

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

ในงานวิจัยนี้ได้รับตัวอย่างโปรตีนถั่วเขียวมาจาก บริษัทไทยวา จำกัด (นครปฐม) และบริษัทวันเส้นตะวันออก จำกัด (ฉะเชิงเทรา) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกรรมวิธีการผลิตแป้งถั่วเขียว โดยมีกรรมวิธีการผลิตแบ่งเป็นแบบหน้าผา และแบบกึ่งหน้าผา ตามลำดับ สำหรับโปรตีนถั่วเขียวตัวอย่างที่ 3 เป็นโปรตีนที่เตรียมจากแป้งถั่วเขียวบดแห้ง ได้รับจากห้องปฏิบัติการของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงศ์ นวังคส์ถกุลศาสน์ (กรุงเทพฯ) ซึ่งต่อไปจะใช้ชื่อแทนว่า โปรตีนถั่วเขียวจากแหล่งผลิตที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ สำหรับกากถั่วเหลืองได้จากโรงงานสกัดน้ำมันพืชนครชัยศรี (นครปฐม)

ตัวอย่างโปรตีนถั่วเขียวจากแหล่งผลิตที่ 1, 2 และ กากถั่วเหลือง ถูกนำมาลดขนาดลงโดยใช้เครื่องบดแบบลูกกลิ้ง (รูปที่ 3.1) ให้มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 850 ไมโครเมตร สำหรับโปรตีนถั่วเขียวจากแหล่งผลิตที่ 3 มีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วงนี้อยู่แล้วจึงไม่นำมาลดขนาดอีก วัตถุดิบจะบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนแบบหนา และเก็บในถังพลาสติกมีฝาปิดสนิท ที่อุณหภูมิห้องตลอดระยะเวลาการทดลอง

3.2 การเตรียมน้ำซอสปรุงรส (รูปที่ 3.2)

ในงานวิจัยนี้แบ่งขั้นตอนการเตรียมน้ำซอสปรุงรสเป็น 3 ขั้นตอน เพื่อความสะดวกในการทดลอง ขั้นตอนแรก คือ การเตรียมโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรด ขั้นตอนที่สองเป็นขั้นตอนการจัดกลิ่น และขั้นตอนสุดท้ายเป็นการปรับปรุงกลิ่น และรสชาติของน้ำซอสปรุงรสให้เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ ดังมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

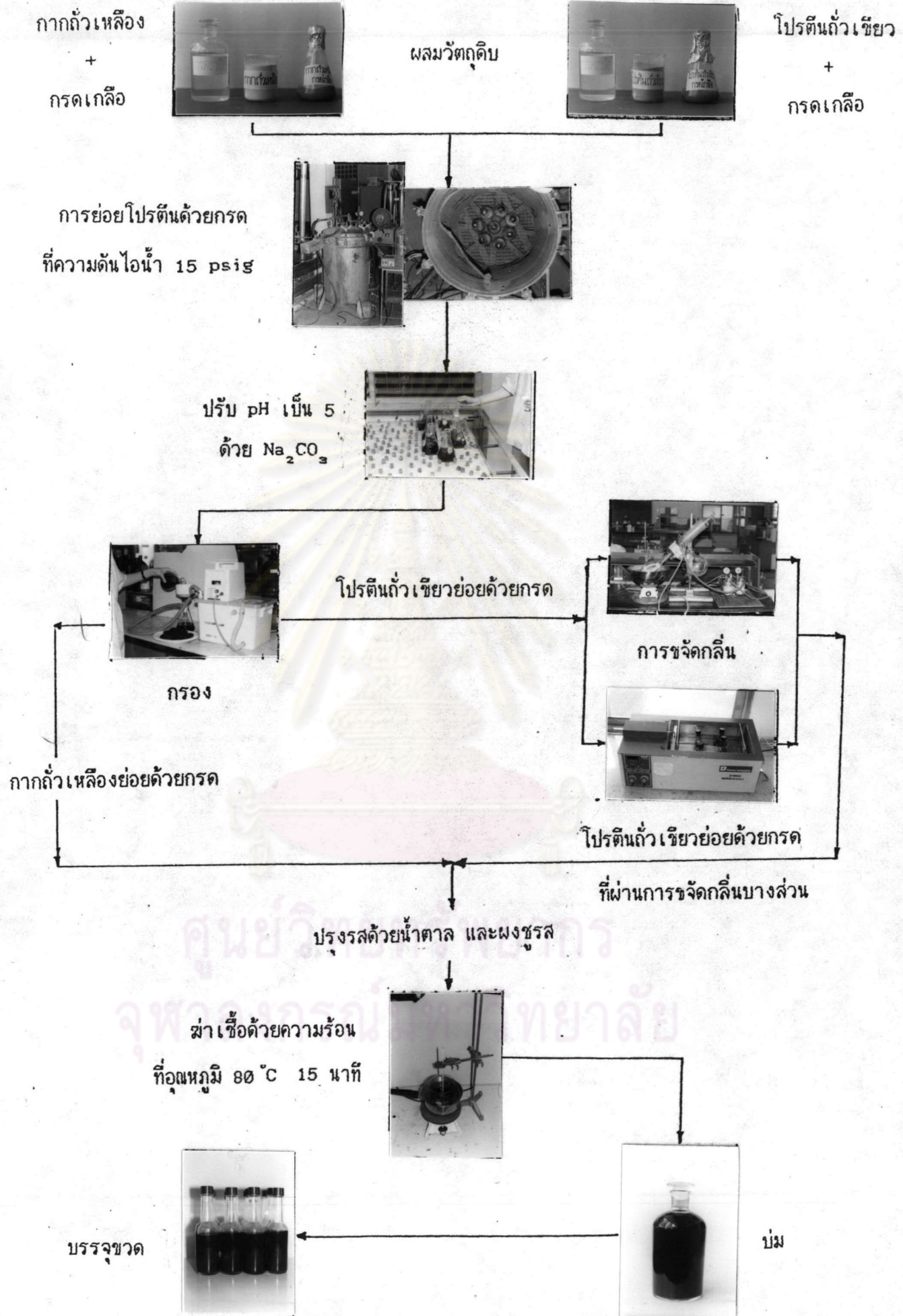
3.2.1 การเตรียมโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรด

ขั้นแรกเป็นการผสมโปรตีนถั่วเขียวกับกรดเกลือในขวดแก้ว (ขนาด 500 มิลลิลิตร) เนื่องจากการทดลองทุกครั้งใช้ปริมาณของโปรตีนถั่วเขียวคงที่ คือ 100 ± 1 กรัม ดังนั้นปริมาณของ



รูปที่ 3.1 เครื่องบดแบบลูกกลิ้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเตรียมน้ำซอสปรุงรสในงานวิจัย

กรดเกลือที่ใช้จะขึ้นกับอัตราส่วนของวัตถุดิบต่อกรดเกลือที่กำหนดไว้ เช่น ถ้าต้องการผสมในอัตราส่วน 1:2 หมายความว่า ต้องใช้กรดเกลือ 200 มิลลิลิตร ในการผสม โดยจะเติมกรดเกลือลงในขวดแก้วก่อนจึงเติมวัตถุดิบลงไปผสม เพื่อป้องกันการไหม้ของวัตถุดิบบริเวณก้นขวด เนื่องจากได้รับความร้อนโดยตรง เมื่อผสมวัตถุดิบกับกรดเกลือเรียบร้อยแล้ว จึงปิดปากขวดด้วยจุกสำลี (หุ้มด้วยผ้าขาวบาง) แผ่นพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดหนา และแผ่นอลูมิเนียมเปลา ที่ละชั้นตามลำดับ นำขวดแก้วเรียงใส่ในหม้อน้ำความดันไอ (retort) และควบคุมความดันไอน้ำระหว่างการย่อยสลายด้วยกรดเป็น 15 psig ด้วยการทำงานของเทอร์โมสแตท (thermostat) ซึ่งควบคุมการปิด-เปิดของวาล์วไอน้ำ เมื่อครบเวลาที่ต้องการ จึงปิดวาล์วไอน้ำและเมื่อความดันภายในเครื่องลดลงเท่าความดันบรรยากาศปกติ จึงนำขวดแก้วออกจากหม้อน้ำความดันไอน้ำ ขึ้นตอนต่อมา คือ การปรับ pH ของของผสมในขวดแก้วให้มี pH ประมาณ 5 ด้วยโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ก่อนการปรับ pH ต้องคำนวณปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตที่ต้องใช้ก่อนทุกครั้ง การเติมโซเดียมคาร์บอเนตต้องค่อย ๆ เติม เพื่อป้องกันการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากปฏิกิริยาสะเทินเป็นจำนวนมากทันที ซึ่งจะมีผลทำให้ของเหลวพุ่งออกมาตามฟองก๊าซด้วย ในระหว่างการปรับ pH ของผสมในขวดแก้วจะเคลื่อนไหวตลอดเวลา โดยการทำงานของเครื่องเขย่า (shaker) เพื่อป้องกันมิให้โซเดียมคาร์บอเนตจับตัวเป็นก้อน และช่วยให้เกิดปฏิกิริยาได้ดีและสม่ำเสมอ เมื่อปรับ pH ได้ 5 แล้ว จึงกรองแยกกากของโปรตีนถั่วเขียวที่เหลือจากการย่อยด้วยกรดออก โดยใช้แรงดูด (suction) ของเหลวที่ได้หลังจากการกรอง จะเรียกว่า "โปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรด" ซึ่งจะถูกนำไปตรวจสอบคุณภาพด้านเคมี แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสรุปสถานะที่เหมาะสมในการเตรียมโปรตีนถั่วเขียวที่มีคุณภาพตามที่ต้องการก่อน จึงจะนำมาศึกษาขั้นตอนต่อไป

การเตรียมกากถั่วเหลืองย่อยด้วยกรด มีรายละเอียดเหมือนที่กล่าวข้างต้น แต่ใช้กากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นแทนโปรตีนถั่วเขียว

3-2-2 การขจัดกลิ่นบางส่วนของโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรด

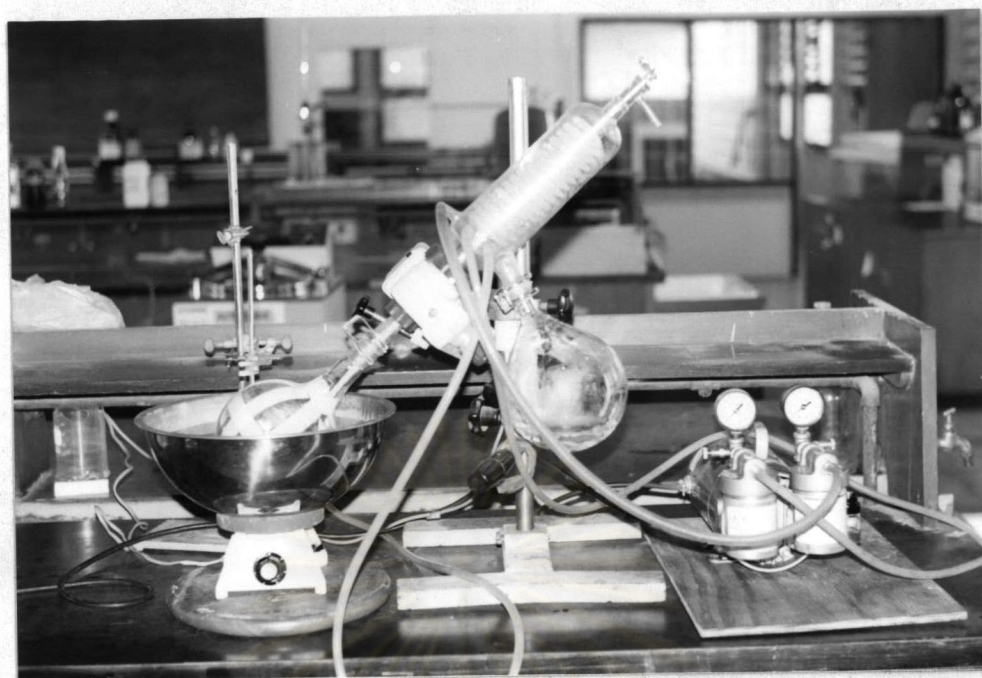
ในงานวิจัยนี้ศึกษาวิธีการขจัดกลิ่นบางส่วนของโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรด 3 วิธี คือ การระเหยภายใต้สุญญากาศด้วยเครื่อง Rotary vacuum evaporator , วิธีการดูดซับด้วยคาร์บอนกัมมันต์ และวิธีการร่วมระหว่างการดูดซับและการระเหย ดังมีรายละเอียดของแต่ละวิธี ดังนี้

3.2.2.1 การระเหยภายใต้สุญญากาศด้วยเครื่อง Rotary vacuum evaporator (รูปที่ 3.3)

การทดลองทุกครั้งใช้โปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดในปริมาณคงที่ คือ 100 ± 1 กรัม โปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดถูกบรรจุใน vacuum chamber ของ Rotary vacuum evaporator ซึ่งมีลักษณะเป็นขวดแก้วกันกลม นำขวดแก้วไปสวมเข้ากับปลายด้านเปิดของ condenser ปรับระดับให้ vacuum chamber จุ่มลงใน water bath ในระดับที่ให้โปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดภายใน vacuum chamber ได้รับความร้อนจาก water bath อย่างทั่วถึง ปรับอุณหภูมิของ water bath ตามต้องการ โดยควบคุมความร้อนของ hot plate ที่อยู่ด้านล่างของ water bath เปิดสวิตช์ให้ส่วน vacuum pump ทำงาน ปิดวาล์วด้านบนของ condenser แล้วจึงเปิดสวิตช์ให้ส่วน vacuum chamber หมุน (ควบคุมความเร็วรอบเป็น 160 รอบต่อนาที) เมื่อครบเวลาที่ต้องการแล้ว จึงหยุดการหมุนของ vacuum chamber ปิดวาล์ว แล้วหยุดการทำงานของ vacuum pump ตามลำดับ แยกส่วน vacuum chamber ออกจากเครื่อง ปรับให้น้ำหนักของโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดภายในขวดแก้วให้เป็น 100 ± 1 กรัม โดยใช้น้ำกลั่น แก้วขวดแก้ว เพื่อช่วยให้ส่วนที่เป็นของแข็งละลายในน้ำกลั่นจนหมด โปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดที่ผ่านการขจัดกลืนแล้ว จะถูกนำไปตรวจสอบคุณภาพด้านเคมีและประสาทสัมผัส

3.2.2.2 การดูดซับด้วยคาร์บอนกัมมันต์ (รูปที่ 3.4)

คาร์บอนกัมมันต์ที่ใช้ในงานวิจัยเป็นชนิดผงละเอียดซึ่งผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วเก็บใน desiccator ก่อนที่จะนำมาใช้ผสมกับโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดในขวดแก้ว (ขนาด 250 มิลลิลิตร) ตามอัตราส่วนโดยน้ำหนักตามที่ต้องการ การทดลองทุกครั้งใช้โปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดในปริมาณคงที่ คือ 100 ± 1 กรัม ปิดปากขวดด้วยจุกยาง วางขวดแก้วใน water bath ซึ่งตั้งอุณหภูมิให้คงที่ที่ 50°C เปิดสวิตช์ให้เครื่องเขย่าทำงาน เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำขวดแก้วออกจาก water bath กรองแยกคาร์บอนกัมมันต์ออกโดยใช้กระดาษกรอง โปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดที่ผ่านการขจัดกลืนแล้วจะถูกนำไปตรวจสอบคุณภาพด้านเคมี และประสาทสัมผัส



รูปที่ 3.3 การขจัดกลิ่นโดยวิธีการระเหยด้วย Rotary vacuum evaporator



รูปที่ 3.4 การขจัดกลิ่นด้วยวิธีการดูดซับด้วยคาร์บอนกัมมันต์

3.2.3 การปรับปรุงกลิ่น และรสชาติ

นำโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดที่ผ่านการขจัดกลิ่นแล้วมาผสมกับกากถั่วเหลืองย่อยด้วยกรด และปรับปรุงรสชาติโดยใช้น้ำตาลและผงชูรส น้ำซอสปรุงรสที่ได้หลังจากปรับปรุงกลิ่น และรสชาติ จะผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 80 °ซ เป็นเวลา 15 นาที บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 อาทิตย์ ก่อนนำมาตรวจสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัส และการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำซอสปรุงรส

3.3 ขั้นตอนการวิจัย

3.3.1 ศึกษาสมบัติของโปรตีนถั่วเขียว โดยตรวจสอบคุณสมบัติของตัวอย่างโปรตีนถั่วเขียว ดังต่อไปนี้

3.3.3.1 ลักษณะปรากฏ เช่น สี โดยใช้แผ่นเทียบสี (Munsell Color Chart) และกลิ่นโดยการดม เป็นต้น

3.3.3.2 คุณลักษณะการใช้ประโยชน์ ได้แก่

3.3.3.2.1 การละลายของโปรตีน แสดงเป็นค่าดัชนีในการละลายของไนโตรเจน (Nitrogen Soluble Index) (ร้อยละโดยน้ำหนัก) วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (42)

3.3.3.2.2 ความสามารถในการจับกับน้ำ (Water Binding Capacity) (เท่า) วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (43)

3.3.3.3 องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ได้แก่

3.3.3.3.1 โปรตีน วิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC,1980 (44)

3.3.3.3.1 ไขมัน วิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC,1980 (44)

3.3.3.3.1 เถ้า วิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC,1980 (44)

3.3.3.3.1 คาร์โบไฮเดรต ได้จากการคำนวณผลต่างขององค์ประกอบทางเคมีทั้งหมด (จำนวนเต็ม 100) กับผลรวมของปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้า ที่วิเคราะห์ได้

3.3.3.4 สัดส่วนของกรดอะมิโน (กรัมต่อ16กรัมไนโตรเจน) โดยส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.3.5 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง) วิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ข

นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาเพื่อเลือกชนิดของโปรตีนที่เหมาะสมมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำซอสปรุงรส โดยพิจารณาจากราคา, ปริมาณโปรตีน, ปริมาณไขมัน และความสะดวกในการจัดหา เป็นต้น

3.3.2 ศึกษาคุณภาพของน้ำซอสปรุงรสที่จำหน่ายในท้องตลาด โดยส่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำซอสปรุงรสที่มีส่วนแบ่งตลาด 4 อันดับแรก แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพด้านเคมี และด้านประสาทสัมผัส ดังต่อไปนี้

3.3.2.1 คุณภาพด้านเคมีและกายภาพ ได้แก่

3.3.2.1.1 ความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิห้อง โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์

3.3.2.1.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ณ อุณหภูมิห้อง โดยใช้ pH-meter

3.3.2.1.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (กรัมต่อลิตร) วิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.2.1.4 ปริมาณฟอสฟอรัสในไตรเจน (กรัมต่อลิตร) วิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.2.1.5 ปริมาณแอมโมเนียคลอไรด์ในไตรเจน (กรัมต่อลิตร) วิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.2.1.6 ปริมาณอะมิโนแอซิดในไตรเจน (กรัมต่อลิตร) ได้จากการคำนวณผลต่างของปริมาณฟอสฟอรัสในไตรเจน (กรัมต่อลิตร) กับ ปริมาณแอมโมเนียคลอไรด์ในไตรเจน (กรัมต่อลิตร)

3.3.2.1.7 ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ (กรัมต่อลิตร) วิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.2.2 คุณภาพด้านประสาทสัมผัส ตรวจสอบ 4 ลักษณะ คือ ความใส สี กลิ่น และรสชาติ โดยใช้ผู้ทดสอบที่มีประสบการณ์ จำนวน 10-12 คน ใช้วิธีให้คะแนน ผู้ทดสอบจะให้คะแนนตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบสอบถาม ค.1 (แสดงในภาคผนวก ค) นำข้อมูลที่ได้มาสรุปคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำซอสปรุงรสที่ผู้บริโภคต้องการ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพน้ำซอสปรุงรสจากโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรด ต่อไป

3.3.3 ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อคุณภาพของโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรด โดยมีขั้นตอนการเตรียมโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรด ดังแสดงในหัวข้อที่ 3.2.1 ตัวแปรที่ศึกษา คือ

3.3.3.1 ศึกษาผลของอัตราส่วนของวัตถุดิบต่อกรดเกลือ (น้ำหนัก:ปริมาตร) ทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design 3 ระดับ ทำ 2 ซ้ำ โดยแปรอัตราส่วนของวัตถุดิบต่อกรดเกลือ เป็น 1:2 1:2.5 และ 1:3 (น้ำหนัก:ปริมาตร) กำหนดความเข้มข้นของกรดเกลือเป็น 4 นอร์มัล และเวลา 6 ชั่วโมง นำโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพด้านเคมีและกายภาพ ดังนี้

3.3.3.1.1 ความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิห้อง โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์

3.3.3.1.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ณ อุณหภูมิห้อง โดยใช้ pH-meter

3.3.3.1.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (กรัมต่อลิตร) วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.3.1.4 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร) วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.3.1.5 ปริมาณแอมโมเนียคัลไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร) วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.3.1.6 ปริมาณอะมิโนแอซิดไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร) ได้จากการคำนวณผลต่างของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร) กับ ปริมาณแอมโมเนียคัลไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร)

3.3.3.1.7 ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ (กรัมต่อลิตร)

วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย Analysis of Variance และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (45) เพื่อเลือกอัตราส่วนของวัตถุดิบต่อกรดเกลือที่เหมาะสม

3.3.3.2 ศึกษาผลของความเข้มข้นของกรดเกลือ

ทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design 3 ระดับ ทำ 2 ซ้ำ โดยแปรความเข้มข้นของกรดเกลือเป็น 4.5 5 และ 5.5 นอร์มัล ใช้อัตราส่วนของวัตถุดิบต่อกรดเกลือ ที่เหมาะสม (สรุปจากข้อ 3.3.3.1) และเวลา 6 ชั่วโมง นำโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพด้านเคมีและกายภาพ ดังนี้

3.3.3.2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง pH อุณหภูมิห้อง โดยใช้ pH-meter

3.3.3.2.2 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)
วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.3.2.3 ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ (กรัมต่อลิตร)
วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย Analysis of Variance และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (45) เพื่อเลือกความเข้มข้นของกรดเกลือที่เหมาะสม

3.3.3.3 ศึกษาผลของเวลาในการย่อยโปรตีนถั่วเขียวด้วยกรด

ทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design 4 ระดับ ทำ 2 ซ้ำ โดยแปรเวลาเป็น 1, 3, 6 และ 8 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วนของวัตถุดิบต่อกรดเกลือ และ ความเข้มข้นของกรดเกลือที่เหมาะสม (ที่สรุปจากข้อ 3.3.3.1 และ 3.3.3.2 ตามลำดับ) นำโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพด้านเคมีและกายภาพ ดังนี้

ไฮโดรมิเตอร์ 3.3.3.3.1 ความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิห้อง โดยใช้

pH-meter 3.3.3.3.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ณ อุณหภูมิห้อง โดยใช้

3.3.3.3.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)
วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.3.3.4 ปริมาณฟอร์หมัลดีไฮด์ไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร)
วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.3.3.5 ปริมาณแอมโมเนียคลอไรด์ไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร)
วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.3.3.6 ปริมาณอะมิโนแอซิดไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร)

ได้จากการคำนวณผลต่างของปริมาณฟอร์หมัลดีไฮด์ไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร) กับ ปริมาณแอมโมเนียคลอไรด์ไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร)

3.3.3.3.7 สัดส่วนของกรดอะมิโน (ไมโครกรัมต่อไมโครลิตร)
โดย Amino acid analyzer

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย Analysis of Variance และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีDuncan's New Multiple Range Test (45) เมื่อเลือกเวลาที่เหมาะสม

3.3.4 ศึกษาคุณภาพของโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรด นำโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดที่เตรียมโดยใช้สภาวะที่เหมาะสม(สรุปจากหัวข้อ 3.3.3.1-3.3.3.3) มาตรวจสอบคุณภาพด้านเคมีและกายภาพและด้านประสาทสัมผัส ดังนี้

3.3.4.1 คุณภาพด้านเคมีและกายภาพ ได้แก่
3.3.4.1.1 ความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิห้อง โดยใช้

ไฮโดรมิเตอร์ 3.3.4.1.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ณ อุณหภูมิห้อง โดยใช้

pH-meter

3.3.4.1.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)

วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.4.1.4 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในโตรเจน (กรัมต่อลิตร)

วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.4.1.5 ปริมาณแอมโมเนียคัลไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร)

• วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.4.1.6 ปริมาณอะมิโนแอซิดไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร)

ได้จากการคำนวณผลต่างของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร) กับ ปริมาณแอมโมเนียคัลไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร)

3.3.4.1.7 ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ (กรัมต่อลิตร)

วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.4.1.8 สัดส่วนของกรดอะมิโน (มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม)

โดยส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.4.2 คุณภาพด้านประสาทสัมผัส โดย ตรวจสอบ 4 ลักษณะ คือ ความใส สี กลิ่น และรสชาติ โดยใช้ผู้ทดสอบที่มีประสบการณ์จำนวน 10-12 คน ใช้วิธีให้คะแนน ผู้ทดสอบจะให้คะแนนตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบสอบถาม ค.1 (แสดงในภาคผนวก ค)

นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของโปรตีนถั่วเขียว ย่อยด้วยกรด

3.3.5 ศึกษาวิธีการขจัดกลิ่นที่เหมาะสม

เตรียมโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดตามสภาวะที่เหมาะสมที่สรุปจากข้อ 3.3.3 แล้วนำมาขจัดกลิ่น โดยวิธีต่างๆ 3 วิธี ดังนี้

3.3.5.1 วิธีการระเหยภายใต้สุญญากาศด้วยเครื่อง Rotary vacuum evaporator

ทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ 3x2 Asymmetric Factorial Design ตัวแปรที่ศึกษา คือ เวลา และ อุณหภูมิ โดยแปรเวลาที่ใช้ในการขจัดกลิ่น 3 ระดับ

คือ 30, 45 และ 60 นาที และแปรรูปหนุมิระหว่างการขจัดกลิ่น 2 ระดับ คือ 50 และ 60 °ซ. (ทำ 2 ซ้ำ) นำโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดที่ผ่านการขจัดกลิ่นแล้วมาตรวจสอบคุณภาพด้านเคมี และด้านประสาทสัมผัสดังนี้

3.3.5.1.1 คุณภาพด้านเคมี ได้แก่

1. ลักษณะสีโดยใช้แผ่นเทียบสี (Munsell color chart)
2. ร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าสภาพการดูดกลืนแสง ที่ 420 นาโนเมตร โดยใช้ Spectrophotometer วัดค่าสภาพการดูดกลืนแสง (วิธีการคำนวณแสดงในภาคผนวก ก.)
3. ร้อยละการสูญเสียปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (วิธีการคำนวณแสดงในภาคผนวก ก.)

3.3.5.1.2 คุณภาพด้านประสาทสัมผัส โดย ตรวจสอบ 4 ลักษณะ คือ ความใส สี กลิ่น และรสชาติ โดยใช้ผู้ทดสอบที่มีประสบการณ์จำนวน 10-12 คน ใช้วิธีให้คะแนน ผู้ทดสอบจะให้คะแนนตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบสอบถาม ค.1 (แสดงในภาคผนวก ค.) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย Analysis of Variance และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (45) เพื่อเลือกเวลา และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการขจัดกลิ่นด้วยวิธีการระเหยภายใต้สูญญากาศ

3.3.5.2 วิธีการดูซับด้วยคาร์บอนกัมมันต์

ทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ 3x2 Asymmetric Factorial Design ตัวแปรที่ศึกษา คือ ความเข้มข้นของคาร์บอนกัมมันต์ และเวลา โดยแปรความเข้มข้นของคาร์บอนกัมมันต์ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.1, 0.5 และ 1.0 (โดยน้ำหนัก) และแปรเวลาที่ใช้ในการขจัดกลิ่น 2 ระดับ คือ 1 และ 2 ชั่วโมง ขจัดกลิ่นที่อุณหภูมิ 50 °ซ (ทำ 2 ซ้ำ) นำโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดที่ผ่านการขจัดกลิ่นแล้วมาตรวจสอบคุณภาพด้านเคมี และด้านประสาทสัมผัสดังนี้

3.3.5.2.1 คุณภาพด้านเคมี ได้แก่

1. ลักษณะสีโดยใช้แผ่นเทียบสี (Munsell color chart)

2. ร้อยละการลดลงของค่าสภาพการดูดกลืนแสง
ที่ 420 นาโนเมตร โดยใช้ Spectrophotometer วัดค่าสภาพการดูดกลืนแสง
(วิธีการคำนวณแสดงในภาคผนวก ก.)

3. ร้อยละการสูญเสียปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด
(วิธีการคำนวณแสดงในภาคผนวก ก.)

3.3.5.2.2 คุณภาพด้านประสาทสัมผัส โดย ตรวจสอบ 4 ลักษณะ
คือ ความใส สี กลิ่น และรสชาติ โดยใช้ผู้ทดสอบที่มีประสบการณ์จำนวน 10-12 คน ใช้วิธีให้คะแนน
ผู้ทดสอบจะให้คะแนนตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบสอบถาม ค.1 (แสดงในภาคผนวก ค)

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย Analysis of
Variance และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีDuncan's New Multiple Range Test (45)
เพื่อเลือกความเข้มข้นของคาร์บอนกัมมันต์ และเวลาที่เหมาะสม

3.3.5.3 วิธีการดูดซับด้วยคาร์บอนกัมมันต์ร่วมกับการระเหยภายใต้สูญญากาศ
ด้วยเครื่อง Rotary vacuum evaporator

นำโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดที่ผ่านการจัดกลั่นด้วยวิธีการดูดซับ
ด้วยคาร์บอนกัมมันต์ ที่อุณหภูมิ 50° ซ โดยใช้ปริมาณคาร์บอนกัมมันต์ และเวลา ที่เหมาะสม
(สรุปจากข้อ 3.3.5.2) มาจัดกลั่นอีกครั้งหนึ่งโดยใช้วิธีการระเหยภายใต้สูญญากาศ โดยใช้
อุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสม (สรุปจากข้อ 3.3.5.1) แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพด้านประสาท
สัมผัส เปรียบเทียบกับโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดที่ผ่านการจัดกลั่นด้วยวิธีการดูดซับด้วยคาร์บอน-
กัมมันต์ และการระเหยภายใต้สูญญากาศ โดย ตรวจสอบ 4 ลักษณะ คือ ความใส สี กลิ่น และ
รสชาติ โดยใช้ผู้ทดสอบที่มีประสบการณ์จำนวน 10-12 คน ใช้วิธีให้คะแนนผู้ทดสอบจะให้คะแนน
ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบสอบถาม ค.1 (แสดงในภาคผนวก ค)

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย Analysis of
Variance และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีDuncan's New Multiple Range Test (45)
เพื่อเลือกวิธีการจัดกลั่นที่เหมาะสม

3.3.6 ศึกษาการพัฒนาลักษณะน้ำซอสปรุงรสจากโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดที่ผ่านการ ขจัดกลิ่นแล้ว

3.3.6.1 ปริมาณการใช้โปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดในน้ำซอสปรุงรส

ทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design 4 ระดับ โดยแปรปริมาณโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดที่ใช้ผสมกับกากถั่วเหลืองย่อยด้วยกรด ดังนี้ ร้อยละ 0, 10, 15 และ 20 โดยปริมาตร นำกากถั่วเหลืองย่อยด้วยกรดที่ผสมโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรด มาตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยตรวจสอบ 4 ลักษณะ คือ ความใส สี กลิ่น และรสชาติ โดยใช้ผู้ทดสอบที่มีประสบการณ์จำนวน 10-12 คน ใช้วิธีให้คะแนน ผู้ทดสอบจะให้คะแนนตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบสอบถาม ค.1 (แสดงในภาคผนวก ค)

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย Analysis of Variance และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (45) เพื่อเลือกปริมาณที่สูงที่สุดที่สามารถผสมโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดลงในกากถั่วเหลืองย่อยด้วยกรด โดยไม่ทำให้คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกากถั่วเหลืองย่อยด้วยกรดต่ำลง (สภาวะที่ใช้ในการเตรียมกากถั่วเหลืองย่อยด้วยกรด แสดงในภาคผนวก ช)

3.3.6.2 การปรับปรุงรสชาติโดยใช้น้ำตาล และผงชูรส

นำกากถั่วเหลืองย่อยด้วยกรดที่ผสมโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดในอัตราส่วนที่เหมาะสม (สรุปจากข้อ 3.3.6.1) มาปรับปรุงรสชาติโดยใช้น้ำตาล และผงชูรส โดยวางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial Design โดยแปรปริมาณน้ำตาล 2 ระดับ คือ ร้อยละ 3, 5 (โดยปริมาตร) และแปรปริมาณผงชูรส 2 ระดับ คือ 0.2, 0.8 (โดยปริมาตร) นำกากถั่วเหลืองย่อยด้วยกรดที่ผสมโปรตีนถั่วเขียวย่อยด้วยกรดที่ปรุงแต่งรสชาติแล้วมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 15 นาที และบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 อาทิตย์ ก่อนนำมาตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยตรวจสอบ 4 ลักษณะ คือ ความใส สี กลิ่น และรสชาติ ใช้ผู้ทดสอบที่มีประสบการณ์จำนวน 10-12 คน ใช้วิธีให้คะแนน ผู้ทดสอบจะให้คะแนนตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบสอบถาม ค.1 (แสดงในภาคผนวก ค)

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย Analysis of Variance และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (45) เพื่อเลือกสูตรที่เหมาะสมของน้ำตาล และผงชูรส ในการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์น้ำซอสปรุงรส

3.3.6.3 ศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำซอสปรุงรส

นำน้ำซอสปรุงรสที่ได้ผ่านการปรับปรุงกลิ่น และรสชาติ มาทดสอบ การยอมรับ โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน ใช้แบบทดสอบ ค.2 (แสดงในภาคผนวก ค) ตามระดับการยอมรับของผลิตภัณฑ์แบบ Hedonic scale 9 scale

3.3.7 ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์น้ำซอสปรุงรสที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับ มาบรรจุลงในขวดแก้วขณะร้อน เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 เดือน สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพ ทางด้านประสาทสัมผัส และด้านจุลินทรีย์ ดังนี้

3.3.7.1 คุณภาพด้านเคมีและกายภาพ ได้แก่

3.3.7.1.1 ความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิห้อง โดยใช้

ไฮโดรมิเตอร์

3.3.7.1.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ณ อุณหภูมิห้อง โดยใช้

pH-meter

3.3.7.1.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)

วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.7.1.4 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร)

วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.7.1.5 ปริมาณแอมโมเนียคลอรีนไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร)

วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.7.1.6 ปริมาณอะมิโนแอซิดไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร)

ได้จากการคำนวณผลต่างของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร) กับ ปริมาณแอมโมเนียคลอรีนไนโตรเจน (กรัมต่อลิตร)

3.3.7.1.7 ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ (กรัมต่อลิตร)

วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก (4)

3.3.7.2 คุณภาพด้านประสาทสัมผัส ตรวจสอบ 4 ลักษณะ คือ ความใส

สี กลิ่น และรสชาติ โดยใช้ผู้ทดสอบที่มีประสบการณ์ จำนวน 10-12 คน ใช้วิธีให้คะแนน

ผู้ทดสอบจะให้คะแนนตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบสอบถาม ค.1 (แสดงในภาคผนวก ค)

3.3.7.3 คุณภาพด้านจุลินทรีย์ โดยตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด
(รายละเอียดของวิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ข)

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย Analysis of Variance
และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีDuncan's New Multiple Range Test (45)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย