

รายงานการวิจัย

เรื่อง

กรรมวิธีการผลิตแป้งกล้วยผงและอาหารผงสำหรับสัตว์ จากส่วนต่าง ๆ ของกล้วย

A STUDY ON THE PRODUCTION OF BANANA FLOUR AND
ANIMAL FOOD FROM BANANA

ผู้ดำเนินการวิจัย
นางกุลยา จันทร์อรุณ
หัวหน้าโครงการ

นายไพรอน์ ชัยสมตรະกุล
นายเทอดศักดิ์ จันทร์อรุณ
นางวนิดา ประทุมคิริ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2537

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก

ค้านิ่า

กล้วยจัดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง เนื่องจากเป็นพืชที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วนทั้งผล ลำต้น ใน กาก ผลกล้วยนิยมใช้บริโภคสด ส่วนที่เหลือจากการบริโภคลดลง การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะกล้วยตากซึ่งนิยมแปรรูปกันมาก แล้วยังมีผลผลิตที่เหลือจากการแปรรูปปริมาณมาก ทำให้ผลิตผลที่เก็บเกี่ยวได้เสียหาย ผู้จัดจึงเห็นว่าจะนำกล้วยน้ำว้าและส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น ลำต้น กาก ใน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเปลือกกล้วย ซึ่งมีปริมาณมากนั้นมาแปรรูปเป็นอาหารคงทนรูปแบบกล้วยพัง สำหรับบริโภคและเป็นวัตถุต้นทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร . และนำเปลือกกล้วยไปผลิตเป็นอาหารคงทนเรียกว่า สตัวร์ จะทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และเป็นต้นแบบทำให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตเบี้ยง พัง และอาหารคงทนสำหรับสตัวร์ในราคากูก

เอกสารรายงานการวิจัยฉบับนี้ นับว่าเป็นเอกสารที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องกรรมวิธีการผลิตเบี้ยงกล้วยพัง การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของเบี้ยงกล้วยพังและเปลือกกล้วยพัง การใช้สูตรอาหารพังทดลอง เลี้ยงสตัวร์ การทำขมจากรากเบี้ยงกล้วยมากที่สุด เล่มหนึ่ง ซึ่งคงจะช่วยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยเรื่องเบี้ยงกล้วยพังและอาหารคงทนสำหรับสตัวร์ จากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากกับงานที่เกี่ยวข้อง

รศ.กุลยา จันทร์อรุณ

หัวหน้าโครงการ

25 กันยายน 2538

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องกรรมวิธีการผลิตเบ็งกลั่นพองและอาหารพงสำหรับลักษณะส่วนต่าง ๆ ของกลั่นได้ประสบผลสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ทุกประการ ทั้งนี้เกิดจากความร่วมมือของหน่วยงาน อาจารย์ นักศึกษาหลายฝ่าย ทางผู้วิจัยจึงได้ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้กรุณาให้ทุนอุดหนุนการวิจัยจนกระทั่งสำเร็จดังรูปเล่มที่ปรากฏอยู่นี้

ขอขอบพระคุณ ดร.สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐี คณะกรรมการและเจ้าหน้าที่ ที่ติดตามโครงการจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและมีส่วนช่วยให้งานวิจัยดำเนินไปได้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพิบูลสงครามและศูนย์วิจัยพัฒนา มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์บุคลากรสถานที่และอุปกรณ์เพื่อใช้ในการวิจัย และขอขอบพระคุณกรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ เขต 9 พิษณุโลก รองศาสตราจารย์วัฒนพงษ์ รักวิเชียร ผู้ช่วยศาสตราจารย์สังวาลย์ เพ็งพัด Mr. John O' Donohue และอาจารย์约瑟夫 รักชาติ มหาวิทยาลัยนเรศวร อาจารย์ธรรมชัย ศุภวิทิตพัฒนา และอาจารย์วัลลิก แอบยิม สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะและมีส่วนช่วยให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงดังกล่าวแล้ว

รศ.กุลยา จันทร์อรุณ

หัวหน้าโครงการ

25 กันยายน 2538

บทคัดย่อ

แบ้งกลั้วยผง (BANANA FLOUR) เป็นผลิตภัณฑ์ได้จากการแปรรูปกลั้ยน้ำว้า ดิบที่แก่เต็มที่ ลักษณะเป็นมีลักษณะนุ่ม หอมกลิ่นกลั้ยอ่อน ๆ มีรสชาติหวานเล็กน้อย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ความต้องการใช้แบ้งกลั้ยมีเพิ่มมากขึ้นในการทำขนมต่าง ๆ หรือในอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปสำหรับเด็กหรือคนชรา กรรมวิธีการผลิตแบ้งกลั้วยผง โดยสรุปขั้นตอนดังนี้ ล้างกลั้ยให้สะอาดทั้งผล ลวกในน้ำ 55°C เวลาประมาณ 10 นาที แช่น้ำเย็น บอกเปลือกล้างน้ำ แช่ในคราซิตริก 0.5% 20 นาที ทันตามวางหนา 0.5 เซนติเมตร นำไปอบหรือตากแดดจนแห้ง บดให้ละเอียด ร้อนด้วยตะเกียงร้อนแบ่งและอบ ไม่ความชื้นครั้งสุดท้ายก่อนบรรจุทิบห่อ ต้นทุนแบ้งกลั้ยทางธุรกิจเฉลี่ยกิโลกรัมละ 18.99 บาท การทำขนมจากล้วนผงสมแบ้งกลั้ย 5 ชนิด ขนาดเค็ก ขนาดเค้ก ขนาดโรล ขนาดกล้วย และกล้วยกวน สรุปได้ว่า ผู้ซึ่งล้วนผงมีความนิยมงานด้านกลิ่นกลั้ย ลักษณะและรสชาติ ค่อนข้างสูง ทุกระดับอายุและเพศ

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านสีโดยใช้ R.S.H.colour chart และกลิ่นของแบ้งกลั้วยพบว่า ในช่วงระยะเวลาติดตามการเปลี่ยนแปลง 74 สัปดาห์ สี กลิ่นและเนื้อแบ้งไม่เปลี่ยนแปลงในช่วง 25 สัปดาห์แรก ช่วงหลังจากนั้นสีจะเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ล้วนกลิ่นไม่มีกลิ่นเหม็นสาบและมอดแบ้งเกิดขึ้น และการใช้สารเคมีถนอมอาหารต่าง ๆ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีและกลิ่นของแบ้งกลั้วยผง

การวิเคราะห์ทางด้านจุลชีววิทยาของแบ้งกลั้วยผงพบว่า

MPN Coliform/กรัม	มากกว่า	1,100
MPN E. <u>Coli</u> /กรัม	น้อยกว่า	3
จำนวนยีสต์/กรัม		460
จำนวนรา/กรัม		60

การวิเคราะห์ทางค่าประกอบทางเคมีของกลั่วycin และเบี้ยงกลั่วycin ในข้าวหลักของ AOAC องค์ประกอบที่สำคัญคือ โปรตีนเบี้ยงกลั่วycin 5.17 % Reducing Sugar 9.85 % ส่วนของเปลือกกลั่วycin ใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Weende Analysis (Proximate Analysis) มีโปรตีน 6.20 % NFE 50.86 % NDF 34.53 % ADF 32.88 % แคลเซียม 348.37 mg/100 g พอกฟอรัส 253.66 mg/g sample Tanin 0.25 % การทดลองใช้เปลือกกลั่วycin เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ โดยทดลองเลี้ยงในไก่กระทงและสุกรเนื้อ สรุปได้ว่าใช้เปลือกกลั่วycin เป็นส่วนผสมของอาหารไก่กระทงได้เหมาะสมในระดับเปลือกกลั่วycin 5-10 % ในสูตรอาหารที่ใช้หัวอาหารสุกรร่วมกับรำและบลายช้า ส่วนการใช้เปลือกกลั่วycin ผสมในอาหารสุกรนั้น ระดับที่เหมาะสมคือ 4 % และ 8 % ผสมในหัวอาหาร

ABSTRACT

A study on the Production of Banana Flour and Animal Food from Banana.

Banana flour is the product of very mature banana (Klauy Nam Va). The flour is white with a natural banana aroma and slightly sweet. It also has high nutrition and greatly required by the food industry for adults and children. The process production is, first wash the bananas and blanched them in water at 55°C for ten minutes. After blanching, put the bananas into cold water and then peel them before cutting horizontally into slices about 0.5 cm. thick. The bananas is then dried by a solar dryer or other method and then finely grind them into flour. Finally, take the ground bananas and use a seive with a 30 gauge mesh. Further, then dried to reduce moisture before packing.

The production cost of banana flour is about 18.99 baht per kilogram. There are 5 kinds of desserts with the composition of banana flour such as cookie, cake, donut, Kanom Klouy, and Klouy Kluan. From tasting tests, we can conclude that the dessert was very popular amongst yong and old of both sexes. Analizing the physical property quality of the flour such as the color and adour it was determined that in the period of 25 weeks, we found that the color, odour and flour doesn't change. After that is changed slightly. In mcrobiology analizing, the following information determined is

MPN coliform/gram	more than 1,100
MPN <u>E.coli</u> /gram	less than 3
Yeast/gram	400
Mould/gram	60

The theory of AOAC was used to analize the chemical composition of the raw banana and banana flour. The bananas peeling were analizde by using the method of Weende Analysis (Proximate Analysis)

In the tests of using banana-peeling flour for the composition of animal food (for pigs and meat chickens). We concluded that we can use the upto 5-10 % banana-peeling flour in the composition of amimal food. The results showed that the growth rate of pigs and chickens that consumed it are equivalent to stock that comsume a concentrated diet, and it also has a lower production cost.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
บทที่ 3 หลักการทางวิชาการ	13
3.1 คุณค่าทางอาหารของกล้วย	13
3.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย	14
3.3 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกล้วย	17
บทที่ 4 วิธีดำเนินการวิจัย	19
4.1 กระบวนการผลิตแบ่งกล้วยพง	19
4.1.1 การผลิตแบ่งกล้วยพงแบบวิธีเบี้ยก	25
4.2 การทดลองเปรียบเทียบระยะเวลาในการอบแห้งกล้วย	25
4.3 ต้นทุนการผลิตแบ่งกล้วยพง	27
4.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของแบ่งกล้วยพง	27
4.4.1 การวิเคราะห์ห้าบริมาณความชื้น	28
4.4.2 การวิเคราะห์ห้าบริมาณเยื่อใย	31
4.4.3 การห้าบริมาณน้ำตาลโดยวิธีของ Lane & Eynon	34
4.4.4 การวิเคราะห์ห้าบริมาณกรด	41
4.4.5 การวิเคราะห์ห้าบริมาณเต้า	43
4.4.6 การวิเคราะห์ห้าบริมาณไขมัน	47
4.4.7 การวิเคราะห์ห้าบริมาณแบ็ง	49
4.4.8 การวิเคราะห์ห้าบริมาณบปรตีน	51

สารบัญเรื่อง

	หน้า
4.4.9 การศึกษาการเปลี่ยนสีของเบ็งกลั่วยพง	52
4.4.9.1 การศึกษาทางด้านกลิ่นของเบ็ง	55
4.4.10 การตรวจสอบทางจุลชีววิทยาของเบ็งกลั่วย	56
4.5 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของเปลือกกลั่วยพง	56
4.5.1 การวิเคราะห์หาความชื้นของเปลือกกลั่วย	56
4.5.2 การวิเคราะห์หารูปรตีน	58
4.5.3 การวิเคราะห์หาไขมัน	63
4.5.4 การวิเคราะห์หาเยื่อเยื่อ	66
4.5.5 การวิเคราะห์หาปริมาณเต้า	70
4.5.6 การคำนวณหา Nitrogen Free Extract	71
4.5.7 การวิเคราะห์หาแร่ธาตุในเปลือกกลั่วยพง	72
4.5.7.1 วิธีวิเคราะห์หาแคลเซียมในเปลือกกลั่วยพง	72
4.5.7.2 วิธีวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสในเปลือกกลั่วยพง	74
4.5.7.3 วิธีวิเคราะห์หาโพแทสเซียมในเปลือกกลั่วยพง	77
4.5.7.4 การวิเคราะห์หาปริมาณเกนนิน	79
4.5.8 การวิเคราะห์หานิวทรัลตี้เทอร์เจนท์ไฟเบอร์ (NDF)	81
4.5.9 การวิเคราะห์หาแอชิตตี้เทอร์เจนท์ไฟเบอร์ (ADF)	84
4.5.10 การวิเคราะห์หาเอมิเซลลูลอลส	87
4.5.11 การวิเคราะห์หาลิกนิน	87
4.5.12 การวิเคราะห์หาเซลลูลอลส	89
4.6 การทำอาหารจากเบ็งกลั่วย	92
4.6.1 พรุตเค็ก	92
4.6.2 โจ๊กพะยอม	93
4.6.3 คูกกี้เนย	94

สารบัญเรื่อง

	หน้า
4.6.4 กล้วยกวน	94
4.6.5 ขมกล้วย	95
4.7 การทดสอบการซึมชมที่ทำจากส่วนผสมของเบื้องกล้วย	96
4.8 การใช้เปลือกกล้วยผงในอาหารໄກ	128
4.8.1 ขอบเขตการศึกษา	128
4.8.2 วัตถุดิบที่ใช้เป็นอัตราส่วนผสมของอาหารໄກ	128
4.8.3 วิธีดำเนินการทดลอง	129
4.9 การใช้เปลือกกล้วยผงในอาหารสุกร	143
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	151
5.1 กรรมวิธีในการผลิตเบื้องกล้วยผง	151
5.3 ผลการวิเคราะห์ทางค่าประกอบทางเคมีของกล้วยน้ำว้าและเบื้องกล้วยผง	153
5.4 ผลการวิเคราะห์ทางค่าประกอบทางเคมีของใน ลำต้น และเปลือกของ กล้วยน้ำว้าผง	155
5.5 การตรวจสอบคุณภาพทางจุลทรรศน์ของเบื้องกล้วย	156
5.6 ความคุ้มทุนในการทำเบื้องกล้วยผง	156
5.7 การทำอาหารจากเบื้องกล้วยผง	156
5.8 การทดสอบการซึมชม	156
5.9 การใช้เปลือกกล้วยผงเป็นอาหารสัตว์	156
5.10 ข้อเสนอแนะในการวิจัย	158

บรรณาธิการ

ภาคผนวก

ສາ ຊະບົບ ຖາງ

ຕາງທີ່	ພັນ
2.1 ແສດງສ່ວນປະກອບນິຈະທາງເຄມື່ອງເປົລືອກກລ້ວຍດົບແລະສຸກໃນສກາພແທ່ງ	10
3.1 ແສດງຄຸມຄ່າທາງອາຫາຮຂອງກລ້ວຍພັນຮູ້ຕ່າງ ພ	14
3.2 ແສດງຜລກາຣວີເຄຣະທີ່ເປົລືອກກລ້ວຍດົບຈາກກຣມປຸສັຕິວ	18
4.1 ແສດງລັກຊະຂອງເນື້ອກລ້ວຍລວກທີ່ອຸ່ມໝູນມີແລະເວລາທີ່ຕ່າງກັນ	22
4.2 ແສດງຜລຜລິຕແບ່ງກລ້ວຍພົງທີ່ໄດ້ຈາກກຣມກລ້ວຍທີ່ອຸ່ມໝູນ $55-70^{\circ}\text{C}$ ເວລາຕ່າງກັນ	24
4.3 ແສດງຮະຍະເວລາທີ່ໃຊ້ໃນກຣມແທ້ງກລ້ວຍດ້ວຍວິຮີຕ່າງກັນ	26
4.4 ແສດງນໍ້າໜັກກລ້ວຍດົບທີ່ໃຊ້ຫາຄວາມຊື້ນ	29
4.5 ແສດງນໍ້າໜັກແບ່ງກລ້ວຍພົງທີ່ໃຊ້ຫາຄວາມຊື້ນ	30
4.6 ແສດງນໍ້າໜັກເຄົ້າຂອງແບ່ງກລ້ວຍພົງທີ່ໃຊ້ຫາເຢື່ອໄຍ	33
4.7 ແສດງບຣິມາມສາຣລະລາຍທີ່ໃຊ້ຫານໍ້າຕາລ D_1, D_2 ໃນກລ້ວຍແລະແບ່ງກລ້ວຍພົງ	37
4.8 ແສດງບຣິມາມນໍ້າຕາລຂອງກລ້ວຍດົບແລະແບ່ງກລ້ວຍພົງ	41
4.9 ແສດງບຣິມາມ NaOH ທີ່ໃຊ້ໃນກຣມໄທຣເກຣຕ	42
4.10 ແສດງກຣມຫາບຣິມາມເຄົ້າໃນກລ້ວຍດົບ	45
4.11 ແສດງຕາງໜາກຫາບຣິມາມເຄົ້າໃນແບ່ງກລ້ວຍພົງ	46
4.12 ແສດງກຣມຫາບຣິມາມໄຂມັນໃນແບ່ງກລ້ວຍ	48
4.13 ແສດງອອກປະກອບທາງເຄມື່ອງກລ້ວຍນໍ້າວ້າດົບແລະແບ່ງກລ້ວຍພົງ	51
4.14 ແສດງສື່ອງແບ່ງກລ້ວຍພົງເກີບທີ່ 10°C ເປົ້າຍເຖິງເກີບທີ່ອຸ່ມໝູນທີ່ອັງ	53
4.15 ແສດງສື່ອງແບ່ງກລ້ວຍພົງເມື່ອໃຊ້ສາຣເຄມືກອມອາຫາຮ	54
4.16 ແສດງອອກປະກອບທາງເຄມື່ອງໃນ ລໍາຕັນແລະເປົລືອກກລ້ວຍພົງ	91
4.17 ແສດງຜລກາຣວີໝຶກຂອງຄນອາຍຸ 6-12 ປີ	98
4.18 ແສດງຜລກາຣວີໝຶກຂອງຄນອາຍຸ 6-12 ປີ	99
4.19 ແສດງຜລກາຣວີໝຶກໄດ້ນັກຂອງຄນອາຍຸ 6-12 ປີ	100

ສາຂະບົບຄູ່ຕາຫາວັດ

ຕາງໜ້າ	ພັນ້າ
4.20 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມກລ້ວຍຂອງຄນອາຍຸ 6-12 ປີ	101
4.21 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມກລ້ວຍກວນຂອງຄນອາຍຸ 6-12 ປີ	102
4.22 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມຄຸກກີ່ຂອງຄນອາຍຸ 13-17 ປີ	103
4.23 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມເຕັກຂອງຄນອາຍຸ 13-17 ປີ	104
4.24 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມໂດນັ້ກຂອງຄນອາຍຸ 13-17 ປີ	105
4.25 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມກລ້ວຍຂອງຄນອາຍຸ 13-17 ປີ	106
4.26 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມກລ້ວຍກວນຂອງຄນອາຍຸ 13-17 ປີ	107
4.27 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມຄຸກກີ່ຂອງຄນອາຍຸ 18-25 ປີ	108
4.28 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມເຕັກຂອງຄນອາຍຸ 18-25 ປີ	109
4.29 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມໂດນັ້ກຂອງຄນອາຍຸ 18-25 ປີ	110
4.30 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມກລ້ວຍຂອງຄນອາຍຸ 18-25 ປີ	111
4.31 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມກລ້ວຍກວນຂອງຄນອາຍຸ 18-25 ປີ	112
4.32 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມຄຸກກີ່ຂອງຄນອາຍຸ 26-30 ປີ	113
4.33 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມເຕັກຂອງຄຸນອາຍຸ 26-30 ປີ	114
4.34 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມໂດນັ້ກຂອງຄນອາຍຸ 26-30 ປີ	115
4.35 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມກລ້ວຍຂອງຄນອາຍຸ 26-30 ປີ	116
4.36 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມກລ້ວຍກວນຂອງຄນອາຍຸ 26-30 ປີ	117
4.37 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມຄຸກກີ່ຂອງຄນອາຍຸນາກກວ່າ 30 ປີ	118
4.38 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມເຕັກຂອງຄນອາຍຸນາກກວ່າ 30 ປີ	119
4.39 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມໂດນັ້ກຂອງຄຸນອາຍຸນາກກວ່າ 30 ປີ	120
4.40 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມກລ້ວຍຂອງຄນອາຍຸນາກກວ່າ 30 ປີ	121
4.41 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມກລ້ວຍກວນຂອງຄນອາຍຸນາກກວ່າ 30 ປີ	122
4.42 ແສດງຜລກາຮືມໝໍາມຄຸກກີ່ຂອງຄົນທົ່ວໄປ	123

สารบัญสาระ

ตารางที่	หน้า
4.43 แสดงผลการซึมซึมเด็กของคนทั่วไป	124
4.44 แสดงผลการซึมซึมโดยนักของคนทั่วไป	125
4.45 แสดงผลการซึมซึมกลัวยของคนทั่วไป	126
4.46 แสดงผลการซึมซึมกลัวยภัยของคนทั่วไป	127
4.47 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่ออายุลูกไก่	129
4.48 แสดงการใช้วัสดุชีน	130
4.49 แสดงขั้นตอนในการดำเนินงาน	132
4.50 แสดงผลการใช้เปลือกกลัวยผงผสมในอาหารไก่รุ่นที่ 1/1	133
4.51 แสดงผลการใช้เปลือกกลัวยผงผสมในอาหารไก่รุ่นที่ 1/2	138
4.52 แสดงผลการใช้เปลือกกลัวยผงผสมในอาหารสุกร	146
5.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของกลัวยน้ำว้าดีบและเบ็งกลัวยผง	153
5.2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของใน ลำตัวและเปลือกกลัวยผง	154

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่	หน้า
4.1 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการชิมชมคุกซ์ ของคนอายุ 6-12 ปี	98
4.2 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการชิมชมเด็ก ของคนอายุ 6-12 ปี	99
4.3 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการชิมชมโคน้ำ ของคนอายุ 6-12 ปี	100
4.4 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการชิมชมกล้วย ของคนอายุ 6-12 ปี	101
4.5 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการชิมชมกล้วยหวาน ของคนอายุ 6-12 ปี	102
4.6 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการชิมชมคุกซ์ ของคนอายุ 13-17 ปี	103
4.7 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการชิมชมเด็ก ของคนอายุ 13-17 ปี	104
4.8 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการชิมชมโคน้ำ ของคนอายุ 13-17 ปี	105
4.9 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการชิมชมกล้วย ของคนอายุ 13-17 ปี	106
4.10 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการชิมชมกล้วยหวาน ของคนอายุ 13-17 ปี	107
4.11 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการชิมชมคุกซ์ ของคนอายุ 18-25 ปี	108

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่	หน้า
4.12 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซิมชัยเด็ก ของคนอายุ 18-25 ปี	109
4.13 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซิมชัยเด็นท์ ของคนอายุ 18-25 ปี	110
4.14 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซิมชัยกล้วย ของคนอายุ 18-25 ปี	111
4.15 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซิมชัยมกลัวยวน ของคนอายุ 18-25 ปี	112
4.16 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซิมชัยมุดกึก ของคนอายุ 26-30 ปี	113
4.17 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซิมชัยเด็ก ของคนอายุ 26-30 ปี	114
4.18 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซิมชัยเด็นท์ ของคนอายุ 26-30 ปี	115
4.19 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซิมชัยกล้วย ของคนอายุ 26-30 ปี	116
4.20 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซิมชัยมกลัวยวน ของคนอายุ 26-30 ปี	117
4.21 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซิมชัยมุดกึก ของคนอายุมากกว่า 30 ปี	118
4.22 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซิมชัยเด็ก ของคนอายุมากกว่า 30 ปี	119

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่	หน้า
4.23 グラฟการเปรียบเทียบระดับการซ่อมจากการชิมช์แมวเดนท์ ของคนอายุมากกว่า 30 ปี	120
4.24 グラฟการเปรียบเทียบระดับการซ่อมจากการชิมช์แมวลั้วย ของคนอายุมากกว่า 30 ปี	121
4.25 グラฟการเปรียบเทียบระดับการซ่อมจากการชิมช์แมวลั้ยกวน ของคนอายุมากกว่า 30 ปี	122
4.26 グラฟการเปรียบเทียบระดับการซ่อมจากการชิมช์แมวคุกคักของคนทั่วไป	123
4.27 グラฟการเปรียบเทียบระดับการซ่อมจากการชิมช์แมวเด็กของคนทั่วไป	124
4.28 グラฟการเปรียบเทียบระดับการซ่อมจากการชิมช์แมวเดนท์ของคนทั่วไป	125
4.29 グラฟการเปรียบเทียบระดับการซ่อมจากการชิมช์แมวลั้ยของคนทั่วไป	126
4.30 グラฟการเปรียบเทียบระดับการซ่อมจากการชิมช์แมวลั้ยกวนของคนทั่วไป	127
4.31 แสดงอัตราการแลกเปลี่ยนของไก่กระทงรุ่นที่ 1/1	135
4.32 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของไก่กระทงรุ่นที่ 1/1	136
4.33 แสดงอัตราการแลกเปลี่ยนของไก่กระทงรุ่นที่ 1/2	140
4.34 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของไก่กระทงรุ่นที่ 1/2	141
4.35 แสดงอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของสุกร	149
4.36 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสุกร	150

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของบัญหาที่ทำการวิจัย

ในปัจจุบันนี้ กล่าวได้ว่า เป็นพิชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง กล่าวเป็นพิชที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตเมืองร้อน ในประเทศไทยมีการปลูกกลัวยกันทั่วไปในปริมาณมาก มีเนื้อที่ในการเพาะปลูกประมาณ 994,154 ไร่ ในปี 2523-2524 ได้ผลิตผลจากกลัวยประมาณ 627,330,425 กิโลกรัม ผลผลิตประมาณ 914 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ส่วนมากใช้ในการบริโภคสดหรือทำกลัวยตาก ทำเบ็นแผ่น ทำแยม ฯลฯ ในจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดไก่เดียง เช่น กำแพงเพชร เพชรบูรณ์ สุราษฎร์ อุตรดิตถ์ พิจิตร นิยมปลูกกันมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดพิษณุโลก มีเกษตรกรปลูกมากที่สุดที่อำเภอเกوبางกระทุม โดยใช้กลัวยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อง ข้อมูลจากสถิติของสำนักงานเกษตรจังหวัดพิษณุโลก รายงานว่าในปี 2533 จังหวัดพิษณุโลกมีพื้นที่ปลูกกลัวยจำนวน 26,000 ไร่ ให้ผล 14,000 ไร่ ส่วนมากปลูกในเขตอำเภอเกوبางกระทุม ซึ่งผลผลิตกลัวยที่ได้นอกจากนำไปบริโภคสดแล้ว ส่วนมากจะถูกนำไปแปรรูป เป็นกลัวยตากหรือกลัวยอบ ซึ่งเป็นสินค้าที่มีชื่อเสียงของจังหวัดกลัวยตากจังหวัดพิษณุโลกนอกจากจะผลิตเพื่อจำหน่ายภายในประเทศไทยแล้ว ยังส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ ในช่วงปี 2525-2529 มีการส่งกลัวยตากเป็นสินค้าออกเพิ่มขึ้นจากปีละ 32 ตัน เป็น 61 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,805,000 บาท ในปี 2525 และ 2,768,000 บาท ในปี 2529 และคาดว่าในปี พ.ศ.2537 ใจเขตอำเภอเกوبางกระทุมจะสามารถผลิตกลัวยตากได้ประมาณ 354,000 กิโลกรัม จากกลัวยน้ำว้าสด 1,416,000 กิโลกรัม (ข้อมูลจากการวิจัย Over All Work Plan Schedule for Phitsanulok Project Phase II 1993-1994 ซึ่งสำรวจโดยศูนย์วิจัยพัฒนาหนองแขม มหาวิทยาลัยนเรศวร) ดังนั้นจะมีกลัวยน้ำว้าดินและกลัวยที่มีคุณภาพไม่เหมาะสมแก่การนำมาทำกลัวยตากหรือกลัวยอบประมาณ 15 - 20 % ของกลัวยทั้งหมดที่นำมาทำกลัวยตาก คิดเป็นน้ำหนัก

ประมาณ 141,600 – 212,400 กิโลกรัม ส่วนเบล็อกกล้ายประมาณครึ่งหนึ่งของประมาณกล้ายทั้งหมด ประมาณ 708,000 กิโลกรัม และส่วนอื่น ๆ ได้แก่ ลำต้น ก้าน ใน ปลีกล้าย อีกปีละประมาณหนึ่งล้านตัน ซึ่งวัตถุดินที่เหลือจากการผลิตจำนวนมากนี้จะเสียหาย ทำให้เกษตรกรขาดรายได้ในจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรจะนำกล้ายดินส่วนที่เหลือจากการทำกล้ายตามมาใช้ให้เป็นประโยชน์ โดยการนำกล้ายดินมาทำแบ้งกล้ายผง (Banana Flour) เพื่อใช้แทนอุดสาหกรรมผลิตอาหารต่าง ๆ ส่วนเบล็อกกล้าย ลำต้นกล้าย และส่วนอื่น ๆ อีกเป็นจำนวนมากนำมาผลิตในรูปอาหารผงสำหรับสัตว์ใช้ผสมกับสารอาหารอื่น ๆ ทำเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์ หลักการโดยนำวัสดุที่เหลือทั้งหมดมาตากหรืออบจนแห้ง ทำการตากแดดหรือใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ แล้วนำมานำบดก่อนนำไปเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์

จากการสำรวจข้อมูลของโรงงานผลิตกล้ายอบในเขตอำเภอทางกระหุ่ม จังหวัดพิษณุโลก โดยศูนย์วิจัยพลังงานของมหาวิทยาลัยนเรศวร ในปี พ.ศ.2537 คาดว่าจะมีปริมาณผลิตภัณฑ์และวัตถุดินจากการผลิตกล้ายอบดังนี้

ศักยภาพของเบล็อกกล้ายในอำเภอทางกระหุ่ม

1. ปริมาณของสวนกล้าย	4,500	ไร่
2. ผลผลิตของสวนกล้ายต่อไร่	1,500	ก.ก./ไร่
3. ปริมาณผลผลิตทั้งหมด	7,200	ตัน (ปี)
4. ปริมาณผลผลิตที่ออกจากอำเภอทางกระหุ่ม	2,000	ตัน (ปี)
5. ปริมาณของผลผลิตที่ตากที่อำเภอทางกระหุ่ม	5,200	ตัน (ปี)
6. ปริมาณของวัตถุดินที่เข้ามาในอำเภอทางกระหุ่ม	5,000	ตัน (ปี)
7. ปริมาณของวัตถุดินที่ตากในอำเภอทางกระหุ่ม	10,000	ตัน (ปี)
8. เบอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเบล็อกกล้าย 25 % หรือ	2,500	ตัน (ปี)

ศักยภาพของเบล็อกกล้วยในโรงงาน

1. วัตถุดิบที่เข้ามาต่อวัน	1,200	ก.ก.
2. เบอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเบล็อกกล้วย 25 % หรือ	300	ตัน (ปี)
3. วัตถุดิบที่เข้ามาต่อปี	432	ตัน (ปี)
4. เบอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเบล็อกกล้วย 25 % หรือ	108	ตัน (ปี)

จากข้อมูลดังกล่าวจะพบว่ามีวัตถุดิบปริมาณมากที่นำมาทำเบ็งกล้วยพงและอาหารสัตว์พงดังได้กล่าวมาแล้ว

1.2 วัตถุประสงค์ของการผลิต

1. เพื่อหัววิธีการผลิตเบ็งกล้วยพงที่เหมาะสมจากกล้วยน้ำว้าดิบ เพื่อเป็นสินค้าในอุตสาหกรรม ซึ่งในปัจจุบันนี้ ความต้องการเบ็งจากกล้วยเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมมีมาก เช่น โรงงานผลิตชิปบอน โรงงานแมชชีนหวาน โรงงานผลิตอาหารพงและอาหารเสริมสำหรับเด็ก

2. เพื่อหัววิธีบองกันการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและการหมักของเบ็งกล้วยพง ให้มีอายุการเก็บไว้ได้นานประมาณ 1 ปี โดยใช้สารเคมีบองกันการเปลี่ยนสีและการเกิดกลิ่นเหม็นสาบเบ็งและควบคุมคุณภาพด้านอื่น ๆ เช่น บองกันการเกะ เป็นก้อนของเบ็งกล้วยพง การยอมรับของผู้บริโภคหรือผู้นำไปใช้ การทดสอบการนำไปประกอบอาหาร เพื่อการผลิตเบ็งกล้วยพงที่ได้ตามวิธีการวิจัยว่า มีคุณภาพดีพอที่จะใช้เป็นวัตถุดิบหรือไม่ และวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเบ็งกล้วยพง

3. เพื่อนำวัตถุดิบส่วนที่เหลือจากการผลิตกล้วยตากและเบ็งกล้วยพง เช่น เบล็อกกล้วย ลำต้นกล้วยปริมาณมากไปผลิตเป็นอาหารพงสำหรับเลี้ยงสัตว์

4. เพื่อเป็นการเพิ่มพูนรายได้ และอาชีพใหม่แก่ชุมชน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ทำเบื้องหลักวิถีพงจากกลัวยน้ำว้าดิบที่เก่าเต็มที่
2. วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีทั้งทางคุณภาพวิเคราะห์ และปริมาณวิเคราะห์ของเบื้องหลักวิถีโดยใช้วิธีทดสอบของ AOAC หาปริมาณเบื้อง โปรตีน ไขมัน ความชื้น เก้า Reducing Sugar, Sucrose, Total Sugar และปริมาณกรด R.H.S. Colour Chart
3. ศึกษาคุณภาพของเบื้องหลัก แนวคิดกลืน การเปลี่ยนสีของเบื้องหลักในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ที่เก็บรักษาเบื้องหลัก โดยใช้สารเคมีถนอมอาหาร และใช้แผ่นเทียบสี R.H.S. Colour Chart
4. นำเบื้องหลักไปทดลองทำขั้นตอนเบื้องหลัก ขบวนกลัวยการน คุกซี ขบวนเด็ก ขบวนโคน้ำและออกแบบแบบสอบถามความพอใจ ความนิยมของผู้บริโภคโดยการชิม แนวคิดกลืนกลัวย รสชาติและลักษณะขบวน
5. ตรวจสอบหาเชื้อรา ยีสต์ และจุลินทรีย์ในเบื้องหลักพง โดยใช้เทคนิค MPN
6. นำเบื้องหลักไปทำเป็นเบื้องหลักพงและวิเคราะห์ค่าของเบื้องหลักพง โดยวิเคราะห์หาปริมาณน้ำหนักแห้งในอาหารโดยวิธีของ Weender's Analysis or Proximate Analysis โดยวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนแห้ง เยื่อยแห้ง Nitrogen Free Extract เก้า ความชื้น และเกลือแร่
7. นำเบื้องหลักพงมาทำเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์พง ทดลองเลี้ยงไก่-กระฟง และสุกรโดยการออกแบบทดลองอาหารสัตว์สูตรต่าง ๆ ที่เหมาะสม ติดตามความเจริญเติบโตและอัตราการแลกเปลี่ยน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อส่งเสริม และเพิ่มพูนรายได้ของประชาชนในการปลูกกลัวยโดยใช้ส่วนต่าง ๆ ของกลัวยได้ทั้งหมดในการทำอาหารพง และส่วนที่เหลือนำไปทำเป็นอาหารพงสำหรับสัตว์ได้

2. เพื่อทาวิธีป้องกันการเกิดสีน้ำตาล และเกิดกลิ่นเหม็นของแบ่งกลั่วผงจาก การเก็บไว้นาน

3. นำผลการวิจัยไปแนะนำและเผยแพร่ เพื่อทำเป็นอุตสาหกรรมภายในบ้าน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดี และเป็นแนวทางในการผลิตเป็นอุตสาหกรรมระดับประเทศ ต่อไป เพราะปัจจุบันความต้องการแบ่งกลั่วผงมีเพิ่มมากขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร สำเร็จรูปหลาย ๆ ชนิด

4. เพื่อใช้เป็นแหล่งให้บริการความรู้กับประชาชนในห้องถิ่นและที่อยู่ในจังหวัด ไกล้าเดียง และใช้เป็นแหล่งฝึกงานวิจัยของนักศึกษา

5. การวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมาก จะช่วยส่งเสริม สนับสนุนการแปรรูปอาหารจากกลั่วน้ำวัว และใช้วัตถุดิบส่วนที่เหลือแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมและเพิ่มพูนรายได้ให้แก่เกษตรกรในจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดไกล้าเดียงที่ปลูกกลั่วน้ำวัวจำนวนมาก

หมายศัพท์

1. บล่ายข้าว (Broken rice) หมายถึง ผลิตผลที่ได้จากการสีข้าว เป็นส่วนที่หักของข้าวสารซึ่งมีส่วนของจมูกข้าวอยู่ด้วย

2. รำละเอียด (Rice bran) หมายถึง ผลิตผลที่ได้จากการสีข้าว โดยการขัดข้าวกล้องให้เป็นข้าวขาว รำละเอียดประกอบด้วยเนื้อเยื่อบาง ๆ ที่หุ้มเมล็ดข้าว และคัพภะของเมล็ดข้าว

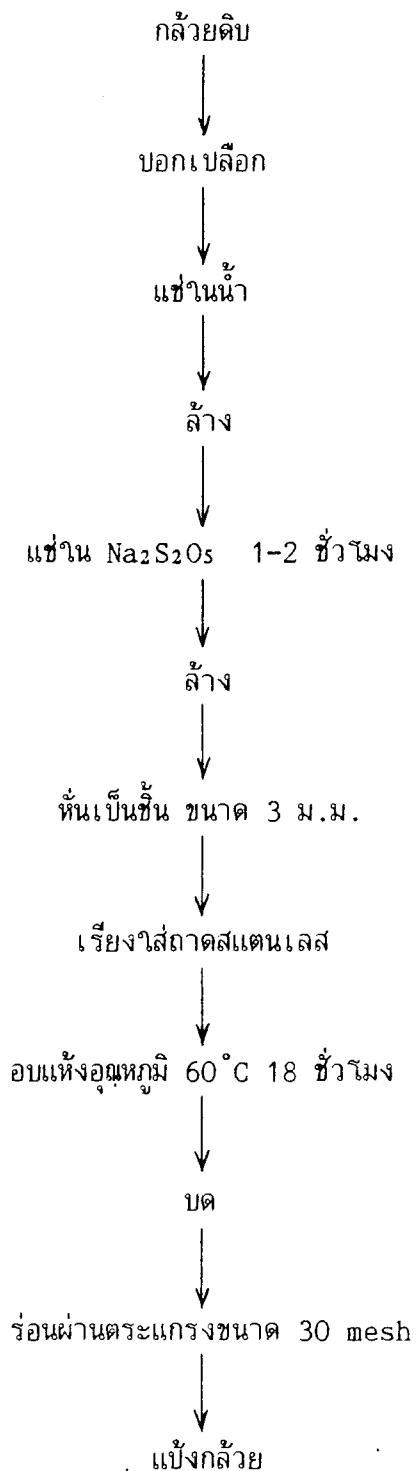
3. อัตราการเจริญเติบโต (Average Daily Gain: A.D.G.) หมายถึง น้ำหนักของสัตว์ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน

4. ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อหรือการแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio : F.C.R.) หมายถึง อัตราส่วนของอาหารที่กินต่อน้ำหนักสัตว์ที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- ในประเทศไทย กองวิทยาศาสตร์และชีวภาพได้แนะนำวิธีการทำแป้งกล้วยจากกล้วยดิบ โดยมีขั้นตอน ดังนี้
 1. ล้างผลกล้วยดิบ แล้วนึ่ง 5 นาที
 2. แช่น้ำ ขอกเบล็อก
 3. หั่นเป็นเส้นบาง ๆ และแช่น้ำรักษาอุณหภูมิ 0.01 %
 4. ผึ่งลมให้แห้ง
 5. อบที่เตาอบหรือตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ที่อุณหภูมิ 55°C นาน 30 นาที หรืออบแห้ง
 6. บรรจุด้วยเครื่องบรรจุ
- กระบวนการผลิตแป้งกล้วยของ Inthrawut Chatket and Pensiri Plansiripinyo (Banana Flour and Its Utilization, 77) ได้เตรียมแป้งกล้วยดังแสดงโดยใช้แผ่นญี่ปุ่นต่อเนื่องดังนี้



- ยุนิศา รัตอภา และคณะ (อาหาร: ปีที่ 23 ฉบับที่ 3, 2526) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากแบ้งกลั่วย ได้เสนอวิธีการเตรียมแบ้งกลั่วยผงจากกลั่วยน้ำว้าดินและกลั่วยหักมูกดิน ดังนี้

1. ทำความสะอาดกลั่วยดิน
2. นำกลั่วยดินไปนึ่งที่อุณหภูมิ 250°F (121°C) เป็นเวลา 0, 1 และ 5 นาที ทั้งๆที่เย็น
3. นำมาบดเปลือกและหั่นเป็นชิ้นลูกเต้าขนาด 0.5 cm^3
4. นำไปแช่ในสารละลาย Potassium Metabisulphite ที่ปรับ pH เป็น 3.3 ด้วย citric acid
5. นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ $50-55^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง
6. นำไปบดด้วยเครื่องบด Hammer mill และ Pin mill ได้แบ้งกลั่ยลี

ข่าว懦ล

จากการวิจัย พบร่วมนั่งกลั่ยว่า เวลา 1 นาที ดีที่สุด

- ในประเทศไทย มากบริโภคกลั่วยโดยแบกรูบเป็นแบ้งก่อนแล้วจึงนำไปรับประทาน

มากบริโภค

- ฉลาด วีรโยธิน (2484) กล่าวถึงแบ้งกลั่ยว่า มีคุณค่าทางวิชาชนาญเนื่อที่ยกับแบ้งสาลี โดยแบ้งกลั่ยมีคาร์โบไฮเดรตอยู่ละ 84.1 ความชื้นร้อยละ 9.7 โปรตีนร้อยละ 3.1 ไขมันร้อยละ 0.5 และมีค่าความร้อนคิดเป็นแคลอรี่ต่อน้ำหนัก 1 ปอนด์เท่ากับ 1610 แบ้งสาลีจะมีคุณค่าพอ ๆ กันคือ มีค่าความร้อนคิดเป็นแคลอรี่ต่อน้ำหนัก 1 ปอนด์เท่ากับ 1650 และมีโปรตีนสูงกว่าแบ้งกลั่ยคือ ร้อยละ 14 อย่างไรก็ตาม แบ้งกลั่ยจัดว่าเป็นแบ้งชนิดหนึ่งที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง มีคุณค่าทางวิชาชนาญ การสูง และมีปริมาณวิตามินและเกลือแร่สูงกว่าแบ้งหลายประเภทเช่น แบ้งข้าวโพดและแบ้งมันสำปะหลังเป็นต้น

- Longe และคณะ (1977) ทำการทดลองนำเปลือกกลั่ยดิน เปลือกกลั่ยสุก เปลือกมันสำปะหลังและเปลือกมันเทศ มาเป็นอาหารไก่กระทงช่วง อายุ 3-28 วัน ที่มีข้าวโพดและกาภักลิสิงเป็นหลัก โดยใช้ในระดับ 10, 20 และ 30 เบอร์เซ็น ของอาหาร ทำการปรับระดับโปรตีนและพลังงานโดยใช้กูลฟ์ตอรอาหารที่ 24 เบอร์เซ็นโปรตีน และปรับ

ให้มีพลังงาน 3.1 กิโลแคลอร์ต่อกรัมของวัตถุแห่ง โดยใช้น้ำมันปาล์ม พนว่าการใช้เบล็อกกล้ายแทนข้าวโพดในระดับที่สูงขึ้นทำให้การเจริญเติบโตลดลง และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารด้อยลง สามารถใช้เบล็อกกล้ายดิน และเบล็อกกล้ายสุกได้ถึงระดับ 20 เบอร์ เช็นต์ ของอาหารโดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติของการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีเบล็อกกล้ายเป็นส่วนประกอบมีการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่ากลุ่มที่ได้รับเบล็อกมันสำปะหลังและกลุ่มที่ได้รับเบล็อกมันเทศ เปรียบเทียบเมื่อได้รับในระดับที่เท่ากัน เนื่องจากทุกสูตรอาหารทำการปรับระดับโปรตีนและพลังงานให้เท่ากัน ดังนั้นความแตกต่างของการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารอาจเนื่องมาจากการขาดความสมดุลย์ของกรดอะมิโน สำหรับการทดลองหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของเบล็อกกล้ายดินและเบล็อกกล้ายสุกโดยใช้ไก่เป็นสัตว์ทดลองผลปรากฏว่ามีค่าเท่ากับ 2.74 และ 2.89 กิโลแคลอร์ต่อกรัมของวัตถุแห่งตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าพลังงานใช้ประโยชน์ของเบล็อกมันเทศและเบล็อกมันสำปะหลัง

ตารางที่ 2.1 แสดงล้วนประกอบน้ำหนักทางเคมีด้วยเบอร์ เช็นต์ของเบล็อกกล้ายดินและสุก ในสภาพแห้ง

ล้วนแห้งที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ¹ ล้วนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ²	เบล็อกกล้ายดิน	เบล็อกกล้ายสุก	เบล็อกกล้ายดิน	เบล็อกกล้ายสุก
ล้วนประกอบ				
วัตถุแห้ง	85.0	83.0	89.58	90.18
โปรตีน	8.0	8.0	6.85	7.15
ไขมัน	5.1	5.6	5.39	6.79
เยื่อยา	5.6	5.6	7.95	9.26
เก้า	10.1	10.8	8.13	9.45
ในโตรเจน-				
ฟรีออกแทรกซ์	71.2	70.0	72.04	67.35

ที่มา : ¹ Ketiku (1973)

² Longe และคณะ (1977)

- การใช้เปลือกกล้วยเป็นอาหารสัตว์ไก่และสุกรในร้อยละ 10-50 พบว่า การใช้เปลือกกล้วยในสูตรอาหารร้อยละ 20 นี่เป็นพิชต่อไก่และสุกร โดยมีการเจริญเติบโตกลับเดียงกับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ไม่มีเปลือกกล้วยแต่ถ้าใช้เปลือกกล้วยในสูตรอาหารร้อยละที่มากกว่า 20 จะทำให้ไก่เจริญเติบโตลดลงและการวิเคราะห์เปลือกกล้วย พบว่า ประกอบไปด้วยไฮบรตินร้อยละ 9 (Rios และคณะ 1976) และทำการทดลองหาค่าพลังงานรวมในเปลือกกล้วยป่นพบว่าเท่ากับ 3,345 กิโลแคลอรี่ต่อ กิโลกรัมของวัตถุแห้ง (sharma และ Katoch 1987) สารพิชน์ในเปลือกกล้วยป่นพบว่ามีเพคติน (Pectin) ร่วมกับแทนนินร้อยละ 9.15 (Fyock และ Knott 1949) ในกล้วยลูกมีแทนนินมากกว่ากล้วยดิบในการวิเคราะห์เปลือกกล้วยป่นมีแทนนินร้อยละ 0.41

- ผลที่เกิดจากแทนนินพบว่ากรดแทนนินนั้น ร้อยละ 0.1 ไม่มีพิชต่อไก่กระทงแต่กรดแทนนิน ร้อยละ 0.5-0.2 จะทำให้ไก่เจริญเติบโตลดลง Chang และ Fuller (1964) พบว่าอาหารที่มีกรดแทนนินในร้อยละ 0.5 มีผลทำให้การเจริญเติบโตลดลง หากอาหารไก่น้ำผึ้งมีกรดแทนนิน ร้อยละ 0.5 ทำให้มีอัตราการตาย ร้อยละ 70 ภายใน 7-11 วัน และการเพิ่มกรดแทนนินในอาหารไก่กระทงจะมีผลทำให้กินอาหารน้อยลงซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำหนักไก่ลดลง (vohra และคณะ 1966)

Silverio และคณะ (1982) ทำการทดลองนำเปลือกกล้วยมาเป็นอาหารสุกรุขช่วงน้ำหนัก 50-85 กิโลกรัม ที่มีอาหารสำเร็จรูปเป็นหลัก โดยใช้จานระดับ 8, 16 และ 24 % ของอาหารพบว่าการใช้เปลือกกล้วยบด แทนอาหารสำเร็จรูปในระดับที่สูงขึ้น การเจริญเติบโตลดลง การกินอาหารน้อยลง สามารถใช้เปลือกกล้วยบดได้ถึงระดับ 8 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร โดยที่ไก่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของการเจริญเติบโต การกินอาหาร และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ที่ระดับเปลือกกล้วยบด 16 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร แม้จะมีความแตกต่างทางสถิติจากกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุมแต่ไม่มีผลกระทบมากนัก ส่วนที่ระดับเปลือกกล้วยบด 24 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ถ้าหากไม่มีการปรับระดับโปรดีนและพลังงานควบคู่กันไปด้วยน่าจะช่วยปรับปรุงให้ลักษณะต่าง ๆ ดีขึ้นได้

- เปลืออกกลั่นสูญมีสีเหลืองพบว่ามี Carotene ร้อยละ 7 β - carotene ร้อยละ 14 และ Lutein ร้อยละ 56 สามารถชักนำแก้พิษคันได้ เปลืออกกลั่นดินมีสาร Tannin ใช้ห้ามเลือดได้ (เบญจมาศ:2534) จากการที่เปลืออกกลั่นดินมีสาร Tannin ซึ่งอยู่ในรูป Active Form จึงไม่ควรใช้เลี้ยงสัตว์ จนกว่าจะปล่อยให้กลั่นสูญเสียก่อน หรือทำให้ สูญเสียเสียก่อนโดยใช้ความร้อนซึ่งสารพาก Tannin จะถูก bond ให้อยู่ในรูป Inactive Form สามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้ โดยการบดเปลืออกกลั่นให้ละเอียด ร่วมกับวัตถุดินอาหารสัตว์อื่นๆ เช่น รำ หัวอาหาร กากถั่วเหลือง ปลาป่น และวัตถุดินอื่น ๆ

ในเชตอําเกอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก มีการทำกลั่นตากในปริมาณมากซึ่ง เป็นผลผลิตที่ซื้อขึ้นมาของจังหวัด และเนื่องจากการทำการทำกลั่นตากนั้น จะมีเปลืออกกลั่นสูญเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งชาวบ้านส่วนใหญ่ก็จะนำไปทิ้ง ทำให้เกิดการเน่าเสีย เป็นปัญหาแก่สภาระและล้อม และทำให้เกิดการสูญเปล่าทางเศรษฐกิจ ดังนั้นในการทดลองเพื่อนำไปเปลืออกกลั่นบดเป็นผงผสมในอาหารเพื่อใช้เลี้ยงสุกร และไก่กระทง ในปริมาณเท่าใดจึงจะช่วยให้ลักษณะการเจริญเติบโตมากที่สุด จึงเป็นเรื่องที่ผู้วิจัยคิดว่าควรแก้การศึกษาและเผยแพร่ผลการทดลองต่อไป

บทที่ 3

หลักการทางวิชาการ

กล้วยเป็นพืชเศรษฐกิจที่คนไทยรู้จักกันดี ใช้บริโภคนส่วนที่เป็นผลและส่วนอื่น ๆ ก็มีประโยชน์ใช้ได้ทุกส่วน ทั้งผล ต้น กาก ใบ ส่วนมากกล้วยจะใช้บริโภคสดโดยตรง ส่วนที่เหลือจากการจำหน่ายโดยตรง ก็มีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น กล้วยตาก กล้วยบรรจุกระป๋อง กล้วยกวน กล้วยซาบ แบ่งกล้วย เป็นต้น ในการวิจัยนี้ ได้นำกล้วยน้ำว้า แปรรูปเป็นแพ็คกล้วยผง และส่วนอื่น ๆ ของกล้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเปลือกกล้วยนำมาทำเป็นอาหารสัตว์ผงสำหรับเลี้ยงสัตว์

3.1 คุณค่าทางอาหารของกล้วย

กล้วยเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เมื่อเทียบกับผลไม้ประเภทอื่น ๆ กล้วยติดมีคาร์โบไฮเดรต ซึ่งอยู่ในรูปแบ่งสูง และเมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลให้ความหวานและมีกลิ่นหอม รสชาติดี เพราะแบ่งเปลี่ยนเป็นน้ำตาลกลูโคส (Glucose) เป็นส่วนมาก รองลงมาคือ ฟрукโตสและซูครอส (Fructose & Sucrose) น้ำตาลในกล้วยติดมีประมาณ 1-2 % ส่วนน้ำผลสุกมีน้ำตาลประมาณ 15-20 % บริมาณแบ่งน้ำผลติด ประมาณ 20 % ผลสุก ประมาณ 1-2 % ส่วนปริมาณกรด ผลกล้วยที่กำลังแก่จะสุกหรือกำลังสุกจะมีปริมาณกรดสูงสุดและจะลดลงตลอดเวลาจนกล้วยสุกเต็มที่ ผลติดมีกรดออกชาลิกมากที่สุด รองลงมาเป็นกรดมาลิกและกรดซิตริก แต่เมื่อสุกปริมาณกรดออกชาลิกลดลงทำให้มีปริมาณกรดมาลิกสูงสุด

ส่วนแทนนินซึ่งทำให้เกิดรสเผ็ดในผลติด เมื่อกล้วยสุกแทนนินจะมีปริมาณลดลงถึงห้าเท่า ขณะกล้วยสุกสีที่ขาวของเปลือกกล้วยจะเปลี่ยนไป เพราะปริมาณคลอโรฟิลลดลง ทำให้แครอทีนและแซนโทฟิลเห็นเด่นชัดขึ้น ส่วนปริมาณไขมันในกล้วยสุกอยู่ระหว่าง 0.2-0.5 % เท่านั้น ปริมาณโพร์ตินในกล้วยมีน้อยมาก ประมาณ 1.66 % สาระเหล่านี้สามารถคงกลิ่น

ไฟช์อะสูก ดีอิ กลิ่น Amylacetate

ตารางที่ 3.1 แสดงคุณค่าทางอาหารของกล้วยพันธุ์ต่าง ๆ

คุณค่า ทางอาหาร	พันธุ์			
	กล้วยหอมทอง	กล้วยไข่	กล้วยหักมูก	กล้วยน้ำว้า
น้ำ (กรัม)	77.19	70.66	72.03	69.02
ไขมัน (กรัม)	0.73	0.34	0.83	0.76
โปรตีน (กรัม)	1.62	1.45	1.18	0.89
น้ำตาล	16.42	18.41	16.48	22.20
ไขมัน	0.65	0.61	0.54	0.72
แคลเซียม (มก.)	14.27	13.54	21.67	19.99
ฟอสฟอรัส	21.08	24.71	28.79	25.09
เหล็ก	8.71	6.71	8.27	11.39
วิตามินซี (มก.)	11.06	16.90	11.99	18.35

ที่มา กรมส่งเสริมการเกษตร เอกสารทางวิชาการที่ 7 กล้วย พน้า 33

โดย สเมีย เจริญรักษ์, ไฟรอน์ ผลบรรเสริฐ และอัมพวน สัตยานุรักษ์. 2513

3.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการทำแบงกล้วยพ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแบงกล้วย ใช้กล้วยน้ำว้า กล้วยน้ำว้าที่นำมาทำแบงกล้วย พนันใช้กล้วยที่แก่เต็มที่เต็ยงไม่สูกเหลือง มีสีเขียวนวล ๆ ผลกล้วยกลม ไม่มีเหลี่ยมของ

กล้วยบรากญอยู่ จึงจะนำมาทำเบี้งกล้วยได้คุณภาพดี ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวจะตัดเครื่อ เมื่อกล้วยแก่เต็มที่ อายุประมาณ 90 วัน หลังจากซ้อมผลพันยอต ระยะเวลาตัดเครื่อหลังจากปลูกกล้วยใช้เวลา 9 เดือน จึงจะได้กล้วยที่แก่เต็มที่พร้อมเก็บเกี่ยวได้

2. วัตถุคิบที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์พงใช้เบลือกกล้วยตากแห้งแล้วบดจนเป็นผง เป็นส่วนผสมในการทดลอง เลี้ยงไก่กระทง และสุกร

ในการทดลองวิจัยทำเบี้งกล้วยพงในโครงการนี้ จะใช้ผลกล้วยคิบซึ่งแก่เต็มที่แล้วจากกล้วยน้ำว้า ทำให้แห้งโดยอบในเตาอบ ส่วนการผลิตเป็นปริมาณมากจะใช้วิธีการอบด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์และวิธีตากแดดหรรมชาติ

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีทั้งคุณภาพวิเคราะห์และปริมาณวิเคราะห์ของเบี้งกล้วยพง ใช้หลักของ AOAC และหลักการวิเคราะห์อาหาร (เรียบเรียงโดย ลักษณะรุจนะไกรกานต์ และนิชยา รัตนaben พ.) โดยวิเคราะห์ปริมาณไขมัน โปรตีน เบี้งกล้วยน้ำว้า ความชื้น เถ้า Reducing Sugar Sucrose Total Sugar ปริมาณกรด และอื่น ๆ ดังได้กล่าวแล้วนหัวข้อขอนข่ายของการวิเคราะห์

ส่วนการวิเคราะห์อาหารสัตว์จากเบลือกกล้วยน้ำว้า ใช้วิธีวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate Analysis of Feed)

การวิเคราะห์อาหารสัตว์แบบประมาณ เป็นการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารเบื้องต้นที่ใช้ในการอธิบายล้วนประกอบทางเคมีของอาหารสัตว์ ผู้คิดค้นเป็นคนแรกคือ Heneburg และ Stohmann เป็นชาวเยอรมัน ในปี ค.ศ.1865 ได้ทำการทดลองวิเคราะห์แบบ-ประมาณที่สถานีทดลอง Weende Experiment Station ในประเทศเยอรมันนีนักวิทยาศาสตร์ทั้งสองได้วางหลักเกณฑ์การวิเคราะห์แบบนี้ไว้ เรียกว่า Weende Analysis หรือ Proximate Analysis

การวิเคราะห์อาหารสัตว์แบบประมาณ แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 6 ชนิด คือ

วิเคราะห์ความชื้น (Moisture)

วิเคราะห์โปรตีน (Crude protein)

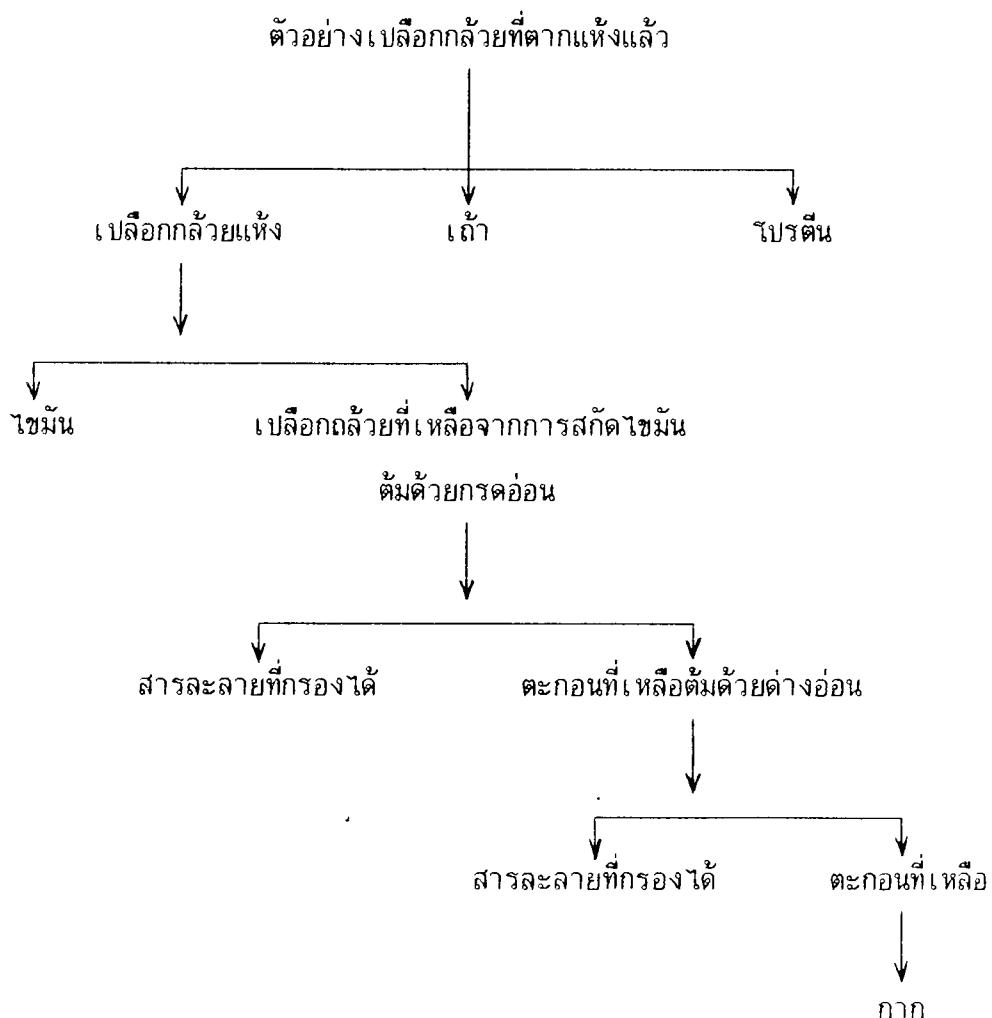
วิเคราะห์ไขมัน (Ether extract)

วิเคราะห์纖維 (Crude fiber)

วิเคราะห์เถ้า (Ash)

วิเคราะห์ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก (Nitrogen free extract)

การวิเคราะห์ทั้ง 6 ชนิดสามารถเขียนเป็นแผนผังได้ดังนี้



ความสำคัญในการวิเคราะห์แบบประมาณ

การวิเคราะห์แบบประมาณเป็นพื้นฐานในการอธิบายล้วนประกอบทางเคมีของอาหารในตารางแสดงคุณค่าทางอาหาร ถ้ามีการปรับระดับความชื้นในอาหารให้พอเหมาะสม ล้วนประกอบทางเคมีต่าง ๆ ก็จะเป็นพื้นฐานในการกำหนดราคาก็ซื้อขาย การคำนวณสูตรอาหารและการศึกษาในรายละเอียดของโซนและ

3.3 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกลั่วย

จากการวิเคราะห์โดยใช้เปลือกกลั่วยสุกตากแห้งโดยกรมวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบดังนี้

ความชื้น (Moisture)	13.8 %
เก้า (Ash)	11.2 %
สารระเหย (volatile Matter)	60.0 %
Fixed Carbon	15.0 %
กำมะถัน (Sulphur)	0.2 %
Calorific .Value,Cal/g	4394

จากการวิเคราะห์โดยใช้เปลือกกลั่วยดิบที่แก่เต็มที่ตากแห้ง โดยกรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตร มีองค์ประกอบดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการวิเคราะห์เปลือกกล้วยดิบจากกรรมบศุสัตว์

วิเคราะห์หา	ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์
% Moisture	9.00
% Crude Protein	6.58
% Ash	12.22
% NFE	51.61
calcium mg/100 g sample	348.32
phosphorus mg/100 g sample	253.66
% potassium	1.81
% sodium	trace

ในการวิจัยการผลิตอาหารสัตว์ผงจากเปลือกกล้วยจะวิเคราะห์หาอาหารสัตว์แบบปริมาณ ทั้ง 6 ชนิด โดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบ Weende Analysis ดังกล่าวแล้ว และหาค่าแร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีในเปลือกกล้วย เพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการทำอาหารสัตว์ผง เพื่อเลี้ยงสัตว์ทดลอง คือ ไก่ และสุกร โดยใช้สูตรอาหารสัตว์สูตรต่าง ๆ ทดลองเลี้ยง

บทที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 กระบวนการผลิตแบ้งกลั่วยพง

วัตถุคิดที่ใช้ในการผลิตแบ้งกลั่วยพง (Banana Flour) ใช้กลั่ยน้ำว้าดิบที่แก่เต็มที่แต่ยังไม่สุก ลักษณะจะกลมป้อมีเหลี่ยมผลกลั่วย และมีสีเขียว瓦ล ๆ การผลิตแบ่งกลั่วยพงดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้ คือ

ขั้นตอนที่ 1 การคัดเลือกกลั่วย คัดเลือกกลั่ยน้ำว้าดิบที่ได้คุณภาพแก่เต็มที่แล้วไม่สุก ตัดหัวจากหัวกลั่วยแยกเป็นกลุ่ม ๆ คัดเลือกผลที่ไม่ได้คุณภาพตามต้องการออก

ขั้นตอนที่ 2 ทำความสะอาดกลั่วย นำกลั่วยที่เตรียมไว้แล้วไป เช่นน้ำล้างกลั่วยทั้งเปลือกให้สะอาด

ขั้นตอนที่ 3 นำกลั่ยไปลวกเพื่อหาเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตแบ่งกลั่วย การลวกกลั่ยนั้น ลวกทั้งเปลือก โดยแบ่งกลั่ยเพื่อการทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม การทดลองทุก ๆ กลุ่มการทดลองที่ลวกกลั่ยจะแบ่งกลั่ยออกเป็น 5 ส่วน แต่ละส่วนทดลองใช้เวลาลวกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อหาเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตแบ่งกลั่วยดังนี้

การทดลองที่ 1 ลวกที่อุณหภูมิ 55°C เวลาที่ใช้ในการลวกเพื่อเปรียบเทียบโดยการแบ่งกลั่ยเป็น 5 ส่วน แต่ละส่วนลวกเป็นเวลา 1, 3, 5, 10, 15 นาที ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 ลวกที่อุณหภูมิ 60°C เวลาเปรียบเทียบ 1, 3, 5, 10, 15 นาที ตามลำดับ

การทดลองที่ 3 ลวกที่อุณหภูมิ 65°C เวลาเปรียบเทียบ 1, 3, 5, 10, 15 นาที ตามลำดับ

การทดลองที่ 4 ลวกที่อุณหภูมิ 70°C เวลาเปรียบเทียบ 1, 3, 5, 10, 15 นาที ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 4 การแข็งน้ำ นำกล้ายที่ลวกที่อุณหภูมิต่าง ๆ ในเตาอบการทดลองไปแข็งน้ำเย็น (แยกการทดลองทุก ๆ การทดลองออกจากกัน)

ขั้นตอนที่ 5 การบอกเบลือกล้ายและการหั่นกล้าย ใช้มีดสเตนเลสบอกเบลือกล้าย แล้วแข็งในสารละลายกรดซิตริก (Citric Acid) เพิ่มขึ้น 0.5 % เวลา 20 นาที แล้วนำไปหั่นเป็นชิ้นขนาด 0.5 เซนติเมตร (การหั่นทดลองแบ่งเป็น 3 แบบ คือ หั่นตามยาว หั่นเฉียง และหั่นตามยาวผล) จัดเรียงบนตะแกรงห่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 6 การอบหรือตากให้แห้ง นำกล้ายที่เรียงบนตะแกรงเข้าเตาอบให้กล้ายแห้ง หรือใช้วิธีตากแดดธรรมชาติหรืออบด้วยเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ จนแห้ง

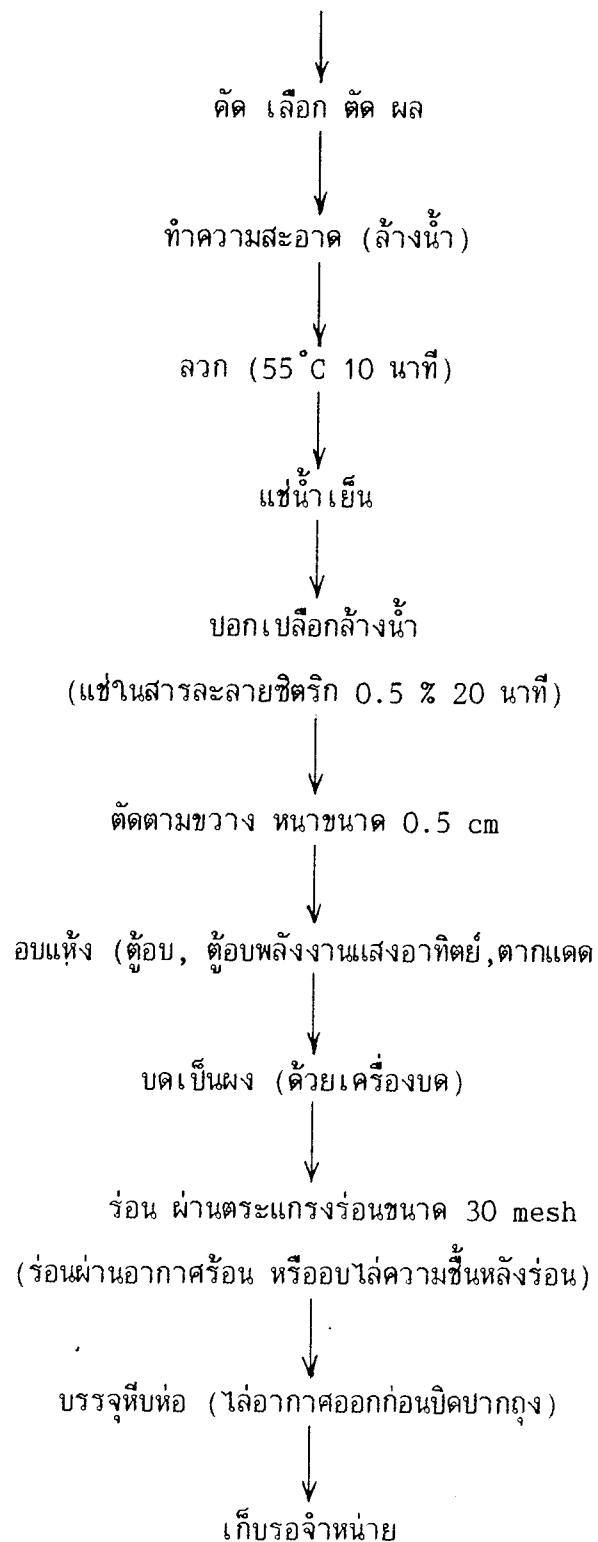
ขั้นตอนที่ 7 การบดและการร่อนแป้งกล้าย นำกล้ายที่อบแห้งมาบดด้วยเครื่องบดในการทดลองใช้เครื่องบดอาหารทดลองเบรียบเทียบกับการบดด้วยเครื่องบดยาสมุนไพรที่ใช้ตามร้านผลิตยาแผนโบราณ บดจนละเอียดเป็นผงแป้ง แล้วนำไปร่อนด้วยตะแกรงขนาด 30 mesh ส่วนที่ผ่านตะแกรงร่อนเก็บไว้ ส่วนที่เหลืออยู่ในตะแกรงนำไปบดให้ละเอียดอีกครั้งหนึ่งแล้วนำมาร่อนใหม่ นำแป้งกล้ายลงที่ร่อนได้ป้อนอีกครั้งหนึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิ 55 °C ใช้เวลาประมาณ 20 นาที หรือตากแดดไม่ต่ำกว่า 2 วัน

ขั้นตอนที่ 8 การบรรจุหีบห่อ ใช้ถุงพลาสติก (Polyethylene) บรรจุแล้วปิดปากถุงด้วยลวดความร้อนเพื่อบังกันอากาศภายนอกเข้าไปในถุง

**วิธีสมุดสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม
พิมพ์โดย**

สรุปขั้นตอนการผลิตเบ็งกลั่วยาง ดังต่อไปนี้

กลั่วยิดบีกเกอร์ เท็มที่



ผลการทดลองลักษณะของเนื้อกล้าวย่างก่อนปอกเปลือกที่อุณหภูมิ และเวลาต่างกันแสดงดังตาราง
ต่อไปนี้

ตาราง 4.1 แสดงลักษณะของเนื้อกล้าวย่างลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

อุณหภูมิ (°C)	เวลาที่ (นาที)	ผลการทดลอง					
		ใช้ลวก เบล็อก	สีของ เปลือก	การปอก เปลือก	สีของ เนื้อกล้าย	ลักษณะของ เนื้อกล้าย	ความยากง่าย ในการหั่น
55	1	สีเขียวคล้ำย กล้ำยก่อนลวก	มียาง	สีขาวนวล	เนื้อแข็ง	หั่นเกิดยาง	
	3	"	"	"	"	"	ติดมีด
	5	"	"	"	"	"	
	10	สีเขียว บอกเบล็อก	ไม่มียาง	"	"	หั่นง่าย	ไม่ติดมีด
60	15	สีคล้ำลง เล็กน้อย	"	"	"	"	
	1	สีเขียวคล้ำย กล้ำยก่อนลวก	มียาง	สีขาวนวล	เนื้อแข็ง	หั่นเกิดยาง	
	3	"	"	"	"	"	ติดมีด
	5	สีคล้ำลง เล็กน้อย	เนื้อติด	สีขาว	"	หั่นง่าย เนื้อ	กล้ำยติดมีด
65	10	สีคล้ำ '	"	"	เนื้อแข็ง	"	เล็กน้อย
	15	"	"	"	เล็กน้อย	"	เป็นเจล
	20	"	"	"	เจล	"	เล็กน้อย
	25	"	"	"	เหลว	"	

ตาราง (ต่อ)

อุณหภูมิ (°C)	เวลาที่ (นาที)	ผลการทดลอง					
		ใช้ลวก	สีของ เปลือก	การบอก เปลือก	สีของ เนื้อกล้าย	ลักษณะของ เนื้อกล้าย	ความยากง่าย ในการหั่น
65	1	สีเขียวคล้ำย กล้ายก่อนลวก	มียางติด	สีขาว	เนื้อแข็ง	หั่นเกิดยาง	
			เปลือก			ติดมีด	
	3	สีเขียว	"	"	"	เล็กน้อย	
	5	สีเขียวคล้ำ	เนื้อติดมีด	สีขาว	เนื้อแข็ง	ติดมีดที่ใช้หั่น	
		เวลาปลอก	คล้ำลง	เล็กน้อย			
10		สีคล้ำลง	"	"	เป็นเจล	"	
					เล็กน้อย		
	15	"	"	"	เป็นเจล	"	
70	1	สีเขียว	มียาง	สีขาว	เนื้อแข็ง	ติดมีดที่ใช้หั่น	
			เล็กน้อย				
	3	สีคล้ำลง	"	สีขาว	เนื้อแข็ง	"	
				คล้ำ	เล็กน้อย		
	5	"	"	"	เนื้ออ่อน	"	
10		สีคล้ำ	บอกง่าย	สีคล้ำ	"	"	
		มาก					
15	"	"	"	"	"	"	

ตาราง 4.2 แสดงผลผลิตเบ็งกลั้วยผงที่ได้จากการลวกกลั้วยที่อุณหภูมิ 55–70 °C เวลาต่างกัน

อุณหภูมิ (°C)	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของกลั้วย	น้ำหนักของกลั้วย	น้ำหนัก	% yield ¹	% yield ²
		ตัวก (g/ผล)	หลังลวกปอก ² (เบล็อกแล้ว g/ผล)	ของเบ็ง (g/ผล)	%	%
55	1	91.74	64.78	15.70	17.11	24.20
	3	91.83	64.92	15.86	17.27	24.43
	5	91.95	65.05	16.27	17.69	25.01
	10	92.41	65.78	16.49	17.84	25.07
	15	91.14	64.26	15.76	17.29	24.53
60	1	91.68	64.76	15.90	17.34	24.56
	3	91.53	64.26	16.11	17.60	24.91
	5	91.48	64.59	16.18	17.69	25.05
	10	92.66	65.81	16.24	17.53	24.68
	15	90.40	63.52	15.35	17.98	24.17
65	1	91.94	65.02	15.88	17.27	24.42
	3	91.70	64.84	15.85	17.28	24.44
	5	90.64	63.74	15.59	17.20	24.46
	10	88.01	61.09	14.75	16.67	24.14
	15	91.69	64.78	15.43	16.83	23.93
70	1	91.84	64.91	15.81	17.21	24.36
	3	91.76	64.86	15.73	17.14	24.25
	5	92.04	65.16	15.77	17.13	24.20
	10	91.44	64.53	15.29	16.72	23.69
	15	89.09	62.18	14.39	16.15	23.14

จากตาราง 4.1 และ 4.2 สรุปได้ว่า การลวกที่อุณหภูมิ 55°C เวลาที่ใช้ 10 นาที เป็นอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการลวกกลัวยก่อนจะบอกเบล็อก จะทำให้เวลาบอกเบล็อกไม่มียางเห็นได้ติดมือ เนื้อกลัวยไม่ติดเบล็อกกลัวย สีของเนื้อกลัวยมีสีขาว (ใช้มีดสแตนเลสบอกเบล็อกกลัวย) และ เมื่อผลิตเป็นแบงกลัวยพงแล้วจะได้ผลผลิตมากที่สุดคือ 25.07 %

4.1.1 การผลิตแบงกลัวยแบบวิธีเบี้ยก

1. นำกลัวยดินม้าล้างน้ำให้สะอาด แล้วนำมานอกเบล็อก
2. นำกลัวยที่บอกเบล็อกแล้วนำไปแข่นสารละลายกรดชิตริกเข้มข้น 0.5 % เวลา 20 นาที แล้วนำมารีบบ์ให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบัน ใช้น้ำสะอาดเป็นตัวกำลัลวย
3. นำกลัวยที่บันแล้วใส่ภาชนะเก็บในห้องเย็นทิ้งไว้ 1 คืน
4. รินของเหลวใส่ถ้วยส่วนบนทิ้ง นำส่วนของเหลวที่ตกตะกอนมาล้วน้ำแล้วนำออกโดยใช้ข้องหนัก ๆ ทับ แล้วนำไปผิงเผ็ดให้แห้ง
5. นำแบงที่แห้งแล้วมาบันให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบัน

การทำแบงกลัวยด้วยวิธีเบี้ยกนี้ แบงกลัวยที่ได้จะมีสีล้ำไบทางน้ำตาล คุณภาพสูงแบบแรกไม่ได้ กรรมวิธีในการผลิตเสียเวลา ไม่เหมาะสมในการผลิตเป็นปริมาณ ๆ แบบอุตสาหกรรม

4.2 การทดลองเบรียบที่ระยะเวลาในการอบกลัวยแห้ง

ในการอบกลัวยให้แห้งก่อนนำไปทำแบงกลัวยพง ได้ทดลองเบรียบที่ 4 วิธี คือ

1. ตากแดดธรรมชาติ นำกลัวยดินลวกแล้วหันตามขวางขนาด 0.5 เซนติเมตร นำไปตากแดดจนแห้ง (น้ำหนักคงที่) ในวันที่อากาศดีเดocl จัดใช้เวลาประมาณ 10 ชั่วโมง
2. การอบโดยใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบธรรมด้า ไม่มีพลังงานเสริมใช้เวลาในการอบประมาณ 8 ชั่วโมง (ข้อ 1 และข้อ 2 ทดลองพร้อมกัน)

3. อบในเครื่องอบแบบหมุนเวียนความชื้น (Solar Simulator) เพื่อศึกษา Parameter ที่เหมาะสมในการอบคือ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลมที่เหมาะสมในการอบ โดยใช้กลั่วยในข้อ 1 นำมาอย จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 55°C ใช้ความเร็วในการหมุน慢อ เตอร์ให้เกิดความเร็วลม 8 วัตดความเร็วลมเท่ากับ 0.4 เมตรต่อวินาที พบร้าระยะเวลาในการอบแห้งจนน้ำหนักกลั่วยคงที่ใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง ตั้งนั้นจึงใช้ เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้แก๊สเป็นพลังงานเสริม ควบคุมอุณหภูมิ 55°C ควบคุมความเร็วลมเท่ากับ 0.4 เมตรต่อวินาที ใช้เวลาในการอบประมาณ 6 ชั่วโมง ช่วงในการอบแบบนี้ เหมาะสมสำหรับการอบในปริมาณมาก ๆ ในอุตสาหกรรม

4. อบในตู้อบธรรมชาติที่อุณหภูมิ 55°C อบจนแห้งจนน้ำหนักคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงใช้เวลาในการอบรวมประมาณ 20 ชั่วโมง

ตั้งนั้นการอบกลั่วยให้แห้งจึงใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้พลังงาน เสริม

ตารางที่ 4.3 แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการอบรากลั่วยด้วยวิธีต่างกัน

วิธีอบแห้ง	เวลาที่ใช้ในการอบราก
ตากแดดธรรมชาติ	10 ชั่วโมง
เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ (แบบธรรมชาติไม่ใช้พลังงานเสริม)	8 ชั่วโมง
เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ (แบบใช้พลังงานเสริม) ที่ 55°C	6 ชั่วโมง
ตู้อบธรรมชาติที่ 55°C	20 ชั่วโมง

4.3 ต้นทุนการผลิตเบี้งกลั่วยผง

1. กลั่ยน้ำว้าดิบ ราคาเฉลี่ยหัวละ = 4.36 บาท

กลั่ย 1 หัว น้ำหนักเฉลี่ย 0.976 ก.ก. ทำเบี้งกลั่วยผง = 0.245 ก.ก.

คิดเป็นร้อยละ 25.10

ต้นทุนการผลิตเบี้งกลั่วยผง (คิดเฉพาะวัตถุดิบ) = 17.79 บาท/ก.ก.

2. ค่าจ้างแรงงานในการผลิต

- ค่าจ้างปลอกกลั่ย = 0.24 บาท/ก.ก.

- ค่าจ้างตากกลั่ย = 0.12 บาท/ก.ก.

- ค่าจ้างทำเบี้งกลั่วยผง = 0.46 บาท/ก.ก.

รวมค่าจ้างทำเบี้งกลั่วยผง = 0.82 บาท/ก.ก.

3. ต้นทุนอื่น ๆ

- ค่าพลังงาน 0.12 บาท/ก.ก.

- ค่าเสื่อมราคาเครื่องมือต่าง ๆ 0.10 บาท/ก.ก.

- ค่าเสียโอกาสอื่น ๆ เช่น เงินลงทุน เครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ 0.16

รวมราคาต้นทุโนื่น ๆ = 0.38 บาท/ก.ก.

รวมต้นทุนทั้งสิ้น 17.79 + 0.82 + 0.38

= 18.99 บาท/ก.ก.

ดังนั้นต้นทุนการผลิตเบี้งกลั่วยผงกิโลกรัมละ 18.99 บาท

4.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของเบี้งกลั่วยผง

ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีจะวิเคราะห์หาปริมาณของความชื้น เยื่อย และน้ำตาล กรด เถ้า ไขมัน โปรตีน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเบี้งกลั่วย การวิเคราะห์คุณภาพของค์ประกอบทางเคมีโดยใช้หลักการของ AOAC ดังนี้

- การหาปริมาณความชื้น หาโดยวิธีการอบแห้ง (Drying Method)

- การหาปริมาณน้ำตาล โดยหาปริมาณน้ำตาลรีดิวช์ (Reducing Sugar) น้ำตาลซูโครัส (Sucrose) และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total Sugar) โดยวิธีของ Lane & Eynon

- การหาปริมาณเยื่อไย (Crude Fibre) วิธีวิเคราะห์จาก "The Fertilizers and Feeding Stuffs Regulation 1976 (SI NO 840)

- การหาปริมาณเถ้า หาปริมาณเถ้าทั้งหมด (Total Ash)

- การหาปริมาณกรดโดยการวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมด (Total Titratable Acidity)

- การหาปริมาณไขมันโดยวิธี Direct Extraction Method

- การหาปริมาณโปรตีน โดยวิธี Semi-Micro Kjeldahl Distillation

- การหาเบ่งโดยวิธี Colourimetric Method

- การศึกษาการเปลี่ยนสีและกลิ่นเมื่อนของเบ่งกล้ายอง เมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้อง เปรียบเทียบที่อุณหภูมิ 10°C โดยการใช้สารเคมีต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นต่างกันดังนี้

1. สารละลาย Sodium Metabisulphite ความเข้มข้น 1000 ppm

และ 2000 ppm

2. สารละลาย Ascorbic Acid เข้มข้น 1000 ppm

3. สารละลาย Citric Acid เข้มข้น 1000 ppm

4. สารละลาย Benzoic Acid เข้มข้น 1000 ppm

5. สารละลาย Sodium Metabisulphite เข้มข้น 1000 ppm และ Ascorbic Acid เข้มข้น 1000 ppm

6. สารละลาย Sodium Metabisulphite เข้มข้น 1000 ppm และ Citric Acid เข้มข้น 1000 ppm

4.4.1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ใช้วิธีการอบแห้ง โดยใช้ตู้อบวิธีกดลง

1. อบ Procelain Dish ในตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C 20-30 นาที ทำให้เย็น

ใน Disicator แล้วซึ่งหน้าหนัก Procelain Dish จะได้หน้าหนักที่แน่นอน (น้ำหนักคงที่)

2. ชั่งเบ้งกล้าย และกล้ายดิบให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ประมาณ 5 กรัม นำส่วนที่ผ่านการอบและทราบน้ำหนักเหลือ

3. นำไปอบในตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิได้แน่นอนที่อุณหภูมิ 100°C นานประมาณ 3 ชั่วโมง นำออกจากเตาอบปล่อยให้เย็นใน Desiccator ชั่งหน้าหนัก นำไปอบซ้ำหลาย ๆ ครั้งจนได้หน้าหนักคงที่ น้ำหนักของกล้ายที่มีสารตัวอย่างอยู่ต้องไม่แตกต่างกันเกิน 0.05 กรัม

4. คำนวณหน้าหนักของสารที่หายไป และคำนวณหาเบอร์เชิงต่อความชื้นได้ดังนี้

$$\text{เบอร์เชิงต่อความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้}} \times 100$$

หมายเหตุ การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในสารตัวอย่างทำในสภาวะการทดลองเดียวกัน ผลการทดลอง สรุปดังตาราง 4.4 และ 4.5

ตาราง 4.4 แสดงน้ำหนักกล้ายดิบที่ใช้หาความชื้น

จำนวนครั้ง ที่ทดลอง	น้ำหนักก่อนอบ (g)		น้ำหนักหลังอบ (g)		น้ำหนักที่ หายไป (g)
	porelain dish	กล้ายดิบ	porelain dish+กล้ายดิบ	นน.กล้ายดิบ (g)	
1	55.8398	4.4210	58.7819	2.9421	1.4789
2	55.8409	4.4300	58.6095	2.7686	1.6614
3	55.8294	4.4330	58.6360	2.8066	1.6264
4	55.8194	4.4226	58.6595	2.8401	1.5865
5	55.7900	4.4360	58.6042	2.8142	1.6158
6	55.8459	4.4400	58.8329	2.9870	1.4530
7	55.8372	4.4315	58.7132	2.8760	1.5555
8	55.8440	4.4237	58.5892	2.7452	1.6785
9	55.8555	4.4310	58.7586	2.9031	1.5279
10	55.8649	4.4112	58.5730	2.7081	1.7031
เฉลี่ย	55.8367	4.4280	58.6758	2.8391	1.5889

ตาราง 4.5 แสดงน้ำหนักเบ้งกลัวยังคงที่ใช้หาความชื้น

จำนวนครั้ง ที่ทดลอง	น้ำหนักก่อนอบ (g)		น้ำหนักหลังอบ (g)		น้ำหนักที่ หายไป (g)
	poreelain dish	เบ้ง ^{กลัวย}	poreelain dish+เบ้งกลัวย	เบ้งกลัวย	
1	55.8414	3.7902	59.4604	3.6190	0.1712
2	55.8409	3.8419	59.5034	3.6625	0.1794
3	55.8412	3.8510	59.5077	3.6665	0.1845
4	55.8420	3.8156	59.4792	3.6372	0.1784
5	55.8417	3.8410	59.5031	3.6614	0.1796
6	55.8407	3.8426	59.4969	3.6562	0.1864
7	55.8411	3.7800	59.4505	3.6094	0.1706
8	55.8416	3.8521	59.5120	3.6704	0.1817
9	55.8403	35.8517	59.5075	3.6672	0.1845
10	55.8411	3.9539	59.6109	3.7698	0.1841
เฉลี่ย	55.8412	3.8420	59.5031	3.66196	0.18004

การคำนวณหาปริมาณความชื้นในกลัวยดิบ

$$\text{เบอร์ เช็นต์ความชื้นหรือสูาระ夷ทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้}} \times 100$$

$$\text{น้ำหนักกลัวยดิบก่อนอบ} - \text{น้ำหนักกลัวยดิบหลังอบ} = \text{น้ำหนักที่หายไป}$$

$$4.4280 - 2.8391 = 1.5889$$

$$\begin{aligned} \% \text{ ความชื้นในกลั่วycin } &= \frac{1.5889}{4.4280} \times 100 \\ &= 35.88 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{การคำนวณหาปริมาณความชื้นในแป้งกลั่วycin} &= \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้}} \times 100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักแป้งกลั่วycin ก่อนอบ} - \text{น้ำหนักแป้งกลั่วycin หลังอบ} &= \text{น้ำหนักที่หายไป} \\ 3.8420 - 3.66196 &= 0.18004 \\ \% \text{ ความชื้นในแป้งกลั่วycin} &= \frac{0.18004}{0.8420} \times 100 \\ &= 4.69 \% \end{aligned}$$

4.4.2 การวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อไข่

สารเคมี

1. บีโตร เลี่ยมอีเทอร์
 2. H_2SO_4 0.1275 นมลาร์ เตรียมได้โดยเจือจากกรดกำมะถันเข้มข้นจำนวน 1.25 g ให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

3. สารละลายโซเดียมไไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.313 นมลาร์ เตรียมโดยซึ้งโซเดียมไไฮดรอกไซด์ 1.25 g สารละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร สารละลายนี้จะต้องปราศจากโซเดียมคาร์บอนเนต

4. สารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตรต่อปริมาตร) เตรียมได้โดยเจือจากกรดเกลือเข้มข้นจำนวน 10 มิลลิลิตร ให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

5. เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตรต่อปริมาตร)

6. ไอโอดีลิอีเทอร์

วิธีทดลอง

1. นำกระดาษกรองชนิด Ashless ไปอบให้แห้ง และซึ้งหน้าหนัก ซึ่งแป้งกลั่ยมา 2.7-3.0 g ใส่ในกระดาษกรอง

2. ห่อเป็นกล้ายด้วยกระดาษกรอง นำไปสกัดเอาไขมันออกโดย บีตเลี่ยม อีเทอร์ ทำข้าบประมาณ 3 ครั้ง กากที่เหลือจากการสกัดปล่อยตั้งทิ้งไว้ให้แห้งท่ออุณหภูมิห้อง

3. นำกากที่แห้งแล้วนำไปใส่ใน Flask ขนาด 1 ลิตร เติมสารละลายกรดกำมะถันให้เติมลงไบประมาณ 30-40 ml. ก่อนเพื่อช่วยให้กากที่แห้งกระจายตัวได้ดี แล้วจึงเติมให้ครบ 200 ml.

4. นำไปต้มให้เดือดภายใน 1 นาที อาจเติมสารป้องกันการเกิดฟอง (anti-foaming agent) เช่น ลูกแก้วเล็ก (glass bead) ปล่อยทิ้งไว้ให้เดือดนาน 30 นาที การต้มต้องทำด้วยความระมัดระวัง ควรใช้เตาที่ควบคุมอุณหภูมิได้ ขณะต้มควรบีบปาก Flask ด้วยกระ江南พิกาและพยายามรักษาปริมาตรของสารละลายไว้ให้คงที่ ถ้าปริมาตรลดลง เติมน้ำร้อนลงไบให้ปริมาตรเท่าเดิม โดยทำเครื่องหมายชี้บ่งระดับของสารละลายไว้ข้าง Flask ด้วย ขณะต้มควรเขย่า Flask เป็นครั้งคราวเพื่อให้ผสมกันได้ทั่วถึง และพาเอาบางส่วนที่ติดอยู่ข้าง Flask ลงมาด้วย

5. เตรียมกรวยกรองชนิดพิเศษ (Harley From of Buchner Funnel) ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่วางกระดาษกรอง, ส่วนล่างของกรวย, และส่วนบนของกรวย ทั้ง 3 ส่วนจะมีพื้นที่ติดกันแน่น ตัดกระดาษกรองให้พอดีกับกรวยโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 54 หรือ 53 ตรวจสอบดูว่ากระดาษกรองสามารถกรองได้ดีโดยสารที่กรองจะไม่ร้าวไหลออกไบ ด้วย ฯ เท่านี้เดีดีล์ลงไนกรวย ปล่อยทิ้งไว้ให้กรวยร้อนแล้วจึงเบิด suction

6. นำ Flask ที่ใส่สารละลายกรดที่ต้มเดือดครบ 30 นาที แล้วปล่อยทิ้งไว้ 1 นาที เทไล์ลงไนกรวย กรองกากทั้งหมดโดยใช้ suction ให้เสร็จภายใน 10 นาที ล้าง กากด้วยน้ำร้อนหลาย ๆ ครั้งจนแน่ใจว่าไม่มีกรดเหลืออยู่ในกาก

7. เทกากที่ล้างแล้วกลับลงไบใน Flask ใบเดิมใช้ Wash Bottle ที่มีสารละลายโซเดียมไอกโรกไซด์ความเข้มข้น 0.313 นมลาร์ จำนวน 200 ml. ล้างกากออก จากกระดาษกรองไอล์ลงใน Flask ให้หมด ต้มให้เดือดภายใน 1 นาที และปล่อยให้เดือดนาน 30 นาที แล้วนำไปกรองผ่านกระดาษกรองโดยใช้ suction เช่นเดียวกับตอนแรก

8. ล้างด้วยน้ำร้อนจนแน่ใจว่าไม่มีต่างอยู่ เทแก๊กที่ล้างแล้วน้ำกลับลงใน Flask ใบเดิม ล้างภาชนะด้วยสารละลายให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันเสียก่อน จึงเติมสารละลายกรดเหลือความเข้มข้น 1 % แล้วล้างด้วยน้ำร้อนอีก จนแน่ใจว่าไม่มีกรดเหลืออยู่

9. หลังจากนั้นนำภาชนะไปล้างด้วยเอธิลแอลกอฮอล์อีก 2 ครั้งแล้วตามด้วยไอลเอธิล อีเทอร์อีก 3 ครั้ง นำภาชนะที่เหลือทั้งหมดใส่ลงบนกระดาษกรองชนิด Ashless ที่ผ่านการอบและทราบน้ำหนักแน่นอน หรือใส่ใน Porcelain Dish ที่ผ่านการอบและทราบน้ำหนักแล้วล้างส่วนที่ติดกระดาษกรองด้วยน้ำร้อนเล็กน้อยนำไประเหยให้แห้งบน Boiling-Water Bath และจึงนำไปอบต่อในตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C จนได้น้ำหนักคงที่ ซึ่งหากน้ำหนักของภาชนะที่เหลือ

10. นำภาชนะมาเผาต่อในเตาเผาให้เป็นเก้าที่อุณหภูมิประมาณ $500 - 550^{\circ}\text{C}$ นาน 3 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นใน Desicator ซึ่งหากน้ำหนักเก้าที่ได้

ผลการทดลอง

ตาราง 4.6 แสดงน้ำหนักเก้าของแบ้งกลัวยังที่ใช้หาเยื่อไข

จำนวนครั้ง ที่ทดลอง	น้ำหนัก (g)				
	แบ้งกลัวย (ผ่านการอบ)	Crucible (ผ่านการอบ)	Crucible + เก้า (ผ่านการอบ)	น้ำหนักแห้ง ของภาชนะ	เก้า
1	10.00	15.9298	16.9178	1.0521	0.9880
2	10.00	15.8476	16.7237	1.0442	0.8761
3	10.00	16.4012	17.1822	1.0328	0.7810
4	10.00	15.8461	16.7273	1.0462	0.8812
5	10.00	16.3328	17.3000	1.0506	0.9672
6	10.00	16.0987	16.9727	1.0411	0.8740
7	10.00	15.9436	16.9236	1.0520	0.9800
8	10.00	16.4007	17.2808	1.0430	0.8801
9	10.00	15.8300	16.6904	1.0382	0.8604
10	10.00	15.9645	16.6875	1.0318	0.7230
เฉลี่ย	10.00	16.0595	16.9406	1.0432	0.8811

การคำนวณหาปริมาณเยื่ออายในแป้งกลัวย

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณเยื่ออายในแป้งกลัวย} &= \text{น้ำหนักแห้งของกาก} - \text{น้ำหนักเปล่า (g)} \\ &= 1.0432 - 0.8811 \quad (\text{g}) \\ &= 0.162 \text{ g} \end{aligned}$$

แป้งกลัวยปริมาณ 10.00 g มีปริมาณเยื่ออาย 0.162 g

$$\begin{aligned} \text{ถ้าแป้งกลัวยปริมาณ 100 g จะมีปริมาณเยื่ออาย} &= \frac{0.162 \times 100}{10} \quad \text{g} \\ &= 1.62 \% \end{aligned}$$

โดยการทดลองในทำนองเดียวกันหาปริมาณเยื่ออายในกลัวยดิบ = 1.54 %

4.4.3 การหาปริมาณน้ำตาลโดยวิธีของ Lane & Eynon

หลักการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลโดยวิธีของ Lane & Eynon เป็นการไตรเตอร์ที่ต้องใช้สารละลายน้ำตาลที่เป็นกลาง และกรองสารละลายผ่านกระดาษกรองจนสารละลายใส และนำไปทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย Fehling reagent (จำนวน 10 ml. หรือ 25 ml. และปริมาณสารละลายน้ำตาลต้องอยู่ในช่วง 15 - 50 ml. เท่านั้น)

สารเคมีที่ใช้

1. Clearing Reagent ชนิดที่ใช้คือ Zinc Ferrocyanide ประกอบด้วยสารละลาย Carrez I & II

- สารละลาย Carrez I เตรียมโดยสารละลาย zincacetate dihydrate 21.9 g ในน้ำกลั่นที่มีกรดอะซิติก (glacial) 3 g ปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml. ด้วยน้ำกลั่นใน Volumetric Flask

- สารละลาย Carrez II เตรียมโดยสารละลายโซบรแทส เชื่อมเพอร์โซไซด์ 100 ml. ใน Volumetric Flask

2. Fehling reagent ประกอบด้วย Fehling Solution No.1 เตรียมโดยละลาย CuSO₄, 5H₂O 69.278 g ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร โดยใช้ Volumetric Flask

Fehling Solution No.2 เตรียมโดยละลายนาโน๊อกลั่น NaOH 100 g และโซเดียมโคบแทรต (NaKC₄O₆, 4H₂O, Rochelle Salt) 348 g ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร โดยใช้ Volumetric Flask

เก็บสารละลายทึ้งสองชนิดในขวดสีชา เมื่อใช้จึงผสมสารละลายทึ้งสองชนิดในปริมาณที่เท่ากัน แล้วใช้ทันที

วิธีทดลอง

1. ซึ่งแบ่งกลั่ยผงมา 15 g เติมน้ำกลั่นพอประมาณให้เนื้อกลั่ยกระจายตัวแล้วจึงเติม clearing agent (สารละลาย Carrez I & II) ลงในอย่างละ 5 ml. เช่นยาให้เข้ากันดี ปรับปริมาตรให้ครบ 500 ml ด้วยน้ำกลั่นใน Volumetric Flask (ดังนี้สารละลายตัวอย่างจะเข้มข้น 3 %) กรองสารละลายตัวอย่างเก็บไว้ใช้เคราะห์หาปริมาณน้ำตาลต่อไป

2. นำสารละลายที่กรองได้ใส่ในบิวเรตขนาด 50 ml แล้ว加ศูนย์ให้หมดนำบิเบตสารละลาย Fehling reagent มา 10 ml นำไปต้มให้เดือดบนเตาคนตลอดเวลา ให้เตรตกับสารละลายน้ำตาลตัวอย่าง จนสีน้ำเงินจางลง หยดสารละลายเมธิลลีนบูลลงไว้ 1 หยด ให้เตรตจนสีพำพายไปหมดเหลือตตะกอนสีล้มแดง จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณ reducing sugar และ sucrose ต่อไป โดยการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย

- หมายเหตุ 1. ถ้าปริมาณสารละลายน้ำตาลที่ใช้อยู่ในช่วง 15-50 ml ต้องทำใหม่อีก 2 ครั้ง เพื่อให้ได้ปริมาตรที่แน่นอน แต่ถ้าปริมาณของสารละลายที่ใช้น้อยกว่า 15 ml ต้องทำให้สารละลายตัวอย่างเจือจางลงแล้วไประตีตใหม่
2. ทำการทดลองเช่นนี้กับกลั่ยดิบโดยซึ่งเนื้อกลั่ยดิบป่น 30 g และทำการทดลองหาปริมาณน้ำตาล D₁, D₂ sucrose Total sugar เมื่อันกับแบ่งกลั่ยผงจะได้สารละลายตัวอย่างเข้มข้น 6 %

การคำนวณหาปริมาณน้ำตาล

ตัวอย่างน้ำตาลที่มีทั้งน้ำตาลซูโครัส น้ำตาลรีดิวชิงส์ วิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลตามหลักของ Lane & Eynon ทั้งก่อแยกและหลังการทำอินเวอร์ชัน นำผลการวิเคราะห์ที่ได้ทั้งสองครั้งไปคำนวณเป็นเบอร์เช็นต์ของน้ำตาลอินเวอร์ต (Invert sugar) ในอาหารตัวอย่างโดยใช้ตาราง Invert Table for 10 ml Fehling's Solution

สูตรการคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{เบอร์เช็นต์น้ำตาลซูโครัส} &= \text{เบอร์เช็นต์ผลต่าง } (D_2 - D_1) \times 0.95 \\ D_1 &= \text{เบอร์เช็นต์ของน้ำตาลอินเวอร์ตก่อนทำการ} \\ &\quad \text{อินเวอร์ชัน} \\ D_2 &= \text{เบอร์เช็นต์ของน้ำตาลอินเวอร์ตหลังทำการ} \\ &\quad \text{อินเวอร์ชัน} \end{aligned}$$

การวิเคราะห์หาน้ำตาล D_2

วิธีทดลอง

- นำสารละลายที่กรองจากการหาน้ำตาล D_1 (แบ่งกล้วยๆ เช้มชัน 3 %) มา 75 ml ในชุดรูปชุมพุ่มน้ำด 250 ml หยด HCl (conc) ลงไป 1-2 หยด นำไปต้มใน waterbath ในน้ำเดือด 10 นาที แล้วเติมน้ำครบ 100 ml (สารละลายแบ่งกล้วย เช้มชันลดลงเหลือ 2.25 %)

- นำสารละลายที่เตรียมได้ไปทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิห้องโดยจุ่มในน้ำเย็น แล้วนำสารละลายใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 ml ค่อยๆ เติม NaOH ลงไประบบเพื่อบรับสารละลายเป็นกลางแล้วนำสารละลายใส่ในบีเรต

- ปีเปต Fehling's reagent มา 10 ml (ใช้อย่างละ 5 ml) ใส่ชุดรูปชุมพุ่มน้ำด 250 ml ใส่แท่ง magnetic bar ลงไประบบคลอดเวลาด้วย magnetic Stirrer ต้มให้เดือดๆ เตรตกับสารละลายน้ำตาลตัวอย่าง จนสีน้ำเงินจางลง หยดสารละลายเมธิลลีนบลูลงไป 1 หยด ใช้ตราชตันสีพ้าจากหายไปหมด เหลือตตะกอนสีส้มแดง จะตัดปริมาณของสารละลายน้ำตาลจากกล้วยที่ใช้ไปทดลองซ้ำ 3 ครั้ง เมล็ดสารละลายน้ำตาลตัวอย่าง

ที่ใช้ทุกครั้ง และทำการทดลองเช่นนี้กับกลัวยดิน จะได้สารละลายน้ำขึ้นคลองเหลือ 4.5 %

ผลการทดลอง

ตาราง 4.7 แสดงปริมาณสารละลายน้ำที่ใช้หน้าตาล D₁, D₂ ในกลัวยดินและแบ่งกลัวยัง

จำนวนครั้ง	ปริมาตรของสารละลายน้ำที่ใช้หน้าตาล D ₁ , D ₂ (ml)		ปริมาตรของสารละลายน้ำที่ใช้หน้าตาล D ₁ , D ₂ (ml)	
	ปริมาณ D ₁	ปริมาณ D ₂	ปริมาณ D ₁	ปริมาณ D ₂
1	20.95	18.75	24.60	23.05
2	20.75	18.85	24.65	23.10
3	20.95	19.05	24.50	23.00
4	20.80	18.90	24.55	23.15
5	20.85	18.95	24.45	23.00
6	20.90	18.85	24.40	22.95
7	20.75	19.10	24.70	22.90
8	20.85	18.95	24.80	23.15
9	20.95	18.90	24.50	23.05
10	20.75	18.70	24.60	23.15
เฉลี่ย	20.85	18.90	24.57	23.05

การคำนวณหาปริมาณน้ำตาลในกลัวยดิบ

1. การหาเบอร์เช็นต์น้ำตาล D₁

จากตารางที่ 4.7 ปริมาณสารละลายน้ำตาลตัวอย่างที่ใช้จากการทดลองเฉลี่ย

20.85 ml

จาก Invert Sugar Table for 10 ml Fehling's Solution

จำนวนสารละลายที่ 20 ml มี Invert sugar = 256.50 ไมโครกรัม

จำนวนสารละลายที่ 21 ml มี Invert sugar = 242.90 ไมโครกรัม

ช่วงห่าง 1 ช่วง จากตารางห่างกัน 13.6 ไมโครกรัม

ช่วงห่าง 0.85 ช่วง จากตารางห่างกัน $0.85 \times 13.6 = 11.56$ ไมโครกรัม

ที่ 20.85 ml มีปริมาณ Invert sugar $256.50 - 11.56 = 244.94$ ไมโครกรัม

สารละลายน้ำตาลเข้มข้น 6 % มี Invert sugar = 244.94 ไมโครกรัม

สารละลายเข้มข้น 100 % มี Invert sugar = $\frac{244.94 \times 100}{6 \times 1000}$

$$D_1 = 4.08 \%$$

2. การหาเบอร์เช็นต์น้ำตาล D₂

จากตารางที่ 4.7 ปริมาณสารละลายน้ำตาลตัวอย่างที่ใช้จากการทดลองเฉลี่ย

18.90 ml

จาก Invert Sugar Table for 10 ml Fehling's Solution

จำนวนสารละลายที่ 18 ml มี Invert sugar = 282 ไมโครกรัม

จำนวนสารละลายที่ 19 ml มี Invert sugar = 267 ไมโครกรัม

ช่วงห่าง 1 ช่วง จากตารางห่างกัน 15 ไมโครกรัม

ช่วงห่าง 0.90 ช่วง จากตารางห่างกัน $15 \times 0.90 = 13.50$ ไมโครกรัม

ที่ 18.90 ml มีปริมาณ Invert sugar $282 - 13.50 = 268.50$ ไมโครกรัม

สารละลายน้ำตาลเข้มข้น 4.50 % มี Invert sugar = 268.50 ไมโครกรัม

สารละลายน้ำตาลเข้มข้น 100 % มี Invert sugar = $\frac{268.50 \times 100}{4.50 \times 1000}$

$$D_2 = 5.97 \%$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ ปริมาณ sucrose} &= (D_2 - D_1) \times 0.95 \\
 &= (5.97 - 4.08) \times 0.95 \\
 &= 1.79 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4. \text{ Total sugar} &= \text{sucrose} + D_1 \\
 &= 1.795 + 4.08 \\
 &= 5.88 \%
 \end{aligned}$$

การหาปริมาณน้ำตาลในเบื้องหลังผง

1. การหาเบอร์เซ็นต์น้ำตาล D_1

จากตารางที่ 4.7 ปริมาณสารละลายน้ำตาลตัวอย่างที่ใช้จากการทดลองเฉลี่ย

24.57 ml

จาก Invert Sugar Table for 10 ml Fehling's Solution

จำนวนสารละลายที่ 24 ml มี Invert sugar = 213.30 มิลลิกรัม

จำนวนสารละลายที่ 25 ml มี Invert sugar = 204.80 มิลลิกรัม

ช่วงห่าง 1 ช่วง จากตารางห่างกัน 8.50 มิลลิกรัม

ช่วงห่าง 0.575 จากตารางห่างกัน 8.50 x 0.575 = 4.8875 มิลลิกรัม

ที่ 24.57 ml มีปริมาณ Invert sugar = 213.30 - 4.8875

= 208.4125 มิลลิกรัม

สารละลายน้ำตาลเข้มข้น 3 % มี Invert sugar = 208.4125 มิลลิกรัม

สารละลายน้ำตาลเข้มข้น 100 % มี Invert sugar = $\frac{208.4125 \times 100}{3 \times 1000}$

D_1 = 6.95 %

2. การหาเบอร์เซนต์น้ำตาล D₂

จากตาราง 4.7 ปริมาณสารละลายน้ำตาลตัวอย่างที่ใช้จากการทดลอง
เฉลี่ย 23.05 ml

จาก Invert Sugar Table for 10 ml Fehling's Solution

จำนวนสารละลายที่ 23 ml มี Invert sugar = 222.20 ไมโครกรัม

จำนวนสารละลายที่ 24 ml มี Invert sugar = 213.30 ไมโครกรัม

ช่วงห่าง 1 ช่วง จากตารางห่างกัน 8.90 ไมโครกรัม

ช่วงห่าง 0.05 จากตารางห่างกัน 8.90 x 0.05 = 0.445 ไมโครกรัม

ที่ 23.05 ml มีปริมาณ Invert sugar = 222.2 - 0.445

= 221.755 ไมโครกรัม

สารละลายน้ำตาลเข้มข้น 2.25 % มี Invert sugar = 221.755 ไมโครกรัม

สารละลายน้ำตาลเข้มข้น 100 % มี Invert sugar = $\frac{221.755 \times 100}{2.25 \times 1000}$
= 9.85 %

ปริมาณ reducing sugar (D₂) = 9.85 %

3. ปริมาณ sucrose = (D₂-D₁)x0.95

= (9.85-6.95)x0.95

= 2.75 %

4. ปริมาณ Total sugar = sucrose + D₁

= 2.75 + 6.95

= 9.70 %

จากการคำนวณสามารถสรุปผลการวิเคราะห์การหาปริมาณ reducing sugar และ total sugar ไว้ในตารางที่ 4.8

ตาราง 4.8 แสดงปริมาณน้ำตาลของกลั่วยดิบและเบี้งกลั่วยผง

ปริมาณ	กลั่วยดิบ (%)	เบี้งกลั่วยผง (%)
Reducing Sugar	5.97	9.85
Sucrose	1.79	2.75
Total Sugar	5.88	9.70

4.4.4 การวิเคราะห์หาปริมาณกรด หาปริมาณกรดทั้งหมด (Total Titratable Acidity) โดยวิธีการดังนี้

วิธีการทดลอง

- นำอาหารตัวอย่างมาประมาณ 2 g ปั่นด้วยเครื่องปั่นอาหารให้ละเอียด เตมหน้ากลั่นลงไปเพื่อให้อาหารตัวอย่างกระจายตัว นำสารที่เตรียมได้มาหยดพื้นอพทาลีนลงไป 2-3 หยด
- นำสารละลายนึ่งข้อ 1 นำไปตれてตกับสารละลายน้ำตรฐาน 0.1 N NaOH จนถึงจุดยุติ สารละลายน้ำตรฐานที่เป็นสีชมพู ทำการทดลองซ้ำ หากค่า NaOH ที่ใช้เฉลี่ยแล้วนำไปคำนวณหาเบอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด

หมายเหตุ อาหารตัวอย่างที่ใช้ คือ กลั่วยดิบ และเบี้งกลั่วยผง การหาปริมาณกรดจึงเทียบกับกรดออกซิลิก

ผลการทดลองแสดงดังตาราง

ตาราง 4.9 แสดงปริมาณ NaOH ที่ใช้ในการไฟเกรต

จำนวนครั้ง ที่ทดลอง	ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ไฟเกรตกับสารละลายน้ำยดิน (ml)	ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ไฟเกรตกับสารละลายเบ็งกลัวย (ml)
1	17.25	20.25
2	16.95	20.20
3	16.95	20.30
4	17.00	20.40
5	17.05	20.10
6	17.20	20.25
7	16.90	20.15
8	16.85	20.35
9	17.15	20.30
10	17.40	20.00
เฉลี่ย	17.07	20.23

การคำนวณ

1. การคำนวณหาปริมาณกรดในกลัวยดิน

จากตาราง 4.9 ปริมาณกลัวยที่ใช้ 2.0 g ทำปฏิกิริยาพอดีกับ NaOH 0.1 N 17.07 ml (ค่าเฉลี่ย) แต่ NaOH 0.1 N ทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดออกชาลิก (Oxalic Acid, $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0.006 g (Harold Egan and Other, 1981: 570)

$$0.1 \text{ N NaOH } 1 \text{ ml \text{ ทำปฏิกิริยาพอดีกับ Oxalic Acid } = 0.006 \text{ g}$$

$$0.1 \text{ N NaOH } 17.07 \text{ ml ทำปฏิกิริยาพอดีกับ Oxalic Acid} = \frac{0.006 \times 17.07}{1} \\ = 0.102 \text{ g}$$

$$\text{ปริมาณกลัวย } 2 \text{ g ทำปฏิกิริยาพอดีกับ } 0.1 \text{ N NaOH} = 0.102 \text{ g}$$

$$\text{ปริมาณกลัวย } 100 \text{ g ทำปฏิกิริยาพอดีกับ } 0.1 \text{ N NaOH} = \frac{0.102 \times 100}{2} \\ = 5.12 \%$$

2. การคำนวณหาปริมาณกรดในเบ็งกลัวยผง

จากตาราง 4.9 ปริมาณกลัวยที่ใช้ 2.0 g ทำปฏิกิริยาพอดีกับ NaOH 0.1 N 20.23 ml (ค่าเฉลี่ย แต่ NaOH 0.1 N ทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดออกซอลิก 0.006 g (Harold Egan and Other, 1981: 570)

$$0.1 \text{ N NaOH } 1 \text{ ml ทำปฏิกิริยาพอดีกับ Oxalic acid} = 0.006 \text{ g}$$

$$0.1 \text{ N NaOH } 20.23 \text{ ml ทำปฏิกิริยาพอดีกับ Oxalic acid} = \frac{0.006 \times 20.23}{1} \\ = 0.12 \text{ g}$$

$$\text{ปริมาณเบ็งกลัวย } 2 \text{ g ทำปฏิกิริยาพอดีกับ } 0.1 \text{ N NaOH} = 0.12 \text{ g}$$

$$\text{ปริมาณเบ็งกลัวย } 100 \text{ g ทำปฏิกิริยาพอดีกับ } 0.1 \text{ N NaOH} = \frac{0.12 \times 100}{2} \\ = 6.07 \%$$

ปริมาณกลัวยติด 5.12 % ในเบ็งกลัวยคือ 6.07 %

4.4.5 การวิเคราะห์ปริมาณเก้า

โดยวิธีการหา เก้าทั้งหมด

เก้าในอาหาร คือ ส่วนของสารอินทรีย์ที่เหลือจากการเผาอาหารที่อุณหภูมิสูงจนกระแทกสารอินทรีย์ถูกเผาไหม้ไปหมด เก้าที่ได้มีส่วนประกอบของแร่ธาตุไม่เหมือนเดิมทุกอย่าง เนื่องจากแร่ธาตุบางอย่างอาจจะระเหยไปในระหว่างเวลาเผา ด้วยของเก้าที่ได้สามารถออกลิ่งคุณภาพของสารตัวอย่างได้ ถ้าค่าของ เก้าสูงกว่าปกติมากถึงว่าอาจมีการบลอมบนสารอื่นเข้ามาในอาหารนั้น เช่น ทราย เป็นต้น

หลักการ

ปริมาณของเก้า (Total Ash) หาได้จากการหักห้ามที่หายไปขณะที่เผาตัวอย่างที่

อุณหภูมิสูงพอที่จะทำให้สารอินทรีย์ถูกเผาไหม้ไปโดยไม่ทำให้เกิดการแตกสลายหรือการสูญเสียอันเกิดมาจากการระเหยของส่วนประกอบของถ้า ความร้อนที่ใช้ในการเผาจะต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งถ้าที่ได้มีสีเสมอกันเป็นสีขาวหรือสีเทา บางที่อาจมีสีแดงหรือสีเขียวและปราศจากจุดดำของคาร์บอนที่เผาไหม้ และปราศจากก้อนหลอมของถ้า

การเผาอาหารตัวอย่างให้เป็นถ้า สามารถใช้วิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้

ก. ถ้าทั้งหมด (Total Ash)

ข. ถ้าที่ละลายน้ำได้ (Water Soluble Ash)

ค. ความเป็นด่างของถ้าที่ละลายน้ำ (alkalinity of the Soluble Ash)

ง. ถ้าที่ไม่ละลายนกรด (Acid-Insoluble Ash)

จ. Sulphated Ash

การวิเคราะห์หาปริมาณถ้าทั้งหมด

สำหรับตัวอย่างอาหารพอกธัญพืช เช่น ข้าวนาเลี้ยง และข้าวโอต การเผาให้สารประกอบอินทรีย์สลายตัวทำได้ยาก ต้องบดตัวอย่างให้ละเอียด และอาจต้องบล่อยให้ถ้าสีดำ ๆ เย็นลง (Cold carbonaceous residue) แล้วหยดน้ำลงในให้ชื้น นำไปค่อย ๆ เผาไหม้ หรืออาจเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นเล็กน้อย เผาที่อุณหภูมิประมาณ 550°C จนกระทั่งได้ถ้าสีขาว นำไปทำให้เย็นใน Desiccator และซึ่งหน้าแห้งถ้า คำนวณหาเบอร์เซนต์ถ้าทั้งหมดในอาหารตัวอย่าง

ข้อควรระวัง คือ ขณะย้ายจานถ้าออกจากเตาไปไว้ใน Desiccator หรือขณะนำไปซึ่งหน้าแห้ง ควรใช้กระดาษพิการปิด เพราะถ้าของอาหารบางชนิดมีน้ำหนักเบา อาจปลิวพุ่งกระจาย

วิธีทดลอง

1. เผาจานเพลตติ้นเม หรือจานกรอบเบื้องซิลิก้ากัมเบน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 ซม.) ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาถ้าในเตาเผา (Muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 500°C นาน 1 ชั่วโมง นำไปไว้ที่เย็นใน desiccator ซึ่งหน้าแห้งของจานเปล่า

2. ชั่งแบ่งกล้วยและกล้วยดินประมาณ 2 g ใส่ลงในจานสำหรับหาถ้า นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500°C ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3. นำออกจากเตาเพาล์อยให้เย็นใน Desiccator ชั่งหนักของเก้า

ผลการทดลอง

ตาราง 4.10 แสดงการหาปริมาณเก้าในกลัวยดิบ

ทดลอง	กลัวยดิบ	จำนวนเดิม	จำนวนเดิม + เก้า	น้ำหนัก (g)	เก้าทั้งหมด
				จำนวนครั้งที่	
1	2.4182	27.6890	27.7621	0.0731	
2	2.2398	28.5070	28.5462	0.0392	
3	1.6840	29.3241	29.3495	0.0254	
4	2.3041	27.7031	27.7373	0.0342	
5	2.3300	28.4500	28.4901	0.0401	
6	1.6052	29.2245	29.2795	0.0550	
7	2.2956	27.4156	27.4540	0.0384	
8	2.0159	28.500	28.5381	0.0381	
9	1.9872	29.2301	29.2913	0.0612	
10	2.2600	29.0236	29.0779	0.0543	
เฉลี่ย	2.1140	28.5067	28.5526	0.0459	

ตาราง 4.11 แสดงตารางหาปริมาณเก้าในแม่ปั้งกลั่วยผง

ทดลอง จำนวนครั้งที่	น้ำหนัก (g)			
	แม่ปั้งกลั่วย	จานแพลตตินั่ม	จานแพลตตินั่ม + เก้า	เก้าทั้งหมด
1	1.5310	27.3480	27.3739	0.0259
2	1.7684	28.0426	28.0789	0.0361
3	1.6329	27.6770	27.7074	0.0304
4	1.7320	27.5431	27.5752	0.0321
5	1.5462	28.2050	28.2342	0.0292
6	1.8230	27.6132	27.6488	0.0356
7	1.6002	28.0967	28.1248	0.0281
8	1.7400	27.3100	27.3446	0.0346
9	1.5322	28.1840	28.2124	0.0284
10	1.5331	26.8724	26.9000	0.0276
เฉลี่ย		27.6892	27.7200	0.0308

การคำนวณหาปริมาณเก้าในกลั่วยดิบ

$$\text{เปอร์เซ็นต์เก้าในกลั่วยดิบ} = \frac{(ก-\chi)}{\chi} \times 100$$

ก. น้ำหนักจานแพลตตินั่ม + น้ำหนักเก้า

ข. น้ำหนักจานแพลตตินั่ม

ค. น้ำหนักของกลั่วยดิบ

$$\text{จะได้ ก.} = 28.5526$$

$$\text{ข.} = 28.5067$$

$$\text{ค.} = 2.1140$$

$$\begin{aligned}\% \text{ เก้าในกล้าย} &= \frac{(28.5526 - 28.5067)}{2.1140} \times 100 \\ &= 2.17 \%\end{aligned}$$

การคำนวณหาปริมาณเก้าในแป้งกล้ายผง

$$\text{เบอร์เซ็นต์เก้าในแป้งกล้าย} = \frac{(ก-ข)}{\text{ค}} \times 100$$

ก. น้ำหนักจำพวกผลติน้ำมัน + น้ำหนักเก้า

ข. น้ำหนักจำพวกผลติน้ำมัน

ค. น้ำหนักของแป้งกล้าย

$$\text{จะได้ ก.} = 27.7200$$

$$\text{ข.} = 27.6892$$

$$\text{ค.} = 1.6441$$

$$\begin{aligned}\% \text{ เก้าในกล้าย} &= \frac{(27.7200 - 27.6892)}{1.6441} \times 100 \\ &= 1.87 \%\end{aligned}$$

4.4.6 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

วิเคราะห์หาปริมาณไขมันโดยวิธี Direct Extraction Method

วิธีทดลอง

1. ซึ่งอาหารตัวอย่างที่บดละเอียด (แป้งกล้าย) 10 g ใส่กระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ห่ออาหารตัวอย่างด้วยกระดาษกรองใส่ลงใน thimble ใน Sample containers สักด้วยตัวทำลายบีโตรเลียมอีเทอร์ ของเครื่องมือสักดับแบบ soxhlet (Soxhlet apparatus).

2. เปิดน้ำเย็นให้ไหลผ่านคอนเดนเซอร์ตลอดเวลา

3. เปิดสวิตช์ให้ความร้อน ใช้เวลาในการสักด 3 ชั่วโมง สังเกตได้จากสารละลายน้ำที่ไหลออกจาก Thimble ถ้าไม่มีสี แสดงว่าอีเทอร์สักด้วยน้ำออกหมดแล้ว

4. ไขมันที่สกัดได้จะอยู่ในบีโตรเลียมอีเทอร์ นำบีโตรเลียมอีเทอร์ไประเหย จะได้คราบไขมันเป็นสีเหลืองติดอยู่ในถ้วยระเหยที่ชั่งน้ำหนักแล้ว นำถ้วยระเหยที่มีไขมันไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C นาน 30 นาที แล้วนำออกอาส์โตรอบแห้ง ปล่อยให้เย็น ชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นภายหลังการสกัด คือ น้ำหนักของไขมัน

ผลการทดลอง

ตาราง 4.12 แสดงการหาปริมาณไขมันในเบ็งกล้าย

ทดลอง	เบ็งกล้าย	ถ้วยระเหย	ถ้วยระเหย+น้ำไขมัน	ปริมาณไขมัน
1	10.00	28.5073	28.5663	0.059
2	10.00	27.7250	27.7890	0.064
3	10.00	26.8452	26.9132	0.068
4	10.00	26.8980	26.9590	0.061
5	10.00	27.7400	27.8030	0.063
6	10.00	27.4350	27.5020	0.067
7	10.00	26.9127	26.9817	0.069
8	10.00	28.7950	28.8600	0.065
9	10.00	28.4600	28.5260	0.066
10	10.00	27.6068	27.6648	0.058
เฉลี่ย	10.00	27.6925	27.7565	0.064

การคำนวณหาปริมาณไขมันในแป้งกล้วย

$$\text{เบอร์เซนต์ไขมันในแป้งกล้วย} = \frac{(ก-\chi)}{\chi} \times 100$$

ก. น้ำหนักถัวระ夷 + น้ำหนักไขมัน

ข. น้ำหนักถัวระ夷

ค. น้ำหนักแป้งกล้วย

ก. = 27.7565

ข. = 27.6925

ค. = 10.00

$$\% \text{ ไขมันในแป้งกล้วย} = \frac{(27.7565 - 27.6925)}{10} \times 100 \\ = 0.64 \%$$

การทดลองในทำนองเดียวกันหาไขมันในกล้วยดิบ = 1.70 %

4.4.7 การวิเคราะห์หาปริมาณแป้ง โดยวิธี Colourimetric Method

หลักการวิเคราะห์หาปริมาณแป้งในแป้งกล้วยผงและกล้วยดิบโดยวิธี

Colourimetric Method นี้ อาศัยสมบัติของแป้งที่ละลายได้ในกรดเบอร์คลอริก (HClO4) ที่มีความเข้มข้นเหมาะสมเมื่อเติมสารไอโอดีนลงไปจะเกิดปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับไอโอดีน จะได้ Starch-Iodine Complex ซึ่งเป็นสารที่มีสีและสามารถนำมารวัดค่าการดูดกลืนแสงแล้วนำไปเทียนหาปริมาณร้อยละของแป้งที่มีอยู่ในสารตั้งต้นได้จากการมาตรฐานได้ในการทดลองนี้จะวิเคราะห์หาปริมาณแป้งที่อยู่ในกล้วยดิบและแป้งกล้วยผง

วิธีทดลอง

1. การแยกแป้งออกจากตัวอย่าง

1.1 ชั่งเนื้อกล้วยที่กำหนดให้ 10 g ใส่เครื่องบด และเติมน้ำ 100 cm³ บดให้ละเอียดนานประมาณ 5 นาที รินของผสมที่เป็น slurry ที่ได้ใส่ในปีกเกอร์ขนาด 250 cm³

1.2 ชั่งของผสม slurry 2 g ใส่ในปีกเกอร์ขนาด 50 cm³ เติมน้ำลงไป 2 cm³ และเติมกรด HClO4 70 % ลงไประทัดหยด จนครบ 2.7 cm³ พร้อมคนด้วย Stirror ตลอดเวลา ตั้งทิ้งไว้ 12 นาที

1.3 รินสารละลายที่ได้ทิ้งหมดใส่ใน volumetric flask ขนาด 50 cm^3 และ Rinse บีกเกอร์ด้วยน้ำ แล้วเติมลงไปอีกจนสารละลายมีปริมาตรครบ 50 cm^3 ตั้งไว้จนสารละลายตกตะกอน

1.4 ดูดสารละลายส่วนที่หลุดร่วงบีบเป็นมา 1 cm^3 ใส่ใน volumetric flask ขนาด 50 cm^3 หยด phenophthalein 1 % 1 หยด เติมสารละลาย NaOH 8 % ลงไปทีละหยด จนสารละลายเริ่มเป็นสีชมพู แสดงว่า NaOH ได้ทำปฏิกิริยาพอดีกับ HClO_4 ให้หยดสารละลายกรด CH_3COOH 11.43 % โดยปริมาตร ลงไปจนสีชมพูหายไป พอดี เติมลงไปอีก 2.5 cm^3 เพื่อทำให้สารละลายเป็นกรด

1.5 เติมสารละลาย KI 10 % จำนวน 0.5 cm^3 และ KIO_3 0.0446 % อีก 5 cm^3 ลงไป สาร KI และ KIO_3 ในสารละลายที่เป็นกรดจะเกิดปฏิกิริยาให้ออกดิน อิสระออกมา ซึ่งสารทำปฏิกิริยากันเป็นต่อไปและได้ starch iodine complex สีน้ำเงิน แกมเขียว ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที แล้วเติมน้ำจนสารละลายมีปริมาตรครบ 50 cm^3

1.6 วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายโดยใช้แสงที่มีความยาวคลื่น 625 nm เมื่อนำไปเทียบหาความเข้มข้นของเบื้องจากกราฟมาตรฐาน Standard Calibration Curve

2. การสร้างกราฟมาตรฐาน

2.1 ชั้งเบื้องบริสุทธิ์ (Pure Potato Starch) จำนวน 0.05 g ใส่ใน บีกเกอร์ขนาด 50 cm^3 เติมน้ำลงไป 4 cm^3 แล้วเติมสารละลายกรด HClO_4 70 % ลงไปทีละหยดจนครบ 2.7 cm^3 คนตลอดเวลาตั้งทิ้งไว้ 10 นาที จึงถ่ายใส่ใน volumetric flask ขนาด 50 cm^3 เติมน้ำจนสารละลายมีปริมาตรครบ 50 cm^3 สารละลายนี้ 1 cm^3 จะมีเนื้อเบื้องอยู่ 1 mg

2.2 นำปีเปตต์ดูดสารละลายเบื้องบริสุทธิ์ 01, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 cm^3 ใส่ใน volumetric flask ขนาด 50 cm^3 หยด phenophthalein 1 % ลงไป 1 หยดทุกคราว เติมสารละลาย NaOH 8 % ลงไป จนสารละลายมีสีชมพู เติม CH_3COOH 11.43 % ลงไปทีละหยดจนสีชมพูหาย เติมลงไปอีก 2.5 cm^3 เขย่าขวดให้สารผสมกัน

2.3 เติม KI 10 % 0.5 cm³ และ KIO₃ 0.0446 % อีก 5 cm³ ในแต่ละขวดแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 cm³

2.4 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 625 nm

2.5 เชียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Absorbance กับค่าความเข้มข้นของสารละลายเบ็งบริสุทธิ์เพื่อใช้เทียบหาความเข้มข้นของสารละลายเบ็ง Unknown ที่ทดลองวิเคราะห์ต่อไป

ผลการทดลองหาปริมาณเบ็งในเบ็งกลั่ย 10 กรัม การทดลองได้ปริมาณเบ็งในเบ็งกลั่ยเฉลี่ย 30.12 % ปริมาณเบ็งในกลั่ยน้ำว้าดิบ 21.50 %

4.4.8 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยวิธี Semi-micro kjeldahl Distillation

หาปริมาณโปรตีนในกลั่ยดิบได้ 2.34 % และโปรตีนในเบ็งกลั่ยได้ 5.17 %

(วิเคราะห์โดย นายวอร์ส รักษาติ อาจารย์ภาควิชาชุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร)

สรุปผลการวิเคราะห์ของค่าประกอบทางเคมีของกลั่ยน้ำว้าดิบ และเบ็งกลั่ยผง ตาราง 4.13 แสดงของค่าประกอบทางเคมีของกลั่ยน้ำว้าดิบและเบ็งกลั่ยผง

องค์ประกอบ	กลั่ยดิบ (%)	เบ็งกลั่ยผง (%)
ความชื้น	35.88	4.09
โปรตีน	2.34	5.17
ไขมัน	1.70	0.64
เยื่อเยี่ย	1.54	1.62
เต้า	2.17	1.87
Reducing Sugar	5.97	9.85
Sucrose	1.80	2.75
Total Sugar	5.88	9.75
กรด*	5.12	6.07
เบ็ง	21.50	30.12

*กรด คำนวณโดยใช้ค่าของ Oxalic Acid

4.4.9 การศึกษาการเปลี่ยนสีของแบงกลั่วยผง

การศึกษาการเปลี่ยนสีและการกลืนเมื่อนของแบงกลั่วยผงโดยการใช้สารเคมีป้องกันการเปลี่ยนสีและการกลืนของแบงกลั่วยผง โดยใช้สารเคมีต่าง ๆ เมื่อเก็บในระยะเวลาต่าง ๆ กัน และเก็บที่อุณหภูมิห้องเทียบกับเก็บที่อุณหภูมิห้องเย็นประมาณ 10°C

อุณหภูมิที่เก็บแบงกลั่วยและการใช้สารเคมีถนอมอาหารเปรียบเทียบกับแบงกลั่วยที่ไม่ได้ใช้สารเคมีถนอมอาหาร

การบรรจุแบงกลั่วยที่ไม่ได้ใช้สารเคมีถนอมอาหารและใช้สารเคมีถนอมอาหารชนิดต่าง ๆ กันและความเข้มข้นของสารเคมีถนอมอาหารที่ต่างกัน โดยแยกเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างกันคือ อุณหภูมิห้องเย็นประมาณ 10°C เปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิห้อง แล้วติดตามสังเกตการเปลี่ยนสีโดยใช้แผ่นเทียบสีของ R.H.S. Colour Chart ตั้งแต่วันที่เริ่มเก็บและสังเกตบันทึกการเปลี่ยนสีทุกลับด้าที่เป็นระยะเวลา 74 ลับด้า การใช้สารเคมีถนอมอาหารโดยการเช็กลั่วยที่หันตามช่องเป็นชั้นขนาด 0.5 เซ็นติเมตร เป็นเวลา 30 นาที สารเคมีที่ใช้มีดังนี้

1. Sodium Metabisulphite เช้มขัน 1,000 ppm
2. Sodium metabisulphite เช้มขัน 2,000 ppm
3. Ascorbic Acid เช้มขัน 1,000 ppm
4. Citric Acid เช้มขัน 1,000 ppm
5. Benzoic Acid เช้มขัน 1,000 ppm
6. Sodium Metabisulphite เช้มขัน 1,000 ppm ผสม Ascorbic Acid เช้มขัน 1,000 ppm
7. Sodium Metabisulphite เช้มขัน 1,000 ppm ผสม Citric Acid เช้มขัน 1,000 ppm

ผลการศึกษาสรุปดังนี้

ตาราง 4.14 แสดงสีแบ่งกลุ่ยพงที่เก็บที่ 10°C เปรียบเทียบเก็บที่อุณหภูมิห้อง

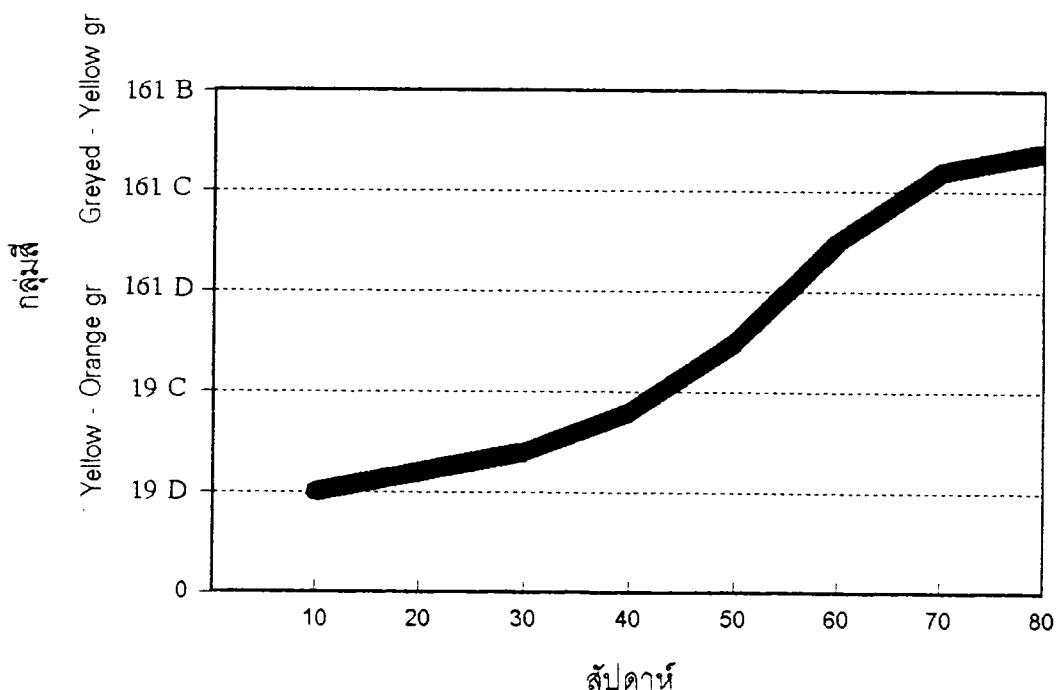
ลับดาห์ที่	สีแบ่งกลุ่ยที่อุณหภูมิ 10°C	สีแบ่งกลุ่ยที่อุณหภูมิห้อง
1 - 5	yellow-orange group 19,D	yellow-orange group 19,D
6 - 10	yellow-orange group 19,D	yellow-orange group 19,D
11 - 15	yellow-orange group 19,D	yellow-orange group 19,D
16 - 20	yellow-orange group 19,D	yellow-orange group 19,D
21 - 25	yellow-orange group 19,D	yellow-orange group 19,D
26 - 30	yellow-orange group 19,C	yellow-orange group 19,C
31 - 35	yellow-orange group 19,C	yellow-orange group 19,C
36 - 40	yellow-orange group 19,C	yellow-orange group 19,C
41 - 45	greyed-yellow group 161,D	greyed-yellow group 161,D
46 - 50	greyed-yellow group 161,D	greyed-yellow group 161,D
51 - 56	greyed-yellow group 161,C	greyed-yellow group 161,C
57 - 62	greyed-yellow group 161,C	greyed-yellow group 161,C
63 - 68	greyed-yellow group 161,B	greyed-yellow group 161,B
69 - 74	greyed-yellow group 161,B	greyed-yellow group 161,B

จากตารางแสดงว่า อุณหภูมิในการเก็บรักษาแบ่งกลุ่ยที่ 10°C และที่อุณหภูมิห้อง สีของแบ่งกลุ่ยในการติดตามการเปลี่ยนสีในช่วงลับดาห์ที่ 1-25 แบ่งกลุ่ยจะมีสีขาวนวล ๆ ค่อนไปทางเหลือง (yellow-orange group 19,D) ลับดาห์ที่ 26-40 สีเหลืองเข้มข้น เหลืองน้อย (yellow-orange group 19,C) แต่ยังมีสีในกลุ่มเดียวกัน เพียงแต่สีเข้มข้น ลับดาห์ที่ 41-47 สีจะค่อนขุน ๆ เป็นเหลืองเข้มข้น สีเหลืองบนเทาอ่อน ๆ (yellow-yellow group 161D-161B) แต่สีจะเข้มข้นเปลี่ยนไปคนละกลุ่มสีกับแบ่งกลุ่ยที่ศึกษาติดตาม การเปลี่ยนสีในลับดาห์ที่ 1-40 แต่สีทั้งสองกลุ่มนี้มีสีใกล้เคียงกันมาก จากการศึกษาติดตาม พบว่า สีของแบ่งกลุ่ยเปลี่ยนเข้มข้นเหลืองน้อยไม่มีผลต่อคุณภาพแบ่งกลุ่ยทางด้านสี

ตาราง 4.15 แสดงสีของเบ้งกล้วยเมื่อใช้สารเคมีถนอมอาหาร

ลักษณะที่	สีเบ้งกล้วยที่อุณหภูมิ 10 °C	สีเบ้งกล้วยที่อุณหภูมิห้อง
1 - 5	yellow-Orange Group 19,D	yellow-Orange Group 19,D
6 - 10	yellow-Orange Group 19,D	yellow-Orange Group 19,D
11 - 15	yellow-Orange Group 19,D	yellow-Orange Group 19,D
16 - 20	yellow-Orange Group 19,D	yellow-Orange Group 19,D
21 - 25	yellow-Orange Group 19,D	yellow-Orange Group 19,D
26 - 30	yellow-orange group 19,C	yellow-orange group 19,C
31 - 35	yellow-orange group 19,C	yellow-orange group 19,C
36 - 40	yellow-orange group 19,C	yellow-orange group 19,C
41 - 45	greyed-yellow group 161,D	greyed-yellow group 161,D
46 - 50	greyed-yellow group 161,D	greyed-yellow group 161,D
51 - 56	greyed-yellow group 161,C	greyed-yellow group 161,C
57 - 62	greyed-yellow group 161,C	greyed-yellow group 161,C
63 - 68	greyed-yellow group 161,B	greyed-yellow group 161,B
69 - 74	greyed-yellow group 161,B	greyed-yellow group 161,B

จากตารางแสดงว่าสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีเบঁงกล้วยมากนัก สีของเบঁงกล้วยเปลี่ยนไปเช่นเดียวกันกับที่ไม่ได้ใช้สารเคมี (ตาราง 4.14) แสดงว่าสารเคมีไม่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของเบঁงกล้วย ดังนั้นจึงไม่ควรใช้สารเคมีในขบวนการผลิตเบঁงกล้วย



รูป 4.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนสีของเบ้งกล้ายผง

4.4.9.1 การศึกษาทางด้านกลิ่นของเบঁงヘমีนาปของเบঁগলায়ংโดยใช้เบঁগলায়ংในข้อ 4.4.9 ชีঁকিষা রেঁওলি বেঁগলায়ং โดยทำการทดลองศึกษาไปพร้อม ๆ กัน ทดลองชิมและคอมเบঁগলায়ংเป็นระยะ ๆ เช่นเดียวกับการติดตามการเปลี่ยนสีพบว่า เบঁগলায়ংจะมีรสชาติหวาน หอมกลิ่นกลায়ংอ่อน ๆ ให้ความรู้สึกอร่อยน่ารับประทาน เมื่อเทียบกับเบঁগোন ๆ เช่น เบঁগসালি বেঁগছাবড় বেঁগলায়ংจะมีกลิ่นรสหอม, รสชาติดีกว่า และเมื่อเก็บไว้นานจนถึงสัปดาห์ที่ 74 จากการชิมไม่ปรากฏว่าจะมีกลิ่นヘমীนาপของเบঁগ โดยน้ำเบঁগলায়ংไปทำ เป็นส่วนผสมของขนมడেনทังกล่าวแล้ว กล้าย และเนื้อบেঁগไม่เกาะติดเป็นก้อน ไม่มีเชื้อรา ไม่มีมอดเบঁগ ทั้งในกรณีของเบঁগলায়ংที่ใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี (ตาราง 4.14 และ 4.15) ในการศึกษาทางด้านคุณภาพทางค้านสีและกลิ่นヘমীนาপของเบঁগলায়ং ตั้งนี้จึงน่าควรใช้สารเคมีดังกล่าวแล้วข้างต้นใน

การผลิตเบี้งกลั่ยผงแต่ละรายการ

4.4.10 การตรวจสอบทางชลชีววิทยาของเบี้งกลั่ย

การตรวจสอบวิเคราะห์ทางด้านชลชีววิทยา ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิทยศาสตร์การแพทย์เขต 9 จังหวัดพิษณุโลก ได้ผลดังนี้

MPN Coliform/กรัม	มากกว่า 1,100
MPN E.Coli/ กรัม	น้อยกว่า 3
จำนวนเยื่อต์/กรัม	460
จำนวนรา/กรัม	60

(นางสาวเสาวนิตย์ บุณพัฒน์ศักดิ์ ผู้วิเคราะห์)

4.5 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของเบล็อกกลั่ยผง

4.5.1 การวิเคราะห์หาความชื้นของเบล็อกกลั่ย

วิธีการทดลอง

- นำ crucible เปล่า ๆ ไปอบที่อุณหภูมิ 103°C จนน้ำหนักคงที่ไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำมาซึ่ง
- ใช้ตัวอย่างอาหารลงใน 2.5024 กรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 103°C ขณะอบต้องเปิดฝา crucible ไว้ อบประมาณ 4 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ ปิดฝา crucible ให้สนิท นำออกจากตู้อบทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นเป็นเวลาอย่างน้อย 45 นาที แล้วซึ่งน้ำหนักอีกครั้ง

ผลการทดลอง

	sample 1	sample 2	sample 3
sample	1.0009	1.0067	1.0001
crucible + sample ก่อนอบ	26.8823	26.6810	26.7743
crucible + sample หลังอบ	26.7922	26.5904	26.6846
crucible	25.8814	25.6743	25.7742
moisture	0.0901	0.0906	0.0897
% moisture	9.0000	9.0023	8.9642

วิธีการคำนวณ

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{\text{ก} - \text{ข}}{\text{ค}} \times 100$$

ก. crucible + sample ก่อนอบ

ข. crucible + sample หลังอบ

ค. น้ำหนัก เปลืออกลัวย

sample 1

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{(26.8823 - 26.7922) \times 100}{1.0009} = 9.0000 \%$$

sample 2

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{(26.6810 - 26.5904) \times 100}{1.0067} = 9.0023 \%$$

sample 3

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{(26.7743 - 26.6846) \times 100}{1.0001} = 8.9642 \%$$

$$\% \text{ ความชื้นเฉลี่ย} = \frac{9.0000+9.0023+8.9642}{3} = 9.9888 \%$$

4.5.2 การวิเคราะห์โปรตีน (crude protein)

โปรตีนเป็นนากชนะหมู่หนึ่ง มีความสำคัญมากในการเลี้ยงสัตว์ การทำงานของสัตว์ การเจริญเติบโตและการสร้างเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของสัตว์และพิชลัwanตั้งอาศัยโปรตีนทั้งล้าน

การทดลอง ใช้วิธีตามแบบ Micro-Kjeldahl Method

สารเคมีและวิธีเตรียม

1. Catalyst mixture

K_2SO_4 20 ส่วน

$Cu_2SO_4 \cdot 5H_2O$; AR 1 ส่วน

2. Screened methyl red indicator

methyl red ; AR 0.2 กรัม

methylene blue ; 0.1 กรัม

ละลายใน ethyl alcohol 96% 100 มิลลิลิตร เก็บในที่เย็นและไม่ถูกแสง

3. Phenolphthalein ; AR

ละลาย phenolphthalein 5 กรัม ใน ethyl alcohol 96 %

400 มิลลิลิตร แล้วละลาย ให้เป็น 500 ด้วยน้ำกลั้น

4. Sodiumhydroxide ความเข้มข้น 45 % NaOH ; lab grade 225

กรัม ใน น้ำกลั้น 500 มิลลิลิตร

5. สารละลายกรดอร์บิค 2 %

6. sulfuric conc 95-96 % ; AR

7. standard solution sulfuric 0.03 N.

8. standard solution Sodiumhydroxide 0.03 N.

9. Glass beads

10. ปฏิกเซี่ยมไไฮಡรเจนพาธาเลท ($C_8H_5KO_4$; AR)

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมสารละลายน้ำมาร์ธาฐาน

1.1 standard solution Sodiumhydroxide 0.03 N.

ก. ต้มน้ำกลั่นให้เดือดประมาณ 20 นาที เพื่อไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกไชด์ แล้วทิ้งให้เย็นเก็บในภาชนะปิดฝาจะได้น้ำกลั่นที่ปราศจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ข. ชั่ง sodiumhydroxide ที่มีใช้เดี่ยมควร์บอเนตน้อยกว่า 5 % 1 ส่วน และน้ำ 1 ส่วนโดยน้ำหนักลงในขวดเออร์เลนเมเยอร์ เช่นที่ละลาย แล้วปิดด้วย จุกยางไม่ให้ถูกอากาศตึงทึบไว้ให้ใช้เดี่ยมควร์บอเนตตกตะกอนจนได้สารละลายใส ใช้เวลาประมาณ 10 วัน

ค. เตรียมสารละลายน้ำมาร์ธาฐานใช้เดี่ยมไอลรอกไชด์โดยใช้สารละลายใช้เดี่ยมไอลรอกไชด์ จากข้อ ช 1.6 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ในขวด ウォลลูมเมเตอริกด้วยน้ำกลั่นจากข้อ ก.

ง. ชั่งบีตส์เชี่ยมไอลรอกเจนพาราเลท ช่องอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 120°C นาน 2 ชั่วโมง จำนวน 0.2042 กรัม ปล่อยในขวดเออร์เลนเมเยอร์ ละลายด้วยน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร หยดพินอฟฟ์พาราลีน 3 หยดไฟเทรตกับสารละลายน้ำมาร์ชาฐานใช้เดี่ยมไอลรอกไชด์ จนกระทึบได้สารละลายสีชมพูอ่อนทำ blank โดยใช้น้ำกลั่นที่ปราศจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หยดพินอฟฟ์พาราลีน 3 หยด แล้วนำไปต��ตตกับ standard solution Sodiumhydroxide จนได้สารละลายสีชมพูอ่อน

จ. คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนจาก standard solution Sodiumhydroxide เป็นnor'mol

$$\begin{aligned}
 & \text{ความเข้มข้นของ standard solution Sodiumhydroxide (N)} \\
 = & \frac{\text{น้ำหนักของบีตส์เชี่ยมไอลรอกเจนพาราเลท (กรัม) } \times 1000}{\text{ปริมาณของสารละลายน้ำมาร์ชาฐานใช้เดี่ยมไอลรอกไชด์ที่ใช้ไฟเทรต (มล) } \times 204.229} \\
 = & \frac{0.2024 \text{ กรัม} \times 1000 \text{ ml}}{10 \text{ ml} \times 204.229 \text{ กรัม}} \\
 = & 0.1 \text{ N.}
 \end{aligned}$$

1.2 standard solution sulfuric 0.03 N.

ก. ตวงกรด sulfuric 96-98 % 0.8 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร ในขวดออลูมิเนียมตริก

ข. ทำการไตเตอร์ทดสอบความเข้มข้นของ standard solution sulfuric acid โดยปีเบตสารละลาย standard solution sulfuric 10 ml ใส่ลงในขวดเออร์เลนเมเยอร์ แล้วหยดพิโนล์ฟราลีน 3 หยด นำไปไตเตอร์กับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนแล้วจนได้สารละลายสีชมพ่อันบันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้

ค. คำนวณค่าความเข้มข้น standard solution sulfuric โดยใช้สูตร $N_1 V_1 = N_2 V_2$

$$\text{ความเข้มข้นของ standard solution sulfuric (N}_2) = \frac{N_1 \times V_1}{V_2}$$

$$\text{ความเข้มข้นของ standard solution sulfuric (N}_2) = \frac{0.1N \times 3 \text{ ml}}{10}$$

$$= 0.03 \text{ N.}$$

2. การย้อมตัวอย่าง

2.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.25 - 0.3 กรัม ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง โดยชั่งบนกระดาษที่ไม่มีใบในตระเจนประกอบด้วย พับกระดาษชั่งไว้ภายใน นานสี่ชั่วโมง เจลตาก็จะขนาด 800 ml

2.2 เติมสารเร่งปฏิกิริยา 0.8 กรัม sulfuric acid 10 ml ใส่ลงในขวดเจลตาก็จะ

2.3 ทำ blank ด้วย โดยทำเช่นเดียวกับ 2.1-2.2 แต่ไม่ใช้สารตัวอย่าง

2.4 นำชุดเจลตาก็จะ เข้าเครื่องย้อม เริ่มจากไฟอ่อนก่อนรอจนควันจางจึงใช้ไฟแรงย่อยไปจนได้สารละลายใส แล้วย้อมต่อไปอีกประมาณ 30 นาที เพื่อให้แน่ใจว่า เกิดออกซิเดชันสมบูรณ์แล้ว ถ้าที่ดูดามีจุดดำ ปิดไฟทิ้งให้เย็นล้างด้วยน้ำกลั่น ย้อมต่อไปใหม่จนควันหมด ปิดไฟทิ้งให้เย็น

3. การกลั่นแอมโนนเนีย

3.1 เติมน้ำกลั่น 250 ml ลงในขวดเจลดาห์ล เชี่ยวชาญให้เข้ากัน

3.2 เติมพิพูไมซ์หรือลูกแก้ว ประมาณ 10 ลูก

3.3 ตัวสารละลาย 2 % กรดบอริก 30 ml ใส่ในขวดเออร์ลีนเมเยอร์ขนาด 500 ml เติมสกรีนเมทธิลเรดอินดิเคเตอร์ 3 หยด

3.4 นำขวดเจลดาห์ลเข้าเครื่องกลั่นโดย балายข้างหนึ่งของคอนเดนเซอร์ จุ่มในสารละลายกรดบอริก 2 %

3.5 เปิดน้ำให้เหล่านคอนเดนเซอร์เติมสารละลายโซเดียมไออกไซด์ 45 % 30 ml. ลงในขวดเจลดาห์ลรีบปิดจุก หมุนขวดให้ละลายผลักกันดี เปิดไฟเครื่องกลั่น

3.6 กลั่นแอมโนนเนียจนได้สารละลายในขวด เออร์ลีนเมเยอร์ (ที่มีสารละลายกรดบอริก 2 % รองรับอยู่) 150-120 ml.

4. การไฟเทเรตเพื่อหาปริมาณในต่อเจน

นำแอมโนนเนียกลั่นที่เก็บในสารละลายกรดบอริก 2 % มาไฟเทเรตกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก 0.03 นอร์มอล จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเทาอมม่วง

การคำนวณ

สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก 1 นอร์มอล ปริมาตร 1 ml. ทำปฏิกิริยาอดีกับในต่อเจน 0.014 กรัม

$$\% \text{ ในต่อเจน} = \frac{(g-x) \times M \times 0.014 \times 100}{x}$$

ก = ml. ของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก 0.03 นอร์มอล
ที่ใช้ไฟเทเรตกับตัวอย่าง

ข = ml. ของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก 0.03 นอร์มอล
ที่ใช้ไฟเทเรตกับ blank

ค = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก (นอร์มอล)
ง = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

$$\% \text{ โปรตีนหยาบ (Crude protein)} = \% \text{ ในต่อเจน} \times \text{เจลดาห์ลแพตเตอร์}$$

ผลการทดลอง

	sample 1	sample 2	sample 3
ปริมาตรที่ใช้ไทรเทรอกับตัวอย่าง	67 ml	66.50 ml	67 ml
ปริมาตรที่ใช้ไทรเทรอกับ Blank	5 ml	5.30 ml	5.10 ml
น้ำหนัก sample กิโลมกรัม	2.5002	2.5072	2.5004
ผลต่างระหว่างปริมาตรทั้งสอง	62 ml	61.20 ml	61.90 ml

การคำนวณ

sample 1

$$\% \text{ ในไตรเจน} = \frac{(62 \times 0.030 \times 0.014 \times 100)}{2.5002} = 1.0415$$

$$\% \text{ โปรตีน} = 1.0415 \times 6.25 = 6.5095 \%$$

sample 2

$$\% \text{ ในไตรเจน} = \frac{(61.2 \times 0.030 \times 0.014 \times 100)}{2.5072} = 1.0252$$

$$\% \text{ โปรตีน} = 1.0252 \times 6.25 = 6.4075 \%$$

sample 3

$$\% \text{ ในไตรเจน} = \frac{(61.9 \times 0.030 \times 0.014 \times 100)}{2.5004} = 1.0398 \%$$

$$\% \text{ โปรตีน} = 1.0398 \times 6.25 = 6.4985 \%$$

$$\% \text{ โปรตีนเฉลี่ย} = \frac{6.0595 + 6.0475 + 6.4985}{3} = 6.2018 \%$$

4.5.3 การวิเคราะห์ไขมัน (Crude Fat or Ether Extract)

หลักการ

การวิเคราะห์ไขมันในอาหารสัตว์ ทำได้โดยใช้ตัวทำละลาย (Solvent) ที่เป็นสารอินทรีย์ (Organic solvents) เป็นตัวสกัด ซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญของตัวทำละลาย ที่ใช้มีดังนี้ ต้องระบุอย่างง่ายและไวไฟ สำหรับตัวทำละลายที่ใช้ในการทดลองนี้ คือ ปิโตรเลียม-อีเทอร์

สารที่สกัดได้แบ่งเป็น 2 พาก คือ

- สารพากไขมัน คือ กลีเซอไรด์ของกรดไขมัน (Glycerides of fatty acids) กรดไขมันอิสระ (free fatty acids) สเตอโรอล เลคเชตินและไขมันที่ระเหยได้ (Volatile oils)

- สารพากที่ไม่ใช่ไขมัน แต่ตัวทำละลายสามารถสกัดออกมาได้ด้วย คือ เม็ดสี (Pigments) ต่าง ๆ เรซิน (resin) สารประกอบพวกอัลคาไล (Alkali substances) และพากวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน (fat soluble vitamins) ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค เนื่องจากสารที่ไม่ใช่ไขมันมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับสารพากไขมันดังนั้น สารพากที่ไม่ใช่ไขมันจึงไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ habrimax ไขมัน

จากการที่สารที่ถูกสกัดมีทั้งพากที่เป็นไขมันและไม่ใช่ไขมัน จึงเรียกสารทั้งสองพากนี้ว่า crude fat หรือ ether extract เครื่องมือที่เราใช้ในการสกัดไขมัน คือ Soxhlet apparatus

สารเคมีและวิธีเตรียม

ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether, b.p. 60-80 °C ; A.R)

วิธีการทดลอง

- นำ Beaker สำหรับหาไขมันที่ล้างสะอาดและเช็ดแห้งแล้วมาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 1 ชั่วโมง
- นำ Beaker ออกจากตู้อบนำไปอบแห้ง ปล่อยให้เย็นแล้วซึ้งน้ำหนัก
- นำตัวอย่างที่วิเคราะห์หาความชื้นแล้วทั้งหมดใส่ใน thimble alundums ที่สะอาดและแห้ง

4. ใส่ thimble ใน sample container ของเครื่อง soxhlet apparatus

5. ใส่บีโตรเลียมอีเทอร์ลงในขวดกันกลมของเครื่อง soxhlet apparatus ประมาณครึ่งหนึ่งของขวดขนาด 500 ml

6. เปิดน้ำเย็นให้ไหลผ่าน condenser ตลอดเวลา

7. เปิดสวิตช์ให้ความร้อน โดยใช้ความร้อนต่อ ใช้เวลาในการสักด 4 - 6

ชั่วโมง สังเกตให้จากสารละลายที่หล่อออกจาก thimble ถ้าไม่มีสี แสดงว่าอีเทอร์สักด ใช้มันหมดแล้ว

8. เมื่อสักดเสร็จแล้ว นำเอา sample ออกจาก sample container และเอา sample container ต่อเข้ากับเครื่อง soxhlet เมื่อันเดิม แล้วให้ความร้อน บีโตรเลียมอีเทอร์จะกลั่นและถูกเก็บอยู่ใน sample container ส่วนไขมันจะอยู่ในขวดกันกลม เมื่อบีโตรเลียมอีเทอร์ถูกกลั่นไปประมาณ 2/3 ของอันเดิม ก็ให้หยุดกลั่น เก็บบีโตรเลียมอีเทอร์ที่กลั่นไว้ใช้ต่อ และเทของเหลวที่อยู่ในขวดกันกลม ไล่ใน Beaker ที่เตรียมไว้

9. นำ Beaker ไประเหยเอาบีโตรเลียมอีเทอร์ออก และนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C นาน 30 นาที และเอาออกนำไปอบแห้งปล่องให้เย็นซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ภายหลังการสักด เปลือกกลิ้วย คือ น้ำหนักของไขมัน

การคำนวณ

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{(ก - ข)}{ค} \times 100$$

ก = คือน้ำหนักน้ำมัน + น้ำหนักไขมันหลังจากอบแห้ง

ข = คือน้ำหนักน้ำมัน

ค = คือน้ำหนักตัวอย่าง

ผลการทดลอง

	sample 1 (กรัม)	sample 2 (กรัม)	sample 3 (กรัม)
Beaker + fat	59.6081	59.5364	59.5958
Beaker	59.5099	59.4381	59.4993
fat	0.0982	0.0983	0.0965
sample	0.9108	0.9161	0.9104
% fat	10.7817	10.7303	10.5997

การคำนวณ

sample 1

$$\% \text{ fat} = \frac{0.0982 \times 100}{0.9108} = 10.7817 \%$$

sample 2

$$\% \text{ fat} = \frac{0.0983 \times 100}{0.9161} = 10.7303 \%$$

sample 3

$$\% \text{ fat} = \frac{0.0965 \times 100}{0.9104} = 10.5997 \%$$

$$\% \text{ fat} \text{ เฉลี่ย} = \frac{10.7817 + 10.7303 + 10.5997}{3}$$

$$= 10.7039 \%$$

4.5.4 การวิเคราะห์ไฟเบอร์ (Crude fiber)

เยื่อใยเป็นสารประกอบพวกคาร์บอไฮเดรตชนิดหนึ่งที่พบมากในพืชประกอบด้วย เชลลูโลส เอ็มิเชลลูโลส และลิกนินเป็นส่วนใหญ่ สัตว์โดยทั่วไปใช้คาร์บอไฮเดรตชนิดนี้ไม่ได้เลย เพราะไม่มีน้ำย่อยในระบบย่อยอาหารของสัตว์ชนิดใดสามารถย่อยได้ นอกจากสัตว์เคี้ยวเอื้องและสัตว์พวกกระต่ายและม้าเท่านั้น โดยที่ในกระเพาะรวมของสัตว์เคี้ยวเอื้องและไส้ติ้งของสัตว์พวกกระต่ายและม้ามีจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยคาร์บอไฮเดรตชนิดนี้ได้ คาร์บอไฮเดรตเป็นนิใช้สำหรับการผลิตพลังงานและความร้อนแก่ร่างกายสัตว์ เป็นสารอินทรีย์ที่มีสูตรโครงสร้างอันประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน โดยที่อัตราส่วนระหว่างธาตุไฮโดรเจนกับออกซิเจนเป็น 2:1 เท่ากับในโมเลกุลของน้ำ คาร์บอไฮเดรตแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. Crude fiber หรือ Structural carbohydrate ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างส่วนต่าง ๆ ของพืชให้พืชคงรูปอยู่ได้ เยื่อใยประกอบด้วยเชลลูโลสประมาณ 95 % ของเยื่อใยทั้งหมดและมีลิกนินและเอ็มิเชลลูโลสประกอบอยู่บ้างเล็กน้อย

2. Nitrogen Free Extract หรือ non-structural carbohydrate เป็นคาร์บอไฮเดรตส่วนที่สัตว์ทุกชนิดย่อยได้ง่ายและนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยเอาค่าเบอร์เชิงตัวเลข 95% น้ำตาล เป็นต้น ปริมาณ NFE นี้สามารถคำนวณหาได้โดยเอาค่าเบอร์เชิงตัวเลข 95% ของน้ำตาล ไขมัน เยื่อใย และเก้า ที่ได้จากการวิเคราะห์รวมกันแล้วหักออกจาก 100 จะได้ค่าเบอร์เชิงตัวเลขของ NFE

ปริมาณเยื่อใยในอาหารสัตว์ใช้วัดคุณค่าทางอาหารของสัตว์แต่ละประเภท เพราะสัตว์บางจำพวก เช่น สัตว์ปีก ใช้ประโยชน์จากเยื่อไผ่ได้น้อยมาก ดังนั้น อาหารที่มีเยื่อไผ่สูงจึงจัดเป็นอาหารที่มีคุณภาพต่ำสำหรับสัตว์ปีก ในขณะที่สัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถใช้เชลลูโลสได้ อาหารที่มีเยื่อไผ่สูงจึงไม่จัดเป็นอาหารที่มีคุณภาพต่ำสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องอาหารที่มีเยื่อไผ่ต่ำได้แก่ อาหารข้าว จัดว่ามีคุณภาพสูง เพราะสัตว์ทุกชนิดย่อยได้ง่าย แต่อากาศที่มีปริมาณเยื่อไผ่สูง ได้แก่อาหารหมาบ เช่น พืชหญ้าต่าง ๆ เป็นต้น จัดเป็นอาหารที่มีคุณภาพต่ำ เพราะสัตว์ย่อยได้ยากถึงแม้เยื่อไผ่จะเป็นส่วนของอาหารสัตว์ย่อยได้น้อยมาก แต่สัตว์ก็จำเป็นต้องได้รับอาหารพอกน้ำบ้าง เพื่อให้ระบบการย่อยอาหารเป็นไปตามปกติ และ

ระบบการขับถ่ายของเสียต่าง ๆ ที่ตอกด้างในร่างกายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

หลักการ

นำตัวอย่างอาหารสัตว์ที่วิเคราะห์หาความชื้นและไขมันแล้ว มาอยู่ (reflux) ด้วยกรด sulfuric ความเข้มข้น 1.25 % (w/v) หรือ 0.2552 N และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1.25 % หรือ 0.3125 N กรดจะย่อยไปปรตีดและน้ำตาล ส่วนด่างจะย่อยเป็นเหลืองแต่เยื่อไผ่และสารประกอบอนินทรีย์ เมื่อนำส่วนที่เหลือนี้ไปเผาที่ 500 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง เยื่อไผ่ต่าง ๆ จะถูกเผาให้มะดูไป เหลืองแต่เก้าซึ่งเป็นสารประกอบอนินทรีย์

ในการวิเคราะห์夷้อไบโดยาซึ่กรดอ่อนและด่างอ่อนจะย่อยอาหารสัตว์นี้ ค่าที่ได้มีความผิดพลาดน้ำหนักเล็กน้อย เพราะเยื่อไผ่พบกับเซลลูโลส เอ็มิเซลลูโลส และลิกนอลลายได้บ้างในกรดอ่อนและด่างอ่อน ด้านของเยื่อไผ่ที่ได้จึงน้อยกว่าความเป็นจริง แต่ค่าของเยื่อไนท์กึย์มีความสำคัญสำหรับการศึกษาขนาดย่อยได้ในลักษณะ

สารเคมีและวิธีเตรียม

1. สารละลายกรด sulfuric เข้มข้น 1.25 % (w/v) หรือ 0.2552 N ปริมาตร 500 ml
2. สารละลาย sodiumhydroxide เข้มข้น 25 % (w/v) ปริมาตร 1000 ml
3. สารละลาย sodiumhydroxide เข้มข้น 1.25 % (w/v) หรือ 0.2552 N ปริมาตร 475 ml
4. Amyl alcohol (A.R)

วิธีการทดลอง

1. ซึ่งตัวอย่างอาหารสัตว์ที่วิเคราะห์หาความชื้นและไขมันแล้วประมาณ 1 กรัม ใส่ใน Beaker สำหรับวิเคราะห์夷้อไผ่ ขนาด 600 ml
2. ตวงสารละลายกรด sulfuric เข้มข้น 1.25 % มา 200 ml ใส่ใน Beaker ที่มีตัวอย่างอาหารสัตว์ นำเข้าเครื่องย่อย ย่อยนาน 30 นาที นับเวลาตั้งแต่สารละลายเริ่มเติบโตระหว่างที่ย่อยให้เขย่า Beaker เป็นระยะ ๆ เพื่อให้ส่วนของตัวอย่างอาหารสัตว์ที่ติดอยู่ข้าง Beaker ลงไปอยู่ในสารละลาย

3. เมื่อย่อตัวอย่างอาหารสัตว์ครบ 30 นาทีแล้ว นำ Beaker ที่มีสารละลายออกจากการเผาอย่างอ่อนๆ แล้วกรองด้วยผ้าลินิน ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน 90-100 °C จนหมดคราบ

4. ถ่ายตะกอนกลับคืนลงไปใน Beaker ใบเดิม เติมสารละลาย sodium hydroxide ความเข้มข้น 1.25 % ลงไป 200 ml เอธิลแอลกอฮอล์ ประมาณ 2-3 หยด เพื่อป้องกันการเกิดพอง นำ Beaker ใบเข้าเครื่องย่อย ย่อยนาน 30 นาที นับเวลาตั้งแต่สารละลายเริ่มเดือดระหว่างที่ย่อยให้เช่นเดียวกับ Beaker เป็นระยะๆ เพื่อให้ล้วนของตัวอย่างอาหารสัตว์ที่ติดอยู่ข้าง Beaker ลงในอยู่ในสารละลาย

5. เมื่อย่อตัวอย่างอาหารสัตว์ครบ 30 นาที นำ Beaker ที่มีสารละลายออกจากการเผาอย่างอ่อนๆ แล้วกรองด้วยผ้าลินิน ล้างด้วยน้ำร้อน 90-100 องศาเซลเซียส จนหมดคราบ

6. ถ่ายตะกอนใส่ใน crucible alundum ให้หมด

7. นำ crucible alundum ที่มีตะกอนในอบใน窯หornoแห้ง ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง เอาออกจาก窯หornoแห้งบล่อยให้เย็นแล้วนำไปเผาในเตาเผา

8. นำ crucible alundum ที่มีตะกอนที่อบแห้งแล้วนำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง และเอาออกจาก窯หornoแห้งบล่อยให้เย็น ชั่งน้ำหนักที่หายไป คือ น้ำหนักของเยื่อไข่

การคำนวณ

$$\% \text{ เยื่อไข่} = \frac{ก - ค}{ค} \times 100$$

ก คือ น้ำหนัก crucible + น้ำหนักตะกอนหลังอบแห้ง

ค คือ น้ำหนัก crucible + น้ำหนักเต้าหลังการเผา

ค คือ น้ำหนัก ตัวอย่าง

เนื่องจากค่าเบอร์เรชินต์เยื่อไข่ที่คำนวณได้นี้เป็น ปริมาณเยื่อไข่ของตัวอย่างที่ปราศจากความชื้นและไขมัน ดังนั้นจึงต้องนำค่าปริมาณเยื่อไข่มาคำนวณย้อนกลับไปหาค่าปริมาณเยื่อไข่ของตัวอย่างที่มีความชื้นและไขมันอยู่ด้วย ดังนี้

$$\% \text{ เยื่อไข่ตัวอย่าง} = \frac{(100 - ก - ค) \times ฉ}{100}$$

- เมื่อ ง คือ เปอร์เซ็นต์ ความชื้นของตัวอย่าง
 จะ คือ เปอร์เซ็นต์ ไขมันของตัวอย่าง
 จะ คือ เปอร์เซ็นต์ เยื่อไขของตัวอย่างที่ปราศจากความชื้นและไขมัน

	sample 1 (กรัม)	sample 2 (กรัม)	sample 3 (กรัม)
crucible + ตะกอนหลังอบ	26.0801	25.9204	26.0244
crucible + ตะกอนหลังเผา	25.9807	25.8210	25.9312
sample	0.8106	0.8178	0.8139
เยื่อไข	0.0994	0.0994	0.0932
% เยื่อไข	12.2323	12.1546	11.4510
% เยื่อไขในกล้วย	9.8125	9.7562	9.2107

วิธีคำนวณ

sample 1

$$\% \text{ เยื่อไข} = \frac{0.0994 \times 100}{0.8126} = 12.2323 \%$$

$$\% \text{ เยื่อไขในเปลือกกล้วย} = \frac{(100 - 9.0000 - 10.7817)}{100} \times 12.2323$$

$$= 9.8125 \%$$

sample 2

$$\% \text{ เยื่อไข} = \frac{0.0994 \times 100}{0.8178} = 12.1546 \%$$

$$\% \text{ เยื่อไขในเปลือกกล้วย} = \frac{(100 - 9.0023 - 10.7303)}{100} \times 12.1546$$

$$= 9.7562 \%$$

sample 3

$$\% \text{ เยื่อเยี่ย} = \frac{0.932 \times 100}{0.8139} = 11.4510 \%$$

$$\% \text{ เยื่อเยี่ยในกล้วย} = \frac{(100 - 8.9642 - 10.5997)}{100} \times 11.4510$$

$$= 9.2107 \%$$

$$\% \text{ เยื่อเยี่ยในเปลือกกล้วยผงเฉลี่ย} = \frac{9.2107 + 9.8125 + 9.7562}{3}$$

$$= 9.5931 \%$$

4.5.5 การวิเคราะห์ห้าบริมานณ์เก้า (Total Ash)

วิธีการทดลอง

วิธีวิเคราะห์ห้าบริมานณ์เก้าทั้งหมด

1. อบถวยกระเบื้อง ที่แห้งและสะอาดจนตื้ออบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง นำออกจากตื้ออบและบล่อยาให้เย็นในโถอบแห้งซึ่งน้ำหนัก
2. ซึ่งตัวอย่างอาหารสัตว์ซึ่งแห้งและบดละเอียดแล้วประมาณ 2 กรัม ใส่ในถวยกระเบื้อง
3. นำไปเผานึ่คั่วันไฟอ่อนจนหมดครั้นแล้วจึงนำไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
4. นำออกจากเตาเผาและบล่อยาให้เย็นในโถอบแห้งซึ่งน้ำหนัก

วิธีการคำนวณ

$$\% \text{ เก้า} = \left\{ \frac{(\text{น้ำหนักกระเบื้อง} + \text{น้ำหนักเก้า}) - (\text{น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างอาหาร}} \right\} \times 100$$

	sample 1 (กรัม)	sample 2 (กรัม)	sample 3 (กรัม)
crucible + Ash	26.0374	25.8865	26.0871
crucible	25.7930	25.6382	25.8439
sample	2.0000	1.9870	2.0000
Ash	0.2444	0.2483	0.2432
% Ash	12.2200	12.4962	12.1600

การคำนวณ

sample 1

$$\% \text{ Ash} = \frac{(0.2444) \times 100}{2.0000} = 12.2207 \%$$

sample 2

$$\% \text{ Ash} = \frac{(0.2483) \times 100}{0.9870} = 12.4962 \%$$

sample 3

$$\% \text{ Ash} = \frac{(0.2432) \times 100}{2.0000} = 12.1600 \%$$

$$\% \text{ Ash เฉลี่ย} = \frac{12.220 + 12.4962 + 12.1600}{3} \\ = 12.2921 \%$$

4.5.6 การคำนวณ (Nitrogen Free Extract)

$\% \text{ NFE} = 100 - \text{ความชื้น} - \text{โปรตีน} - \text{ไขมัน} - \text{เยื่อใย} - \text{เกลือ}$

$$\% \text{ NFE} = 100 - 9.9888 - 6.2018 - 10.7039 - 9.9531 - 12.2921 \\ = 50.8603 \%$$

4.5.7 การวิเคราะห์หาแร่ธาตุในเบล็อกกลั่วยผง

การเตรียมตัวอย่าง (Sample Preparation) โดยการย่อยด้วยกรด (wet Digestion)

ก. พืชอาหารสัตว์ (Roughage) เบล็อกกลั่วยผง

1. ซึ่งตัวอย่างเบล็อกกลั่วยผงแห้งที่บดละเอียด จำนวน 1 กรัม ใส่ในขวดเออร์เลนเมเยอร์ (erlenmeyer flask) ขนาด 50 มล.
2. เติมกรดไนตริกเข้มข้น (conc. HNO_3 , A.R.) 10 มล.
3. เติมกรดเบอร์คลอริกเข้มข้น (conc. HClO_4 , A.R.) 4 มล.
4. เช่นเดียว ให้เข้ากันทึ้งไว้ดังคืน
5. ยกขึ้นตั้งบนเตาไฟฟ้า (hot plate) ตั้งไฟอ่อน ๆ ก่อน จนกระทั้งไม่มีคริบแล้วน้ำตาลเกิดขึ้น จึงค่อย ๆ เพิ่มความร้อนจนของเหลวในขวดเดือดค่อนข้างแรงแต่ไม่ถึงกับกระเด็น (bump) ถ้ากระเด็นให้ลดไฟลง
6. ตั้งไฟไปเรื่อย ๆ จนกระทั้งของเหลวในขวดใส มีสีขาว ปริมาตรเหลือประมาณ 5 มล.
7. ยกทึ้งไว้พออุ่น ๆ เติมน้ำกลิ้น (demineralized distilled water) ประมาณ 10 มล. เช่นเดียว
8. ทึ้งให้เย็น แล้วถ่ายใส่ขวดอลูมิเนติก (Volumetric flask) ขนาด 50 มล. ด้วยน้ำกลิ้น เติมน้ำกลิ้นถึงขีดปริมาตร เช่นเดียวกัน
9. กรองด้วยกระดาษกรองวอทแมนเบอร์ 42 (whatman no.42) สารละลายน้ำที่กรองได้นำมาวิเคราะห์หาแคลเซียม, ฟอสฟอรัส, แมกนีเซียม, แมงกานีส, โซเดียม, โซเดียม, กำมะถัน, โนลิบดีนัม, ทองแดง, เหล็ก และสังกะสี
- ข. ทำ Reagent blank โดยใช้กรดย่อยเหมือนตัวอย่าง แต่ไม่ใส่ตัวอย่าง

4.5.7.1 วิธีวิเคราะห์หาแคลเซียมในเบล็อกกลั่วยผง

หลักการ

นำสารละลายน้ำที่ได้จากการย่อยตัวอย่างด้วยกรด มาเติมสารละลายน้ำหนึ่ง

ออกไซด์ ความเข้มข้น 5% เพื่อป้องกันการรบกวนจากพอสฟอรัสและอลูมิเนียมในตัวอย่าง แล้วทำให้เจือจากด้วยน้ำกลั่น นำไปอ่านค่า % Absorption โดยใช้เครื่องอะตอมมิก-แอบซอร์ฟชัน

สารเคมีและวิธีเตรียม

1. แ Len tanumออกไซด์ ความเข้มข้น 5% (5 % La_2O_3 in 25 % V/V HCl)

1.1 ชั่งแ Len tanumออกไซด์ (La_2O_3 , GPR) 58.65 กรัมใส่ในปีกเกอร์

1.2 เติมน้ำกลั่นประมาณ 20 ml ค่อยๆ คนให้เข้ากัน

1.3 เทไอล์ในขวดวอลลูมเมตริก 1000 ml เติมน้ำกลั่นลงไปล้างปีกเกอร์

เล็กน้อยแล้วเทไอล์รวมกัน

1.4 ค่อยๆ เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 250 ml ลงไปแล้วเช่นๆ พอร้อนจัดต้องทิ้งๆ ให้เย็นก่อนจึงค่อยเติมกรดต่อจนหมด เช่นๆ จนละลาย

1.5 ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร เช่นๆ ให้เข้ากัน

1.6 กรองด้วยกระดาษกรองวอทแมนเบอร์ 41

2. สารละลายมาตราฐานเคลือบเชี่ยม 1000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

วิธีการ

1. บีบีเพตสารละลายที่ได้จากการย่อยสารตัวอย่าง ในข้อ ก. มาประมาณ

2 - 5 ml ใส่ลงในขวดวอลลูมเมตริก 25 ml

2. เติม 5 % แ Len tanumออกไซด์ 5 ml เช่นๆ แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร เช่นๆ ให้เข้ากัน

3. ทำ reagent blank โดยสารละลายน้ำข้อ ข. ที่กรองได้แทนสารละลายตัวอย่างแล้วทำต่อไปตามข้อ 1-2

4. เตรียมสารละลายมาตราฐาน

4.1 จากสารละลายมาตราฐานเคลือบเชี่ยม 1000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร บีบีเพตมา 5 ml ใส่ในขวดวอลลูมเมตริก 50 ml

4.2 เติมน้ำกลั่นจนถึงปริมาตร จะได้สารละลายมาตราฐานเคลือบเชี่ยมความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

4.3 จาก 4.2 บีเบตมา 1, 2, 3, 4 และ 5 ml ใส่ในขวดภาชนะลูม-เมตริก 50 ml แต่ละใบ

4.4 เติม 5 % แอลกอฮอล์ออกไซด์ 10 ml ใส่ในขวดแต่ละใบเช่นๆ แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร จะได้สารละลายน้ำตรầuนยาเคลเซียมที่มีความเข้มข้น 2,4,6, 8 และ 10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

4.5 นำสารละลายน้ำอย่างที่เตรียมไว้ (ในข้อ 1-3) มาอ่านค่า % Absorption ด้วยเครื่องอะตอมมิคเอบซอฟชัน เทียบกับสารละลายน้ำตรầuนยาเคลเซียม ในข้อ 4.4

วิธีคำนวณ

1. แปลงค่า % Absorption เป็นค่า Absorbance และนำค่า blank ไปลบ
2. นำค่า Absorbance ของสารละลายน้ำตรầuนยาเคลเซียมที่รู้ความเข้มข้นมาทำ calibration curve ระหว่างค่าความเข้มข้นของแคลเซียมกับค่า Absorbance
3. นำค่า Absorbance ของสารละลายน้ำอย่าง ไปเบริญเทียบกับค่า Absorbance ของสารละลายน้ำตรầuนยาที่แสดงใน Calibration Curve จะอ่านค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในสารละลายน้ำอย่างได้
4. คำนวณค่าความเข้มข้นของแคลเซียมออกมาระบุเป็น มิลลิกรัม/ตัวอย่างอาหาร สัตว์ 100 กรัม

ผลจากการคำนวณหาค่า แคลเซียม ในหน่วยของ mg/100 กรัม ของ sample

ได้เท่ากับ 348.37 mg/100 กรัม ของ sample

4.5.7.2 วิธีวิเคราะห์พาพอสฟอรัสในเปลือกกล้วยพง

หลักการ

วิธีนี้ทำเป็น Yellow phosphovanadate รดยาคัพพลักที่ว่า เมื่อ加入ส้มลิบเดท ลงไปให้มากพอในน้ำยาที่เป็นกรดของօโซฟอสเฟต และวนาเดท จะให้สีเหลืองของ พอสฟานาดอมลิเดท ซึ่งเป็น เชปเตอร์รูรูพลี คอมเพล็กซ์ ตามสูตรของมิชชั่น คือ

$(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{VO}_3 \cdot 16 \text{ MoO}_3$ วิธีนี้ว่องไวน้อยกว่าวิธีโมลิติกซ์บลู แต่ดีกว่าตรงที่สีเกิดขึ้นคงทนกว่า แม้จะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูง

สารเคมีและวิธีเตรียม

1. สารละลายบาร์ตัน (Barton reagent)

1.1 ชั้งแอมโมเนียมมอลิเตท ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, AR) 50 กรัมใส่ในปิกเกอร์แล้วเติมน้ำกลั่นประมาณ 800 ml คนให้เข้ากัน

1.2 ชั้งแอมโมเนียมวนาเดท (NH_4VO_3 2.5 กรัม ใส่ในปิกเกอร์แล้วเติมน้ำร้อนประมาณ 600 ml คนให้เข้ากันทิ้งไว้ให้เย็น

1.3 เทสารละลายข้อ 1.2 ใส่ชั่วคราวลงเมตริก 2000 ml เติมน้ำกลั่นลงไปล้างปิกเกอร์เล็กน้อยแล้วเทรวมกัน

1.4 เติมกรดไนตริกเข้มข้น 500 ml ลงไปเช่นทิ้งไว้ให้เย็น

1.5 ค่อย ๆ เติมสารละลายแอมโมเนียมมอลิเตทที่เตรียมไว้ในข้อ 1.1 ลงไปเช่นทิ้งไว้ให้เข้ากัน

1.6 ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงปริมาตร เช่นทิ้งไว้ให้เข้ากัน

1.7 กรองด้วยกระดาษกรองจากแมนเบอร์ 41

2. สารละลายน้ำตาลฟอสฟอรัส (1 ml = 1 มิลลิกรัม P_2O_5)

วิธีการทดลอง

1. ปั๊บตสารละลายที่ได้จากการสารย่อยตัวอย่างในข้อ ก. หรือ ข. มาประมาณ 10 - 25 ml ใส่ลงในชั่วคราวลงเมตริก 50 ml

2. เติมสารละลายบาร์ตัน 10 ml เช่นทิ้งไว้สักครู่แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงปริมาตร เช่นทิ้งไว้ให้เข้ากัน

3. ทำ reagent blank โดยใช้สารละลายในข้อ ค. แล้วทำต่อไปตามข้อ 1-2

4. เตรียมสารละลายน้ำตาลฟอสฟอรัส 1 ml = 1 มิลลิกรัม P_2O_5

4.1 ชั้งไฟฟลีเซี่ยมไดออกอเรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4 , AR) ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 0.1917 กรัม ใส่ในปิกเกอร์เติมน้ำกลั่นประมาณ 50 ml คนให้ละลาย

4.2 เทไอล์ข้าวคลุมเมตริก 100 ml เติมน้ำกลันจนถึงขีดปริมาตร เช่น
น้ำเข้ากัน

4.3 จากข้อ 4.2 ปีเบตมา 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, ml ใส่ในขวด
คลุมเมตริก 50 ml

4.4 เติมสารละลายน้ำร์ตัน 10 ml ในขวดแต่ละขวด เช่นทั้งไวส์กครั่วแล้ว
เติมน้ำกลันจนถึงขีดปริมาตร

5. นำสารละลายน้ำย่างที่เตรียมไว้ (ในข้อ 1-3) มาอ่านค่า % Tran -
smittance ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตเมตริกเตอร์ ที่ความคลื่น 470 นาโนมิเตอร์เทียบกับ
สารละลายน้ำมาตรฐาน

วิธีคำนวณ

1. นำค่า % Transmittance ที่วัดได้มาแปลงเป็นค่า Optical density
แล้วหักออกด้วยค่าของ blank

2. จากค่า optical density ของสารละลายน้ำ นำมาหาค่าแฟคเตอร์
แฟคเตอร์ = $\frac{\text{ผลรวมของความเข้มข้นของสารละลายน้ำมาตรฐาน}}{\text{ผลรวมของ optical density ของสารละลายน้ำมาตรฐาน}}$

3. คำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารละลายน้ำย่างของมาเป็น มิลลิกรัม/ตัว
อย่างอาหารสัตว์ 100 กรัม

ความเข้มข้นของสารละลายน้ำย่าง = optical density ของสารละลายน้ำ^x
ตัวอย่าง x แฟคเตอร์ x ไดลูชั่น ของสารละลายน้ำย่าง

ผลจากการคำนวณหา พอสฟอรัส ในหน่วย mg/100 ของ sample ได้เท่ากับ
253.66 mg/100 g ของ sample

4.5.7.3 วิธีวิเคราะห์หาโพแทสเซียมและโซเดียมในเบล็อกกลั่วยัง

หลักการ

นำสารละลายที่ได้จากการย่อตัวอย่างด้วยกรด มาทำให้เจือจากด้วยน้ำกลั่น เแล้วนำไปอ่านค่าความเข้มของแสง ที่เปล่งออกมาระหว่างตอนของโพแทสเซียมหรือโซเดียม เมื่อได้รับความร้อนจนการทั้งสองตอนอยู่ในสภาวะกระตุ้นแล้วบล่อยังสีของมาด้วยเครื่องเพลมโพโตมิเตอร์

สารเคมีและวิธีเตรียม

- สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 1000 มิโครกรัม/มิลลิลิตร ละลายน้ำ 1.907 กรัมโพแทสเซียมคลอไรด์ (A.R) ที่อุบแห้ง 100-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เป็น 1 ลิตร ในขวดอลูมเมติก
- สารละลายมาตรฐานโซเดียม 1000 มิโครกรัม/มิลลิลิตร ละลายน้ำ 1.541 กรัมโซเดียมคลอไรด์ (A.R) ที่อุบแห้ง 100-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เป็น 1 ลิตร ในขวดอลูมเมติก

วิธีการทดลอง

- ปฏิบัติสารละลายที่ได้จากการย่อตัวอย่างใน ก หรือ ข และ reagent blank 1 เนื้อ ค. มาประมาณ 2 ml ใส่ลงในขวดวิลูมเมติก 50 ml
- เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร เช่นที่เข้ากัน
- เตรียมสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม
 - จากสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 1000 มิโครกรัม/มิลลิลิตร ปฏิบัติมา 10 ml ใส่ในขวดอลูมเมติก 100 ml
 - เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมที่มีความเข้มข้น 100 มิโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ
 - จาก 3.2 ปฏิบัติมา 5, 10, 15 และ 20 ml ใส่ในขวดอลูมเมติก 50 ml แต่ละใบเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตรจะได้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมที่มีความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 มิโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

4. เตรียมสารละลายน้ำร้อนโซเดียม

4.1 จากสารละลายน้ำร้อนโซเดียม 1000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร บีเบต
มา 5 ml ใส่ในขวดอลูมเมตทริก 50 ml

4.2 เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร จะได้สารละลายน้ำร้อนโซเดียมที่มี
ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

4.3 จาก 4.2 บีเบตมา 1, 2, 3, 4 และ 5 ml ใส่ในขวดอลูม-
เมตทริก 50 ml แต่ละใบ เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรจะได้สารละลายน้ำร้อนโซเดียมที่มี
ความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

5. นำสารละลายน้ำร้อนย่างที่เตรียมไว้ (ในข้อ 1-2) มาอ่านค่าความเข้มข้น
ของวีบแตสเชียมและโซเดียม ด้วยเครื่องเพลมโตโนมิเตอร์ เทียบกับสารละลายน้ำร้อน
ตามข้อ 3.3 และ 4.3 ตามลำดับ

วิธีคำนวณ

1. จากค่า Emission intensity ของสารละลายน้ำร้อนวีบแตสเชียม
และโซเดียมที่รู้ความเข้มข้นนี้ นำมาทำ calibration curve ระหว่างค่าความเข้มข้น
ของวีบแตสเชียมกับค่า Emission intensity

2. นำค่า Emission intensity ของสารละลายน้ำร้อนย่างที่วัดได้ลบด้วยค่า
ของ blank และนำไปเบริยบเทียบกับสารละลายน้ำร้อนที่แสดงใน calibration
curve จะย่านค่าความเข้มข้นของวีบแตสเชียม ในสารละลายน้ำร้อนย่างได้

3. คำนวณค่าความเข้มข้นของวีบแตสเชียมและโซเดียม ออกราบเป็นเปอร์เซ็นต์

ผลจากการคำนวณหา วีบแตสเชียมและโซเดียม ในหน่วย mg/100 g ของ sample

ได้ วีบแตสเชียม เท่ากับ 1.81 %

ได้ โซเดียม ได้ปริมาณ ที่น้อยมากจนเครื่องไม่สามารถออกค่าที่แน่นอนได้

4.5.7.4 การวิเคราะห์ทำปริมาณแทนนิน

แทนนินอาจเรียกว่ากรดแทนนิก หรือกรดแกลลดลแทนนิก แทนนินมีอยู่ทั่วไปในพืช และส่วนใหญ่เป็นพวงไกลโคไซด์ แทนนินมีมากในเปลือกต้นroeck และ nutgall แทนนิน เป็นสารที่ไม่มีสีและไม่เป็นแพล็ก สามารถเกิดสารละลายคลออลอยด์บน้ำ สารละลายแทนนิน มีรสมذاقแทนนินที่อยู่ในชา กาแฟ และโกโก้ทำให้สารเหล่านี้มีรสมذاคซึ่งเป็นรสม์ที่ต้องการ แต่รสมذاคของแทนนินในผลไม้ติด เช่น กล้วยติด พร่องติด เป็นรสม์ที่ไม่พึงบารณา แทนนินยัง มีบทบาทสำคัญในการเกิดสีน้ำตาลที่มีอิเน็กซ์ม์เกี่ยวข้องกับผักและผลไม้

วิธีวิเคราะห์ทำปริมาณแทนนิน

1. นำสารตัวอย่างที่จะศึกษามา 5 กรัม เติมน้ำกลิ้น 300 ml นำไปต้มเป็น เวลา 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น
2. นำสารละลายที่ได้จากข้อ 1 เติมน้ำกลิ้นจนมีปริมาตร 500 ml ตั้งทิ้งไว้ให้ ตกตะกอน
3. นำสารละลายที่ได้จากข้อ 2 ปริมาตร 5 ml เติมน้ำกลิ้น 300 ml เติม สารละลาย indigo carmine 25 ml นำไปไหเทรตทำบริมาณแทนนินโดยใช้สารละลาย มาตรฐาน 0.1 M โพแทสเซียมเบอร์เมงกานาโนตันกระทั้งสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียว เป็นสีเหลือง กำหนดให้เป็น t_1
indigo carmine เตรียมได้ดังนี้ ตวงกรดชัลฟิวริกเข้มข้น 2.5 ml เติมลง ในน้ำกลิ้น 100 ml ซึ่ง indigo carmine 0.5 กรัม แล้วนำมารสก์กัน
4. นำสารละลายที่ได้จากข้อ 2 ปริมาตร 100 ml เติมสารละลายอีมตัวของ โซเดียมคลอไรด์ 100 ml เติมกรดชัลฟิวริกเข้มข้น 2.5 ml เติมสารละลายเจลาติน 50 ml เติมดินขาว 10 กรัม คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนแล้วนำไปกรอง เตรียมสารละลายเจลาตินได้ดังนี้ ซึ่งเจลาติน 2.5 กรัม เติมสารละลายอีม ตัว โซเดียมคลอไรด์ 100 ml
5. นำสารละลายในข้อ 4 ปริมาตร 25 ml เติมสารละลาย indigo carmine 25. ml เติมน้ำกลิ้น 300 ml นำไปไหเทรตทำบริมาณแทนนินโดยใช้สารละลายมาตรฐาน 0.1 M โพแทสเซียมเบอร์เมงกานาโนตันกระทั้งสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียว เป็น t_2

6. ปริมาณ $t_1 - t_2$ เป็นค่าของโพแทลเชี่ยมเบอร์เมงกานาต 1 ml จะมีค่าเท่ากับ 0.042 กรัม ของแทนนิน

ผลการทดลอง

	sample 1	sample 2	sample 3
t_1	3.8	3.8	3.8
t_2	3.5	3.5	3.5
$t_1 - t_2$	0.3	0.3	0.3
sample	5.00	5.0	5.0
% tannin	0.252	0.252	0.252

การคำนวณ

sample

$$t_{12} = \frac{t_1 - t_2}{1} = \text{ผลต่างปริมาตรการไฟเกรต}$$

ปริมาณ $t_1 - t_2$ เป็นค่าของโพแทลเชี่ยมเบอร์เมงกานาตที่ออกซิได้โดยแทนนิน ปริมาณโพแทลเชี่ยมเมงกานาต 1 ml จะมีค่าเท่ากับ 0.042 กรัม ของแทนนิน

$$\% \text{ tannin} = \frac{\text{tannin} \times 100}{5}$$

sample (ตัวอย่างทั้งสามมีผลการวิเคราะห์เท่ากัน)

$$t = 3.8 - 3.5 = 0.3$$

$$\text{ค่าของ tannin ที่ได้} = \frac{0.042 \times 0.3}{1} = 0.0126$$

$$\% \text{ tannin} = \frac{0.0126 \times 100}{5} = 0.252 \%$$

4.5.8 การวิเคราะห์หนานิวทรัลตีเทอร์เจนท์ไฟเบอร์ (Neutral detergent fiber or NDF)

หลักการ

NDF. คือส่วนที่เหลือจากการนำตัวอย่างพืชไปย่อยด้วยสารละลาย Neutral detergent ซึ่งมี pH 6.9 - 7.1 ใช้เดียมลอริลซัลเพตในสารละลายทำหน้าที่ย่อยสารประกอบในตอระจันในพืช EDTA จะควบคุมไม่ให้แคลเซียมและแมกนีเซียมไปปรบกวนช่วงการย่อยสารประกอบในตอระจัน ใช้เดียมบอเรตและไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอฟเพตทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ ใช้เดียมซัลไฟต์จะช่วยย่อยโปรตีนที่เหลืออยู่ 2-เอทธอกซี่เอทานอล จะช่วยละลายแบ่งทำให้สะตอกในการกรองอะโซโนนจะละลายเม็ดลีและไขมันในเซลล์พืช ส่วนเดคาไฮโดรแบบทาลีน จะทำหน้าที่รับจับการเกิดฟอง ส่วนของพืชที่ไม่ละลายในสารละลายนี้คือ ส่วนของผังเซลล์พืชซึ่งใช้เป็นเครื่องวัดปริมาณวัตถุแห้งทั้งหมดที่คุณและสัตว์จะรับประทานได้ไม่สามารถใช้ได้ ส่วนสัตว์จะรับประทานได้เมื่อเพิ่มเข้าไปในอาหาร เช่น โอลล์และเอมิเซลลูโลสให้เป็นกลูโคส จึงจะนำมาใช้ประโยชน์ได้

ส่วนของเซลล์พืชที่ละลายในสารละลาย Neutral detergent เรียกว่า Neutral detergent soluble หรือ NDF เป็นวัตถุแห้งที่สัตว์ทุกชนิดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

สารเคมีและวิธีเตรียม

1. สารละลาย Neutral detergent

1.1 โซเดียมลอริลซัลเพต (Sodium lauryl sulfate, USP.)

1.2 ไดโซเดียมเอทธิลีนไดอะมินเตตระอะซีเตท (EDTA) ไดไฮดรีต (crystal, reagent grade)

1.3 โซเดียมบอเรต ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, reagent grade)

1.4 ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอฟเพต (Na_2HPO_4 , anhydrous, reagent grade)

1.5 2-เอทธอกซี่เอทานอล (2-Ethoxyethanol, purified grade)
1.6 น้ำกลั่น

ชั้ง EDTA 18.61 กรัมและ $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 6.81 กรัม นำไปนีกเกอร์เติมน้ำกลั่นทึบ 90-100 องศาเซลเซียส ลงในบ่อประมาณ คนให้ทั่วจนละลายหมด ถ้าละลายไม่หมดให้ใช้ความร้อนช่วย นำมาผสานกับสารละลายของโซเดียมคลอโรฟลัฟ 30 กรัม กับ 2-เอทธอคซีเอทอฮานอล 10 ml

ชั้ง Na_2HPO_4 4.56 กรัมนำไปนีกเกอร์เติมน้ำกลั่นทึบแล้ว 90-100 องศาเซลเซียส ลงในบ่อประมาณ คนให้ทั่วกันจนละลายถ้าละลายไม่หมดให้ใช้ความร้อนช่วย นำมาผสานกับสารละลายข้างต้น คนให้เข้ากันเติมน้ำกลั่นได้ปริมาณ 1 ลิตร นำไปปรับ pH ให้อยู่ในช่วง pH 6.7 - 7.1

2. โซเดียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3)

3. เดคาไฮโดรแบนทาลีน (Decahydronaphthalene)

4. อัซ็อตัน (Acetone) ชนิดไม่มีสีระเหยได้หมดไม่มีสิ่งตกค้าง

วิธีการทดลอง

1. นำ Fretted glass crucible ที่ล้างสะอาดแล้วไปอบในตู้อบแห้งอุ่นภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เอาออกใส่ในถ่องแห้งทั้งทั่วให้เย็นแล้วซึ่งน้ำหนัก

2. ชั้งสารตัวอย่างที่แห้งและบดละเอียดขนาด 20-30 mesh ประมาณ 0.5-1 กรัมนำไปนีกเกอร์ทรงสูงสำหรับวิเคราะห์หาเยื่อไยขนาด 600 ml

3. เติมสารละลาย Neutral detergent 100 ml. Na_2SO_3 0.5 กรัม และเดคาไฮโดรแบนทาลีน 2 ml

4. นำนีกเกอร์รับตั้งบนเครื่องย่อยยาเยื่อไย ต้มให้เดือดแล้วย่ออยู่ต่อไปอีก 60 นาที นับเวลาตั้งแต่เริ่มเติม

5. นำนีกเกอร์ออกจากเครื่องย่อย ถ่ายสารละลายที่ใน Fretted glass crucible ที่วางบนชุดกรอง ถังตัวอย่างส่วนที่เหลือติดในนีกเกอร์ลงใน Fretted glass crucible ให้หมดด้วยน้ำร้อน 90-100 องศาเซลเซียส จากนั้นใช้น้ำร้อนล้างตะกอนใน Fretted glass crucible อีก 3-4 ครั้ง

6. ถังตะกอนด้วยอะซ็อตัน 2 ครั้ง หรือจนกระทั่งสารละลายที่หลุดออกจากการ Fretted glass crucible ไม่มีสี

7. นำ Fretted glass crucible ไปอบในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมงหรือตลอดคืน

8. นำ Fretted glass crucible ออกมาใส่ในตู้อบแห้งที่งาให้เย็น ชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากน้ำหนักของ Fretted glass crucible คือ ปริมาณ Neutral detergent fiber

ตารางบันทึกผลการทดลอง

	sample 1 (กรัม)	sample 2 (กรัม)	sample 3 (กรัม)
crucible	30.4832	30.6743	30.6234
sample	1.0063	1.0083	1.0038
crucible + fiber	30.8309	31.0305	30.9717
fiber	0.3477	0.3462	0.3483
% NDF	34.5523	34.3350	34.6981

วิธีคำนวณ

$$\% \text{ NDF} = \left\{ \frac{(\text{น้ำหนักครุชีเบล} + \text{น้ำหนักเยื่อยาย}) - \text{น้ำหนักครุชีเบล}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \right\} \times 100$$

sample 1

$$\% \text{ NDF} = \left\{ \frac{(30.8390 - 30.4832) \times 100}{1.0063} \right\} = 34.5523 \%$$

sample 2

$$\% \text{ NDF} = \frac{(31.0305 - 30.6743) \times 100}{1.0083} = 34.3350 \%$$

sample 3

$$\% \text{ NDF} = \left\{ \frac{(30.9717 - 30.6234) \times 100}{1.0038} \right\} = 34.6981 \%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ NDF เฉลี่ย} &= \frac{(34.5523 + 34.3350 + 34.6981)}{3} \\ &= 34.5285 \% \end{aligned}$$

4.5.9 การวิเคราะห์พ้าแอกซิคดีเทอร์เจนท์ไฟเบอร์ (Acid detergent Fiber

(or ADF)

หลักการ

ADF คือ ส่วนที่เหลือจากการนำตัวอย่างพืชไบเปียอยด้วยสารละลาย acid detergent ซึ่งมีความเข้มข้นของกรดในสารละลายเท่ากับ หนึ่ง นอร์มอล ซิติโนไดรเมท ซิลแอมโนเนียมบาร์ไมด์ ในสารละลายที่เป็นกรดนี้จะย่อยบาร์ตินในเซลล์พืชส่วนอะซีโตนและถ่ายไขมันและเม็ดสีต่างๆ

สารเคมีและวิธีเตรียม

1.สารละลาย Acid detergent

1.1 Sulfuric Acid (Conc.A.R)

1.2 Cetyl trimethyl ammoniumbromide (tech.grade)

1.3 Distillation Water

ชั้งกรดซัลฟูริก 49.04 กรัม ใส่ในขวดวอลลูมเมตริกขนาด 1 ลิตร ที่มีปากลิ้น อุปปะบะรามาณ ผสมให้เข้ากันทั้งให้เย็นเติมน้ำกลิ้นปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร ตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลายโดยการนำไปเทรตกับสารละลายมาตรฐานใช้เดียมไธดรอแกะซึ่งให้ได้ค่าความเข้มข้นของกรดเท่ากับ 1 นอร์มอล เติมซิติโนไดรเมทซิลแอมโนเนียมบาร์ไมด์ 20 กรัม เขย่าให้เข้ากัน

2. acetone ชนิดไม่มีสี ระเหยได้หมด ไม่มีสิ่งตกค้าง

วิธีการทดลอง

1. นำ Fretted glass crucible ที่ล้างสะอาดแล้วไปอบในตู้อบแห้งอุณหภูมิ 100°C นาน 1 ชั่วโมง เอาออกแล้วนำไปอบแห้งทิ้งไว้เย็นแล้วซึ่งน้ำหนัก
2. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดขนาด $20 - 30$ เมช ประมาณ 1 กรัม ในส่วนขวดหัวความซึ่งนำไปอบในตู้แห้งประมาณ 3 ชั่วโมง
3. นำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วถ่ายใส่ปีกเกอร์ริงสูงสำหรับวิเคราะห์หาเยื่อไช ขนาด 600 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Acid detergent 100 มิลลิลิตร นำไปตั้งบนเครื่องย่อยหาเยื่อไชต้มจนเดือดแล้วย่ออยู่ต่อไปอีก 60 นาที นับเวลาตั้งแต่เริ่มเดือด
4. นำปีกเกอร์ร์ออกจากเครื่องย่อย ถ่ายสารละลายใส่ใน (Fretted glass crucible) ที่วางบนขวดกรอง ล้างตัวอย่างส่วนที่เหลือติดในปีกเกอร์ลงใน Fretted glass crucible ให้หมดด้วยน้ำร้อน $90-100^{\circ}\text{C}$ จากนั้นใช้น้ำร้อนล้างตะกอนใน Fretted glass crucible อีก $3-4$ ครั้ง
5. ล้างตะกอนด้วย Acetone อีก 2 ครั้ง หรือจนกระทั่งสารละลายที่ในหลอดอกจาก Fretted glass crucible ไม่มีสี
6. นำ Fretted glass crucible ไปอบในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมงหรือตลอดคืน
7. นำ Fretted glass crucible ออกมาใส่ในโถอบแห้งทิ้งไว้เย็น ชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากน้ำหนักของ Fretted glass crucible คือ ปริมาณ ADF

ผลการทดลอง

	sample 1 (กรัม)	sample 2 (กรัม)	sample 3 (กรัม)
crucible	30.6682	30.5870	30.5973
sample	1.0061	1.0086	1.0087
crucible + sample	31.6743	31.5956	31.6060
crucible + fiber	31.0000	30.9180	30.9287
ADF	0.3318	0.3310	0.3314
% ADF	32.9788	32.8178	32.8542

วิธีการคำนวณ

$$\% \text{ ADF} = \left\{ \frac{(\text{crucible} + \text{fiber}) - \text{crucible}}{\text{sample}} \right\} \times 100$$

sample 1

$$\% \text{ ADF} = \frac{(31.0000 - 30.6682) \times 100}{1.0061} = 32.9788 \%$$

sample 2

$$\% \text{ ADF} = \frac{(30.9180 - 30.5870) \times 100}{1.0086} = 32.8178 \%$$

sample 3

$$\% \text{ ADF} = \frac{(30.9287 - 30.5973) \times 100}{1.0087} = 32.8542 \%$$

หา % ADF เฉลี่ย

$$\% \text{ ADF} \text{ เฉลี่ย} = \frac{32.9788 + 32.8178 + 32.8542}{3} = 32.8836 \%$$

4.5.10 การวิเคราะห์หาเอมิเซลลูโลส (Hemicellulose)

หลักการ

เนื่องจากเอมิเซลลูโลสมีคุณสมบัติไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลางแต่จะถูกย่อยได้ด้วยค่างอย่างอ่อน และถูกไฮโดรเจนไซเดท์ ได้ด้วยกรดอ่อน ค่าของเอมิเซลลูโลสจึงคำนวณได้จากผลต่างระหว่าง NDF กับ ADF. และค่าของเอมิเซลลูโลสนี้จะรวมค่าของน้ำรดที่เกาอยู่กับผังเซลล์ด้วย

วิธีคำนวณ

$$\% \text{ Hemicellulose} = \% \text{ NDF} - \% \text{ ADF}$$

$$\% \text{ Hemicellulose} = 34.5285 - 32.8836$$

$$= 1.6449 \%$$

4.5.11 การวิเคราะห์หาลิกนิน (lignin)

หลักการ

โดยการใช้กรด sulfuric เข้มข้น 72 % กรด sulfuric จะย่อยเซลลูโลสเหลือลิกนินและถ้าที่ไม่ละลายในกรด เมื่อเอาส่วนที่เหลือนี้ไปเผาที่อุณหภูมิ 500°C นาน 2 ชั่วโมง ลิกนินจะถูกเผาหมดไปเหลือแต่ถ้าที่ไม่ละลายในกรด ค่าของ lignin ที่ได้เรียกว่า Acid detergent lignin

สารเคมีและวิธีเตรียม

1. สารละลายกรด sulfuric เข้มข้น 72 %

1.1 กรด sulfuric เข้มข้น เกรด A.R.

1.2 distillation water

ตวงน้ำกลั่น 440 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวอลลูมเมตريขนาด 1 ลิตร ชั้นกรด sulfuric 1200 กรัม ค่อยๆ ใส่ลงในขวด徐徐ๆ ให้เข้ากัน ตั้งขวดไว้ใน water bath ที่เย็นจนกระทั้งสารละลายในขวดเย็น เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร วัดความถ่วงจำเพาะของสารละลายให้ได้เท่ากับ 1.634

วิธีการทดลอง

1. นำ Fretted glass crucible ที่มีตัวอย่างชิ้งวิเคราะห์หา ADF เรียบร้อยแล้ววางในภาชนะดีล้อบที่มีน้ำกลั่นอยู่สูงประมาณ 1 ชั่วโมง ระวังอย่าให้เยื่อขัยใน Fretted glass crucible เป็นครึ่งหนึ่ง

2. เติมกรด sulfuric ลงไปประมาณครึ่ง Fretted glass crucible ใช้แท่งแก้วคนให้ทั่วเพื่อให้เยื่อขัยแยกจากกัน ไม่จับกันเป็นก้อน ด้วยเติมกรดเมื่อกรดแห้งและต้องคนบ่อย ๆ

3. หลังจากนั้น 3 ชั่วโมง กรองกรดออก ล้างด้วยน้ำร้อน $90-100^{\circ}\text{C}$ หลายครั้งจนหมดกรด

4. นำ Fretted glass crucible ไปอบในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 100°C นาน 8 ชั่วโมง เอาออกใส่รีดอบแห้งให้เย็นสำหรับน้ำหนัก

5. นำ Fretted glass crucible ไปเผาที่อุณหภูมิ 500°C นาน 2 ชั่วโมง เอาออกใส่รีดอบแห้ง ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักที่หายไป คือ ปริมาณ lignin

ผลการทดลอง

	sample 1 (กรัม)	sample 2 (กรัม)	sample 3 (กรัม)
crucible + fiber หล่อ	30.8451	30.7631	30.7828
crucible + fiber หลงเผา	30.6769	30.5959	30.3158
lignin	0.1682	1.1672	0.1670
% lignin	16.7180	16.5774	16.5560

วิธีการคำนวน

$$\% \text{ lignin} = \left\{ \frac{(\text{fiber หลังการอบ} - \text{fiber หลังการเผา})}{\text{sample}} \right\} \times 100$$

sample 1

$$\% \text{ lignin} = \frac{(30.8451 - 30.6769) \times 100}{1.0061} = 16.7180 \%$$

sample 2

$$\% \text{ lignin} = \frac{(30.7631 - 30.5959) \times 100}{1.0086} = 16.5774 \%$$

sample 3

$$\% \text{ lignin} = \frac{(30.7828 - 30.6158) \times 100}{1.0087} = 16.5560 \%$$

หา % lignin เฉลี่ย

$$\% \text{ lignin} \text{ เฉลี่ย} = \frac{(16.7180 + 16.6774 + 16.5560)}{3}$$

$$= 16.6505 \%$$

4.5.12 การวิเคราะห์หาเซลลูโลส (Cellulose)

หลักการ

จากการวิเคราะห์หาลิกนินโดยใช้กรด sulfuric 72% จะย่อยเซลลูโลส ดังนั้นผลต่างระหว่างน้ำหนัก ADF กับน้ำหนักเยื่อไผ่ที่ถูกย่อยด้วยกรด sulfuric และอบแห้งแล้ว คือค่าของเซลลูโลส

ผลการทดลอง

	sample 1 (กรัม)	sample 2 (กรัม)	sample 3 (กรัม)
crucible + fiber (ADF)	31.0000	30.9180	30.9287
crucible + fiber.acid 72%	30.8451	30.7640	30.7742
cellulose	0.1549	0.1540	0.1545
% cellulose	15.3961	15.2687	15.3167

วิธีการคำนวน

$$\% \text{ cellulose} = \left\{ \frac{(\text{fiber (ADF)} - \text{fiber.acid } 72\%)}{\text{sample}} \right\} \times 100$$

$$\% \text{ cellulose} = \frac{(31.0000 - 30.8451) \times 100}{1.0061} = 15.3961 \%$$

$$\% \text{ cellulose} = \frac{(30.9180 - 30.7640) \times 100}{1.0086} = 15.2687 \%$$

$$\% \text{ cellulose} = \frac{(30.9287 - 30.7742) \times 100}{1.0087} = 15.3167 \%$$

หา % cellulose เฉลี่ย

$$\% \text{ cellulose} = \frac{(15.3961 + 15.2687 + 15.3167)}{3}$$

$$= 15.3272 \%$$

สรุปผลการวิเคราะห์ทางค์ประกอบทางเคมีของใบ ลำต้นและเปลือกกล้วยของกล้วยน้ำว้า

ตาราง 4.16 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของใบ ลำต้นและเปลือกกล้วยผง

องค์ประกอบ	ใบกล้วยสด*	ลำต้นกล้วย*	เปลือกกล้วยผง
ความชื้น	-	10.63 %	9.99 %
โปรตีน	19.99 %	1.82 %	6.20 %
ไขมัน	-	0.49 %	10.70 %
เยื่อใย (กากระดูก)	-	17.60 %	6.59 %
น้ำ	-	5.49 %	12.29 %
คาร์บอไฮเดรต (NFE)	-	63.97 %	50.86 %
NDF	-	-	34.53 %
ADF	-		32.88 %
แคลเซียม mg/100g sample	246.26	553.78	348.37*
ฟอสฟอรัส mg/100g sample	185.81	66.59	253.66*
โซเดียม mg/100g sample	1.49	1.23	1.81
โซเดียม mg/100g sample	trace	trace	trace*
Hemicellulose	-		1.65 %
Lignin	-		16.65 %
Cellulose	-		15.33 %
Tanin	-	-	0.25 %

หมายเหตุ *วิเคราะห์โดยกรรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตร

-ไม่ได้วิเคราะห์

4.6 การทำอาหารจากแบ้งกล้วย ทดลองทำขึ้นจาก

แบ้งกล้วย 5 ชิ้นต่อ ขมคุก ขมเด็ก ขมเยนโรล์ ขมกล้วย ขมกล้วย
กาน ขมทั้ง 5 ชนิดนี้แบ้งกล้วยเป็นส่วนผสม การทำขึ้นจากแบ้งกล้วยชนิดดังกล่าว
ต่อไปนี้

4.6.1 พรุตเต็ก

ส่วนผสม วัตถุดิบ

เนย	300	กรัม
น้ำตาลทรายแดง	75	กรัม
น้ำตาลทรายขาว	150	กรัม
ไข่ไก่	225	กรัม
แบ้งกล้วย (ขนมปัง)	125	กรัม
แบ้งกล้วย	100	กรัม
ผลไม้สดสำหรับทำขึ้นเด็ก	150	กรัม

วิธีทำ

1. ตีเนยกับน้ำตาลทรายแดงจนเข้มข้นพู เลี้วพักไว้
2. ตีไข่กับน้ำตาลทรายขาวจนเข้มข้นพู
3. นำส่วนผสมในข้อ 1 มาใส่ในส่วนผสม ข้อ 2
4. ใส่แบ้งกล้วยและผลไม้รวมผสมที่หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ๆ ส่วนส่วน
ผสม ข้อ 3 และค่อย ๆ คนให้เข้ากัน
5. นำที่พิมพ์ขึ้นเด็กมาทาเนยให้ทั่ว และเทส่วนผสมใน ข้อ 4 ลงที่พิมพ์ลง
ประมาณ 3 ใน 4 ส่วน โดยใช้ที่พิมพ์ขนาด $3 \times 6"$ เลี้วนำไปอบบน
เตาอบไฟบน 180°C ไฟล่าง 160°C ใช้เวลาอบนานประมาณ 55-60 นาที
6. นำขึ้นเด็กออกจากเตาอบ พักให้เย็นครู่ที่พิมพ์ลง นำพรุตเต็กออกจากที่พิมพ์
เนื้อขึ้นเด็กค่อนข้างหยาบ ขมมีเนื้อนิ่ก แน่น สีขมลีเข้มคล้ำ รสชาติ
อร่อยใช้ได้ มีรสและกลิ่นกล้วย ! ลึกน้อย

4.6.2 ໄດນັກຜສມ

ສ່ວນຜສມ

ແບ້ງໜົມປັຈ	250	ກຮມ
ແບ້ງກລ້າຍ	250	ກຮມ
ຜົງພູ	7.5	ກຮມ
ຢືສຕໍ່	5.0	ກຮມ
ນໍ້າ	230	ກຮມ
ໄຊ່ໄກ່	50	ກຮມ
ນໍ້າຕາລທຣາຍໝາວ	35	ກຮມ
ເກລືອ	8	ກຮມ
ໝມພັງ	10	ກຮມ
ເນຍ	80	ກຮມ
ວານີລາ	5	ກຮມ

ວິธີທຳ

1. ຜສມແບ້ງທັງສອງໜົດ ຜົງພູ ແລະ ໝມພັງ ເຊົ້າດ້ວຍກັນ ແລ້ວ ວ່ອນໃສ່ອ່າງພັກໄວ້
2. ລະລາຍນໍ້າຕາລ ເກລືອ ໄຊ່ ແລະ ນໍ້ານໍ້າເຂົ້າກັນ
3. ໄສ່ສ່ວນຜສມ ຂ້ອ 2 ລົງໃນສ່ວນຜສມ ຂ້ອ 1 ແລ້ວ ໄສ່ຢືສຕໍ່ລົງໄປ
4. ໄສ່ເນຍ ແລ້ວ ຕັ້ງດ້ວຍທີ່ຕື່ໝາຍຈຸນເນື້ອເນີຍນ
5. ພັກສ່ວນຜສມທີ່ໄສ້ພັກຈຸນເນື້ອຂໝາຍພອງຂຶ້ນ ນຳມາຄລິ້ງເປັ້ນກັ້ອນ ທ່ານ ພາບປະມາຄ
- 1.5 ຊມ. ໃຫ້ພິມພົກດໜມໂດນທັກດ
6. ພັກໝາຍທີ່ພິມພົກດໄວ້ຈຸນເນື້ອຂໝາຍຂຶ້ນປະມາຄ 3 ໃນ 4 ສ່ວນ
7. ນຳໝາຍທີ່ພັກໄວ້ຈຸນຂຶ້ນແລ້ວໄປທອດໃນນໍ້າມໝາຍມາກ ທ່ານເນື້ອເຫຼືອງໄດ້ທີ່ ນຳຂຶ້ນພັກ ໃຫ້ສະເດັດນໍ້າມັນ ແລ້ວ ຄຸລຸກນໍ້າຕາລທຣາຍໝາວເລັກນ້ອຍ
ລັກໝະໜະເນື້ອຂໝາຍນຸ່ມ ແນີຍາເລັກນ້ອຍ ອ່ວຍ່ອຍ ຮສ່າຕີອ່ອຍໃຫ້ໄດ້

4.6.3 គុកកីឡើយ

សំណើអាមេរិក វត្ថុដិប

- | | | |
|-----------------------|-----|------|
| 1. បោះសារីលូនកប្រសងគ់ | 125 | ករុម |
| 2. បោះកលាយ | 125 | ករុម |
| 3. ធម្ម | 5 | ករុម |
| 4. ឃើញស៊ុត | 200 | ករុម |
| 5. ផ្ទាតាលទរាយខាង | 100 | ករុម |
| 6. ខ្សោក់ | 50 | ករុម |
| 7. វានិតា | 3 | ករុម |

វិធីការ

1. រៀនបោះពីកំពង់សំណើអាមេរិកនិងធម្មដែលបានចូលរួមក្នុងការបង្កើតគុកកីឡើយ
 2. ឱ្យគុកកីឡើយចូលរួមក្នុងការបង្កើតគុកកីឡើយ
 3. នៅថ្ងៃសំណើអាមេរិក ឱ្យគុកកីឡើយចូលរួមក្នុងការបង្កើតគុកកីឡើយ
 4. ឱ្យបោះសារីលូនកប្រសងគ់ចូលរួមក្នុងការបង្កើតគុកកីឡើយ
 5. នាំសំណើអាមេរិកចូលរួមក្នុងការបង្កើតគុកកីឡើយ
 6. នាំបែបចុះឈ្មោះស្ថិក
- នាំចុះឈ្មោះស្ថិក ឱ្យគុកកីឡើយចូលរួមក្នុងការបង្កើតគុកកីឡើយ
- នាំចុះឈ្មោះស្ថិក ឱ្យគុកកីឡើយចូលរួមក្នុងការបង្កើតគុកកីឡើយ

4.6.4 កត្តិវិធីការ

សំណើអាមេរិក វត្ថុដិប

- | | | |
|----------------------------|---|----------------------------------|
| 1. បោះកលាយ | 2 | តុលាបាយ (តុលាបាយខ្លួនខ្លាង 8 ខែ) |
| 2. បោះខាងជើង | 1 | តុលាបាយ |
| 3. ផ្ទាត់កម្ពុជាបិទេមខ័ណ្ឌ | 3 | តុលាបាយ |
| 4. ផ្ទាតាល | 1 | តុលាបាយ |
| 5. កេតិឈើបំបាត់ | 1 | ចំណេះចំណេះ |

วิธีทำ

1. นำส่วนผสมทั้งหมด ผสมเข้าด้วยกัน
2. นำส่วนผสมทั้งหมดไปกรุน โดยใช้ไฟอ่อน ๆ กรุนไปเรื่อย ๆ ประมาณ 30 นาที หรือจนกว่าขมจะเหนียวมาก ๆ และแห้ง
3. นำขมที่เหนียวมากมาบีบ หรือพิมพ์เป็นชิ้น ๆ ห่อกระดาษให้สวยงาม ลักษณะขมจะสีไม่มีเข้มเท่ากับลักษณะที่ทำจากกล้วยสุก ความเหนียวและความหวานจะน้อยกว่า

4.6.5 ขนมกล้วย

ส่วนผสม วัตถุติดบ

- | | |
|-------------------|-----------|
| 1. แบ่งกล้วย | 2 ถ้วยตวง |
| 2. แบ่งข้าวจ้าว | 1 ถ้วยตวง |
| 3. น้ำกะทิเข้มข้น | 4 ถ้วยตวง |
| 4. น้ำตาลทราย | 1 ถ้วยตวง |
| 5. เกลือป่น | 2 ช้อนชา |

วิธีทำ

1. นำส่วนผสมขมทั้งหมด มากรุนเนื้อขมเข้ากันดี เป็นเนื้อเดียวกันเหนียวขึ้น
2. ชุดมะพร้าวหัวว้า (มะพร้าวแก่) ตัวที่ชุดที่ขูดด้วยมือ เป็นเส้น ๆ
3. ฉีกใบตองให้ได้ขนาดพอเหมาะสมตามต้องการ เช็ดให้สะอาด ใช้ใบตองคู่ซ้อนกัน
4. ตักส่วนผสมของขมที่เตรียมไว้ ใส่ใบตอง แล้วหยับมะพร้าวชุดเป็นเส้น หยอกดใส่หน้าขม แล้วห่อขมกลัดใบตองด้วยไม้กลัด
5. เรียงขมลงในรังถึง (ที่นึ่งขม) ใส่น้ำพอสมควร นึ่งขมด้วยไฟกลางนาน ประมาณ 30 นาที หรือจนขมสุก
6. ยกขึ้น ทิ้งให้เย็น เรียงใส่ถาด ลักษณะขมกล้ายที่ได้เนื้อเหนียวมีสีกล้วยสุก หอม มองดูน่ารับประทาน

4.7 การทดสอบการซึมซึมที่ทำจากส่วนผสมของแบงกล้วย

ในการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนำแบงกล้วยผงมาเป็นส่วนผสมในการทำข้าว 5 ชนิดคือ ข้าวมุก ก๊วยเตี๊ยะ เด้งนัก ขนมกล้วยและกล้วยกวน จะใช้ตัวอย่างผู้ชุมชนอายุ 25-45 คน ในแต่ละประเภทของข้าว โดยสุ่มตัวอย่างแบบธรรมชาติและแบ่งเป็นชั้นตามอายุคือ อายุระหว่าง 6-12 ปี, 13-17 ปี, 18-25 ปี อายุมากกว่า 30 ปี และรวมไม่จำกัดอายุ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ 1

ขนาดของกลุ่มตัวอย่างอายุระหว่าง 6-12 ปี ในการซึมประเภทข้าว

1.1 คุก ก๊วย	จำนวน	30 คน
1.2 เค็ก	"	30 คน
1.3 เด้งนัก	"	28 คน
1.4 ขนมกล้วย	"	35 คน
1.5 กล้วยกวน	"	28 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ 2

ขนาดของกลุ่มตัวอย่างอายุระหว่าง 13-17 ปี ในการซึมประเภทข้าว

2.1 คุก ก๊วย	จำนวน	36 คน
2.2 เค็ก	"	34 คน
2.3 เด้งนัก	"	40 คน
2.4 ขนมกล้วย	"	40 คน
2.5 กล้วยกวน	"	40 คน

3. กลุ่มตัวอย่างที่ 3

ขนาดของกลุ่มตัวอย่างอายุระหว่าง 18-25 ปี ในการซึมประเภทข้าว

3.1 คุก ก๊วย	จำนวน	40 คน
3.2 เค็ก	"	35 คน
3.3 เด้งนัก	"	37 คน
3.4 ขนมกล้วย	"	28 คน
3.5 กล้วยกวน	"	31 คน

4. กลุ่มตัวอย่างที่ 4

ขนาดของกลุ่มตัวอย่างอายุระหว่าง 26-30 ปี ในการชิมประเภทชานม

4.1 คุกเกี้ย	จำนวน	40 คน
4.2 เด็ก	"	36 คน
4.3 โตนัก	"	36 คน
4.4 ชนมกล้วย	"	36 คน
4.5 กล้วยกวน	"	36 คน

5. กลุ่มตัวอย่างที่ 5

ขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 30 ปี ในการชิมประเภทชานม

5.1 คุกเกี้ย	จำนวน	34 คน
5.2 เด็ก	"	34 คน
5.3 โตนัก	"	32 คน
5.4 ชนมกล้วย	"	26 คน
5.5 กล้วยกวน	"	26 คน

6. กลุ่มตัวอย่างที่ 6

ขนาดของกลุ่มตัวอย่างรวมไม่จำกัดอายุ ในการชิมประเภทชานม

6.1 คุกเกี้ย	จำนวน	180 คน
6.2 เด็ก	"	179 คน
6.3 โตนัก	"	173 คน
6.4 ชนมกล้วย	"	161 คน
6.5 กล้วยกวน	"	161 คน

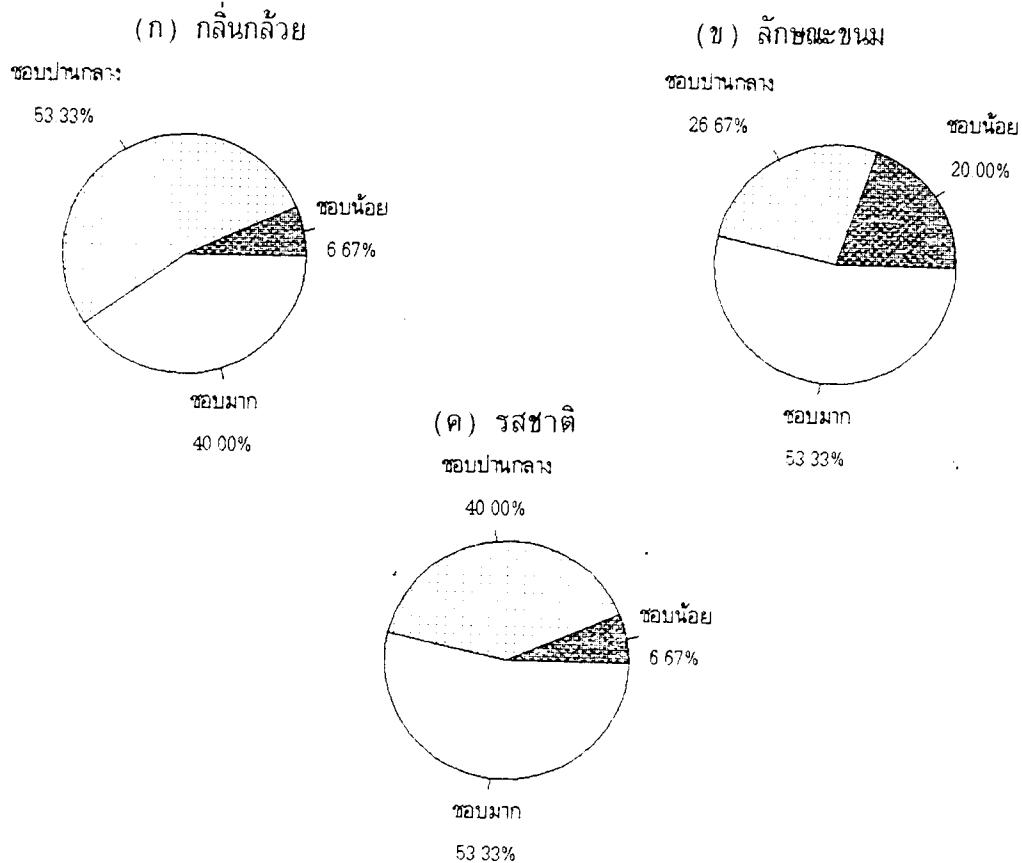
รายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างแสดงเบื้องต้น้างผลการชิมแต่ละประเภทชานมที่มีเป็นกล้วยผง เป็นล้วนผสมแต่ละชั้นอายุและเพศ ปรากฏดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.17 แสดงผลการชิมขัมคุกซึ่งของคนอายุ 6-12 ปี

รายการ	ช้อนน้อย	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ช้อนบานกลาง	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ช้อนมาก	คิดเป็น เบอร์เซนต์
	(1)	(2)	(2)	(3)	(3)	
มีกลิ่นกลัวย	2	6.67	16	53.33	12	40.00
ลักษณะข้ม	6	20.00	8	26.67	16	53.33
รสชาติ	2	6.67	12	40.00	16	53.33

จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 6-12 ปี ช้อนมีกลิ่นกลัวยในระดับบานกลาง 53.33 % ช้อนในลักษณะข้มและรสชาติในระดับมาก 53.33 % เท่ากัน และแสดงเป็นกราฟวงกลมเพื่อให้เห็นเด่นชัดดังนี้

แผนภาพที่ 4.1 กราฟการเปรียบเทียบระดับการช้อนจากการชิมขัมคุกซึ่งของคนอายุ 6-12 ปี



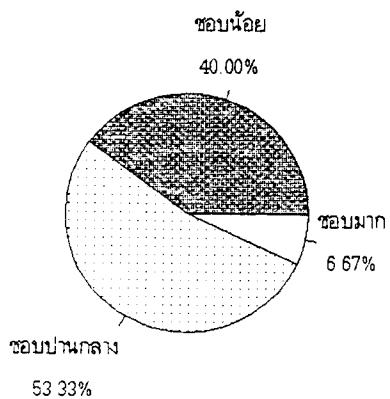
ตารางที่ 4.18 แสดงผลการชิมขั้นแม่เด็กของคนอายุ 6-12 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	12	40.00	16	53.33	2	6.67
ลักษณะข้ม	3	10.00	18	60.00	9	30.00
รสชาติ	6	20.00	16	53.33	8	26.67

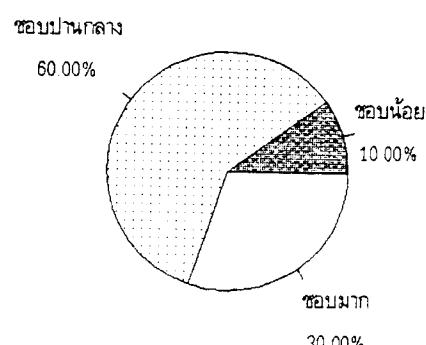
จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 6-12 ปี ชอบมีกลิ่นกลัว ลักษณะและรสชาติ ในระดับปานกลางเหมือนกัน คิดเป็น 53.33 % , 60 % และ 53.33 % ตามลำดับ และแสดงเปรียบเทียบเป็นกราฟวงกลมได้ดังนี้

แผนภาพที่ 4.2 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการชิมขั้นแม่เด็กของคนอายุ 6-12 ปี

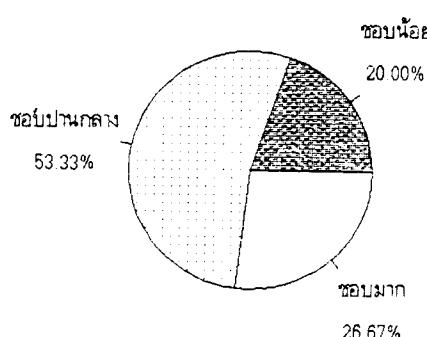
(ก) กลิ่นกลัว



(ข) ลักษณะข้ม



(ค) รสชาติ



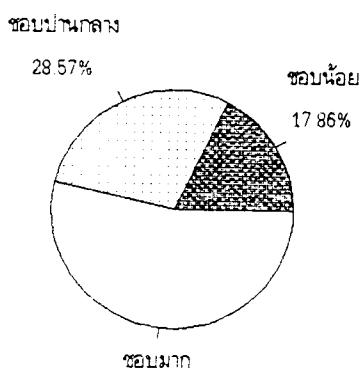
ตารางที่ 4.19 แสดงผลการซึมซัมโด้น้ำของคนอายุ 6-12 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	5	17.86	8	28.57	15	53.57
ลักษณะข้ม	2	7.44	10	35.71	16	57.15
รสชาติ	4	14.20	16	57.14	8	28.57

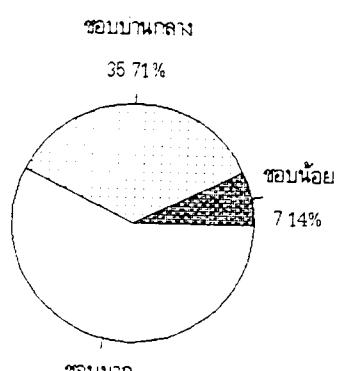
จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 6-12 ปี ชอบมีกลิ่นกลัว และลักษณะข้ม ในระดับมาก 53.57 % และ 57.15 % ตามลำดับ และชอบรสชาติในระดับปานกลางค่อนข้างไปทางมาก 57.14 % และแสดงเป็นกราฟวงกลมเบรรี่ยบเทียบดังนี้

แผนภาพที่ 4.3 กราฟการเบรรี่ยบเทียบระดับการชอบจากการซึมซัมโด้น้ำของคนอายุ 6-12 ปี

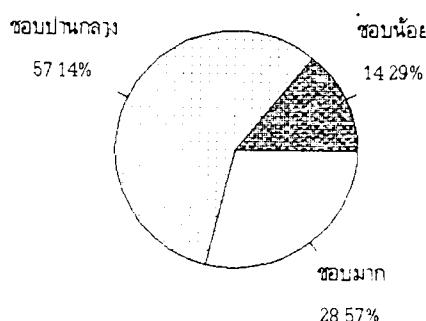
(ก) กลิ่นกลัว



(ข) ลักษณะข้ม



(ค) รสชาติ



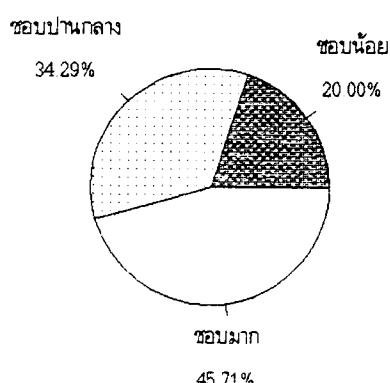
ตารางที่ 4.20 แสดงผลการซึมซึมกลัวยของคนอายุ 6-12 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัวย	7	20.00	12	34.29	16	45.71
ลักษณะขม	5	14.20	20	57.14	10	28.57
รสชาติ	10	28.57	10	28.57	15	42.86

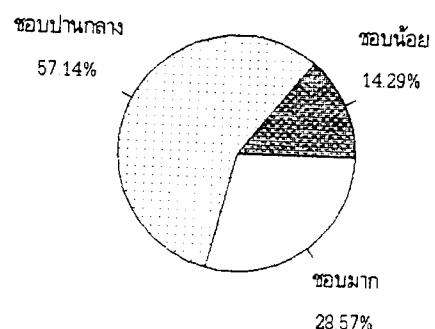
จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 6-12 ปี ชอบมีกลิ่นกลัวยมาก 45.7 % ลักษณะขมชอบปานกลาง 57.14 % และชอบรสชาติมาก 42.86 % และแสดงเป็นกราฟวงกลมเปรียบเทียบดังนี้

แผนภาพที่ 4.4 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซึมซึมกลัวยของคนอายุ 6-12 ปี

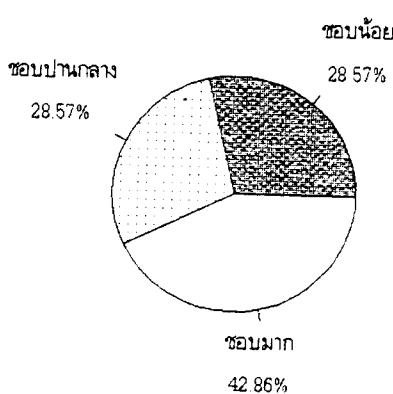
(ก) กลิ่นกลัวย



(ข) ลักษณะขม



(ค) รสชาติ



ตารางที่ 4.21 แสดงผลการซึมซึมกลัวยกวนของคนอายุ 6-12 ปี

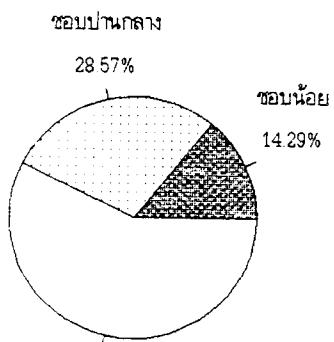
รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัวย	4	14.29	8	28.57	16	57.14
ลักษณะขม	6	21.43	8	28.57	14	50.00
รสชาติ	4	14.29	16	57.14	8	28.57

จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 6-12 ปี ชอบมีกลิ่นกลัวยมาก ลักษณะขม และรสชาติมาก ในระดับมาก 57.14 % และ 50 % ตามลำดับ และชอบรสชาติปานกลาง 57.14 % และแสดงเป็นกราฟวงกลมเปรียบเทียบดังนี้

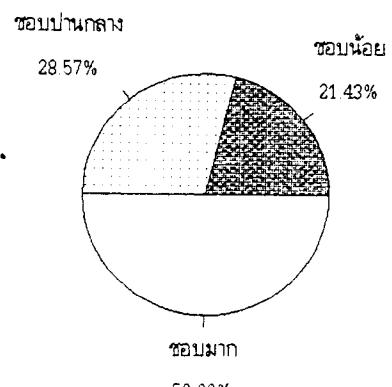
แผนภาพที่ 4.5 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซึมซึมกลัวยกวนของคน

อายุ 6-12 ปี

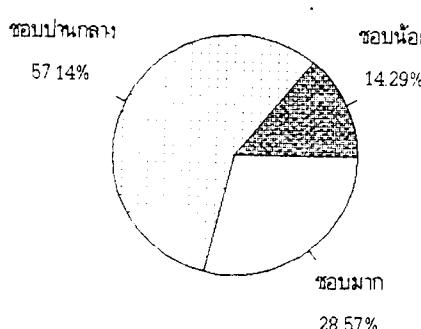
(ก) กลิ่นกลัวย



(ข) ลักษณะขม



(ค) รสชาติ



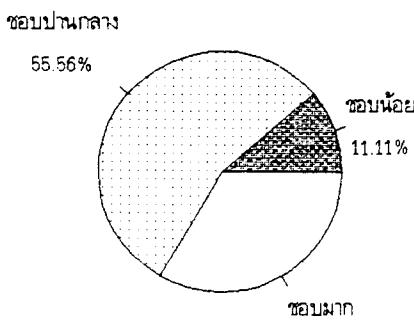
ตารางที่ 4.22 แสดงผลการซึมซึมคุกคีของคนอายุ 13-17 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัวย	4	11.11	20	55.56	12	33.33
ลักษณะขม	8	22.22	12	33.33	16	44.45
รสชาติ	4	11.11	12	33.33	20	55.56

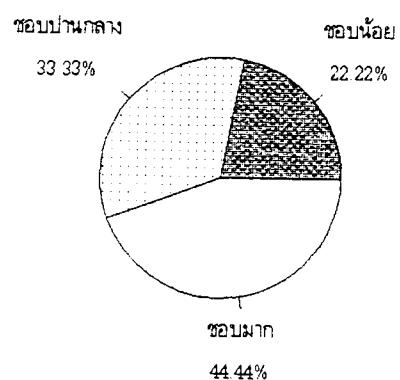
จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 13-17 ปี ชอบชื้นคุกคีที่มีกลิ่นกลัวยในระดับปานกลางร้อยละ 55.56 ชอบลักษณะขมในระดับมากร้อยละ 44.45 ชอบรสชาติในระดับมากร้อยละ 55.56 และแสดงเป็นกราฟวงกลมเพื่อให้เห็นเด่นชัดดังนี้

แผนภาพที่ 4.6 กราฟการเปรียบเทียบระหว่างการชอบจากการซึมซึมคุกคีของคนอายุ 13-17 ปี

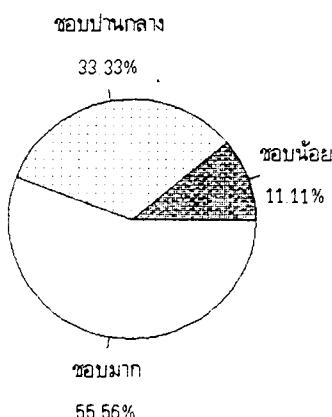
(ก) กลิ่นกลัวย



(ข) ลักษณะขม



(ค) รสชาติ



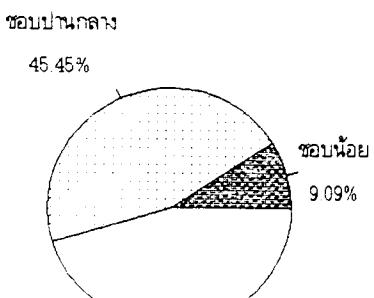
ตารางที่ 4.23 แสดงผลการซึมขั้นเด็กของคนอายุ 13-17 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	4	9.10	20	45.45	20	45.45
ลักษณะขั้น	8	18.18	20	45.45	16	36.37
รสชาติ	8	18.18	32	72.72	4	9.10

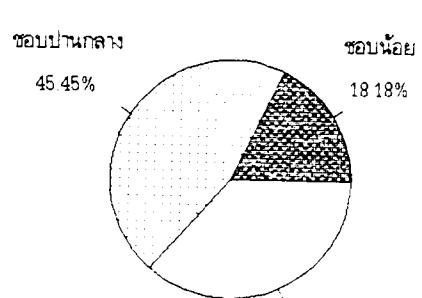
จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 13-17 ปี ชอบขั้นเด็กที่มีกลิ่นกลัวในระดับปานกลางค่อนไปข้างมาก 45.45 % ชอบลักษณะขั้นมะระดับปานกลาง 45.45 % ชอบในรสชาติปานกลาง 72.72 % และแสดงเบรี่ยบเทียบเป็นกราฟวงกลมได้ดังนี้

แผนภาพที่ 4.7 กราฟการเบรี่ยบเทียบระดับการชอบจากการซึมขั้นเด็กของคนอายุ 13-17 ปี

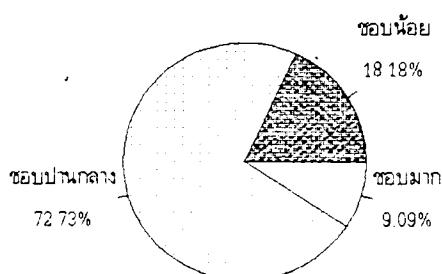
(ก) กลิ่นกลัว



(ข) ลักษณะขั้น



(ค) รสชาติ



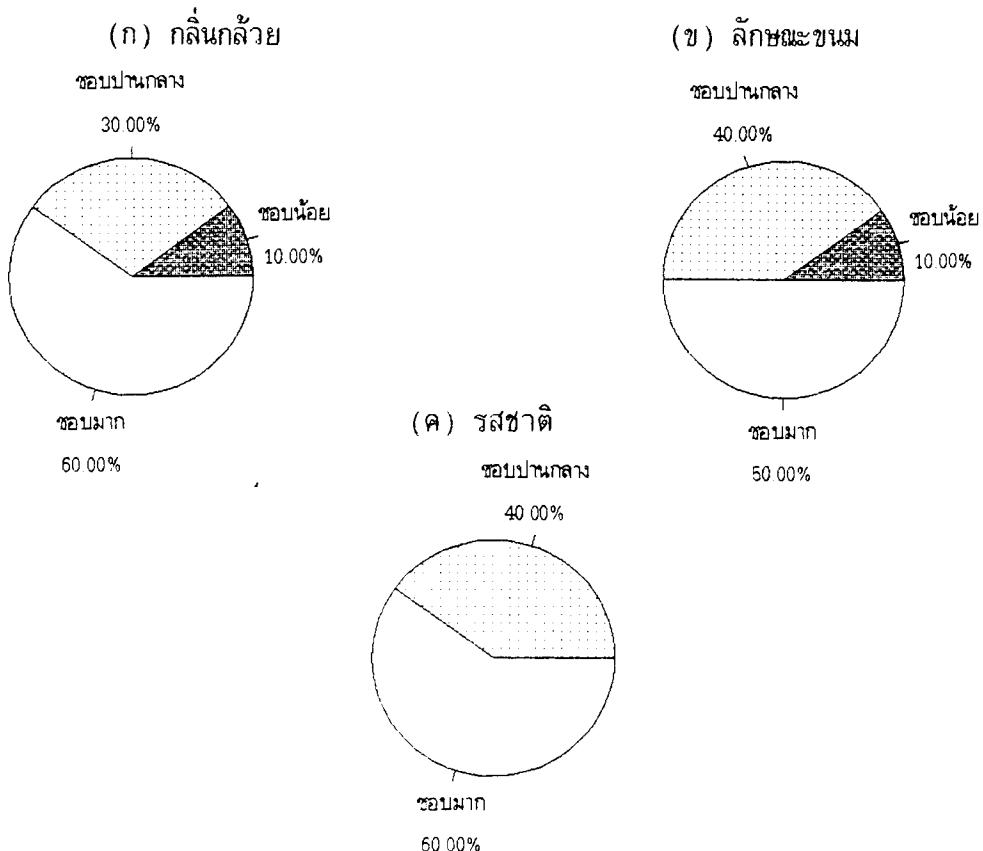
ตารางที่ 4.24 แสดงผลการซึมซ.ylabelนักของคนอายุ 13-17 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	4	10.00	12	30.00	24	60.00
ลักษณะข่ม	4	10.00	16	40.00	20	50.00
รสชาติ	0	0.00	16	40.00	24	60.00

จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 13-17 ปี ชอบในลักษณะข่ม รสชาติและกลิ่นกลัวในระดับมาก คิดเป็น 50 % 60 % และ 60 % ตามลำดับ แสดงเป็นกราฟวงกลมเบรี่ยบที่ยังได้ดังนี้

แผนภาพที่ 4.8 กราฟการเบรี่ยบที่ยังบ่งบอกการชอบจากการซึมซ.ylabelนัก

ของคนอายุ 13-17 ปี



ตารางที่ 4.25 แสดงผลการซึมซึมกลัวยของคนอายุ 13-17 ปี

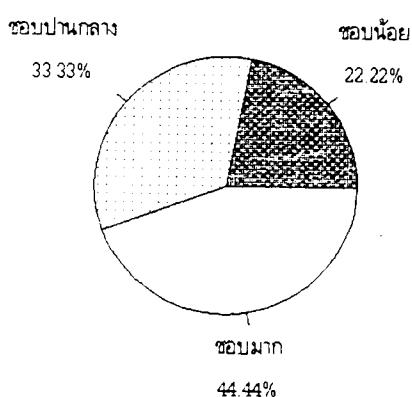
รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัวย	8	22.22	12	33.33	16	44.45
ลักษณะขม	8	22.22	24	67.67	4	11.11
รสชาติ	6	16.67	18	50.00	12	33.33

จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 13-17 ปี ชอบลักษณะขมและรสชาติในระดับปานกลางคิดเป็น 66.67 % และ 50.00 % ตามลำดับ โดยชอบมีกลิ่นกลัวยในระดับมากคิดเป็น 44.45 % แสดงเป็นกราฟวงกลมเบรี่ยบเทียบได้ดังนี้

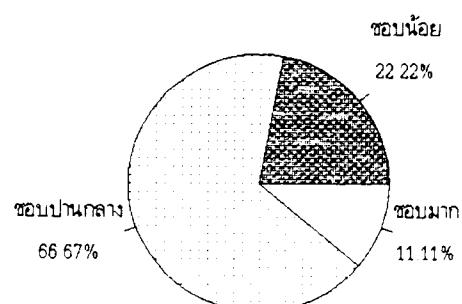
แผนภาพที่ 4.9 กราฟการเบรี่ยบเทียบระดับการชอบจากการซึมซึมกลัวย

ของคนอายุ 13-17 ปี

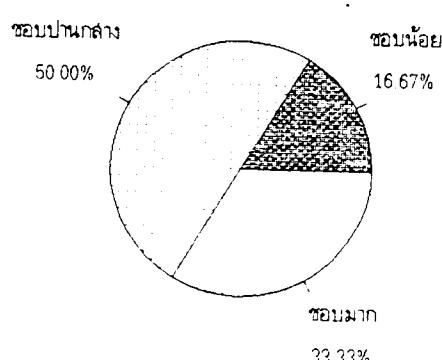
(ก) กลิ่นกลัวย



(ข) ลักษณะขม



(ค) รสชาติ



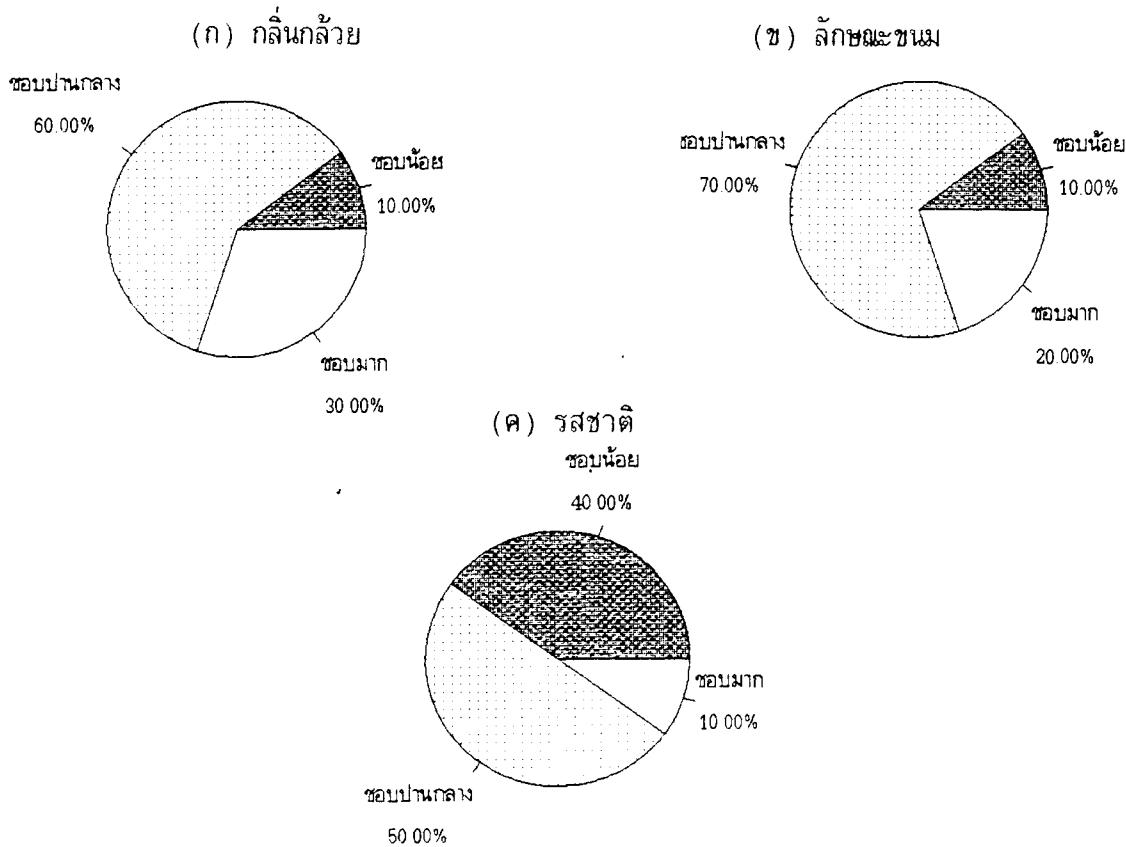
ตารางที่ 4.26 แสดงผลการซึมซึมกลัวยกวนของคนอายุ 13-17 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัวย	4	10.00	24	60.00	12	30.00
ลักษณะขม	4	10.00	28	70.00	8	20.00
รสชาติ	16	40.00	20	50.00	4	10.00

จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 13-17 ปี ชอบลักษณะขม กลิ่นกลัวยและรสชาติ ในระดับปานกลางคิดเป็น 60.00 % 70.00 % และ 50.00 % ตามลำดับ แสดงเป็นกราฟวงกลมเบรียบเทียบดังนี้

แผนภาพที่ 4.10 กราฟการเบรียบเทียบระดับการชอบจากการซึมซึมกลัวยกวน

ของคนอายุ 13-17 ปี



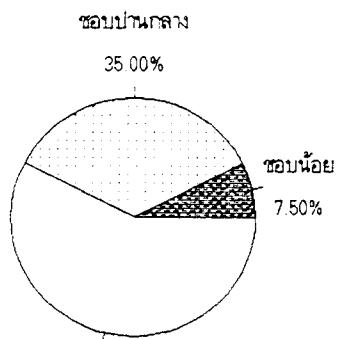
ตารางที่ 4.27 แสดงผลการซึมขั้นมากกี้ของคนอายุ 18-25 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	3	7.50	14	35.00	23	57.50
ลักษณะขม	1	2.50	14	35.00	25	62.50
รสชาติ	5	12.50	15	37.50	20	50.00

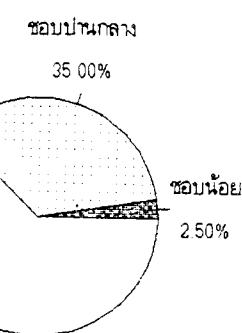
จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 18-25 ปี ชอบลักษณะขม กลิ่นกลัวและรสชาติ ในระดับมากคิดเป็น 62.50 % , 57.50 % และ 50.00 % ตามลำดับ แสดงเป็นกราฟวงกลมเพื่อให้เห็นเด่นชัดดังนี้

แผนภาพที่ 4.11 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซึมขั้นมากกี้ของคนอายุ 18-25 ปี

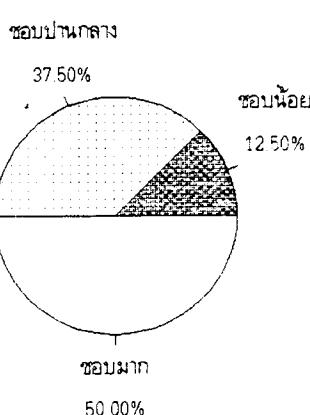
(ก) กลิ่นกลัว



(ข) ลักษณะขม



(ค) รสชาติ



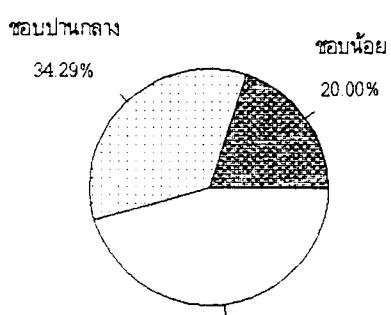
ตารางที่ 4.28 แสดงผลการชิมชัมเม่คึ๊กของคนอายุ 18-25 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบบานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	7	20.00	12	34.29	16	45.71
ลักษณะขม	8	22.86	10	28.57	17	48.57
รสชาติ	3	8.57	13	37.14	19	54.29

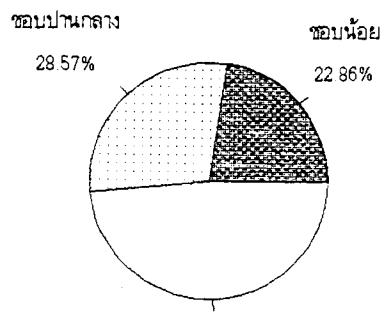
จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 18-25 ปี ชอบลักษณะขม กลิ่นกลัวและรสชาติ ในระดับมากคิดเป็น 48.57 % , 45.71 % และ 54.29 % ตามลำดับ แสดงเปรียบเทียบเป็นกราฟวงกลมได้ดังนี้

แผนภาพที่ 4.12 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการชิมชัมเม่คึ๊กของคนอายุ 18-25 ปี

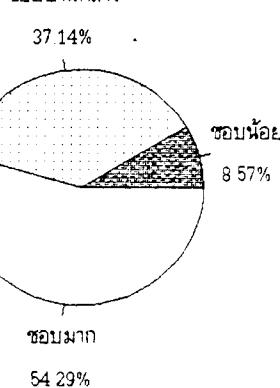
(ก) กลิ่นกลัว



(ข) ลักษณะขม



(ค) รสชาติ



ตารางที่ 4.29 แสดงผลการซึมซึมโดดเด่นของคนอายุ 18-25 ปี

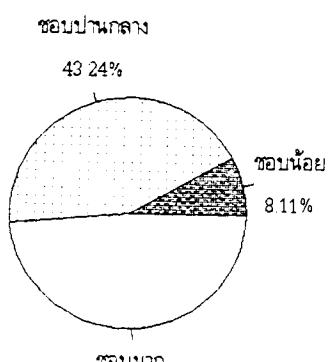
รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบบานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	3	8.11	16	43.24	18	48.65
ลักษณะขม	8	21.62	14	37.84	15	40.54
รสชาติ	4	10.81	16	43.24	17	45.95

จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 18-25 ปี มีความชอบในลักษณะขม กลิ่นกลัว และรสชาติ ในระดับมากคิดเป็น 42.86 % 78.65 % และ 45.95 % ตามลำดับ แสดงเป็นกราฟวงกลมเบรี่ยบเทียบได้ดังนี้

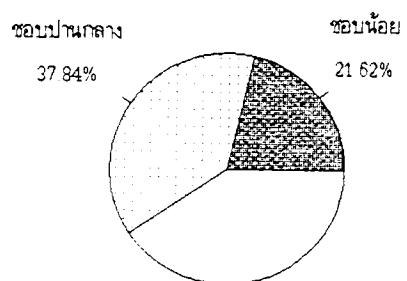
แผนภาพที่ 4.13 กราฟการเบรี่ยบเทียบระดับการชอบจากการซึมซึมโดดเด่น

ของคนอายุ 18-25 ปี

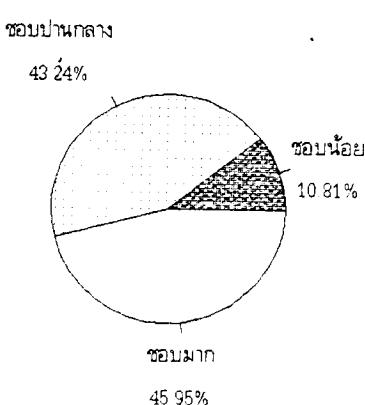
(ก) กลิ่นกลัว



(ข) ลักษณะขม



(ค) รสชาติ



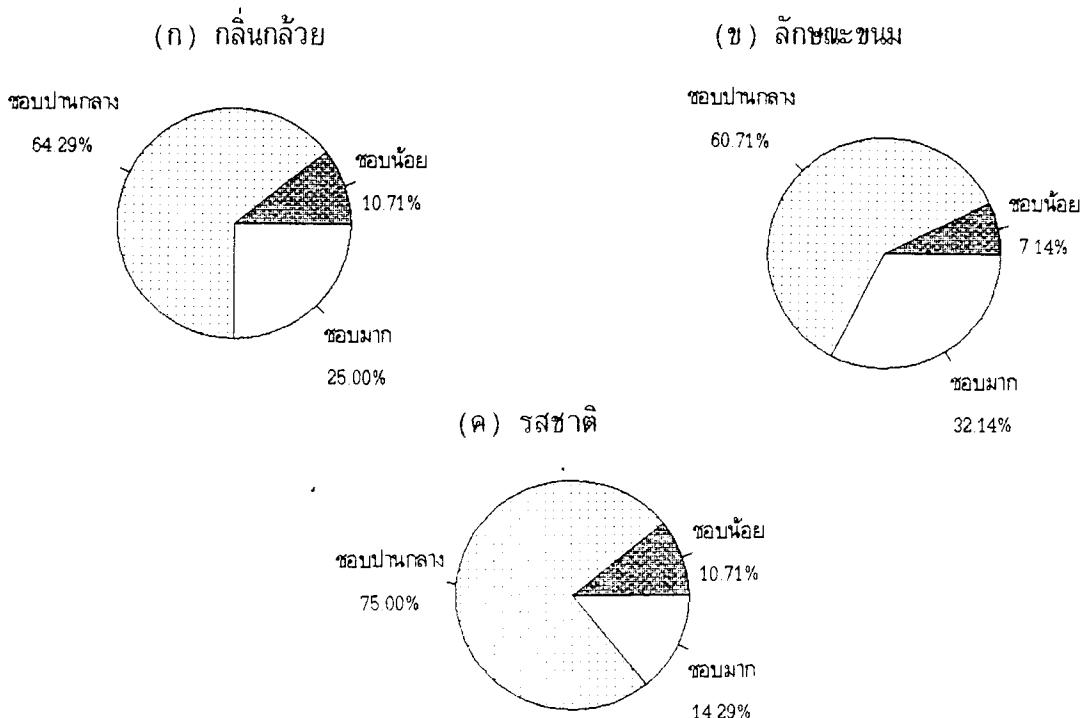
ตารางที่ 4.30 แสดงผลการซึมขั้นมากล้วยของคนอายุ 18-25 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกิจกรรมล้วย	3	10.71	18	64.29	7	25.00
ลักษณะชั่นน์	2	7.15	17	60.71	9	32.14
รสชาติ	3	10.71	21	75.00	4	14.29

จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 18-25 ปี ชอบลักษณะชั่นน์ กลิ่นกลัวย และรสชาติในระดับปานกลางคิดเป็น 60.71 % 64.29 % และ 75.00 % แสดงเป็นกราฟวงกลมเบรี่ยบเทียบได้ดังนี้

แผนภาพที่ 4.14 กราฟการเบรี่ยบเทียบระดับการชอบจากการซึมขั้นมากล้วย

ของคนอายุ 18-25 ปี



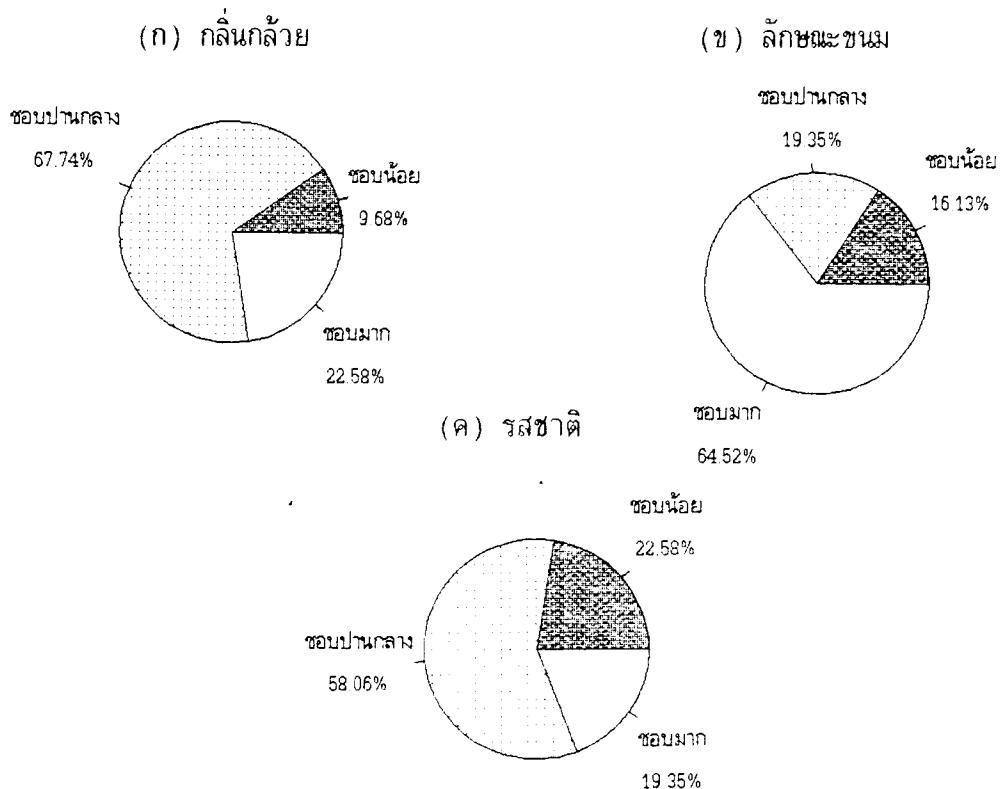
ตารางที่ 4.31 แสดงผลการซึมขั้นแมกลั่ยการของคนอายุ 18-25 ปี

รายการ	ชอบน้อย	คิดเป็น	ชอบบานกลาง	คิดเป็น	ชอบมาก	คิดเป็น
	(คน)	เปอร์เซนต์	(คน)	เปอร์เซนต์	(คน)	เปอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	3	9.68	21	67.74	7	22.58
ลักษณะขั้น	5	16.13	6	19.35	20	64.52
รสชาติ	7	22.59	18	58.06	6	19.35

จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 18-25 ปี ชอบลักษณะขั้นมากคิดเป็น 64.52 % แต่ชอบรสชาติและกลิ่นกลัวในระดับบานกลางคิดเป็น 58.06 % และ 67.74 % ตามลำดับ แสดงเป็นกราฟวงกลมเบรี่ยบเทียบดังนี้

แผนภาพที่ 4.15 กราฟการเบรี่ยบเทียบระดับการชอบจากการซึมขั้นแมกลั่ยการ

ของคนอายุ 18-25 ปี



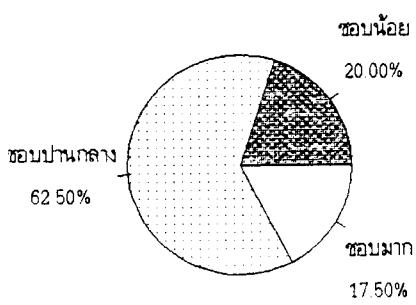
ตารางที่ 4.32 แสดงผลการซึมขั้นดุกกี้ของคนอายุ 26-30 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	8	20.00	25	62.50	7	17.50
ลักษณะข้ม	2	5.00	15	37.50	23	57.50
รสชาติ	1	2.50	17	42.50	22	55.00

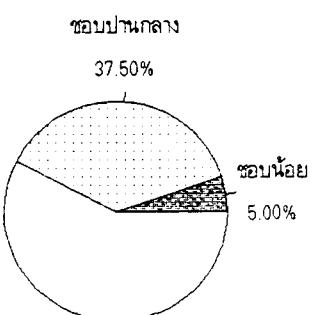
จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 26-30 ปี ชอบลักษณะข้ม และรสชาติ ในระดับมากคิดเป็น 57.50 % และ 55.00 % ตามลำดับ และชอบกลิ่นกลัวในระดับปานกลาง คิดเป็น 62.50% แสดงเป็นกราฟวงกลมเพื่อให้เห็นเด่นชัดดังนี้

แผนภาพที่ 4.16 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซึมขั้นดุกกี้ของคนอายุ 26-30 ปี

(ก) กลิ่นกลัว



(ข) ลักษณะข้ม



(ค) รสชาติ

ชอบปานกลาง

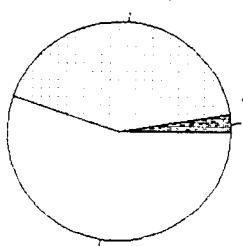
42.50%

ชอบน้อย

2.50%

ชอบมาก

55.00%



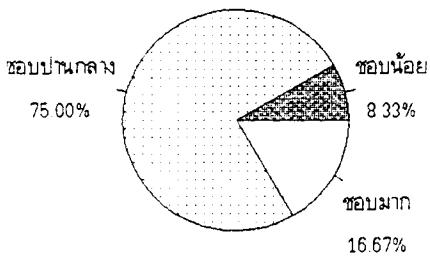
ตารางที่ 4.33 แสดงผลการชิมข้มเค็กของคนอายุ 26-30 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลิ้วย	3	8.33	27	75.00	6	16.67
ลักษณะข้ม	6	16.66	15	41.67	15	41.67
รสชาติ	6	16.66	21	58.33	9	25.01

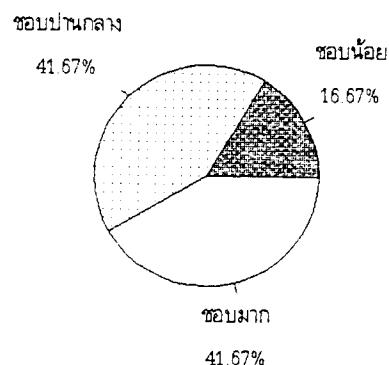
จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 26-30 ปี ชอบลักษณะข้มในระดับปานกลาง และมากเท่ากันคือ 41.67 % ชอบในกลิ่นกลิ้วยระดับปานกลาง 75.00 % และชอบในรสชาติ ระดับปานกลาง 58.33 % แสดงเปรียบเทียบเป็นกราฟวงกลมได้ดังนี้

แผนภาพที่ 4.17 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการชิมข้มเค็กของคนอายุ 26-30 ปี

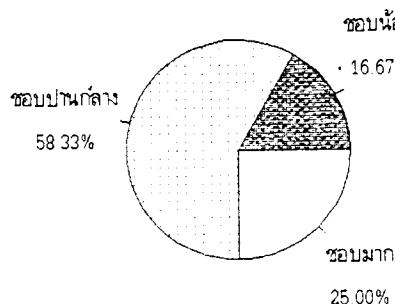
(ก) กลิ่นกลิ้วย



(ข) ลักษณะข้ม



(ค) รสชาติ



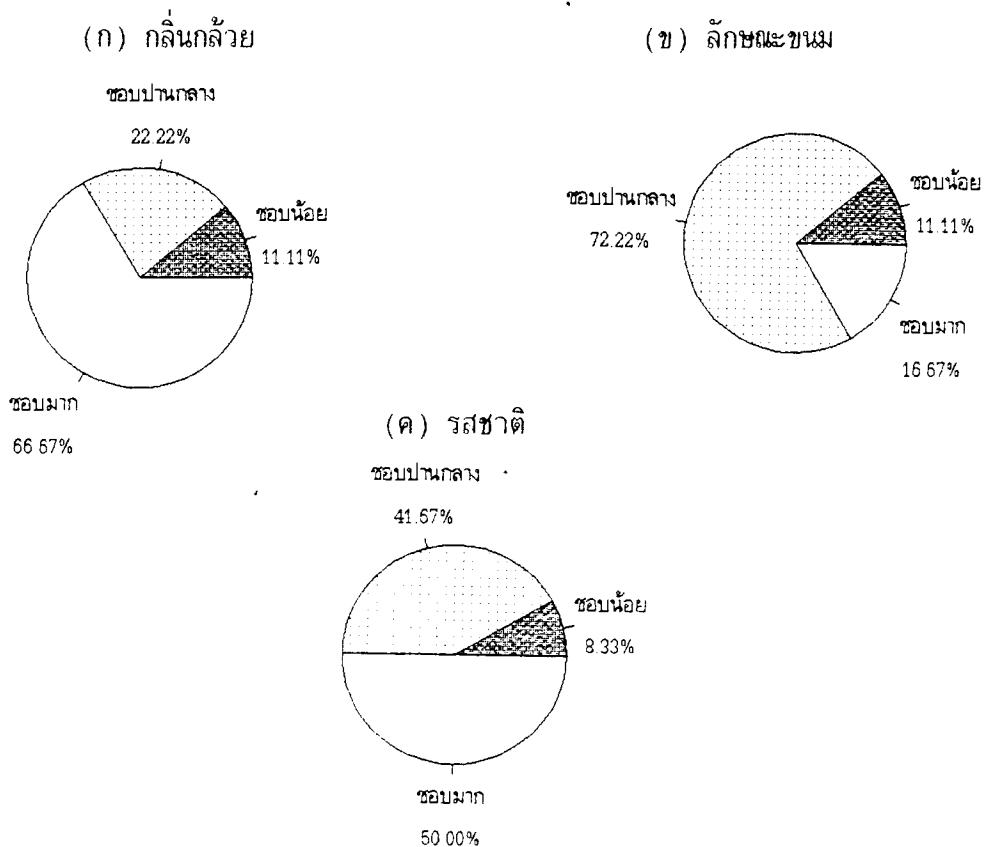
ตารางที่ 4.34 แสดงผลการซึมซ.ylabel ดันท์ของคนอายุ 26-30 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลิ้วย	4	11.11	8	22.22	24	66.67
ลักษณะข้ม	4	11.11	26	72.22	6	16.67
รสชาติ	3	8.33	15	41.67	18	50.00

จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 26-30 ปี ชอบลักษณะข้มปานกลางคิดเป็น 72.22 % ชอบในรสชาติและกลิ่นกลิ้วยมากคิดเป็น 50.00 % และ 66.62 % ตามลำดับ แสดงเป็นกราฟวงกลมเปรียบเทียบได้ดังนี้

แผนภาพที่ 4.18 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซึมซylabel ดันท์ของคน

อายุ 26-30 ปี



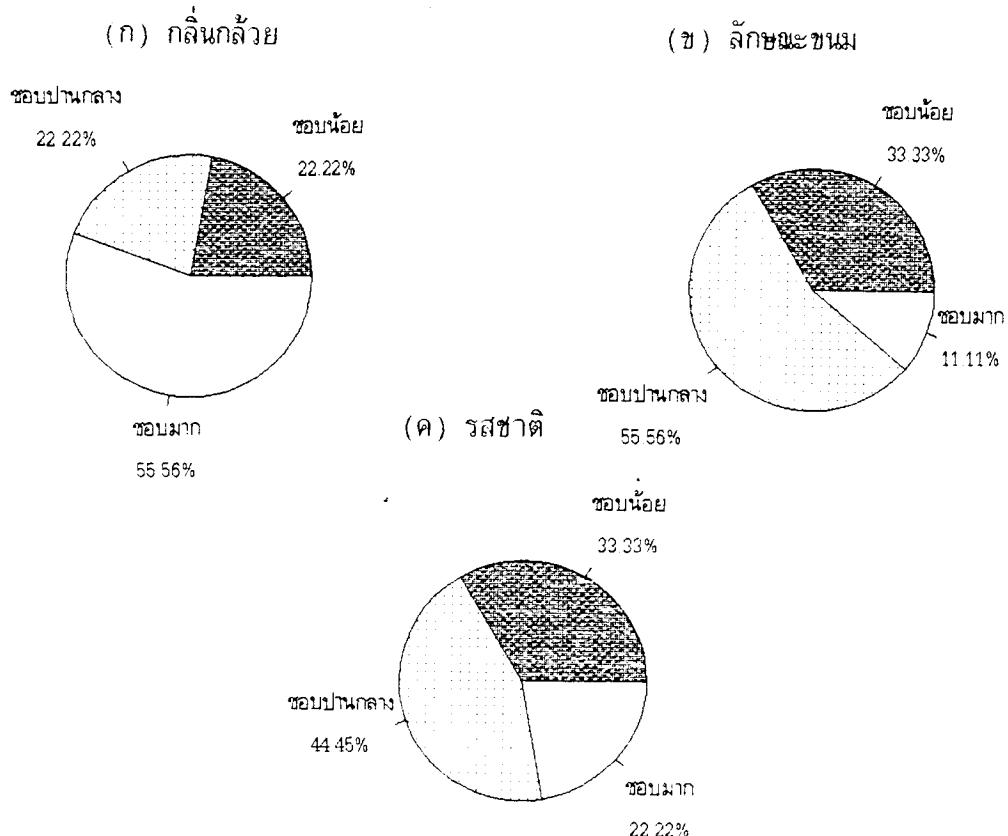
ตารางที่ 4.35 แสดงผลการซึมซึมกลัวของคนอายุ 26-30 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	8	22.22	8	22.22	20	55.56
ลักษณะขม	12	33.33	20	55.56	4	11.11
รสชาติ	12	33.33	16	44.45	8	22.22

จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 26-30 ปี ชอบลักษณะขม และรสชาติ ปานกลางคิดเป็น 55.56 % และ 44.45 % ตามลำดับ และชอบความมีกลิ่นกลัวอยู่ระดับมาก 55.56 % แสดงเป็นกราฟวงกลมเบรี่ยบเทียบได้ดังนี้

แผนภาพที่ 4.19 กราฟการเบรี่ยบเทียบระดับการชอบจากการซึมซึมกลัว

ของคนอายุ 26-30 ปี



ตารางที่ 4.36 แสดงผลการซึมขั้นมากลั่วյกวนของคนอายุ 26-30 ปี

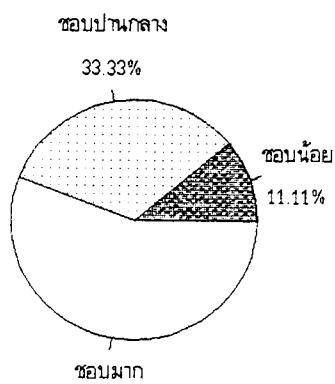
รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	4	11.11	12	33.33	20	55.56
ลักษณะขม	12	33.33	20	55.56	4	11.11
รสชาติ	8	22.22	24	66.66	4	11.11

จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่าง 26-30 ปี ชอบลักษณะขมและรสชาติปานกลางคิดเป็น 55.56 % และ 66.66 % ตามลำดับ และชอบกลิ่นกลัวมากคิดเป็น 55.56 % แสดงเป็นกราฟวงกลมเปรียบเทียบดังนี้

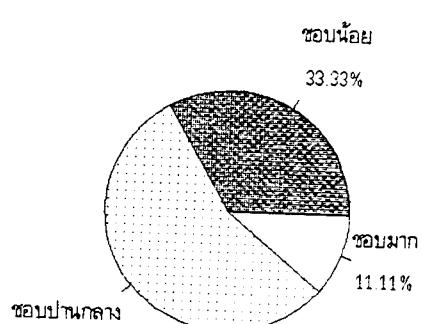
แผนภาพที่ 4.20 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซึมขั้นมากลั่วյกวน

ของคนอายุ 26-30 ปี

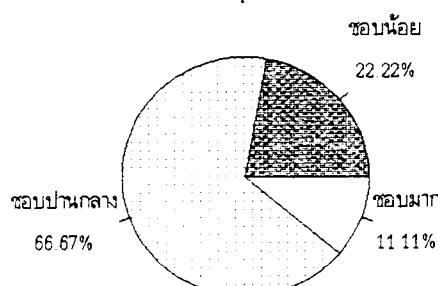
(ก) กลิ่นกลัว



(ข) ลักษณะขม



(ค) รสชาติ



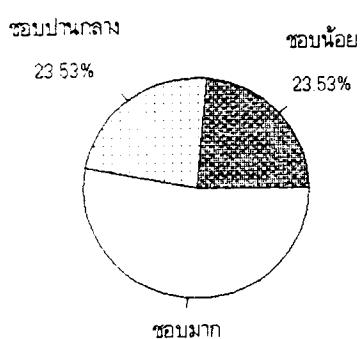
ตารางที่ 4.37 แสดงผลการซึมขั้นคุณภาพของคนอายุมากกว่า 30 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	8	23.53	8	23.53	18	52.94
ลักษณะข้ม	6	17.64	14	41.18	14	41.18
รสชาติ	2	5.89	12	35.29	20	58.82

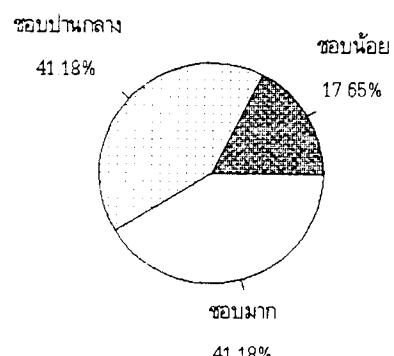
จากตารางจะพบว่าคนอายุมากกว่า 30 ปี ชอบลักษณะข้มปานกลางและมากเท่ากัน คิดเป็น 41.18 % ชอบกลิ่นกลัวและรสชาติมากคิดเป็น 52.94 % และ 58.82 % ตามลำดับ แสดงเป็นกราฟวงกลมเพื่อให้เห็นเด่นชัดดังนี้

แผนภาพที่ 4.21 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซึมขั้นคุณภาพของคนอายุมากกว่า 30 ปี

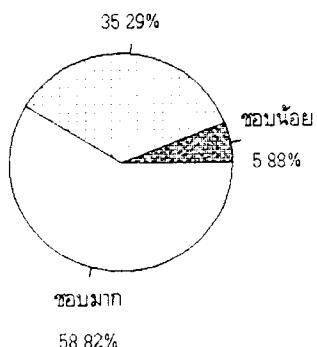
(ก) กลิ่นกลัว



(ข) ลักษณะข้ม



(ค) รสชาติ

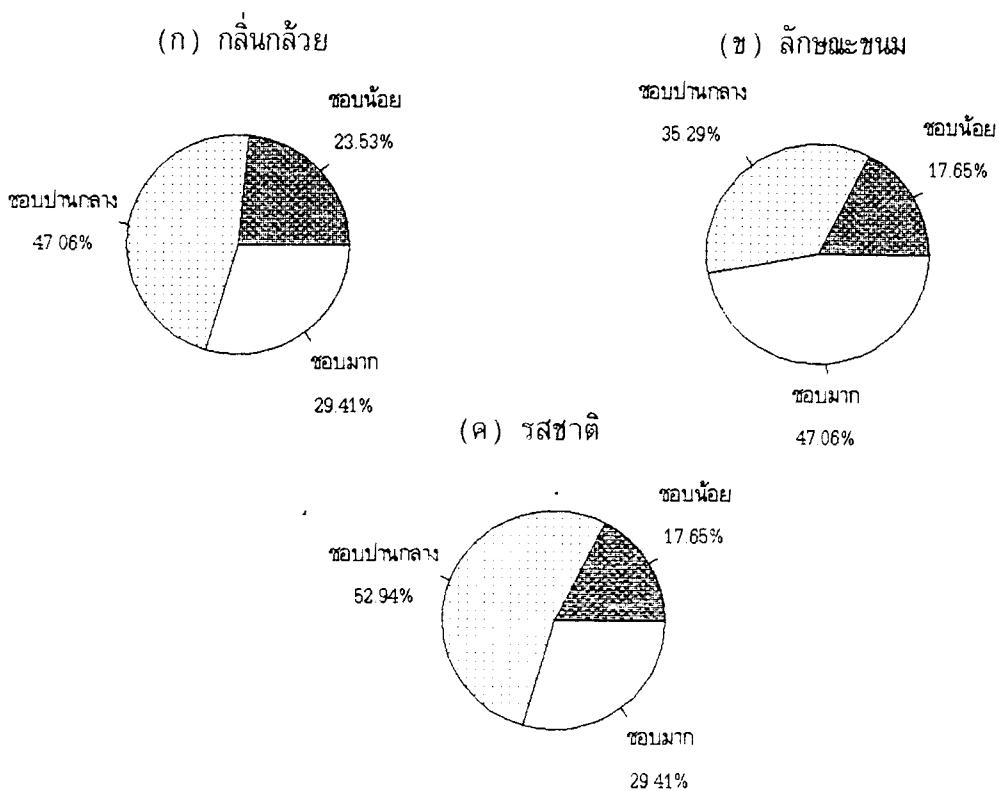


ตารางที่ 4.38 แสดงผลการซึมซึมเค็กของคนอายุมากกว่า 30 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลิ้วย	8	23.53	16	47.06	10	29.41
ลักษณะขม	6	17.65	12	35.29	16	47.06
รสชาติ	6	17.66	18	52.94	10	29.41

จากตารางจะพบว่าคนอายุมากกว่า 30 ปี ชอบลักษณะขมมากคิดเป็น 47.06 % ชอบในกลิ่นกลิ้วยและรสชาติปานกลางคิดเป็น 47.06 % และ 52.94 % ตามลำดับ แสดงเปรียบเทียบเป็นกราฟวงกลมได้ดังนี้

แผนภาพที่ 4.22 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซึมซึมเค็กของคนอายุมากกว่า 30 ปี



ตารางที่ 4.39 แสดงผลการซึมซึมโดดเดี่ยของคนอายุมากกว่า 30 ปี

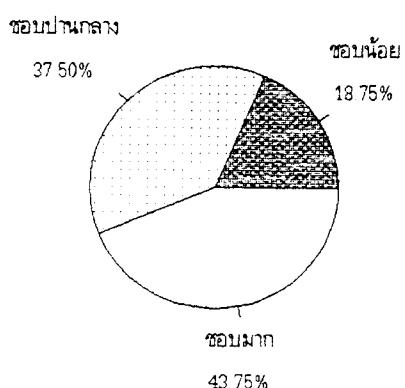
รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลิ้วย	6	18.75	12	37.50	14	43.75
ลักษณะขม	4	12.50	10	31.25	18	56.25
รสชาติ	10	31.25	6	18.75	16	50.00

จากตารางจะพบว่าคนอายุมากกว่า 30 ปี มีความชอบในกลิ่นกลิ้วย ลักษณะขม และรสชาติในระดับมากคิดเป็น 43.75 % , 56.25 % และ 50.00 % ตามลำดับ แสดงเป็นกราฟวงกลมเบรี่ยบเทียบได้ดังนี้

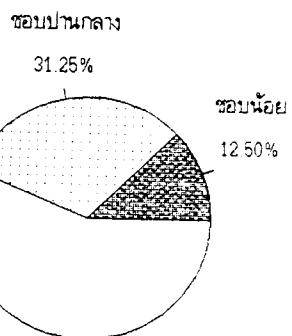
แผนภาพที่ 4.23 กราฟการเบรี่ยบเทียบระดับการชอบจากการซึมซึมโดดเดี่ย

ของคนอายุมากกว่า 30 ปี

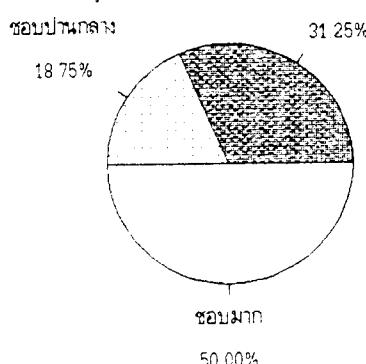
(ก) กลิ่นกลิ้วย



(ข) ลักษณะขม



(ค) รสชาติ



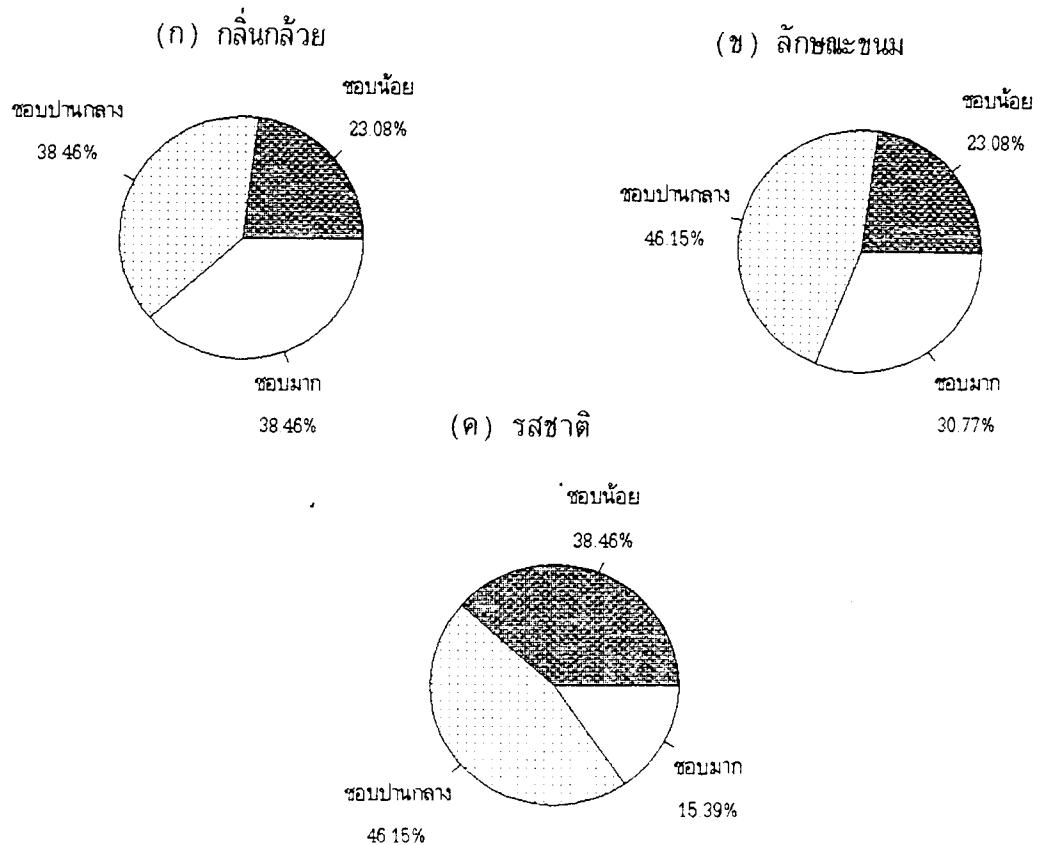
ตารางที่ 4.40 แสดงผลการซึมขั้นมากลัวของคนอายุมากกว่า 30 ปี

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	6	23.08	10	38.46	10	38.46
ลักษณะข่ม	6	23.08	12	46.15	8	30.77
รสชาติ	10	38.46	12	46.15	4	15.39

จากตารางจะพบว่าคนอายุระหว่างมากกว่า 30 ปี ชอบลักษณะข่ม และรสชาติ ปานกลางคิดเป็น 46.15 % เท่ากัน ชอบกลิ่นกลัวปานกลางเท่ากับมากคิดเป็น 38.46 % แสดงเป็นกราฟวงกลมเปรียบเทียบได้ดังนี้

แผนภาพที่ 4.24 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซึมขั้นมากลัว

ของคนอายุมากกว่า 30 ปี



ตารางที่ 4.41 แสดงผลการซึมซึมกลัวยกรุนของคนอายุมากกว่า 30 ปี

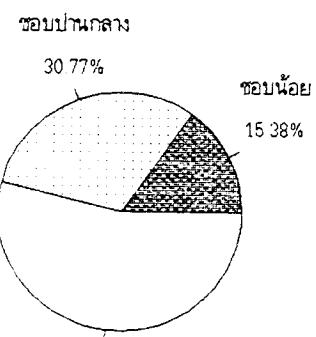
รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัวย	4	15.38	8	30.77	14	53.85
ลักษณะขม	8	30.77	6	23.08	12	46.15
รสชาติ	8	30.77	12	61.54	2	7.69

จากตารางจะพบว่าคนอายุมากกว่า 30 ปี ชอบลักษณะขมและกลิ่นกลัวยในระดับมากคิดเป็น 46.15 % และ 53.85 % ตามลำดับ และชอบในรสชาติปานกลางคิดเป็น 61.54 % แสดงเป็นกราฟวงกลมเปรียบเทียบดังนี้

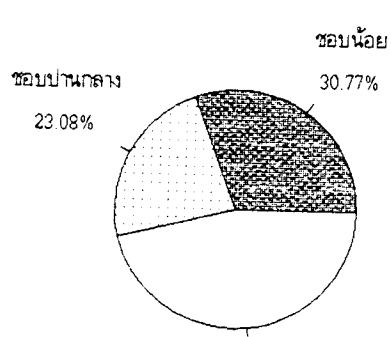
แผนภาพที่ 4.25 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซึมซึมกลัวยกรุน

ของคนอายุมากกว่า 30 ปี

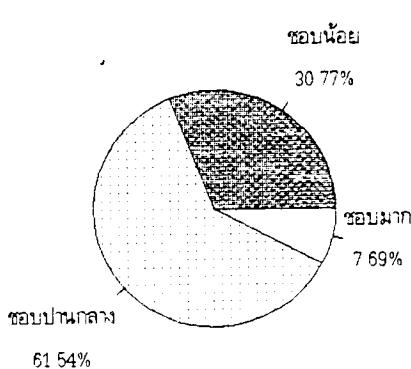
(ก) กลิ่นกลัวย



(ข) ลักษณะขม



(ค) รสชาติ



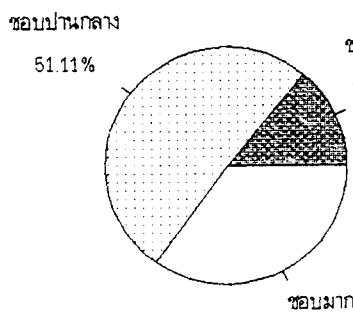
ตารางที่ 4.42 แสดงผลการซึมขัยมุดกี้ของคนทั่วไป

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	25	13.89	92	51.11	63	35.00
ลักษณะขยะ	23	12.78	74	41.11	83	46.11
รสชาติ	14	7.78	73	40.56	93	51.66

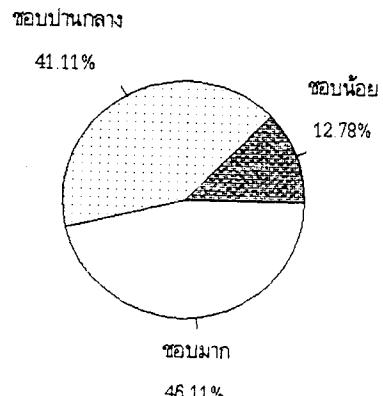
จากตารางจะพบว่าคนทั่วไป ชอบลักษณะขยะและรสชาติในระดับมากคิดเป็น 46.11 % และ 51.66 % ตามลำดับ และชอบกลิ่นกลัวระดับปานกลางคิดเป็น 51.11 % แสดงเป็นกราฟวงกลมเพื่อให้เห็นเด่นชัดดังนี้

แผนภาพที่ 4.26 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซึมขัยมุดกี้ของคนทั่วไป

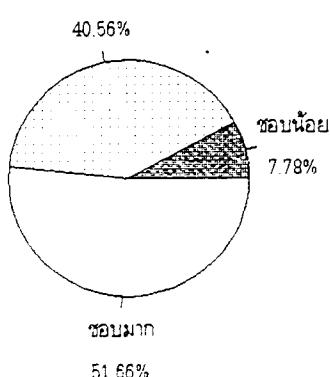
(ก) กลิ่นกลัว



(ข) ลักษณะขยะ



(ค) รสชาติ

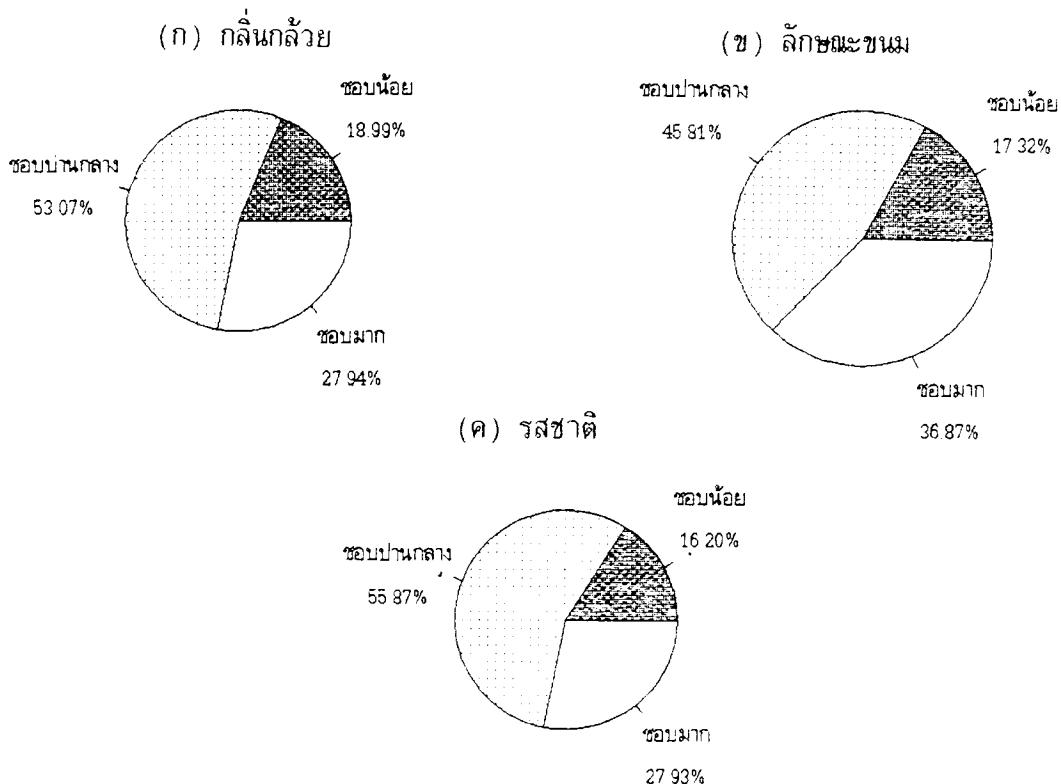


ตารางที่ 4.43 แสดงผลการซึมซึมเด็กของคนทั่วไป

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
นักลื่นกล้าย	34	18.99	95	53.07	50	27.94
ลักษณะขม	31	17.32	82	45.81	66	36.86
รสชาติ	29	16.20	100	55.87	50	27.93

จากตารางจะพบว่าคนทั่วไปชอบลักษณะขม กลิ่นกล้ายและรสชาติ ในระดับปานกลางคิดเป็น 45.81 % , 53.07 % และ 55.87 % ตามลำดับ แสดงเบรียบเทียบเป็นกราฟวงกลมได้ดังนี้

แผนภาพที่ 4.27 กราฟการเบรียบเทียบระดับการชอบจากการซึมซึมเด็กของคนทั่วไป



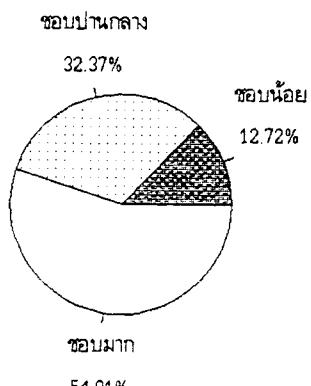
ตารางที่ 4.44 แสดงผลการซึมซึมโดยน้ำหนักของคนทั่วไป

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	22	12.72	56	32.37	95	54.91
ลักษณะข่ม	22	12.72	76	43.93	75	43.35
รศชาติ	21	12.14	69	39.88	83	47.98

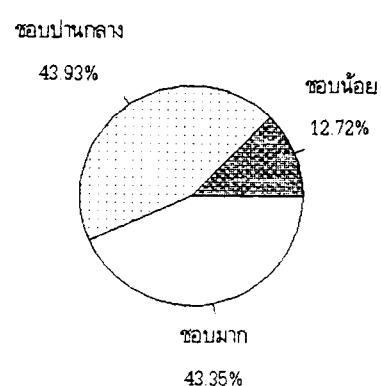
จากการจะพบว่าคนทั่วไปชอบลักษณะข่ม รศชาติและกลิ่นกลัว ในระดับมาก คิดเป็น 43.35 % , 47.98 % และ 54.91 % ตามลำดับ แสดงเป็นกราฟวงกลมเบรี่ยน เทียบได้ดังนี้

แผนภาพที่ 4.28 กราฟการเบรี่ยนเทียบระดับการชอบจากการซึมซึมโดยน้ำหนักของคนทั่วไป

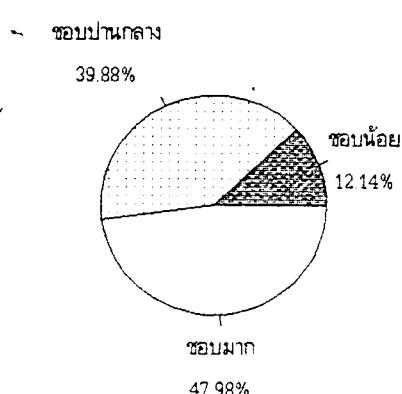
(ก) กลิ่นกลัว



(ข) ลักษณะข่ม



(ค) รศชาติ



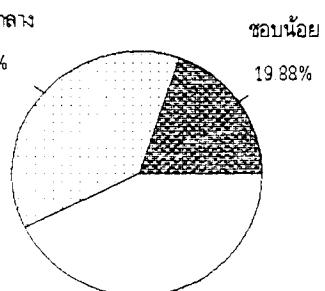
ตารางที่ 4.45 แสดงผลการชิมแซมกล้วยของคนทั่วไป

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกล้วย	32	19.88	60	37.27	69	42.85
ลักษณะขม	33	20.50	93	57.76	35	21.74
รสชาติ	41	25.47	77	47.83	43	26.70

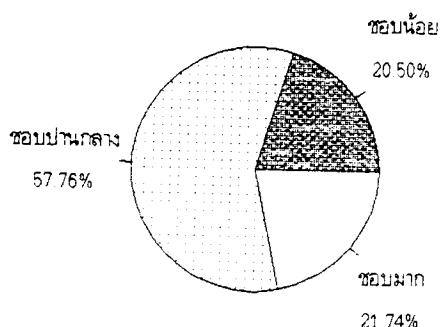
จากตารางจะพบว่าคนทั่วไป ชอบลักษณะขมและรสชาติในระดับปานกลางคิดเป็น 57.76 % , 47.83 % ชอบกลิ่นกล้วยในระดับมากคิดเป็น 42.85 % แสดงเป็นกราฟวงกลมเปรียบเทียบได้ดังนี้

แผนภาพที่ 4.29 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการชิมแซมกล้วยของคนทั่วไป

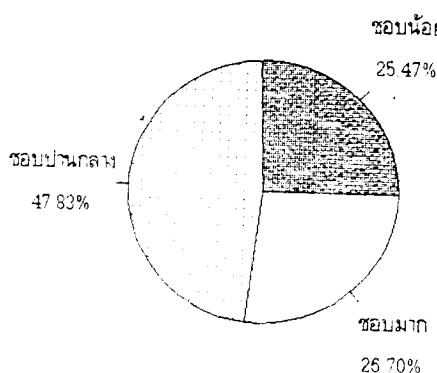
(ก) กลิ่นกล้วย



(ข) ลักษณะขม



(ค) รสชาติ

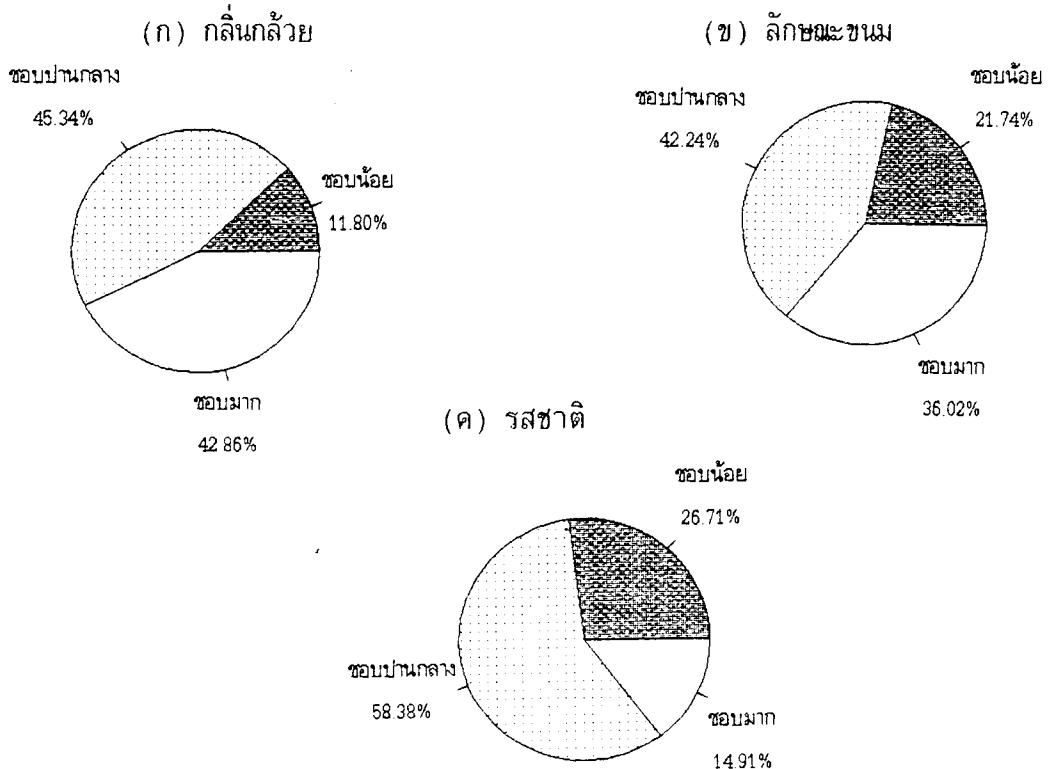


ตารางที่ 4.46 แสดงผลการซึมซึมกลัวภัยภันของคนทั่วไป

รายการ	ชอบน้อย (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบปานกลาง (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์	ชอบมาก (คน)	คิดเป็น เบอร์เซนต์
มีกลิ่นกลัว	19	11.80	73	45.34	69	42.86
ลักษณะขม	35	21.74	68	42.24	58	36.02
รสชาติ	43	26.71	94	58.38	24	14.91

จากตารางจะพบว่าคนทั่วไป ชอบลักษณะขม กลิ่นกลัวและรสชาติ ในระดับปานกลางคิดเป็น 42.24 % , 45.34 % และ 58.38 % ตามลำดับ แสดงเป็นกราฟวงกลมเปรียบเทียบดังนี้

แผนภาพที่ 4.30 กราฟการเปรียบเทียบระดับการชอบจากการซึมซึมกลัวภัยภันของคนทั่วไป



4.8 การใช้เบล็อกกลั่นผงในอาหารไก่

4.8.1 ขอบเขตการศึกษา

4.8.1.1 การศึกษาใช้ไก่กระทงรุ่นที่ 1/1 จำนวน 240 ตัว เลี้ยงด้วยอาหาร 4 สูตร คือ

1. ปลาป่น (15%) กากถั่วเหลือง (20%) รำละเอียด (4%)

ปลายช้า (61%)

2. ปลาป่น (10%) กากถั่วเหลือง (18%) รำละเอียด (7%)

ปลายช้า (60%) เบล็อกกลั่น (5%)

3. ปลาป่น (10%) กากถั่วเหลือง (18%) รำละเอียด (5%)

ปลายช้า (57%) เบล็อกกลั่น (10%)

4. ปลาป่น (9%) กากถั่วเหลือง (20%) รำละเอียด (8%)

ปลายช้า (48%) เบล็อกกลั่น (15%)

4.8.1.2 การศึกษาใช้ไก่กระทงรุ่นที่ 1/2 จำนวน 240 ตัว เลี้ยงด้วยอาหาร 4 สูตรคือ

1. อาหารสำเร็จรูปไบปรตีน (19%)

2. หัวอาหาร (38%) ปลายช้า (55%) รำ (7%)

3. หัวอาหาร (39%) ปลายช้า (55%) รำ (3%) เบล็อกกลั่น (5%)

4. หัวอาหาร (40%) ปลายช้า (49.5%) น้ำมันมะพร้าว (5%)

เบล็อกกลั่น (10%)

4.8.2 วัตถุดิบที่ใช้เป็นอัตราส่วนผสมอาหารไก่

1. รำละเอียด มีโปรตีน ร้อยละ 12 ในรำสดมีไนโตรามินและไนโตรฟูสัมมิหนามัน ร้อยละ 13 กาก ร้อยละ 12 รำเป็นวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารร้อยละ 20-24 แต่ไม่ควรเกินร้อยละ 10 ในอาหารไก่กระทง

2. ปลายช้า มีไขมันและเยื่ออ่อนร้อยละ ต่ำประมาณ ร้อยละ 0.9 และ 0.1

3. กากถั่วเหลือง มีโปรตีน ร้อยละ 20-40

4. ปลาป่น แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่ ปลาป่นเดิม โปรตีนร้อยละ 40-50

ปลาป่นกร่องยีโปรตีนร้อยละ 3-5 ปลาป่นจีด ไม่พิบเน็มัน ร้อยละ 60 มีความชื้น ร้อยละ 9-10 และปลาป่นจีดทึบเน็มัน ร้อยละ 60 (สุวิทย์, 2530)

5. เปลือกกลั่วยพงโดยใช้ในสูตรอาหารในหัวข้อ 4.8.1.1 – 4.8.1.2

4.8.3 วิธีดำเนินการทดลอง

วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

1. ไก่กระทง จำนวน 2 รุ่น ๆ ละ 240 ตัว รวม 480 ตัว
2. วัสดุ นิวคาสเซิล, ฝีดาษ, หลอดลม
3. สูตรอาหาร ได้แก่ ถั่วเหลือง, รำ, ปลายข้าว, ปลาป่น, เปลือกกลั่วย
4. อาหารสำเร็จรูป

การเตรียมการ

1. ทำความสะอาดโรงเรือนและอุปกรณ์ต่าง ๆ
2. เตรียมวัสดุพื้นดอก ได้แก่ แกลบปูพื้นหนาประมาณ 3-5 เซ็นติเมตรและกระดาษหันสีอพิมพ์ปูบนพื้นเกลน (ในระยะแรกของการทดลอง)
3. เตรียมเครื่องก้ำให้พร้อมอุณหภูมิเครื่องกปรามาก 32-35 องศาเซลเซียส เครื่องกอกต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 3-5 พุต กก/ลูกไก่ได้ประมาณ 400-500 ตัว
4. เตรียมอุปกรณ์ให้น้ำให้อาหารให้เพียงพอ กับจำนวนไก่ที่เลี้ยง
5. เตรียมหลอดไฟขนาด 20-40 แรงโวต แขวนสูงจากพื้น 2-2.5 เมตร
6. จัดห้าม่าน สำหรับไว้ปิดบังลม เมื่อมีลมแรง และอากาศหนาว

ตารางที่ 4.47 อุณหภูมิที่เหมาะสมสมต่ออายุลูกไก่

อายุลูกไก่ (วัน) องศา华เรนไฮท ($^{\circ}\text{F}$) องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

อายุลูกไก่ (วัน)	องศา华เรนไฮท ($^{\circ}\text{F}$)	องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)
1 - 7	95	35
8 - 14	90	32.2
15 - 21	85	29.4

วิธีการเลี้ยง

1. การจัดเลี้ยงดูแลูกไก่ในระยะแรกถึงอายุ 3 สัปดาห์(ก่อนเข้าแผนกการทดลอง)

การให้อาหาร

ลูกไก่ อายุ 1-3 วันแรก ยังกินอาหารไม่เก่ง ควรจัดอาหารวางแผนๆ โดยใช้ถุง 1 ถุง ต่อสูตรไก่ 100 ตัว ควรจัดวางสับกับถังน้ำ อาหารลูกไก่ในช่วงแรกนี้ ควรให้อาหารที่มีโปรตีน ร้อยละ 22 หรือเพิ่มโปรตีนและวิตามินให้มากขึ้นอีก ในช่วง 1-4 วันแรก ควรให้อาหารบ่อยครั้งโดยแบ่งให้กินตอนเช้า ตอนบ่าย ตอนเย็น อย่างละ 1-2 ครั้ง การให้อาหารควรให้ละเอียด แต่บ่อยครั้ง จะช่วยให้ไก่กินได้ดีขึ้น เมื่อลูกไก่อายุได้ 4 วันขึ้นไป เริ่มให้กินอาหารในร่างแบบแขวนได้

การให้น้ำ

น้ำสำหรับลูกไก่ควรเป็นน้ำจืดที่สะอาด ใส่ร่างขาวหลาย ๆ แท่ง สลับกับถุงอาหาร ควรใช้ยาปฏิชีวนะละลายให้ไก่กิน 3 วันแรก เมื่อเห็นว่าไก่ชิมไม่บริบูรณ์ เปรียบในระยะแรกลูกไก่อาจไม่กินน้ำ ควรจัดให้พอกับความต้องการของลูกไก่โดยให้ภาชนะใส่น้ำ 1 ต่อไก่ 50 ตัว

เมื่อลูกไก่อายุได้ 1 อาทิตย์ ควรเพิ่มร่างน้ำ เนื่องจากไก่จะกินน้ำมากขึ้น ควรวางร่างน้ำไว้ใกล้กันไม่ควรให้อยู่ห่างกันมาก ระดับความสูงของขอบร่างน้ำควรให้อยู่ในระดับกึ่งกลางระหว่างตากับแผ่นหลังของไก่ การเปลี่ยนน้ำเนื่องครั้งต้องล้างทำความสะอาดที่ให้น้ำหรือภาชนะใส่น้ำ ให้น้ำควรระวังเรื่องน้ำตกเปียกตามพื้นคอก

การให้วัคซีน

ตาราง 4.48 แสดงการให้วัคซีน

อายุ (วัน)	วัคซีนป้องกันโรค	วิธีการทำ	ขนาดที่ใช้
1 - 3	นิวคาสเซิล	หยดจมูก, ตา	1-2 หยด
7	ผีด่าง	แทงปีก	1 ครั้ง
14	หลอดลมอักเสบ	หยดจมูก, ตา	1-2 หยด
21	นิวคาสเซิล	หยดจมูก, ตา	1-2 หยด

การให้แสงสว่าง

เพื่อช่วยให้เพิ่มเวลาในการอาหารให้มากขึ้น โดยเฉพาะฤดูร้อน ในช่วง 3-4 วัน แรก จะให้แสงตลอดเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้หลอดไฟขนาดสว่าง 5-10 แรงเทียน

2. การจัดการเลี้ยงลูกไก่ อายุ 3 สัปดาห์ ถึง 6 สัปดาห์ (เข้าแผนการทดลอง)

การให้อาหาร

อาหารไก่จะเปลี่ยนเป็นระยะสุดท้าย มีปริมาณ ร้อยละ 19 การเปลี่ยนอาหาร ระยะสุดท้ายนี้ควรแบ่งอาหารให้ 2 ครั้งใน 1 วัน คือ ให้ เช้า - เย็น โดยให้อาหารเต็มที่ในอาหารที่ผสมไว้ให้ตามแต่ละสูตร โดยให้อาหารสำหรับไก่ตามแผนการทดลอง ใช้ ร่างอาหารแบบแขวนให้กินตลอดเวลา

การให้น้ำ

การให้น้ำน้ำไก่จะต้องให้ต่อเนื่อง ไม่ขาดตอน ให้ในระดับของร่างกายติดตั้งไว้ อยู่สูง เหนือหลังในระดับกึ่งกลางระหว่างนัยน์ตา กับแผ่นหลังของไก่ การให้น้ำควรทำความสะอาดถังน้ำ ทุก ๆ ครั้ง ในตอนเช้า และเย็น หรือเมื่อน้ำในถังหมด

วิธีผสมอาหาร

การผสมอาหารด้วยมือโดยใช้วัตถุอาหารแต่ละชนิดที่จะนำมาใช้ผสมโดยการนำมารวมกันเป็นชั้น ๆ และใช้พลั่วทรายอยตักอาหารที่อยู่ในกองตักผสมให้เข้ากันตั้งกองใหม่ เมื่อหมดแล้วจึงใช้พลั่วทรายอยตักอาหารที่อยู่ในกองจะพอสม劲ห์เข้ากันอีก และกลับมากองที่เดิมแล้วกันไป อาจกระทึบหัว อาหารคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี จึงหยุดผสมเมื่อวัตถุดิบต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ครบถ้วนและกระจายตัวอย่างทั่วถึงแล้วก็แสดงว่าอาหารนั้นสามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้

แผนการดำเนินงาน

ตาราง 4.49 แสดงขั้นตอนในการดำเนินงาน

ลำดับที่	กิจกรรมปฏิบัติ	ระยะเวลา
1.	เตรียมเครื่องและอุปกรณ์การเลี้ยง	1 พฤศจิกายน 2537
2.	การอนุบาลลูกไก่	2 พฤศจิกายน 2537
3.	การเลี้ยงไก่	2 พฤศจิกายน 2537
4.	การทำวัดชีน	7, 12 พฤศจิกายน 2537
5.	การผสมอาหารไก่กระทง	22 พฤศจิกายน 2537 และ 5 ธันวาคม 2537
6.	เริ่มทำการทดลอง	23 พฤศจิกายน 2537
7.	การเก็บข้อมูลโดยการชั่ง	23, 30 พฤศจิกายน 2537 7, 15 ธันวาคม 2537
8.	สิ้นสุดการทดลอง	15 ธันวาคม 2537

สถิติที่ใช้

1. หาค่า mean
2. การวิเคราะห์แบบวารีนซ์ (Analysis of Variance หรือ F-test)
(การคำนวณแสดงในภาคผนวก)

สรุปผล การทดลองใช้เบลือกกลวยพงผสมในอาหารไก่กระทง รุ่นที่ 1/1

จำนวน 240 ตัว ดังตาราง

ตาราง 4.50 แสดงผลการใช้เบลือกกลวยพงผสมในอาหารไก่กระทงรุ่นที่ 1/1

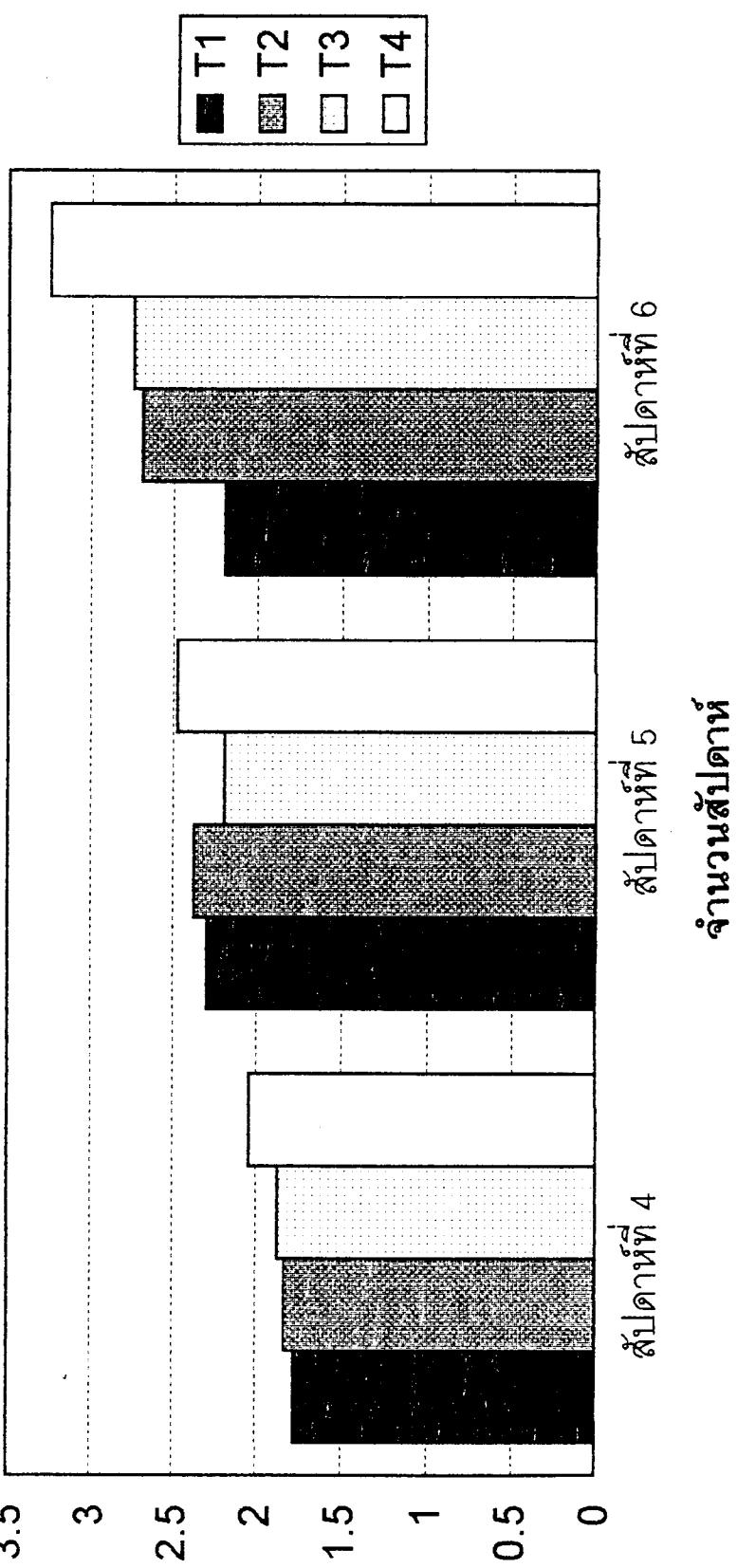
รายการ	ผลการทดลอง			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
จำนวนไก่กระทง (ตัว)	60	60	60	60
น.น.ไก่เริมตันเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	716.66 ^ก	716.66 ^ก	713.33 ^ก	726.66 ^ก
น.น.ไก่เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 4 (กรัม/ตัว)	1133.33	1151.66	1130	1061
น.น.ไก่เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 5 (กรัม/ตัว)	1476.66	1540	1546.67	1411
น.น.ไก่เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 6 (กรัม/ตัว)	1970 ^ก	1966.66 ^ก	1960.33 ^ก	1760
น.น.ไก่เพิ่มขั้นเฉลี่ยสัปดาห์ที่ 4 (กรัม/ตัว)	416.67	435	416.67	334.34
น.น.ไก่เพิ่มขั้นเฉลี่ยสัปดาห์ที่ 5 (กรัม/ตัว)	343.33	388.34	416.67	350
น.น.ไก่เพิ่มขั้นเฉลี่ยสัปดาห์ที่ 6 (กรัม/ตัว)	493.34	426.66	418.33	348.34
รวม	1253.34 ^ก	1250 ^ก	1251.7 ^ก	1032.68 ^ก
อัตราการเจริญเติบโตสัปดาห์ที่ 4 (กรัม/ตัว/วัน)	56.66	62.14	59.53	47.76
อัตราการเจริญเติบโตสัปดาห์ที่ 5 (กรัม/ตัว/วัน)	59.90	55.47	57.52	47.76
อัตราการเจริญเติบโตสัปดาห์ที่ 6 (กรัม/ตัว/วัน)	70.47	60.95	59.76	47.76
เฉลี่ย	59.68 ^ก	59.52 ^ก	59.60 ^ก	49.18 ^ก

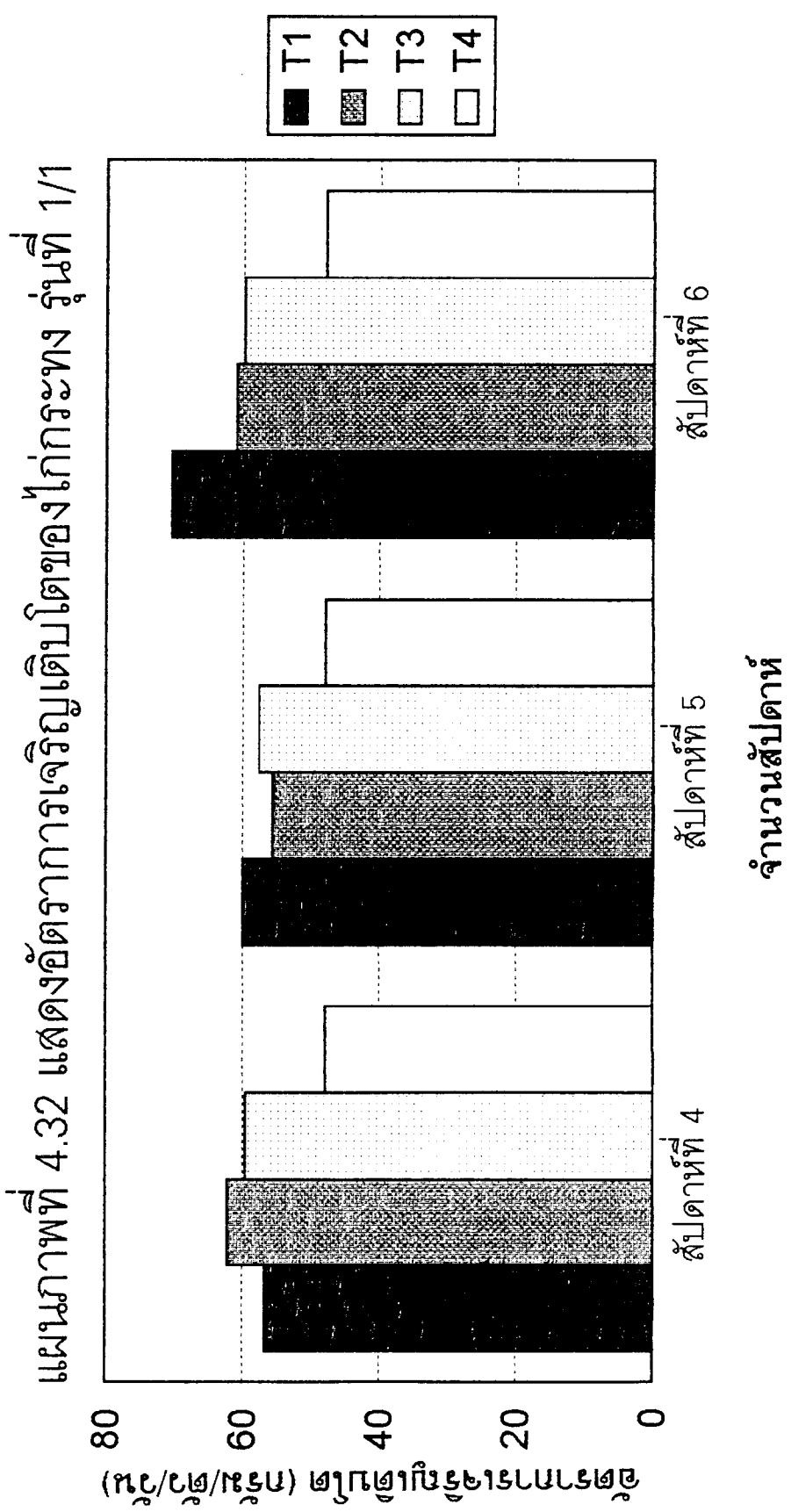
ตาราง (ต่อ)

รายการ	ผลการทดลอง			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
ปริมาณอาหารที่กินสัปดาห์ที่ 4 (กรัม/ตัว/วัน)	670.33	800	783.33	683.33
ปริมาณอาหารที่กินสัปดาห์ที่ 5 (กรัม/ตัว/วัน)	833.33	921.66	913.33	816.66
ปริมาณอาหารที่กินสัปดาห์ที่ 6 (กรัม/ตัว/วัน)	1083.33	1150	1148.33	1133.33
รวม	2586.99 ^ก	2871.66 ^ข	2844.99 ^ข	2633.32 ^ข
อัตราการแลกเนื้อสัปดาห์ที่ 4	1.77	1.83	1.87	2.04
อัตราการแลกเนื้อสัปดาห์ที่ 5	2.29	2.37	2.19	2.47
อัตราการแลกเนื้อสัปดาห์ที่ 6	2.19	2.69	2.74	3.25
เฉลี่ย	2.08 ^ก	2.13 ^ก	2.26 ^ก	2.58 ^ข
อัตราการตาย (%)	-	-	-	-
ราคาอาหาร 1 กก.(ไม่รวมเบล็อกกลั่วย)	7.20	6.30	6.15	5.91
ถ้าราคาเบล็อกกลั่วยกิโลกรัมละ 1 บาท	7.20	6.35	6.25	6.06
ถ้าราคาเบล็อกกลั่วยกิโลกรัมละ 2 บาท	7.20	6.40	6.35	6.21
ถ้าราคาเบล็อกกลั่วยกิโลกรัมละ 3 บาท	7.20	6.45	6.45	6.36

หมายเหตุ ก, ข, ค อักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่ต่างกันทางสถิติ
T อันดับของกลุ่มไก่กระทงแบ่งเป็น 4 กลุ่มนั้นแต่ละรุ่น

ແຜນງາພທ 4.31 ແສດງອື່ຕວາກາຮຽແລກເນື້ອມຂອງໄກກຮະຫງ ຮູ່ໃຫ້ 1/1





สรุปผลจากการทดลองการเลี้ยงไก่กระทงรุ่นที่ 1/1

1. อัตราการเจริญเติบโต เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตของไก่รวม 3 สัปดาห์ ตั้งแต่ สัปดาห์ที่ 4-6 สามารถหาผลรวมของแต่ละกลุ่มการทดลองได้ดังนี้ กลุ่มที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตที่สูด (59.68 กรัมต่อตัวต่อวัน) รองลงมา กลุ่มที่ 3 (59.60 กรัมต่อตัวต่อวัน) กลุ่มที่ 2 (59.52 กรัมต่อตัวต่อวัน) ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับกลุ่มที่ 3 สำหรับกลุ่มที่ 4 (49.18 กรัมต่อตัวต่อวัน) มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยที่สุด เมื่อวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตทั้ง 4 กลุ่ม ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในกลุ่มที่ 1-3 ส่วนกลุ่มที่ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ*

(* = ดูภาคผนวก)

2. ปริมาณอาหารที่กิน เมื่อพิจารณาปริมาณอาหารที่ไก่กิน รวม 3 สัปดาห์ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4-6 สามารถหาผลรวมของแต่ละกลุ่มการทดลองได้ดังนี้ กลุ่มที่ 2 มีปริมาณอาหารที่กินมากที่สุด (2,871.66 กรัมต่อตัวต่อวัน) รองลงมาคือ กลุ่มที่ 3 (2,844.99 กรัมต่อตัวต่อวัน) กลุ่มที่ 4 (2,633.32 กรัมต่อตัวต่อวัน) และกลุ่มที่ 1 (2,586.99 กรัมต่อตัวต่อวัน) มีปริมาณอาหารที่กินน้อยที่สุด เมื่อวิเคราะห์ปริมาณอาหารที่กิน ทั้ง 4 กลุ่ม ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05* (ยกเว้น กลุ่ม 2 และกลุ่ม 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

3. อัตราการแลกเนื้อ เมื่อพิจารณาอัตราการแลกเนื้อร่วม 3 สัปดาห์ ตั้งแต่ สัปดาห์ที่ 4-6 สามารถหาผลรวมของแต่ละกลุ่มการทดลองได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 มีอัตราการแลกเนื้อได้ดีที่สุด (2.08 กรัมต่อตัว) รองลงมาคือ กลุ่มที่ 2 (2.13 กรัมต่อตัว) กลุ่มที่ 3 (2.26 กรัมต่อตัว) และกลุ่มที่ 4 (2.58 กรัมต่อตัว) มีอัตราการแลกเนื้อต่ำที่สุด เมื่อวิเคราะห์อัตราการแลกเนื้อทั้ง 4 กลุ่ม ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05* (กลุ่ม 1-3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ)

4. ตันทุนอาหาร สำหรับตันทุนอาหารนั้น สรุปแต่ละกลุ่มการทดลองได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 อาหารนั้นมีเบล็อกกลั่วย ตันทุนการผลิตสูง 7.20 บาท รองลงมาคือ กลุ่มที่ 2 อาหารผสมเบล็อกกลั่วย (5%) ตันทุน 6.30 บาท กลุ่มที่ 3 อาหารผสมเบล็อกกลั่วย (10%) ตันทุน 6.15 บาท และกลุ่มที่ 4 อาหารผสมเบล็อกกลั่วย (15%)

ต้นทุน 5.19 บาท เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่าง

สรุปเมื่อลิ้นสูดการทดลอง ไก่เนื้อทดลองในกลุ่ม 4 ที่ใช้สูตรอาหาร 15 % จะมีน้ำหนักเมื่อลิ้นสูดการทดลอง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่า 3 กลุ่มแรก ส่วนอัตราแลกเนื้อ กลุ่มที่ 4 สูงกว่า 3 กลุ่มแรก ซึ่งมีตัวส่วนต้นทุนอาหารคิดเป็นของไก่กลุ่มที่ 2,3 และ 4 จะมีราคาลดลง เมื่อใช้ปริมาณเปลือกกลัวยเพิ่มขึ้น

ดังนั้นจึงสามารถใช้เปลือกกลัวยผสมในอาหาร เพื่อใช้เลี้ยงไก่ในปริมาณร้อยละ 5-10 ได้ เมื่อวิเคราะห์แล้วไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สรุปผลการทดลองการใช้เปลือกกลัวยผสมในอาหารไก่กระทงรุ่นที่ 1/2 จำนวน 240 ตัว แสดงดังตาราง

ตาราง 4.51 แสดงผลการใช้เปลือกกลัวยผสมในอาหารไก่รุ่นที่ 1/2

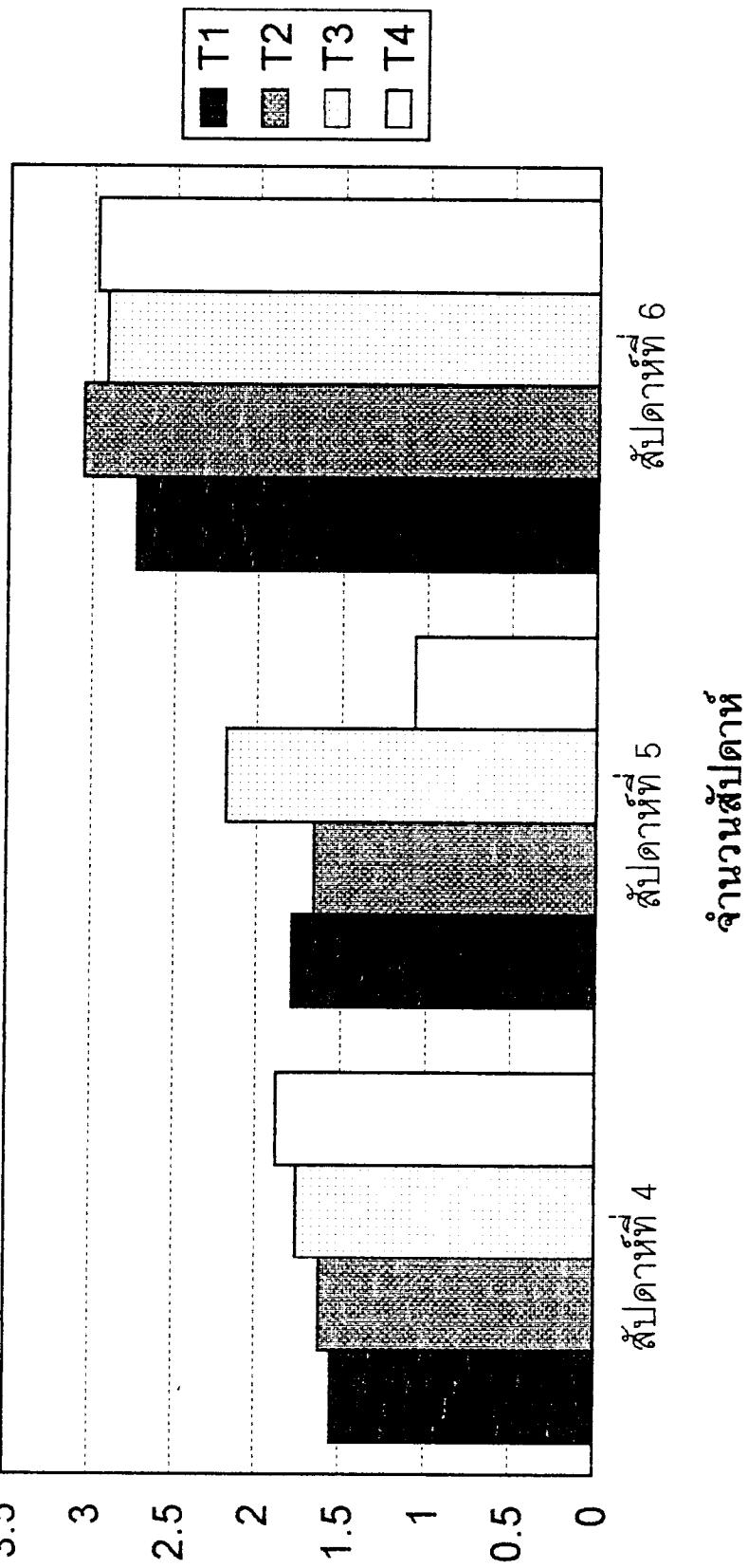
รายการ	ผลการทดลอง			
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
จำนวนไก่กระทง (ตัว)	60	60	60	60
น.น.ไก่เริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	731.6 ^ก	718.3 ^ก	735.0 ^ก	721.6 ^ก
น.น.ไก่เมื่อลิ้นสูดสับดาห์ที่ 4 (กรัม/ตัว)	1221.6	1171.6	1156.6	1121.6
น.น.ไก่เมื่อลิ้นสูดสับดาห์ที่ 5 (กรัม/ตัว)	1735.0	1636.6	1571.6	1581.6
น.น.ไก่เมื่อลิ้นสูดสับดาห์ที่ 6 (กรัม/ตัว)	2156.6 ^ก	2010.0 ^ก	1966.6 ^ก	1945.0 ^ก
น.น.ไก่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสับดาห์ที่ 4 (กรัม/ตัว)	490.0	453.3	421.6	400.0
น.น.ไก่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสับดาห์ที่ 5 (กรัม/ตัว)	513.4	565.0	415.0	460.0
น.น.ไก่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสับดาห์ที่ 6 (กรัม/ตัว)	421.6	373.4	395.0	363.4
รวม	1425.0 ^ก	1391.7 ^ก	1231.6 ^ก	1223.4 ^ก

ตาราง (ต่อ)

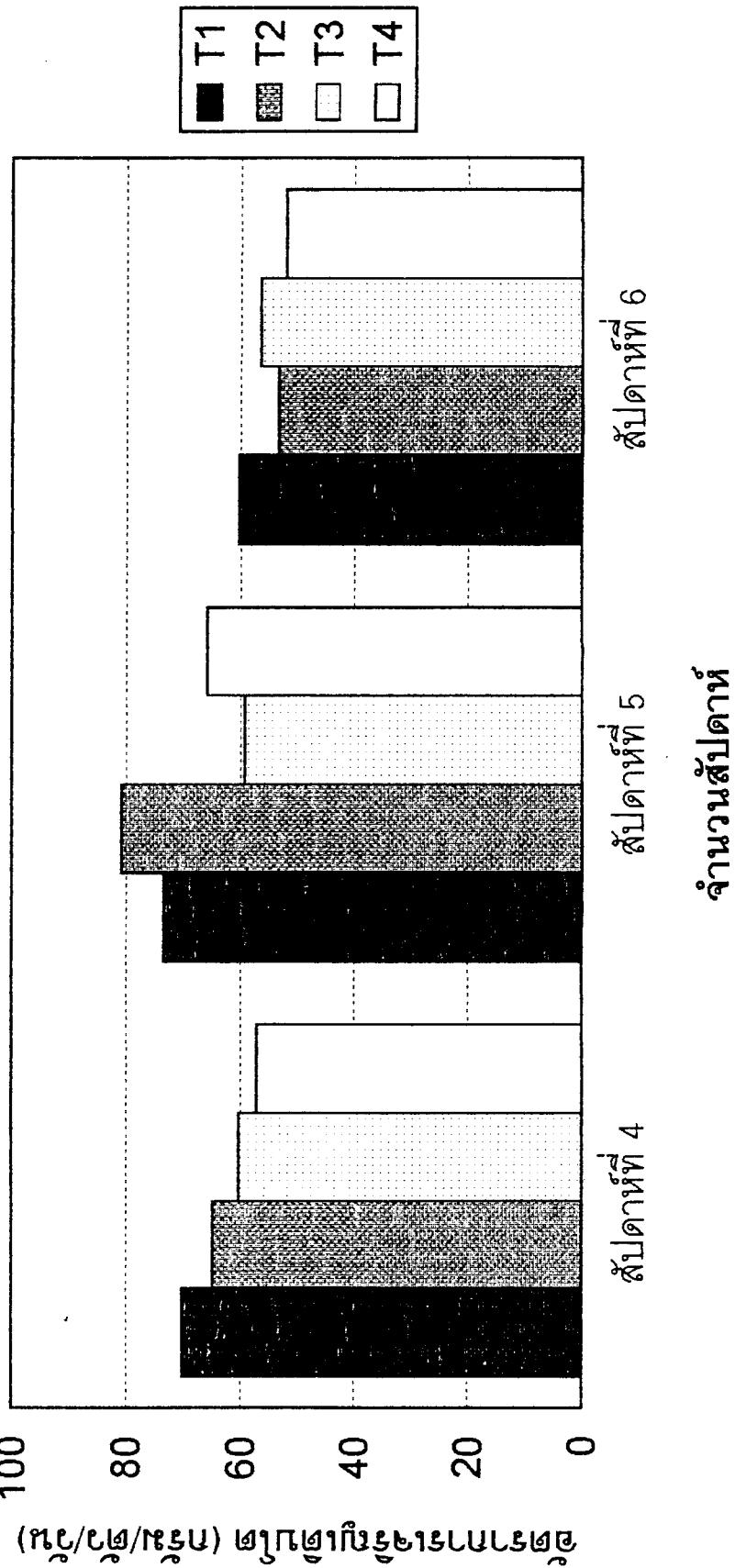
รายการ	ผลการทดลอง			
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
อัตราการเจริญเติบโตสับดาห์ที่ 4 (กรัม/ตัว/วัน)	70	64.7	60.2	57.1
อัตราการเจริญเติบโตสับดาห์ที่ 5 (กรัม/ตัว/วัน)	73.3	80.7	59.2	65.7
อัตราการเจริญเติบโตสับดาห์ที่ 6 (กรัม/ตัว/วัน)	60.2	53.3	56.4	51.9
เฉลี่ย	67.85 ^ก	62.27 ^ก	58.64 ^ก	58.25 ^ก
บริมาณอาหารที่กินเมื่อสิ้นสุดสับดาห์ที่ 4 กรัม 760	736.6	743.3	753.3	
บริมาณอาหารที่กินเมื่อสิ้นสุดสับดาห์ที่ 5 กรัม 921.6	943.3	906.6	9951.6	
บริมาณอาหารที่กินเมื่อสิ้นสุดสับดาห์ที่ 6 กรัม 1151.6	1140.0	1153.3	1081.56	
รวม	2833.2 ^ก	2819.9 ^ก	2803.2 ^ก	2786.5 ^ก
อัตราการแลกเนื้อสับดาห์ที่ 4	1.55	1.62	1.76	1.88
อัตราการแลกเนื้อสับดาห์ที่ 5	1.79	1.66	2.18	1.07
อัตราการแลกเนื้อสับดาห์ที่ 6	2.73	3.05	2.91	2.97
เฉลี่ย	2.02 ^ก	2.11 ^ก	2.28 ^ก	1.97 ^ก
อัตราการตาย (%)	-	-	-	-
ราคาอาหาร 1 กก. (บาท/กก.)	7.52	7.25	7.14	7.12
(ไม่รวมเบล็อกกลั่วย)	7.52	7.25	7.14	7.12
ถ้าราคาเบล็อกกลั่วยกิโลกรัมละ 1 บาท	7.52	7.25	7.19	7.22
ถ้าราคาเบล็อกกลั่วยกิโลกรัมละ 2 บาท	7.52	7.25	7.24	7.32
ถ้าราคาเบล็อกกลั่วยกิโลกรัมละ 3 บาท	7.52	7.25	7.29	7.42

หมายเหตุ ก, ข, ค อักษรเพิ่มอนกันแสดงว่าไม่แตกต่างทางสถิติ

แผนภาพที่ 4.33 แสดงอัตราการผลิตของไก่กรอบ รุ่นที่ 1/2



ແນ່ນາພີ 4.34 ແສດງອັຕຮາກາຮຈິວບູເຕີບໂປຕະອອງໄກກຮະຫງ ອຸນ້ທີ 1/2



สรุปผลการทดลองการเลี้ยงไก่กระทงรุ่นที่ 1/2

1. อัตราการเจริญเติบโตของไก่ เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตของไก่รวม 3 สัปดาห์ อายุ 4-6 สัปดาห์ สามารถหาผลรวมของแต่ละกลุ่มการทดลองได้ดังนี้ กลุ่มที่น้ำหนักตัวมากที่สุด คือ กลุ่มที่ 1 (น้ำหนัก 67.85 กรัมต่อตัวต่อวัน) ใช้สูตรอาหารสำเร็จรูปอย่างเดียว กลุ่มที่มีน้ำหนักกรองลงมาเป็นอันดับ 2 คือ กลุ่มที่ 2 (น้ำหนัก 66.27 กรัมต่อตัวต่อวัน) ใช้สูตรอาหารไม่มีเปลือกกลั่วย และรองลงมากลุ่มที่ 3 (น้ำหนัก 58.64 กรัมต่อตัวต่อวัน) ใช้สูตรอาหารเปลือกกลั่วย (5 %) มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 สำหรับกลุ่มการทดลองที่ 4 มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยที่สุด (น้ำหนัก 58.25 กรัมต่อตัวต่อวัน) โดยใช้เปลือกกลั่วย (10%) ผสมสูตรอาหารไก่กระทง

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ทั้ง 4 กลุ่ม ปรากฏว่า กลุ่มที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด การวิเคราะห์ ผลทางสถิติ ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01*

2. ปริมาณอาหารที่กิน เมื่อพิจารณาปริมาณอาหารที่ไก่กิน 3 สัปดาห์ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4-6 สามารถหาผลรวมของแต่ละกลุ่มการทดลองดังนี้

กลุ่มที่กินอาหารมากที่สุด คือ กลุ่มที่ 1 ค่าเฉลี่ยได้ (2833.2 กรัมต่อตัวต่อวัน) และมีปริมาณอาหารที่กินใกล้เคียงกับกลุ่มที่ 2 (2819.9 กรัมต่อตัวต่อวัน) กลุ่มที่ 3 ได้ (2803.2 กรัมต่อตัวต่อวัน) และกลุ่มที่ 4 (2786.5 กรัมต่อตัวต่อวัน) เรียงลงมาตามลำดับ ในกลุ่มที่ 4 นี้ กินอาหารน้อยที่สุดจะดีที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอาหารที่กินทั้ง 3 สัปดาห์ ปรากฏว่า กลุ่มที่ 1 มีปริมาณอาหารที่กินมากที่สุดจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01*

3. การแลกเนื้อ เมื่อพิจารณาอัตราการแลกเนื้อร่วม 3 สัปดาห์ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4-6 สามารถหาผลรวมของแต่ละกลุ่มการทดลองได้ดังนี้

กลุ่มที่มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อตีฟูสุด คือ กลุ่มที่ 1 (2.02) รองลงมาอันดับที่ 2 คือ กลุ่มที่ 2 (2.11), 3 (2.28) และกลุ่มที่ 4 (1.97) ตามลำดับ

เปรียบเทียบการทดลองกลุ่มที่ 1/1 และกลุ่มที่ 1/2

จากการเบรียบเทียบต่างๆ ที่ 4.28 และตารางที่ 4.29 สรุปได้ว่า การทดลองในไก่กระทงรุ่นที่ 1/1 ทุกค่าอาจจะเป็นเพราะคุณภาพของปลาป่นที่ใช้ในการทดลอง เลี้ยงในไก่กระทงรุ่นที่ 1/1 อุปกรณ์ เชตห่างไก่จากตะกร้าและควบคุมคุณภาพได้มาก เนื่องจากมีการบลอมป์มาก จึงควรแนะนำให้ชาวบ้านใช้เปลือกกลั่วยพงในระดับ 5-10 % ในสูตรอาหารที่ใช้หัวอาหารสุกรร่วมกับรำและปลายข้าว เพราะหัวอาหารสุกรเป็นอาหารสัตว์ที่มีการควบคุมคุณภาพ

4.9 การใช้เปลือกกลั่วยพงในอาหารสุกร

4.9.1 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษา ใช้สุกร 16 ตัว ระยะเวลาการทดลอง 42 วัน น้ำหนักเฉลี่ย 35-60 กิโลกรัม เลี้ยงด้วยอาหาร 4 สูตร คือ

สูตรที่ 1 อาหารสำเร็จรูป ชนิดเม็ด ของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์ (100%)

สูตรที่ 2 ปลายข้าว (40%) รำ (35%) หัวอาหาร (25%)

สูตรที่ 3 ปลายข้าว (40%) รำ (29%) หัวอาหาร (27%) เปลือกกลั่วย (4%)

สูตรที่ 4 ปลายข้าว (41%) รำ (23%) หัวอาหาร (28%) เปลือกกลั่วย (8%)

สถานที่ปฏิบัติงาน โรงเรือนสุกรของสถาบันราชภัฏพิษณุโลก
(ทุ่งทะเลแก้ว)

4.9.2 วิธีการดำเนินการทดลอง

วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

1. สุกร จำนวน 16 ตัว

2. ยาปฏิชีวนะ

3. วัตถุดินอาหาร ได้แก่ รำ, ปลายข้าว, เปลือกกลั่วย, หัวอาหาร

4. อาหารสำเร็จรูป

การเตรียมการ

1. ทำความสะอาดโรงเรือนและอุปกรณ์ต่าง ๆ
2. นำร่างน้ำเข้าไปไว้ในครอบครัว เนื่องจากมีบัญชาเรื่องน้ำไหลไม่สิ่งใดสกปรก
3. ซึ่งน้ำหนักสุกร 2 สัปดาห์/ครั้ง บันทึกน้ำหนักของสุกรและปริมาณอาหารทั้งหมดที่สุกรกิน

4.9.3 วิธีการเลี้ยง

การจัดการเลี้ยงสุกรระยะปรับตัวจากอายุ 10 สัปดาห์จนกระทั่งมีน้ำหนักประมาณ 35 กิโลกรัม (ก่อนเข้าแผนการทดลอง)

1. การให้อาหาร

สุกรที่มีอายุ 10 สัปดาห์ จนกระทั่งมีน้ำหนักประมาณ 35 กิโลกรัม ใช้อาหารสูตร เพื่อการเจริญเติบโต มีโปรตีนร้อยละ 20 ให้สุกรกินอาหารเป็นเวลา 3 ดอย/ห้ากิณวันละ 2 ครั้งคือ เช้า-เย็น ส่วนตอนกลางวันจะให้ผักสด เช่น หมูชัน, ผักกาดขาว เป็นอาหารเสริม ปริมาณอาหารที่ให้สุกรในช่วงนี้จะกินอาหารเปลี่ยนวันละ 1-1.5 ก.ก./ตัว

2. การให้น้ำ

จะจัดให้มีน้ำสะอาดในครอบครัว ทำการเปลี่ยนน้ำอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง มีการทำความสะอาดและสุขาภิบาลภายในครอบครัว มีการทำความสะอาด 2 ครั้ง/สัปดาห์

3. การให้ยาปฏิชีวนะ

การให้ยาปฏิชีวนะกับสุกร จะให้ในกรณีที่สุกรเกิดความเครียดจากการยกย้ายครอบครัวเปลี่ยนแปลง สุกรป่วย ฯลฯ

4.9.3.1 การจัดการเลี้ยงสุกรน้ำหนัก 35-60 กิโลกรัม

(เช้าแผนการทดลอง)

1. การให้อาหาร

อาหารสุกรจะเปลี่ยนเป็นอาหารสูตรสุกรรุ่น มีโปรตีนร้อยละ 16 สุกรเป็นสัตว์ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงอาหาร การเปลี่ยนสูตรอาหารใหม่ ควรใช้อาหารสูตรใหม่กับ

สูตรอาหารเก่าที่ลับน้อย จยແທນสูตรอาหารเก่าหมด ให้สุกรกินอาหารวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น ส่วนตอนกลางวัน อาจใช้ผักสดเป็นอาหารเสริม ให้อาหารเฉลี่ยประมาณวันละ 1.5-2.5 กิโลกรัม/ตัว และแต่ขนาดของสุกร ในอาหารที่ผสมไว้ให้ตามแต่ละสูตรโดยใช้อาหารสำหรับสุกรตามแผนการทดลอง

2. การให้น้ำ

ให้น้ำโดยใช้ร่างน้ำแบบธรรมชาติ จะมีการทำความสะอาดร่างน้ำอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น เมื่อสุกรมีขนาดโตขึ้นเมื่อน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 45-50 กิโลกรัม ก็เปลี่ยนการให้น้ำ เป็นแบบอัตโนมัติ จนถึงสุดการทดลอง

3. การผสมอาหาร

การผสมอาหารด้วยมือโดยใช้วัตถุติดอาหารแต่ละชนิดที่นำมาใช้ผสม โดยนำมาเทรวมกันเป็นชั้น ๆ และใช้พลั่วทอยตักอาหารที่อยู่ในกอง ตักผสมให้เข้ากันตั้งกองใหม่ เมื่อหมดแล้วจึงใช้พลั่วทอยตักอาหารที่อยู่ในกองให้ทั่วๆ ผสมให้เข้ากันอีก และกลับมากองที่เดิม ทำสลับกันไปมาจนอาหารเข้ากันได้ดีจึงหยุดผสม เมื่อวัตถุติดอาหารต่าง ๆ กระจายตัวรวมกันอย่างทั่วถึงแล้วแสดงว่าสามารถนำอาหารไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้

4.9.4 แผนการดำเนินงาน

ลำดับที่	กิจกรรมที่ปฏิบัติ	วัน เวลาที่ปฏิบัติงาน
1	ทำความสะอาดโรงเรือนและอุปกรณ์	29 ตุลาคม 2537
2	เลี้ยงสุกรระยะปรับตัว	2 พฤศจิกายน 2537
3	การผสมอาหารเพื่อใช้เลี้ยงสุกร	19 พฤศจิกายน 2537 1 ธันวาคม 2537 16 ธันวาคม 2537 24 ธันวาคม 2537
4	เริ่มทำการทดลอง	20 พฤศจิกายน 2537
5	ทำการซื้อสุกรและอาหารเพื่อเก็บข้อมูล	20 พฤศจิกายน 2537 4 ธันวาคม 2537 18 ธันวาคม 2537 1 มกราคม 2537
6	ลิ้นสุกดการทดลอง	1 มกราคม 2537

สถิติที่ใช้ ใช้แผนการทดลองแบบสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : C.R.D การคำนวณอยู่ในภาคผนวก) มี 4 กลุ่มทดลอง หน่วยทดลองละ 2 ชั้น ๆ ละ 2 ตัว รวมทั้งหมด 8 หน่วยการทดลอง

สรุปผลการทดลองใช้เบล็อกกลัวยพงผสานอาหารสุกร

ตาราง 4.52 แสดงผลการใช้เบล็อกกลัวยพงผสานอาหารสุกร

รายการ	สูตรอาหารที่			
	1	2	3	4
จำนวนสุกร (ตัว)	4	4	4	4
น้ำหนักเฉลี่ยก่อนการทดลอง (กก/ตัว)	35.75 ก	36.88 ก	36.63 ก	35.75 ก
น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 2 (กก/ตัว)	54.38	45.13	44.25	44.13
น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 4 (กก/ตัว)	54.38	53.88	52.50	53.00
น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 6 (กก/ตัว)	64.00 ก	62.75 ก	61.50 ก	63.00 ก
น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 2 (กก/ตัว)	9.13	8.25	7.63	8.38
น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 4 (กก/ตัว)	9.50	8.75	8.25	8.88
น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 6 (กก/ตัว)	9.63	8.88	9.00	10.00
น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น	28.26 ก	25.88 ก	24.88 ก	27.26 ก
อัตราการเจริญเติบโตเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 2 (กก/ตัว/วัน)	0.65	0.59	0.54	0.60
อัตราการเจริญเติบโตเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 4 (กก/ตัว/วัน)	0.68	0.63	0.59	0.63
อัตราการเจริญเติบโตเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 6 (กก/ตัว/วัน)	0.69	0.63	0.64	0.71
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย	0.67 ก	0.62 ก	0.59 ก	0.65 ก
ปริมาณอาหารที่กินเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 2 (กก/ตัว)	19.43	19.00	18.40	18.20
ปริมาณอาหารที่กินเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 4 (กก/ตัว)	23.63	22.33	22.60	23.05

ตาราง (ต่อ)

รายการ	สูตรอาหารที่			
	1	2	3	4
ปริมาณอาหารที่กินเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 6 (กг/ตัว)	30.23	28.63	29.35	32.05
ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัว	73.29 ^ก	69.96 ^ก	70.35 ^ก	73.30 ^ก
อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 2	2.13	2.30	2.41	2.71
อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 4	2.49	2.55	2.74	2.60
อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 6	3.14	3.23	3.26	3.21
อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เฉลี่ย	2.59 ^ก	2.70 ^ก	2.83 ^ก	2.69 ^ก
อัตราการตาย	-	-	-	-
จำนวนวันที่ทดลอง (วัน)	42	42	42	42
ตันทุนต่ออาหาร (บาท/กг)				
- เปลืออกกลั้วยราชา 0 บาท	5.73	5.75	5.78	5.75
- เปลืออกกลั้วยราดา 1 บาท/กг	5.73	5.75	5.82	5.83
- เปลืออกกลั้วยราดา 2 บาท/กг	5.73	5.75	5.86	5.91

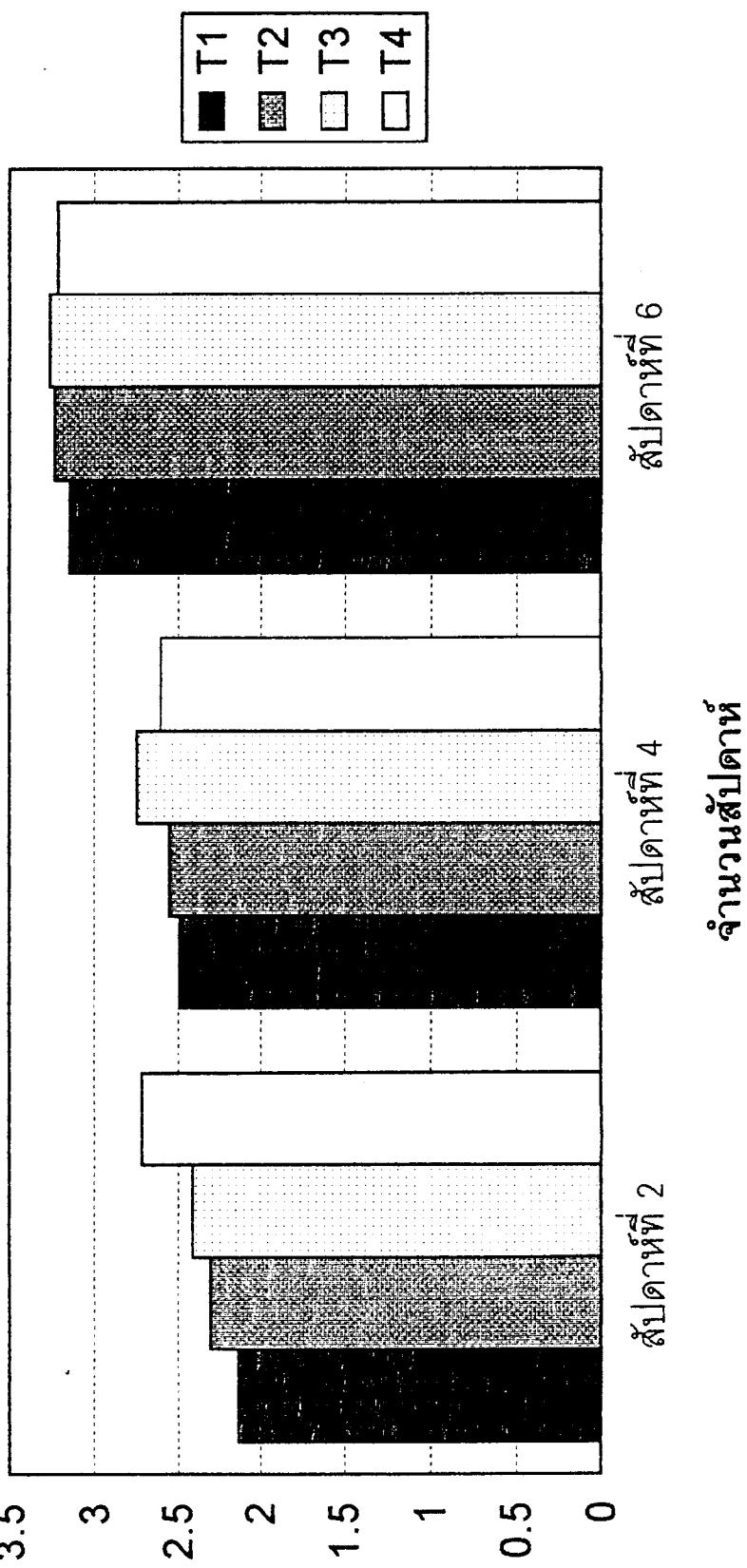
จากตาราง จะเห็นได้ว่า การใช้เบลืออกกลั้วยราดา ในสูตรอาหารสูกร ส่งผลให้สุกรมีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อร่วมทั้งตันทุนอาหารดังนี้

- น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 28.25, 25.88, 24.88 และ 27.25 กิโลกรัมต่อตัว ตามลำดับ
- อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเป็น 2.59, 2.70, 2.83 และ 2.69 กิโลกรัมอาหารต่อ 1 กิโลกรัมน้ำหนัก ตามลำดับ

- ปริมาณอาหารที่กิน เป็น 73.29, 69.99, 70.35 และ 73.30 กิโลกรัม ต่อตัว ตามลำดับ
- ต้นทุนอาหาร ถ้าเปลี่ยนกลั่วyraca กิโลกรัมละ 2 บาท จะได้ต้นทุนอาหาร แต่ละกลุ่มทดลองเป็น 419.89, 402.21, 412.25 และ 433.20 บาท ตามลำดับ

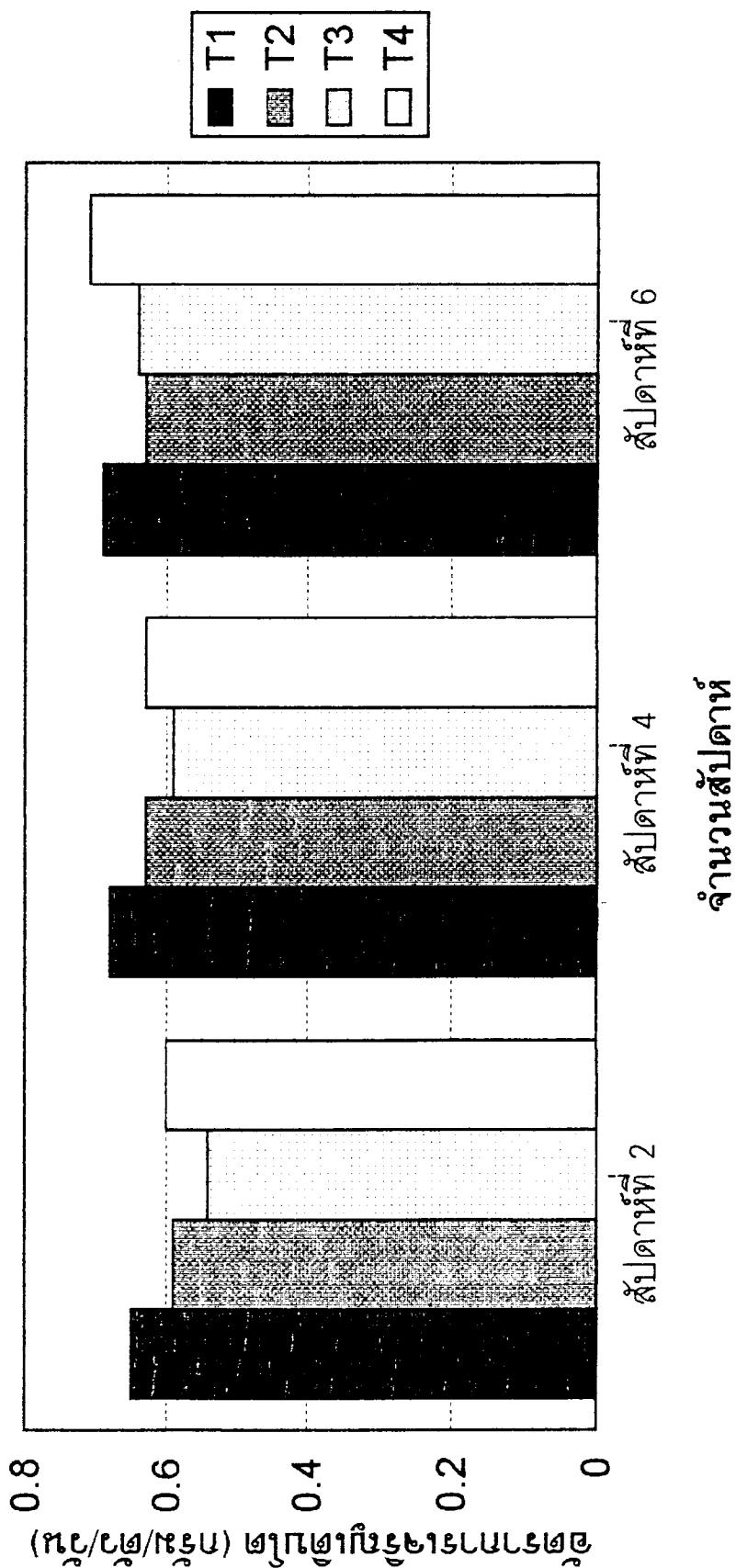
การเจริญเติบโตของสุกรบรรพบุรุษว่ามีอัตราการเจริญเติบโตจากมากไปน้อย เรียงตามลำดับดังนี้คือ กลุ่มที่ 1,4,2 และ 3 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ* การที่สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตดังกล่าว น่าจะเป็นเพาะในอาหารกลุ่มที่ 1 เป็นอาหาร สำเร็จรูป ส่วนกลุ่มที่ 2,3 และ 4 มีเปลี่ยนกลั่วysm ในอัตราร้อยละ 0.4 และ 8.0 % อาจจะกล่าวได้ว่าการผสมเปลี่ยนกลั่วในอัตราร้อยละ 8.0 จะทำให้การเจริญเติบโต ดีกว่าที่ผสมเปลี่ยนกลั่วร้อยละ 0 และ 4 % แต่การที่ใช้อาหารสูตรที่ 4 ซึ่งมีเปลี่ยนกลั่วysm อัตราร้อยละ 8 มีอัตราการเจริญเติบโตยังไม่ดีเท่าอาหารสำเร็จรูป แต่เมื่อ เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของอาหารแต่ละสูตรแล้วไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

แผนภูมิ 4.35 แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำยาองุ่นกร



จำนวนส่วน trăm

ແຜນກາພທີ 4.36 ແສດງຄ້ຕຽກກາງເຈົ້າປະເມີນໃຫຍອງສັກ



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

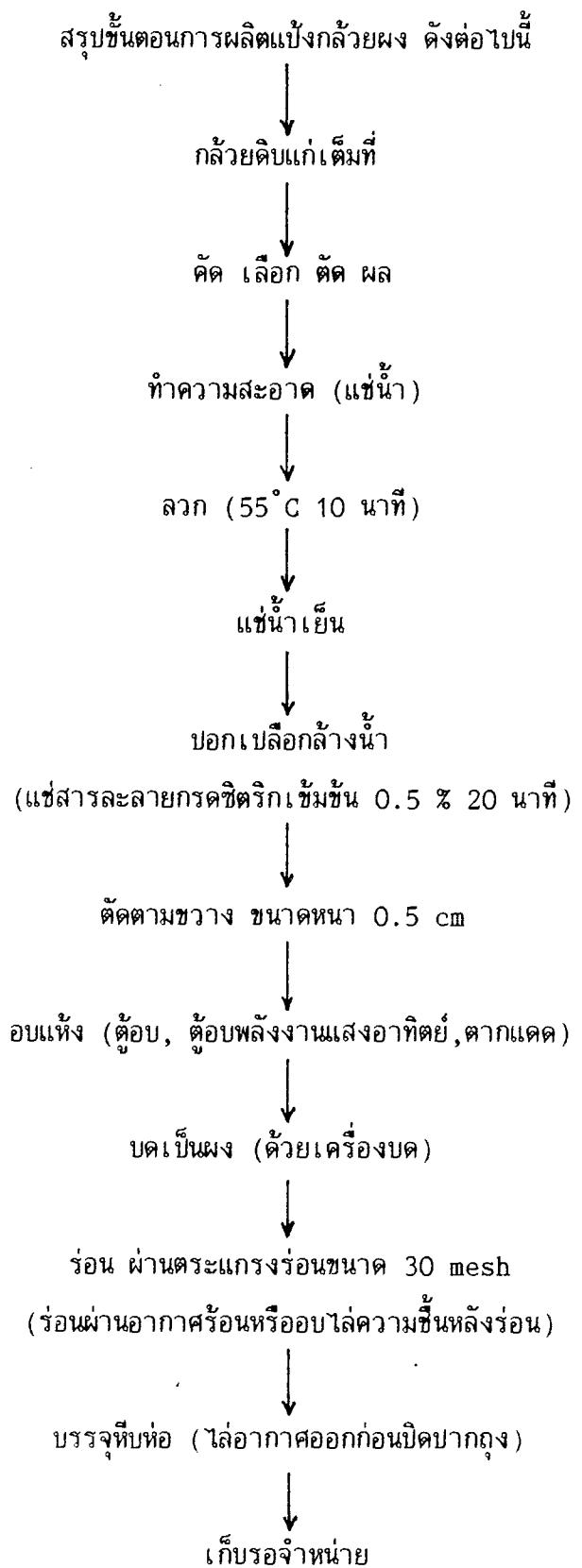
จากการวิจัยดังกล่าวแล้วสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 กรรมวิธีในการผลิตแบงกล้ายผง สรุปได้ดังนี้คือ ตัดเลือกกลั่ยน้ำว้าที่แก่เต็มที่ ตัดแยกเป็นแผ่น ๆ ล้างน้ำให้สะอาด นำไปลวกท่ออุณหภูมิ 55°C ใช้เวลา 10 นาที เช่นน้ำ ใช้มีดสแตนเลสบอกเปลือกเสร็จ ล้างน้ำสะอาดทั้งผง แขวนสารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 0.5 % 20 นาที ทันตามช่วง ขนาดหนา 0.5 เซนติเมตร นำไปตากแดดหรืออบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จนแห้ง แล้วบดด้วยเครื่องบดไฟฟ้าจนละเอียด ร่อนด้วยตระแกรงร่อนเม็ดเบ่งขนาด 30 mesh 2 ครั้ง นำแบงกล้ายผงที่ได้ไป測ความชื้นอีกครั้งหนึ่งโดยการอบในตู้อบท่ออุณหภูมิ 55°C ใช้เวลาประมาณ 20 นาทีหรือตากแดดแล้วนำไปบรรจุหีบห่อด้วยถุงพลาสติก Polyethylene โดยไม่อาการภายในถุงออกไห้หมักก่อนปิดปากถุงให้สนิทไม่ให้อากาศเข้า

จากการทดลอง สรุปได้ว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการต้มกลั่ยคือ 55°C ใช้เวลา 10 นาที จะทำให้ปอกเปลือกง่าย ไม่มียางกล้ายเหนียวคำติดมีดและมีอ เนื้อกล้ายไม่ติดเปลือกกล้าย และเนื้อกล้ายจะมีสีขาวนวล เปอร์เซ็นต์แบงกล้ายผงที่ผลิตได้สูงสุด 25.07 %

การอบกล้ายด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้พลังงานเสริมเหมาะสมที่สุด จากการทดลองพบว่าอบในตู้อบธรรมชาติ 55°C ใช้เวลาประมาณ 20 ชั่วโมง ตากแดดใช้เวลาประมาณ 10 ชั่วโมง และอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้พลังงานเสริมควบคุมอุณหภูมิที่ 55°C ใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง

วัตถุที่ใช้ในการผลิตแบงกล้ายผง ควรใช้กล้ายน้ำว้าที่แก่เต็มที่ เตี้ยงไม่ลูกลักษณะกลมไม่มีเหลี่ยม และเปลือกกล้ายมีสีเขียวนวล ๆ



5.2 ผลการวิเคราะห์ทางค่าประกอบทางเคมีของกลั่ยน้ำว้าดินและแบ็งกลั่ยผง โดยใช้หลักของ AOAC และวิธีการอื่น ๆ สรุปผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของกลั่ยน้ำว้าดินและแบ็งกลั่ยผง

องค์ประกอบ	กลั่ยดิน (%)	แบ็งกลั่ยผง (%)
ความชื้น	35.88	4.09
โปรตีน	2.34	5.17
ไขมัน	1.70	0.64
เยื่อยา	1.54	1.62
เต้า	2.17	1.87
Reducing Sugar	5.97	9.85
Sucrose	1.80	2.75
Total Sugar	5.88	9.75
กรด*	5.12	6.07
แบ็ง	21.50	30.12

*กรด คำนวนโดยใช้ค่าของ Oxalic Acid

จากตารางสูบได้ว่า ปริมาณโปรตีนในแบ็งกลั่ยผง 5.17 % ซึ่งนับว่ามีปริมาณโปรตีนมากพอสมควรและปริมาณ Total Sugar 9.75 % แบ็งมีรับประทานและหอมกลิ่นกลั่ย น่าจะเหมาะสมแก่การนำไปทำอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ขนมต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

5.3 ผลการวิเคราะห์ทางค่าประกอบทางเคมีของใบ ลำต้น และเปลือกของกลั่ยน้ำว้าผง แบบปริมาณหาเรื่เชาตุและเยื่อยาดังกล่าวแล้วนหัวข้อวิธีดำเนินการวิจัย สรุปผลดังตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของใบ ลำต้น และเปลือกกล้วยพง

องค์ประกอบ	ใบกล้วยสด*	ลำต้นกล้วย*	เปลือกกล้วยพง
ความชื้น	-	10.63 %	9.99%
โปรตีน	19.99	1.82 %	6.20 %
ไขมัน	-	0.49 %	10.70 %
เยื่อเย (กาบ)	-	17.60 %	6.59 %
เต้า	-	5.49 %	12.29 %
คาร์บอไฮเดรต (NFE)	-	63.97 %	50.86 %
NDF	-	-	34.53 %
ADF	-		32.88 %
แคลเซียม mg/100g sample	246.26	553.78	348.37*
ฟอสฟอรัส mg/100g sample	185.81	66.59	253.66*
โซเดียม mg/100g sample	1.49	1.23	1.81
โซเดียม mg/100g sample	trace	trace	trace*
Hemicellulose	-		1.65 %
Lignin	-		16.65 %
Cellulose	-		15.33 %
Tanin	-	-	0.25 %

หมายเหตุ - ไม่ได้วิเคราะห์

จากการวิเคราะห์ สรุปได้ว่าเปลือกกล้วยมีปริมาณสารอาหาร เช่น โปรตีน 6.20 % คาร์บอไฮเดรต 50.86 % และปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ ซึ่งปริมาณสารอาหารและแร่ธาตุอาจเหมาะสมกับการใช้เป็นอาหารสัตว์บางชนิดขึ้นอยู่กับว่าสัตว์ชนิดนั้น ๆ มีความต้องการสารอาหารนั้นมากน้อยเพียงไร และปริมาณ Tanin จากการวิเคราะห์ 0.25 % จากการทดลองใช้เลี้ยงไก่กระทงและสุกรเนื้อ พบร่วมกับผลเสียต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ที่ใช้ทดลอง

5.4 การศึกษาคุณภาพของเบี้งกลั่วยผง โดยการติดตามการเปลี่ยนแปลงสีและกลิ่นของเบี้งกลั่วยผง โดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐานของ R.H.S. Colour Chart (The Royal Horticultural Society, London) สรุปได้ว่า การเก็บเบี้งกลั่วยผงที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 10°C สีจะเปลี่ยนไปน้อยมาก และสีจะไม่แตกต่างกันเท่าที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 10°C คือ แบงมีสีนวล ๆ (Yellow-Orange Group 19,D \rightarrow Greyed-Yellow Group 161,B) และการใช้สารละลายน้ำ Sodium Metabisulphite Ascorbic Acid Citric Acid Benzoic Acid ความเข้มข้นระหว่าง 1000 ppm. - 2000 ppm. แบงกลั่ยก่อนตากและเก็บเบี้งกลั่วยที่อุณหภูมิ 10°C เปรียบเทียบกับอุณหภูมิห้อง สรุปได้ว่า ในช่วง 25 ลับดาท์แรกสีไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนใน 49 ลับดาท์หลังสีเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แบงมีสีระดับสีเหลืองนวล (Yellow - Orange Group 19,D \rightarrow Greyed - Yellow Group 161,B) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าไม่ควรใช้สารเคมีก่อนจะบรรจุเป็นเบี้งกลั่วยผง

5.4.1 การศึกษาคุณภาพทางด้านกลิ่นของเบี้งกลั่วยผง โดยการชิมและคอมpare แบงกลั่วยผงโดยใช้แบงกลั่ยที่ใช้ในการทดลองในหัวข้อ 5.4 ในการศึกษาจากการทดลองโดยการชิมพบว่า แบงกลั่ยจะมีรสชาติหวานเล็กน้อย หอมกลิ่นกลั่วยอ่อน ๆ ให้ความรู้สึกอร่อยน่ารับประทานกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเบี้งชนิดอื่น ๆ เช่น แบงช้าวโพด แบงสาลีและเมื่อเก็บไว้นานจนถึงลับดาที่ 74 จากการชิมและคอมpare เป็นระยะ ๆ ไม่ปรากฏว่าจะมีกลิ่นเหม็นสาบ และจากการล้มผัสและสั่งเกตุ texture ของเนื้อเบี้งไม่เกะกะติดกัน เป็นก้อนไม่มีมอดเบี้ง ไม่มีรา ทั้งในการชิมของแบงกลั่ยที่ใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี ในการศึกษาทางด้านคุณภาพของสีและกลิ่นของเบี้งกลั่วย ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่า แบงกลั่วยมีปริมาณไขมันเพียง 0.64 % ซึ่งเป็นปริมาณที่น้อยมากจนไม่มีผลต่อคุณภาพทางด้านกลิ่นเหม็นของแบงกลั่ยที่เก็บไว้นานเมื่อนำมาประกอบอาหาร

ดังนี้จากการวิจัยจึงเสนอแนะว่าไม่ควรใช้สารเคมีดังกล่าวแล้วในการผลิต แบงกลั่วยผงแต่るべき

5.5 การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของเบี้งกล้วยพง จากการวิเคราะห์ทางด้านจุลชีววิทยาพบว่า

MPN Coliform /กรัม	มากกว่า	1100
MPN E. <u>Coli</u> /กรัม	น้อยกว่า	3
จำนวนเยื่อสต์/กรัม		460
จำนวนรา/กรัม		60

5.6 ความคุ้มทุนในการทำเบี้งกล้วยพง

จากการทดลองและประเมินราคาค่าวัสดุติด และค่าดำเนินการทางธุรกิจ ต้นทุนเฉลี่ยการทำเบี้งกล้วยพง กิโลกรัมละ 18.99 บาท

5.7 การทำอาหารจากเบี้งกล้วยพง จากสูตรที่ใช้เป็นส่วนผสมในการทำขึ้น พบว่าขนมที่ทำทั้ง 5 ชนิด คือ ขนมครก ขนมเค็ก ขนมโคนัก ขนมกล้วย และขนมกล้วยกวน ขนมสีขาวนิดแรกน้ำได้ผลผลิตน่าพอใจ ขนมที่ได้มีลักษณะน่ารับประทาน เนื้อขนมดี รสชาติดี อร่อย หอมกลิ่นกล้วย

5.8 การทดสอบการชิมขนม ที่ทำจากส่วนประกอบของเบี้งกล้วยพงทั้ง 5 ชนิด ตั้งกล่าวแล้ว โดยสำรวจความติด เห็นของผู้ชิมในครัวลักษณะด้านกลิ่นกล้วย ลักษณะขนม และรสชาติ ทุกรดับอายุและเพศ เพื่อว่าเบี้งกล้วยพง เหมาะสมที่จะนำมา เป็นส่วนผสมเป็นส่วนประกอบของขนมต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี และราคาถูกย่อมเยาว์

จากการข้อมูลผลของการชิมขนมนิดต่าง ๆ สรุปได้ว่า คนที่มีอายุทุกรดับชั้นชอบ ขนมครกและโคนัก (ที่ใช้เบี้งกล้วยพงเป็นส่วนผสม) ทั้งลักษณะขนม รสชาติและกลิ่นกล้วย มาก คนอายุระหว่าง 18-25 ปี จะชอบขนมเค็กในระดับมาก ส่วนขนมนิดอื่นคนที่มีอายุทุกรดับชั้นจะชอบในระดับปานกลางค่อนข้างไปทางมาก นั่นคือการนำเบี้งกล้วยพงมา ทำขนม คนทั่วไปจะให้ความนิยมนระดับค่อนข้างสูง ในรสชาติและกลิ่นกล้วยของขนม

5.9 การใช้เปลือกกล้วยพงเป็นอาหารสัตว์

โดยการนำเปลือกกล้วยน้ำว้าที่เหลือจากการทำกล้วยตากและเบี้งกล้วยพง มา ตากเด็ดให้แห้ง แล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดอาหารสัตว์จนเป็นผง แล้วนำไปเป็นส่วนผสม

ของอาหารสัตว์ทดลองคือ ไก่เนื้อหรือไก่กระทง 2 รุ่น ๆ ละ 240 ตัว อายุ 3-6 สัปดาห์ และสุกรวุ่น 16 ตัว โดยผสมในสูตรอาหารสัตว์ 4 สูตร สรุปได้ว่า

การใช้เปลือกกล้วยผสมอาหารไก่กระทง อายุ 4 - 6 สัปดาห์ จากการทดลองอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินและอัตราการเล็กเนื้อพบว่า ไก่ที่ทดลองรุ่นที่ 1/1 มี 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารไม่ผสมเปลือกกล้วย มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมา กลุ่มที่ 2 อาหารผสมเปลือกกล้วย (5 %) กลุ่มที่ 3 อาหารผสมเปลือกกล้วย (10 %) และกลุ่มที่ 4 อาหารผสมเปลือกกล้วย (15 %) เมื่อนำมาวิเคราะห์แล้ว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในกลุ่มที่ 1 - 3 ส่วนการทดลองใช้เปลือกกล้วยผสมในอาหารไก่กระทงรุ่นที่ 1/2 กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ไม่ผสมเปลือกกล้วยพบในอาหารเลี้ยง กลุ่มที่ 3 ผสมเปลือกกล้วย 5 % และกลุ่มที่ 4 ผสมเปลือกกล้วย 10 % จากการทดลองสรุปได้ว่า อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินและอัตราการเล็กเนื้อได้ผลเช่นเดียวกับการทดลองในไก่กระทงรุ่นที่ 1/1 สำหรับต้นทุนอาหารผสมเปลือกกล้วย ปรากฏว่าสามารถนำมาใช้ทดแทนวัตถุดินอาหารที่มีราคาสูงกว่าได้ ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตอาหารไก่กระทงได้แต่ควรใช้ในระดับ 5-10 % ในช่วงอาหารเม็ด และรำขادแคลน โดยใช้สูตรอาหารที่ใช้หัวอาหารสุกรรวมกับปลายข้าว

อย่างไรก็ตาม การที่มีเปลือกกล้วยผสมอาหารอาจทำให้ การกินอาหารของไก่ลดลงเพราะว่าในเปลือกกล้วยมีสาร Tannin 0.25 % และเยื่อไชย 6.59 % ค่อนข้างสูงทำให้อัตราการกินอาหารของไก่ลดลงและเปลือกกล้วยบดผสมในอาหารเป็นอาหารประเภทไก่ไม่ชอบกินมากเท่าอาหารประเภทเม็ด

การใช้เปลือกกล้วยพงผสมอาหารในสูกรน้ำหนักเฉลี่ย 35-60 กิโลกรัม จำนวน 16 ตัว อายุการทดลอง 42 วัน ใช้สูตรอาหารทดลอง 4 สูตร สูตรที่ 1 ใช้หัวอาหารเม็ด 100 % สูตรที่ 2 หัวอาหาร 25 % สูตรที่ 3 หัวอาหาร 27 % ผสมเปลือกกล้วยพงระดับ 4 % สูตรที่ 4 หัวอาหาร 28 % ผสมเปลือกกล้วยพงระดับ 8 %

สรุปการใช้เปลือกกล้วยพงระดับ 4 % และ 8 % สูกรแต่ละกลุ่มนี้มีความแตกต่างทางสถิติ ทั้งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเล็กเนื้อ ปริมาณอาหารที่กินและต้นทุนอาหาร

แต่เมื่อแนวโน้มว่าสูตรที่กินอาหารสูตรที่ 1 จะมีประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตและการใช้อาหารดีกว่าสูตรอื่น และเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตอาหารแต่ละสูตรแล้วไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

5.10 ข้อเสนอแนะในการวิจัย สรับดังนี้

- การคัดเลือกกลั่ยน้ำว้าดินเพื่อผลิตแบ็งกลั่ยผง ควรเลือกกลั่ยน้ำว้าที่แก่เต็มที่แต่ยังไม่สุก ชึงสังเกตุได้โดยผลกระทบกลั่ยจะกลมไม่มีเหลี่ยม เปลือกกลั่ยจะมีลีเชี่ยววนลากการต้มหรือลวกกลั่ยทั้งเบลือกก่อนปอกเปลือกจะทำให้ปอกเปลือกง่าย เนื้อและเยางกลั่ยไม่ติดเปลือกกลั่ยและมีด (มีดใช้มีดสแตนเลส เพื่อไม่ให้เนื้อกลั่ยมีสีดำ) และเนื้อกลั่ยจะมีสีขาวนวล อุณหภูมิและเวลาถ้าใช้สูงและนานเกินไปเนื้อกลั่ยจะสุกและมีสีเหลืองเวลาตากแดดหรืออบจะแห้งยาก แบ็งที่ได้ด้วยมีด การอบด้วยเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์จะเหมาะสมกว่าวิธีอบด้วยเตารถรอมด้าและตากแดด เพราะสะอาดแห้งเร็วกว่าและไม่สิ้นเปลืองพลังงาน

- จากการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของแบ็งกลั่ยผงพบว่า มีปริมาณไบปรติน 5.17 % ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงพอควรเมื่อเปรียบเทียบกับแบ็งชนิดอื่น เช่น แบ็งถั่ว-เชี่ยว (1.7 กรัมใน 100 กรัม) แบ็งข้าวเจ้า (6.4 กรัมใน 100 กรัม) และแบ็งกลั่ยมีส่วนเล็กน้อย ห้อมกลิ่นกลั่ย สีขาวนวลน้ำรับประทานจึงเหมาะสมแก่การนำมาทำเป็นอาหารเสริมหรือทำชามจำพวกชามอบไถดี จะทำให้ได้อาหารที่มีคุณค่าอาหารสูงพอควรและวัตถุดิบคือกลั่ยน้ำว้าหากแห้งง่ายมีมากในท้องถิ่น กรรมวิธีในการผลิตเป็นแบ็งกลั่ยผงก็สามารถผลิตได้โดยวิธีง่าย ๆ ดังกล่าวมาแล้ว การเก็บรักษาแบ็งกลั่ยเก็บได้ที่อุณหภูมิห้องไม่ให้ถูกความชื้นและแสงแดดจะเก็บได้เป็นระยะเวลานาน โดยที่สีและกลิ่นเปลี่ยนแปลงน้อยมากถึงแม้ว่าจะเก็บไว้นานกลิ่นไม่เหม็นสาบ ไม่มีมอดแบ็ง เมื่อนำมาทำชาม เช่น ทดลองโดยนวดให้เห็นยิบปันเป็นก้อนทดสอบในน้ำมันซิมรสชาติบรรยายว่าไม่มีกลิ่นเหม็นสาบ และราคากำลังต่อรองมาก ปัจจุบันเป็นลินค้าที่ตลาดต้องการมาก ราคาส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศสูงมาก จึงควรส่งเสริมให้เกษตรกรผลิต

- จากการวิเคราะห์ทางค่าประกอบทางเคมีของเปลือกกล้วยพงพบว่า มีปริtein สูงถึง 6.20 % และองค์ประกอบทางเคมีอื่น ๆ เช่น แคลเซียม พอกฟอรัสจะมีมากเมื่อเปรียบเทียบกับพืชอาหารลัตต์อิน ๆ (ข้อมูลในแผนกว.) และเมื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมของอาหารลัตต์โดยทดลองเลี้ยงไก่กระทงและสุกรดังกล่าวแล้วพบว่า อัตราการเจริญเติบโตระหว่างไก่กลุ่มที่ใช้เปลือกกล้วยพงเป็นส่วนผสมและไม่ใช้เปลือกกล้วยพงเป็นส่วนผสมในอาหารลัตต์พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เปลือกกล้วยเป็นวัสดุที่เหลือทิ้งจากการทำกล้วยตากและเป็นกล้วยพง ซึ่งมีปริมาณมากทำให้เกิดบัญชาเปลือกกล้วยเน่าเสียเกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม จะนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าจะนำเปลือกกล้วยมาเป็นอาหารลัตต์ได้จะช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุนทางด้านอาหารลัตต์ลงและยังช่วยแก้ปัญหาลภภาวะทางด้านสิ่งแวดล้อมจากการเน่าเสียของเปลือกกล้วยได้ดีอีกประการหนึ่งด้วย.

បរវណ្ណករម

บรรณานุกรม

- กุลยา จันทร์อุณ. การบังกันการเกิดลือของผลไม้อบแห้ง. สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก, 2536
- คำนวณ เที่ยรทอง. 2525 การเลี้ยงไก่. มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ. 107 หน้า.
- ชวนิศาดากร วรรณธรรม และคณะ. 2528. การเลี้ยงสัตว์ทั่วไป. สมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทย. 350 หน้า.
- ไซยา อุ้ยสูงเนิน. 2533. ไก่น้ำพื้นเมือง. ศูนย์การผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท. กรุงเทพฯ. 103 หน้า.
- ฤกานิศา รัตอภา. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งกล้วย. พ.ศ. 2536
- นิธิยา รัตนบเนห์ และลักษณา รุจนะไกรกานต์. หลักการวิเคราะห์. กกม.: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2531.
- เบญจมาศ ศิลป์อ้าย. 2534. กล้วย. บริษัท ประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ, 290 หน้า.
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2532. นาชนะสัตว์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 258 หน้า.
- ผ่ายวิจัยสินค้าอุตสาหกรรม. รายงานผลการวิจัยอาหารสัตว์. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2520.
- พานิช ทินนิมิตร. อาหารและการใช้อาหารสัตว์. โรงพิมพ์กรมศาสนา, กรุงเทพฯ, 2514
- พูลศรี ศุกระรุจี. เอกสารทางวิชาการเรื่องการวิเคราะห์อาหารสัตว์แบบประมาณ. กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์. 2532.
- เมืองเกษตร. 2535. วัสดุเหลือทิ้งจากกล้วย. นิตยสารเมืองเกษตร. 5(64):61-62.
- รชนี ตัณฑพานิชกุล. เคมีอาหาร, ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย รามคำแหง, พิมพ์ครั้งที่ 4, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2535

- ลักษณา รุจนะไกรกานต์. หลักการวิเคราะห์อาหาร. ภาควิชาชีวเคมีและเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2531
- ลิขิต เอี่ยดแก้ว. 2532. ไก่กระทง. ฐานเกษตรกรรม. กรุงเทพฯ, 41 หน้า
- ลิขิต เอี่ยดแก้ว. 2534. ธุรกิจไก่เนื้อ. ฐานเกษตรกรรม. กรุงเทพฯ, 118 หน้า
- วัฒนพงษ์ รักช์วิเชียร และคณะ. การพัฒนาเครื่องอบแห้งผลไม้ขนาดอุตสาหกรรม.
- พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยราชภัฏ, 2534.
- สุวรรณ เกษตรสุวรรณ และคณะ. 2535. การเลี้ยงไก่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 409 หน้า.
- สุวิทย์ เทียรทอง. 2530. หลักการเลี้ยงสัตว์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ, 107 หน้า
- สมชาติ ลีกนรรณกุล. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหาร. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า, 2527.
- หมุนพิลาวรรณ พลพิช และคณะ. วิธีวิเคราะห์หาแร่ธาตุในอาหารสัตว์และชีรัม. งานวิเคราะห์แร่ธาตุฝ่ายวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์กรมปศุสัตว์ อุทัย คันธ. 2534. อาหารและการส่งผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ, 297 หน้า.
- เอกสารวิชาการ, การวิเคราะห์หาเยื่อยางในพืชอาหารสัตว์. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Anon. Fresh Flavor Banana Crystals. Food Process, 1961.
- AOAC. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical. 12th ed. Washinton : Association of Official Analytical. Chemists, 1880.
- Brekka, J. E. and J. D. Ponting. Osno-Vac Dried Banana. Hawaii : Agric. Exp. Stn. Res., 1970'

- Ching, S.I. and H.L. fullet 1964. Effect of tanin content of grain sorghums on their feeding value for growing chicks. Poultrysci. 43:30-36.
- Dividich. J.L. B. seve and f. Geoffory. 1976. Preparation and use of banana silage. for animal feeding. 1 Method of ensiling, chemical composition and balance of mutrients. cited by. L.L. Divicich, F. Geoffovy' I canope and M. Chenost. Using waste bananas as animal feed. world Anim. Rev.20(20): 20-30.
- Egan, H., R. s. Kirk, and R. Sawyer. Pearson' s Chemical Analysis of Food. 8th ed. London : Churchill Ltd., 1981.
- Fyock,W.D. and C.B. knodt. 1949. use of dehydrated banana a meal in the ratione of clietary. Calves. J. Dairy sci 32 (4): 361-366.
- Long, O.G., E.D. famojuro and V.A.Oyenuga. 1977. Available carbohydrates and energy valves of Cassava, yan and plantain peels for chicks. E. Afr. Agric. for.J.42(4): 408 -413.
- Maynard,Leonard.A and Jahn.K Loosli. "Animal Nutrition", Themapple Press company, Caledonia, 1996
- McDonald. P., R.A. Edward, and J. F. D. Greenhalp. Animal Nutrition. 2nd ed. Edinburgh : Oliver and Boyd, 1973.
- Morrison, Frank B."Feed and Feeding Iowa". The morrison Publishing company, 1959.

- Rios, A.R.E. Abernathy and H.J. Nicholas. 1975. Banana Peels as a potential source of animal food and other useful products. *Nutrition Reports. International.* 11(5): 399-408.
- Sharma, K.S. and B.S. Katoch. 1981. Evaluation of some horticultural by-Products in chick starter rations. *Indian J. Poult. sci.* 16(2): 147-149.
- Vohra, P.F.H. Kratzer and M.A. Joslyn. 1966. The growth depressing and toxic effects of tannins to chicks. *Poultry sci.* 135-142

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1

แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับเบ็ดกล้วย

1. ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

- | | | |
|-----------|-------------------------------------|---|
| 1.1 อายุ | <input type="radio"/> 6-12 ปี | <input type="radio"/> 12-17 ปี |
| | <input type="radio"/> 18-25 ปี | <input type="radio"/> 26-30 ปี |
| | <input type="radio"/> มากกว่า 30 ปี | |
| 1.2 อาชีพ | <input type="radio"/> รับจ้าง | <input type="radio"/> รับราชการ |
| | <input type="radio"/> ค้าขาย | <input type="radio"/> เกษตรกร |
| | <input type="radio"/> รัฐวิสาหกิจ | <input type="radio"/> นักเรียน/นักศึกษา |
| | <input type="radio"/> อื่น ๆ | |

2. ความนิยมในการนำเบ็ดกล้วยมาทำเป็นขนม ด้วยการซิม

- | | | |
|---------|--------------------------------|---------------------------------|
| ชื่อขนม | <input type="radio"/> คุกคิ้ง | <input type="radio"/> เค้ก |
| | <input type="radio"/> డันท | <input type="radio"/> ชเนมกล้วย |
| | <input type="radio"/> กล้วยกวน | |

- | | | | |
|----------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 2.1 กลิ่นกล้วย | <input type="radio"/> ชอบน้อย | <input type="radio"/> ชอบปานกลาง | <input type="radio"/> ชอบมาก |
| 2.2 ลักษณะขนม | <input type="radio"/> ชอบน้อย | <input type="radio"/> ชอบปานกลาง | <input type="radio"/> ชอบมาก |
| 2.3 รสชาติ | <input type="radio"/> ชอบน้อย | <input type="radio"/> ชอบปานกลาง | <input type="radio"/> ชอบมาก |

กิจกรรมที่ 2 อาจารย์และนักศึกษาจะร่วมกันทำแบบจำลองห้องเรียน

ຊື່ຫຼັກ (feed stuffs)	ຕົວເລີນ						phosphorus %
	Moisture %	Crude protein %	Ether extract %	Crude fiber %	Ash %	Nitrogen free extract %	
1 ໝາຍືດ້າກໂພດ	12.56	8.71	4.13	1.71	1.29	71.60	0.01
2 ລໍາຫັກໂພດ	12.50	7.58	3.62	5.63	2.21	68.46	0.04
3 ປະເທົກເນັ້ນ	12.44	6.70	1.32	0.48	0.96	78.08	0.01
4 ລໍາຫັກເນັ້ນ	9.07	13.92	27.29	9.72	9.44	30.56	0.14
5 ກາກເຕົາຫຼູ້ເບົງ	8.61	32.01	10.16	8.28	7.41	33.53	0.34
6 ລໍາຫັກເຕົາຫຼູ້ຫມຸນ	11.42	6.47	1.38	11.15	6.37	53.21	0.03
7 ໄລສະຫຼັກຫຼັກຊັກ	11.72	7.25	1.50	0.56	0.87	78.08	0.01
8 ຫຼັກຫຼັກເບົງ	13.98	7.52	0.40	0.18	0.35	77.57	0.01
9 ຫຼັກຫຼັກເບົງເຫັນເມືອງ	12.88	5.80	8.84	8.84	4.67	65.50	0.03
10 ພິເສດຖາ	8.60	3.14	27.66	27.66	41.84	16.68	0.31

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงน้ำหนักไก่เริ่มทดลอง (กรัม/ตัว) รุ่นที่ 1/1

รุ่น 1/กลุ่ม	จำนวนช้า				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
1	0.74	0.69	0.74	0.68	2.85	0.71
2	0.40	0.73	0.73	0.66	2.85	0.71
3	0.74	0.71	0.68	0.72	2.85	0.71
4	0.75	0.74	0.69	0.71	2.89	0.72
					11.44	0.71

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงการวิเคราะห์น้ำหนักไก่เริ่มทดลอง (กรัม/ตัว) รุ่นที่ 1/1

sov	df	ss	Ms	F
Treatment	3	0.0003	0.0001	0.14 ^{ns}
Error	12	0.0085	0.0007	
Total	15	0.1313		

degree of freedom : df .05 = 3.45

.05 = 5.95

$$\text{Coefficient of Variation : CV \%} = \frac{\sqrt{0.0005}}{0.71} \times 100 \\ = 3.15 \%$$

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงน้ำหนักไกร่รุ่นที่ 1/1 สิ้นสุดการทดลอง (กรัม/ตัว)

รุ่น 1/กลุ่ม	จำนวนชั้น				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
1	1.94	1.96	2.04	1.93	7.87	1.95
2	1.97	1.98	1.98	1.92	7.85	1.96
3	1.97	1.96	1.97	1.84	7.74	1.93
4	1.75	1.78	1.72	1.98	7.23	1.80
					30.69	1.92

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงการวิเคราะห์น้ำหนักไกร่รุ่นที่ 1/1 สิ้นสุดการทดลอง (กรัม/ตัว)

sov	df	ss	Ms	F
Treatment	3	0.0677	0.0225	4.2452*
Error	12	0.0636	0.0053	
Total	15	0.1313		

degree of freedom : df .05 = 3.45*

.05 = 5.95**

$$\text{Coefficient of Variation : CV \%} = \frac{\sqrt{0.0053}}{1.92} \times 100 \\ = 3.79 \%$$

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงอัตราการเจริญเติบโต กรัม/ตัว/วัน ไก่รุ่นที่ 1/1

รุ่น 1/กลุ่ม	จำนวนช้า				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
1	0.74	0.69	0.74	0.68	2.85	0.71
2	0.40	0.73	0.73	0.66	2.85	0.71
3	0.74	0.71	0.68	0.72	2.85	0.71
4	0.75	0.74	0.69	0.71	2.89	0.72
					11.44	0.71

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโต ไก่รุ่นที่ 1/1 กรัม/ตัว/วัน

sov	df	ss	Ms	F
Treatment	3	0.0001	0.0000333	4.012*
Error	12	0.0001	0.0000083	
Total	15	0.0002		

degree of freedom : df .05 = 3.45*

.05 = 5.95**

Coefficient of Variation : CV % = $\frac{\sqrt{0.0000083}}{0.042} \times 100$
= 6.85 %

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงปริมาณอาหารที่กินของไก่รุ่นที่ 1/1 (กรัม/ตัว)

รุ่น 1/กลุ่ม	จำนวนชิ้น				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
1	2.56	2.54	2.60	2.54	10.26	2.56
2	2.85	2.80	2.88	2.88	11.41	5.85
3	2.88	2.82	2.84	2.76	11.30	2.82
4	2.63	2.62	2.67	2.73	10.65	2.66
					43.62	2.72

ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณอาหารที่กินของไก่รุ่นที่ 1/1 (กรัม/ตัว)

sov	df	ss	Ms	F
Treatment	3	0.23	0.0766	47.872**
Error	12	0.02	0.0016	
Total	15	0.25		

degree of freedom ; df .05 = 3.45**

.05 = 5.95**

$$\text{Coefficient of Variation : CV \%} = \frac{\sqrt{0.0016}}{2.72} \times 100 \\ = 1.47 \%$$

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงอัตราการแลกเปลี่ยนของไกรุนที่ 1/1

ไกรุน 1/กลุ่ม	จำนวนช้ำ				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
1	2.13	2.01	2.01	2.06	8.21	2.05
2	2.26	2.24	2.30	2.36	9.16	2.29
3	2.34	2.25	2.20	2.46	9.25	2.31
4	2.63	2.54	2.61	2.14	9.92	2.48
					36.54	2.28

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงการวิเคราะห์อัตราการแลกเปลี่ยนของไกรุนที่ 1/1

sov	df	ss	Ms	F
Treatment	3	0.37	0.1233	6.73**
Error	12	0.22	0.0183	
Total	15	0.59		

degree of freedom : df .05 = 3.45*

.05 = 5.95**

Coefficient of Variation : CV % = $\frac{\sqrt{0.0183}}{2.28} \times 100$
= 5.93 %

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงน้ำหนักกิ่งรุ่นที่ 1/2 เริ่มต้นทำการทดลองแต่ละ Treatment

รุ่น 2/กลุ่ม	จำนวนช้า				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
1	0.74	0.77	0.74	0.72	2.97	0.742
2	0.69	0.71	0.74	0.78	2.92	0.742
3	0.77	0.72	0.72	0.73	2.94	0.735
4	0.74	0.71	0.72	0.70	2.87	0.717
					11.70	0.731

ตารางภาคผนวกที่ 14 แสดงการวิเคราะห์น้ำหนักกิ่งรุ่นที่ 1/2 เริ่มต้นทำการทดลอง แต่ละ Treatment

sov	df	ss	Ms	F
Treatment	3	0.001	0.0003	0.011ns
Error	12	0.337	0.028	
Total	15	0.338		

degree of freedom : df .05 = 3.45*

.05 = 5.95**

$$\text{Coefficient of Variation} : \text{CV \%} = \frac{\sqrt{0.028}}{0.731} \times 100 \\ = 22.89 \%$$

ตารางภาคผนวกที่ 15 แสดงน้ำหนักไก่รุ่นที่ 1/2 หลังการทดลอง แต่ละ Treatment

รุ่น 2/กลุ่ม	จำนวนชิ้น				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
1	2.06	2.18	2.12	2.25	8.61	2.152
2	1.96	1.99	2.02	2.06	8.03	2.007
3	1.93	2	2	1.93	7.86	1.965
4	2.02	2.01	1.90	1.84	7.77	1.942
					32.27	2.016

ตารางภาคผนวกที่ 16 แสดงการวิเคราะห์น้ำหนักไก่รุ่นที่ 1/2 หลังการทดลองแต่ละ Treatment

sov	df	ss	Ms	F
Treatment	3	0.11	0.036	90*
Error	12	0.05	0.0004	
Total	15			

degree of freedom : df .05 = 3.45*

.01 = 5.95**

$$\text{Coefficient of Variation : cv \%} = \frac{\sqrt{0.0004}}{2.016} \times 100 \\ = 0.99 \%$$

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงอัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน) ของไก่รุ่นที่ 1/2

รุ่น 2/กลุ่ม	จำนวนช้า				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
1	0.074	0.052	0.049	0.054	0.202	0.05
2	0.045	0.046	0.054	0.046	0.182	0.045
3	0.041	0.046	0.046	0.041	0.174	0.043
4	0.046	0.046	0.042	0.040	0.174	0.043
					0.732	0.045

ตารางภาคผนวกที่ 18 แสดงการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโต(กรัม/ตัว/วัน) ของไก่รุ่นที่ 1/2

sov	df	ss	Ms	F
Treatment	3	0.0002	0.00006	7.5**
Error	12	0.0001	0.000008	
Total	15	0.0003		

degree of freedom' : df .05 = 3.45*

.01 = 5.95**

$$\text{Coefficient of Variation} : \text{cv \%} = \frac{\sqrt{0.000008}}{0.045} \times 100 \\ = 0.017$$

ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงปริมาณอาหารที่กินของไก่รุ่นที่ 1/2 (กรัม/ตัว)

รุ่น 2/กลุ่ม	จำนวนชั้ง				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
1	2.84	2.83	2.82	2.78	11.36	2.84
2	2.58	2.61	2.68	2.68	10.51	2.62
3	2.68	2.66	2.66	2.64	10.64	2.66
4	2.63	2.62	2.62	2.62	10.49	2.62
					42.93	2.68

ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณอาหารที่กินของไก่รุ่นที่ 1/2 (กรัม/ตัว)

sov	df	ss	Ms	F
Treatment	3	0.5	0.16	200**
Error	12	0.01	0.0008	
Total	15	0.51		

degree of freedom : df .05 = 3.45*

.01 = 5.95**

$$\text{Coefficient of Variation} : \text{cv \%} = \frac{\sqrt{0.0008}}{2.68} \times 100 \\ = 1.055$$

ตารางภาคผนวกที่ 21 แสดงอัตราการแลกเนื้อของไกรุ่นที่ 1/2

รุ่น 2/กลุ่ม	จำนวนชิ้น				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
1	2.15	2.53	2.06	1.88	7.62	1.905
2	2.03	2.04	2.12	2.06	8.25	2.062
3	2.31	2.07	2.08	2.18	8.64	2.160
4	2.05	2.03	2.22	2.32	8.62	2.155
					33.13	2.07

ตารางภาคผนวกที่ 22 แสดงการวิเคราะห์อัตราการแลกเนื้อของไกรุ่นที่ 1/2

sov	df	ss	Ms	F
Treatment	3	0.18	0.06	2.30 ^{ns}
Error	12	0.32	0.026	
Total	15	0.50		

degree of freedom : df .05 = 3.45*

.01 = 5.95**

$$\text{Coefficient of Variation : cv \%} = \frac{\sqrt{0.026}}{2.07} \times 100 \\ = 7.78$$

ตารางผนวกที่ 23 แสดงน้ำหนักเริ่มต้นของสุกร (กรัม/ตัว)

กลุ่ม	จำนวนช้า		Total	เฉลี่ย
	R1	R2		
1	83.50	59.50	143.0	
2	70.00	77.50	147.5	
3	79.00	67.50	146.5	
4	50.00	93.00	143.0	
		GT	5804	72.5

ตารางผนวกที่ 24 แสดงการวิเคราะห์น้ำหนักเริ่มต้นของสุกร (กรัม/ตัว)

sov	df	ss	Ms	F
Treatment	3	8.25	2.75	0.0084 ^{ns}
Error	4	1306.75	326.69	
Total	7	1315		

degree of freedom : df .05 [3.4] = 6.59

.01 [3.4] = 16.69

$$\text{Coefficient of Variation : CV \%} = \frac{326.69}{72.5} \times 100 \\ = 24.93 \%$$

ตารางผนวกที่ 25 แสดงน้ำหนักสุ่ดท้ายของสุกร (กรัม/ตัว)

กลุ่ม	จำนวนชิ้น		Total	เฉลี่ย
	R1	R2		
1	140.0	116.0	256.0	
2	125.0	126.0	251.0	
3	127.0	119.0	246.0	
4	105.0	147.0	252.0	
		GT 1005	125.62	

ตารางผนวกที่ 26 แสดงการวิเคราะห์น้ำหนักสุ่ดท้ายของสุกร (กรัม/ตัว)

sov	df	ss	Ms	F
Treatment	3	25.38	8.46	0.028 ^{NS}
Error	4	1202.55	300.62	
Total	7	1227.88		

degree of freedom : df .05 [3,4] = 6.59

.01 [3,4] = 16.69

$$\text{Coefficient of Variation : CV \%} = \frac{300.62}{125.62} \times 100 \\ = 13.80 \%$$

ตารางผนวกที่ 27 แสดงปริมาณอาหารที่กินของสุกร (กรัม/ตัว)

กตุม จำนวนช้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	Total	
1	165.8	293.1	143.0	
2	140.1	279.8	147.5	
3	142.3	281.4	146.5	
4	141.0	293.2	143.0	
		GT 1147.5	143.44	

ตารางผนวกที่ 28 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณอาหารที่กินของสุกร (กรัม/ตัว)

sov	df	ss	Ms	F
Treatment	3	79.4	26.47	0.13 ^{ns}
Error	4	809.05	202.26	
Total	7	888.45		

degree of freedom : df .05 [3,4] = 6.59

.01 [3,4] = 16.69

$$\text{Coefficient of Variation : CV \%} = \frac{202.26}{143.44} \times 100 \\ = 9.91 \%$$

ตารางผนวกที่ 29 แสดงค่าอัตราการเจริญเติบโตของสุกร (กรัม/ตัว/วัน)

กลุ่ม จำนวนช้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	Total	
1	0.67	0.67	1.34	
2	0.65	0.58	1.23	
3	0.57	0.61	1.18	
4	0.65	0.64	1.29	
		GT	5.04	0.63

ตารางผนวกที่ 30 แสดงการวิเคราะห์ค่าอัตราการเจริญเติบโตของสุกร (กรัม/ตัว/วัน)

sov	df	ss	Ms	F
Treatment	3	0.0073	1.0024	3 ^{ns}
Error	4	0.0033	0.0008	
Total	7	0.0106		

degree of freedom : df .05 [3,4] = 6.59

.01 [3,4] = 16.69

$$\text{Coefficient of Variation : CV \%} = \frac{0.0008}{0.63} \times 100 \\ = 4.49 \%$$

ตารางผนวกที่ 31 แสดงค่าอัตราการแลกเนื้อของสุกร

กลุ่ม	จำนวนชิ้น			เฉลี่ย
	R1	R2	Total	
1	2.93	2.25	5.18	
2	2.55	2.88	5.43	
3	2.96	2.70	5.66	
4	2.56	2.82	5.38	
		GT 21.65		2.71

ตารางผนวกที่ 32 แสดงการวิเคราะห์ค่าอัตราการแลกเนื้อของสุกร

sov	df	ss	Ms	F
Treatment	3	0.05	0.017	0.2 ^{ns}
Error	4	0.34	0.085	
Total	7	0.39		

degree of freedom : df .05 [3,4] = 6.59

.01 [3,4] = 16.69

$$\text{Coefficient of Variation : CV \%} = \frac{0.085}{2.71} \times 100 \\ = 10.76 \%$$

ภาระหน้าที่ของผู้ดําเนินการวิจัย

หัวหน้าโครงการ

นางกุลยา จันทร์อรุณ ผู้ดําเนินการวิจัยหลัก

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

นายไพรัตน์ ชัยสมตรະภูล	เรื่อง การทดลองเลี้ยงสัตว์
นายเทอศักดิ์ จันทร์อรุณ	เรื่อง การวิเคราะห์ทางสถิติการซึม
นางวนิดา ประทุมศิริ	เรื่อง การผลิตชามจากแบ้งกล้วย

ผู้ช่วยงานวิจัย

นางสาวเรณุกา เพชรน้อย	
นางสาวชวัญดาว กวยที	
นายสมบัติ นิลวาส	
นางสาวรัชนี สุลักษณานนท์	