สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาปริมาณน้ำตาล ระดับความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการทำแยมเห็ดหูหนู

A STUDY ON APPROPRIATE AMOUNT OF SUGAR, ACIDITY LEVEL AND AMOUNT OF PECTIN FOR MAKING WOOD EAR MUSHROOM JAM

โดย

นาย สาธิทย์ อุ้ยหา

สพ.
ส642ก
2545
เลขหมู่
เลขทะเบียน 49813
วัน, เดือน, ปี 31 มี.ค. 2547
.b.
.i.

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร
ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2545

ชื่อเรื่อง การศึกษาปริมาณน้ำตาล ระดับความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการทำแยมเห็ดหูหนู

A Study on Appropriate Amount of Sugar, Acidity Level and Amount of Pectin for Making Wood Ear Mushroom Jam

ชื่อ-สกุล นายสาธิทย์ อุ้ยหา

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ดนัย ดิษยบุตร

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อที่จะเปรียบเทียบการยอมรับ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ของแยมเห็ดหูหนู 4 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 55 องศาบริกซ์ ระดับ pH 2.7 ระดับเพคติน 0.5

สูตรที่ 2 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 60 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.2 ระดับเพคติน 1.0

สูตรที่ 3 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 65 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.5 ระดับเพคติน 2.0

สูตรที่ 4 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 70 องศาบริกซ์ ระดับ pH 4.0 ระดับเพคติน 3.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการทดสอบสุ่มตัวอย่างจากจำนวนผู้ทดสอบชิม 20 คน โดยเปรียบเทียบ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของผลิตภัณฑ์แยมเห็ดหูหนูทั้ง 4 สูตร โดยการเปรียบเทียบเป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละสูตรจากการให้คะแนน 9 ระดับ และนำผลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Analysis of variance ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ผลการทดสอบพบว่า สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แต่พบว่า สูตรที่ 1 แตกต่างกันกับสูตรอื่นทั้ง 3 สูตรอย่างมีนัยสำคัญทาง ในด้านเนื้อสัมผัสซึ่งสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุด คือ 8.1 และด้านรสชาติซึ่งสูตรที่ 1 มีค่าต่ำ คือ 6.9

จากผลการทดสอบ พบว่าสูตรที่ 2 ได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุดทุกด้าน ยกเว้นด้านเนื้อสัมผัสซึ่งสูตรที่ 1 ได้ค่าเฉลี่ยสูงสุดดังนั้นสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการทำแยมเห็ดหูหนูจึงน่าจะเป็นสูตรที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะ อาจารย์ ดร.ดนัย ดิษยบุตร ที่ได้กรุณาเสียเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา แนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยดีตลอดระยะเวลาการทำปัญหาพิเศษ ครั้งนี้ นอกจากนี้ยังได้รับการอำนวยความสะดวกต่างๆ จากเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร รวมทั้งความช่วยเหลือของเพื่อนๆ ในการทดลอง ซึ่งเป็นผลให้เกิดความสมบูรณ์ของปัญหาพิเศษเรื่องนี้ จึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา ณ โอกาสนี้

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ขอมอบให้กับ บิดา มารดา ซึ่งให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์และกำลังใจ รวมทั้งครูอาจารย์ผู้ประสิทธิประสาทวิชา และผู้มีพระคุณทุกท่าน

สาธิทย์ อุ้ยหา

ตุลาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ..... ก

กิตติกรรมประกาศ..... ค

สารบัญ..... ง

สารบัญตาราง..... ฉ

สารบัญภาพ..... ช

บทที่

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 2

1.3 ขอบเขตของปัญหา..... 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.1 คุณค่าทางอาหารของเห็ด..... 4

1.2 การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาเพาะเห็ด..... 5

1.3 ชนิดและแหล่งผลิตเห็ดในประเทศไทย..... 6

1.4 เห็ดหูหนู..... 7

1.5 วิวัฒนาการของการเพาะเห็ดหูหนูในประเทศไทย..... 8

1.6 ลักษณะทางชีววิทยาของเห็ดหูหนู..... 9

1.7 ลักษณะประจำพันธุ์ของเห็ดหูหนู..... 9

1.8 วงจรชีวิตของเห็ดหูหนู..... 10

1.9 แยม..... 12

1.10 องค์ประกอบที่สำคัญ..... 12

1.10.1 น้ำตาล..... 12

1.10.2 เพคติน..... 13

1.10.3 กรด..... 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
1.11 สาเหตุของความผิดปกติในผลิตภัณฑ์	21
1.12 สมดุลขององค์ประกอบในผลิตภัณฑ์	24
1.13 วิธีการทำแยมผักและผลไม้	25
3. วัสดุ-อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 วัสดุอุปกรณ์	26
3.2 วิธีดำเนินการทดสอง	27
3.3 ขั้นตอนการทดสอบ	30
3.4 สถานที่ทำการทดลอง	30
3.5 ระยะเวลาดำเนินการ	30
4. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	31
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุป	36
5.2 ข้อเสนอแนะ	37
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	40
ภาคผนวก ข	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลผลิตของเห็ดและข้อมูลค่าของเห็ดชนิดต่างๆในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2524	6
2	ปริมาณเพคตินที่มีอยู่ในผลไม้บางชนิด	15
3	ค่า pH เปอร์เซ็นต์น้ำตาล และปริมาณเพคตินในผลไม้เมืองไทย	16
4	pH ที่เหมาะสมสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาล	21
5	ผลการทดสอบการยอมรับแยมเห็ดหูหนูโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะวงจรชีวิตของเห็ดหูหนู (Auricularia auricula) ซึ่งเป็นวงจรชีวิตแบบ Heterothallic Life Cycle	11
2	สภาวะที่เหมาะสมของการเกิดเจลของเพคติน	24
3	แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทำแยมเห็ดหูหนู	29
4	แยมเห็ดหูหนูที่ผลิตโดยใช้ส่วนผสมแตกต่างกัน	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

เมืองไทยรู้จักการบริโภคเห็ดมานานมากแล้วถ้าจะค้นหาข้อมูลกันให้ลึกซึ้งจริงๆก็คงทำได้แต่ถ้าเราเพียงย้อนคิดไปในอดีตง่ายๆตามจินตนาการทั่วไปก็พอจะได้ความว่าคนในถิ่นแหลมทองแหล่งนี้ควรที่มีการบริโภคเห็ดมาตั้งแต่ก่อนที่ชาวไทยเราจะเข้ามาตั้งถิ่นฐานเสียอีกและความรู้สะสมเหล่านี้ที่ส่งทอดผ่านคนไทยแต่ละรุ่นมา ประชาชนในประเทศเพื่อนบ้านรอบๆก็บริโภคเห็ดตามธรรมชาติกันอยู่ไม่ว่าจะเป็น ลาว พม่า เขมร โดยเฉพาะอย่างยิ่งชาวเขา ชาวป่า เผ่าต่างๆรวมถึงชาวพื้นราบด้วยล้วนมีความสัมพันธ์และใช้เห็ดเป็นอาหารกันส่วนใหญ่ ไม่เพียงเห็ดจะถูกใช้เป็นอาหารเท่านั้นเห็ดยังเป็นยารักษาโรค ยาเชิงไสยศาสตร์และให้สีเพื่อย้อมสิ่งของบางอย่าง

เห็ด คือ เชื้อราชนิดหนึ่งที่ออกเป็นดอกมีจำนวนมากกว่า 100,000 ชนิดมีทั้งมีพิษและไม่มีพิษ เห็ดเจริญเติบโตด้วยการสร้างเส้นใยเมื่อดอกแก่มันจะปล่อยสปอร์ลอยไปตามสายลม หากไปตกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม มีความชื้น มีอาหารเพียงพอ สปอร์จะงอกเป็นเส้นใยแล้วเจริญเป็นดอกเห็ดหมุนเวียนกันไปเช่นนี้ เห็ดที่รู้จักและถูกนำมาเป็นอาหารมาช้านานมีคุณค่าทางโปรตีนสูงและมีสรรพคุณทางด้านสมุนไพรได้มีการค้นคว้าและศึกษาการเพาะเห็ดกว่า 80 ชนิดแต่มีเพียง 20 ชนิดเท่านั้นที่สามารถพัฒนาและเพาะเป็นการค้าได้ (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2543 : 15-19)

เห็ดหูหนู เป็นเห็ดที่คนเอเชียรู้จักกันมานาน โดยเฉพาะชาวจีนรู้จักการบริโภคเห็ดมานานนับศตวรรษแล้ว ชาวจีนถือว่าเห็ดหูหนูเป็นยาอายุวัฒนะ มีความเชื่อว่าถ้าบริโภคดอกเห็ดหูหนูเป็นประจำจะสามารถรักษาโรคเจ็บคอ โลหิตจาง และแก้ร้อนในได้ ดอกเห็ดหูหนูมีลักษณะพิเศษ คือ เมื่อนำไปปรุงอาหารเห็ดหูหนูจะยังคงความกรอบซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัว เห็ดหูหนูขึ้นตามธรรมชาติบนท่อนไม้ที่กำลังผุ มีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีขนาด รูปร่าง สีสัน และลักษณะประจำพันธุ์ที่แตกต่างกันไป สามารถขึ้นได้ในสภาพอากาศร้อนและชื้นแฉะ เห็ดหูหนูทุกชนิดเพาะเลี้ยงได้ง่ายสามารถขึ้นได้บนท่อนไม้เนื้ออ่อนเกือบทุกชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของดอกเห็ดหูหนูเป็นแผ่นใสคล้ายแผ่นวุ้น รูปร่างคล้ายหูหนูแต่ขนาดใหญ่กว่า ไม่มีครีบไม่มีก้าน ขณะดอกยังเล็กมีลักษณะคล้ายถ้วยชาคว่ำ ด้านหนึ่งของดอกมีลักษณะเป็นมันวาว มีสีน้ำตาลปนดำ สีน้ำตาลปนแดง สีน้ำตาลอ่อน หรือสีขาวนวล แล้วแต่พันธุ์ของดอกเห็ด อีกด้านหนึ่งของดอกส่วนมากจะเป็นจีบหรือรอยหยักเป็นคลื่น ดอกเห็ดหูหนูที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในเขตร้อนจะบางและไม่มีขน แต่ถ้าเกิดในเขตที่มีสภาพอากาศหนาวเย็นดอกจะมีขนขึ้น เมื่อดอกแก่เต็มที่ปลายขอบดอกจะบางและเป็นหยัก สปอร์มีสีขาว เห็ดหูหนูสามารถย่อยเซลลูโลสและลิกนินได้ ดังนั้นการเพาะเห็ดหูหนูจึงสามารถเพาะได้ในไม้หรือวัสดุที่จุลินทรีย์ย่อยได้ยาก เช่น ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว ต้นข้าวโพด ดอกเห็ดหูหนูมีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่เล็กจนกระทั่งใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10-15 เซนติเมตร ความหนาแตกต่างกัน

แยมเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งซึ่งทำจากเนื้อปนน้ำผลไม้ผสมกับน้ำตาลทราย เพคติน และกรดที่เหมาะสม โดยนำไปกวนจนเหนียวมีลักษณะเหลวกว่าผลไม้กวน แยมจะมีลักษณะคล้ายกับเยลลี่แต่มีข้อแตกต่างกันที่สำคัญคือ แยมทำจากส่วนที่กินได้ของผักและผลไม้ทั้งหมดส่วนเยลลี่ทำจากน้ำผลไม้ แยมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผักและผลไม้ การทำแยมนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้วัตถุดิบอยู่ได้นานและอีกทั้งยังเพิ่มมูลค่าของผักและผลไม้อีกด้วย ดังนั้นอาหารซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์ มนุษย์จึงให้ความสนใจผลิตภัณฑ์แยมมากขึ้น แยมเป็นผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ทำได้จากผลไม้ทุกชนิดหรือรวมกันหลายชนิดก็ได้สามารถเก็บแยมไว้โดยไม่ใช้สารเคมี แยมเป็นผลิตภัณฑ์ที่หาได้ง่าย และสามารถรับประทานเป็นอาหารว่างหรือเป็นอาหารเร็ว (fast food) ก็ได้

ความคิดในการนำเห็ดหูหนูมาแปรรูปทำเป็นผลิตภัณฑ์แยม เนื่องจากประเทศไทย ยังมีผู้สนใจในการศึกษาอยู่น้อย การแปรรูปทำเป็นผลิตภัณฑ์แยมจากเห็ดหูหนูเป็นวิธีการพัฒนาวัตถุดิบที่เหลือใช้ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้นสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานและสามารถพัฒนาให้เป็นที่รู้จักของคนทั่วไป ดังนั้นจึงทำการศึกษาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการทำแยมเห็ดหูหนู

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบการยอมรับ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ของแยมเห็ดหูหนู 4 สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาลักษณะผลิตภัณฑ์แยมเห็ดหูหนู 4 สูตร ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยมีสูตรดังนี้

สูตรที่ 1 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 55 องศาบริกซ์ ระดับ pH 2.7 ระดับเพคติน 0.5

สูตรที่ 2 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 60 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.2 ระดับเพคติน 1.0

สูตรที่ 3 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 65 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.5 ระดับเพคติน 2.0

สูตรที่ 4 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 70 องศาบริกซ์ ระดับ pH 4.0 ระดับเพคติน 3.0

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมอาหาร
2. ศึกษาลักษณะผลิตภัณฑ์แยมเห็ดหูหนูให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

เห็ดจัดเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูงชนิดหนึ่ง ประชาชนทั่วโลกรู้จักกันดีและนิยมนำมาทำอาหารรับประทานกันมาก แต่ความนิยมรับประทานเห็ดในแต่ละท้องถิ่นทั่วโลกจะแตกต่างกันออกไป เช่น ชาวยุโรปรู้จักและนิยมรับประทานเห็ดฝรั่ง (เห็ดแชมปิญอง) คนจีนรู้จักและนิยมรับประทานเห็ดหอม ส่วนคนไทยรู้จักและนิยมรับประทานเห็ดฟางกันมาก เนื่องจากเห็ดเกือบทุกชนิดมีรสชาติดี มีคุณค่าทางอาหารสูงและเห็ดบางชนิดมีสรรพคุณเป็นยารักษาโรค จึงทำให้ประชาชนทั่วมานิยมรับประทานเห็ดเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับประชากรของโลกมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงทำให้ความต้องการอาหารที่จะนำมาบริโภคเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น นักวิชาการและนักวิทยาศาสตร์ จึงได้ให้ความสนใจงานด้านการเพาะเห็ดและได้ทำการศึกษาค้นคว้าวิจัยทางด้านนี้อย่างจริงจังโดยการนำเทคโนโลยีด้านต่างๆ เข้ามาช่วยในการให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการผลิตเชื้อเห็ดและการเพาะเห็ดเป็นวิธีการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ที่ไม่มีค่าหรือมีราคาถูกกลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ จึงทำให้การเพาะเห็ดนับวันจะมีความสำคัญมากขึ้น โดยเฉพาะประเทศไทย ซึ่งจัดเป็นประเทศที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดหลายชนิดและวัสดุที่ใช้ในการเพาะเห็ดก็มีอยู่อย่างเหลือเฟือประกอบกับค่าจ้างแรงงานค่อนข้างต่ำ จึงจัดว่าเป็นประเทศที่เหมาะสมอย่างยิ่งที่จะส่งเสริมให้มีการเพาะเห็ดกันอย่างแพร่หลาย เพื่อผลิตอาหารโปรตีนให้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชนที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ปัญญา โพธิฐิติรัตน์,2538 :1)

1.1 คุณค่าทางอาหารของเห็ด

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของเห็ดหลายชนิด พบว่า เห็ด เป็นอาหารที่มีปริมาณของโปรตีนค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับพืชผัก นอกจากนี้เห็ดยังมีกรดอะมิโน (amino acid) เป็นส่วนประกอบมากกว่า 20 ชนิด ในปริมาณที่แตกต่างกัน กรดอะมิโนเหล่านี้ มีอยู่ 9 ชนิดที่มีความสำคัญต่อร่างกายและร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นได้ ได้แก่ lysine, methionine, tryptophane, threonine, valine, leucine, isoleucine, cystine และ phenylalanine กรดอะมิโนเหล่านี้ มีความสำคัญต่อการสร้างโปรตีนในร่างกายมนุษย์ ตามปกติแล้ว โปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์จะมีปริมาณสูงกว่าพืช พวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

methionine และ tryptophane แต่ในเห็ดจะมีกรดอะมิโนที่สำคัญต่อร่างกายมนุษย์ครบทั้ง 9 ชนิด (Chang, 1980:126) นอกจากนี้ เห็ดยังมีคุณค่าทางอาหารอีกหลายอย่าง ได้แก่ ไขมัน ฟอสฟอรัส เหล็ก thiamin(B_4) , riboflavin (B_2) และ niacine เห็ดจัดเป็นอาหารที่มีปริมาณของแคลอรี่ คาร์โบไฮเดรท และแคลเซี่ยมต่ำ แต่มีปริมาณ ascorbic acid (vitamin c) สูงในเห็ดสกุล Agaricus (เห็ดแชมปิญอง) และมี ergosterine (vitamin d) สูงในเห็ดสกุล Lentinus (เห็ดหอม) และเห็ดสกุล Volvariella (เห็ดฟาง) (ปัญญา โพธิฐิติรัตน์,2538 :1)

นอกจากนี้สถาบันวิจัยเห็ด (The Institute of Murhroom Research) รัฐ Massachusetts ประเทศสหรัฐอเมริกา ยังรายงานว่ามีเห็ดหลายชนิดที่มีสรรพคุณทางยารักษาโรคสามารถที่จะบำบัดโรคมะเร็งอย่างได้ผล ชาวจีนเชื่อว่าถ้ารับประทานเห็ดหอม และเห็ดหูหนูขาวเป็นประจำแล้วจะช่วยป้องกันการสะสมไขมันในเส้นเลือด โรคความดันและเห็ดพวกนี้ยังมีสารที่ต่อต้านเนื้องอกได้ (กรมอาชีวศึกษา, 2525:241) ประกอบกับในปี พ.ศ. 2530 กรมวิชาการเกษตร ได้เชิญนายแพทย์ผู้เชี่ยวชาญจากประเทศญี่ปุ่นมารายงานการทดลองรักษาคนไข้ที่เป็นโรคมะเร็งโดยการใช้เห็ดหลินจือ (เห็ดหมื่นปี) พบว่าเห็ดชนิดนี้สามารถที่จะรักษาผู้ที่เป็นโรคมะเร็งได้ จึงทำให้ประชาชนหันมาสนใจเห็ดและนิยมรับประทานเห็ดกันมากขึ้นและเห็ดยังจัดว่าเป็นอาหารที่เหมาะสำหรับผู้ที่นิยมรับประทานมังสะวิรัติตลอดจนผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจ โรคตับ โรคความดัน ฯลฯ

1.2 การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาเพาะเห็ด

วัสดุที่ใช้เป็นหลักในการนำมาเพาะเห็ด ส่วนใหญ่เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยการนำวัสดุเหลือใช้เหล่านี้กลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ (recycling waste material) ทั้งนี้เพราะในช่วงระยะการเจริญเติบโตของพืช ต้นพืชจะมีการสะสมอาหารไว้ตามส่วนต่างๆ และหลังจากเก็บผลผลิตไปแล้วส่วนต่างๆที่ตกค้างอยู่ในไร่นาจัดเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร อาหารที่ต้นพืชสะสมไว้ในลำต้น กิ่ง ก้าน ใบ และราก มีปริมาณค่อนข้างสูง เช่น ข้าว มีการสะสมอาหารไว้ในซังตอข้าวประมาณ 50% ข้าวโพดมีการสะสมอาหารไว้ในซังตอประมาณ 70% อาหารที่เหลือตกค้างตามตอซังเหล่านี้ทั่วโลก ในปีหนึ่งๆมีจำนวนมาก จากการสำรวจพบว่าในปี พ.ศ. 2521 พบว่ามีตอซังข้าวมากถึง 2,516.5 ล้านตัน จัดเป็นตอซังข้าวสาลี 794.7 ล้านตัน ตอซังข้าวจ้าว 376.5 ล้านตัน ตอซังข้าวโพด 871.1 ล้านตัน และเป็นตอซังของข้าวบาเลย์ และข้าวไรน์ ประมาณ 474.3 ล้านตัน ตอซังเหล่านี้เกษตรกรนำไปใช้ประโยชน์น้อยมาก ส่วนใหญ่จะเผาทำลายทิ้ง โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนารวมทั้งประเทศไทยด้วย ทำให้เกิดการสูญเสียทรัพยากรเหล่านี้ไปอย่างน่าเสียดาย อย่างไรก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาม ถ้ารัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้ความสนใจและส่งเสริมให้ เกษตรกรเพาะเห็ดอย่างจริงจังแล้ว ก็สามารถนำวัสดุเหล่านี้กลับมาใช้ประโยชน์ด้านการเพาะเห็ดเพื่อเพิ่มปริมาณอาหารแก่ประชาชน และแปรรูปส่งเป็นสินค้าออกจำหน่ายยังต่างประเทศจะนำรายได้ให้แก่ประเทศไม่น้อยทีเดียว

1.3 ชนิดและแหล่งผลิตเห็ดในประเทศไทย

จากการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของเห็ด ตลอดจนแหล่งผลิตเห็ดในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2524 พบว่าประเทศไทยมีการผลิตเห็ดฟางมากที่สุด รองลงมาเป็นเห็ดตระกูลเห็ดนางรม เห็ดหูหนู ฯลฯ ส่วนปริมาณของผลผลิตเห็ดแต่ละชนิดดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลผลิตของเห็ดและมูลค่าของเห็ดชนิดต่างๆในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2524

ชนิดของเห็ด	จำนวนผลิต (ตัน)	มูลค่าเห็ด (ล้านบาท)
เห็ดฟาง	60,000	900.00
เห็ดนางรม นางฟ้า เป๋าฮื้อ	115.20	5,760
เห็ดหูหนูสด	3.888	69.98
เห็ดหูหนูแห้ง	12	2.16
เห็ดแชมปิญอง	300	7.20
รวม	69,960	1,094.54

ที่มา : ยุกติ สาริกะภูติ,2526 : 352

ส่วนแหล่งผลิตของเห็ดมีกระจายอยู่ทั่วประเทศ แต่ส่วนใหญ่อยู่บริเวณชานเมืองของกรุงเทพมหานคร และชานเมืองตามจังหวัดใหญ่ๆ แหล่งผลิตของเห็ดแต่ละชนิดจะแตกต่างกันดังนี้ (กรมอาชีวศึกษา,2525 : 241)

1. เห็ดฟาง แหล่งผลิตของเห็ดฟางจะกระจายอยู่ทั่วประเทศ แต่แหล่งผลิตที่สำคัญมากที่สุด ได้แก่ บริเวณชานเมืองกรุงเทพมหานคร แถบกระทุ่มแบนหนองแขม หนองจอก รังสิต ฯลฯ เพราะตลาดกรุงเทพฯ เป็นตลาดเห็ดฟางที่ใหญ่ที่สุดและเป็นเมืองท่าส่งสินค้าออกจำหน่ายยังต่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เห็ดนางรม แหล่งผลิตส่วนใหญ่ก็คือ บริเวณชานเมืองกรุงเทพฯ คล้ายเห็ดฟาง และตามชานเมืองหลายจังหวัดทั่วประเทศ

3. เห็ดเป๋าฮื้อ แหล่งผลิตที่สำคัญคือ บริเวณชานเมืองกรุงเทพมหานคร และจังหวัดผลิตที่สำคัญคือ จังหวัดทางภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ ลำปาง ฯลฯ

4. เห็ดแชมปิญอง ซึ่งเป็นเห็ดที่ชอบเจริญเติบโตในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ แหล่งผลิตที่สำคัญ คือ จังหวัดทางภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ ลำปาง ฯลฯ

5. เห็ดหูหนู แหล่งผลิตกระจายอยู่แทบทุกภาคแต่เป็นการผลิตรายย่อยๆ

6. เห็ดหอม จัดเป็นเห็ดที่ชอบอุณหภูมิต่ำ และมีราคาแพง แหล่งผลิตที่สำคัญจะอยู่ทางภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ ลำปาง ฯลฯ

1.4 เห็ดหูหนู

เป็นเห็ดชนิดหนึ่ง ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินฟ้าอากาศของประเทศไทยและเป็นเห็ดที่ประชาชนทั่วไปนิยมรับประทานกันมาก เพราะเห็ดหูหนูเป็นเห็ดที่มีรสชาติดี กลิ่นหอม กินอร่อย และเห็ดหูหนูยังมีคุณสมบัติพิเศษก็คือ ไม่ว่าจะนำมาปรุงอาหารประเภทใดเห็ดหูหนูก็ยังคงสภาพความกรอบอยู่เสมอ นอกจากนี้ เห็ดหูหนูยังมีปริมาณของโปรตีน วิตามิน เกลือแร่ ฯลฯ ในปริมาณที่สูง และยังมีคุณสมบัติเป็นยาอายุวัฒนะอีกด้วย ชาวจีนเชื่อว่า เห็ดหูหนูสามารถรักษาโรคคอเจ็บ โรคโลหิตจาง และแก้ร้อนในเป็นอย่างดี เห็ดหูหนูเมื่อนำมาตากแห้งจะสามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลานานโดยไม่เสื่อมคุณภาพ จึงทำให้ความต้องการด้านตลาดของเห็ดชนิดนี้ นับวันจะสูงมากขึ้นตามลำดับ สำหรับประเทศไทยได้มีการสั่งเห็ดหูหนูเข้ามาประเทศในปีหนึ่งๆหลายสิบล้านบาท

ในสภาพธรรมชาติ เห็ดหูหนูเจริญได้ดีในเขตร้อน โดยเฉพาะสภาพภูมิอากาศเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเห็ดหูหนูจะเจริญเติบโตบนขอนไม้ที่เริ่มเปื่อยผุพัง ชาวจีนนับเป็นชาติแรกที่รู้จักวิธีการเพาะ และบริโภคเห็ดหูหนูกันมานานแล้ว เห็ดหูหนูที่นำมาเพาะกันมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีรูปร่าง ลักษณะ ขนาดและสีสัน ตลอดจนลักษณะประจำพันธุ์แตกต่างกัน ในสมัยก่อนชาวจีนเพาะเห็ดหูหนูโดยการตัดไม้โอ๊คเป็นท่อนๆมาเพาะ แต่สำหรับประเทศไทยได้ทดลองเพาะเห็ดหูหนูโดยการตัดไม้แคมากองสุมกันไว้ พอถึงฤดูฝนไม้จะเริ่มผุและมีเห็ดหูหนูเกิดขึ้น จากนั้นก็สามารถเก็บดอกเห็ดหูหนูได้เรื่อยๆ จนกว่าขอนไม้จะผุ เห็ดหูหนูจัดเป็นเห็ดที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศแทบทุกภาคของประเทศไทย จึงเหมาะอย่างยิ่งที่จะนำมาส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะกัน ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยมีวัสดุที่ใช้เพาะเห็ดหูหนูอย่างเหลือเฟือ เช่น ฟางข้าว ไม้เนื้ออ่อน ขี้เลื่อย ขุย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะพร้าว ซังข้าวโพด ฯลฯ และแรงงานภายในประเทศยังถูกกว่าในต่างประเทศมาก แต่ปัญหาในการเพาะเห็ดหูหนูที่สำคัญก็คือ ความผันแปรของเชื้อเห็ดและเชื้อเห็ดหูหนูยังเสื่อมได้ง่ายกว่าเห็ดชนิดอื่นๆจึงจำเป็นต้องมีการคัดเลือกพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์อยู่ตลอดเวลา (วิฑูรย์ พลาวุฑฒ์,2527: 132 กรมอาชีวศึกษา, 2525 : 142)

1.5 วิวัฒนาการของการเพาะเห็ดหูหนูในประเทศไทย

จากการศึกษาพบว่า ได้มีการค้นคว้าด้านการเพาะเห็ดหูหนูกันมานานแล้ว โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์เพื่อเพิ่มผลผลิตของเห็ดหูหนู จนกระทั่งในปัจจุบันได้มีการเพาะเห็ดหูหนูเป็นอาชีพและสามารถส่งเป็นสินค้าขาออกที่สำคัญของหลายประเทศ เช่น ประเทศจีน เกาหลี ญี่ปุ่น ฯลฯ แต่สำหรับประเทศไทยได้เริ่มการเพาะเห็ดหูหนูและเริ่มวิวัฒนาการด้านการเพาะเห็ดหูหนูเมื่อไม่นานมานี้ประกอบกับประชาชนส่วนใหญ่ ยังขาดความรู้ด้านการเพาะเห็ด จึงทำให้การเพาะเห็ดหูหนูของประเทศไทยยังไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร

พ.ศ. 2504 ชาวจีนได้เริ่มตั้งฟาร์มเห็ดหูหนูที่จังหวัดระนอง และ ส่งผลผลิตที่ได้จำหน่ายในภาคกลาง

พ.ศ. 2508-2512 คุณปิยะรัตน์ รัตนวิจัย ได้ว้างผู้เชี่ยวชาญจากไต้หวันมาทำฟาร์มเห็ดหูหนูที่จังหวัดเพชรบูรณ์

พ.ศ. 2513-2515 หลังจากที่เพาะเห็ดหูหนูที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ประมาณ 3-4 ปี ได้มีการย้ายฟาร์มเห็ดจากจังหวัดเพชรบูรณ์ไปที่จังหวัดเชียงรายทั้งนี้เนื่องจากวัสดุที่ใช้เพาะ เช่น ไม้เนื้ออ่อนหายาก และฟาร์มที่เพาะมีการสะสมของโรคและแมลง

พ.ศ. 2516 ได้มีผู้สนใจเพาะเห็ดหูหนูกันมากขึ้น จนกระทั่งได้มีการตั้งชมรมเห็ดมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และมีเกษตรกรจำนวนมากสนใจในการเพาะเห็ดหูหนูกันมาก โดยซื้อเชื้อจากชมรมเห็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ลักษณะทางชีววิทยาของเห็ดหูหนู

เห็ดหูหนูที่นิยมเพาะกันในประเทศไทย ตามปกติจะมีอยู่ 2 พันธุ์ คือ

เห็ดหูหนูชนิดบาง

ชื่อวิทยาศาสตร์	: Auricularia auricula Judae Schrot
ชื่อสามัญ	: เห็ดหูหนู, tree ear, wood ear
class	: Basidiomycetes
subclass	: Heterobasidiomycetidae
order	: Tremellales (Auriculariales)
family	: Auriculariaceae
genus	: Auricularia
species	: Auricula

เห็ดหูหนูชนิดหนา ซึ่งจำแนกลักษณะทางชีววิทยาได้ดังนี้

ชื่อวิทยาศาสตร์	: Auricularia polytricha (Mont.) Sace., Mon-leh
ชื่อสามัญ	: เห็ดหูหนูชนิดหนา
class	: Basidiomycetes
subclass	: Heterobasidimyectidc
order	: Tremellales (Auriculariales)
family	: Auriculariaceae
genus	: Auricularia
species	: Polytricha

1.7 ลักษณะประจำพันธ์ของเห็ดหูหนู

1.7.1. เห็ดหูหนูพันธุ์บาง (Auricularia auricula) เป็นเห็ดที่สามารถเกิดได้ตามธรรมชาติทั่วทุกภาคของประเทศไทย เห็ดชนิดนี้ถ้าเกิดในบริเวณที่สูงจากระดับน้ำทะเลมากๆจะมีสีค่อนข้างคล้ำคล้ายเห็ดหูหนูของจีน เห็ดหูหนูพันธุ์นี้ลักษณะของดอกจะบาง มีสีน้ำตาลอ่อนหรือสีดำคล้ายเยลลี่ การออกดอกส่วนมากเป็นดอกเดี่ยวๆ ผิวเรียบ ไม่มีขนทั้งด้านบนและด้านล่าง บางพันธุ์ดอกมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะหยิกบางชนิดมีขนาดดอกใหญ่มาก ดอกเห็ดหูหนูสดจำนวน 10-13 ก.ก. เมื่อนำมาตากแห้งจะได้น้ำหนัก 1 ก.ก.

1.7.2. เห็ดหูหนูพันธุ์หนา (Auricularia polytricha) ดอกเห็ดชนิดนี้จะมีความหนามากกว่าเห็ดชนิดแรกมาก เมื่อตัดขอบดอกออกก็สามารถลอกดอกเห็ดออกเป็น 2 ชั้น ได้ง่าย ผิวด้านบนของหมวกดอกมีลักษณะเรียบ ส่วนผิวด้านล่างของหมวกดอกหรือด้านหลังจะเป็นริ้วมีขนละเอียด เห็ดแต่ละชนิดจะมีลักษณะขนและสีของขนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์เห็ด และที่สำคัญก็คือเห็ดหูหนูพันธุ์หนามีสรรพคุณทางยา และคุณค่าทางอาหารสูงกว่าพันธุ์บาง เมื่อนำไปปรุงอาหาร ปรากฏว่าเห็ดหูหนูไม่เป็นเมือก แต่มีความกรอบมากกว่าพันธุ์บาง เห็ดพันธุ์นี้มีก้านดอกสั้นมากหรือแทบไม่มีเลย ดอกเห็ดจะบานคงทนกว่า น้ำหนักดี ดอกเห็ดสด 6-8 ก.ก. เมื่อนำไปตากแห้งจะได้น้ำหนักประมาณ 1 ก.ก.

1.8 วงจรชีวิตของเห็ดหูหนู

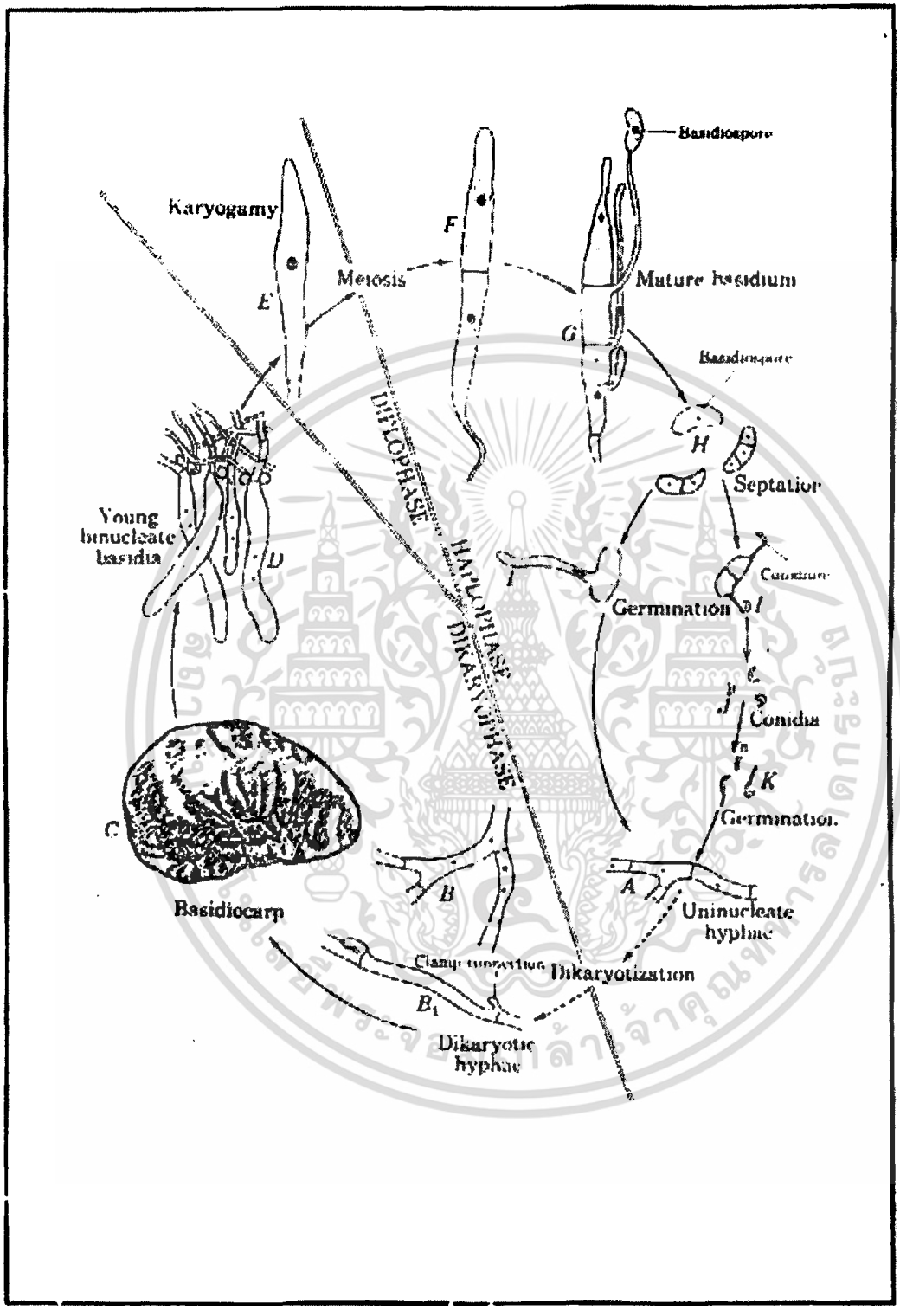
เห็ดหูหนูมีวงจรชีวิตแบบ Heterothallic วงจรชีวิตของเห็ดหูหนูมีดังนี้

1. เริ่มจากเห็ดหูหนูเจริญเติบโตเต็มที่ จะมีการสร้างสปอร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นผงสีขาวหล่นบนพื้นหรือปลิวไปตามลม

2. เมื่อสปอร์ของดอกเห็ดปลิวไปตกในบริเวณที่เหมาะสม เช่น ความชื้น อุณหภูมิและอาหารที่เหมาะต่อการเจริญของเห็ดหูหนู สปอร์ก็จะงอกเส้นใยขั้นแรก (primary mycelium) ออกมา เส้นใยของเห็ดหูหนูจะมีผนังกั้น (septate hypha) และภายในแต่ละช่องจะมีนิวเคลียส 1 อัน เส้นใยของเห็ดหูหนูจะมีการแตกกิ่งก้านมากมาย แต่ไม่สามารถจะรวมกันและพัฒนาเป็นดอกเห็ดได้

3. เส้นใยของเห็ดหูหนูพวก Primary mycelium จะต้องมีการผสมกันหรือรวมกันระหว่างเส้นใยที่เกิดจากต่างสปอร์กัน แต่สามารถเข้ากันได้ (compatable) หลังจากเกิดการรวมตัวกันก็จะได้เส้นใยขั้นที่สอง (secondary mycelium) จะมี 2 นิวเคลียส เส้นใยชั้นที่สองนี้ระหว่างเซลจะมีข้อยึดเรียกว่า clamp connection เส้นใยขั้นที่สองจะเจริญและมีการสะสมอาหารไว้ในเส้นใยจนสามารถพัฒนาเป็นดอกเห็ดได้ต่อไป (ปัญญา โพธิฐิติรัตน์,2538 : 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ลักษณะวงจรชีวิตของเห็ดหูหนู (Auricularia auricula) ซึ่งเป็นวงจรชีวิตแบบ Heterothallic Life Cycle (Alexopouios and Mins,1979 :495)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.9 แยม

ผลไม้กวนอย่างหนึ่งแต่ไม่กวนจนเหนียว มีลักษณะเหลวกว่าผลไม้กวน แยมมีลักษณะคล้ายกับเยลลี่ แต่มีข้อแตกต่างกันที่สำคัญคือแยมทำจากส่วนที่กินได้ของผลไม้ทั้งหมด ส่วนเยลลี่ทำจากน้ำผลไม้ นอกจากนี้ลักษณะการจับรวมตัวเป็นเจลจะไม่มากเท่ากับเยลลี่ ทั้งที่สภาพการเป็นเจลของแยมจะอ่อนกว่าเยลลี่ แยมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผลไม้ เพคติน (pectin) กรดอินทรีย์และน้ำตาลเคี่ยวจนมีความข้นเหนียวเหมาะสม ดังนั้นแยม เยลลี่และมาร์มาเลด จัดอยู่ในกลุ่มผลิตภัณฑ์ semi-soft spread มีของแข็งที่ละลายในน้ำในผลิตภัณฑ์ที่สูงกว่า 65% มีความเป็นกรดด่างระหว่าง 2.8-2.5 มีความเปรี้ยวแกมหวาน ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ควรจะมีน้ำหรือเนื้อผักและผลไม้เป็นส่วนผสมไม่ต่ำกว่า 45 ส่วน โดยเปรียบเทียบกับน้ำตาล 55 ส่วน ในส่วนผสมตั้งต้น ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับ 89 (พ.ศ.2528) ในเรื่องแยม เยลลี่และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทจะกำหนดไว้ที่ต่ำกว่าเล็กน้อย กล่าวคือกำหนดให้แยมจะต้องมีส่วนที่มีเนื้อของผักหรือผลไม้ไม่น้อยกว่า 30 % โดยน้ำหนัก ยกเว้นแยมที่ทำจากฝรั่ง เนื้อมะม่วงหิมพานต์ กระเจี๊ยบ ขิงและมะม่วง ส่วนมาร์มาเลดจะถูกกำหนดให้มีส่วนของน้ำผลไม้ไม่น้อยกว่า 20% โดยน้ำหนัก

ลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์ semi-soft spread โดยรวมนั้นคือ ต้องมีสีสดใสตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ไม่ดำคล้ำ มีเนื้อเป็นเงา มีประกายสดใส แยมจะต้องมีการกระจายตัวของเนื้อผลไม้อย่างสม่ำเสมอ มีรสเปรี้ยวแกมหวานที่พอเหมาะ มีโครงร่างเป็นเจลซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของคอลลอยด์ (colloids) ที่อยู่ตัว มีความนุ่มที่หนืดเล็กน้อยแต่ไม่เหนียว สามารถตักได้ง่ายและเมื่อปาดลงบนแผ่นเรียบจะกระจายตัวได้ดีไม่มีน้ำซึมหยดออกมาจากเจล (syneresis) หรือเจลแข็งเป็นเม็ดๆ (graining) การที่จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดเจลที่เหมาะสมนั้น จะขึ้นอยู่กับส่วนผสมหลัก 3 ชนิด ในการทำผลิตภัณฑ์คือ น้ำตาล กรดและเพคติน

1.10 องค์ประกอบที่สำคัญ

ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีลักษณะที่เหมือนกัน คือ มีการเกิดเจลในโครงสร้าง องค์ประกอบที่สำคัญในการเกิดเจลจะมี 3 ประการ คือ น้ำตาล กรดและเพคติน

1.10.1 น้ำตาล

การใช้น้ำตาลหรือซูโครส การใช้น้ำตาลกับผลิตภัณฑ์ผลไม้นับว่าเป็นวิธีการถนอมอาหารเก่าแก่ที่สุด รูปของการใช้น้ำตาลอาจใช้ในรูปของแข็ง หรือใช้ในรูปของสารละลาย ซึ่งทั้งนี้ขึ้นกับผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์แยมมีค่า a_w 0.75-0.82 ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่สามารถหยุดการเจริญเติบโตของเชื้อรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้อย่างสมบูรณ์ หรือยีสต์ที่สามารถทนต่อน้ำตาลสูงได้ ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการใช้วิธีพาสเจอร์ไรซ์หรือการใช้สารกันบูดอื่นร่วมด้วย เช่น กรดซอร์บิก การเติมน้ำตาลลงในแยมผลไม้ น้ำตาลที่ใช้ในการทำแยม ควรแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งน้ำตาลส่วนใหญ่จะถูกเติมลงในน้ำผลไม้ตอนต้มของการเคี่ยว และน้ำตาลส่วนน้อยที่ถูกแบ่งออกมาจะนำไปคลุกรวมกับเพคตินเพิ่มเติมลงในช่วงท้ายของการแปรรูป การเติมน้ำตาลเกือบทั้งหมดในตอนต้นของการเคี่ยว จะช่วยให้น้ำตาลทรายหรือน้ำตาลซูโครสเปลี่ยนเป็นน้ำตาลอินเวอร์ทได้มากยิ่งขึ้น อันมีส่วนช่วยลดการตกผลึกของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ได้ แต่อย่างไรก็ตามจะสัมพันธ์กับระยะเวลาการเคี่ยวด้วยเช่นกัน ถ้าใช้ระยะเวลาในการเคี่ยวนานเกินควร จะทำให้น้ำตาลซูโครสเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลอินเวอร์ทเกือบทั้งหมด ซึ่งผลต่อเนื่องคืออาจเกิดการตกผลึกของน้ำตาลเด็กโตส (dextrose) ในผลิตภัณฑ์ได้ นอกจากนี้ในการเคี่ยวยังจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิอีกด้วย การใช้อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานในการเคี่ยวเพื่อระเหยน้ำ จะทำให้แยมมีสีคล้ำลงเป็นอย่างมาก และกลิ่น-รส ของผลิตภัณฑ์จะด้อยลงด้วย ดังนั้นเพื่อป้องกันความเสียหายในลักษณะเช่นนี้ ในทางอุตสาหกรรมจึงมีการแนะนำให้ใช้วิธีลดความดันร่วมด้วยในระหว่างการเคี่ยว เพื่อให้สามารถระเหยได้ง่ายยิ่งขึ้น ที่อุณหภูมิต่ำ ลดระยะเวลาในการเคี่ยว ระเหยน้ำลงจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีสดใสคล้ายธรรมชาติและไม่มีการตกผลึกของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์

น้ำตาลที่นิยมในการทำแยม คือ น้ำตาลทรายขาว วัตถุประสงค์ในการใส่น้ำตาลเพื่อช่วยปรุงแต่งรสของผลิตภัณฑ์ให้หวานขึ้น และช่วยให้เกิดโครงร่างที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น (Desosier and Desosier,1977:233) ว่าความเข้มข้นของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ที่จะทำให้เจลคงตัวเหมาะสมนั้นอยู่ในช่วง 65 – 70 % แต่ถ้า pH ของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าปกติ เช่น เยลลี่กระเจี๊ยบ ก็ควรควบคุมให้มีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ได้ไม่เกิน 60 %

ความเข้มข้นการทำแยมมีน้ำตาลสูงเกิน 70 % อาจก่อให้เกิดการตกผลึกของน้ำตาลซูโครส (inversion) ได้ง่าย เนื่องจากน้ำตาลดังกล่าวไม่สามารถสลายตัวไปเป็นน้ำตาลอินเวอร์ทได้มากเท่าที่ควรในการแปรรูป

1.10.2 เพคติน

เพคติน (pectin) มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก " Pextos" หมายถึงการเปลี่ยนรูปจากของเหลวไปเป็นของแข็งเมื่อเย็นหรือแข็งตัว มีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบซึ่งมีชื่อเรียกต่างๆกันไป เพคตินจัดอยู่ในสารพวกเพคติน (pectin substance) เป็นสารที่พบในเนื้อเยื่อพืชทั่วไปอยู่ในรูปของ protopectin,pectin ซึ่งมีทั้งพวกที่ละลายน้ำได้และละลายน้ำไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรโตเพคติน (protopectin) เป็นชื่อที่ใช้เรียกสารต้นกำเนิดของสารเพคตินเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ พบทั่วไปในพืชโดยเฉพาะส่วนของผลมีมากที่สุด จะพบโปรโตเพคติน ในผลไม้ดิบและเมื่อผลไม้เริ่มสุก โปรโตเพคตินจะถูกเปลี่ยนไปเป็นเพคติน ซึ่งละลายน้ำได้โดยการกระทำของเอนไซม์ปรโตเพคติเนส โปรโตเพคตินมีมากในผลไม้ห่ามและเมื่อผลไม้สุก (เริ่มสุก)โปรโตเพคตินจะถูก hydrolyse โดยเอนไซม์เปลี่ยนเป็นเพคติน และเมื่อผลไม้สุกเกินไปจนเริ่มเน่า เพคตินส่วนใหญ่จะสลายตัวให้ methyl alcohol และ pectinic acid ที่ไม่ละลายน้ำ การนำเอาผลไม้สุกเกินไปมาทำเยลลี่ย่อมมีเพคตินไม่เพียงพอเพคติน หมายถึง กรดเพคตินที่มีส่วนประกอบของ methyl ester และ degree of neutralization ในปริมาณที่สามารถจะทำให้เกิดเจลกับน้ำตาลและกรดได้ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ซึ่งถ้าขจัด methyl group ออกไปจนหมดจะได้เป็นกรดเพคติน เพคตินมีคุณสมบัติเป็นสารที่ละลายน้ำได้กรดเพคติน (pectinic acid) คือ galacturonic acid ที่ไม่มี methyl group อยู่ในโมเลกุลโปรโตเพคติเนส (protopectinase) และโดยการต้มให้สลายตัวในกรดเจือจาง ดังนั้นถ้าผลไม้ที่นำมาทำแยมนั้นค่อนข้างดิบไป โปรโตเพคตินส่วนหนึ่งจะเปลี่ยนแปลงเป็นเพคติน เมื่อผลไม้เริ่มสุก ส่วนที่เหลือจะเปลี่ยนเป็นเพคตินได้ โดยการต้มผลไม้นั้นในกรด ซึ่งมีอยู่ในผลไม้เองโดยธรรมชาติ การให้ส่วนของผลไม้สุกบ้าง มีข้อดีที่แยมที่ได้จะมีสีสวย รสชาติดี แต่ถ้าผลไม้สุกมากเกินไปสารเพคตินส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรด และ เพคติน

แหล่งที่พบสารเพคติน

สารเพคติน (pectin substance) อยู่ในเนื้อเยื่อของพืชตรง middlelamella เช่นอยู่ที่ intercellular cementing layer และใน primary cell wall ของพืช

เพคตินเป็นสารที่เป็นส่วนประกอบของเยื่อ (membrane) นั้นจะเกิดขึ้นในพืชช่วงที่มีการแบ่งเซลล์ เพคตินจะปรากฏในตอนแรกจะเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ คือ โปรโตเพคตินหากสังเคราะห์จะเกิดขึ้นในตอนแรกของการเจริญเติบโต เมื่อมีการเพิ่มพื้นที่ของผนังเซลล์เนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยพวกลิกนินหรือเซลล์แก่ จะมีส่วนประกอบสารเพคตินอยู่น้อย เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญเติบโตคือ ผนังเซลล์จะมีปริมาณเพคตินอยู่สูง

เพคตินจะพบได้ในผลไม้ทั่วๆไป ปริมาณที่พบจะต่างกันไป ในแต่ละส่วนของพืชและชนิดของผล ดังแสดงในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ปริมาณเพคตินที่มีอยู่ในผลไม้บางชนิด

ผลไม้	เพคติน
มะเขือเทศ	0.2 - 0.5
สตรอบอรี่	0.6 - 0.7
แลสน์เบอรี่	0.7 – 1.0
องุ่น	0.2 – 1.0
แอปเปิ้ล	0.5 – 1.6
แพร์	0.5 – 0.8
กล้วย	0.7 – 1.2

ที่มา : Kertesz, 1951 :216

ผลไม้มีปริมาณเพคตินและความเป็นกรดที่แตกต่างกัน ผลไม้เพียงบางชนิดเท่านั้นที่มีเพคตินและกรดเพียงพอที่จะทำแยมให้ได้ผลดี บางชนิดจะมีเพคตินมากแต่กรดน้อย บางชนิดก็มีเพคตินน้อยกรดมาก อาจแยกพวกผลไม้ที่เหมาะสมกับการทำแยมยังมีความแตกต่างกันตามความสุก ดิบ และฤดูกาล เช่น ผลไม้ห่ามหรือที่แก่เต็มที่จะมีเพคตินมากที่สุด ผลไม้ในฤดูฝนมักจะให้น้ำผลไม้มากเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ค่า pH เปอร์เซ็นต์น้ำตาล และปริมาณเพคตินในผลไม้เมืองไทย

ผลไม้	pH[1]	น้ำตาล[2]	เพคตินเปรียบเทียบ[3]	เวลาที่ดีที่สุด(นาที)[4]
กระเจี๊ยบแดง	1.5 – 2	0.5	1	15
กล้วยไข่	25	25	1	15
กล้วยหอม	25	7	1	15
เชอรี่สุก	7	8	2	15
ชมพู่เขียว	8	3	1	15
แตงไทยสุก	3	3	3	5
แตงโม	8	1	1	15
พุทรา	5	3	3	15
ฝรั่งสุก	10.5	1	1	15
มะละกอป่า	13	13	13	15
มะขามสุก	0	1	1	15
สาลี่	8	3	3	15
ส้มเขียวหวาน	11	1	1	15
ส้มโอ	9.5	1	1	15
องุ่นเขียว	17	2	2	15
ส้มเช้ง	12	3	3	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลไม้	pH[1]	น้ำตาล[2]	เพคตินเปรียบเทียบ[3]	เวลาที่ดีที่สุด(นาที)[4]
มะดัน	2	6	1	15
มะนาว	2.5	7.5	1	15
มะปรางสุก	4	9	1	15
มะม่วงทองคำ	2.5	8	2	-
มะม่วงอกร่องดิบ	3	4.5	1	10
มะละกอสุก	5	11	1	15
มะยม	2.5	6	3	15
มะยมชิด	2.5 – 3	14	1	15
มะพร้าวอ่อน	5	11	2	10
มันแกว	5.5 – 6	5	3	15
ระกำ	2.5	10	3	15

ที่มา : ศิริลักษณ์ จักรพิทักษ์,2522 :130

1. โดยบีบคั้นน้ำจากผลไม้และวัดด้วยกระดาษวัด pH ซึ่งมีช่วงถี่ 0.5
2. ใช้ Refractometer หรือใช้เครื่องวัดความหวานวัดจากน้ำผลไม้ที่คั้น 100 %
3. โดยเติมน้ำในผลไม้ 1:1 หรือ2:1 วัดเพคตินใช้น้ำผลไม้ แอลกอฮอล์ 95% 1:1 วัดในช่วงระยะเวลา 5,10,15 นาที เลขที่ให้เป็นค่าเปรียบเทียบความมากน้อยของเพคติน ในน้ำผลไม้ต่างๆ เลข 1= มีมาก 2= ปานกลาง 3= น้อยหรือน้อยมาก
4. ผลไม้ที่เมื่อเติมแอลกอฮอล์ลงไปอีก 1/2 -2/3 ส่วนจะยังคงเกิดลักษณะวุ้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

49813

เพคตินผง ทำจากเปลือกและแกนของผลไม้ที่เหลือจากการบรรจุกระป๋อง เช่น แอปเปิ้ล และได้จากส่วนเยื่อขาวติดเปลือกของมะนาว มีทั้งในรูปของเหลวและเป็นผง แต่เนื่องจากเพคตินเหลว เมื่อเปิดใช้แล้วเสื่อมคุณภาพง่ายจึงต้องใช้ทันที เพคตินนี้จะไม่มีรสชาติ

เพคตินที่มีขายเป็นแบบที่ต้องใช้ร่วมกับน้ำตาลมาก (high sugar pectin) ต้องใช้น้ำตาล 50 – 65% จึงจะจับตัวเป็นวุ้นได้ ปัจจุบันมีการผลิตเพคตินที่ใช้ร่วมกับน้ำตาลน้อยหรือไม่ใช้น้ำตาลเลย (low sugar pectin) อนุมูลแคลเซี่ยม (Ca) สามารถช่วยการจับตัวเป็นวุ้นของเพคตินชนิดนี้ได้โดยไม่ต้องมีน้ำตาลเทียม

ปริมาณของเมทิลเอสเทอร์โมเลกุลมีผลต่อการเกิดเจลของเพคติน การแสดงปริมาณของเอสเทอร์นี้อาจกำหนดในรูปของปริมาณเมทอกซิล (methoxyl content) หรือระดับการเกิดเมทอกซิลเอสเทอร์ ซึ่งนิยมเรียกค่า DM (degree of methoxylation)

ปริมาณเมทอกซิลนั้นจะแสดงถึงน้ำหนักของหมู่เมทอกซิล ($-OCH_3$) คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักทั้งหมด ปริมาณเมทอกซิลสูงสุดจะมีค่า 16.32% โดยคิดจากน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของหมู่เมทอกซิลคือ 31 เทียบกับน้ำหนักโมเลกุลของกรดเมทอกซิลสูงสุดประมาณ 11 – 12% เนื่องจากในธรรมชาติไม่มีเพคตินที่เกิดเอสเทอร์ครบทุกตำแหน่งและเพคตินที่ขายในระดับอุตสาหกรรมยังมีคาร์โบไฮเดรตอื่นเจือปนอยู่ เช่น เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) อะราแบน (araban) และกาแลคโทซาน (galactosan) เป็นต้น

ค่า DM นั้นจะแสดงถึงร้อยละของกลุ่มคาร์บอกซิลที่เกิดเอสเทอร์ทั้งหมด ค่า DM สูงสุดจะมีค่า 100% คือทุกกลุ่มในโมเลกุลจะเกิดเอสเทอร์หมด ดังนั้นค่า DM 100% จะเทียบเท่ากับค่าปริมาณเมทอกซิล 16.32% เพคตินที่มีค่า DM ลดลง จะมีความสามารถในการเกิดเจลกับน้ำตาลและกรด (pectin-sugar-acid gel) ลดลง ค่า DM ที่เหมาะสมของเพคตินที่จะเกิดเจลได้ดีจะมีค่าประมาณ 50%

อาจแบ่งชนิดของเพคตินตามการใช้งานออกเป็นผลิตภัณฑ์ที่เซทตัวเร็ว(rapid set) ซึ่งจะมีค่า DM มากกว่า 60% เพคตินที่มีค่า DM ต่ำกว่านี้จะจับตัวเป็นเจลช้า เพคตินชนิดเซทตัวช้าจะมีค่า DM 50-60% และถ้ามีค่า DM ต่ำมากๆ เพคตินนั้นสามารถเกิดเจลกับอิออนของโลหะบางชนิด เช่น Ca^{2+} หรือ Mg^{2+} ได้ที่อุณหภูมิห้อง เพคตินเหล่านี้สามารถทำให้เกิดเจลขึ้นได้โดยใช้น้ำตาลน้อยมากหรือไม่จำเป็นต้องใช้น้ำตาลเลย และสามารถเกิดขึ้นได้ในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่าง กว้างตั้งแต่ 2.5-2.6 แต่จะเกิดได้ดีในช่วง 3.2-4.0 เพคตินที่มีค่า DM ต่ำลงจะใช้ปริมาณน้ำตาลน้อยลงในการทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดเจล เพคตินที่มีค่า DM ต่ำ อาจนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์สำหรับผู้เป็นโรคเบาหวานหรือต้องการลดน้ำหนัก ในการผลิตจะต้องควบคุมปริมาณของอิออนโลหะที่ใช้ เพราะถ้ามีความเข้มข้นมากเกินไปจะทำให้เพคตินตกตะกอนและไม่เกิดเป็นเจล สำหรับเพคตินที่มีค่า DM ต่ำ น้ำหนักโมเลกุลของเพคตินจะไม่เป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดเจลเหมือนกับในเพคตินที่ใช้กันโดยทั่วไป เพคตินชนิดเซทตัวเร็วจะใช้ในการผลิตแยม เพื่อให้เกิดเจลก่อนที่ผลไม้จะแยกชั้น ส่วนชนิดเซทตัวช้าจะใช้ในการทำเยลลี่ เพื่อให้เทลงพิมพ์ได้ทันก่อนที่จะเกิดการแข็งตัว

ค่าที่แสดงสมบัติของเพคตินอีกค่าหนึ่ง คือ ค่าแสดงการเกิดเจล หรือเกรดของเพคติน ซึ่งเป็นค่าที่แสดงส่วนของปริมาณน้ำตาลที่ต้องการในการเกิดเจลกับเพคตินนั้นหนึ่งส่วนเพื่อให้ได้เจลที่คงตัวภายใต้สภาวะมาตรฐาน ในสหรัฐอเมริกาจะกำหนดสภาวะมาตรฐานที่ค่าความเป็นกรดด่าง 3.0 และมีปริมาณน้ำตาล 65 เพคตินที่มีขายทั่วไปจะมีค่าการเกิดเจล 100 และ 150 เกรด ค่านี้จะนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณเพคตินที่ต้องใช้ในผลิตภัณฑ์ เช่น ถ้าใช้เพคติน 150 เกรด ผลิตภัณฑ์แยมที่มีปริมาณน้ำตาล 60 จะต้องใช้เพคติน 65/150 จึงจะได้เจลที่มีคุณภาพดี ค่านี้ไม่สามารถบอกได้ว่า เพคตินชนิดนี้เกิดเจลได้เร็วหรือช้าอย่างไร

เพคตินจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเจลที่เกิดขึ้น คาดว่าโครงสร้างของเจลอาจเกี่ยวข้องกับการเชื่อมข้ามด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างกลุ่มไฮดรอกซิลของโมเลกุลน้ำตาลและเพคติน หรือเกิดจากการเชื่อมข้ามระหว่างโมเลกุลเพคติน

เพคตินที่จำหน่ายในท้องตลาดสามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. 30DM (degree of methoxylation) เป็นเพคตินสำหรับในกรณีที่มีน้ำตาลอยู่ในปริมาณน้อย
2. 45DM pectin หรือ rapid-set pectin ใช้ในกรณีที่ต้องการให้มีการเกิดเจลอย่างรวดเร็ว calcium precipitable pectin จะเหมาะสำหรับการเกิดเจลที่มีน้ำตาลอยู่สูง หรือ emulsion
3. 60DM หรือ slow set pectin ใช้ในกรณีที่มีน้ำตาลปริมาณสูงหรือผลิตภัณฑ์ประเภทขนมหวาน
4. 74DM จัดเป็น typical rapid set pectin ที่นิยมใช้ในแยมและเยลลี่
5. higher DM pectin ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อวัตถุประสงค์พิเศษ

สำหรับในประเทศไทย กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อมได้ทดลองและแนะนำผลิตจากเปลือกส้มโอ เพื่อนำไปใช้ในการทำแยม และเยลลี่ให้มีคุณภาพทัดเทียมกับของต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศทั้งยังเป็นการนำของเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์อีกด้วย วิธีการสกัดเพคตินอย่างง่ายที่ทำกันในครัวเรือน คือโดยการใช้กรดเกลืออย่างเจือจางต้มกับผลไม้เพื่อให้โปรโตเพคตินสลายตัวให้เพคตินแล้วตกตะกอนเพคตินด้วยแอลกอฮอล์ 9%หรืออะซีโตน

1.10.3 กรด

กรดทำหน้าที่เพิ่มรสชาติให้แก่แยมและเพิ่มประสิทธิภาพความเหนียวและความยืดหยุ่นของร่างแหที่เกิดจากเพคติน ทำให้เพคตินอุ้มสารละลายน้ำตาลได้ดี ถ้ามีกรดมากไปมีผลเสีย คือ ทำให้ส่วนผสมมี pH ต่ำกว่า 3.0 ซึ่งมีผลในการย่อยน้ำตาล 2 โมเลกุลให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดียว เพราะฉะนั้นแยมจะมีลักษณะเหลว แต่ถ้ามีกรดต่ำ คือมีpH มากกว่า 3.2 สภาวะร่างแหที่เกิดจากสารละลายเพคตินก็จะขาดความยืดหยุ่น แยมที่ได้จึงเหลวและเกิดการตกผลึกของน้ำตาล

น้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูงกว่าจะทำให้แยมอยู่ตัวดีกว่าน้ำผลไม้กรดต่ำ ทั้งๆที่มีเพคตินเท่าๆกัน โดยทั่วไปในผลไม้จะมีกรดรวมกันอยู่หลายชนิด แต่กรดที่ให้ผลดีในการทำแยมคือ กรดทาร์ทาริก ซึ่งมีมากใน องุ่น ลูกเกด มะขาม กรดนี้จะให้ผลดีกว่า กรดซิตริก หรืออะซิติก

pH ที่เหมาะสมที่สุดนั้น สัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลที่ใช้ด้วย เช่น สำหรับน้ำผลไม้ที่มีเพคติน 1%

ตารางที่ 4 pHที่เหมาะสมสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาล

pH ดีที่สุด	% น้ำตาล
3.0	60
4.0	65
5.0	70

ที่มา : ศิริลักษณ์ จักรพิทักษ์ 2522 :199)

เมื่อกรดสูงใช้น้ำตาลน้อย ความเป็นกรดของน้ำผลไม้ควรจะเป็น 0.5 – 0.75 % ถ้าความเป็นกรดเกินกว่า 1% จะทำให้แยมคืนตัวภายหลังได้

การควบคุม pH ในการทำแยมอาจทำได้โดย การเติมกรดด่าง หรือ ถ้าทำเป็นอุตสาหกรรมโดยเติมสารช่วยควบคุมที่เรียกว่า บับเฟอร์ (buffer) เกลือที่มีอยู่โดยธรรมชาติในผลไม้ เช่น sodium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

citrate, sodium potassium tartars จะช่วยควบคุม pH ให้คงที่ ถ้าส่วนผสมในการทำแยมที่มีเพคตินกรดและน้ำตาลน้อยจะใช้ $CaCl_2$ ให้เกิดเจลได้

1.11 สาเหตุของความผิดปกติในผลิตภัณฑ์

1. แยมไม่เซทตัว อาจเกิดจาก
   - ใช้เพคตินน้อยเกินไป หรือเพคตินในผลไม้เพคตินที่เติมลงไปมีคุณภาพไม่ดี
   - การละลายของเพคตินในผลิตภัณฑ์เกิดอย่างไม่สมบูรณ์
   - ให้ความร้อนเพคตินในสภาวะที่เป็นกรดนานเกินไปทำให้เพคตินสลายตัว
   - ให้ความร้อนน้อยเกินไป ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายต่ำเกินไป
   - มีความเป็นกรดด่างสูงหรือต่ำเกินไป เมื่อความเป็นกรดน้อยเกินไป จะมีผลยับยั้งการเกิดเจลของเพคติน แต่ถ้าความเป็นกรดมากเกินไปทำให้เจลถูกทำลายและเกิดลักษณะมีน้ำแยกตัวออกมา
   - ใช้อุณหภูมิบรรจุต่ำเกินไปทำให้เจลเซทตัวก่อนบรรจุ เมื่อบรรจุจึงทำให้เจลแตกไม่เซทตัวภาย หลัง
   - มีการเคลื่อนที่ของภาชนะบรรจุภายหลังการบรรจุขณะแยมกำลังเกิดเจล
   - ผลไม้ที่มีบัฟเฟอร์ตามธรรมชาติมากเกินไป บัฟเฟอร์เหล่านี้จะขัดขวางการเกิเจล
   - สูตรไม่สมดุล เนื่องจากมีน้ำตาลมากเกินไป
2. เนื้อแยมแข็งเกินไป อาจเกิดจาก
   - ใช้ปริมาณเพคตินมากเกินไป
   - มีปริมาณของแข็งที่ละลายสูงเกินไป อาจเกิดจากใช้น้ำตาลมากเกินไปหรือให้ความร้อนนานเกินไป
   - มีความเป็นกรดด่างต่ำเกินไป
3. มีการแยกตัวของน้ำอาจเกิดจาก
   - ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่ำเกินไป
   - ค่าความเป็นกรดด่างต่ำเกินไป
   - มีปริมาณเพคตินน้อยเกินไป
   - การละลายของเพคตินไม่สมบูรณ์
   - เพคตินคุณภาพไม่ดี หรือมีการสลายตัวระหว่างการให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บรรจุที่อุณหภูมิต่ำเกินไป
- มีการเคลื่อนไหวขณะเซทตัว
- ภายในผลไม้มีปริมาณน้ำเหลืออยู่มากมักเกิดในกรณีของแยมที่ใส่ผลไม้ชิ้นใหญ่ๆ

4. มีการตกผลึก อาจเกิดจาก
   - มีpH มากเกินไป ทำให้เกิดน้ำตาลอินเวอร์ทมาก กลูโคสจะตกผลึก
   - มีการสลายซูโครสน้อยไปเนื่องจากมีกรดน้อย ทำให้ซูโครสตกผลึก
   - กรณีที่มีการใช้กรดทาร์ทาริก หรือมีกรดชนิดนี้ในวัตถุดิบ กรดนี้จะตกผลึกได้ง่าย
5. เนื้อผลไม้ในแยมกระจายไม่สม่ำเสมอ หรืออาจลอยอยู่ด้านบนหรือจมอยู่ด้านล่างอาจเกิดจากใช้เพคตินชนิดที่ไม่เหมาะสมหรือเพคตินในผลไม้มีคุณภาพไม่ดีหรือมีปริมาณน้อย เช่น เพคตินในสตอเบอรี่มีปริมาณมาก แต่คุณภาพไม่ดี ส่วนในสับปะรดมีปริมาณเพคตินน้อย
   - บรรจุที่อุณหภูมิสูงเกินไปทำให้ผลไม้ลอย
6. เนื้อผลไม้ในแยมแข็งมาก อาจเกิดจาก
   - ต้มผลไม้ในน้ำเชื่อมเข้มข้นโดยไม่นำผลไม้นั้นผ่านการให้ความร้อนจนสุกก่อน ทำให้เนื้อผลไม้หดตัว เนื้อจะแข็ง น้ำตาลซึมเข้าไปได้ยาก
   - ล้างหรือต้มผักในน้ำที่มีความกระด้าง
7. สีผิดปกติ อาจเกิดจาก
   - ให้ความร้อนนานเกินไป น้ำตาลอาจเกิดคาราเมไลเซชั่น หรือคลอโรฟิลด์เปลี่ยนเป็นสีคล้ำ
   - บรรจุในภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ที่อุณหภูมิที่กึ่งกลางภาชนะจะลดลงช้า ทำให้มีสีคล้ำ
   - วัตถุดิบมีคุณภาพไม่ดี เช่น มีการช้ำ หรือสุกมากเกินไป
   - วัตถุดิบมีการเปลี่ยนสีก่อน เนื่องจากการให้ความร้อนเพื่อยับยั้งเอนไซม์ช้าเกินไป มักเกิดกับผลไม้ที่มีแทนนินสูง เช่น มะเดื่อ ท้อ
   - ในผลไม้สัมผัสกับโลหะบางชนิดทำให้เปลี่ยนสี
   - ในผลไม้มีบัฟเฟอร์มากเกินไป หรือใช้บัฟเฟอร์มากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำให้ผลไม้มีสีซีด

8. แยมขุ่นไม่ใส เกิดจาก

-. มีเกลือบางชนิดปะปนอยู่เช่น แคลเซียมและแมกนีเซียมฟอสเฟตหรือออกซาเลท จะทำให้เกิดลักษณะขุ่น เนื่องจากมีการละลายต่ำ

9. เกิดฟองในภาชนะบรรจุ เกิดเนื่องจาก

- การบรรจุไม่ถูกต้อง เช่น ใส่ภาชนะบรรจุเร็วเกินไป

-. ใช้เพคตินที่เซทตัวเร็วเกินไป

10. เกิดการหมักและมีเชื้อราขึ้น เนื่องจาก

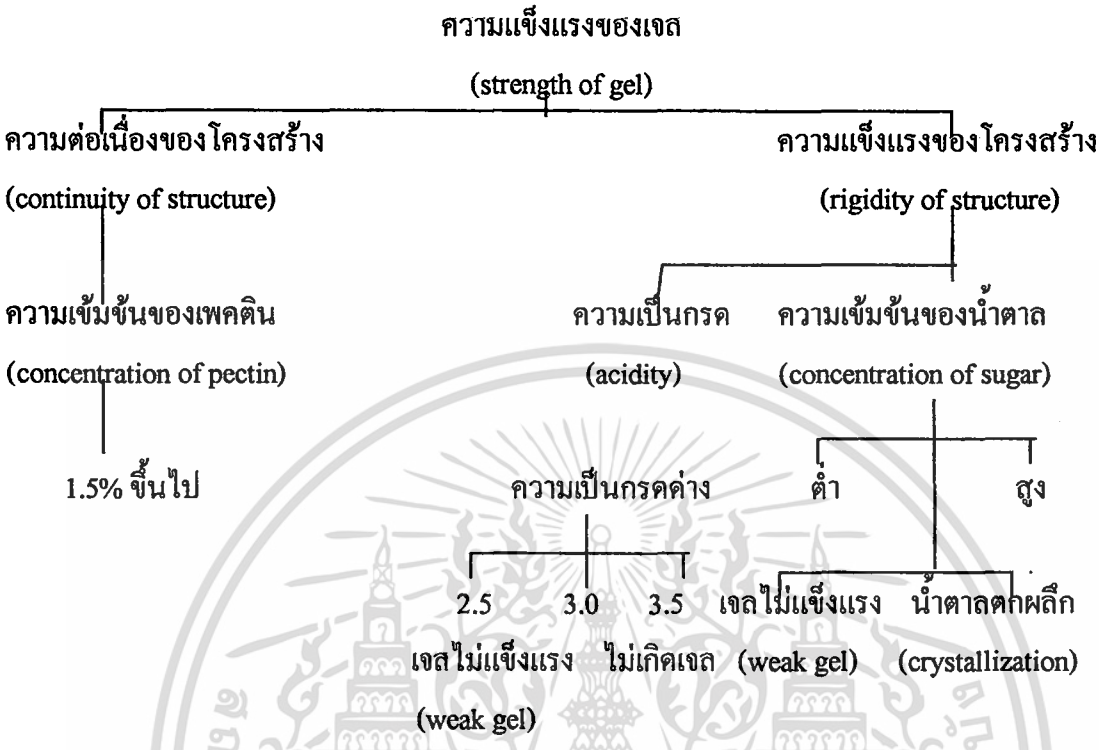
- มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ หรือผลิตภัณฑ์ผ่านการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ ร่วมกับการมีปริมาณน้ำตาลต่ำเกินไป ซึ่งอาจเกิดจากปิดภาชนะไม่สนิท ทำให้แยมดูดความชื้นภายนอกหรือปิดฝาภาชนะที่อุณหภูมิสูงเกินไปไอน้ำจะควบแน่นที่ฝาและหยดกลับลงไปในแยมทำให้ส่วนที่อยู่ด้านบนมีความเข้มข้นของน้ำตาลต่ำ ทำให้เจลเซทตัวก่อนบรรจุ

1.12 สมดุลขององค์ประกอบในผลิตภัณฑ์

การเกิดเจลในผลิตภัณฑ์และลักษณะที่ดีของเจลที่เกิดขึ้น จะเกิดจากสมดุลประกอบที่สำคัญทั้งสามอย่าง คือ มีปริมาณเพคตินมากเพียงพอมีปริมาณน้ำตาลและ pH เหมาะสม ความเหมาะสมของปัจจัยทั้งสามจะทำให้ได้เจลที่แข็งแรงโดยเพคตินจะเป็นโครงสร้างเจล ส่วนน้ำตาลและกรดจะมีผลต่อความแข็งของโครงสร้าง

เนื่องจากเพคตินทำหน้าที่เป็นตัวโครงร่าง จึงต้องมีปริมาณมากพอสมควรจึงจะสามารถเกิดเป็นร่างแหโครงสร้างที่ต่อเนื่องได้ ในผลิตภัณฑ์จะต้องมีปริมาณเพคติน 1.5 ขึ้นไป ปริมาณน้ำตาลที่ใช้จะอยู่ในช่วง 60-85 ขึ้นกับชนิดของเพคติน แต่โดยทั่วไปนิยมใช้ 67.5 ส่วน pH ในผลิตภัณฑ์นั้นจะควบคุมจากค่าความเป็นกรดด่าง โดยค่า pH ของผลิตภัณฑ์ ควรอยู่ในช่วง 2.9-3.1 ถ้าค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่า2.5 เจลที่ได้จะอ่อนมากและไม่แข็งแรง และที่ค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่า 3.5 จะไม่เกิดเจล อาจสรุปสภาวะที่เหมาะสมของการเกิดเจลของเพคตินได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 สภาวะที่เหมาะสมของการเกิดเจลของเพคติน
ที่มา : Rauch,1952 :239

นอกจากการใช้ปริมาณองค์ประกอบต่างๆที่เหมาะสมแล้วลำดับของการผสมองค์ประกอบต่างๆ ก็มีผลต่อการเกิดเจลที่ดีด้วย ตามปกติจะต้มผลไม้กับน้ำตาลก่อน เพื่อให้น้ำตาลดึงน้ำออกจากผลไม้เมื่อเคี่ยวเข้มข้นตามต้องการ จึงเติมน้ำตาลที่คลุกผสมรวมกับเพคติน ทั้งไว้จนน้ำตาลและเพคตินละลายหมด จึงเติมกรดรวมทั้งสีและกลิ่นถ้ามีการใช้แล้วหยุดความร้อน การเติมเพคตินหลังจากเคี่ยวผลไม้กับน้ำตาลแล้ว เนื่องจากถ้าเติมในช่วงแรกเพคตินจะถูกความร้อนในสภาวะที่เป็นกรดเป็นเวลานาน โมเลกุลจะเกิดการแตกตัวทำให้ไม่เกิดเจล หรือเกิดเจลที่มีคุณภาพไม่ดี ซึ่งเป็นเหตุผลที่ต้องนำกรดมาเติมในช่วงสุดท้ายของการให้ความร้อน เช่นเดียวกันถ้าเติมกรดในช่วงแรกของการให้ความร้อน นอกจากกรดจะสลายโมเลกุลเพคตินแล้ว กรดยังสลายซูโครส ทำให้มีปริมาณน้ำตาลอินเวอร์ทในผลิตภัณฑ์มากเกินไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.13 วิธีการทำแยมผักและผลไม้

การทำแยมผักและผลไม้ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบ ผักและผลไม้ที่ใช้ทำแยมควรมีลักษณะสด กลิ่นและรสดี ไม่ดิบหรือสุกเกินไป ทั้งนี้เพราะปริมาณเพคตินสูง หลังจากเลือกผลไม้ที่มีคุณภาพตรงตามต้องการแล้ว ควรนำไปทำความสะอาด ผลไม้บางชนิดอาจต้องปอกเปลือกก่อนนำไปหั่นหรือบดหรือสับเนื้อผลไม้ให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ในการต้มหากผลไม้นั้นมีน้ำน้อยการต้มจะช่วยสกัดเพคตินออกจากผลไม้ได้มากขึ้น (โปรโตเพคตินในผลไม้จะเปลี่ยนเป็นเพคตินจากการต้ม) ควรนำน้ำผลไม้ไปตรวจสอบปริมาณเพคตินและรสด้วย

2. การกรอง ในกรณีทำเยลลี่ควรนำน้ำผลไม้ไปกรองเพื่อให้ได้น้ำผลไม้ที่ใส

3. การต้ม นำน้ำผลไม้ปนเนื้อ เติมน้ำตาลทรายในปริมาณที่เหมาะสม ถ้าน้ำผลไม้มีเพคตินน้อยควรเติมเพคตินผงลงไปด้วยโดยผสมกับน้ำตาลทราย หรือถ้าน้ำผลไม้มีกรดน้อยให้เติมกรดลงไปด้วย เคี่ยวต่อไปจนได้เป็นแยมตามต้องการ การตรวจสอบว่าแยมที่ได้นั้น ทำได้โดยการใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของแยมได้ประมาณ 104.4-105 องศาเซลเซียส แสดงว่าแยมมีความเข้มข้นของน้ำตาลที่พอเหมาะคือ ประมาณร้อยละ 65 หรืออาจใช้ช้อนตักแยมแล้วลองหยดดูในน้ำเย็นถ้าแยมนั้นค่อยๆไหลลงในน้ำและไม่ละลายปนน้ำแสดงว่าใช้ได้แล้ว

4. การบรรจุ เมื่อแยมได้ที่แล้วนำไปบรรจุในภาชนะขณะร้อน แล้วผนึกฝาภาชนะบรรจุเมื่อแยมเย็นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการทดลอง

การศึกษาเรื่องการทำแยมเห็ดหูหนูได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 วัสดุอุปกรณ์

ในการทดลองทำแยมเห็ดหูหนูมีวัสดุ-อุปกรณ์ดังนี้

3.1.1 วัตถุดิบ

1. เห็ดหูหนู
2. น้ำตาลทราย
3. น้ำสะอาด

3.1.2 สารเคมี

1. กรดซิตริก
2. เพคติน

3.1.3 เครื่องมือ และอุปกรณ์

1. pH meter
2. refractometer
3. เครื่องปั่น (blender)
4. เทอร์โมมิเตอร์
5. ขวด
6. หม้อ
7. ทัพพี
8. petri dishes
9. ผ้าขาวบาง
10. เตาแก๊ส
11. ตาชั่งละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

3.2.1 การผลิตแยมเห็ดหูหนู

ขั้นตอนการผลิตแยมเห็ดหูหนูดัดแปลงมาจากการทำแยมสตรอเบอรี่(ศรีสมร คงพันธุ์, 2535 :72) โดยมีส่วนผสมดังนี้

สูตรที่ 1 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 55 องศาบริกซ์ ระดับ pH 2.7 ระดับ เพคติน 0.5

เห็ดหูหนู	200	กรัม
น้ำตาล	388	กรัม
เพคตินผง	0.5	กรัม
กรดซิตริก	1.4	กรัม
น้ำ	500	มิลลิลิตร

สูตรที่ 2 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 60 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.2 ระดับ เพคติน 1.0

เห็ดหูหนู	200	กรัม
น้ำตาล	419	กรัม
เพคตินผง	1	กรัม
กรดซิตริก	1.6	กรัม
น้ำ	500	มิลลิลิตร

สูตรที่ 3 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 65 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.5 ระดับ เพคติน 2.0

เห็ดหูหนู	200	กรัม
น้ำตาล	452	กรัม
เพคตินผง	2	กรัม
กรดซิตริก	1.7	กรัม
น้ำ	500	มิลลิลิตร

สูตรที่ 4 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 70 องศาบริกซ์ ระดับ pH 4.0 ระดับ เพคติน 3.0

เห็ดหูหนู	200	กรัม
น้ำตาล	581	กรัม
เพคตินผง	3	กรัม
กรดซิตริก	2	กรัม
น้ำ	500	มิลลิลิตร

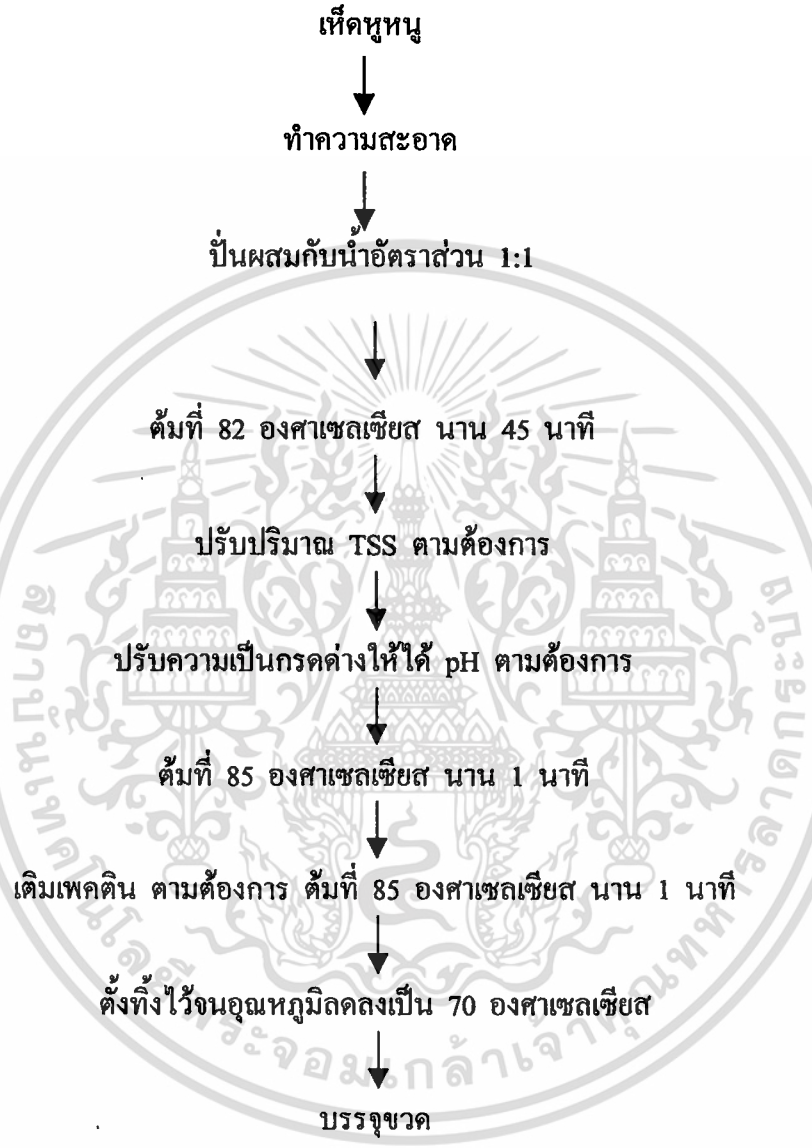
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ขั้นตอนการทำแยมเห็ดหูหนู

1. นำเห็ดหูหนูล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วนำมาชั่งน้ำหนักให้ได้ 200 กรัม
2. นำเห็ดหูหนูที่ชั่งน้ำหนักแล้วมาตีปั่นกับน้ำให้ละเอียดในอัตราส่วน 1: 1
3. เห็ดหูหนูที่ปั่นแล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 82 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที
4. เมื่อครบเวลาแล้วปล่อยอุณหภูมิให้ลดลงเหลือ 50 องศาเซลเซียส แล้วค่อย ๆ เติมน้ำตาลในปริมาณต่าง ๆ จะได้เป็นของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (total soluble solid, TSS) ตามที่ต้องการศึกษาวิจัย
5. นำเห็ดหูหนูมาปรับกรดซิตริกให้ได้ pH ค่าต่าง ๆ ตามที่ต้องการศึกษาวิจัย
6. นำไปต้มที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที
7. ใส่เพคตินลงไปตามปริมาณต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาวิจัยที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที
8. ยกลงตั้งทิ้งไว้จนอุณหภูมิลดลงเหลือ 70 องศาเซลเซียส
9. บรรจุขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงขั้นตอนการทำแยมเห็ดหูหนู



ภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทำแยมเห็ดหูหนู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการทดสอบ

ดำเนินการทดลองโดยการวางแผนการทดลองแบบ RCBD (randomized complcte block design) โดยการสุ่มตัวอย่างผู้ทดสอบชิม 20 คน จากกลุ่มนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และสาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร โดยผู้ชิมให้คะแนนแยมแต่ละสูตรในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม 9 ระดับ
ดังนี้

ชอบมากที่สุด	.....	9
ชอบมาก	.....	8
ชอบปานกลาง	.....	7
ชอบเล็กน้อย	.....	6
ชอบและไม่ชอบก้ำกึ่งกัน	.....	5
ไม่ชอบเล็กน้อย	.....	4
ไม่ชอบปานกลาง	.....	3
ไม่ชอบมาก	.....	2
ไม่ชอบมากที่สุด	.....	1

จากนั้นนำผลการให้คะแนนของผู้ชิมมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้าน นำผลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความแตกต่างด้วยวิธี analysis of variance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วยวิธีleast significant difference (LSD)

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

ทำการศึกษาที่ห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.5 ระยะเวลาดำเนินการ

ตั้งแต่เดือน มิถุนายน-เดือนตุลาคม พ.ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การศึกษาระดับความหวาน ระดับความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณเพกตินที่เหมาะสมในการทำแยมเห็ดหูหนู ทำการทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส โดยผู้ชิมจำนวน 20 คน โดยทำการทดสอบทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ด้วยวิธี hedonic rating scales และวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี analysis of variance ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % ได้ผลการทดลอง ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการยอมรับแยมเห็ดหูหนูโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง			
	A	B	C	D
สี	7.3^{a}	7.5^{a}	7.3^{a}	7.2^{a}
กลิ่น	6.9^{a}	7^{a}	6.8^{a}	6.9^{a}
เนื้อสัมผัส	8.1^{a}	7.4^{b}	7.3^{b}	7.1^{b}
รสชาติ	6.8^{b}	7.4^{a}	7.15^{a}	7.2^{a}
การยอมรับโดรวม	7.4^{a}	7.6^{a}	7.45^{a}	7.6^{a}

ตัวอักษรที่มีเหมือนกันในแนวนอน แสดงว่าตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง

A=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 55 องศาบริกซ์ ระดับ pH 2.7 ระดับ เพคติน 0.5

B=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 60 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.2 ระดับ เพคติน 1.0

C=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 65 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.5 ระดับ เพคติน 2.0

D=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 70 องศาบริกซ์ ระดับ pH 4.0 ระดับ เพคติน 3.0

หมายเหตุ:

A=สูตรที่ 1 C=สูตรที่ 3

B=สูตรที่ 2 D=สูตรที่ 4

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของแยมเห็ดหูหนูผลปรากฏดังนี้

คุณลักษณะทางด้านสี

ตัวอย่างแยมทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยสูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดคือ 7.5

การเกิดสีในการทำแยมเห็ดหูหนูมีสีน้ำตาลที่ใกล้เคียงกันจากการสังเกตลักษณะภายนอกของแยมเห็ดหูหนูพบว่าแยมเห็ดหูหนูมีสีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลออกคล้ำเล็กน้อยมีเยื่อใยหรือเส้นใยของเห็ดหูหนูอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เนื่องจาก สีของดอกเห็ดหูหนูมีความแก่-อ่อน ต่างกันและการเลี้ยงดูที่สภาวะที่แตกต่างกันออกไปจึงทำให้แยมเห็ดหูหนูมีสีน้ำตาลเข้ม

คุณลักษณะทางด้านกลิ่น

แยมเห็ดหูหนูทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยจะเห็นได้ว่าตัวอย่างทั้ง 4 ชนิดมีระดับคะแนนเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน จากการทดลองสูตร 2 ได้คะแนนสูงสุดคือ 7.0 คุณลักษณะทางด้านกลิ่นของแยมเห็ดหูหนูแต่ละสูตรไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการทำแยมเห็ดหูหนูได้นำเห็ดหูหนูพันธุ์เดียวกันมาทำการศึกษา ซึ่งเป็นพันธุ์บาง (Auricularia auricula)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัส

ตัวอย่างแยมเห็ดหูหนูทั้ง 4 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยตัวอย่างสูตรที่ 1 มีความแตกต่างจากสูตรอื่นๆและได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุดคือ 8.1 สาเหตุที่เนื้อสัมผัสลักษณะนุ่นหนืด และมีความเป็นเนื้อเดียวขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆอย่างได้แก่

1. ส่วนผสมที่ใช้ในการทำแยมเห็ดหูหนู เช่น น้ำตาล ทำหน้าที่ เป็นโครงสร้างให้กับผลิตภัณฑ์เมื่อได้รับความร้อนน้ำตาลจะละลายมีลักษณะที่ข้นหนืด นอกจากน้ำตาลยังมี เพกติน ยังทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเจลเป็นตัวการเชื่อมข้ามด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างกลุ่มไฮดรอกซิลของโมเลกุลน้ำตาลและเพคติน ส่วนผสมอีกอย่างคือ กรดซิตริก ทำหน้าที่เพิ่มรสชาติให้แก่แยม และเพิ่มประสิทธิภาพความเหนียวและความยืดยุ่นของร่างแหที่เกิดเพคตินทำให้เพคตินอุ้มสารละลายน้ำตาลได้ดี

2. อุณหภูมิที่ใช้ในการกวน ถ้าใช้อุณหภูมิในการกวนสูงจะทำให้สารในส่วนผสมแข็งตัวหรือผิวนอกของอาหารแข็งและมีสีดำคล้ำ (ศิริลักษณ์ สินทธวาลัย,2522:192)

จากการทดลองการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านเนื้อสัมผัสทั้ง 4 ตัวอย่างนอกจากข้นหนืดแล้วอาจมีลักษณะเหนียวทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในของเห็ดหูหนูแต่ละชนิดที่แตกต่างกันเมื่อได้รับความร้อนและถึงอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการกวนอีกด้วย จากรายงานของ (Rauch, 1952:122) ได้กล่าวไว้ว่า การใช้ปริมาณน้ำตาลในการทำแยมเห็ดหูหนูที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 60-70% ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมมากที่สุดในการเกิดเจล ถ้าปริมาณน้ำตาลสูงเกินไปจะทำให้น้ำตาลตกผลึกและถ้าปริมาณน้ำตาลต่ำเกินไปจะทำให้แยมไม่แข็งแรง ดังนั้นการทดลอง การทำแยมเห็ดหูหนูได้ใช้ปริมาณน้ำตาลมีปริมาณใกล้เคียงและสอดคล้องกับรายงาน Rauch ด้วย นอกจากนี้การทำแยมกระเจี๊ยบปริมาณน้ำตาลที่ใช้ 65 องศาบริกซ์ ซึ่งเป็นช่วงเหมาะ และเกิดเจลดี กรดจะช่วยในการเกิดของเพคตินโดยในสภาวะที่มี pH สูงกรดจะมีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ควรอยู่ในช่วง 2.9-3.2 pH ต่ำกว่า 2.5 เจลจะอ่อนมากไม่แข็งแรงที่ pH 3.5 จะไม่เกิดเจล (กองเกษตรเคมี,2534:152)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะทางด้านรสชาติ

จากการทดสอบด้านรสชาติพบว่าสูตรที่ 1 จะได้รับการยอมรับแตกต่างจากอีก 3 สูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยสูตรที่ 1 ได้รับการยอมรับต่ำที่สุดคือ 6.8 ในขณะที่สูตรอื่นๆได้รับการยอมรับที่ไม่แตกต่างกันโดยสูตรที่ 2 ได้รับคะแนนสูงสุดคือ 7.4 ทั้งนี้เนื่องจาก

1. การเติมน้ำตาล ในการทำแยมที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 60-70% ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมมากที่สุด ถ้าปริมาณน้ำตาลสูงแกินไปจะทำให้น้ำตาลตกผลึกและน้ำตาลต่ำเกินไปจะทำให้แยมไม่แข็งแรง (กองเกษตรเคมี ,2534:155)

2. การปรับ pH 3.2 เป็นช่วงที่เหมาะสมพบว่าสอดคล้องกับ pH ของสูตรที่ 2

3. การเติมเพคติน การใช้ปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการทำให้เกิดเจลที่ดีที่สุดจะใช้เพคติน 1.0 จะได้เจลที่มีความแข็งแรง (กองเกษตรเคมี,2534:155) ซึ่งสอดคล้องกับเพคตินของสูตรที่ 2

คุณลักษณะทางด้านการยอมรับโดยรวม

ตัวอย่างแยมทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 % แยมเห็ดหูหนูซึ่งมีลักษณะสีน้ำตาลคล้ำมีกลิ่นเฉพาะตัวของเห็ดหูหนูมีรสชาติหวานอมเปรี้ยว กลมกล่อม มีเนื้อสัมผัสเหนียวข้นหนืด น่ารับประทาน

จากการทดลองข้างต้นเมื่อพิจารณาการยอมรับแต่ละด้านพบว่าสูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับมากที่สุดทุกด้าน ยกเว้นด้านเนื้อสัมผัสซึ่งสูตรที่ 1 ได้รับการยอมรับคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 8.1 ซึ่งมีความแตกต่างเพียงด้านเดียวเท่านั้น ดังนั้นในการทำแยมเห็ดหูหนูควรมีการปรับสูตรที่ 2 ให้มีเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภคให้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 แยมเห็ดหูหนูที่ผลิตโดยใช้ส่วนผสมแตกต่างกัน

A=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 55 องศาบริกซ์ ระดับ pH 2.7 ระดับ เพคติน 0.5

B=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 60 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.2 ระดับ เพคติน 1.0

C=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 65 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.5 ระดับ เพคติน 2.0

D=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 70 องศาบริกซ์ ระดับ pH 4.0 ระดับ เพคติน 3.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทำแยมขั้นตอนการทำแยมเห็ดหูหนูทั้ง 4 สูตรให้ได้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยได้เปรียบเทียบระดับความหวาน ระดับ pH และระดับเพคตินในแต่ละสูตรที่มีความแตกต่างกันและได้นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยการยอมรับของผู้ทดสอบชิมพบว่า

สูตรที่ 1 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 55 องศาบริกซ์ ระดับ pH 2.7 ระดับ เพคติน 0.5

คุณลักษณะด้านสี, กลิ่น, เนื้อสัมผัส, รสชาติ, และความชอบโดยรวมเท่ากับ7.3, 6.9, 8.1, 6.8, และ 7.4 ตามลำดับ

สูตรที่ 2 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 60 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.2 ระดับ เพคติน 1.0

คุณลักษณะด้านสี, กลิ่น, เนื้อสัมผัส, รสชาติ, และความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.5, 7, 7.4, 7.4, และ 7.6 ตามลำดับ

สูตรที่ 3 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 65 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.5 ระดับ เพคติน 2.0

คุณลักษณะด้านสี, กลิ่น, เนื้อสัมผัส, รสชาติ, และความชอบโดยรวมเท่ากับ7.3, 6.8, 7.3, 7.15, และ 7.45 ตามลำดับ

สูตรที่ 4 ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 70 องศาบริกซ์ ระดับ pH 4.0 ระดับ เพคติน 3.0

คุณลักษณะด้านสี, กลิ่น, เนื้อสัมผัส, รสชาติ , และความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.2, 6.9, 7.1, 7.2, และ 7.6 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบ พบว่าสูตรในการทำผลิตภัณฑ์แยมเห็ดหูหนูที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดทางด้าน สี, กลิ่น, รสชาติ, เนื้อสัมผัส, และความชอบโดยรวม คือ สูตรที่ 2

การเปรียบเทียบการยอมรับแยมเห็ดหูหนูทั้ง 4 สูตร โดยการวิเคราะห์ด้วย analysis of variance พบว่า สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทั้งด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ส่วนสูตรที่ 1 มีความแตกต่างจากสูตรอื่นๆ (ที่เหลือ) ในด้านเนื้อสัมผัสซึ่งสูตรที่ 1ได้รับการยอมรับสูงสุด คือ 8.1 และด้านรสชาติได้รับการยอมรับต่ำสุด คือ 6.9

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรมีการพัฒนาสูตรการทำแยมเห็ดหูหนูในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และรสชาติ เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น หรือนำไปผสมกับผลไม้ชนิดอื่นที่มีมากและราคาถูกเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต และได้ผลิตภัณฑ์แยมที่ดี มีความแปลกใหม่ไปกว่าแยมในท้องตลาดทั่วๆไป จนสามารถแข่งขันกับแยมชนิดอื่นได้ต่อไปในอนาคตข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กลุ่มบัณฑิตเกษตรก้าวหน้า. 2538 . การเพาะเห็ดในประเทศไทย . กรุงเทพฯ : มปพ. 176 น.

เกษตรเคมี,กอง 2534. ผลิตภัณฑ์อาหารจากกระเจี๊ยบ. กลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยการแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ : มปพ. 179 น.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2540. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 504 น.

คณะอาจารย์ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. 2520 . อุตสาหกรรมเกษตร 1 ทั่วไป . ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา มปพ. 168 น.

จารุตม์ บรรเจิดประยูร. 2532. การปรับปรุงคุณภาพของเครื่องดื่มแยมและเยลลี่จากเสาวรส. วารสารกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. ปี 43 ฉบับที่ 12 วันที่ 12-18 ต.ค. 2544 หน้าที่ 13-15

พันธ์ทวี ภักดีดินแดน. 2521. คำแนะนำการแพะเห็ดหูหนู. การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ 26 น.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2539. เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : มปพ. ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ. 170 น.

วิชัย หฤทัยชนาสันต์. 2520. หลักการถนอมอาหารและแปรรูปผักผลไม้เบื้องต้น.ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: มปพ. 136 น.

วิฑูรย์ พลาวุฑฒ์, 2527. มาแปรรูปอาหารกันดีกว่า กรมอาชีวศึกษา. ราชบุรี : มปพ. 150 น.

วันชัย สุทธินุ่น. มปป. คู่มือปฏิบัติวิชาเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ : มปพ. 65 น.

วัลลภ พรมหมทอง. 2543. เห็ดเพาะกินได้ เพาะขายรวย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มติชน 96 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณ บูรณชนบท. 2534. เห็ดหูหนู. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มิตรสยาม. 80 น.

ปัญญา โพธิฐิติรัตน์. 2538. เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์รั้วเขียว. 421 น.

ยุกติ สาริกะภูติ. 2526. อาหารและโภชนาการและการแปรรูป. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์กองเกษตรสัมพันธ์ 220 น.

ศิริลักษณ์ วิบูลย์เศรษฐ์.2522. จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 217 น.

ศิริลักษณ์ สินธทวาลัย. 2522. ทฤษฎีอาหาร เล่ม 3 หลักการทดลองอาหาร กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 270 น.

ศรีสมร คงพันธุ์. 2535. อาหารเชื่อม ดอง และการถนอมอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 209 น.

ศศิเกษม ทองยงค์ และพรรณี เดชกำแหง. 2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 64 น.

ส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรม. 2543 เห็ดสมุนไพร. กรุงเทพฯ มปพ. 69 น.

สุมาลี พิทักษ์เสรกุล. 2518. การสกัดเพคตินจากฝรั่ง. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 46 น.

อาชีวศึกษา,กอง. กระทรวงศึกษาธิการ. 2525. หลักการถนอมผลผลิตเกษตร กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์. 195 น.

อดุลย์ รัตนมั่นเกษม. 2542. เพาะเห็ดขาย. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : สำนักนานมีบุ๊คส์ จำกัด. 151 น.

Cruess,W.V. 1958. Commercial Fruit and Vegetable Products. 4th ed.New York: McGaw-Hill Book Co. Inc. 320 p.

Desosier N.W. and Desosier J.N. 1977. The Technology of Food Preservation. 4th ed. Westport, Connecticut : The A V I Publishing Co.Inc. 225 p.

Kertedz,WJ.and Cotterill. 1973. Egg Scienec and Technolgy INC. Connecticut, USA The Avi Pablishing company.

Sacharow, S. 1976. Handbook of Package Materials. Westport, Connecticut: A V I Publishing Co.Inc. 299 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rancn,U.S. Department of Agriculture. 1952, Egg Grading Manual Agriculture Handbook No. 225

Alexopouios and mins, 1979. Food Theory and Applications 2nd edn. MacMillan Publishimg Company,New; 425-504 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์

ตารางที่ 1 แสดงผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสีของแยมเห็ดหูหนู

หมายเลขผู้	ตัวอย่าง				Grand Total
ทดสอบชิม	A	B	C	D	(G.T.)
1	8	7	7	6	28
2	7	8	6	5	28
3	7	8	7	8	30
4	8	7	6	6	29
5	7	8	7	8	30
6	4	5	6	4	19
7	7	8	8	8	31
8	9	8	7	6	30
9	8	7	8	8	31
10	7	7	7	7	28
11	7	5	6	5	23
12	8	9	9	8	34
13	6	8	4	3	21
14	8	9	8	8	33
15	9	7	8	5	29
16	9	9	9	8	35
17	8	8	9	7	32
18	8	7	5	8	28
19	6	7	7	7	27
20	7	8	9	3	27
Sum	146	150	145	142	573
Mean	7.3	7.5	7.25	7.2	28.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง

A=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 55 องศาบริกซ์ ระดับ pH 2.7 ระดับ เพคติน 0.5

B=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 60 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.2 ระดับ เพคติน 1.0

C=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 65 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.5 ระดับ เพคติน 2.0

D=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 70 องศาบริกซ์ ระดับ pH 4.0 ระดับ เพคติน 3.0

คะแนน

1= ไม่ชอบมากที่สุด
2= ไม่ชอบมาก
3= ไม่ชอบปานกลาง
4= ไม่ชอบเล็กน้อย
5= ชอบและไม่ชอบก้ำกึ่งกัน
6= ชอบเล็กน้อย
7= ชอบปานกลาง
8= ชอบมาก
9= ชอบมากที่สุด

ตารางที่ 2 แสดงผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านสีของแยมเห็ดหูหนู

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean Square	F
Sample	3	165.86	55.28	2.76
Judge	19	76.63	4.033	1.70
Error	57	33974.398	596.042	
Total	79	34216.888		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของแยมเห็ดหูหนู

หมายเลขผู้ทดสอบชิม	ตัวอย่าง A	B	C	D	Grand Total (G.T.)
1	6	5	5	5	21
2	7	7	7	7	28
3	8	8	7	8	31
4	8	7	7	8	30
5	8	7	7	8	30
6	5	6	5	4	20
7	7	7	8	8	30
8	7	6	6	6	25
9	7	7	8	8	30
10	7	7	7	7	28
11	5	6	6	5	22
12	7	8	8	8	31
13	5	5	5	3	21
14	8	8	8	7	31
15	7	7	7	7	28
16	7	8	6	7	28
17	9	8	8	8	33
18	9	8	7	8	32
19	7	7	7	7	28
20	4	6	8	8	26
Sum	138	140	137	138	553
Mean	6.9	7	6.85	6.9	27.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง

A=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 55 องศาบริกซ์ ระดับ pH 2.7 ระดับ เพคติน 0.5

B=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 60 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.2 ระดับ เพคติน 1.0

C=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 65 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.5 ระดับ เพคติน 2.0

D=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 70 องศาบริกซ์ ระดับ pH 4.0 ระดับ เพคติน 3.0

คะแนน

1= ไม่ชอบมากที่สุด
2= ไม่ชอบมาก
3= ไม่ชอบปานกลาง
4= ไม่ชอบเล็กน้อย
5= ชอบและไม่ชอบก้ำกึ่งกัน
6= ชอบเล็กน้อย
7= ชอบปานกลาง
8= ชอบมาก
9= ชอบมากที่สุด

ตารางที่ 4 แสดงผล วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านกลิ่นของแยมเห็ดหูหนู

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean Square	F
Sample	3	0.232	7.917	0.146
Judge	19	73.137	3.849	7.075
Error	57	31.012	0.544	
Total	79	104.388		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของแยมเห็ดหูหนู

หมายเลขผู้	ตัวอย่าง				Grand Total
ทดสอบชิม	A	B	C	D	(G.T.)
1	6	8	7	7	28
2	7	8	8	8	31
3	8	7	8	7	30
4	8	7	8	9	32
5	8	7	8	8	31
6	6	5	4	5	20
7	6	7	6	7	26
8	7	6	6	6	25
9	9	9	9	9	36
10	7	7	8	8	30
11	6	7	5	5	23
12	7	8	8	8	31
13	7	8	6	4	25
14	7	8	8	8	31
15	4	8	9	6	27
16	9	8	8	9	34
17	7	8	7	9	31
18	7	8	7	9	31
19	5	5	5	5	20
20	5	9	8	7	29
Sum	146	150	145	142	571
Mean	7.3	7.5	7.25	7.2	28.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง

A=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 55 องศาบริกซ์ ระดับ pH 2.7 ระดับ เพคติน 0.5

B=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 60 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.2 ระดับ เพคติน 1.0

C=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 65 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.5 ระดับ เพคติน 2.0

D=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 70 องศาบริกซ์ ระดับ pH 4.0 ระดับ เพคติน 3.0

คะแนน

1= ไม่ชอบมากที่สุด
2= ไม่ชอบมาก
3= ไม่ชอบปานกลาง
4= ไม่ชอบเล็กน้อย
5= ชอบและไม่ชอบก้ำกึ่งกัน
6= ชอบเล็กน้อย
7= ชอบปานกลาง
8= ชอบมาก
9= ชอบมากที่สุด

ตารางที่ 6 แสดงผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านรสชาติของแยมเห็ดหูหนู

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean Square	F
Sample	3	9.137	3.046	4.742
Judge	19	52.237	2.749	4.280
Error	57	36.613	0.642	
Total	79	97.988		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของแยมเห็ดหูหนู

หมายเลขผู้	ตัวอย่าง				Grand Total
ทดสอบชิม	A	B	C	D	(G.T.)
1	8	8	7	7	30
2	8	7	7	8	30
3	8	8	8	7	31
4	8	8	8	8	32
5	8	8	8	8	32
6	8	6	6	7	27
7	8	8	8	8	32
8	8	8	8	8	32
9	9	9	9	9	36
10	8	7	7	7	29
11	7	7	8	6	28
12	8	9	8	8	33
13	8	7	5	3	23
14	8	7	8	8	31
15	9	7	6	6	26
16	9	9	7	9	34
17	8	8	7	8	31
18	8	8	9	8	33
19	8	5	5	5	23
20	8	6	7	4	25
Sum	148	148	146	142	598
Mean	8.1	7.4	7.3	7.1	29.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง

A=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 55 องศาบริกซ์ ระดับ pH 2.7 ระดับ เพคติน 0.5

B=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 60 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.2 ระดับ เพคติน 1.0

C=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 65 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.5 ระดับ เพคติน 2.0

D=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 70 องศาบริกซ์ ระดับ pH 4.0 ระดับ เพคติน 3.0

คะแนน

1= ไม่ชอบมากที่สุด
2= ไม่ชอบมาก
3= ไม่ชอบปานกลาง
4= ไม่ชอบเล็กน้อย
5= ชอบและไม่ชอบก้ำกึ่งกัน
6= ชอบเล็กน้อย
7= ชอบปานกลาง
8= ชอบมาก
9= ชอบมากที่สุด

ตารางที่ 8 แสดงผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสของแยมเห็ดหูหนู

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean Square	F
Sample	3	11.35	3.78	5.4
Judge	19	60.45	3.18	4.54
Error	57	40.16	0.70	
Total	79	16.65		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของแยมเห็ดหูหนู

หมายเลขผู้ทดสอบชิม	ตัวอย่าง A	B	C	D	Grand Total (G.T.)
1	8	7	6	7	28
2	7	6	6	8	27
3	8	8	7	8	31
4	7	8	8	7	30
5	7	7	7	8	29
6	6	6	8	7	27
7	7	8	7	8	30
8	7	8	8	7	30
9	8	8	8	7	31
10	6	8	8	7	29
11	7	7	8	8	30
12	8	9	7	7	31
13	8	9	8	8	33
14	8	7	7	7	29
15	8	7	7	8	30
16	9	9	9	9	36
17	8	6	7	8	31
18	7	8	6	8	29
19	7	6	8	7	28
20	7	8	9	8	32
Sum	148	152	149	152	601
Mean	7.4	7.6	7.45	7.6	30.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง

A=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 55 องศาบริกซ์ ระดับ pH 2.7 ระดับ เพคติน 0.5

B=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 60 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.2 ระดับ เพคติน 1.0

C=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 65 องศาบริกซ์ ระดับ pH 3.5 ระดับ เพคติน 2.0

D=ระดับความหวานที่ปรับ TSS เป็น 70 องศาบริกซ์ ระดับ pH 4.0 ระดับ เพคติน 3.0

คะแนน

1= ไม่ชอบมากที่สุด
2= ไม่ชอบมาก
3= ไม่ชอบปานกลาง
4= ไม่ชอบเล็กน้อย
5= ชอบและไม่ชอบก็ไม่กลัน
6= ชอบเล็กน้อย
7= ชอบปานกลาง
8= ชอบมาก
9= ชอบมากที่สุด

ตารางที่ 10 แสดงผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของแยมเห็ดหูหนู

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean Square	F
Sample	3	0.438	0.146	0.146
Judge	19	20.732	1.091	1.091
Error	57	30.812	0.541	
Total	79	51.988		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การทดสอบคุณภาพอาหารโดยวิธีประสาทสัมผัส

ชื่อ.....วันที่.....

จงทดสอบคุณภาพด้าน สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส (Texture) ของ..... แต่ละตัวอย่างโดยให้คะแนนตามความชอบ-ไม่ชอบ ดังนี้

ชอบมากที่สุด	.....	9
ชอบมาก	.....	8
ชอบปานกลาง	.....	7
ชอบเล็กน้อย	.....	6
ชอบและไม่ชอบก้ำกึ่งกัน	.....	5
ไม่ชอบเล็กน้อย	.....	4
ไม่ชอบปานกลาง	.....	3
ไม่ชอบมาก	.....	2
ไม่ชอบมากที่สุด	.....	1

ตัวอย่างเลขที่	คะแนน				
	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม

ข้อเสนอแนะ.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้