

## วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรและเทคโนโลยีสำหรับแปรรูปพืชผักและสมุนไพร

Research and Development of Technology and Machines for Vegetables and Herbs Processing.

### วิจัยและพัฒนาเครื่องดองผักแบบความดันอัดอากาศร่วมกับน้ำดองที่ผสมหัวเชื้อน้ำดอง

Research and Development of Vegetable Pickling Machine by Using the Hydro static Process and Pickle Solution mixed to starter solution.

#### คณะผู้ดำเนินงาน

##### หัวหน้าโครงการ

นายกลวัชร ทิมินกุล

##### ผู้ร่วมโครงการ

|                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| นายเวียง อากรชี      | ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น |
| นายพินิจ จิรัคคกุล   | ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น |
| นายศักดิ์ชัย อาษาวัง | ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น |
| นายประยูร จันทองอ่อน | ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น |
| นายธนภฤต โยธาทูล     | ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น |

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการนำหลักการใช้ความดันไฮโดรสแตติกมาประยุกต์ต่อยอดงานวิจัย ในการดองเปรี้ยวด้วยตัวเองหรือการดองที่เกิดความเปรี้ยวจากแลคติกแบคทีเรีย โดยใช้เครื่องอัดอากาศที่ให้กำเนิดความดันอากาศอัดอากาศเข้าไปในถังความดันแรงการซึมผ่านของน้ำดองให้เข้าไปในเนื้อผัก โดยส่วนผสมของน้ำดองคือน้ำเกลือ3% น้ำซาวข้าว1% ข้าวสุก1% น้ำหัวเชื้อน้ำดองเฉพาะของผักแต่ละชนิดใช้ในปริมาณ 3% ได้ออกแบบถังความดันใช้สำหรับผักซึ่งมีความแน่นเนื้อต่ำกว่าผลไม้จึงมีการใช้ปั๊มความดันและโครงสร้างที่ไม่ต้องทนแรงดันที่สูงมาก แต่ต้องไม่น้อยกว่า 7 ใช้แรงดันและระยะเวลาในการอัดอากาศตามความเหมาะสมกับผักแต่ละชนิดคือผักกุ่ม ผักเสี้ยน หน่อไม้ แตงกวา ใช้ความดัน 5 บาร์ใช้เวลาในการอัดอากาศ10นาทีและกะหล่ำปลีใช้ความดัน 5 บาร์อัดอากาศนาน 5 นาที แล้วนำออกมาหมักต่อไปอีกในภาชนะที่สะอาดและปิดฝาปิดสนิท จนเกิดความเปรี้ยวจากกรดแลคติก ที่เป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เรียกว่าแลคติก

แบบที่เรีย ซึ่งจะเจริญเติบโตได้ดีในที่อับอากาศหรือมีอากาศน้อย ทำการเปรียบเทียบคุณภาพ กลิ่น สี รสชาติกับการดองด้วยวิธีการปกติหรือการดองแบบวิธีชาวบ้าน ผลการดองแบบอัดน้ำดองเข้าไปในเนื้อผักก่อนการดองผักกุ่มหลังจากอัดน้ำเกลือแล้วดองเป็นเวลา 3 วันจึงเปรี้ยวและกินได้เช่นเดียวกับผักเสี้ยนใช้เวลา 3 วันหน่อไม้ดองใช้เวลา 3 วันกะหล่ำปลีใช้เวลา 1 วันและแตงกวาใช้เวลา 5 วัน เมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการดองแบบวิธีชาวบ้านสำหรับผักทั่วไปสามารถลดเวลาในการดองได้ 1-2 วันและลดขั้นตอนการเตรียมผักก่อนนำมาดองโดยไม่ต้องขยำให้แตก ในกรณีของผักที่มีเนื้อเหนียวและความขมเช่นผักกุ่มและหน่อไม้สามารถลดขั้นตอนในการแช่น้ำเปล่าเพื่อลดความเหนียวและความขมได้ไม่น้อยกว่า 3 วันทำให้สะดวกและลดเวลาให้น้อยลงและรสชาติไม่แตกต่างจากการดองแบบวิธีชาวบ้าน

**คำสำคัญ:** เครื่องดองผักแบบใช้ความดันอัดอากาศ, ไฮโดรสแตติก, Hydro static, Pickling Machine by Using the Hydro static Process

#### Abstracts

This research were used the pressure was used to reduce the pickling time of vegetable .Air pressure was used to push the pickle solution into the texture of vegetable The pickling solution which is contain of the salt 3%, water from washing rice and pickling starter 3%. The pressure tank was design for using the minimum 7 bar of pressure to provide for each kind of vegetable and the holding pressure time. We use 5 vegetables are Crateva magna, Cleome viscosa, Cabbage, Bamboo shoot and Cucumber. The optimize pressure and holding pressure time is 5 bar and 10 minute holding pressure time for Crateva magna, Cleome viscosa, Bamboo shoot and Cucumber but for Cabbage is 5bars and 5 minute holding pressure time. After pressure push in process take it out and continue to pickle in the clean container with a few air condition corresponding to the Lactic ferment process. Then compare to the villager pickle style by using the sensory test. We found that the retention time of ferment was shorter than the villager style around 1-2 days and it can be solve the preparing sort cut by we no need to beak the vegetable texture down and soaking process for some bitter vegetable such as Crateva magna and Bamboo shoot atleast 3 days so

these are the advantage of this method to available our comfort and reduce time and taste is similar to traditional process.

## คำนำ

### ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

สถานการณ์การปลูกผักมีพื้นที่ปลูกผัก 3 ล้านไร่ผลผลิต 3.5 ล้านตันผลผลิตจะมีออกสู่ตลาดทั้งปีแต่จะมีปริมาณมากที่สุดในช่วงธันวาคม – กุมภาพันธ์ ปี 2553 ประเทศไทยส่งออกพืชผักและผลิตภัณฑ์มีปริมาณ 526073 ตันมูลค่า 20090 ล้านบาทนำเข้าผักและผลิตภัณฑ์ปริมาณ 440,314 ตันมูลค่า 9,165 ล้านบาทแนวโน้มความต้องการใช้พืชผักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากความต้องการสำหรับใช้บริโภคภายในประเทศเพิ่มขึ้นปริมาณการส่งออกพืชผักสดและผลิตภัณฑ์ผักเพิ่มขึ้นทุกปีการผลิตของประเทศคู่แข่งในการส่งออกที่สำคัญได้แก่จีนอินโดนีเซียฟิลิปปินส์และเวียดนามมีแนวโน้มการผลิตเพิ่มขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ,2558)

เนื่องจากผลผลิตที่มีจำนวนมากและล้นตลาด การแปรรูปผักจึงมีความจำเป็น การดองซึ่งเป็นการแปรรูปและถนอมอาหารอีกวิธีหนึ่ง จึงจำเป็นที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาผักล้นตลาดและเป็นการเพิ่มมูลค่าสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร การดองผักที่เป็นวิธีแบบชาวบ้านจะใช้เวลานาน และเพื่อเป็นการนำเครื่องจักรมาใช้ในการกระบวนการผลิตผักดองที่เป็นการผลิตในรูปแบบอุตสาหกรรม โดยการใช้ความดันอัดอากาศกับน้ำดองที่ผสมกับหัวเชื้อที่ได้จากการดองผักชนิดเดียวกันในการดองแบบธรรมชาติที่เตรียมไว้สำหรับนำมาใช้เป็นหัวเชื้อน้ำดองหรือตัวตั้งต้น(starter)ในอัตราส่วนโดยทั่วไปประมาณ 3% อันจะช่วยลดเวลาการหมักดอง ส่วนในการเตรียมวัตถุดิบไม่ต้องปับหรือนวดผักให้การอัดแรงดันเข้าไปในถังที่ประกอบไปด้วยผักที่แช่ในน้ำดองที่ผสมกับหัวเชื้อ ความดันจะช่วยให้น้ำดองแทรกเข้าไปในเนื้อผักได้เร็วขึ้นหลังจากนั้นทำการดองต่อในภาชนะที่สะอาดมีฝาปิดมิดชิดซึ่งผลจากการนำเอาแรงดันและหัวเชื้อมาผสมกับน้ำดองสูตรปกติที่ใช้กันทั่วไปคือ สารละลายเกลือ 3% และน้ำขาวข้าวหรือน้ำตาล ข้าวสุก จะช่วยลดระยะเวลาในการดองผักให้เร็วขึ้นได้

### วัตถุประสงค์

เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องดองผักโดยใช้ความดันอัดอากาศร่วมกับน้ำดองที่ผสมหัวเชื้อน้ำดอง

### ขอบเขตและวิธีการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเครื่องดองผักนี้ ให้เป็นเครื่องที่สามารถใช้งานแบบเอนกประสงค์กับผักที่หลากหลาย โดยเฉพาะผักท้องถิ่นเช่นผักเสี้ยน ผักกุ่ม หรือผักเศรษฐกิจอื่นๆ โดยการใช้ความดันอัดอากาศมาใช้คู่กับน้ำดองที่ผสมกับหัวเชื้อน้ำดอง ที่ได้จากน้ำดองที่หมักดองแบบวิธีธรรมชาติมาผสมในอัตราส่วนที่เหมาะสมประมาณ 3% แล้วทำการหมักต่อในภาชนะนอกถังอัดอากาศ

### การทบทวนวรรณกรรม

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความดันไฮโดรสแตติกในขบวนการดองพบว่า

วรพจน์ สุนทรสุข(2546) ได้นำความดันไฮโดรสแตติก (Hydrostatic pressure) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับการถนอมอาหาร โดยการกำจัดจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร แทนการใช้ความร้อน วิธีนี้มีข้อดีคือรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารยังคงเหมือนเดิม เขาจึงได้มีแนวคิดในการนำความดันไฮโดรสแตติกมาใช้ในกระบวนการการดองอาหารให้มีลักษณะปรากฏที่สม่ำเสมอและใช้เวลาในการดองอาหารสั้นลง ปกติการดองโดยวิธีธรรมชาติต้องใช้เวลาาน แต่การดองอาหารด้วยวิธีไฮโดรสแตติกจะช่วยประหยัดเวลาและไม่ทำให้อาหารเสียคุณค่าทางโภชนาการ โดยอาศัยหลักการใช้ความดันช่วยเร่งสารที่ต้องการให้เข้าไปในตัวผลิตภัณฑ์ให้เร็วขึ้น ในงานวิจัยนี้เขาได้ศึกษาระยะเวลาการผลิตซึ่งดองสามารถด้วยการใช้ความดันไฮโดรสแตติก เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตซึ่งดอง และคัดเลือกสูตรน้ำดอง โดยใช้วิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และค่าสี ผลการวิจัยพบว่า การใช้ความดันไฮโดรสแตติกในการดองซึ่งนั้นสามารถลดระยะเวลาการผลิตซึ่งดองจาก 21 วัน เหลือเพียง 2 วัน โดยผลิตภัณฑ์ซึ่งดองที่ได้ไม่แตกต่างจากซึ่งดองในสภาวะปกติ สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตซึ่งดองสามารถ คือระดับความดัน 5 บาร์ เป็นเวลา 2 วัน

อลิษา วิลันโท(2550) ได้นำเทคโนโลยีความดันไฮโดรสแตติกมาใช้ร่วมกับน้ำดองที่ผ่านการหมักดองแล้วพบว่า เป็นวิธีที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มะม่วงดองได้เร็วยิ่งขึ้น และยังเป็นการนำน้ำดองกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง ในการศึกษาครั้งนี้เขาได้ศึกษาหาความเข้มข้นของเกลือในน้ำดองและระยะเวลาในการอัดความดันที่เหมาะสมในการผลิตมะม่วงดอง โดยเริ่มจากนำมะม่วงมาอัดความดันที่ 500 kPa เป็นเวลา 3 วัน ด้วยน้ำดองที่มีความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 10, 12 และ 15 โดยน้ำหนัก พบว่า ปริมาณเกลือจะแพร่เข้าสู่มะม่วงได้มากขึ้น เมื่อระดับความเข้มข้นของเกลือมากขึ้น คือ ร้อยละ 2.07, 2.24 และ 2.69 ตามลำดับ ดังนั้นระดับความเข้มข้นของเกลือในน้ำดองที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 15 การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอัดความดันที่ 500 kPa ด้วยน้ำดองที่มีความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 2, 3, 4 และ 5 วัน พบว่าระยะเวลาการอัดความดันมีผลต่อปริมาณเกลือ กรด ความชื้น ค่าความกรอบ และค่าสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และการอัดความดันโดยใช้เวลา 3 วันมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของมะม่วงดองที่ได้มีความใกล้เคียงกับมะม่วงดองในภาวะปกติมากที่สุด

แก้วกานต์ บุญยะเพ็ญ(2548) ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องดองมะม่วงโดยใช้ความดันไฮโดรสแตติกแบบความดันสูงและแบบสุญญากาศ ได้กล่าวถึงงานวิจัยว่า " การศึกษาหาความดันและระยะเวลาในการอัดความดันที่เหมาะสมในการทำมะม่วงดองโดยใช้ความดันไฮโดรสแตติกแบบความดันสูงและแบบสุญญากาศ โดยใช้ถังสแตนเลสขนาด 0.015 ลูกบาศก์เมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร และสูง 40 เซนติเมตร เป็นถังดองมะม่วง ขั้นตอนแรกนำมะม่วงแก้วสดมาดองในน้ำดองที่มีส่วนประกอบต่างๆ คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักคือ โซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 10 แคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.5 และโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ร้อยละ 0.1 และหาความดันที่เหมาะสมจากการอัดความดันที่ 300,400 และ 500 กิโลปาสกาล เป็นเวลา 6 วัน พบว่า

การดองภายใต้ความดันสูง สามารถทำให้เกลือมีอัตราการแพร่เข้าสู่มะม่วงได้มากกว่าไม่ใช้ความดัน ดังนั้นการดองภายใต้ความดันที่ 500 กิโลปาสคาล จึงเหมาะสมมากที่สุด ส่วนปริมาณกรดและความชื้นจะมีค่าลดลง โดยการลดลงของกรดและความชื้นของมะม่วงที่อัดความดันจะมีอัตราการลดลงสูงกว่าที่ไม่ได้อัดความดันจากนั้นได้ทำการศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำมะม่วงดองโดยใช้ความดันไฮโดรสแตติกแบบความดันสูง โดยการนำมะม่วงแก้วสดมาอัดความดันที่ 500 กิโลปาสคาล ในน้ำที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10 และ 15 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 9 วัน พบว่าการดองที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10 โดยน้ำหนักที่เวลา 6 วัน และการดองที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก ที่เวลา 4 วัน จะให้คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่ดีที่สุด สามารถลดเวลาในการดองได้สั้นลง แต่การดองมะม่วงแบบสุญญากาศที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10 และ 15 โดยน้ำหนัก ต้องใช้เวลามากกว่า 9 วัน จึงมีปริมาณเกลือถึงจุดสมดุล และใกล้เคียงกับมะม่วงสุรดองเค็มที่ดองด้วยวิธีปกติมากที่สุด ดังนั้นความดันและความเข้มข้นของเกลือจึงมีผลต่อการดองมะม่วง นอกจากนี้ได้ทดลองการดองแบบแช่ส้มภายใต้ความดัน 500 กิโลปาสคาล เป็นเวลา 1 วัน พบว่าน้ำตาลสามารถซึมเข้าเนื้อมะม่วงได้มากขึ้น โดยอาศัยหลักการเกี่ยวกับการแพร่ของเกลือ ปริมาณเกลือและปริมาณความชื้นมีปริมาณลดลงทำให้ลดเวลาในการแช่ส้มได้ กรอบอกแบบถึงความดันสำหรับการดองมะม่วงความดันไฮโดรสแตติกนี้สามารถนำไปพัฒนาในการประกอบอุตสาหกรรมถนอมอาหารกับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรชนิดอื่นได้อีก เพราะนอกจากจะเป็นการลดเวลาในการผลิตแล้วยังสามารถที่จะรองรับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรชนิดอื่น เพื่อนำมาถนอมอาหารให้สามารถแปรรูปออกสู่ตลาดได้ แต่ต้องมีการพัฒนารูปแบบศึกษาคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่จะนำมาแปรรูปต่อไป เป็นการเพิ่มรายได้และประหยัดต้นทุนในการผลิตได้อีกด้วย

จากการตรวจเอกสารงานวิจัยที่ผ่านมาจะเป็นการนำความดันสูงมาใช้สำหรับการดองเค็มหรือดองหวานสำหรับผลไม้ซึ่งการดองทั้งสองแบบเป็นการดองที่อาศัยน้ำดองที่ประกอบด้วยสารละลายเกลือหรือน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูงให้เข้าไปอยู่ในเนื้อของผักหรือผลไม้ ก็จะเป็นการเสร็จสิ้นกระบวนการ เป็นการถนอมอาหารได้แล้ว เนื่องจากผลไม้มีความแน่นเนื้อสูงจึงต้องอาศัยแรงดันที่สูง นั่นหมายถึงต้องใช้ปั๊มที่สามารถสร้างแรงดันสูงตลอดจนถึงหมักต้องออกแบบให้สามารถทนแรงดันสูงได้นั้นจึงหมายถึงราคาต้นทุนเครื่องจักรต้องสูงตามไปด้วย

แต่ในงานวิจัยนี้เป็นการนำหลักดังกล่าวการมาประยุกต์ต่อยอดงานวิจัย ในการดองเปรี้ยวด้วยตัวเองหรือการดองที่เกิดความเปรี้ยวจากแลคติกแบคทีเรีย โดยใช้ความดันอากาศอัดเข้าไปในถังความดันเร่งการซึมผ่านของน้ำดองให้เข้าไปในเนื้อผักด้วยส่วนผสมของน้ำดองคือน้ำเกลือ น้ำขาว ข้าวสุก น้ำหัวเขื่อน้ำดองเฉพาะของผักแต่ละชนิด ออกแบบมาใช้สำหรับผักที่มีความแน่นเนื้อต่ำกว่าผลไม้จึงมีการใช้ปั๊มความดันและโครงสร้างที่ไม่ต้องทนแรงดันที่สูงมาก แต่ต้องไม่น้อยกว่า 7 ใช้ระยะเวลาในการอัดอากาศตามความเหมาะสมจนได้ที่แล้วนำออกมาหมักต่อไปอีกในภาชนะที่สะอาดและปิดฝาปิดสนิท จนเกิดความเปรี้ยวจากกรดแลคติกที่เป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เรียกว่า แลคติกแบคทีเรีย ซึ่งจะเจริญเติบโตได้ดีในที่อับอากาศ

หรือมีอากาศน้อย ทำการเปรียบเทียบคุณภาพ กลิ่น สี รสชาติกับการดองด้วยวิธีการปกติหรือการดองแบบวิธีชาวบ้าน

### การวัดค่าpH ของผักดองในท้องตลาด

ตารางที่1 ผลการสำรวจค่าpHของผักดองที่มีขายในท้องตลาด

| ผักดอง    | ค่าpH | ค่าpHเฉลี่ย |
|-----------|-------|-------------|
| กะหล่ำปลี | 3.68  | 3.64        |
|           | 3.66  |             |
|           | 3.6   |             |
| ผักเสี้ยน | 3.56  | 3.55        |
|           | 3.54  |             |
|           | 3     |             |
| ผักกุ่ม   | 3.75  | 3.77        |
|           | 3.79  |             |
|           | 3.75  |             |

ที่มา:จากการสำรวจการเก็บตัวอย่างผักดองในท้องตลาด อ.เมือง จ.ขอนแก่น

ผลการสำรวจค่า pH ของผักดองที่มีขายในท้องตลาดมีค่าเฉลี่ยประมาณ3-4 หมายถึงว่าผักดองที่นิยมนำมารับประทานจะมีค่า pH อยู่ในช่วงนี้

## วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการนำหลักการการดองแบบไฮโดรสแตติกที่ได้นำมาใช้ดองเค็มหรือแช่อิ่มผลไม้มาประยุกต์ต่อยอดงานวิจัย ในการดองเปรี้ยวด้วยตัวเองหรือการดองแบบอาศัยแบคทีเรียทำให้เกิดความเปรี้ยวแทนที่ในขั้นตอนการนวดหรือขยำผักให้แตก โดยใช้ความดันอัดอากาศเข้าไปในถังที่มีการออกแบบถังแรงดันมาใช้สำหรับผักซึ่งมีความแน่นเนื้อต่ำกว่าผลไม้จึงมีการใช้ปั๊มความดันและโครงสร้างที่ไม่ต้องทนแรงดันที่สูงมาก แต่ต้องไม่น้อยกว่า 7 บาร์ ที่มีผักแช่ในน้ำดองที่มีส่วนผสมของน้ำเกลือ น้ำซาวข้าว ข้าวสุก และหัวเชื้อน้ำดอง ผักที่นำมาดองได้แก่ ผักกุ่ม ผักเสี้ยน กะหล่ำปลี หน่อไม้และแตงกวา หลังจากอัดน้ำดองเข้าไปในเนื้อผักแล้ว นำออกมาหมักต่อในภาชนะที่มีดioxidหรืออากาศน้อยต่อไปอีกเพื่อให้เกิดความเปรี้ยวจากการเกิดกรดแลคติกที่เป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เรียกว่า แลคติกแบคทีเรีย ซึ่งจะเจริญเติบโตได้ดีในที่อับอากาศหรือมีอากาศน้อย แล้วทำการเปรียบเทียบคุณภาพ กลิ่น สี รสชาติกับการดองด้วยวิธีการปกติหรือแบบวิธีชาวบ้าน

### วิธีการดำเนินการดังนี้

- 1.การหาความเข้มข้นเกลือที่เหมาะสมสำหรับการดองผักแต่ละชนิด
- 2.ศึกษากรรมวิธีการดองผักวิธีแบบชาวบ้าน
- 3.การใช้เครื่องอัดแรงดันอากาศ
- 4.วิธีการหาความดันและเวลาในการอัดอากาศที่เหมาะสม
- 5.วิธีการดองแบบอัดน้ำดองเข้าไปในเนื้อผักก่อนการดอง
- 6.วิธีการวัดความเป็นกรดและเกลือของผักดอง

### 1.การหาความเข้มข้นเกลือที่เหมาะสมสำหรับการดองผักแต่ละชนิด

จากการสำรวจการทำผักดองแต่ละชนิดแบบชาวบ้านมาทำการวัดหาความเข้มข้นเกลือและโดยการสอบถามและตรวจวัดปริมาณเกลือจากคำแนะนำพบว่ามีความเข้มข้นเกลือที่ใช้ในการดองที่ประมาณ 3% สำหรับผักกุ่ม ผักเสี้ยน กะหล่ำปลี หน่อไม้ส่วนแตงกวาจะเป็นการดองน้ำส้มสายชูและการใช้เกลือเพื่อเป็นการเพิ่มรสชาติ

### 2.วิธีการดองผักวิธีแบบชาวบ้าน

เป็นการทดลองสูตรการดองที่ได้รับคำแนะนำมาจากวิธีชาวบ้านด้วยตัวเองเพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกับการดองแบบวิธีการดองแบบอัดอากาศ



ก. การดองผักเสี้ยน



ข. ผักกุ่มดอง

ค. กะหล่ำปลีดอง



ง. หน่อไม้ดอง

จ. แดงกวาดอง

### รูปที่1 การทำผักดองแบบชาวบ้าน

จากการทดลองดองแบบวิธีชาวบ้านด้วยตัวเองในรูปที่1ก-จ โดยการใช้สูตรตามคำแนะนำคือน้ำเกลือ 3%ผสมน้ำซาวข้าว1%และข้าวสุก1%

- ดองผักกุ่มต้องตากแดดให้สลดแช่น้ำเปล่าอย่างน้อย3วันหลังจากนั้นนำมาล้างน้ำเปล่าจึงนำมาดองตามสูตร
- ผักเสี้ยนตากแดดให้สลดนำมาขยำกับเกลือแล้วล้างด้วยน้ำเปล่า3ครั้งเพื่อลดความเหม็นเขียวและความเฝื่อนจึงนำมาดองตามสูตร
- กะหล่ำปลีตากแดดให้สลดนำมาขยำกับเกลือแล้วล้างด้วยน้ำเปล่า2ครั้งแล้วจึงนำมาดองตามสูตร
- หน่อไม้สดสับแช่น้ำเปล่าอย่างน้อย3วันหลังจากนั้นนำมาล้างน้ำเปล่าจึงนำมาดองโดยใช้เฉพาะน้ำเกลือ3%
- แดงกวาให้ต้มน้ำ1ถ้วยให้เดือดเติมเกลือ1ช้อนโต๊ะน้ำตาล1ช้อนโต๊ะทิ้งให้เย็นแล้วเติมน้ำส้มสายชูคนให้เข้ากัน นำภาชนะมาต้มฆ่าเชื้อใส่แดงกวาแล้วเทน้ำดองให้ท่วม

### 3.การใช้เครื่องอัดแรงดันอากาศ



จากเครื่องต้นแบบถังอัดอากาศและตัวกำเนิดแรงดันลม (Air Compressor) รูปที่9

-เสียบปลั๊กปั๊มลมให้เต็มถังลม

-ใส่ผักที่จะนำมาดองลงในถังอัดอากาศแล้วเติมน้ำดองให้ท่วมผัก

-ปิดฝาถังอัดอากาศให้แน่นแล้วต่อสายลมเข้าถังอัดอากาศตามความดันและเวลาที่กำหนดของผักแต่ละชนิด

-นำผักที่ผ่านการอัดอากาศแล้วออกมาดองในภาชนะที่สะอาดและมีฝาปิดมิดชิดเก็บไว้ในที่มีอากาศถ่ายเท

#### 4.การทดลองหาความดันและเวลาในการอัดอากาศที่เหมาะสม

การทดลองหาความดันและระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการอัดน้ำดองภายใต้ความดันอัดอากาศของผักแต่ละชนิด ผักที่นำมาทดสอบการดอง 5 ชนิดคือ ผักเสี้ยน ผักกุ่ม ผักกะหล่ำปลี หน่อไม้ แตงกวา

##### วิธีการทดลอง

- 1.การทดลองเพื่อหาเวลาในการอัดอากาศสำหรับผักแต่ละชนิด(5ชนิด)ที่ความดัน(2ระดับ)คือ 5 บาร์ และ 10บาร์ ปรับเปลี่ยนเวลาในการอัดอากาศ (4ระดับ) คือ 5นาที,10นาที,15นาทีและ20 นาที
- 2.นำผักแต่ละชนิดอย่างละ1กก.ใส่ลงในถังอัดอากาศเติมน้ำเปล่าให้ท่วมตามรูปที่2
- 3.ทำการอัดอากาศเข้าไปในถังตามความดันและเวลาที่วางแผนไว้ ค่าชี้วัดที่นำมาพิจารณาในการเลือกจุดทำงานคือความเสียหายที่เกิดกับผักต้องไม่เละหรือถ้าน้อยไปเกลือก็จะเข้าไปในเนื้อผักไม่ทั่วถึง



รูปที่2การบรรจุผักและน้ำดองในถังอัดอากาศ

#### 5.การดองแบบอัดน้ำดองเข้าในเนื้อผักก่อนการดอง

##### วัสดุและอุปกรณ์

- 1.ถังอัดแรงดันอากาศความจุ 50 ลิตรพร้อมปั๊มลม

2.เตรียมผักแต่ละชนิดอย่างละ 1 กกต่อหนึ่งการทดลองโดยคัดเอายอดอ่อนหรือดอกสำหรับผักกุ่ม และสำหรับผักเสี้ยนเลือกตัดต้นที่ไม่อ่อนหรือแก่จัดเลือกแก่ปานกลางอายุประมาณ 1เดือนหรือตัดรากทิ้งในกรณีที่ยอดทั้งต้นมาแล้วนำมาตากแดด(รูปที่3) เพื่อให้ผักสดเพื่อลดความเหม็นเขียว กะหล่ำปลี ตากแดดให้สดหน่อยไม่สดสับเป็นชิ้น แดงกว่าล้างให้สะอาด

3.น้ำดองที่ประกอบไปด้วยสารละลายเกลือที่มีความเข้มข้น3%,น้ำซาวข้าว1%,ข้าวสุก1%

4.หัวเขื่อน้ำดองของผักแต่ละชนิด3%



รูปที่3 การตากแดดผักก่อนทำการอัดอากาศ

นำผักอย่างละ1กกใส่ในถังอัดอากาศเติมน้ำดองให้ท่วมปิดฝาแล้วอัดอากาศเข้าถังสำหรับผักกุ่มคือ 5 บาร์ใช้เวลา10 นาทีและผักเสี้ยนคือ 5 บาร์ใช้เวลา 10 นาที หน่อไม้5บาร์10นาทีกะหล่ำปลี 5บาร์ 5นาที นำออกจากถังเก็บในภาชนะที่มีปิดฝาหรือใส่ในถุงพลาสติกมัดด้วยหนังยาง แดงกวาหลังจากเติมน้ำเกลือผสมน้ำตาลและน้ำส้มสายชูตามสูตรแล้วนำไปใส่ภาชนะที่ผ่านการต้มฆ่าเชื้อแล้วเปิดฝานำไปใส่ในถังอัด5บาร์10นาที แล้วนำออกมาปิดฝาเก็บไว้ในที่มีอากาศถ่ายเท

#### 6.การวัดความเป็นกรดและเกลือของผักดอง

การวัดค่าความเป็นกรดของผักดองด้วย pH-meter(รูปที่4) เพื่อแสดงค่าซึ่งผลออกมาในรูปแบบที่เป็นค่าตัวเลขแทนความรู้สึกที่ว่ามีความเปรี้ยวมากหรือเปรี้ยวน้อยหรือหมักดองได้ที่แล้ว จะให้เห็นความแตกต่างของการเกิดกรดและการซึมผ่านของเกลือการดองแบบชาวบ้านและการดองด้วยการอัดน้ำเกลือก่อนการดองและการดองด้วยน้ำเกลือโดยไม่ต้องขยำผักให้แตกเพื่อที่จะเปรียบเทียบผลของการใช้เครื่องอัดอากาศก่อนการดองเทียบกับการดองแบบวิธีชาวบ้านและแบบไม่ขยำแล้วแช่ในน้ำเกลือและน้ำซาวข้าว

#### วัสดุอุปกรณ์การตรวจวัด PH

##### อุปกรณ์

- PH meter



รูปที่4 pHmeter ยี่ห้อ OAKTON รุ่น pH5+

การตรวจวัดปริมาณเกลือ

อุปกรณ์

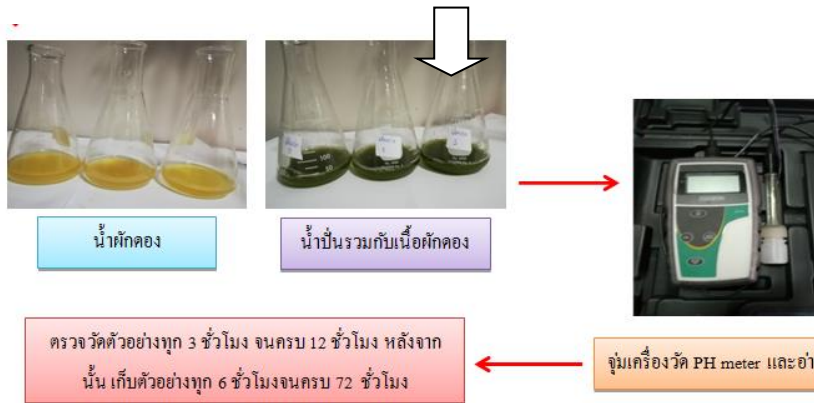
- Refractometer



รูปที่5 Refractometer 0-28 ATC

วิธีการทดลอง

การตรวจวัด PH ในตัวอย่างผักดอง 4 ชนิด



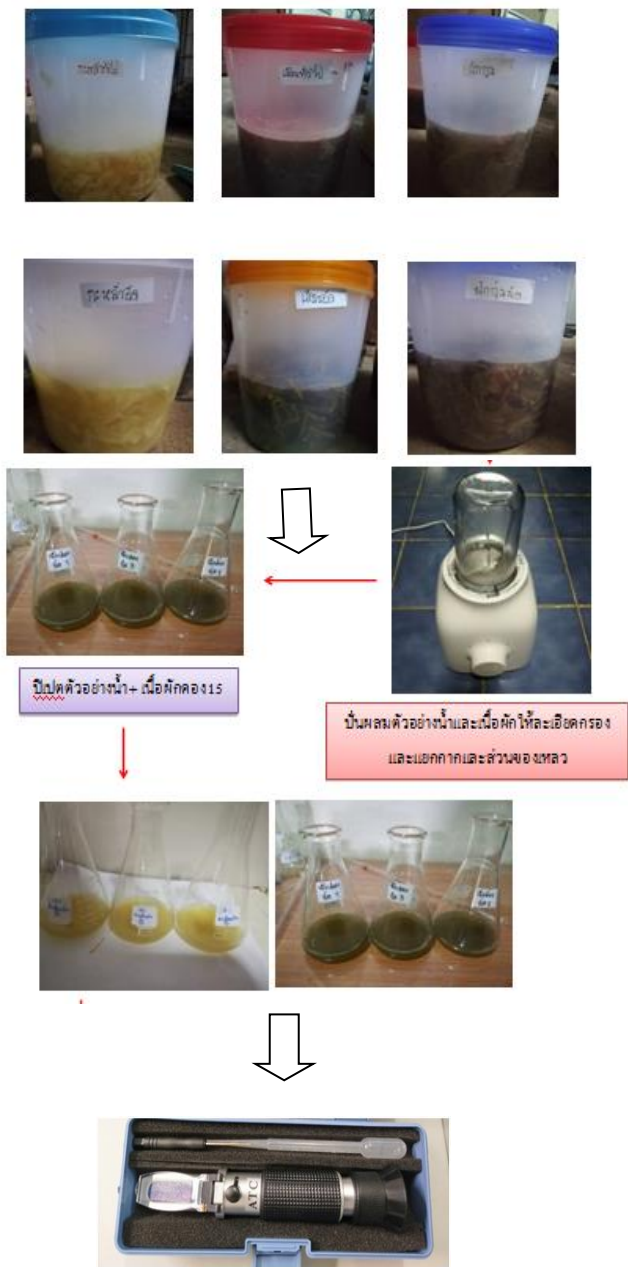
### รูปที่ 6 ขั้นตอนการวัดค่า pH

สุ่มผักคองมาแล้วแยกออกเป็น 2 ส่วนคือน้ำคองกับเนื้อผักคองนำเนื้อผักคองมาปั่นกับน้ำคองแล้วทำการวัดค่า pH โดยใช้ pHmeter (รูปที่ 5)

1. วัดค่า pH ของน้ำคอง
2. วัดค่า pH ของเนื้อผักคอง+น้ำคอง

ค่า pH คือ ค่า pH ของเนื้อผักคอง = 2-1

วิธีการทดลองการตรวจวัดปริมาณเกลือ



รูปที่ 7 ขั้นตอนการวัดค่าเกลี้อ

นำผักตองมาแยกเป็น 2 ส่วนแล้ววัดโดยใช้ Refractometer (รูปที่ 7)  
%เกลี้อที่ซึมเข้าเนื้อคือ

*เกลี้อในเนื้อผักตองปั่นรวมกับน้ำตอง-เกลี้อในน้ำตอง*

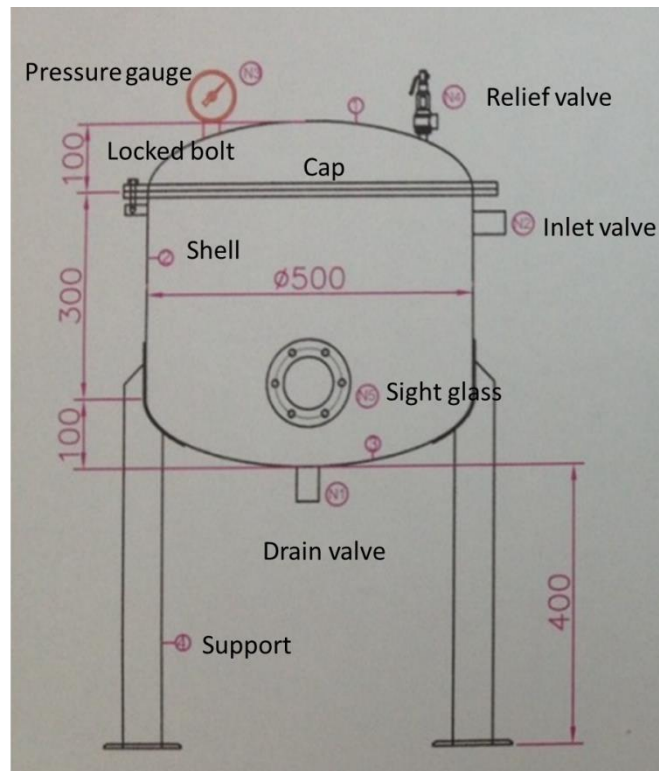
- เวลาและสถานที่

เริ่มปี 2559-2560 ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### ผลการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

ได้แบบดังรูปที่ 8 และเครื่องต้นแบบถังแรงดันอัตโนมัติขนาดความจุ 50 ลิตร(รูปที่ 9) ทำจากสแตนเลส SUS 304 ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 7 บาร์แต่ในทางปฏิบัติที่ความดันเกิน 5 บาร์เนื้อผักบางชนิดจะแตกจึงเป็นการออกแบบเพื่อการประยุกต์การใช้งานอย่างอื่นเช่นการดองเค็ม การดองหวาน การเชื่อมสำหรับผักและผลไม้บางชนิด มีวาล์วป้องกันแรงดันสูงเกินกำหนด (Relieve Valve) มีเกจวัดความดัน(Pressure Gauge) ช่องกระจกมองข้าง(Sight Glass) การบรรจุผักและน้ำดองใช้แรงคน โดยมีฝาปิด-เปิดที่ด้านบน และมีช่องเปิดน้ำ(Drainage)ที่ด้านล่างของถัง มีรูปแบบการทำงานเป็นแบบงวด (Batch Type) ใช้คู่กับถังลมหรือ Air Compressor ขนาดไม่น้อยกว่า 60 ลิตร 7 บาร์ คุณสมบัติการออกแบบแสดงในภาคผนวก



รูปที่ 8 การออกแบบเครื่องทำผักดองแบบความดันอัตโนมัติ



รูปที่ 9 เครื่องต้นแบบเครื่องทำผักดองแบบความดันอัดอากาศ

### ผลการหาความเข้มข้นเกลือที่เหมาะสมสำหรับการดองผักแต่ละชนิด

จากการสำรวจการทำผักดองแต่ละชนิดแบบชาวบ้านมาทำการวัดหาความเข้มข้นเกลือ (เอกสารแนบ การหาความเข้มข้นของเกลือ) และโดยการสอบถามและตวงวัดปริมาณเกลือจากคำแนะนำพบว่ามีความเข้มข้นเกลือที่ใช้ในการดองที่ประมาณ 3% สำหรับผักกุ่ม ผักเสี้ยน กะหล่ำปลี หน่อไม้ส่วนแตงกวาจะเป็นการดองน้ำส้มสายชูและการใช้เกลือเพื่อเป็นการเพิ่มรสชาติ

### ผลการดองผักแบบวิธีชาวบ้าน



ก. ผักเสี้ยนดอง



ข. ผักกุ่มดอง



ค. กะหล่ำปลีดอง



ง. หน่อไม้ดอง



จ. แตงกวาดอง

## รูปที่10 การทำผักดองแบบชาวบ้าน

จากการทดลองดองแบบวิธีชาวบ้านด้วยตัวเองในรูปที่10ก-จ โดยการใช้สูตรตามคำแนะนำคือน้ำเกลือ 3%ผสมน้ำซาวข้าว1%และข้าวสุก1%

- ดองผักกุ่มต้องตากแดดให้สดแห้งน้ำเปล่าอย่างน้อย 3 วันหลังจากนั้นนำมาล้างน้ำเปล่าจึงนำมาดองตามสูตรอีก 3 วันสามารถกินได้
- ผักเสี้ยนตากแดดให้สดนำมาขยำแล้วล้างด้วยน้ำเปล่า 3 ครั้งเพื่อลดความเหม็นเขียวและความเฝื่อนจึงนำมาดองตามสูตรอีก 3 วันสามารถกินได้
- กะหล่ำปลีตากแดดให้สดนำมาขยำแล้วล้างด้วยน้ำเปล่า 2 ครั้งแล้วจึงนำมาดองตามสูตรอีก 2 วันสามารถกินได้
- ห่อไม้สดสับแช่น้ำเปล่าอย่างน้อย 3 วันหลังจากนั้นนำมาล้างน้ำเปล่าจึงนำมาดองโดยใช้เฉพาะน้ำเกลือ 3% อีก 3 วันสามารถกินได้
- แดงกวาให้ต้มน้ำ 1 ถ้วยให้เดือดเติมเกลือ1ช้อนโต๊ะน้ำตาล1ช้อนโต๊ะทิ้งให้เย็นแล้วเติมน้ำส้มสายชูคนให้เข้ากัน นำภาชนะมาต้มฆ่าเชื้อใส่แดงกวาแล้วเทน้ำดองให้ท่วมอีก 7 วันสามารถกินได้

ผลการอัดน้ำดองเข้าไปในเนื้อผัก

เพื่อหาความดันและเวลาในการอัดที่เหมาะสมสำหรับผักแต่ละชนิด



ก.ผักกุ่มสด



ข.ผักกุ่มหลังการอัดอากาศในน้ำดอง

## รูปที่11 การอัดน้ำดองด้วยอากาศเข้าถึงแรงดันสำหรับเตรียมการดองผักกุ่ม

การอัดน้ำดองด้วยอากาศสำหรับผักกุ่ม หลังการอัดอากาศเข้าถึงในรูปที่2 ที่บรรจุผักกุ่มสดรูปที่ 11ก แล้วพบว่าใบกุ่มชุ่มและคูม้น้ำดังรูปที่ 11ข โดยใช้ความดัน 5 บาร์อัดอากาศเป็นเวลา 10 นาที





ก.ผักเสี้ยนสด



ข.ผักเสี้ยนอัดน้ำดอง

รูปที่12 การอัดน้ำดองด้วยอากาศในถังแรงดันสำหรับเตรียมการดองผักเสี้ยน

การอัดอากาศเข้าไปในถังสำหรับผักเสี้ยนสดรูปที่12ก.โดยใช้ความดัน5บาร์อัดเป็นเวลา10นาที พบว่า ลำต้น ก้านและใบซ้ำและมีความอึมน้ำและมีความเหมาะสมดังรูปที่12ข.ส่วนของความดันที่ 10 บาร์เนื้อผักและเสียหายจึงไม่เหมาะสำหรับนำมาใช้ ส่วนผักอื่นคือกะหล่ำปลีรูปที่13 ใช้ความดัน5บาร์อัดเป็นเวลา 5 นาที หน่อไม้รูปที่14 และแตงกวารูปที่15 ใช้ความดัน 5 บาร์ใช้เวลา10นาที



รูปที่13 การอัดน้ำดองด้วยอากาศในถังแรงดันสำหรับเตรียมการดองกะหล่ำปลี



รูปที่14 การอัดน้ำดองด้วยอากาศในถังแรงดันสำหรับเตรียมการดองหน่อไม้



รูปที่15 การอัดน้ำคองด้วยอากาศในถังแรงดันสำหรับเตรียมการคองแตงกวา

## ผลการดองแบบอัดน้ำดองเข้าไปในเนื้อผักก่อนการดอง

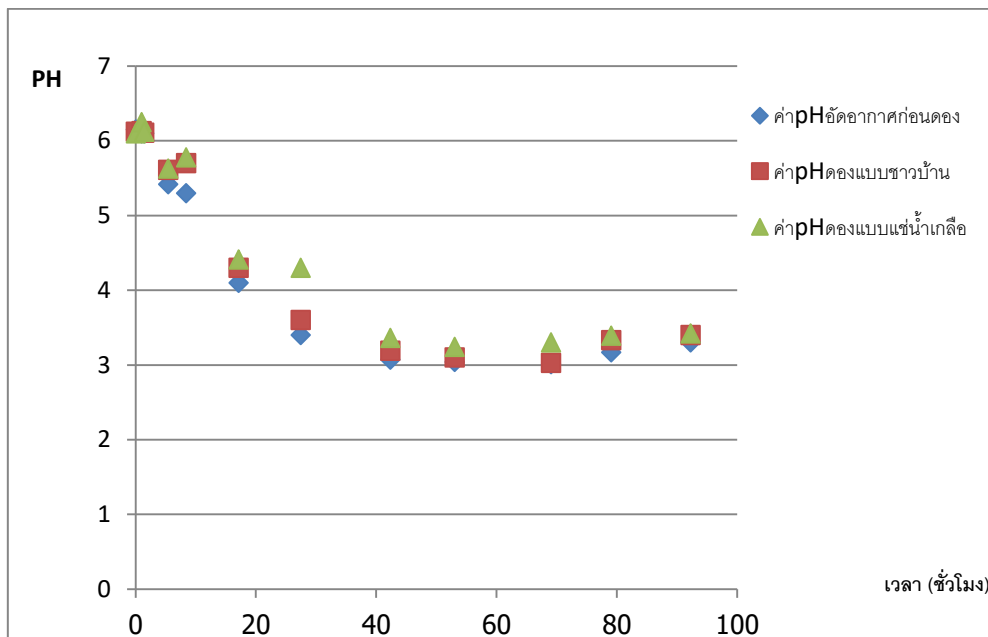
ผักกุ่มหลังจากอัดน้ำเกลือแล้วดองเป็นเวลา 3 วันจึงเปรี้ยวและกินได้เช่นเดียวกับผักเสี้ยนใช้เวลา 3 วันหน่อไม้ดองใช้เวลา 3 วันกะหล่ำปลีใช้เวลา 1 วันและแตงกวาใช้เวลา 5 วัน



รูปที่16 ผักที่ผ่านการอัดน้ำดองก่อนดอง

## ผลการวัดค่า pH และ การวัดเกลือ

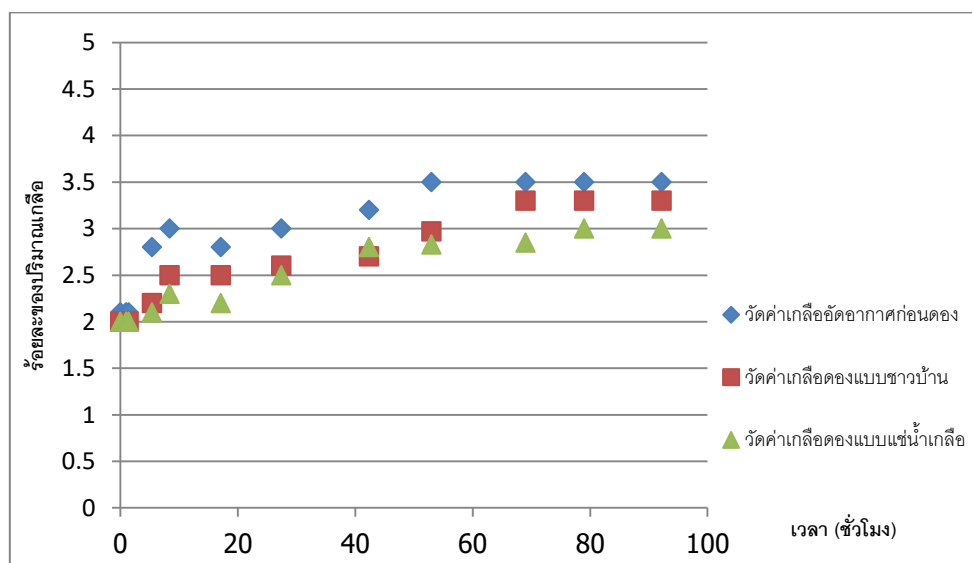
### ผักเสี้ยน



รูปที่17 ผลการวัดค่าpHในเนื้อผักเสี้ยนดอง

จากรูปที่17 ผลการวัดค่าpH ในเนื้อผักเสี้ยนดองค่าpH มีแนวโน้มที่ลดลงตามเวลา(ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น)เนื่องจากการเจริญเติบโตของแลคติกแบคทีเรียเมื่อถึงจุดต่ำสุดของกราฟคือจุดที่ความเป็นกรดในผักดองมีความเข้มข้นสูงจะทำให้แบคทีเรียไม่สามารถทนได้จึงตายทำให้ไม่มีตัวทำให้เกิดกรดอีกต่อไปจึงทำให้กราฟมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและจากกราฟสีน้ำเงินเป็นการวัดค่าpH ของผักเสี้ยนแบบอัดอากาศก่อนดองมีแนวโน้มของการเกิดกรดที่เร็วกว่าการดองแบบชาวบ้านแต่ใกล้เคียงกันและการแช่น้ำดองโดยไม่ต้องขยำผักให้แตกจะช้าสุด

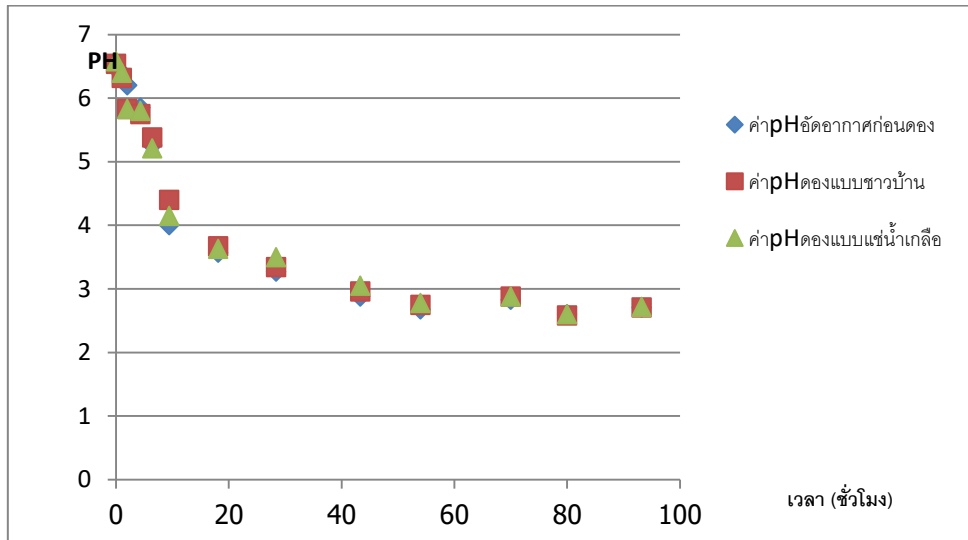
### ผักเสี้ยน



### รูปที่18 ผลการวัดค่าเกลือในเนื้อผักเสี้ยนดอง

จากรูปที่18 เป็นผลการวัดค่าเกลือที่ซึมผ่านเข้าไปในเนื้อผักเสี้ยนดองจะเห็นว่าทั้ง 3 กรรมวิธีมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามเวลาเมื่อถึงจุดบนสุดจะมีค่าคงที่นั่นหมายถึงจุดอิ่มตัวเกลือไม่สามารถซึมเข้าไปได้อีกและผลการวัดค่าเกลือของทั้ง 3 กรรมวิธีการอัดด้วยอากาศก่อนดอง มีค่าสูงที่สุดรองลงมาเป็นกรรมวิธีแบบชาวบ้านที่ขยำก่อนดองและต่ำสุดคือแช่ในน้ำดองโดยไม่ต้องขยำเนื้อผักให้แตก

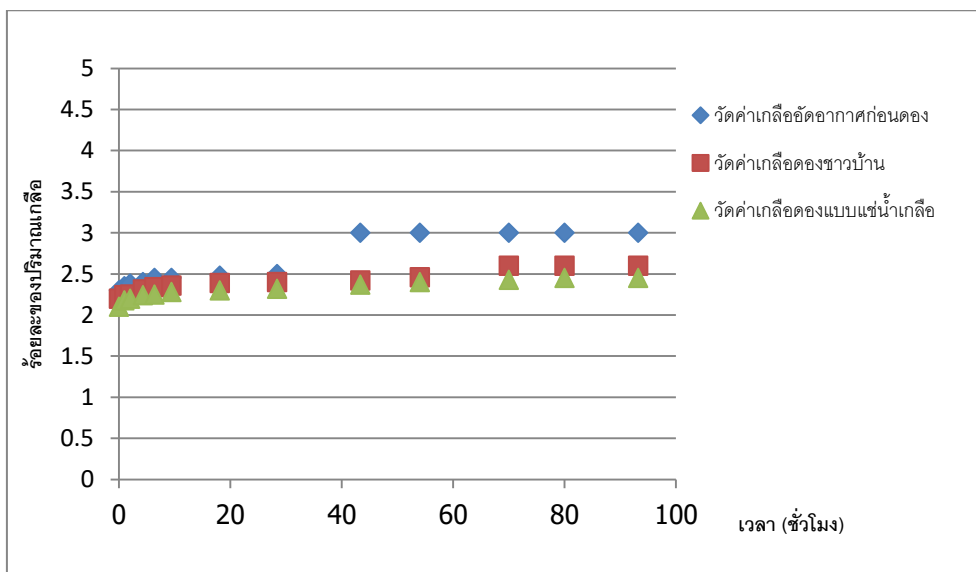
กะหล่ำปลี



### รูปที่19 ผลการวัดค่า pH ในเนื้อกะหล่ำปลีดอง

จากรูปที่19 ผลการวัดค่า pH ในเนื้อกะหล่ำปลีดองค่า pH มีแนวโน้มที่ลดลงตามเวลาเช่นเดียวกันกับที่ เกิดขึ้นกับผักเสี้ยนคือจากกราฟสีน้ำเงินเป็นการวัดค่า pH ของกะหล่ำปลีแบบอัดอากาศก่อนดองมีแนวโน้มของการเกิดกรดที่เร็วกว่าการดองแบบชาวบ้านและการแช่ในน้ำดองแบบไม่ขยำผักให้แตกจะช้าสุด

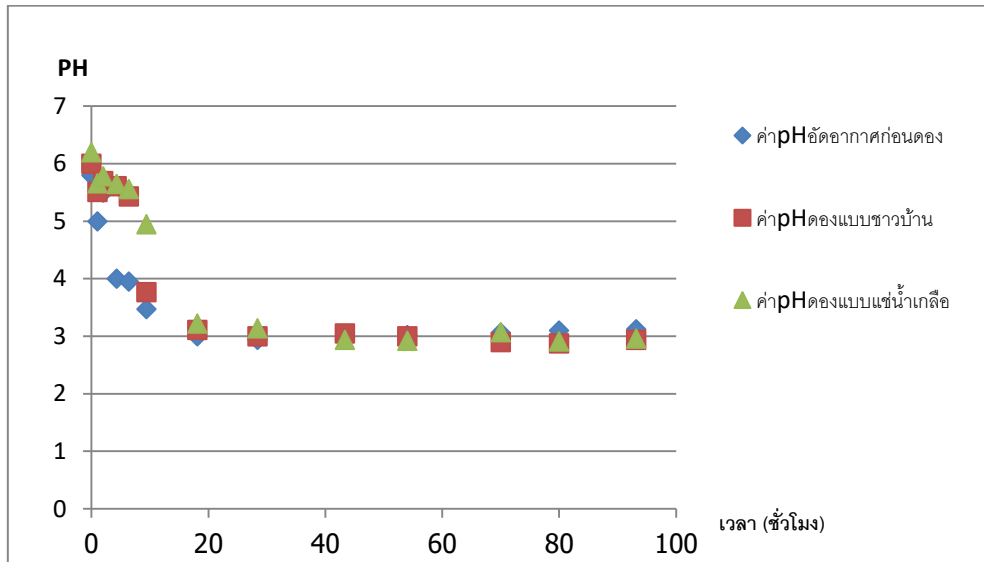
กะหล่ำปลี



### รูปที่20 ผลการวัดค่าเกลือในเนื้อผักกะหล่ำปลีดอง

จากรูปที่20 เป็นผลการวัดค่าเกลือที่ซึมผ่านเข้าไปในเนื้อกะหล่ำปลีต้องจะเห็นว่าทั้ง3กรรมวิธีมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามเวลาเช่นเดียวกับการผักเสี้ยนการอัดด้วยอากาศก่อนดอง มีค่าสูงที่สุดรองลงมาเป็นกรรมวิธีแบบชาวบ้านที่ขยำก่อนดองและต่ำสุดคือแช่น้ำดองโดยไม่ต้องขยำเนื้อผักให้แตก

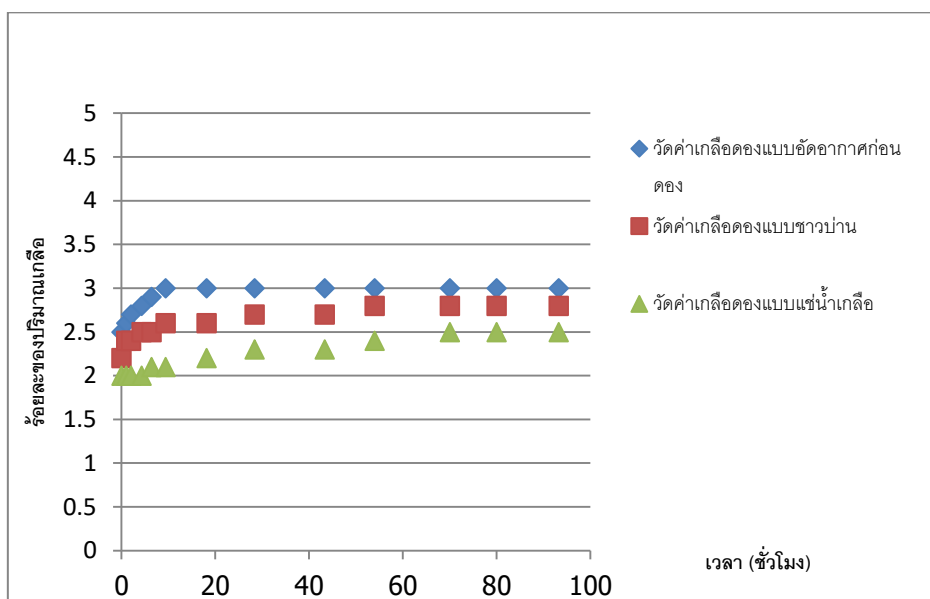
หน่อไม้ดอง



รูปที่21 ผลการวัดค่า pH ในเนื้อหน่อไม้ดอง

จากรูปที่21 ผลการวัดค่า pH ในของหน่อไม้ดองดองค่า pH มีแนวโน้มที่ลดลงตามเวลาจากกราฟสีน้ำเงินเป็นการวัดค่า pH ของหน่อไม้ดองแบบอัดอากาศก่อนดองมีแนวโน้มของการเกิดกรดที่เร็วกว่าการดองแบบชาวบ้านและการแช่น้ำดองแบบไม่ขยำผักให้แตกจะต่ำสุด

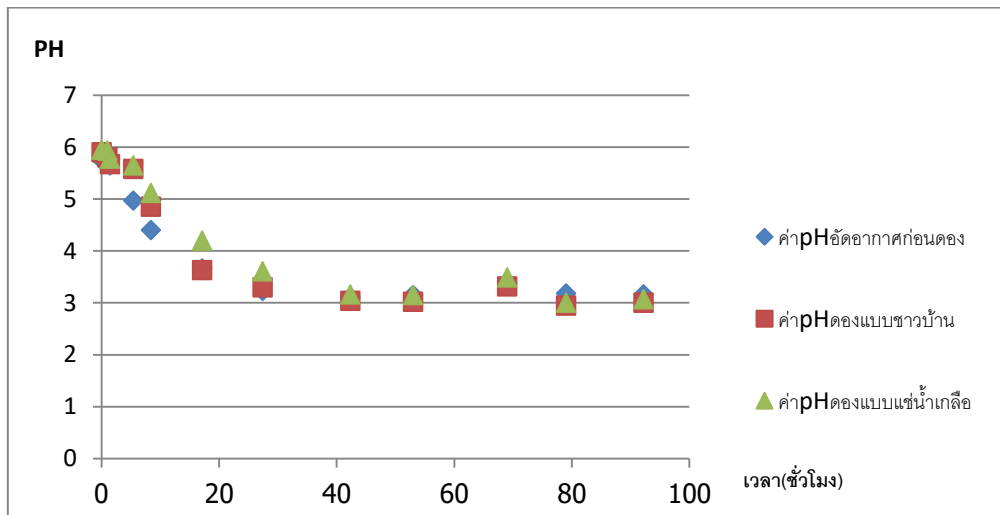
หน่อไม้ดอง



รูปที่22 ผลการวัดค่าเกลือในเนื้อหน่อไม้ดอง

จากรูปที่22 เป็นผลการวัดค่าเกลือที่ซึมผ่านเข้าไปในเนื้อหน่อไม้ดองจะเห็นว่าทั้ง 3 กรรมวิธีมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามเวลาเมื่อถึงจุดบนสุดจะมีค่าคงที่นั่นหมายถึงจุดอิ่มตัวเกลือไม่สามารถซึมเข้าไปได้อีกและผลการวัดค่าเกลือของทั้ง 3 กรรมวิธีการอัดด้วยอากาศก่อนดอง มีค่าสูงที่สุดรองลงมาเป็นกรรมวิธีแบบชาวบ้านที่ขยำก่อนดองและต่ำสุดคือแช่ในน้ำดองโดยไม่ต้องขยำเนื้อผักให้แตก

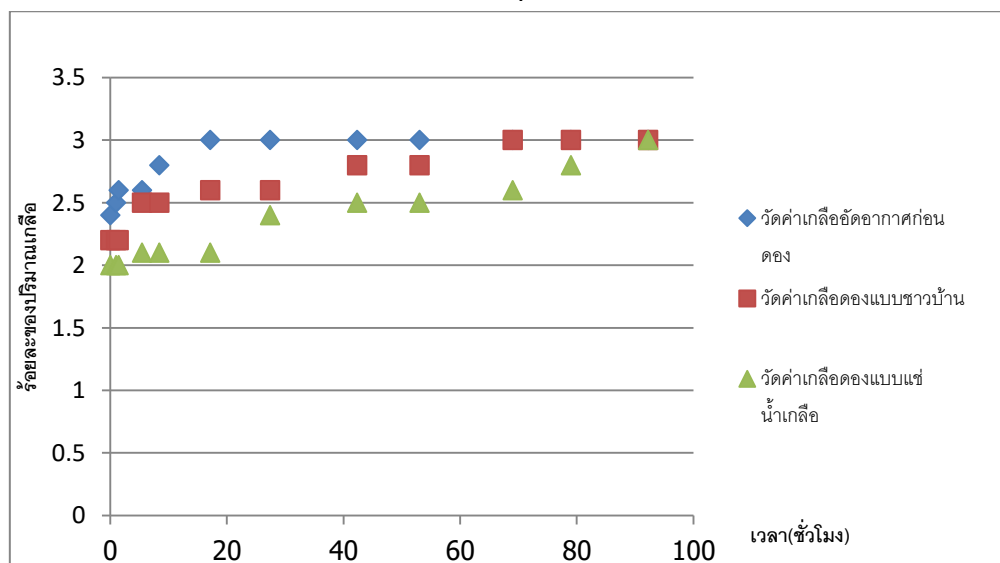
ผักกุ่ม



รูปที่23 ผลการวัดค่าpHในเนื้อผักกุ่มดอง

จากรูปที่23 ผลการวัดค่าpH ในเนื้อผักกุ่มดองค่าpH มีแนวโน้มที่ลดลงตามเวลา กราฟสีน้ำเงินเป็นการวัดค่าpH ของผักกุ่มดองแบบอัดอากาศก่อนดองมีแนวโน้มของการเกิดกรดที่เร็วกว่าการดองแบบชาวบ้านแต่ใกล้เคียงกันและการแช่ในน้ำดองแบบไม่ขยำผักให้แตกจะต่ำสุด

ผักกุ่ม



รูปที่24 ผลการวัดค่าเกลือในเนื้อผักกุ่มดอง

จากรูปที่24 เป็นผลการวัดค่าเกลือที่ซึมผ่านเข้าไปในเนื้อผักกุ่มดองจะเห็นว่าภาพโดยรวมของทั้ง3กรรมวิธีมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามเวลาเมื่อถึงจุดบนสุดจะมีค่าคงที่นั่นหมายถึงจุดอิ่มตัวเกลือไม่สามารถซึมเข้าไปได้อีกและผลการวัดค่าเกลือของทั้ง3กรรมวิธีการอัดด้วยอากาศก่อนดอง มีค่าสูงที่สุดรองลงมาเป็นกรรมวิธีแบบชาวบ้านที่ขยำก่อนดอง และต่ำสุดคือแช่ในน้ำดองโดยไม่ต้องขยำเนื้อผักให้แตก



## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองการวัดค่า pH และการวัดค่าเกลือที่ซึมผ่านเข้าไปในเนื้อของผักตองทั้ง 4 ชนิดและ 3 กรรมวิธีคือการตองแบบชาวบ้าน (ขยำสำหรับผักเสี้ยนและกะหล่ำปลี) (แช่น้ำสำหรับกุ่มและหน่อไม้) การตองแบบอัดอากาศก่อนตองและการตองแช่น้ำตองโดยไม่ต้องขยำหรือแช่น้ำก่อนตองเพื่อที่จะเป็นค่าชี้ผลของการตองของแต่ละกรรมวิธีของผักแต่ละชนิดว่าผลที่เกิดจากการใช้เครื่องอัดอากาศก่อนตองสามารถช่วยทำให้การตองได้รับผลกระทบอย่างไร จากผลการทดลองทั้งหมดกับผัก 4 ชนิดและ 3 กรรมวิธีพบว่า การใช้เครื่องอัดอากาศก่อนการตองสามารถช่วยลดเวลาในการเตรียมวัตถุดิบก่อนการตองคือไม่ต้องขยำผักหรือแช่น้ำก่อนตองสามารถนำผักมาอัดในเครื่องอัดอากาศได้เลยและสามารถช่วยเร่งการเกิดกรดแลคติกได้เร็วขึ้นดูจากค่า pH ที่เกิดได้เร็วกว่า ผลมาจากเครื่องอัดแรงดันอากาศจะดันน้ำตองให้เข้าไปในเนื้อผักได้อย่างรวดเร็วเห็นได้จากการวัดค่าเกลือเปรียบเทียบกัน แทนการซึมผ่านเข้าไปในเนื้อผักแบบธรรมชาติทำให้แลคติกแบคทีเรียทำงานได้อย่างทั่วถึงและเร็วขึ้น จึงส่งผลทำให้กระบวนการหมักตองเกิดขึ้นได้เร็ว

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ถ่ายทอดความรู้ให้กลุ่มเกษตรกร กลุ่มแม่บ้าน เพื่อให้สามารถนำไปผลิตในชุมชน

## เอกสารอ้างอิง

วรพจน์ สุนทรสุข (2546). การผลิตขิงสามารถอย่างรวดเร็วด้วยวิธีความดันไฮโดรสแตติก. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาจุลชีววิทยาประยุกต์ ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อลิษา วิลันโท (2550). การผลิตมะม่วงตองโดยใช้ความดันไฮโดรสแตติกปัญหาพิเศษ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี.

แก้วกานต์ บุญยะเพ็ญ (2548). ออกแบบและพัฒนาเครื่องตองมะม่วงโดยใช้ความดันไฮโดรสแตติก แบบความดันสูงและแบบสุญญากาศวิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กำแพงแสน นครปฐม.

## ภาคผนวก

### กรรมวิธีการดองผักแบบชาวบ้าน

#### 1. ข้อมูลการทำผักดองแบบวิธีชาวบ้าน

##### 1.1 การดองผักกุ่ม



ก



ข

#### รูปผนวกที่ 1 ผักกุ่มและการดองผักกุ่ม

ผักกุ่ม(รูปที่1ก) เป็นไม้ยืนต้นที่มักขึ้นอยู่ริมฝั่งแม่น้ำ ลำคลอง ขอบบึง ส่วนของกุ่มที่นำมารับประทานคือ ใบอ่อน และดอกอ่อน การรับประทาน ผักกุ่มต้องผ่านการดองเสียก่อน ไม่นิยมนำมากินดิบ เพราะผักกุ่มสดนั้นมีรสขม การเก็บใบอ่อนจะเก็บในช่วงฤดูร้อน มีนาคม – พฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงที่กุ่มแตกใบอ่อนพอดี

อุปกรณ์

ยอดใบอ่อนของกุ่ม

เกลือ

น้ำซาวข้าว

ข้าวสุก

อ่างหรือตุ่มสำหรับดอง

ขั้นตอนการดองกุ่ม

1. นำยอดใบอ่อนของกุ่มที่เก็บได้มาล้างน้ำให้สะอาด จากนั้นนำมาผึ่งแดด ให้แห้งพอหมาดๆ

2. นำใบอ่อนของกุ่มที่ผ่านการตากแดด มาแช่น้ำปลาทิ้งประมาณ 2 วัน จากนั้นนำมาบีบคั้น เอาน้ำออก 2-3 รอบ เพื่อไม่ให้กุ่มมีรสขม

3. นำเกลือมาละลายในอ่างที่มีน้ำเตรียมไว้พอประมาณ นำใบอ่อนของกุ่มไปใส่ลงในอ่าง เทน้ำซาวข้าวลงไปให้ท่วมใบกุ่ม (ถ้าไม่ท่วมใบกุ่มจะทำให้ใบกุ่มมีสีดำ ไม่น่ารับประทาน) ใส่ข้าวสุกลงไปเพื่อทำให้กุ่มมีรสเปรี้ยว ปิดฝา แล้วนำไปตากแดดไว้ ประมาณ 3 วัน เสร็จแล้วสามารถนำใบกุ่มมาบริโภคได้(รูปที่ 1ข)



## 1.2 การดองผักเสี้ยน



ก



ข

### รูปผนวกที่ 2 ผักเสี้ยนและผักเสี้ยนดอง

1. เตรียมถังขนาด 200 ลิตร ที่มีฝาปิดมิดชิด
2. น้ำสะอาด จำนวน 150 ลิตร
3. เกลือ จำนวน 4 กิโลกรัม
4. น้ำตาลทราย จำนวน 2 กิโลกรัม
5. ผักเสี้ยน จำนวน 40 กิโลกรัม

#### ขั้นตอนการทำผักเสี้ยนดอง

- นำผักเสี้ยนสด (รูปที่ 2ก) มาล้างให้สะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ
- นำน้ำสะอาดใส่ถังจากนั้นนำเกลือและน้ำตาลทรายลงในถังคนให้เข้ากันจนละลายหมด
- แล้วนำผักเสี้ยนใส่ตามลงไป ทำการปิดฝาให้สนิท
- เทคนิคการดองให้ได้คุณภาพดี จะต้องมีการเปิดฝาดังดอง เพื่อพลิกกลับผักเสี้ยนทุกวัน เพื่อให้ผักเสี้ยนที่อยู่ด้านบนได้ลงอยู่ด้านล่าง ผักเสี้ยนจะได้มีรสชาติที่ดีสม่ำเสมอ
- ใช้เวลา 3 วัน ก็สามารถนำผักเสี้ยนดอง(รูปที่ 2ข) บรรจุถุงเพื่อจำหน่ายได้

## 1.3 ผักกาดเขียวปลีดอง



ก



ข

### รูปผนวกที่ 3 กะหล่ำปลี

#### วัสดุ-อุปกรณ์

กะหล่ำปลี 1/2 กิโลกรัม

|             |       |     |          |
|-------------|-------|-----|----------|
| เกลือ       |       | 1/2 | ถ้วย     |
| น้ำตาลปีบ   | 1     |     | ช้อนโต๊ะ |
| น้ำส้มสายชู | 1     |     | ช้อนโต๊ะ |
| น้ำสะอาด    | 2 1/2 |     | ถ้วย     |

### วิธีการทำผักกาดดอง

1. ล้างกะหล่ำปลี(รูปที่3ก) ให้สะอาด แล้วก็เอาไปใส่ตะแกรงผึ่งแดดสัก 1 แดด ผสมน้ำเกลือแล้วเทใส่โหลเตรียมไว้
2. นำกะหล่ำปลีที่ผึ่งแดดแล้วมาใส่ลงในโหลน้ำเกลือ หมักทิ้งไว้ 1 คืน ตอนเช้านำกะหล่ำปลีที่หมักน้ำเกลือ 1 คืนมาล้างน้ำให้สะอาดอีกครั้งแล้วพักบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ พักไว้ก่อน
3. นำน้ำตาลปีบ น้ำส้มสายชู เกลือ มาละลายในน้ำให้ส่วนผสมเข้ากันเป็นอย่างดีแล้วเทใส่ในโหลเปล่า จากนั้นนำกะหล่ำปลีที่สะเด็ดน้ำแล้วใส่ลงในโหลที่มีน้ำปรุง ปิดฝาโหลให้มิดชิด เก็บดองไว้ 1 สัปดาห์ คุณก็จะได้กะหล่ำปลีดอง(รูปที่3ข) รสชาติกลมกล่อมถูกใจ

### 1.4 แต่งกวาดอง



ก



ข

### รูปผนวกที่ 4 แต่งกวาดอง

#### ส่วนผสม

- แตงกวา 10 ลูก
- น้ำส้มสายชู 1 ถ้วย
- น้ำตาล 1 ช้อนโต๊ะ
- เกลือ 1 ช้อนโต๊ะ

## วิธีทำ

- 1.ล้างแฉกกวาสด(รูปที่ 4ก) ผ่าครึ่ง เซาะเอาไส้ออกใส่บนกระชอน ไล่ด้วยน้ำร้อน
- 2.จัดเรียงแฉกกวาลงในขวด
- 3.ต้มน้ำส้มสายชู น้ำตาล และเกลือเข้าด้วยกัน พอเดือดยกลง พออุ่นเทใส่ขวดแฉกกวาสด ปิดฝาขวดปล่อยไว้ 3 วันเป็นใช้ได้ ได้แฉกกวาดอง (รูปที่ 4ก) เมื่อจะเอาแฉกกวาดองออกจากขวด ใช้ส้อมจิ้ม ส้อมที่สะอาดและแห้ง ห้ามใช้มือล้วง แฉกกว่าจะขึ้นราได้เมื่อใช้แล้วปิดฝา เก็บไว้ได้นานวัน

## 1.5 หน่อไม้ดอง



ก



ข

รูปผนวกที่ 5 หน่อไม้สดและหน่อไม้ดอง

## วิธีการทำหน่อไม้ดอง

ส่วนผสมในการทำหน่อไม้ดอง

1. หน่อไม้สดสะอาด 10 กิโลกรัม
2. เกลือเม็ด 1 กิโลกรัม
3. แป้งข้าวเจ้า 1/2 กิโลกรัม

## ขั้นตอนการทำหน่อไม้ดอง

- 1.นำหน่อไม้สด(รูปที่ 5ก)ที่เราเตรียมเอาไว้มาปอกเปลือกและล้างให้สะอาด
- 2.หลังจากนั้นให้สับหรือหั่นหน่อไม้บางๆ หรือสับให้เป็นเส้นๆ
- 3.เมื่อเตรียมหน่อไม้เรียบร้อยแล้วให้นำหน่อไม้ไปแช่น้ำสะอาดในภาชนะที่สะอาดเช่นกัน และทำการปิดฝาให้มิดชิดกันแมลงหรือสิ่งแปลกปลอมตกลงไป แล้วทิ้งไว้ 1 คืน
- 4.เมื่อแช่หน่อไม้เอาไว้ได้ 1 คืนแล้ว ให้ตักขึ้นมาให้สะเด็ดน้ำ
- 5.ให้นำเกลือเม็ด มาละลายกับน้ำต่างหากเตรียมเอาไว้
- 6.นำหน่อไม้มาที่สะเด็ดน้ำแล้วมาเคล้ากับแป้งให้ทั่ว แล้วอัดลงในบีบให้เต็ม เสร็จแล้วเทน้ำเกลือ ที่เตรียมไว้ ลงไปให้ท่วมหน่อไม้ เคล้ากลับ ใส่ น้ำส้มสายชูลงไปด้วย เพื่อให้หน่อไม้ขาวสวยน่ากิน เสร็จแล้วปิดให้มิดชิด หมักเอาไว้ 2 อาทิตย์ก็จะได้หน่อไม้ดอง(รูปที่5ข)

| ITEMS | SIZE | Q'ty | TYPE       | SERVICE        | MATERIAL | BRAND |
|-------|------|------|------------|----------------|----------|-------|
| N5    | 3"   | 1    |            | Sight Glass    | SUS304   |       |
| N4    | 1/2" | 1    | Socket     | Safety         | ---      |       |
| N3    | 3"   | 1    | Socket     | Pressure Guage | SUS304   |       |
| N2    | 3/4" | 1    | Ball Valve | INLET          | SUS304   |       |
| N1    | 3/4" | 1    | Ball Valve | Drain          | SUS304   |       |

NOZZLE SCHEDULE

| ITEMS. | Q'ty. | DESCRIPTION | SIZE       | MATERIAL    |
|--------|-------|-------------|------------|-------------|
| 4      | 4     | Leg         | ● 2" SCH10 | SUS304      |
| 3      | 1     | Bottom      | THK 8 mm.  | SUS304-No.1 |
| 2      | 1     | Shell       | THK 8 mm.  | SUS304-No.1 |
| 1      | 1     | Top         | THK 8 mm.  | SUS304-No.1 |

PART LIST

Description 50 Litres Pressure Vessel Tank with the following specification:

|             |                        |                                      |
|-------------|------------------------|--------------------------------------|
| Material    | Top :                  | Stainless Steel AISI 304 8t (No.1)   |
|             | Bottom                 | : Stainless Steel AISI 304 8t (No.1) |
|             | Shell                  | : Stainless Steel AISI 304 8t (No.1) |
| Shape       | Cylindrical shape      |                                      |
| Pressure    | working :              | 7 Bar                                |
|             | testing :              | 10 Bar                               |
| Temperature | Working Temp. 25-30 °C |                                      |
| Polishing   | Inside Surface :       | No.1                                 |
|             | Outside Surface :      | No.1 or better                       |

รูปผนวกที่ 6 คุณสมบัติของถังอัดอากาศ