิจารณาได้ว่าการวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่ pH 5.5 จะเหมาะสมต่อการนำไปใช้เมื่อทำการวัดค่าของสารเจลาตินที่ไม่ทราบค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14913

จากรูปภาพที่ 10 จะเห็นได้ว่าค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่ความเข้มข้น 3.5 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวัดค่าที่ pH ระหว่าง 3.5 ถึง 5.5 ตามลำดับ จะมีค่าแตกต่างกันน้อยกว่าค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่ความเข้มข้น 6.67 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับทั้งนี้เนื่องจากเจลาตินที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจะมีปริมาณของเจลาตินที่สูงกว่า ซึ่งภายในโมเลกุลของเจลาตินมีองค์ประกอบของกรดอะมิโนเป็นจำนวนมากและมีองค์ประกอบหมู่ของ กรดคาร์บอก-ซิริกและหมู่เอไมด์ซึ่งมีความสำคัญในการเกาะเกี่ยวกันเป็นร่างแหภายในโมเลกุล จึงทำให้มีค่าความหนืดและความแข็งแรงของเจลสูงกว่า

4.3 ผลการศึกษาผลของ pH ต่อค่าความหนืดและค่าสีของเจลาติน

ค่า pH ของสารละลายเจลาตินจะมีผลต่อค่าความหนืดของสารละลายเจลาตินและค่าสีของเจลของเจลาติน ที่ได้แสดงผลดังตารางที่ 4.3 4.4 และรูปภาพที่ 11

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความหนืดของสารละลายเจลาตินที่ความเข้มข้นและ pH ต่างๆ กัน

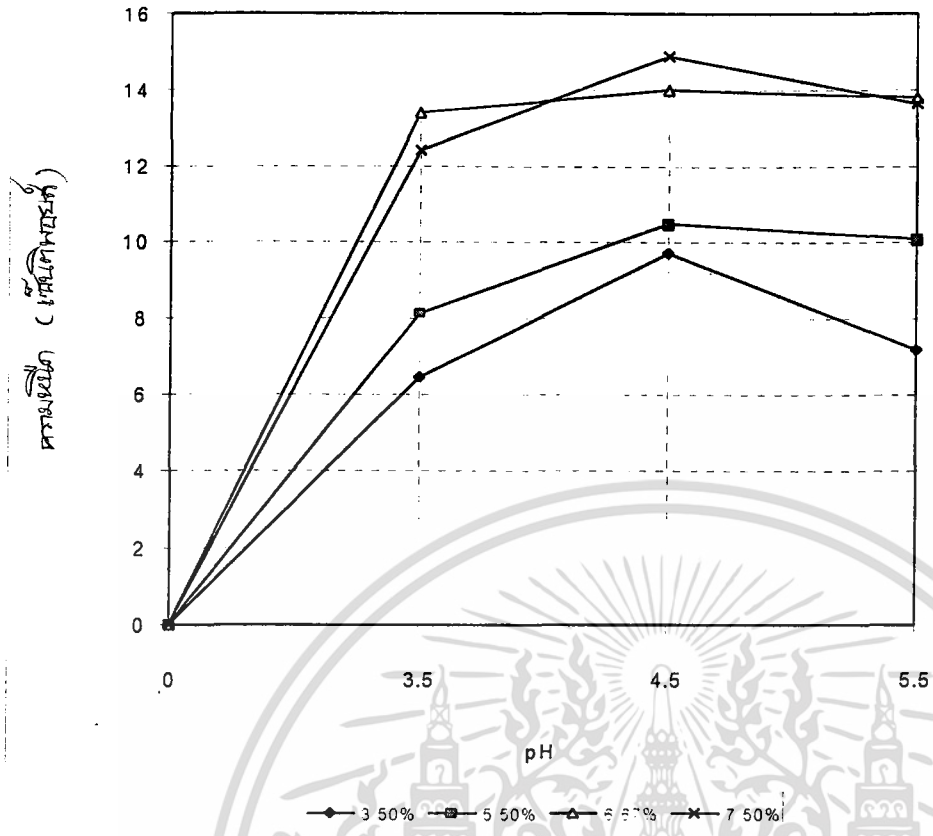
ความเข้มข้นของเจลาติน (เปอร์เซ็นต์)	ความหนืดของเจลาติน (cP)		
	pH=3.5	pH=4.5	pH=5.5
3.50	6.45	9.70	7.20
5.50	8.11	10.50	10.10
6.67	13.40	14.00	13.80
7.50	12.40	14.90	13.64

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าการวัดสีของเจลของเจลาตินที่ค่า pH และ ความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

ความเข้มข้นของเจลาติน (%)	ค่าสี								
	pH = 3.5			pH = 4.5			pH = 5.5		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
3.50	55.00	-0.70	9.45	45.80	-0.18	9.53	46.87	-1.04	9.84
5.50	47.10	-0.41	10.10	39.46	-0.11	9.54	41.17	-0.57	10.53
6.67	45.70	-0.71	9.42	39.86	-0.26	10.90	40.65	-0.61	10.42
7.50	48.60	-0.60	11.36	37.91	-0.21	10.00	42.99	-0.40	9.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง



รูปภาพที่ 11 แสดงค่าความหนืดของสารละลายเจลาตินที่ความเข้มข้นและ pH ต่างๆกัน

จากตารางที่ 4.3 ค่าความหนืดของสารละลายเจลาติน จะเปลี่ยนไปในแต่ละค่า pH ที่ pH 4.5 ค่าความหนืดที่ได้สูงกว่า pH 5.5 และ 3.5 ตามลำดับ

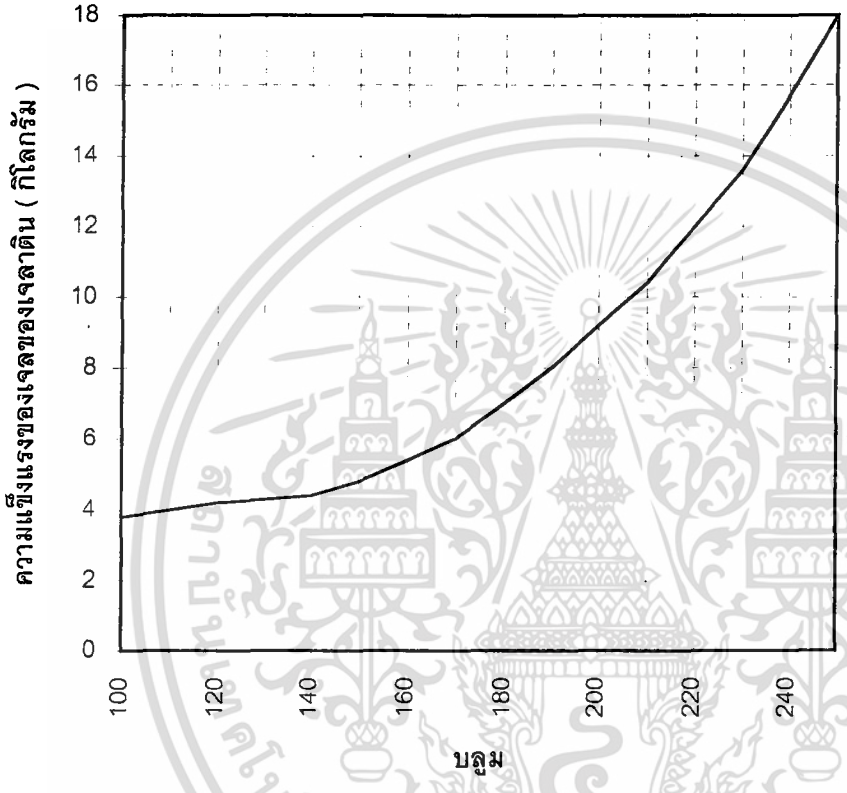
จากรูปภาพที่ 11 ค่าความหนืดของสารละลายเจลาตินจะแตกต่างมากที่ pH 3.5 - 5.5 ที่ความเข้มข้น 3.5 5.5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่ความเข้มข้นมาตรฐาน 6.67 เปอร์เซ็นต์ ค่าความหนืดไม่แตกต่างกันในทุกๆ pH

จากตารางที่ 4.4 ค่าสีที่วัดในระบบ Hunter Color Meter ในสัญลักษณ์ L a b (อธิบายในภาคผนวก ก.) ค่า L จะลดลงเมื่อความเข้มข้นของเจลาตินสูงขึ้น แสดงว่าเจลาตินที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นจะมีความใสของสารละลายเจลาตินลดลง ที่pH 3.5 -5.5 ค่า a จะไม่แตกต่างกัน และค่า b จะได้ค่าเป็นบวกค่าเฉลี่ยที่ 10.00 สีของเจลาตินเป็นสีเหลืองและมีสีเข้มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของเจลาตินเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการศึกษาชนิดและคุณสมบัติทางกายภาพของเจลาตินจากเศษกระดูกไก่

ความแข็งแรงของเจลของเจลาตินชนิด 150 160 และ 240 บลูม ที่ความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเป็น 5.2485 5.6487 และ 15.8945 กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อนำมาสร้างกราฟมาตรฐาน ระหว่างค่าความแข็งแรงของเจลกับชนิดของเจลาตินที่ความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์ ได้กราฟมาตรฐานแสดงในรูปภาพที่ 12



รูปภาพที่ 12 . แสดงกราฟมาตรฐานค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินแต่ละชนิดที่ความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์ pH 5.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางกายภาพของเจลาตินที่สกัดจากเศษกระดูกไก่มีค่าดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความแข็งแรงของเจลและค่าความหนืดรวมทั้งค่าสีของเจลาตินที่สกัดได้จากเศษกระดูกไก่ ความเข้มข้น6.67 เปอร์เซ็นต์ ที่ pH 5.5

ความแข็งแรงของเจล (กิโลกรัม)	ความหนืดของเจลาติน (เซ็นติพอยส์)	ค่าสี		
		L	a	b
4.8535	11.6	37.46	-0.22	9.55

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าเจลาตินที่สกัดได้จากเศษกระดูกไก่ ที่ pH 5.5 นำมาวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสรุ่น KMITL ได้ค่า 4.8535 กิโลกรัม ค่าความหนืด 11.6 เซ็นติพอยส์ และมีค่าสีของค่า L a b เป็น 37.46 -0.22 และ 9.55 ตามลำดับ ซึ่งมีสีเหลืองแกมน้ำตาล แต่มีความใสน้อยกว่าเจลาตินทางการค้าชนิด 240 บลูม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

1. ค่าความแข็งแรงของเจลาตินที่วัดได้จากหัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตรจะได้ค่าสูงกว่าหัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ในทุกๆความเข้มข้นเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติได้ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของหัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 และ 40 มิลลิเมตร มีค่าเท่ากับ 14.1 และ 4.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงเลือกใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร เพราะให้ค่าความแตกต่างของการวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินในแต่ละความเข้มข้นได้อย่างชัดเจน

2. ค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินจะเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของเจลาตินเพิ่มสูงขึ้น โดยค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่ pH 5.5 จะวัดได้ค่าสูงกว่า pH 4.5 และ 3.5 ทุกความเข้มข้นตามลำดับเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติได้ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรที่ pH 5.5 ได้เท่ากับ 5.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ pH 4.5 และ 3.5 มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรสูงถึง 23.4 และ 23.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าความหนืดของสารละลายเจลาตินที่ pH 3.5 - 5.5 จะมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากและสีของเจลของเจลาตินที่วัดได้มีสีเหลืองเข้มขึ้นตามเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของเจลาติน

3. สารละลายเจลาตินที่สกัดได้จากเศษกระดูกไก่เมื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพที่ pH 5.5 มีค่าความหนืดเท่ากับ 11.6 เซ็นติพอยส์ และค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินมีค่า 4.8535 กิโลกรัม ที่ความเข้มข้น 2.83 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะของสีสารละลายเจลาตินมีสีเหลืองขุ่น

4. จากการทดลองพบว่า ไม่สามารถนำค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่สกัดได้จากเศษกระดูกไก่มาหาชนิดของเจลาตินจากกราฟมาตรฐานได้ เพราะความเข้มข้นของเจลไม่ใช้ 6.67 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสิ่งที่ถูกต้องควรนำเจลาตินที่เตรียมได้จากการทดลองในหัวข้อ 3.4.3.2 มาทำแห้ง แล้วนำเจลาตินผงไปเตรียมเจลที่ความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์ ก่อนทำการวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน แล้วเทียบกลับไปเป็นค่าบลูมโดยใช้กราฟมาตรฐานที่เตรียมได้ดังแสดงใน (รูปภาพที่ 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ในการวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน ควรควบคุมอุณหภูมิและเวลาของการตั้งเจลทิ้งไว้ให้เกิดเจลที่สมบูรณ์ที่ 10 องศาเซลเซียส เวลา 16 - 18 ชั่วโมง

2. ในขณะวัดค่าความเป็นกรดด่างควรควบคุมอุณหภูมิของสารละลายเจลาตินให้คงที่ ที่อุณหภูมิ 31 องศาเซลเซียส

3. ขณะทำการวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสรุ่น KMITL จะต้องวางเจลให้อยู่บริเวณกึ่งกลางของหัววัด เพราะอาจมีผลต่อการอ่านค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรวีณา แสงฉายเพียงเพ็ญ และ นุชรินทร์ อรรถประสิทธิ์. 2538. การทำเจลาตินจากเศษกระดูกไก่ให้ใส . ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 3-15 หน้า.

ชนินทร์ อายุเจริญกูล และ ประสาน ไกรรณภูมิ. 2535. เครื่องมือวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหาร . ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 1-25 หน้า.

อิษยา ภูธนกิจ และ อุดมลักษณ์ ภักดีภิญโญ. 2537. การสกัดเจลาตินจากเศษกระดูกไก่. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 5 หน้า

Lewis.M.J. 1990. Physical Properties of Food and Food Processing Systems. 108 - 136 pp.

Poppe.J. 1992. Gelatin. In : Thickening and Gelling Agent for Food,P.Imeson , Blackie Academic and Professional , London , 98 - 123 pp.

Stainby.G. 1977. The Physical Chemistry of Gelatin in Solution. In : The Science and Technology of Gelatin , A.G.Ward and A.Courts,Acadimic Press,London, 109-135 pp.

Paterson.J.L , Stevens.P.V. and I.M.A.S. Wijaya. 1995. Modeling of Physical properties of Gelatin : Gel Strength . Journal Food Aust 47 (4) : 167 - 172 .

Wainewright.F.W. 1977. Physical Test for Gelatin and Gelatin Product. In : The Science and Technology of Gelatin , A.G.Ward and A.Courts,Acadimic Press,London, 508-517 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวิเคราะห์

1. การวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน (Gel Strength)

การวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินเป็นการศึกษาสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของเจลของเจลาติน

เนื้อสัมผัส (Texture) มีสมบัติดังนี้

1. สมบัติทางกายภาพเกี่ยวเนื่องกับโครงสร้างของอาหาร
2. เป็นสมบัติทาง machanical หรือ rheological
3. ไม่สัมพันธ์กับการรับรู้ของรสและกลิ่น
4. กลุ่มของสมบัติหลายอย่างรวมกัน เช่น ความแข็ง ความเหนียว ความหนืด และ การเกาะตัว

อุปกรณ์ของเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL

1. ปั๊มลม (Air Compressure)
2. Air Treatment Unit
3. ชุดขับเคลื่อน
4. ตัวรับสัญญาณ (Load Cell)
5. หัววัดลักษณะเนื้อสัมผัส
6. กระบอกลูกสูบ
7. เครื่องคอมพิวเตอร์ (Detecter)
8. เครื่องแสดงผล (Printer)
9. น้ำมันไฮโดรลิก

ขั้นตอนการวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน

1. เตรียมเจลาตินทางการค้าชนิดใดก็ได้ตามวิธีการเตรียมในหัวข้อ 3.4.1.1
2. เปิดปั๊มลม (Air Compressure) หมายเลข 2 ลมจะถูกปั๊มเข้าในถังจนถึงระดับที่ตั้งไว้ปั๊มลมจะหยุดทำงาน
3. เลือกหัววัดเนื้อสัมผัสตามชนิดของอาหาร เช่น หัววัดพื้นที่หน้าตัดกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร สำหรับวัดเจลของเจลาติน
4. เติมน้ำมันไฮโดรลิกที่ตัวจ่ายน้ำมันซึ่งมี 2 ชุดและให้ระดับของน้ำมันเท่ากันทั้ง 2 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ จอภาพแสดงที่ C:\>

- C : \ >
- C : \ > CD ACQUIRE และกดปุ่ม < Enter >
- ต่อจากนั้นจะปรากฏเป็น C : \ > ACQUIRE
- เข้าระบบการตั้งค่าโดยเขียน AQ
- ที่ C : \ > ACQUIRE AQ และกดปุ่ม < Enter >
- จอภาพจะแสดงองค์ประกอบของส่วนต่างของการวัดลักษณะเนื้อสัมผัส ให้กดที่คำว่า Configure
- ทำการตั้งค่าเพื่อให้เกิดการสมดุลของเครื่องรับสัญญาณกับคอมพิวเตอร์
- นำเจลของเจลาตินตัวอย่างที่เตรียมมาวางที่ตำแหน่งกึ่งกลางของหัววัด และกดชุดขับเคลื่อน หมายเลข 3 ไปทางขวากระบอกลูกสูบจะดันหัววัดลงมาให้ห่างจากผิวหน้าของเจลของเจลาติน 5 เซ็นติเมตร กดชุดขับเคลื่อนให้อยู่ตรงกลาง
- ที่คอมผิวเตอร์กดคำว่า GO และกดปุ่ม < Enter > จอภาพแสดงกราฟระหว่างค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน (กิโลกรัม) กับ เวลา (วินาที)
- กดปุ่ม < Enter > พร้อมกดชุดขับเคลื่อนไปทางขวาหัววัดจะกดลงที่ผิวหน้าของเจลของเจลาตินคอมพิวเตอร์จะแสดงลักษณะกราฟทางจอภาพรอจนหัววัดกดลงโดยรอบผิวหน้าเจลของเจลาติน ให้กดปุ่ม < Esc > เครื่องคอมพิวเตอร์จะหยุดทำงานและทำการบันทึกข้อมูลโดยอัตโนมัติ พร้อมกดชุดขับเคลื่อนมาตรงกลาง หัววัดจะหยุดเคลื่อนที่และกดชุดหัววัดไปด้านซ้ายกระบอกลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้น
- นำตัวอย่างต่อไปและทำการวัดเหมือนวิธีข้างต้น

รูปภาพแสดงเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL แสดงในรูปภาพที่ 16 (ภาคผนวก ค.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวัดค่าความหนืด (Lewis , 1990)

สมบัติของของเหลวที่เกิดแรงเสียดทาน หรือแรงเฉือนระหว่างชั้นของของไหล ซึ่งอาจแสดงเป็นความเค้นเฉือน (Shear stress , τ) ต่อหน่วยพื้นที่สัมผัส โดย τ จะเป็นสัดส่วนกับอัตราส่วนของความเครียดสัมพัทธ์นั่นคือความลาดชันของความเร็ว du / dz โดยมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$\tau = F / A = - \mu (du / dz)$$

เมื่อ F = แรงกระทำ , นิวตัน (N)

A = พื้นที่ผิวของของไหล , ตารางเมตร (m^2)

μ = สัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน , (Pa.s)

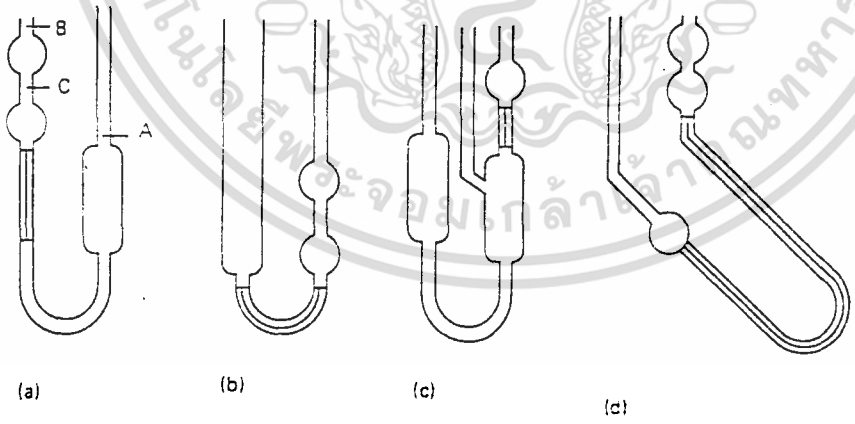
$$\text{dynamic viscosity} = \frac{\text{shear stress}}{\text{Shear rate}}$$

ตารางที่ 1ก. แสดงหน่วยของความหนืดในระบบต่าง ๆ (Lewis,1990)

System of units	Shear stress	Shear rate	Dynamic viscosity
SI	Nm^{-2}	s^{-1}	$N\ s\ m^{-2}$
cgs	$dyn\ cm^{-2}$	s^{-1}	$dyn\ s\ cm^{-2}$
Imperial	$lbf\ ft^{-2}$	s^{-1}	$lbf\ s\ ft^{-2}$

การวัดค่าความหนืด

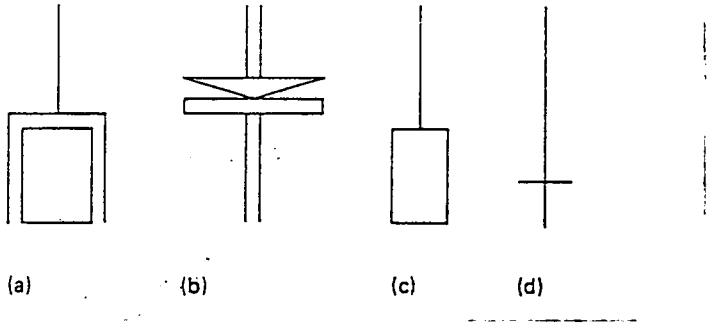
เครื่องมือที่นิยมใช้ในการวัดค่าความหนืดมี 2 แบบ คือ แบบหลอด (Capillary tube viscometer) และแบบหมุน (Rotational viscometer)



รูปภาพที่ 13 : แสดงลักษณะของหลอดวัดความหนืด รูป (a) คือ Ostwald viscometer (b) คือ reverse-flow viscometer (c) คือ suspended-level viscometer และ (d) คือ Cannon- Fenka viscometer

ที่มา : Lewis , 1990

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 14 : แสดงลักษณะของหัววัดความหนืดแบบหมุนเมื่อ รูป (a) concentric cylinder (b) cone and plate (c) single spindle และ (d) T-piece spindles (ใช้สำหรับเจลหรือของไหลที่มีความหนืดสูง)

ที่มา : Lewis , 1990

เครื่องวัดความหนืดแบบหมุน (Rotational Viscometer)

1. Brookfield Viscometer (รูปภาพแสดงในภาคผนวก ค.)

องค์ประกอบของเครื่อง Brookfield Viscometer

1. หัววัดความหนืดที่แสดงในรูปภาพที่ 14
2. ตัวควบคุม (control)
3. ขาตั้งยึดตัวเครื่อง
4. เทอร์โมสแตท
5. ที่กันกระแทกของหัววัด

ขั้นตอนการวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer

1. เตรียมตัวอย่าง เช่น สารละลายเจลาตินเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์
2. จัดชุดอุปกรณ์เครื่อง Brookfield Viscometer เปิดสวิทซ์ จอภาพแสดง

REMOVE SPINDLE , LEVEL
RHEPMETER AND PRESS
THE MOTOR on/of KYE
TO : AUTOZERO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กดปุ่ม MOTOR on/off หน้าจอจะแสดง ZEROING RHEOMETER เป็นเวลา 5 วินาที จากนั้นจอภาพแสดง

AUTOZERO IS COMPLETE
REPLACE SPINDLE AND
PRESS NEXT KYE

4. กดคำว่า NEXT จอภาพแสดง

RPM : 0.0 SPINDLE :__
TEMP : __ °C PRTO
TROQUE = __ %

5. กดคำว่า SELECT SPDL จอภาพแสดง SPINDLE ENTER SPENDLE#_ ให้กด 6 และตามด้วยเบอร์ของหัววัด เช่นเลือกหัววัดเบอร์ 1 แสดงตัวเลขในจอเป็น 61

SPINDLE ENTRY
ENTER SPENDLE #61

6. กดความเร็วรอบที่ต้องการ เช่น 250 rpm. ที่ 30 องศาเซลเซียส จอภาพแสดง

RPM : 250 SPINDLE : 61
TEMP : 30 °C PRTO
TROQUE = __ %

7. ใส่ตัวอย่างแล้วกดที่ปุ่ม < NEXT > ที่ตัวเครื่อง เมื่อเครื่องเริ่มทำงานกดปุ่ม < SELECT DIST > เพื่อดูค่า Dynamic viscometer Shear rate Shear stress และ % Troque

8. กดที่ปุ่ม < MOTOR on /off > เพื่อหยุดการทำงาน จากนั้นนำตัวอย่างชุดต่อไปทำการวัดในลักษณะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

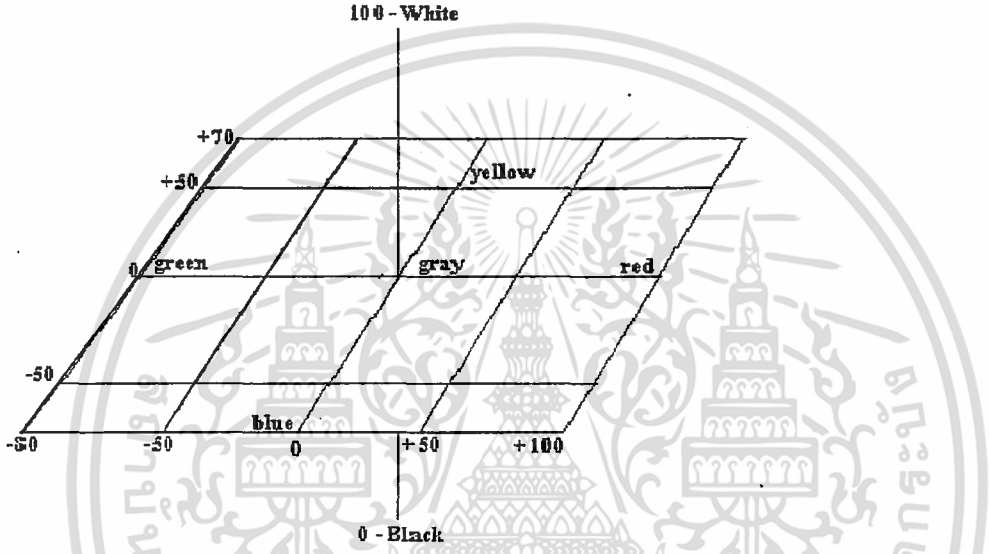
3. การวัดค่าสี

Hunter color meter เป็นเครื่องมือที่มีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยให้การวัดสีได้สะดวกรวดเร็วกว่าเดิมที่ใช้ spectrophotometric ทำหน้าที่คล้ายค่า X Y และ Z ในระบบ C . I . E โดยแสดงผลในรูป L a และ b

ค่า L (lightness) ค่าความสว่างหรือความมืดในระบบ Munsell

ค่า a เป็น +a (redness) -a (greenness)

ค่า b เป็น +b (yellowness) - (buleness)



รูปภาพที่ 15 : กราฟแสดงค่าสีในระบบ Hunter Color Meter

การใช้เครื่องวัดสี CHROMO-METER ,CR-300 MINOLTA

ทำการ calibration ด้วยแผ่นกระเบื้องสีขาว (Y,x,y ; 92.6,0.3137,0.3200)

1. เปิดสวิทซ์ power on
2. กดปุ่มบนแผง calibrate ตั้งค่าของสีขาว
3. ถ้าเครื่องไม่ได้แสดงผลเป็น Y , x , y เลือก Y , x , y บน color space select
4. Set calibration channel to 00
5. วางหัววัดบนแผ่นกระเบื้องแล้วกดปุ่มวัด Measure รอ 5 วินาที

ทำการวัดตัวอย่าง

1. หัววัดวางบนวัตถุแนบสนิท (วัตถุต้องไม่เปียก พื้นเรียบ วางตั้งฉากกับผิว)
2. กด Measure รอจนเครื่องอ่านได้ตามระบบที่ต้องการ
3. ถ้าต้องการเปลี่ยนจากระบบ X Y Z เป็น L a b เลือกที่ color space select ได้ค่าเป็น L a b ทำการวัดตัวอย่างต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากตารางที่ 4.1 ค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่ความเข้มข้น 3.5 - 7.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 และ 40 มิลลิเมตร มีข้อมูลเบื้องต้นจากการวัดค่าของตัวอย่าง 3 ซ้ำ ในแต่ละการทดลองแสดงดังตารางที่ 1ข.

ตารางที่ 1ข. แสดงค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินเมื่อใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 และ 40 มิลลิเมตร ที่ ความเข้มข้นของเจลาตินต่างๆกัน

ความเข้มข้นของเจลาติน (เปอร์เซ็นต์)	ความแข็งแรงของเจล (กิโลกรัม)	
	หัววัด 20 มิลลิเมตร	หัววัด 40 มิลลิเมตร
3.50	0.3538	0.8723
	0.4019	0.8216
	0.3895	0.9184
5.50	1.1375	2.6708
	1.2248	2.6419
	1.1454	2.6454
6.67	1.9536	5.2447
	2.1250	5.4661
	1.9743	5.2981
7.50	2.2415	8.0515
	2.3284	8.1150
	2.2440	8.0937

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความผันแปรของหัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 และ 40 มิลลิเมตร มีวิธีการคำนวณได้ดังนี้

1.1 หาค่าเฉลี่ยของค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน เมื่อใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ในการวัดค่าที่ความเข้มข้นต่างๆของเจลาติน (3.5 - 7.5 เปอร์เซ็นต์)

สูตรค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของเจล (μ) = $\Sigma X / N$

$$= \frac{0.3538 + 0.4019 + \ldots + 2.2440}{12}$$

$$= 1.4599$$

1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินเมื่อใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ในการวัดค่าที่ความเข้มข้นต่างๆของเจลาติน (3.5 - 7.5 เปอร์เซ็นต์)

สูตรค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเจล (δ) = $\sqrt{(X - \mu)^2 / (N - 1)}$

$$= \sqrt{(0.3538 - 1.4599)^2 / (12 - 1)}$$

$$= 0.3335$$

1.3 หาค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินเมื่อใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ในการวัดค่าที่ความเข้มข้นต่างๆของเจลาติน (3.5 - 7.5 เปอร์เซ็นต์)

สูตรค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของเจล (cv) = (δ / μ) x 100

$$= (0.3335 / 1.4599) \times 100$$

$$= 22.84\ \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณเปอร์เซ็นต์ผลผลิต

จากการสกัดเจลาตินโดยใช้เศษกระดูกไก่ 200 กรัม สกัดได้สารละลายทั้งหมด 700 มิลลิเมตร และนำสารละลายเจลาตินจำนวน 50 มิลลิลิตร มาอบแห้งเพื่อหาน้ำหนักของเจลาตินแห้งได้ข้อมูลประกอบดังนี้

- น้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียมที่อบแห้ง = 11.4500 กรัม.
- น้ำหนักกระป๋อง + สารละลายเจลาติน 50 มิลลิลิตร = 44.7300 กรัม.
- น้ำหนักหลังการอบเจลาตินกับกระป๋อง = 13.0400 กรัม.

จากข้อมูลข้างต้นสามารถคำนวณค่าได้ดังนี้

สารละลายเจลาติน 50 มิลลิลิตร มีเจลาติน (น้ำหนักแห้ง) = 13.04 - 11.45

= 1.59 กรัม.

สารละลายเจลาติน 700 มิลลิลิตร มีเจลาติน (น้ำหนักแห้ง) $= \frac{1.59 \times 700}{50}$

= 22.26 กรัม.

เศษกระดูกไก่ 200 กรัม. มีเจลาตินแห้งทั้งหมด = 22.26 กรัม.

เศษกระดูกไก่ 100 กรัม. มีเจลาตินแห้งทั้งหมด $= \frac{22.26 \times 100}{200}$

= 11.13 เปอร์เซ็นต์

เพราะฉะนั้นเปอร์เซ็นต์ผลผลิตของเจลาตินที่สกัดจากเศษกระดูกไก่ทั้งหมด 11.13 เปอร์เซ็นต์

3. การคำนวณเปอร์เซ็นต์ปริมาณของแข็งทั้งหมด

$$\% \text{ Total solid} = \frac{(13.04 - 11.45) \times 100}{(44.73 - 11.45)}$$

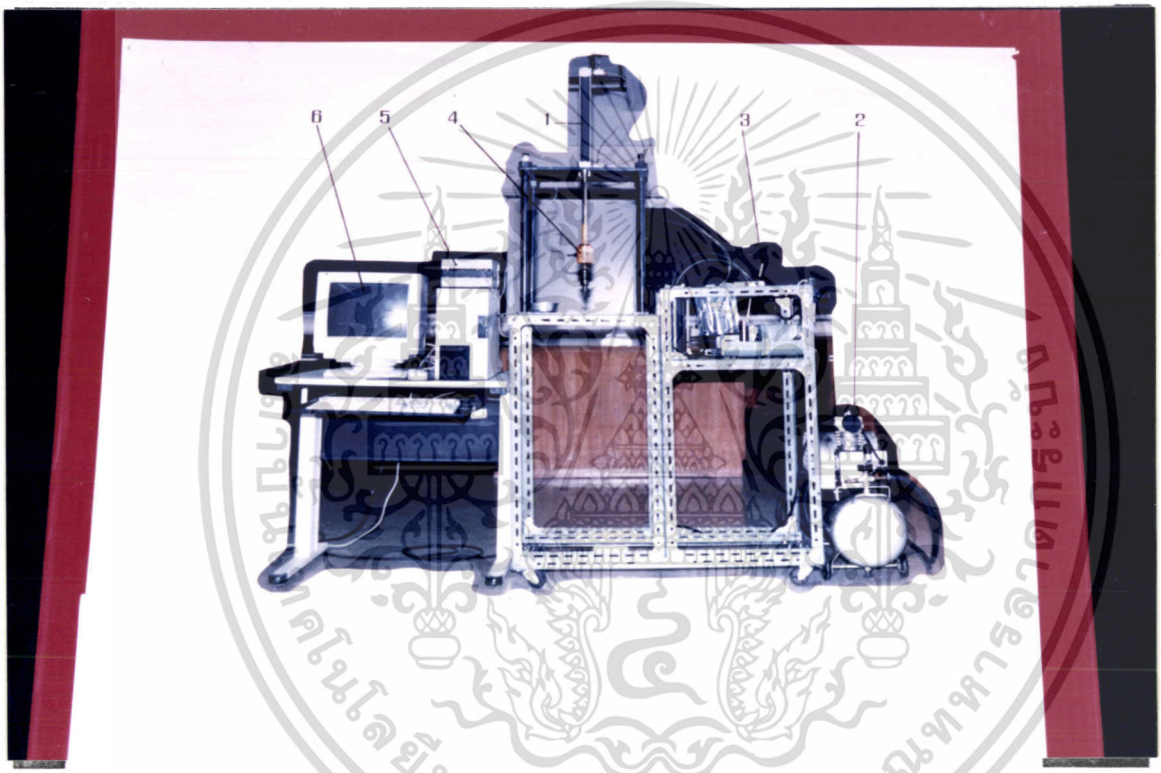
= 2.83 เปอร์เซ็นต์

เพราะฉะนั้นเจลาตินที่สกัดได้จากเศษกระดูกไก่จำนวน 200 กรัม มีความเข้มข้น 2.83 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

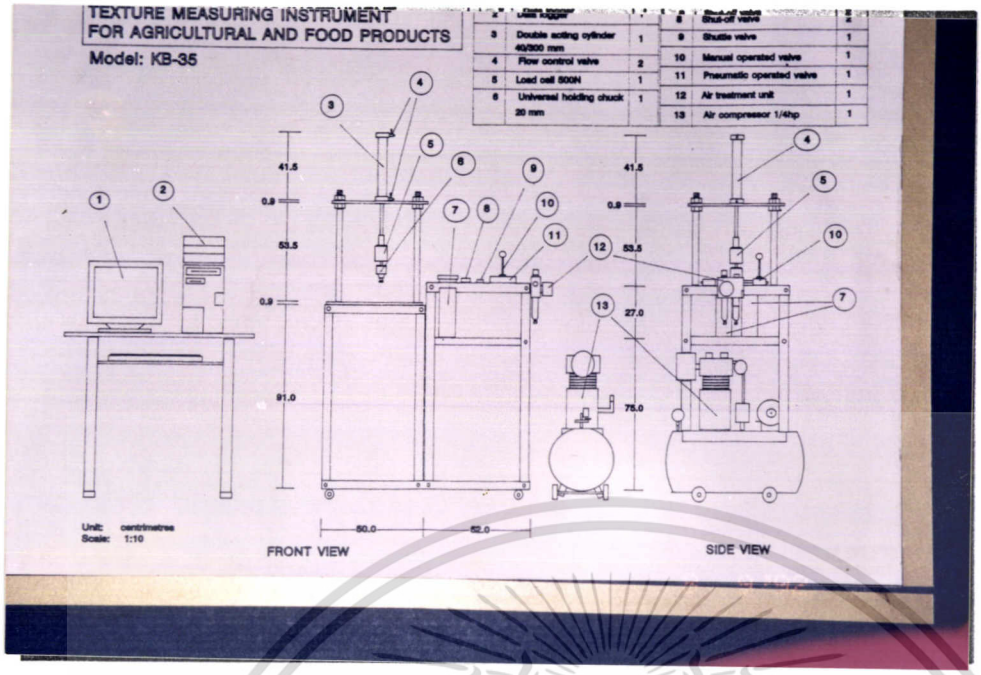
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 16 : แสดงลักษณะเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL

ที่มา : กิตติชัย , 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



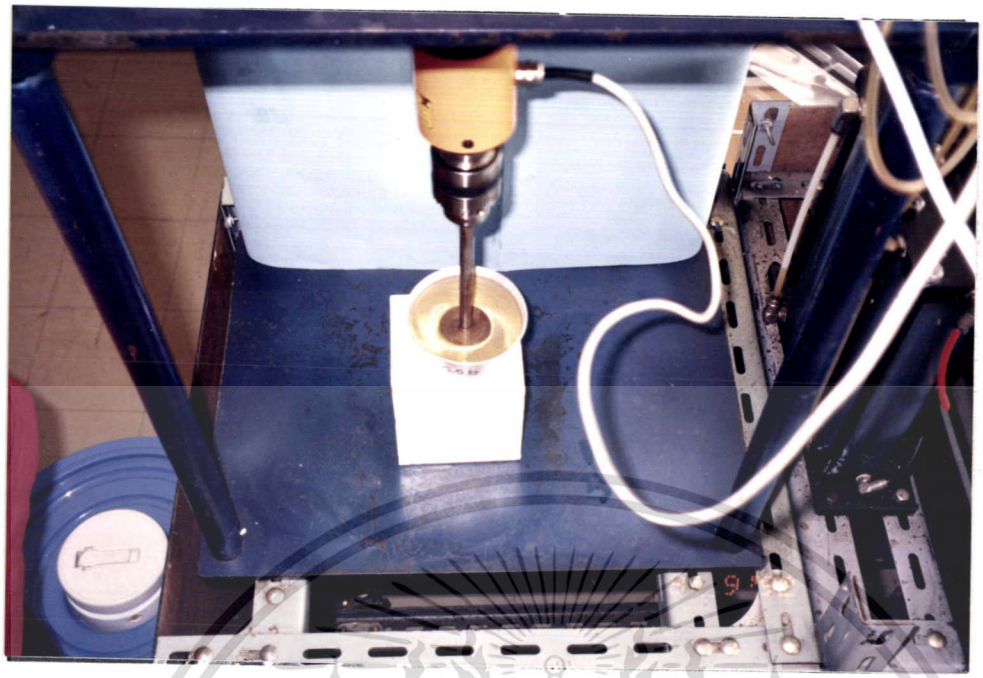
รูปภาพที่ 17 : แสดงลักษณะผังของเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น KMITL

ที่มา : กิตติชัย , 2535

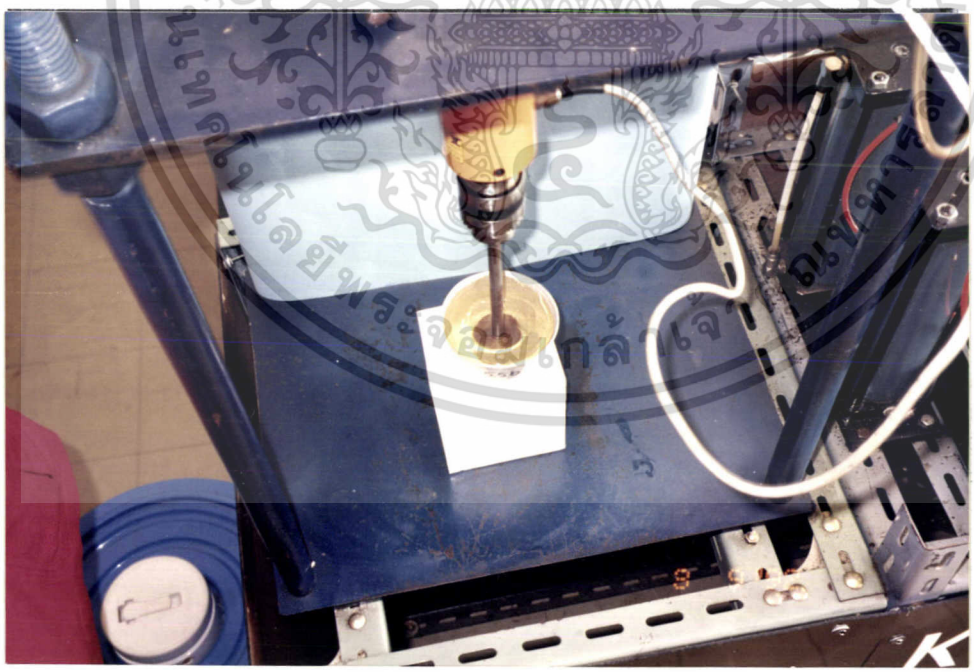
รูปภาพที่ 18 : แสดงลักษณะของหัววัดแรงกดทะลุในการวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาติน

ที่มา : กิตติชัย , 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

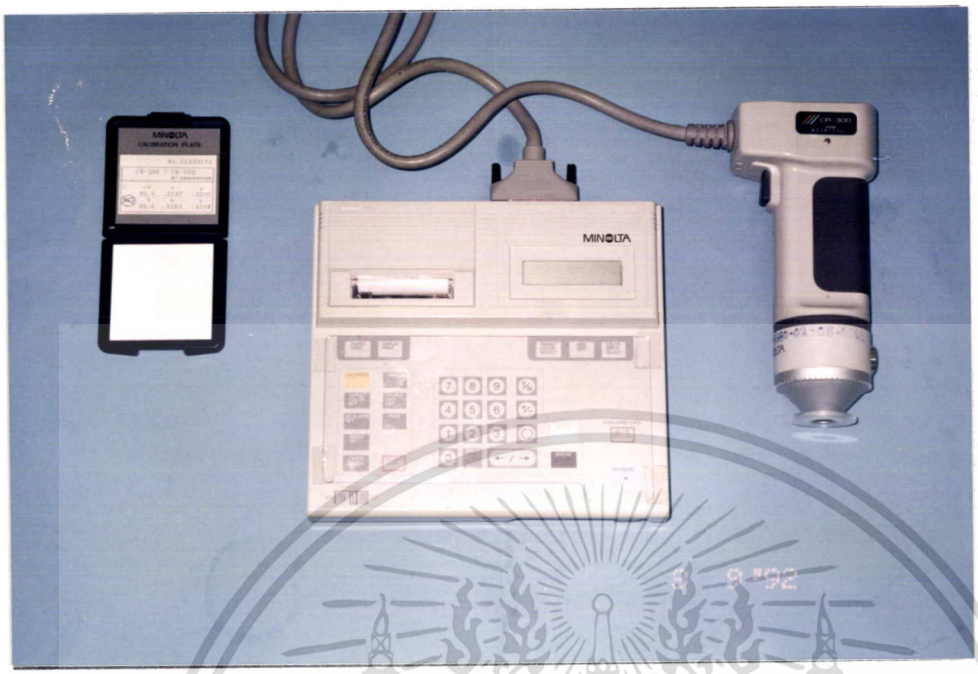


รูปภาพที่ 19 : แสดงลักษณะของหัววัดแรงกดทะลุกดลงบนผิวหน้าของเจลของเจลาติน



รูปภาพที่ 20 : แสดงลักษณะของหัววัดแรงกดทะลุกดลงโดยรอบผิวหน้าเจลของเจลาติน

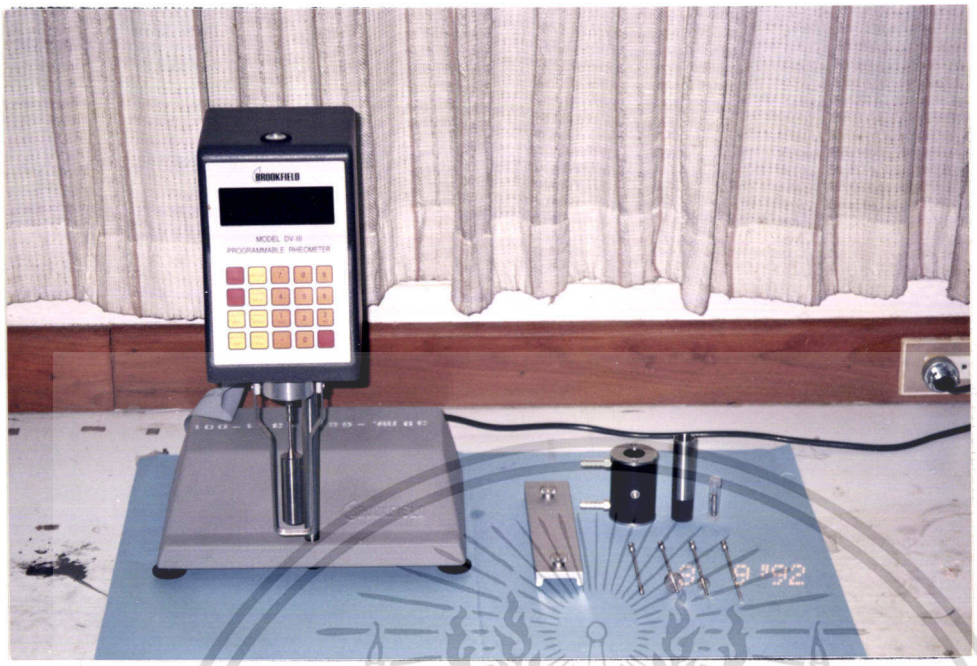
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



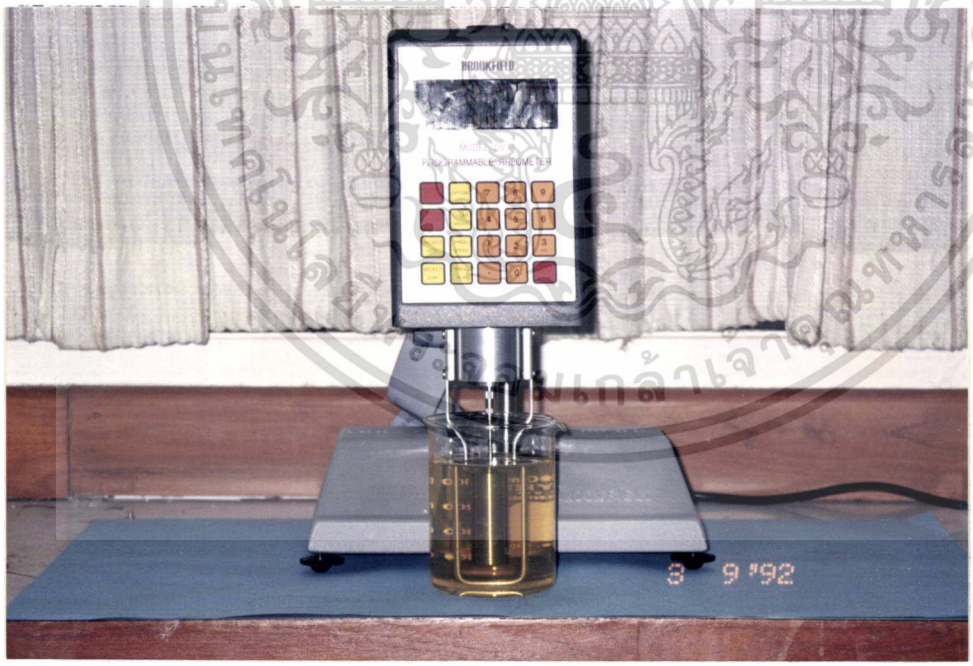
รูปภาพที่ 21 : เครื่องวัดสี CHROMO - METER , CR - 300 MINOLTA

รูปภาพที่ 22 : แสดงลักษณะการใช้เครื่องวัดสี CHROMO - METER , CR - 300 MINOLTA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 23 : เครื่องวัดความหนืด BROOKFIELD VISCOMETER



รูปภาพที่ 24 : แสดงลักษณะการวัดความหนืดของสารละลายเจลาตินด้วยเครื่อง BROOKFIELD VISCOMETER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายสมพร ปลื้มรุ่งโรจน์ (ตุ่ย) เกิดเมื่อวันที่ 12 กันยายน พ.ศ. 2515 ที่จังหวัดหนองคาย สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนปทุมเทพวิทยาคารจังหวัดหนองคาย สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ป.ว.ส.) สาขาช่างกลเกษตร ในปี 2537 ที่จังหวัดอุดรธานี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2540

นายอนันต์ จันทร์เหล่อ (หนุ่ม) เกิดเมื่อวันที่ 23 กันยายน ค.ศ. 1973 ที่จังหวัดอุบลราชธานี สำเร็จการศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนเขมราฐพิทยาคมจังหวัดอุบลราชธานี สำเร็จการศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนราชดำริ กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ป.ว.ส.) สาขาเคมีปฏิบัติการ - ปิโตรเคมี ในปี พ.ศ. 2537 จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้