

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

ถั่วเขียว (*Vigna radiata* (L.) Wilzek) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเขียวแตกต่างกันตามสายพันธุ์ และแหล่งที่ปลูก วุฒิชัย นาครักษา(5) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเขียวที่ปลูกในประเทศไทย พบว่ามีค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีนร้อยละ 24.24 ความชื้นร้อยละ 8.10 ไขมันร้อยละ 1.12 เถ้าร้อยละ 3.92 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 62.84 โดยน้ำหนัก ปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากถั่วเขียวในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นการนำแป้งที่สกัดได้มาทำวันเส้นเป็นส่วนใหญ่ และได้โปรตีนถั่วเขียวเป็นผลพลอยได้ซึ่งขายเป็นวัตถุดิบในการทำอาหารสัตว์

ศูนย์สถิติการเกษตร-2533 (6) ได้สำรวจเปรียบเทียบเนื้อที่เพาะปลูกและผลผลิตของถั่วเขียว ปรากฏว่าในช่วง 5 ปีที่สำรวจ คือ ระหว่างปี 2528/29 ถึงปี 2532/33 เนื้อที่เพาะปลูกรวมเพิ่มขึ้นจาก 3,022,000 ไร่ เป็น 3,102,000 ไร่ ผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 288,000 ตัน เป็น 356,000 ตัน โดยร้อยละ 50 ของผลผลิตทั้งหมดถูกป้อนเข้าโรงงานผลิตวันเส้น (1) ดังนั้นในแต่ละปีผลผลิตถั่วเขียวภายในประเทศประมาณ 178,000 ตัน ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตวันเส้น และได้โปรตีนถั่วเขียวปีละประมาณ 56,426 ตัน เป็นผลพลอยได้

การสกัดโปรตีนถั่วเขียวจากอุตสาหกรรมผลิตวันเส้น

การผลิตแป้งจากถั่วเขียวโดยทั่วไปทำได้ 2 แบบ คือ แบบบดแห้ง (dry-milling) และแบบบดเปียก (wet-milling) สำหรับการผลิตแป้งถั่วเขียวในประเทศไทยใช้วิธีบดเปียก(5) โดยแช่ถั่วเขียวที่ผ่านการม่ผ่าซีกในน้ำจนนิ่มและเปลือกหลุดออก โม่หรือบดส่วนเนื้อที่แยกได้กับน้ำ แล้วแยกส่วนที่สกัดได้ออกจากกาก (2,7,8)

สมชาย ประภาวัต (9) ทดลองสกัดโปรตีนและแป้งจากถั่วเขียวพร้อมกัน ด้วยวิธีบดเปียก โดยบดถั่วเขียวกับน้ำ กรองด้วยผ้าขาวบางแยกส่วนที่เป็นเปลือกออก ปล่อยให้ส่วนที่เป็นแป้งและสารละลายผ่านตะแกรงไป แยกแป้งออกจากโปรตีนโดยปล่อยให้แป้งตกตะกอนเอง นำแป้งที่ได้ไปทำแห้ง โดยอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง ได้แป้งถั่วเขียวร้อยละ 36.9 ของน้ำหนักถั่วเขียวที่ใช้ ส่วนโปรตีนในสารละลายนั้นแยกออกได้โดยการปรับ pH ของสารละลายให้เป็น 4.5 ด้วยกรดอะซิติก(acetic) เพื่อให้โปรตีนตกตะกอน แยกและล้างตะกอนโปรตีนด้วยน้ำ 2-3 ครั้ง จะได้โปรตีนสด นำไปทำแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง ได้โปรตีนถั่วเขียวร้อยละ 31.7 ของน้ำหนักถั่วเขียวที่ใช้ ผลผลิตที่ได้มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 6.80, 70.97, 0.89, 3.93, 0.32 และ 17.09 โดยน้ำหนักตามลำดับ

Coffman และ Garcia(10) สกัดโปรตีนจากแป้งถั่วเขียวโดยใช้อัตราส่วนระหว่างแป้งถั่วเขียวต่อตัวทำละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) เข้มข้น 0.001 โมลาร์ เท่ากับ 1:20 ขณะสกัดกวนทุก 15 นาที สกัดนาน 1 ชั่วโมง ปั่นแยกโปรตีนจากแป้ง นำส่วนโปรตีนในสารละลายที่แยกได้มาตกตะกอนโดยปรับ pH เป็น 4.5 ด้วยกรดไฮโดรคลอริก(hydrochloric) เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปั่นแยกตะกอนโปรตีนออก ล้างด้วยสารละลายกรด pH 4.5 นำตะกอนโปรตีนที่ได้มาละลายในน้ำกลั่นและปรับ pH เป็น 6.8-7.0 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.5 โมลาร์ จากนั้นทำแห้ง ได้โปรตีนสกัดจากแป้งถั่วเขียว และเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดอะมิโน พบว่าโปรตีนถั่วเขียวเป็นแหล่งที่ดีของกรดอะมิโน lysine แต่มีกรดอะมิโน cystine และ methionine อยู่น้อย

สมชาย จอมดวง(1) ศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีนถั่วเขียวจากสารละลายของเหลือจากโรงงานผลิตวันเส้น โดยนำสารละลายดังกล่าวมาปรับ pH เป็น 9.5 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก นำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง ปรับให้มี pH ของส่วนในเป็น 4.0 ด้วยกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น

6 โมลาร์ เพื่อตกตะกอนโปรตีน ปรับ pH ของตะกอนเป็น 7.0 แล้วทำแห้ง ได้โปรตีน ถั่วเขียวที่มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 76.30 โดยน้ำหนักแห้ง

Thompson(2) ทดลองใช้โปรตีนถั่วเขียวผสมกับแป้งสาลีในการทำขนมปัง พบว่าใช้ได้ถึงร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมด โดยขนมปังที่ได้ปริมาณไม่ลดลง และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ได้ยังมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าพวกที่ผลิตจากแป้งสาลีเพียงอย่างเดียว สำหรับในประเทศไทยก็ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากโปรตีนถั่วเขียว โดยสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (7) ทดลองผลิตโปรตีนจากถั่วเขียว แล้วแปรรูปเป็นโปรตีนเกษตรเพื่อทดแทนเนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะคล้ายเนื้อสัตว์ และใช้ทดแทนเนื้อสัตว์ในอาหารได้หลายชนิด

โปรตีนถั่วเขียวซึ่งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมผลิตวันเส้น จัดเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพดี ราคาถูก ซึ่งปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ แต่ก็มีศักยภาพสำหรับอุตสาหกรรมอื่นๆด้วย การทดลองใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต HVP สำหรับเป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะนำผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมผลิตวันเส้น มาใช้ให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้นในด้านอุตสาหกรรมอาหาร

การย่อยสลายโปรตีน

การย่อยสลายโปรตีนที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรมโดยทั่วไปมี 3 วิธี คือการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ การย่อยสลายด้วยด่าง และการย่อยสลายด้วยกรด

1. การย่อยสลายด้วยเอนไซม์

การย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์ ปฏิบัติการดำเนินไปได้ค่อนข้างช้า ย่อยสลายโปรตีนได้เพียงบางส่วน ค่าใช้จ่ายสูง และผลิตภัณฑ์ที่ได้มักเกิดรสขม(4)

Murray และ Baker(11) ศึกษาการย่อยสลายโปรตีน lactalbumin casein, egg albumin, gelatin และ gluten ด้วยเอนไซม์ protease ใน

อัตราส่วน โปรตีน:เอนไซม์ เท่ากับ 100 มิลลิลิตร:1 กรัม ที่อุณหภูมิ 37.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน ทำแห้งด้วยวิธี freeze drying แล้วทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า hydrolysates จาก lactalbumin และ casein มีรสขมและไม่เป็นที่ยอมรับ hydrolysates จาก egg albumin และ gelatin มีรสชาติดี ไม่ขม ส่วนผลิตภัณฑ์จาก gluten มีรสเฉพาะตัวของ glutamic acid เขาสรุปว่าการใช้เอนไซม์ย่อยสลายโปรตีนอาจทำให้โปรตีนบางชนิดเกิดรสขม

Lee (12) ย่อยสลาย albumin ด้วยเอนไซม์ protease จาก *Aspergillus oryzae* ที่มีค่า activity 384 hemoglobin units ต่อกรัม ใช้เอนไซม์ร้อยละ 0.25 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส pH 7 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง หยุดปฏิกิริยาโดยให้ความร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส ปรับ pH เป็น 8 ย่อยต่อด้วยเอนไซม์ protease จาก pancreatin (0.1 N.F. ต่อกรัม) ร้อยละ 0.25 (น้ำหนักต่อปริมาตร) บ่มที่ 45 องศาเซลเซียส 17 ชั่วโมง หยุดปฏิกิริยาโดยใช้ความร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส ทำแห้งผลิตภัณฑ์ด้วย spray dryer hydrolysate ที่ได้ ใช้เป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานในอาหารสำหรับผู้บริโภคที่มีภาวะการย่อยหรือดูดซึมผิดปกติได้ดี ไม่ทำให้เกิดกลิ่นรสแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์อาหาร

2. การย่อยสลายด้วยด่าง

การย่อยสลายโปรตีนด้วยด่าง ให้ผลิตภัณฑ์ที่คุณภาพไม่ดันทัก แม้ด่างจะไม่ทำลายกรดอะมิโน tryptophan แต่ arginine และ cysteine ถูกทำลายได้หมด ผลิตภัณฑ์ที่ได้กลิ่นไม่ดี การใช้ด่างในการย่อยสลายโปรตีน จึงใช้สำหรับการผลิตกรดอะมิโน tryptophan เพื่อเป็นส่วนประกอบทางโภชนาการเท่านั้น ด่างที่นิยมใช้ คือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (4)

3. การย่อยสลายด้วยกรด

การย่อยสลายโปรตีนด้วยกรดเป็นวิธีที่ง่าย ค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการใช้เอนไซม์ และย่อยสลายโปรตีนได้สมบูรณ์ กรดจะย่อยสลายโปรตีนให้เป็นโพลีเปปไทด์

(polypeptide) สายสั้น เป็นไดเปปไทด์ (dipeptide) และสุดท้ายได้กรดอะมิโน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในปฏิกิริยา Maillard ที่ให้สารประกอบระเหยได้ซึ่งมีกลิ่นหอม (14) การย่อยโปรตีนด้วยกรด จะทำให้กรดอะมิโน tryptophan รวมตัวกับน้ำตาลที่มีหมู่ aldehydes ในโมเลกุล เช่น glucose และ fructose ได้เป็นสารประกอบสีดำที่ไม่ละลายน้ำ เรียกว่า humin (4,15) Sahyun (16) พบว่ากรดอะมิโน tyrosine, cystine, arginine, phenylalanine และ methionine เป็นกรดอะมิโนที่มีส่วนสำคัญในการเกิด humin ซึ่งให้ roasted aroma ใน hydrolysates

กรดที่นิยมใช้ในการย่อยสลายโปรตีนมากที่สุด คือ กรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟูริก (sulfuric) และกรดฟอร์มิก (formic) ก็มีที่ใช้บ้างแต่ไม่มากนัก ส่วนกรดอื่นๆ เช่น กรดฟอสฟอริก (phosphoric), อะซีติก และกลูโคนิก (gluconic) ไม่เหมาะสม เนื่องจากเป็นกรดอ่อนจึงไม่สามารถย่อยโมเลกุลของโปรตีนได้ (16) เมื่อย่อยโปรตีนด้วยกรดซัลฟูริก จะแยกซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-}) ออกโดยการเติมแคลเซียมออกไซด์ (calcium oxide) เพื่อปรับ pH ให้เป็นกลาง และจะได้ตะกอนของแคลเซียมซัลเฟต (calcium sulfate) ซึ่งสามารถดูดซับกรดอะมิโน หรือสารประกอบอื่นๆ ที่ได้จากการย่อยโปรตีน ดังนั้นจึงนิยมใช้กรดไฮโดรคลอริกมากกว่ากรดซัลฟูริก (16)

Pham และ Del Rosario (17) ทดลองย่อยสลายโปรตีนจากกากถั่วเหลือง โดยใช้กรดซัลฟูริก เปรียบเทียบกับกรดไฮโดรคลอริกภายใต้ภาวะที่เดียวกัน คือ ใช้ความเข้มข้นของกรด 8 โมลาร์ อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลาในการย่อยสลาย 12 ชั่วโมง พบว่ากรดซัลฟูริกทำให้เกิดการสลายตัวของกรดอะมิโนมากกว่าเมื่อใช้กรดไฮโดรคลอริก แต่ผลิตภัณฑ์ที่ย่อยด้วยกรดไฮโดรคลอริกมีกลิ่นรสดีกว่า

Greenberg และ Burk (18) ศึกษาการย่อยสลาย gelatin และ gliadin ด้วยกรดไฮโดรคลอริก โดยวัดอัตราการย่อยสลายของโปรตีนด้วยค่าอะมิโน

ไนโตรเจนต่อไนโตรเจนทั้งหมด (amino nitrogen to total nitrogen) ซึ่ง เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณพันธะเปปไทด์ที่ถูกย่อย พบว่าเมื่อการย่อยสลายสมบูรณ์ ค่าอะมิโน ไนโตรเจนต่อไนโตรเจนทั้งหมดจะสูงสุด และค่านี้ต่างกันตามชนิดของโปรตีนที่ย่อยสลาย (16) Sair (19) ศึกษาการย่อยสลายโปรตีนจากถั่วเหลืองด้วยกรดไฮโดรคลอริก และรายงานว่าการย่อยสลายสมบูรณ์ จะได้ค่าอะมิโนไนโตรเจนสูงสุด คือ ร้อยละ 66-67 ของไนโตรเจนทั้งหมด

การผลิต HVP

กระบวนการผลิต HVP เพื่อให้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร ในระดับอุตสาหกรรมที่แพร่หลาย ใช้วิธีย่อยสลายโปรตีนจากพืชด้วยกรด ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้เวลานาน และให้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสดี (20) การผลิต HVP โดยย่อยสลายโปรตีนจากพืชด้วยกรดนั้น แหล่งโปรตีนที่ใช้เป็นวัตถุดิบอาจเป็น กลูเตนจากข้าวสาลี และข้าวโพด แป้งถั่วเหลืองที่สกัดน้ำมันออกแล้ว หรือของผสมของโปรตีนจากพืชหลายชนิดก็ได้ นำมาย่อยด้วยกรด ไฮโดรคลอริกเข้มข้น 4-6 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 110-140 องศาเซลเซียส ภายใต้ ความดันปกติหรือความดันสูง ระยะเวลาที่ใช้ขึ้นกับชนิดของโปรตีนและความดัน หลังจากปฏิกิริยาเสร็จสิ้น ปรับ pH เป็น 6.0 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผ่านเข้าเครื่อง กรองเพื่อกำจัด humin ซึ่งเป็นโพลีเมอร์ของกรดอะมิโน tryptophan กับคาร์โบไฮเดรตที่เกิดขึ้นในระหว่างการเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายโปรตีน สารละลายที่ได้ทำให้เข้มข้นมากขึ้นจะได้ HVP ที่มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวและมีกลิ่นหอม (21)

Manley และ Fagerson (22) ทดลองผลิต HVP โดยใช้แป้งถั่วเหลือง สกัดน้ำมันที่มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใย ความชื้น และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 60.0, 0.6, 3.0, 5.4, และ 30.0 ตามลำดับ โดยนำแป้งถั่วเหลืองมาย่อยด้วยกรด ไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อปฏิกิริยาเสร็จสิ้น ปรับ pH เป็น 3 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ กรองแยก humin ออก ปรับ pH ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์อีกครั้งให้เป็น 6 ได้เกลือ โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) แล้วทำให้เข้มข้นจนเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มี

ปริมาณมากเกินพอและกรดอะมิโนที่ไม่ละลายตกตะกอน นำสารละลายเข้าเครื่องกรองอีกครั้ง ทำแห้งส่วนใสด้วยเครื่อง spray dryer ได้ HVP ที่มีลักษณะเป็นผง มีปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 40 และของแข็งทั้งหมดร้อยละ 95 โดยน้ำหนัก

การผลิต HVP ในระดับอุตสาหกรรม ทำได้โดยย่อยสลายโปรตีนจากพืชด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 โมลาร์ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เมื่อปฏิกิริยาเสร็จสิ้น ปรับ pH เป็น 6 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ กรองแยก humin ออกจากของผสม นำสารละลายที่กรองได้ไปฟอกสี และลดความขมที่อาจเกิดขึ้นด้วยแอคทีฟคาร์บอน (active carbon) ซึ่งจะดูดซับกรดอะมิโนที่ให้รสขม เช่น phenylalanine และสารประกอบที่ให้สีเอาไว้ กรองสารละลายที่ผ่านการฟอกสีและกำจัดความขมแล้วอีกครั้งหนึ่งจะได้ HVP ในรูปของเหลว จากนั้นทำให้เข้มข้นในเครื่อง vacuum pan ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวซึ่งมีปริมาณของแข็งทั้งหมด ร้อยละ 75-85 โดยน้ำหนัก หรือทำให้อยู่ในรูปผงโดยทำให้แห้งด้วยเครื่อง spray dryer (23)

Rao (24) ผลิต HVP ที่มีกลิ่นหอมและมีเกลือโซเดียมคลอไรด์อยู่ต่ำ โดยผสม HVP ที่ได้จากการย่อยสลายกลูเตนของข้าวสาลีด้วยกรดไฮโดรคลอริก และผ่านการกำจัดกลิ่นแปลกปลอมด้วยแอคทีฟคาร์บอนแล้ว กับน้ำแป้งที่ได้จากการย่อยสลายสตาร์ช (starch) ด้วย alpha-amylase ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที ปริมาณ 250 และ 150 กรัม ตามลำดับ ปรับ pH ของของผสมเป็น 3.5 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วย่อยของผสมด้วย amyloglucosidase ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง เติมกรด oleic 5 กรัม แล้วทำให้เข้มข้นภายใต้ภาวะสุญญากาศ ผลิตภัณฑ์ที่ได้เข้มข้น ร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก มีกลิ่นหอม และมีเกลือโซเดียมคลอไรด์อยู่เพียงร้อยละ 10.4 โดยน้ำหนัก

การผลิต HVP ในระดับอุตสาหกรรมอาจผลิตในรูป ของเหลวเข้มข้น สารกึ่งแข็งกึ่งเหลว และในรูปผง ซึ่งมีปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณร้อยละ 40-60, 85 และ 97 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ประมาณร้อยละ 20-25,

35-40 และ 40-55 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีอยู่ใน HVP ช่วยป้องกันการเสียนของผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์ แต่ถ้ามีปริมาณมากเกินไปจะเกิดรสเค็มมากเมื่อเติมลงในผลิตภัณฑ์อาหาร การเลือกใช้ HVP ในรูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์อาหารและความสะดวกในการนำไปใช้ (23)

ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิต HVP

1. วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ผลิต HVP ใช้ได้หลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง กากถั่วเหลือง และกากถั่วลิสง เป็นต้น วัตถุดิบเหล่านี้อาจใช้เพียงชนิดเดียว หรือนำเอาแต่ละชนิดมาผสมเข้าด้วยกันก็ได้ (23) องค์ประกอบของวัตถุดิบมีผลต่อการย่อยสลายโปรตีนด้วยกรดไขมัน และคาร์โบไฮเดรตในวัตถุดิบมีผลยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายโปรตีนด้วยกรด (21) อัตราการเพิ่มของปริมาณอะมิโนไนโตรเจนต่อไนโตรเจนทั้งหมดลดลง เมื่อวัตถุดิบมีปริมาณของไขมันและคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น ดังนั้นวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ควรมีปริมาณโปรตีนสูงพอเหมาะ คือ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก มีไขมันต่ำ และมีคาร์โบไฮเดรตในปริมาณที่พอเหมาะ ปัจจัยด้านราคา และการหาได้ง่ายก็เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาควบคู่ไปด้วย (25,26) นอกจากนั้นวัตถุดิบที่ใช้ยังส่งผลถึงคุณภาพด้านกลิ่นรสของ HVP ที่ได้ด้วย (4,23)

Grace (4) ทดลองผลิต HVP จากวัตถุดิบต่างกัน คือ กากถั่วเหลือง ซึ่งมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 48, 3 และ 28 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และกลูเตนของข้าวสาลี ซึ่งมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 85, 5 และ 7 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ใช้ภาวะในการผลิตเหมือนกัน HVP ที่ได้จากวัตถุดิบทั้งสองชนิดนำไปทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัส พบว่า HVP จากกากถั่วเหลือง มีคุณภาพด้านกลิ่นรสดีกว่า HVP ที่ผลิตจากกลูเตนของข้าวสาลี ผู้วิจัยสรุปว่า กากถั่วเหลืองมีสารประกอบที่ไม่ใช่โปรตีน เช่น คาร์โบไฮเดรต อยู่ในปริมาณสูงกว่ากลูเตนของข้าวสาลี คาร์โบไฮเดรตจะทำปฏิกิริยากับโปรตีนในระหว่างการย่อยสลายด้วยกรด และเกิดปฏิกิริยา Maillard และ Strecker degradation ให้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีส่วนสำคัญในการเกิดกลิ่นรสที่ดีของ HVP

2. ความเข้มข้นและปริมาณของกรด

การผลิต HVP โดยย่อยสลายโปรตีนด้วยกรดไฮโดรคลอริกนั้น ต้องใช้ความเข้มข้นและปริมาณของกรดที่เหมาะสม เพื่อให้สมดุลกับปริมาณโปรตีนของวัตถุดิบ และปริมาณโซเดียมคลอไรด์ ที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนทำให้เป็นกลาง (neutralization) (25, 26)

Sair (19) ศึกษาผลของปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการย่อยสลายโปรตีน โดยย่อยโปรตีนถั่วเหลืองผสมกับกลูเตนของข้าวสาลี 240 กรัม ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 10 โมลาร์ ในปริมาณต่างๆ กัน คือ 100, 150, 200 และ 250 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 11 ชั่วโมง พบว่าเมื่อใช้ 100 มิลลิลิตร ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าอะมิโนไนโตรเจนร้อยละ 35.8 ของไนโตรเจนทั้งหมดและมีรสขม เมื่อย่อยโดยใช้กรด 150 มิลลิลิตร ได้ HVP ที่มีค่าอะมิโนไนโตรเจนร้อยละ 63.0 ของไนโตรเจนทั้งหมด และมีกลิ่นหอม ส่วนการย่อยด้วยกรด 250 มิลลิลิตร ผลิตภัณฑ์ที่ได้ มีค่าอะมิโนไนโตรเจนสูงสุด คือ ร้อยละ 67.0 ของไนโตรเจนทั้งหมด และมีกลิ่นหอมอ่อนๆ

Pham และ Del Rosario (17) ศึกษาอัตราเร็วของปฏิกิริยาย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลือง ที่อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส โดยใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 4, 6 และ 10 โมลาร์ เป็นเวลานาน 12 ชั่วโมง พบว่าปริมาณอะมิโนไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของกรดเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อความเข้มข้นของกรดสูงขึ้น อัตราเร็วของปฏิกิริยาย่อยสลายโปรตีนจะเพิ่มขึ้น

3. เวลา อุณหภูมิ และความดัน

Pham และ Del Rosario (17) ศึกษาอัตราเร็วของปฏิกิริยาย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลือง ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 8, 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่าเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นอัตราการย่อยสลายโปรตีนจะเพิ่มสูงขึ้น การทดลองนี้สนับสนุนผลการทดลองของ Greenberg และ

Burk (18) ซึ่งศึกษาผลของเวลาต่อปฏิกิริยาย่อยสลายเจลาตินด้วยกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 3 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา 1, 2, 3 และ 4 ชั่วโมง พบว่าเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นปริมาณอะมิโนไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้น

Roach และ Gehrke (27) ศึกษาผลของอุณหภูมิต่ออัตราการย่อยสลาย gliadin ด้วยกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 6 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 110 และ 145 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะได้กรดอะมิโนอิสระเพิ่มขึ้น กรดอะมิโนอิสระจะมากที่สุดเมื่อย่อยสลายที่อุณหภูมิ 145 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ส่วนการย่อยสลายที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ต้องใช้เวลานานถึง 14 ชั่วโมง จึงจะได้กรดอะมิโนมากที่สุด การทดลองนี้สนับสนุนผลการทดลองของ Greenberg และ Burk (18) ซึ่งย่อยสลายเจลาตินด้วยกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 3 โมลาร์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่ 98, 130 และ 140 องศาเซลเซียส ผู้วิจัยรายงานว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณอะมิโนไนโตรเจนจะมากขึ้น แสดงว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราเร็วของปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นด้วย และการย่อยสลายโปรตีนด้วยกรดที่มีความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศจะมีอัตราเร็วของปฏิกิริยาสูงกว่าที่ความดันบรรยากาศ เนื่องจากการเพิ่มความดันมีผลทำให้อุณหภูมิเพิ่มตามไปด้วย (4) การย่อยในเครื่อง autoclave ที่ความดัน 1 บรรยากาศ มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เมื่อเพิ่มความดันเป็น 10 psi อุณหภูมิเพิ่มเป็น 120 องศาเซลเซียส ซึ่งการเพิ่มอุณหภูมิแก่ปฏิกิริยาย่อยสลายโปรตีนด้วยกรด อัตราเร็วของปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นด้วย (27)

4. การกำจัดกลิ่นแปลกปลอมใน HVP

การย่อยสลายโปรตีนจากพืชด้วยกรดอาจมีกลิ่นรสที่ไม่ดีเกิดขึ้น เนื่องจากสารประกอบที่มีในวัตถุดิบ และกรดอะมิโนบางชนิดที่ได้จากปฏิกิริยาย่อยสลาย (23, 28, 29) กลิ่นรสที่ไม่ดีเหล่านี้กำจัดออกได้โดยปฏิกิริยาของแอดทิฟคาร์บอน ร้อยละ 0.1-1.0 โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิโดยเฉลี่ย 50-60 องศาเซลเซียส (23, 29, 30) Miura และคณะ (31) ผลิต HVP โดยย่อยกากถั่วเหลืองด้วยกรดไฮโดรคลอริก ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ปรับปรุงกลิ่นรสด้วยแอดทิฟคาร์บอน ร้อยละ 0.05-1.0 โดยน้ำหนัก ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นรสดีกว่าพวกที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการดังกล่าว

Lieske, Konrad และ Schulze(32) ปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรสของ HVP ที่ได้จากการย่อยสลายเคซีนด้วยกรดไฮโดรคลอริก โดยดูดซับด้วยแอคทีฟคาร์บอน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และรายงานว่า แอคทีฟคาร์บอนดูดซับกรดอะมิโน tryptophan, tyrosine และ phenylalanine ซึ่งมีโครงสร้างเป็น aromatic ring ได้ดี Schrodter และ Wolm (33) สรุปรว่าการดอะมิโน tryptophan และ tyrosine ให้ unaccepted flavor ส่วน phenylalanine ให้ tolerable flavor ดังนั้นการกำจัดกรดอะมิโนเหล่านี้จึงช่วยปรับปรุงกลิ่นรสของ HVP ให้ดีขึ้น

Hack (28) กำจัดกลิ่นแปลกปลอมใน HVP โดยใช้ไขมันถั่วเหลืองในขั้นแรกเขาเตรียม HVP โดยย่อยกลูเตนของข้าวสาลี ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 5 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง ทำให้เย็นแล้วปรับ pH เป็น 3.5 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ กรองเพื่อแยก humin ออก ผลสม HVP ที่เตรียมได้กับไขมันถั่วเหลืองในอัตราส่วน 7:1 โดยน้ำหนัก หลังผสมปั่นแยกไขมันถั่วเหลืองออกจาก HVP ปรับ pH ของ HVP เป็น 6 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ กรองอีกครั้งหนึ่ง ได้ HVP ที่มีกลิ่นหอมปราศจากกลิ่นแปลกปลอม เนื่องจากไขมันถั่วเหลืองละลายสารประกอบที่ให้กลิ่นรสไม่ดีจากการย่อยสารประกอบที่ไม่ใช่โปรตีนในวัตถุดิบออกจาก HVP ได้

Rao(24) ผลิต HVP โดยย่อยกลูเตนของข้าวสาลีด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง หลังจากปรับ pH ให้เป็นกลาง นำ HVP 250 กรัม ไปทำปฏิกิริยากับแอคทีฟคาร์บอน 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรองเพื่อแยกแอคทีฟคาร์บอนออกได้ HVP ที่มีกลิ่นรสดี

สารแอคทีฟคาร์บอน นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มเพื่อกำจัดกลิ่นและรสที่ไม่ต้องการ วิธีใช้ทำโดยเติมแอคทีฟคาร์บอนลงในของเหลว กวนเป็นระยะเวลาหนึ่ง

แล้วกรองแยกแอกทีฟคาร์บอนออก (34) ปริมาณแอกทีฟคาร์บอนที่ใช้ ขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปอยู่ในช่วง ร้อยละ 0.1-2.0 โดยน้ำหนัก(34,35,36) ปัจจัยที่มีผลต่อการกำจัดกลิ่นด้วยวิธีนี้ คือ ปริมาณของแอกทีฟคาร์บอน อุณหภูมิ และเวลาในการดูดซับ การเพิ่มปริมาณของแอกทีฟคาร์บอน ทำให้มีพื้นที่ผิวในการดูดซับมากขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิมีผลทำให้สารละลายมีความหนืดลดลง ตัวถูกละลายแพร่กระจายได้ดีขึ้น ทำให้การดูดซับบนผิวของแอกทีฟคาร์บอนดีขึ้น ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของสารละลาย และในกระบวนการดูดซับ ตัวถูกละลาย (adsorbates) ต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งในการเคลื่อนที่และเกาะบนผิวของแอกทีฟคาร์บอน (34,36)

5. การทำให้เข้มข้นหรือทำให้แห้ง

การผลิต HVP ในระดับอุตสาหกรรม อาจผลิตในรูป ของเหลวเข้มข้น กึ่งแข็งกึ่งเหลว หรือเป็นผง ซึ่งมีปริมาณของแข็งทั้งหมด ร้อยละ 40-65, 85, และ 98 โดยน้ำหนักตามลำดับ(20,37)

HVP ในรูปผงสะดวกต่อการนำไปใช้ แต่การทำแห้งด้วยเครื่อง spray dryer ซึ่งใช้อุณหภูมิสูง 150-190 องศาเซลเซียส อาจทำให้เกิดการสูญเสียสารประกอบระเหยได้ที่มีจุดเดือดต่ำ(29) และ HVP ที่มีลักษณะเป็นผงละเอียดฝุ้งกระจายได้ง่าย ทำให้บางส่วนสูญเสียไประหว่างการผลิตและการบรรจุ (15, 38) ดังนั้น การผลิต HVP ผงนั้นก่อนทำให้แห้งด้วยเครื่อง spray dryer มักผสมสารละลาย HVP กับสารป้องกันการฝุ้งกระจาย(antidusting agent) polyoxyethylene-(20)-sorbitan monooleate ก่อน วิธีนี้ทำให้มีการสูญเสีย HVP ผงไปเพียงร้อยละ 12-13 โดยน้ำหนัก ส่วน HVP ที่ไม่ผ่านการเติมสารป้องกันการฝุ้งกระจายมีการสูญเสียได้สูงถึงประมาณร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก

เนื่องจากองค์ประกอบสำคัญใน HVP คือ กรดอะมิโนและสารประกอบให้กลิ่นรสที่ระเหยได้ ซึ่งอาจระเหยไปเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง ในขั้นตอนทำให้เข้มข้น จึงต้องใช้วิธีระเหยภายใต้ภาวะสุญญากาศด้วยเครื่อง rotary vacuum

evaporator เพื่อให้ของเหลวเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่าปกติ เป็นการรักษาคุณภาพด้านกลิ่นรสของ HVP ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการระเหย คือ อุณหภูมิสูงสุดที่ผลิตภัณฑ์ทนได้ โดยไม่เสื่อมคุณภาพ(39)

การผลิตHVPในรูปของเหลวเข้มข้นทำได้โดยใช้เครื่อง circulating evaporator ที่อุณหภูมิ 40-90 องศาเซลเซียส จนได้ปริมาณของแข็งทั้งหมด ร้อยละ 40-65 โดยน้ำหนัก (23,24,29) Rao(24) รายงานว่า HVP ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก มีโอกาสเสียได้สูงจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา แต่ถ้าผลิต HVP ให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดมากกว่าร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก น้ำตาลที่มีอยู่จะตกผลึกและทำให้กลิ่นรสของ HVP ต่ำลง และสรุปว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดใน HVP ที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง ร้อยละ 50-65 โดยน้ำหนัก

สารให้กลิ่นรสใน HVP

การย่อยสลายโปรตีนจากพืชด้วยกรด จะต้องประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ซึ่งมีส่วนสำคัญในการเกิดกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ ดังต่อไปนี้

1. กรดอะมิโน

ในการย่อยสลายโปรตีนด้วยกรดนั้นระยะแรกจะได้โนลิเปปไทด์สายสั้นๆ ซึ่งถูกย่อยต่อเป็นไดเปปไทด์ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินต่อไปจะได้กรดอะมิโน กรดอะมิโนอิสระที่มีใน HVP ได้แก่ alanine, arginine, cystine, glycine, glutamic acid, iso-leucine, leucine, lysine, methionine, proline, serine, phenylalanine, threonine, tyrosine และ valine (22)

Schroder และ Wolm (33) กล่าวว่า กรดอะมิโนที่ให้กลิ่นรสที่ดี (desirable flavor) ใน HVP ได้แก่ alanine, glycine, serine, aspartic acid, arginine, histidine, proline, cystine และ

glutamine ส่วนกรดอะมิโน phenylalanine, tyrosine, tryptophan และ threonine ให้กลิ่นรสที่ไม่ดี (tolerable or unacceptable flavor)

Sulser และ คณะ (21) ศึกษาสารให้กลิ่นรสใน HVP ที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยกรดไฮโดรคลอริก พบว่ากลิ่นรสเฉพาะของ HVP เกิดจากการย่อยสลายกรดอะมิโน threonine เพียงบางส่วน ภายใต้ภาวะที่เป็นกรด α -ketobutyric acid ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการเกิดกลิ่นรสเฉพาะของ HVP โดยต่อมา α -ketobutyric acid จะเกิดปฏิกิริยา dimerization, lactonization และ decarboxylation ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เอง และถูกกระตุ้นภายใต้ภาวะที่เป็นกรด ได้สารประกอบ α -hydroxy- β -methyl- $\Delta^{\alpha,\beta}$ - δ -hexenolactone ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะของ HVP

2. สารประกอบที่ระเหยได้

Manley และ Fagerson (14) ศึกษาชนิดของสารประกอบและกลไกการเกิดสารประกอบที่ระเหยได้ และให้กลิ่นรส โดยนำ HVP ที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยกรดไฮโดรคลอริก มาสกัดด้วยตัวทำละลาย และแยกส่วนประกอบโดยใช้ gas chromatography, thin layer chromatography, infrared spectroscopy และ mass spectroscopy ได้ส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ neutral fraction, acid fraction และ basic fraction

สารประกอบที่มีใน neutral fraction ส่วนใหญ่เป็นพวก aldehydes และ furans สารประกอบ aldehydes ที่พบใน HVP ได้แก่ acetaldehyde, furfural, 5-methyl furfural และ phenyl acetaldehyde ซึ่งได้จากปฏิกิริยา Strecker degradation ของ reductones ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยา Maillard aldehydes เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการเกิดกลิ่นหอมของ HVP แต่ aldehydes ที่เกิดขึ้นบางส่วนอาจสูญหายไปในช่วงขั้นตอนการระเหยน้ำเพื่อทำให้เข้มข้นที่อุณหภูมิสูง และบางส่วนจะเกิดปฏิกิริยา oxidation แล้วเปลี่ยนเป็นกรดอินทรีย์ ส่วน

สารประกอบ furans เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยา dehydration ของคาร์โบไฮเดรต สารประกอบ furans มีส่วนสำคัญในการเกิดกลิ่นหอมของ HVP

สารประกอบที่มีใน acid fraction ส่วนใหญ่เกิดจากปฏิกิริยา Maillard ของคาร์โบไฮเดรตและกรดอะมิโน ได้เป็นสารประกอบซึ่งจะเกิดปฏิกิริยา Strecker degradation ต่อไป และสุดท้ายจะได้สารประกอบ aldehydes ซึ่งเมื่อผ่านปฏิกิริยา oxidation ก็จะได้กรดอินทรีย์เช่นเดียวกับพวกที่ได้จาก neutral fraction แต่กรดบางชนิดอาจเกิดจากปฏิกิริยา degradation ของคาร์โบไฮเดรตเพียงอย่างเดียว แต่ก็ทำให้เกิดกลิ่นหอมของ HVP ได้เช่นกัน

กรด levulinic ซึ่งพบมากที่สุด ใน HVP เกิดจากปฏิกิริยา degradation ของน้ำตาล fructose หรือ glucose ในภาวะที่มีกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ที่ภาวะดังกล่าวนี้จะเกิดการสูญเสีย hydroxy group ตามด้วย 1,2-enolization ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ 5-(hydroxymethyl)-2-furaldehyde ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยา degradation ให้กรด levulinic นอกจากนี้ยังมีกรดชนิดอื่นๆ ที่มีบทบาทสำคัญในการเกิดกลิ่นรสของ HVP ได้แก่ กรด ฟอร์มิก, อะซิติก, โพรพิโอนิก (propionic), ไอโซบิวทีริก (isobutyric), บิวทีริก (butyric) และสารประกอบพวก guaiacols, phenols และ maltol (22)

สารประกอบที่มีใน basic fraction ได้แก่ alkylated pyrazine ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของน้ำตาลกับกรดอะมิโน ได้สาร pyruvaldehyde ซึ่งเมื่อรวมกับกรดอะมิโน จะเกิดปฏิกิริยา Strecker degradation ได้ 2-amino-propanol ซึ่งต่อมาเกิด self condensation และ oxidation ได้สารประกอบ pyrazines หลายชนิด ได้แก่ 2-methyl pyrazine, 2,5-dimethyl pyrazine และ 2-ethyl-3-methyl pyrazine pyrazines เป็นสารประกอบไนโตรเจนระเหยได้ที่มีปริมาณมากที่สุด ใน HVP คือร้อยละ 20 ของสารประกอบที่ระเหยได้ทั้งหมด (14)

3. Monosodium glutamate (MSG)

MSG เกิดจากกรดอะมิโน glutamic acid กับโซเดียมไอออน (Na^+) ในขั้นตอนการปรับ pH ให้เป็นกลางด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ MSG ช่วยเสริมรสชาติของอาหารให้ดีขึ้น (22, 40)

4. เกลือโซเดียมคลอไรด์

เกลือโซเดียมคลอไรด์เกิดในขั้นตอนการปรับ pH ของ hydrolysate ให้เป็นกลาง เกลือทำให้เกิดรสเค็ม ช่วยให้อาหารมีรสชาติดีขึ้น และมีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (23, 25, 40)

การใช้ประโยชน์ HVP เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร

HVP มีที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีสมบัติเสริมหรือปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารได้ดี และราคาถูก Strong (40) พบว่านอกจาก HVP มีกลิ่นที่ดีจากปฏิกิริยา Maillard ซึ่งเกิดระหว่างการย่อยสลายโปรตีนด้วยกรดแล้วยังมีสาร MSG จากกรดอะมิโน glutamic acid ที่มีในโปรตีน และเกลือโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งช่วยให้มีรสชาติที่ดีแก่ HVP ด้วย

HVP มีความคงทนต่อความร้อนได้ดี จึงนิยมใช้ในอาหารกระป๋องที่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิสูง และใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 177 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ได้ดี แต่ที่อุณหภูมิสูงกว่า 200 องศาเซลเซียส กลิ่นรสของ HVP จะสูญเสียไปอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ HVP ยังมีความคงทนต่อการแช่แข็ง จึงนิยมใช้ในอาหารแช่แข็ง (23) Olsman (15) พบว่า HVP ใช้ผสมกับแป้งสาลี เพื่อปรับปรุงคุณภาพขนมปังได้ โดยใช้ HVP ที่ได้จากกลูเตนของข้าวสาลี, โปรตีนถั่วเหลือง และกลูเตนของข้าวโพด ในปริมาณ 100, 200 และ 300 มิลลิกรัมตามลำดับ ต่อแป้งสาลี 100 กรัม นอกจากนี้ยังมีการใช้ HVP ร่วมกับสารกันหืน เช่น butyl hydroxy-anisole (BHA) และ butyl hydroxyl-toluene (BHT) เพื่อลดปริมาณของสารกันหืนที่ใช้ โดยประสิทธิภาพของการป้องกันการเกิดปฏิกิริยา oxidation ยังคงเหมือนเดิม (23)

HVP เป็นส่วนประกอบสำคัญในการผลิตสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารที่มีกลิ่นรสเฉพาะ เช่น กลิ่นเบคอน โดยผสม cysteine hydrochloride, arabinose, glycine hydrochloride และ dextrose ปริมาณ 13.0, 8.0, 6.7 และ 10.8 กรัม ตามลำดับ ในน้ำ 60 มิลลิลิตร ปรับ pH เป็น 7.0 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง หลังทำให้เย็น ปรับ pH ให้เป็น 6.0 เติมน้ำตาล sucrose, HVP (เข้มข้นร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก) และ MSG ปริมาณ 166, 550 และ 530 กรัม ตามลำดับ ให้ความร้อนของผสมที่ 70 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมง เติมน้ำมันไก่ 1.5 กรัม และ hickory-smoke flavor 10 มิลลิลิตร ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส 15 นาที ได้สารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร กลิ่นเบคอน (41)

Perret (42) ผลิตสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารที่มีกลิ่นไก่ โดยผสม HVP ซึ่งอยู่ในรูปสารกึ่งแข็งกึ่งเหลว, dextrose, cysteine hydrochloride และ arachidonic acid ปริมาณ 30, 50, 0.5 และ 0.02 กรัม ตามลำดับ ของผสมที่ได้ละลายน้ำแล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ได้สารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารที่มีกลิ่นไก่

Manley และ Swaine (43) สรุปรูปประเภทของ HVP ซึ่งแบ่งตามลักษณะการใช้ปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. Enhancer Hydrolysate

HVP ประเภทนี้ใช้ในอาหาร เพื่อเพิ่มกลิ่นรสของอาหารที่มีอยู่ให้มากขึ้น วัตถุประสงค์ที่ใช้ผลิต HVP ประเภทนี้ ได้แก่ กลูเตนของข้าวสาลี เนื่องจากกลูเตนของข้าวสาลีมีกรดอะมิโน glutamic acid อยู่สูง และในกระบวนการผลิตมีขั้นตอนทำให้บริสุทธิ์ เพื่อพอกสี กำจัดกลิ่นที่ไม่ต้องการ และกำจัดเปปไทด์ที่ให้รสขมออกไป HVP ที่ได้จึงมีสีอ่อน และนิยมใช้ในผลิตภัณฑ์จากเนื้อ, ไข่, ชุป, ซอส และ gravies

2. Full-Bodied Hydrolysate

HVP ประเภทนี้ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อให้มีกลิ่นรสของ HVP ตามที่ต้องการ อาจแบ่ง HVP ประเภทนี้ออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

2.1 Sweet/Meat Type

HVP ชนิดนี้มีสีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลเข้ม นิยมใช้ในอาหารที่ต้องการให้มีกลิ่นรสของเนื้อสัตว์ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต HVP ชนิดนี้ คือ เมล็ดข้าวโพด HVP ชนิดนี้ที่ใช้อย่างแพร่หลายในผลิตภัณฑ์อาหารพวก ซุปเนื้อ, brown gravies snacks และ instant meals

2.2 Bitter/Roasted Type

HVP ชนิดนี้มีสีน้ำตาลเข้มมีกลิ่นรสเหมือนเนื้อมันและน้ำตาลไหม้ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต HVP ชนิดนี้ คือ แป้งถั่วเหลือง หรือพวกถัษุชาติที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตอยู่สูง นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารพวก ซุปหัวหอม และ au jus gravy

3. Sophisticated Hydrolysate

HVP ประเภทนี้มีการปรุงแต่งกลิ่นรส โดยเติมสารเสริมหรือให้กลิ่นรสประเภทอื่นด้วย เพื่อให้มีกลิ่นรสตามชนิดของผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการ จึงมีราคาแพงกว่า HVP ประเภทอื่น อาจแบ่ง HVP ประเภทนี้ได้เป็น 2 ชนิด คือ

3.1 Fortified Type

HVP ชนิดนี้จะปรุงแต่งด้วย MSG, ribotides, caramel หรือ autolyzed yeast extract (AYE) HVP ชนิดนี้มีสีน้ำตาลเข้ม กลิ่นหอมคล้ายเนื้อสัตว์ คุณภาพดี นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็งและอาหารที่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูง

3.2 Processed Type

HVP ชนิดนี้จะปรุงแต่งรสชาติด้วย reducing sugars, thiamine และกรดอะมิโนที่มี sulfur เป็นองค์ประกอบเพื่อให้มีกลิ่นรสเฉพาะตามต้องการ นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารพวก meat analogs, extruded snacks และ reformed meats

การใช้ HVP เพื่อปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร ต้องคำนึงถึงปริมาณที่จะใช้ด้วย ปริมาณ HVP โดยเฉลี่ยที่ใส่ในอาหารอยู่ในช่วงร้อยละ 0.2-2.0 โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร อาทิ ซุปมะเขือเทศ หรือซูปผัก ใช้ HVP ร้อยละ 0.2-1.0 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นปริมาณที่ผู้บริโภคไม่ได้กลิ่นรสของ HVP แต่ HVP จะช่วยเสริมกลิ่นรสของมะเขือเทศ และผักต่างๆ ผลิตภัณฑ์ปลาใช้ HVP ร้อยละ 0.3-0.5 โดยน้ำหนัก ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกใช้ HVP ร้อยละ 1.0-2.0 โดยน้ำหนัก (44)