

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การผลิตแป้งมันเทียนและการประยุกต์ใช้ในอาหาร ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลรายละเอียดตามหัวข้อ ดังนี้

พืชวงศ์ถั่ว Dioscoreaceae

ในประเทศไทยพบพืชวงศ์ถั่ว 3 สกุล ได้แก่ (1) สกุลถั่ว Dioscorea พบจำนวน 42 ชนิด (2) สกุล Trichopus จำนวน 1 ชนิด และ (3) สกุลเท้าขาม Tacca พบจำนวน 5 ชนิด และพืชวงศ์ถั่วที่นิยมนำมาบริโภคมากที่สุด ได้แก่ สกุลถั่ว Dioscorea ซึ่งเป็นสกุลที่มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุด พืชหัว (Tuber) ในสกุลถั่ว อยู่ในตระกูล Dioscorea วงศ์ Dioscoreaceae (สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน. 2533 : 141 - 148) ในต่างประเทศเรียกว่า Yam หรือ Wild Yam ซึ่งพบมากกว่า 600 ชนิดทั่วโลกแตกต่างกันไปตามแต่ละ Species (เชิดศักดิ์ ทพิใหญ่. 2547 : 159 - 167)

ตัวอย่างของพืชในวงศ์ถั่ว (ชาริน นาคศรีอาภรณ์. 2547 : 4) ได้แก่ *Dioscorea dumetorum* (African Bitter Yam) ซึ่งมีแหล่งกำเนิดอยู่ในแถบแอฟริกาตะวันตก (West Africa) ในหัวสดพบ สารพิษที่เป็นอัลคาลอยด์ (Alkaloid) และมีรสขม คือ Dihydrodioscorine ซึ่งสามารถกำจัดออกได้โดยการแช่หรือต้มในน้ำที่เปลี่ยนบ่อย ๆ

Dioscorea hispida (Asiatic Bitter Yam) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศอินเดีย จีนทางตอนใต้ (South China) และนิวกินี ประกอบด้วยสารพิษพวก Tropane Alkaloid คือ Dioscorine ซึ่งสามารถใช้ เป็นยาพิษสำหรับล่าสัตว์ของนักล่าพื้นเมืองในประเทศแอฟริกา สามารถรับประทานได้โดยการหั่นเป็นแผ่นบาง ๆ แล้วแช่หรือต้มในน้ำที่มีการเปลี่ยนบ่อย ๆ

Dioscorea opposita หรือ *Dioscorea batatas* (Chinese Yam or Cinnamon Yam) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศจีน ไต้หวันและญี่ปุ่น พบว่า สามารถปลูกได้ในประเทศแถบยุโรป เพื่อนำมาใช้แทนมันฝรั่งในสภาวะที่มันฝรั่งขาดแคลนในช่วงปี ค.ศ. 1840

Dioscorea trifida (Cush - cush Yam) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบอเมริกาใต้ทางตอนเหนือ ในปัจจุบันพบว่า มีการปลูกมากในแถบแคริบเบียน เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีความสำคัญในการนำไปบริโภคมากที่สุดชนิดหนึ่ง

Dioscorea alata (Greater Yam or Asiatic Yam) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้แต่ในปัจจุบันปลูกกันอย่างกว้างขวางในแถบร้อนชื้น เป็นพืชตระกูลถั่วที่ให้ผลผลิตมากที่สุด

Dioscorea japonica (Japanese Yam) มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่ง คือ Yamatoimo (Mountain Potato) มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน ญี่ปุ่น เกาหลี และไต้หวัน มีเอนไซม์ Diastase ในปริมาณมาก ซึ่งช่วยในการย่อยได้ สามารถนำมารับประทานดิบได้ โดยเรียกว่า Tororo

Dioscorea bulbifera (Potato Yam, Aerial Yam or Air Potato) มีถิ่นกำเนิดในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแอฟริกา ปัจจุบันพบว่าปลูกได้ในแถบอเมริกาใต้แคริบเบียน และบางส่วนของประเทศอังกฤษตอนใต้ด้วย บางชนิดจะไม่มีหัวใต้ดิน (Underground Tubers) เหมือนพืชตระกูลกลอยทั่วไปแต่จะมีหัวอากาศ (Aerial Tubers) พบว่า *Dioscorea bulbifera* ที่ปลูกในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จะมีสารพิษน้อยกว่าที่ปลูกในแถบแอฟริกา

Dioscorea rotunda (White Guinea Yam or White Yam) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแอฟริกาตะวันตก เป็นหนึ่งในสี่ของพืชตระกูลกลอยที่สำคัญ ที่ใช้บริโภคในแถบแอฟริกาตะวันตก ซึ่งนิยมนำมาทำเป็นอาหารพื้นเมืองชื่อ Fufu

Dioscorea cayensis (Yellow Guinea Yam or Yellow Yam) มีถิ่นกำเนิดในพื้นที่ที่เป็นป่าของแอฟริกาตะวันตก ปัจจุบันปลูกมากในแอฟริกา และ West Indies เป็นหนึ่งในสี่ของพืชตระกูลกลอยที่ใช้บริโภคที่สำคัญของโลก

กลอยที่พบในประเทศไทย คือ *Dioscorea hispida* Dennst เป็นพืชพื้นเมืองแถบเอเชียเขตร้อนและแพร่กระจายไปยังฝั่งตะวันตกทางซีกโลกใต้ พบมากทางภาคเหนือเทือกเขาหิมาลัย พม่า ไทย จีน ลาว กัมพูชาและมาเลเซีย (สมพร สุริยันธ์, 2543 : 628 - 630) นอกจากนี้ยังพบตามป่าที่ฝนตกชุกในอินเดีย ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน และนิวไวกินีอีกด้วย (ทิพย์พรรณ สดากร, 2536 : 491 - 492)

สำหรับในประเทศไทยจากการรวบรวมข้อมูลของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม พบว่า มีการปลูกกลอยกันถึง 42 จังหวัด เช่น กระบี่ กาญจนบุรี กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครศรีธรรมราช ลำพูน สุรินทร์ สุโขทัย เป็นต้น (เกศรินทร์ มณีบุญ, 2556 : 798)

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมันเทียน

มันเทียนเป็นพืชหัว (Tuber) ในวงศ์กลอย (Dioscoreaceae) ซึ่งจัดอยู่ในสกุล *Dioscorea* เช่นเดียวกับมันป่า (Wild Yams) อีกหลายชนิด เช่น มันนก มันพร้าว มันแกว มันเสา มันขมิ้น และกลอย เป็นต้น โดยมันเทียนมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Dioscorea brevipetiolata* Prain & Burkill มีชื่อสามัญว่า “มันแดงดง” (เต็ม สมิตินันท์, 2557 : 203) สามารถพบได้แทบทุกภาคในประเทศไทย ยกเว้น เขตภาคใต้ เป็นพืชที่มีประโยชน์และมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง เป็นทั้งพืชอาหารและพืชสมุนไพร มีหัวสีเหลืองหรือสีขาวนวลคล้ายเทียนไข จึงมีชื่อเรียกว่า “มันเทียน” สามารถรับประทานได้ (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553 : 40)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมันเทียน

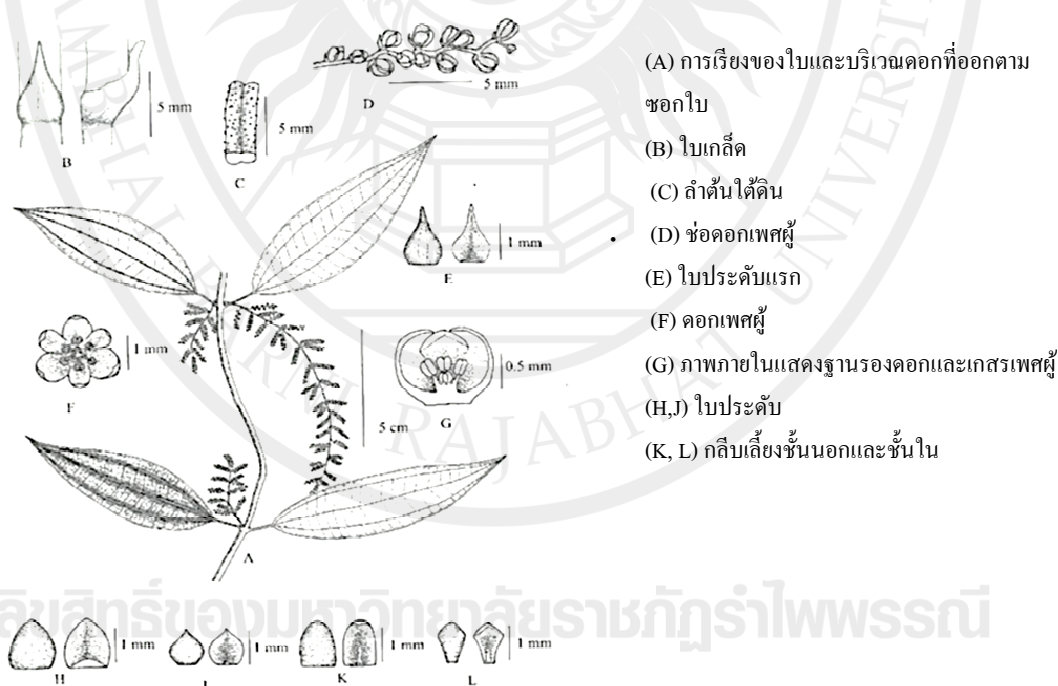
ลำต้นใต้ดิน หรือหัวใต้ดินที่สะสมอาหารจำพวกแป้ง (Tuber) จำนวน 1 หัวต่อหนึ่งฤดูกาล ซึ่งจะพักตัวในฤดูแล้ง คือในช่วงเดือนพฤศจิกายน มีลักษณะทรงกระบอก กว้าง 1.6 - 3 เซนติเมตร ยาวได้ถึง 30 เซนติเมตร และเมื่อเจริญเติบโตมากพอถึงจุดหนึ่งจะมีเส้นขนปกคลุมที่ลำต้นใต้ดิน (ภาพประกอบ 1 และภาพประกอบ 2)

ลำต้น (Stem) เป็น ไม้เลื้อยล้มลุก เถากลมยาวได้ถึง 5 เมตร รัศมีรอบวงของลำต้น 0.5 - 4 มิลลิเมตร ไม่มีหนาม (ภาพประกอบ 1)

ใบ (Leaf) เป็นใบเดี่ยว ออกตรงข้าม แผ่นใบเหนียวกลับหนัง รูปไข่แกมรี ถึงรูปไข่กว้าง ความกว้างใบประมาณ 2.5 - 4 เซนติเมตร ความยาวใบประมาณ 6 - 9 เซนติเมตร มีเส้นใบ 3 เส้น ออกจากโคนใบ ขอบใบเรียบ ฐานใบรูปลิ้นหรือฐานใบตัด ปลายใบแหลมถึงเรียวแหลม ก้านใบยาว 0.4 - 2 เซนติเมตร เกล็ดใบกว้าง 1.5 - 2 มิลลิเมตร ยาว 2.4 - 3.5 มิลลิเมตร (ภาพประกอบ 1)

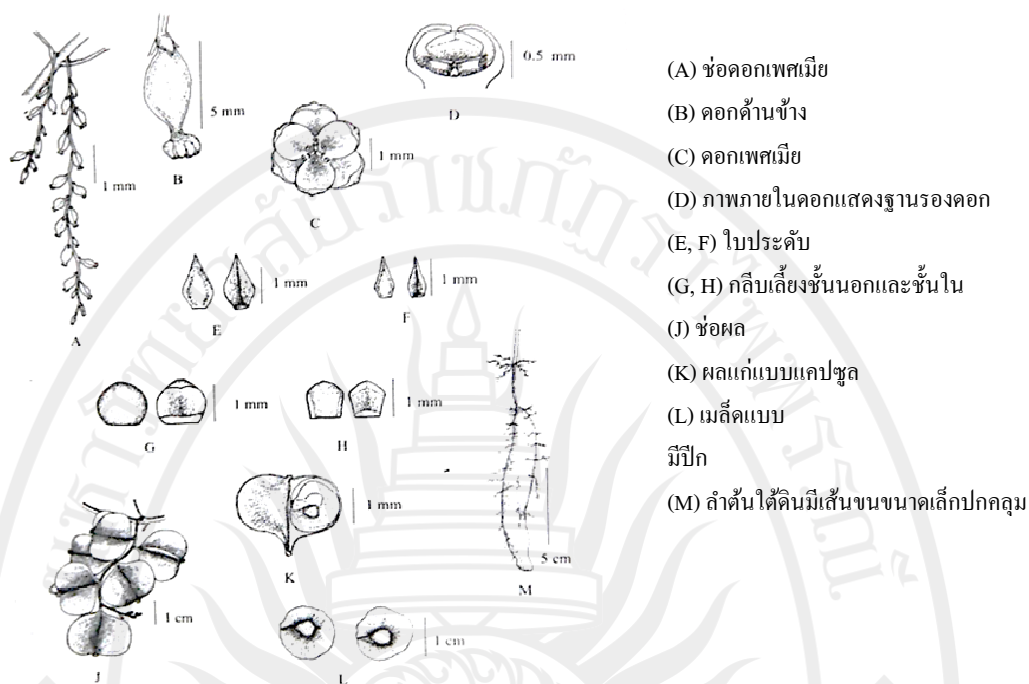
ดอกหรือดอกช่อ (Inflorescences) ช่อดอกห้อยลง ดอกแยกเพศ แยกต้น ดอกย่อย ขนาดเล็กมาก จำนวนมาก (ภาพประกอบ 1 และภาพประกอบ 2)

1. ดอกเพศผู้ (Male Flower) ขนาด 0.7 - 1.1 มิลลิเมตร (ภาพประกอบ 1)
2. ดอกเพศเมีย (Female Flower) ขนาด 1.5 - 2 มิลลิเมตร (ภาพประกอบ 2)



ภาพประกอบ 1 ลักษณะพฤกษศาสตร์ต้นมันเทียนเพศผู้

ที่มา : Wilkin and Thapayai. 2009 : 867



ภาพประกอบ 2 พฤกษศาสตร์ต้นมันเทียนเพศเมีย

ที่มา : Wilkin and Thapyai, 2009 : 283 - 315

การใช้ประโยชน์พืชวงศ์ถอย

พืชวงศ์ถอย เป็นพืชที่มีการกระจายพันธุ์ทั่วโลก มีรายงานการใช้ประโยชน์ทั้งเป็นพืชอาหารและพืชสมุนไพร ในประเทศไทยมีรายงานการศึกษาทบทวนพืชในสกุลนี้ พบจำนวน 42 ชนิด และระบุว่าส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้เป็น พืชอาหาร รายงานเกี่ยวกับการนำมาใช้เป็นพืชสมุนไพร ยังมีจำนวนน้อย ชนิดที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ด้านการแพทย์แผนไทยมีเพียง 3 ชนิด คือ *D. bulbifera* L., *D. hispida* Dennst. และ *D. membranacea* Pierre ex Prain & Burkill (เกศรินทร์ มณี นู น. 2556 : 797 - 807)

มนุษย์ได้มีการนำพืชวงศ์ถอย มาใช้เป็นพืชอาหารเพื่อทดแทนอาหารประเภทแป้งจากข้าวรับประทานเพื่อให้ความอบอุ่นและพลังงานแก่ร่างกาย หัวของพืชวงศ์ถอย เป็นแหล่งสารอาหารต่าง ๆ ที่มีคุณภาพบางชนิด ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เกลือแร่ และวิตามิน เป็นต้น (Treche, 1996 : 1 - 24; Bhandari and et al. 2003 : 129 - 135; Maneenoon and et al. 2008 : 385 - 394; Shanthakumari and et al. 2008 : 319 - 325)

อาหารที่ผลิตจากหัวมัน *Discorea* Yams เป็นเมนูที่ง่ายและแพร่หลายทั่วโลก โดยหัวสด (Fresh Yams) พบว่า มักนำมารับประทานโดยการนำมาเผา ต้ม หรือทอด (Abass and et al. 2003 :

131 - 138; Baah. 2009 : 1 - 193) สำหรับในประเทศไทยส่วนใหญ่นิยมนำพืชวงศ์ถอยมาประกอบเป็นอาหารว่างและของหวาน และชนเผ่าบางกลุ่มยังคงรับประทานพืชสกุลนี้เป็นอาหารหลัก เช่น ชนเผ่าชาวกูยบริเวณเทือกเขาบรรทัด ที่มีพืชอาหารหลักเป็นพืชสกุลถอย 13 ชนิด โดยแบ่งเป็นชนิดที่นิยมนำมารับประทาน จำนวน 8 ชนิด และชนิดที่จำเป็นต้องรับประทานในช่วงที่ขาดแคลนอาหาร จำนวน 5 ชนิด เนื่องจากบางชนิดมีพิษ ต้องใช้เวลากำจัดสารพิษ บางชนิดมีรสขมและมีเนื้อแข็งเป็นเส้นใยมาก ไม่นำมารับประทาน (Maneenoon and et al. 2008 : 385 - 394) โดยพืชวงศ์ถอยที่นิยมนำมาบริโภคมากที่สุด คือ สกุล *Dioscorea* ซึ่งเป็นสกุลที่มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุด (เกรสิรินทร์ มณีnoon. 2556 : 797 - 807)

การใช้ประโยชน์พืชท้องถิ่นมันเทียน

แม้ว่าการศึกษาเกี่ยวกับมันเทียนในด้านต่าง ๆ จะยังไม่ปรากฏแพร่หลายในระดับประเทศ จากรายงานการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามของสวนพฤกษศาสตร์ระยอง พบว่า ในระดับท้องถิ่นชาวบ้านได้นำมันเทียนมาใช้ประโยชน์เป็นเวลานานแล้ว ซึ่งในอดีตมันเทียนเคยมีอยู่มากในเขตท้องถิ่นชุมชนบ้านพลงไสวและบ้านมาบเหลาชะโอน ตำบลชากพง อำเภอกะเลง จังหวัดระยอง แต่ปัจจุบันกำลังจะสูญหายไปจากธรรมชาติ เนื่องจากการใช้ประโยชน์อย่างไม่ยั่งยืน และรายงานดังกล่าว ยังพบว่า การใช้ประโยชน์จากหัวมันเทียนของชาวบ้านในท้องถิ่น แบ่งออกเป็นสองด้านหลัก ๆ ได้แก่ การนำหัวมันเทียนสดไปจำหน่ายเพื่อสร้างรายได้ และนำมาบริโภค (วัชรนะ บุญชัย และคณะ. 2558 : 1 - 2)

ในปัจจุบันไม่มีการเพาะขยายพันธุ์ปลูกต้นมันเทียนกันอย่างจริงจัง และมีการขุดมันเทียนจากป่าธรรมชาติเพื่อนำมันเทียนมาใช้ประโยชน์อย่างไม่ยั่งยืน จึงทำให้มันเทียนเป็นพืชที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของแป้งที่ได้จากมันเทียนจะทำให้ทราบถึงคุณลักษณะเด่นของแป้งมันเทียนและความแตกต่างเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแป้งที่ได้จากพืชชนิดอื่น เพื่อเพิ่มมูลค่าและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากมันเทียน แม้ว่าจะยังไม่ปรากฏรายงานการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพและการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอาหารอย่างกว้างขวางในระดับประเทศ แต่ในระดับท้องถิ่น จากรายงานการสำรวจของสวนพฤกษศาสตร์ระยอง ที่ได้กล่าวถึงในข้างต้น พบว่า ชาวบ้านมีการนำมันเทียนมาใช้ประโยชน์รวมถึงนำมาเป็นอาหารมาเป็นเวลาช้านานแล้ว โดยการนำมาต้มเป็นกะทิ ทำขนมกะยาสด ต้มจืดน้ำตาล และแกงบวด เป็นต้น ซึ่งเนื้อของหัวมันเทียนนั้นมีสีขาว เมื่อทำให้สุกจะมีลักษณะเป็นแป้งเนื้อละเอียด คล้ายกับแป้งถั่ว มีรสหวานเล็กน้อย เนื้อจะมีความเหนียว คื่นด้วยยาก คล้ายแป้งท้าวยายม่อม ใช้ทำขนมได้หลายอย่าง

จากข้อมูลข้างต้นอาจพอสรุปได้ว่า แป้งมันเทียนอาจมีคุณลักษณะของแป้งที่คล้ายคลึงกับพืชในวงศ์เดียวกัน คือ เท้ายายม่อม (*Tacca leontopetaloides* Ktze) และกลอย (*Dioscorea hispida* Dennst.) ซึ่งมันเทียนและกลอย เมื่อนำมาคั่วปิ้งแล้วสามารถนำมาบริโภคได้เลยด้วยการนึ่ง ต้ม หรือทอด โดยไม่ต้องสกัดเป็นแป้งก่อน ในขณะที่เท้ายายม่อมมักถูกนำมาสกัดเป็นแป้งก่อนเพื่อใช้เป็น ส่วนประกอบของอาหารทั้งคาวและหวาน

แป้งเท้ายายม่อมที่สกัดได้สามารถนำไปใช้ในการให้ความชื้นหนืดแก่อาหาร เช่น ราดหน้า กระเพาะปลา ทำให้อาหารมีความชื้นหนืดสูง มีความคงตัว ไม่แยกชั้น และสามารถใช้ในการทำขนมได้หลายชนิด เช่น ขนมชั้น ขนมเทียนแก้ว ขนมบัวลอย ขนมลิ่มกลืน ลอดช่องสิงคโปร์ เม็ดทับทิม ขนมกะละแม (จรรยาสุริ พลเวียง. 2543 : 106 - 114) ในด้านการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารกล่าวได้ว่า คนในชุมชนท้องถิ่นนิยมนำมันเทียน กลอย และแป้งเท้ายายม่อมมาบริโภคในรูปแบบของหวานมากกว่าอาหารคาว

สะอาด กล่อมสกุล (ออนไลน์. 2557) รายงานว่า แป้งเท้ายายม่อมสามารถนำมาใช้ประกอบอาหารและทำขนมได้หลายชนิด เมื่อนำไปประกอบอาหารจะให้ความเหนียวหนืดและใส เมื่อทำให้เย็นจะมีความเหนียวตัวมากกว่าแป้งมันสำปะหลัง จึงนิยมนำมาผสมกับแป้งชนิดอื่น ๆ เช่น ผสมกับแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเจ้า เพื่อให้ได้อาหารที่มีความชื้นเหนียว และเป็นมันวาว เช่น ขนมชั้น ขนมเปียกปูนหรือขนม น้ำดอกไม้ม้วน ขนมกรวย ขนมกล้วย ขนมกง หรือขนมกงเกวียน ขนมขอม่วง ขนมดอกจำเริญ ขนมดอกอัญชัน ขนมเทียนแก้ว ขนมทองเอก ขนมเรไร ขนมวุ้นกรอบ ขนมฟักเขียว ขนมฟักทอง ขนมมันสำปะหลัง ขนมหัวผักกาด ขนมถ้วยหน้ากะทิ ลอดช่องกะทิ กะละแม เสวย ข้าวเกรียบปากหม้อ ข้าวฟ่างเปียก ครองแครงกะทิ เต้าส่วน ทับทิมกรอบ บัวลอย เสน่ห์จันทร์ ใช้ผสมกับแป้งถั่วเขียวเพื่อทำซ่าหริ่ม หรือนำมาผสมกับแป้งเผือกและแป้งสาลีเพื่อทำขนมเค้ก ขนมพุดดิ้ง และขนมปัง สำหรับอาหารคาวจะนำมาใช้เป็น ส่วนผสมในซูปเห็ดเจ ราดหน้า กระเพาะปลา หอยทอด เป็นต้น สอดคล้องกับจรรยาสุริ พลเวียง (2543 : 106 - 114) ที่อธิบายว่าแป้งเท้ายายม่อมมีลักษณะเบา นุ่ม เป็นละออง ทำให้ขนมนุ่มใสมัน เป็นเงา ช่วยให้ขนมมีลักษณะดี นิยมนำแป้งเท้ายายม่อมมาผสมร่วมกับแป้งชนิดอื่นเพื่อให้ได้ลักษณะขนมที่ต้องการ เช่น ในการทำขนมชั้นจากแป้งข้าวเจ้าจะผสมแป้งเท้ายายม่อมด้วยให้ได้ลักษณะใส เป็นประกายเหนียวขึ้น

พฤกษเคมีเบื้องต้น

นงลักษณ์ ห้วยห้วยทอง (2559 : 9) อธิบายว่า พฤกษเคมี (Phytochemicals) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสารเคมีชนิดต่าง ๆ ที่พบในพืช โดยมีขอบเขตเกี่ยวกับการสกัดสารสำคัญจากพืช การแยกสารให้บริสุทธิ์ การหาสูตรโครงสร้าง และการพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารเคมีที่แยกได้จากพืช การวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญในพืช ตลอดจนการศึกษาระบบการชีวสังเคราะห์ และกระบวนการสลายสารเคมีในพืช เป็นต้น สารเคมีที่พบในพืชมีจำนวนมาก สามารถแบ่งกลุ่มสารเคมีในพืชตามสารตั้งต้นของสารเหล่านี้ได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ สารปฐมภูมิ (Primary Metabolites) สารปฐมภูมิ (Primary Metabolites) เป็นสารเคมีพื้นฐานที่พบในพืชชั้นสูงโดยทั่วไป พบได้ในพืชเกือบทุกชนิด เป็นกลุ่มสารที่เกี่ยวข้องกับเมตาโบลิซึมที่จำเป็นของเซลล์ส่วนใหญ่เป็นสารที่ได้จากระบบการสังเคราะห์แสงของพืช และกระบวนการชีวสังเคราะห์กรดอะมิโนบางชนิด ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน กรดอะมิโน เอนไซม์ เป็นต้น และสารทุติยภูมิ (Secondary Metabolites) เป็นสารประกอบที่พบแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด สารเหล่านี้มักแสดงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาอย่างชัดเจน สารทุติยภูมิสามารถแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ดังนี้ (ตาราง 1)

ตาราง 1 การแบ่งกลุ่มสารทุติยภูมิ (Secondary Metabolites)

สารทุติยภูมิ	กลุ่มย่อยของสารทุติยภูมิ
1. อัลคาลอยด์ (Alcaloids)	-
2. สารกลุ่มฟีนอลิก (Phenolic Compounds)	- ฟีนอล และฟีนอลิกไกลโคไซด์ (Phenol and Phenolic Glycosides) - คูมาริน (Coumarins) - ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) - แทนนิน (Tannins) - ควิโนน (Quinone)
3. เทอร์พีนอยด์ และสเตอรอยด์ (Terpenoids and Steroids)	
3.1 กลุ่มเทอร์พีนอยด์	- ซาโปนิน (Saponins) - โมโนเทอร์พีน (Monoterpenes) - เซสควิเทอร์พีน (Sesquiterpenes) - ไดเทอร์พีน (Diterpenes) - ไตรเทอร์พีน (Triterpenes) - เตตราเทอร์พีน (Tetraterpenes)

ตาราง 1 (ต่อ)

สารทุติยภูมิ	กลุ่มย่อยของสารทุติยภูมิ
3.2 กลุ่มสเตอรอยด์	- น้ำมันหอมระเหย (Volatile Oils)
	- เรซิน และ โอเลโอเรซิน (Resins and Oleoresins)
	- ซาโปนิน (Saponins)
	- คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ (Cardiac Glycosides)
4. สารกลุ่มกลูโคซิโนเลต (Glucosinolate Compounds)	-
	-

ที่มา : นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. 2544 : 14

พฤษเคมีที่พบในพืชวงศ์ถอย

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่า ในตระกูล Discoreaceae หรือ Wild Yam มีพฤษเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นทั้งแหล่งอาหารให้แก่ร่างกายและมีสรรพคุณทางยา แต่ในขณะเดียวกัน หากร่างกายได้รับในปริมาณที่มากเกินไปก็อาจก่อให้เกิดอันตรายได้เช่นกัน รายละเอียดดังรายงานการศึกษาต่อไปนี้

กองวิจัยทางการแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2519 : 141 - 142) รายงานว่า พืชในตระกูล Discoreaceae มีสารสเตียรอยด์ชนิดหนึ่งที่เรียกว่า ไดออสจีนิน (Diosgenine) ที่สามารถนำมาใช้เป็นตัวนำในการสังเคราะห์ฮอร์โมนต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพสูง สามารถสกัดได้จากต้นไม้ 2 ชนิด มากที่สุด คือ *Dioscorea composite* Helmsl และ *Dioscorea terpinapensis* Uline ซึ่งพบในประเทศเม็กซิโก โดยให้สารไดออสจีนินสูงถึงร้อยละ 5 สำหรับในประเทศไทย กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้นำหัวมันจำพวก (*Dioscorea* sp.) จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ มันเสามันเหลี่ยม มันจิง มันคง มันเทียน มันเขาวัว มันสำปะหลังดินช้าง และมันอีมุ้งมาสกัดเพื่อหาสารไดออสจีนิน พบว่า มีเพียง 3 ชนิดที่มีปริมาณไดออสจีนินบริสุทธิ์ที่แยกได้ถึงร้อยละ 0.03 ซึ่งอาจไม่สูงนัก ทั้งนี้ปริมาณของสารที่พบขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศและสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เนื่องจากมันเหล่านี้เป็นมันที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ

สุพินยา บุญมานพ (2554 : 70 - 74) รายงานว่า ในหัวกลอย *Dioscorea hispida* Dennst. ประกอบด้วย สารพิษพวกแอลคาลอยด์ (Alkaloid) และสเตอรอยด์ (Steroid) เช่น ไดออสคอร์อิน Dioscorine, $C_{13}H_{19}O_2H$ ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ยาสเตียรอยด์ และฮอร์โมนหลายชนิด ซาโปจีนิน (Sapogenine) ไดออสจีนิน (Diosgenine) และทาตากอลีน (Tatacorine)

สุภาภรณ์ ปิติภรณ์ (2559 : 30 - 33) รายงานว่า ในกลอยมีสารทริปโตเฟน (Tryptophen) ที่มีคุณสมบัติช่วยให้อารมณ์ดี ลดอาการซึมเศร้า คลายความเครียดได้ และในกลอยสารทริปโตเฟน มากกว่าในข้าวเหนียว นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าชาวอินเดียนแดงได้นำสารไดออสจีนิน (Diosgenine) ซึ่งมีอยู่ในมันป่า (Wild Yam) ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Dioscorea villosa* พบในสหรัฐอเมริกา มาใช้เป็นยาลดอาการปวด ปวดประจำเดือน ลดอาการไม่สบายตัวในผู้หญิงวัยทอง ลดการอักเสบ เป็นต้น ซึ่งสารไดออสจีนินนี้มีคุณสมบัติเป็นไฟโทเอสโตรเจน คือ ออกฤทธิ์คล้าย ๆ กับ เอสโตรเจน ซึ่งเป็นฮอร์โมนเพศหญิงจึงมีศักยภาพที่จะนำมาใช้เป็นฮอร์โมนทดแทน จากธรรมชาติ

จันทร์นิศฉาย สังเกตกิจ (2558 : 1 - 5) ได้ทำการวิเคราะห์โดยน้ำหนักแห้งของ หัวท้ายยม่อม จากชายฝั่งทะเลไอวอรี พบว่า สารอาหารที่มีอยู่ในแป้ง ในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม ประกอบไปด้วย คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 89.4 โปรตีนร้อยละ 5.1 ไขมันร้อยละ 0.2 ไฟเบอร์ ร้อยละ 8 เถ้าร้อยละ 3.2 เซลลูโลสร้อยละ 2.1 แคลเซียมร้อยละ 0.27 และฟอสฟอรัสร้อยละ 0.20 พบกรดอะมิโน พวกอาร์จินีน กรดกลูตามิก กรดแอสพาร์ติก ลิวซีนไลซีน และวาเลีน นอกจากนี้ยังพบ สารให้รสขม β - sitosterol, Cerylic Alcohol, Taccalin, Alkaloids และ Steroidal Sapogenins ร้อยละ 2.2 หัวท้ายยม่อมที่ยังอ่อนจะมีรสขมมากกว่าหัวท้ายยม่อมที่แก่ สาร Sapogenins ที่อยู่ในหัวมีฤทธิ์ ที่รุนแรงในการกำจัดพวกทาก แป้งท้ายยม่อมมีปริมาณอะไมโลสสูง ร้อยละ 20 - 30 เมื่อนำมาต้ม ให้สุกจะขึ้นเหนียวและใส เมื่อทำให้เย็นจะเหนียว อยู่ตัวกว่าแป้งมันสำปะหลังและใสกว่า นิยมนำมา ผสมกับแป้งชนิดอื่นเพื่อให้ได้อาหารที่มีความข้นเหนียวเป็นมันวาว นอกจากนี้แป้งท้ายยม่อม ยังเป็นแป้งที่ย่อยง่ายเหมาะสำหรับทำเป็นอาหารให้กับผู้มีปัญหาเกี่ยวกับระบบการย่อยอาหาร หรือคนสูงอายุ (Flach and Rumawas. 1996 : 157)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เนื่องจากไดออสคอร์อินมีความเป็นพิษ ดังนั้นการควบคุมปริมาณของสารชนิดนี้ในหัวกลอย จึงเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคทั้งในด้านเภสัชศาสตร์และโภชนาการ (Chanida Palanuvej and et al. 2014 : 803 - 806) รายงานว่า การรับประทานหัวมันในสกุล *Dioscorea* spp. ไม่เป็นอันตราย เนื่องจาก มีส่วนประกอบของไดออสโครีนหรือฮิสตามีนและไซยาโนเจนต่ำกว่าเกณฑ์ความปลอดภัย

ความเป็นพิษที่สังเกตได้อาจเกิดจากในหัวของพืชเหล่านี้มีปริมาณออกซาเลต (Oxalate) อยู่ในระดับสูง และพบว่าวิธีการปรุงอาหารแบบดั้งเดิมของชนเผ่ามีประสิทธิภาพมากในการกำจัดความขม จึงทำให้หัวมันขมมีความอร่อย สอดคล้องกับรายงานของจูดี เว็บสเตอร์ และคณะ (Judy Webster and et al. 1984 : 1087 - 1090) เรื่อง ความเป็นพิษและความขมของว่านพระนิม (*Dioscorea bulbifera* L.) ในประเทศออสเตรเลียเปรียบเทียบกับหัวกลอย (*Dioscorea hispida* Dennst.) ซึ่งพบว่า เทคนิคการแปรรูปอาหารพื้นเมืองดั้งเดิมนั้น มีประสิทธิภาพมากในการกำจัดสารพิษและความขมในหัวพืช และทำให้หัวมันที่ขมมีรสชาติอร่อย

สำหรับการกำจัดพิษเบื้องต้นในหัวมันเทียน พบว่า ชาวบ้านมีวิธีการกำจัดพิษโดยอาศัยวิธีภูมิทางปัญญาชาวบ้าน เช่นเดียวกับการกำจัดพิษในหัวกลอย สุพินญา บุญมานพ (2556 : 70 - 74) ได้อธิบายวิธีการเอาสารพิษ ไดออสคอร์อิน (Dioscorine) ออกจากกลอยก่อนนำไปบริโภค ซึ่งเป็นวิธีการทั่วไป ที่มีมาตั้งแต่สมัยโบราณมี ไว้ดังนี้

1. ปอกเปลือกหัวกลอยให้สะอาดหั่นเป็นแว่น แต่ละแว่นหนาประมาณ 1 - 1.5 เซนติเมตร
2. นำหัวกลอยที่หั่นแล้วไปใส่ในภาชนะ เช่น โอ่งน้ำ ไห หรือภาชนะอื่น ๆ ที่หาง่ายในท้องถิ่น ใส่ชิ้นกลอยที่หั่นแล้วลงไปในภาชนะหนาประมาณ 10 เซนติเมตร โรยเกลือให้ทั่วหน้า 1 - 2 เซนติเมตร แล้วใส่ชิ้นกลอยลงไปทำสลับกับเกลือจนกว่าจะหมด ทั้งไว้ค้างคืน วันรุ่งขึ้นนำกลอยที่หมักออกมาล้างน้ำให้สะอาด
3. ใส่ชิ้นกลอยที่ล้างแล้วลงไปในถุงผ้าดิบหรือผ้าขาวบาง นำของหนักทับไว้เพื่อไล่น้ำเบื่อเมาของกลอยออกให้หมด หลังจากนั้นเอาชิ้นกลอยออกจากถุงผ้าเทกลับลงไปในภาชนะเดิม ใส่น้ำให้ท่วมเนื้อกลอยทิ้งไว้ข้ามคืนรุ่งเช้าจึงนำชิ้นกลอยออกมาล้างทำความสะอาดอีกครั้ง
4. ทำเช่นเดิมประมาณ 5 - 7 วัน จึงจะปลอดภัยจากสารพิษ และนำมาบริโภคหรือปรุงอาหารได้ หรือจะผึ่งแดดให้แห้งเก็บรักษาไว้

5. เมื่อจะบริโภคจึงนำชิ้นกลอยมาแช่น้ำนำไปนึ่งหรือปรุงเป็นอาหารอื่นรับประทานได้

นอกจากการแช่กลอยไว้ในภาชนะดังขั้นตอนที่กล่าวในข้างต้นแล้ว อาจนำไปแช่ไว้ในที่น้ำไหลได้ โดยแช่ประมาณ 2 - 3 วัน

สุภาภรณ์ ปิติภรณ์ (2559 : 30 - 33) ได้ให้แนวทางในการสังเกตกลอยไว้ว่า กลอยที่สามารถนำมาใช้ได้แล้วนั้นควได้จากน้ำที่ล้างกลอยหรือแช่กลอย ถ้าน้ำใสสะอาด ไม่ขุ่น ชิมดูแล้วไม่ขาลิ้น หรือสมัยก่อนจะดูจากการที่มีปูปลามาตอดแสดงว่านำมาใช้ได้ และเมื่อได้ที่แล้วให้นำกลอยใส่ผ้าดิบหรือผ้าขาวบาง แล้วทับด้วยของหนัก เช่น ครกหรือเชิงใน น้ำหนักที่พอสมควร เพื่อไล่น้ำเบื่อเมาออกจากกลอยซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 - 3 วัน

การผลิตแป้ง

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า กระบวนการผลิตแป้งจากพืชโดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1. แบบบดเปียก (Wet Milling) เป็นวิธีการสกัดแป้งโดยการบดวัตถุดิบที่เปียกแล้วทำการกรองอากาศและเส้นใยออกจากแป้ง
2. แบบบดแห้ง (Dry Milling) เป็นวิธีการบดวัตถุดิบที่แห้งแล้วแยกเอาแป้งออกโดยใช้ตะแกรงร่อน (Screening) และใช้ลม (Air Classification) ซึ่งการบดแห้งจะสกัดแป้งออกจากวัตถุดิบได้น้อยกว่าแบบบดเปียก

วิธีทำแป้งจากหัวท้ายยม่อม

เป็นวิธีพื้นบ้านทำได้ง่าย ๆ โดยการนำหัวท้ายยม่อมล้างน้ำสะอาดหลาย ๆ รอบ และปอกเปลือกทิ้ง จากนั้นล้างให้สะอาดนำมาฝนบนแผ่นสังกะสีที่เจาะรูด้วยตะปู ใช้ภาชนะใส่น้ำรองรับส่วนที่ฝนได้ ก็จะได้น้ำแป้ง หรือท่อนแรงโดยใช้เครื่องปั่นน้ำผลไม้ โดยนำหัวท้ายยม่อมที่ปอกเปลือกหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่เครื่องปั่นเติมน้ำแล้วปั่นให้ละเอียด ก็จะได้น้ำแป้งเช่นเดียวกัน นำเอาน้ำแป้งที่ได้มากรองแยกแป้งด้วยผ้าขาวบาง เอาส่วนที่เป็นกากทิ้ง แช่วส่วนที่กรองได้ในภาชนะ 3 ชั่วโมง แป้งจะตกตะกอนอยู่ด้านล่างให้เทน้ำทิ้ง และเทน้ำใหม่ลงไปคนให้เข้ากันแล้วกรองอีกที แช่วทิ้งไว้ 3 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาให้เทน้ำทิ้ง ทำซ้ำตามวิธีเดิม 2-3 ครั้ง แล้วจึงเทน้ำทิ้ง นำแป้งที่ตกตะกอน อยู่ด้านล่างมาทำให้แห้งโดยการตากแดดให้แห้งสนิท หรืออบแห้ง และนำมาบดให้ละเอียด ก็จะได้น้ำแป้งท้ายยม่อมที่มีสีขาวละเอียด โดยแหล่งผลิตแป้งท้ายยม่อมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่จังหวัดชลบุรี เป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน (ปิติพร ฤทธิ์เรืองเดช. 2546 : 6)

องค์ประกอบทางเคมีของแป้ง

แป้งเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งส่วนประกอบของแป้งจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดพืช สายพันธุ์ อายุ ลักษณะการปลูก ตลอดจนสภาพดินฟ้าอากาศ เมื่อส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกัน นอกจากนี้ส่วนประกอบของแป้งยังประกอบด้วยน้ำตาล กลีโคไล กรดอินทรีย์ เป็นต้น เนื่องจากส่วนประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันของวัตถุดิบเหล่านี้ ทำให้มีผลต่อคุณสมบัติของแป้งที่จะนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์จากแป้งด้วย

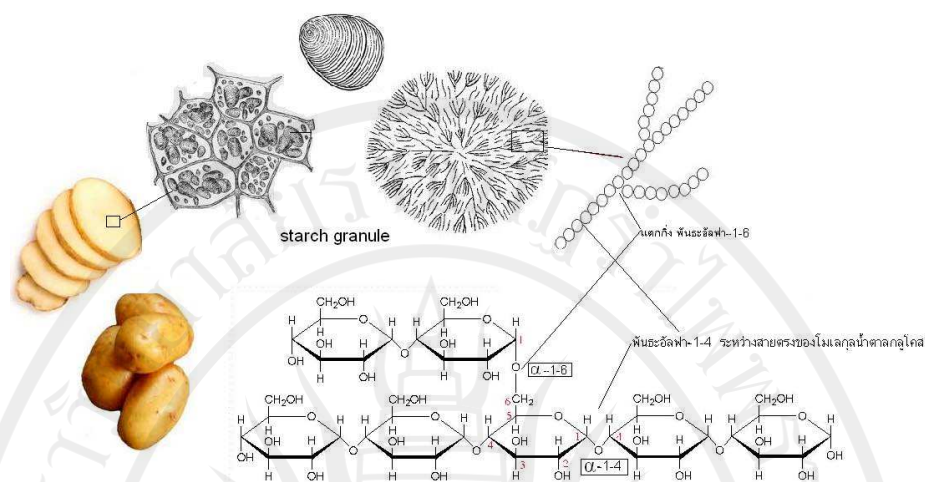
ในปี ค.ศ. 1862 เฮวีเบิร์ก (Heveberg) และสตอนแมน (Stonmann) ได้คิดค้นวิธีการวิเคราะห์ทางเคมี หรือที่นิยมเรียกกันโดยทั่วไปว่า วิเตอร์ (Weender Analysis) หรือพรอกซิเมท (Proximate Analysis of Food) ซึ่งนิยมใช้มาจนถึงปัจจุบัน แต่การวิเคราะห์โดยวิธีนี้อาจได้ค่าในการวิเคราะห์หาเชื้อใยไม่ถูกต้องนักเมื่อใช้ทำการวิเคราะห์หาเชื้อใยเฉพาะส่วนที่เป็นโครงสร้าง

ของพืช เช่น เพคติน ลิกนิน และแอสมิเซลลูโลส ที่บางส่วนอาจละลายออกมาในรูปของ Nitrogen Free Extract (NFE) และในปัจจุบันการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชที่มีเยื่อใยสูง วิธีการวิเคราะห์ที่นิยมใช้ คือ การวิเคราะห์เยื่อใยแบบดีเทอเจนท์ (Detergent Method) ซึ่งสามารถแยกองค์ประกอบทางเยื่อใยในพืชได้ การวิเคราะห์วิธีนี้จะแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มใหญ่ ๆ ความชื้น (Moisture) เถ้า (Ash) โปรตีน (Crude Protein : CP) ไขมัน (Ether Extract : EE) เยื่อใย (Crude Fiber : CF) และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย หรือส่วนประกอบที่ไม่มีไนโตรเจน (Nitrogen Free Extract : NFE) ซึ่งการวิเคราะห์แบบนี้อาศัยหลักการที่ว่า ตัวอย่างทั่วไปไม่ว่าจะเป็นตัวอย่างที่อยู่ในสภาพสด หรือพืชสด พืชหมัก เนื้อ นม ไข่ มูลสัตว์ หรืออาหารสภาพแห้งต่างมีน้ำหรือความชื้นเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยกันทั้งสิ้น ถ้าหักปริมาณน้ำออก สิ่งที่เหลือคือ วัตถุแห้ง (Dry Matter : DM) ในวัตถุแห้งจะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่เป็นอินทรีย์สาร (Organic Matter) และส่วนที่เป็นอนินทรีย์สาร (Inorganic Matter) เมื่อนำตัวอย่างมาเผาส่วนที่เป็นอินทรีย์สารจะสลายตัวไปเหลือเถ้าซึ่งเป็นอนินทรีย์สาร

ในการหาปริมาณสารอาหารที่มีอยู่ในอาหารแต่ละชนิดจะใช้วิธีการวิเคราะห์อาหารตามวิธีการของ The Scientific Association Dedicated to Analytical Excellence (AOAC International) การวิเคราะห์อาหารนี้เป็นการหาส่วนประกอบหลักในอาหาร ได้แก่ ความชื้น (Moisture) เถ้า (Ash) หรือปริมาณแร่ธาตุทั้งหมด (Total Minerals) ไขมัน (Lipids) โปรตีน (Protein) และคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) จากค่าที่จะทำการให้ทราบว่าอาหารที่ทดสอบมีคุณค่ามีคุณค่าทางอาหารมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้การวิเคราะห์อาหารยังทำให้เกิดความแน่ใจว่าอาหารที่ใช้ในการบริโภคมีคุณภาพและปลอดภัยสำหรับการบริโภค (กษมา ชารี โคตร. 2559 : 375) ซึ่งส่วนประกอบหลักที่นิยมวิเคราะห์ในอาหาร ได้แก่ ความชื้น (Moisture) เถ้า (Ash) ไขมัน (Crude Fat) โปรตีน (Crude Protein) กาก (Crude Fiber) หรือเส้นใยอาหาร (Dietary Fiber) คาร์โบไฮเดรต โดยอาศัยผลต่าง (By Difference)

โครงสร้างและส่วนประกอบของสตาร์ช

สตาร์ช (Starch) คือ พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ที่พบในพืช เช่น เมล็ดธัญพืช พืชหัว และถั่วเมล็ดแห้ง สตาร์ชประกอบด้วย อะไมโลส (Amylose) และอะไมโลเพคติน (Amylopectin) (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์. ออนไลน์. 2557)



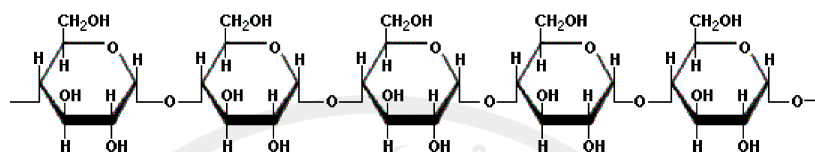
ภาพประกอบ 3 โครงสร้างของสตาร์ช

ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์. ออนไลน์. 2557

อะไมโลส

อะไมโลส (Amylose) เป็นคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) ประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ ประเภทโฮมโพลิแซ็กคาไรด์ (Homopolysaccharide) ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักในโมเลกุลของสตาร์ช สตาร์ชจากพืชต่างชนิดกันมีปริมาณอะไมโลสต่างกัน ที่เหลือเป็นอะไมโลเพกทิน โมเลกุลของอะไมโลส เป็นพอลิเมอร์สายตรงของน้ำตาลดี กลูโคส (D-glucose) ซึ่งเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (Glycosidic Bond) ชนิด แอลฟา 1, 4 ประมาณ 200 - 2,000 หน่วย มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 150,000 ถึง 1,000,000 โดยจะผันแปรไปตามชนิดของสตาร์ช ขนาดและน้ำหนักโมเลกุลของอะไมโลสมีผลมาจาก Degree of Polymerization (DP) ของอะไมโลสที่แตกต่างกัน อะไมโลสในสตาร์ชมันฝรั่งและสตาร์ชมันสำปะหลังมี DP ของอะไมโลสอยู่ในช่วง 1,000 ถึง 6,000 จะมีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่าในสตาร์ชข้าวโพดและข้าวสาลี ที่มี DP ของอะไมโลสอยู่ในช่วง 200 ถึง 1,200 สตาร์ชชนิดที่มีโมเลกุลของอะไมโลสยาวขึ้นจะมีแนวโน้มของการคืนตัวหรือการเกิดรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation) ต่ำลง (กล้าณรงค์ ศิริروت และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2542 : 303)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

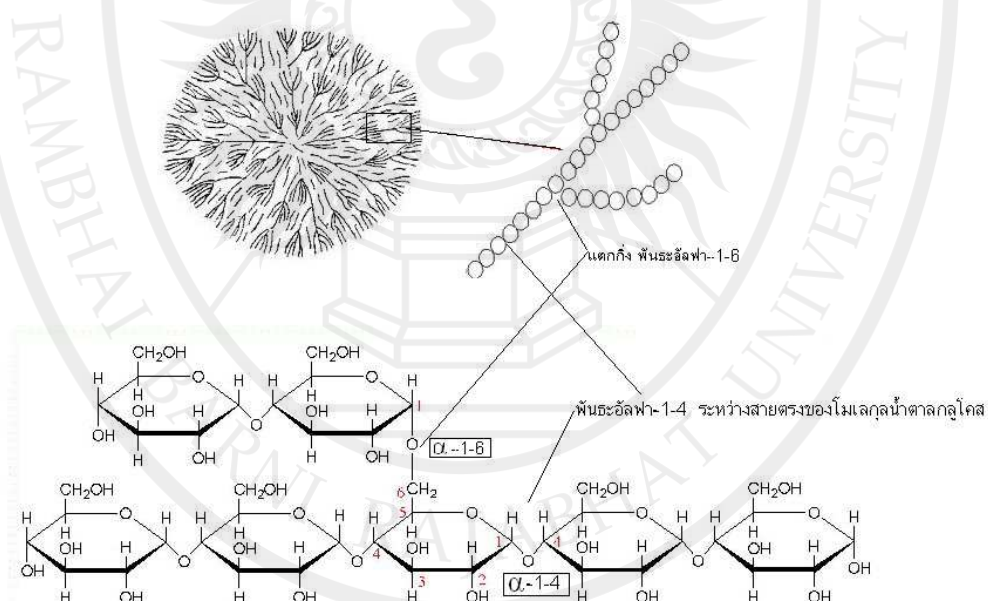


ภาพประกอบ 4 โครงสร้างโมเลกุลอะไมโลส

ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนูปนนท์. ออนไลน์. 2557

อะไมโลเพกติน

อะไมโลเพกติน (Amylopectin) เป็นคาร์โบไฮเดรต พอลิแซ็กคาไรด์ ประเภท สอโมพอลิแซ็กคาไรด์ เป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส (Glucose) ที่จัดเรียงตัวเป็นสายตรงและสายแขนง โดยพันธะไกลโคไซด์ สองแบบ คือ ส่วนที่เป็นพันธะสายตรง เป็นพันธะ ชนิดแอลฟา 1,4 เหมือนกับอะไมโลส และส่วนที่เป็นสายแขนงจะเชื่อมต่อด้วยพันธะ แอลฟา 1,6 (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนูปนนท์. ออนไลน์. 2557)



ภาพประกอบ 5 โครงสร้างโมเลกุลอะไมโลเพกติน

ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนูปนนท์. ออนไลน์. 2557

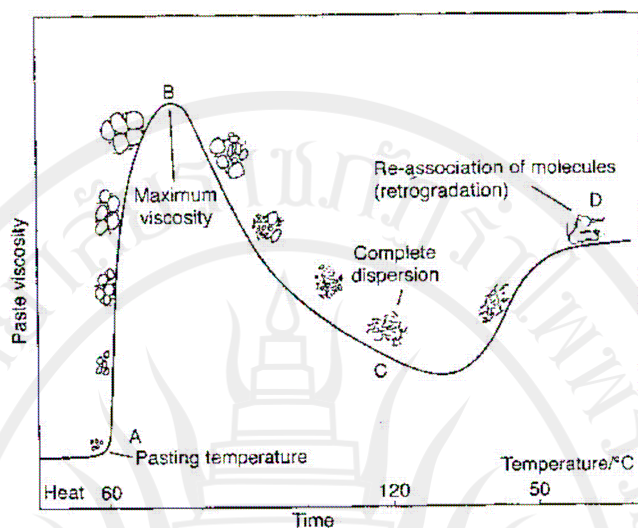
ลักษณะเม็ดสตาร์ช

การเจลาติไนซ์ (Gelatinization) คือ ปรากฏการณ์ของน้ำแป้งเมื่อได้รับความร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในภายในโมเลกุลของเม็ดแป้ง เนื่องจากความร้อนทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ของอะไมโลส และอะไมโลเพกทิน ที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัวและรวมกับน้ำที่ล้อมรอบ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏ เม็ดแป้งพองตัว และความหนืดของน้ำแป้งเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องอุณหภูมิที่สตาร์ชเริ่มเกิดการเจลาติไนซ์ เรียกว่า Gelatinization Temperature หรือ Pasting Temperature อยู่ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 60 - 70 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ช่วงนี้เม็ดแป้งยังคงมีสภาพอยู่ได้โดยไม่แตกออก เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นเม็ดแป้งจะพองตัวเพิ่มขึ้นและมีความหนืดสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เกิดลักษณะของน้ำแป้งข้น (Starch Paste) ความหนืดจะเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งถึงจุดที่เม็ดแป้งเกิดการพองตัวสูงสุด และให้ความหนืดสูงสุด (Maximum Viscosity) จากนั้นเม็ดแป้งจะแตกถึงจุดสูงสุด ซึ่งไม่สามารถคืนสภาพได้ การเจลาติไนซ์ เป็นการสุกของสตาร์ชซึ่งเกิดจากการให้ความร้อนแก่อาหารที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบ เกิดในการให้อาหารสุก (Cooking) ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การนึ่ง การทอด การอบ การทำให้สุกด้วยเอกซ์ทรูเดอร์ และไมโครเวฟ เป็นต้น (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์. ออนไลน์. 2557)

การเกิดรีโทรเกรเดชัน

การเกิดรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อนำสตาร์ชที่ผ่านการเจลาติไนซ์มาแล้วปล่อยให้เย็นตัวลง โมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพกทิน ซึ่งเคยรวมตัวกับน้ำแล้วเกิดเป็นเจล จะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กัน โมเลกุลน้ำตาลกลูโคสในสายจะมาเชื่อมต่อกันเองใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนและจับน้ำที่เคยจับอยู่ออกจากโมเลกุล ทำให้เกิดผลึกใหม่ ตัวอย่างการเกิดรีโทรเกรเดชันในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น อาหารพวกแป้งที่ผ่านการทำให้สุก ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น หุงต้ม นึ่ง และอบ ได้แก่ ข้าวสวย ก๋วยเตี๋ยว ขนมปังหลังสุก เมื่อปล่อยทิ้งไว้จะเกิดรีโทรเกรเดชันขึ้นช้า ๆ และเพิ่มมากขึ้น เมื่อเวลานานขึ้นจะเกิดเป็นผลึกแข็ง ทำให้อาหารมีลักษณะแข็งขึ้น (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์. ออนไลน์. 2557)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



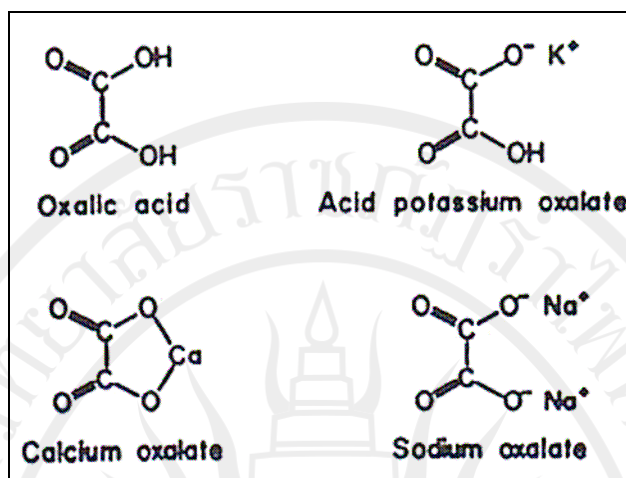
ภาพประกอบ 6 กราฟการเกิดเจลาตินไนซ์และรีโทรเกรเดชัน

ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์. ออนไลน์. 2557

ออกซาเลท

กรดออกซาลิก (Oxalic acid, $C_2H_2O_4$) เป็นกรดอินทรีย์พวกละคาร์บอกซิลิก (Dicarboxylic Acid) ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวรีดิวซ์ (Reducing Agent) และตกผลึกเมื่ออยู่ในรูปของ Monohydrate และ Dihydrate Forms เกลือออกซาเลท มี 2 ลักษณะ คือ เกลือออกซาเลทที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ แคลเซียม หรือแมกนีเซียมออกซาเลท (Calcium or Magnesium Oxalate) และเกลือออกซาเลทที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ โพแทสเซียม แอมโมเนียม หรือโซเดียมออกซาเลท (Potassium, Ammonium or Sodium Oxalates) (จันทร์เจตนาถ สังกะตฤณ และคณะ. ออนไลน์. 2558) ดังแสดงสูตรโครงสร้างโมเลกุลในภาพประกอบ 7

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 7 สูตรโครงสร้างของกรดออกซาเลตและเกลือออกซาเลต

ที่มา : Concon. 1988 : 803 - 806

ออกซาเลตพบได้ทั่วไปในพืช อาจพบในลักษณะที่เป็นผลึกไม่ละลายน้ำในรูปของแคลเซียม หรือแมกนีเซียมออกซาเลต (Calcium or Magnesium Oxalate) และในรูปของกรดออกซาลิก โพตัสเซียม แอมโมเนียม หรือโซเดียมออกซาเลต (Potassium, Ammonium or Sodium Oxalates) ที่ละลายน้ำได้ (Libert and Franceschi. 1987 : 926 - 938) พืชแต่ละชนิดมีปริมาณ ออกซาเลตแตกต่างกัน พืชที่มีปริมาณออกซาเลตสูง ได้แก่ ใน 100 กรัมของน้ำหนักสด ผักขม (Spinach) มีออกซาเลต 320 - 1260 มิลลิกรัม นิวซีแลนด์แฮมมี 80 - 194 มิลลิกรัม ใบชา (Tea) มี 375 - 1450 มิลลิกรัม ชอกโกแลต มี 117 - 124 มิลลิกรัม และเผือก (Taro) มี 60 - 65 มิลลิกรัม เป็นต้น ส่วนพืชที่มีปริมาณออกซาเลตน้อย ได้แก่ พวกรั้วพืชและผลไม้ต่าง ๆ เช่น ใน 100 กรัม ของน้ำหนักสด พบออกซาเลตในกล้วย 0.7 มิลลิกรัม แอปเปิ้ล 1.5 มิลลิกรัม และข้าวโพด 9.1 มิลลิกรัม (Libert and Franceschi. 1987 : 926 - 938) ; (Concon. 1988 : 803 - 806) ; (Sangketkit and et al. 2001 : 389 - 397) ซึ่งในพืชแต่ละชนิดมีปริมาณออกซาเลตที่ละลายน้ำได้และไม่ละลายน้ำในสัดส่วนที่แตกต่างกันไป เช่น ในแยม (*Dioscorea* spp.) มีออกซาเลตที่ละลายน้ำได้เพียง 11 - 24 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มันเทศมีถึง 64 เปอร์เซ็นต์ ในมันฝรั่งมี 50 เปอร์เซ็นต์ (Holloway and et al. 1989 : 337 - 341) ; (Jiru and Urga. 1995 : 13 - 18)

ออกซาเลตในพืช จะช่วยป้องกันพืชจากศัตรูพืช เช่น จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคพืช แมลง และสัตว์กินพืช เป็นต้น นอกจากนี้พืชยังสะสมแคลเซียม ในรูปของแคลเซียมออกซาเลต ซึ่งจะถูกนำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตของพืชในระหว่างการงอก หรือการแตกหน่อ มนุษย์จะได้รับออกซาเลตจากการรับประทานอาหารที่รับประทานปกติเป็นประจำทุกวัน เพราะออกซาเลตมีในอาหาร

เกือบทุกชนิด เช่น เมล็ดธัญพืช พืชหัว ถั่ว ผัก ผลไม้ ชา และกาแฟ เป็นต้น นอกจากได้รับออกซาเลทจากอาหารแล้วร่างกายยังสามารถสังเคราะห์ออกซาเลทจากกรดอะมิโน หรือ โปรตีน และกรดแอสคอร์บิก หรือวิตามินซี เนื่องจากออกซาเลทเป็นสารพิษและสารที่ขัดขวางการใช้แร่ธาตุต่าง ๆ โดยเฉพาะธาตุแคลเซียม การได้รับออกซาเลท อาจทำให้เป็นพิษอย่างเฉียบพลันหรือเรื้อรัง ถ้าได้รับออกซาเลทใน ปริมาณมาก (4 - 5 กรัม) อาจทำให้ถึงตาย โดยจะเริ่มแสดงอาการต่าง ๆ ได้แก่ คันที่ปาก ปากบวม เลือดออกที่กระเพาะอาหาร ไตวาย ปัสสาวะมีเลือด มีปริมาณแคลเซียมในเลือดต่ำ ปริมาณออกซาเลท ในเลือดสูง ช็อก หดสติ และตาย แต่ถ้าวร่างกายได้รับอาหารที่มีออกซาเลทในปริมาณน้อย แต่เป็นระยะเวลานาน ๆ จะทำให้ร่างกายไม่สามารถนำแคลเซียมไปใช้ได้ และยังเกิดการสะสมของฟอสเฟต แคลเซียมออกซาเลทในไต ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคนี้ในไต แคลเซียมออกซาเลทพบมากถึงร้อยละ 75 ของนิ่วในทางเดินปัสสาวะ ฟอสเฟตแคลเซียมออกซาเลทจากพืชที่บริโภคเข้าไปนั้นยังมีผลโดยตรงทำให้เกิดอาการระคายเคืองกับเยื่อทางเดินอาหารจนเกิดอาการบวมและอักเสบได้ เช่น ผลิกรูปเข็มที่พบในบอนและวุ้นหนึ่บ ถ้าหากรับประทานผักที่มีฟอสเฟตแบบเข็ม ก็อาจจะเกิดอาการคันมือคันในปากหรือคอถ้าแพ้มาก ๆ อาจบวมทำให้สำลักอาหาร บางรายถึงกับพูดไม่ได้ นอกจากนี้การที่ออกซาเลททำปฏิกิริยากับ Ionized Calcium ทำให้ปริมาณ Ionized Calcium ลดลงจนส่งผลให้เกิดอาการ Hypocalcemia (การมีแคลเซียมในเลือดต่ำ) มีผลทำให้เลือดแข็งตัวช้าหากเกิดการบาดเจ็บและทำให้กล้ามเนื้อผิดปกติ (Fassett, 1973 : 43 - 59; Hodgkinson, 1977 : 250 - 265; Libert and Franceschi, 1987 : 926 - 938; Holloway and et al. 1989 : 337 - 341; Concon, 1988 : 803 - 806)

การลดปริมาณออกซาเลท สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การลวก การหุงต้ม การนึ่งและการหมัก ตัวอย่างเช่น

ออสการ์สสัน และเซฟวิจบีกัน (Oscarsson and Savage, 1997 : 145 - 149) รายงานว่าการลวกทำให้ออกซาเลทในเมล็ดถั่วเหลืองลดลงร้อยละ 28 - 39

สังเกตกิจ และคณะ (Sangketkit and et al. 2001 : 389 - 397) รายงานว่า การต้มและนึ่งพวกพืชหัวทั้งเปลือก เช่น นิ่วซีแลนด์แฮม ไม่ทำให้ปริมาณออกซาเลทลดลงมาก ซึ่งอาจเป็นเพราะเปลือกป้องกันการละลายออกของออกซาเลทในส่วนของเนื้อ

เซฟวิจ และคณะ (Savage and et al. 2010 : 158 - 189) รายงานว่า ปริมาณออกซาเลทที่ละลายน้ำได้ในใบของผักซิลเวอร์บีท (Silverbeet) และผักขม (Spinach) ที่ผ่านการต้ม ลดลง 53 เปอร์เซ็นต์ และ 66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังพบว่า การแช่และการหมักแบบไม่ใช้อากาศ สามารถลดปริมาณออกซาเลทในพืชหัวบางชนิด เช่น เผือก นิ่วซีแลนด์แฮม (Oca) ซึ่งทำให้รสชาติเฝื่อน และการคันระคายเคือง

ลดลง เพราะเชื้อยีสต์สามารถใช้ออกซาเลทเป็นแหล่งของคาร์บอนเพื่อสร้างพลังงาน ในการเจริญเติบโต (Bradbury and Holloway. 1988 : 101 - 119; King. 1988 : 194)

การสกัดสารออกซาเลททำได้ 2 วิธี (Holloway and et al. 1989 : 337 - 341) ดังนี้

1. การสกัดด้วยน้ำ สารออกซาเลทที่สกัดออกมาได้ ได้แก่ กรดออกซาลิกอิสระ (Free Oxalic Acid) และเกลือออกซาเลทของโปตัสเซียม แอมโมเนียม และโซเดียม
2. การสกัดด้วยกรดเข้มข้น ออกซาเลทที่ได้จะเป็นปริมาณออกซาเลททั้งหมดที่มีอยู่ (Total Oxalate) ได้แก่ กรดออกซาลิก เกลือออกซาเลทที่ละลายน้ำได้ และเกลือออกซาเลทที่ไม่ละลายน้ำ

การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส

ลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสเป็นผลของการประกอบกันของคุณสมบัติทางด้านกายภาพ และด้านเคมี ซึ่งรวมถึงขนาดรูปร่าง จำนวน ธรรมชาติ และการจัดเรียงตัวของโครงสร้างของสารนั้น ๆ ทั้งหมดนั้นเป็นผลของโครงสร้างของวัสดุ และจากโครงสร้างของวัสดุเราสามารถทำความเข้าใจ คุณสมบัติทางกายภาพและลักษณะทางเนื้อสัมผัสได้ วิธีการประเมิน ลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลแบ่ง สามารถวัดค่าได้โดยการใช้เครื่องมือและวิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส วิธีการประเมิน คุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นวิธีการที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ซึ่งข้อมูลที่ได้รับนั้น รับมาจากประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การมองเห็น การดม การชิม การสัมผัส และการได้ยิน วิธีการ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสนั้นเริ่มแรกจะรู้สึกได้จากการสัมผัส อย่างไรก็ตามส่วนของตาและหูสามารถให้ข้อมูลที่สำคัญในบางส่วนของลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม ของผลิตภัณฑ์ ความรู้สึกต่าง ๆ นั้นเกิดโดยการส่งสัญญาณที่เส้นประสาทโดยผ่านทางระบบประสาท ส่วนกลางไปยังสมองและจะแสดงความรู้สึกต่าง ๆ ออกมา ซึ่งมี ความเกี่ยวเนื่องกับประสบการณ์ การรับรู้ในอดีต ความคาดหวัง และปัจจัยในการรับรู้อื่น ๆ (Bourne. 1982 : 33 - 47)

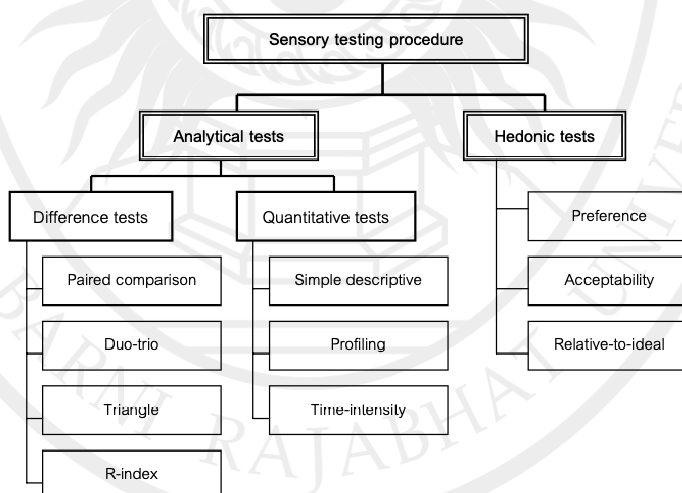
โรเซนทาล (Rosenthal. 1999 : 1 - 9) กล่าวว่า วิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. วิธีการทดสอบความแตกต่าง (Discrimination/ Difference Test) เป็นวิธีการทดสอบ เพื่อหาว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกันหรือไม่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม ซึ่งวิธีการทดสอบสามารถกระทำ ได้ 2 วิธี คือ ทดสอบความแตกต่างโดยรวมทั้งหมด และทดสอบว่าตัวอย่างใดที่มีคุณลักษณะเฉพาะที่ มากกว่าหรือน้อยกว่าตัวอย่างอื่น ๆ ตัวอย่างวิธีการทดสอบความแตกต่าง ได้แก่ Paired Comparison, Duo-trio และ R-index เป็นต้น

2. วิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive Test) เป็นวิธีการทดสอบเพื่อบอกว่าอะไร คือ สิ่งที่แตกต่างกันและปริมาณความแตกต่างนั้นมีมากเท่าใด ตัวอย่างวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา ได้แก่ Quantitative Descriptive Analysis (QDA), The Spectrum Method, The Texture Profile Method เป็นต้น

3. วิธีการทดสอบความชอบหรือการยอมรับ (Hedonic/ Affective test) เป็นวิธีการทดสอบเพื่อบอกว่าอะไร คือ สิ่งที่ผู้ทดสอบชอบ และทำไมถึงชอบ

วิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสองวิธีแรกจะแตกต่างกับวิธีการที่สาม ดังแสดงในภาพประกอบ 8 วิธีการทดสอบความแตกต่างและวิธีการทดสอบเชิงพรรณนานั้นจะใช้วิธีการ Analytical Test โดยในการประเมินคุณลักษณะของอาหารจะใช้ผู้ทดสอบจำนวนน้อยที่ได้รับ การคัดเลือกว่ามีความสามารถในการทดสอบตัวอย่างเป็นเครื่องมือในการวัดค่า ในขณะที่วิธีการทดสอบความชอบนั้น จะใช้วิธีการ Hedonic Test ทำการวัดค่าการตอบสนองของประชากรผู้บริโภคที่มีต่ออาหารในเทอมของความชอบหรือไม่ชอบ โดยทั่วไปข้อมูลที่ได้จากวิธีการ Analytical Test และ Hedonic Test จะไม่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง เนื่องจากทั้งประเภทและจำนวนคนที่ใช้ในการทดสอบมีความแตกต่างกัน



ภาพประกอบ 8 การแบ่งประเภทวิธีการทดสอบของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
ที่มา : Rosenthal. 1999 : 1 - 27

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

จูดี เว็บสเตอร์ และคณะ (Judy Webster and et al. 1984 : 1087 - 1090) ได้ศึกษาเรื่องความเป็นพิษและความขมของว่านพระนิม (*Dioscorea bulbifera* L.) ในประเทศออสเตรเลียเปรียบเทียบกับหัวกลอย (*Dioscorea hispida* Dennst.) ในประเทศไทย โดยใช้ตัวอย่างดิบซึ่งผ่านการตรวจสอบที่ซับซ้อนก่อนนำมาให้ชาวพื้นเมือง (Aborigines) ในประเทศออสเตรเลียรับประทานเพื่อวิเคราะห์ความเป็นพิษเฉียบพลันของสารไดออกสโคริน ซึ่งเป็นสารที่มีพิษในกลุ่มอัลคาลอยด์ที่มีอยู่ในหัวของพืชทั้งสองชนิด ผลการทดลองพบว่า หัวของพืชเหล่านี้ไม่เป็นพิษ จึงนำหัวพืชมาสกัดและวิเคราะห์โดยวิธีโครมาโตกราฟีแบบชั้นบาง (Thin - layer Chromatography) เพื่อหาสาเหตุของความขม พบว่า ส่วนประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดรสขมคือ ไดออบูลบิน D (0.07 มิลลิกรัม/ กรัม) ซึ่งเป็น Furanoid Nor - diterpene ที่แยกได้ก่อนหน้านี้โดย Ida and et al (1978) นอกจากนี้วิจัยยังพบว่า เทคนิคการแปรรูปอาหารพื้นเมืองดั้งเดิมนั้นมีประสิทธิภาพมากในการกำจัดสารไดออบูลบิน (Diosbulbin, D) และทำให้หัวมันที่ขมมีรสชาติอร่อย

บันดาวิ และคาวาบาตะ (Bhandari and Kawabata. 2005 : 129 - 135) ได้ศึกษาเรื่องความขมและความเป็นพิษในหัวมันป่าสกุล *Dioscorea* spp. ซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำคัญสำหรับชนเผ่าในประเทศเนปาล แต่มันเหล่านี้มีรสชาติขมไม่อร่อยและบางครั้งเมื่อเกิดการเป็นพิษจะทำให้มีผื่นขึ้น ในการตรวจสอบความขมและความเป็นพิษใช้หัวมันป่า 4 ชนิด ที่ผ่านการดับพิษเบื้องต้นโดยชนเผ่าพื้นเมืองวิจัยพบว่า ส่วนประกอบที่ทำให้มีรสขม คือ Furanoid Norditerpenes (Diosbulbins A และ Diosbulbins B) ซึ่ง Diosbulbins A และ B ถูกพบในช่วง 0.023-0.046 และ 0.151-0.442 g kg⁻¹ ตามลำดับ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า Diosbulbin B ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของ 0.314 g kg⁻¹ เป็นสารประกอบหลักที่มีความขมเมื่อเทียบกับ Diosbulbin A (0.037 g kg⁻¹) และไม่พบ Alkaloid, Dioscorine และ Histamine (สารก่อภูมิแพ้) ในหัวมันตัวอย่าง แต่พบไซยาโนเจน (Cyanogen) ในปริมาณเทียบเท่าไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ที่ระดับ 3.2 - 6.0 ppm. ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าพิษในหัวมัน *Dioscorea* spp. ไม่เป็นอันตรายเนื่องจากมีส่วนประกอบของไดออกสโครินหรือฮิสตามีนและไซยาโนเจนต่ำกว่าเกณฑ์ความปลอดภัย ความเป็นพิษที่สังเกตได้อาจเกิดจากในหัวของพืชเหล่านี้มีปริมาณออกซาเลตอยู่ในระดับสูง และพบว่าวิธีการปรุงอาหารแบบดั้งเดิมของชนเผ่ามีประสิทธิภาพมากในการกำจัดความขมจึงและทำให้หัวมันขมอร่อย

ชาจีล่า และคณะ (Shajeela and et al. 2011 : 723 - 730) ได้ศึกษาเรื่องคุณค่าทางโภชนาการ และสารต้านอนุมูลค่าทางโภชนาการของอาหารในหัวมันป่า (*Dioscorea* spp.) จากชนเผ่า Kanikkars และ Palliyars ที่อาศัยอยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ของเทือกเขาฆาฏ รัฐทมิฬนาฑู ประเทศ

อินเดีย ผลการทดลองพบว่า หัวมันป่าที่นำมาบริโภคส่วนใหญ่เป็นแหล่งสะสมของโปรตีน ไขมัน ไฟเบอร์ แป้ง วิตามินและแร่ธาตุ ตัวอย่างที่นำมาตรวจสอบทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสารฟีนอลิกอิสระ (Free Phenolics) ทั้งหมด ได้แก่ แทนนิน ไฮโดรเจน ไซยาไนด์ ออกซาเลตรวม อะไมเลสและสารยับยั้งทริปซิน นอกจากนี้ยังพบว่าสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้สามารถยับยั้งได้ด้วยการใช้ความร้อนขึ้น ดังนั้น ก่อนนำหัวมันป่ามาบริโภคควรนำมาแช่ล้าง ก่อนนำมาปรุงเป็นอาหารเพื่อกำจัดผลกระทบที่อาจเป็นอันตรายอันเกิดจากสารเหล่านี้

มาเรีย และคณะ (Maria and et al. 2013 : 2111 - 2118) ได้ศึกษาเรื่องปริมาณไดออสจีนิน (Diosgenine) คุณลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีที่สะสมในหัวของมันป่าสกุล *Dioscorea* spp. ในรัฐฮาลิสโก ประเทศเม็กซิโก วิจัยพบว่า *Dioscorea* spp. นิยมนำมาเป็นอาหาร และยังประกอบด้วย สารไดออสจีนินซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญในการสังเคราะห์ฮอร์โมนสเตียรอยด์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณไดออสจีนินโดยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography - mass Spectrometry : GC-MS) และศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของพืชสกุล *Dioscorea* spp. โดยใช้ หัวมันป่า *Dioscorea* spp. จำนวน 60 สายพันธุ์ที่เพาะเลี้ยงในโรงเรือนจาก 11 เมือง ในประเทศเม็กซิโก มาสกัดไดออสจีนินด้วยการหมักผสมกับเอทานอลร้อยละ 80 การตรวจสอบ ในแบบความเข้มข้นฐานแห้งพบว่าปริมาณไดออสจีนินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อยู่ในระดับที่ได้รับการยอมรับคือ 0.02 - 0.16 mg kg⁻¹ ความยาว น้ำหนักหัว สัดส่วนเนื้อ/เปลือก ร้อยละของส่วนเนื้อและเปลือกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และองค์ประกอบทางเคมีขึ้นอยู่กั น้ำหนักสดที่นำเสนอความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 71.93 - 83.26 โปรตีนหยาบร้อยละ 1.42 - 1.74 ชี้อร ร้อยละ 0.80 - 1.16 ไขมันร้อยละ 0.13 - 0.17 เส้นใยดิบร้อยละ 3.80 - 4.02 และคาร์โบไฮเดรต ทั้งหมดร้อยละ 13.97 - 25.44 ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า *Dioscorea* spp. เป็นแหล่งของสารอาหารสำคัญ

ชนิดา พลานูเวช และคณะ (Chanida Palanuvej and et al. 2014 : 803 - 806) ได้ศึกษา ปริมาณสารไดออสคอร์อิน (Dioscorine) ของหัวกลอยอบแห้งในประเทศ ด้วยวิธีการ TLC-densitometry และ TLC Image Analysis โดยใช้หัวกลอยจาก 14 สถานที่ทั่วประเทศไทย ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสารไดออสคอร์อินในหัวกลอยอบแห้งที่ตรวจสอบด้วยวิธี TLC-densitometry และการวิเคราะห์ ภาพ TLC คือ ร้อยละ 0.72 ± 0.07 w / w และร้อยละ 0.66 ± 0.07 w / w ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณสูง กว่ารายงานการศึกษาที่พบก่อนหน้านี้ซึ่งใช้หัวสด (ร้อยละ 0.017 0.060 และร้อยละ 0.12 w / w) เนื่องจากไดออสคอร์อินมีความเป็นพิษ ดังนั้นการควบคุมปริมาณของสารชนิดนี้ในหัวกลอยจึงเป็น ประโยชน์ต่อผู้บริโภคทั้งในด้านเภสัชศาสตร์และโภชนาการ

กุลสินเห และรานาวีรี (Kulasinhe and Ranaweera. 2019 : 43 - 59) ได้วิจัยเรื่อง ลักษณะทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ และการเพิ่มมูลค่าของ *Dioscorea yams* วิจัยพบว่า ในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลก พบ *Dioscorea yams* จำนวนมากที่สำคัญทั้งชนิดเดียวกันและต่างชนิด ทำให้เกิดความแตกต่างด้านลักษณะทางกายภาพ คุณลักษณะทางเคมีและชีวภาพ *Dioscorea yams* ให้พลังงานสูง มีคาร์โบไฮเดรต พร้อมแร่ธาตุ วิตามิน และสารต้านอนุมูลอิสระทางโภชนาการทางอาหารในปริมาณสูงทำให้ *Dioscorea yams* มีคุณค่าทางโภชนาการและเป็นแหล่งอาหารที่ได้รับความนิยมไว้วางใจและให้พลังงานที่ปลอดภัย แต่ *Dioscorea yams* มักจะมีโปรตีนน้อย ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องรับประทานร่วมกับอาหารที่เป็นแหล่งโปรตีนเพื่อให้มีประโยชน์ต่อสุขภาพ สำหรับแร่ธาตุที่พบมากที่สุด ใน *Dioscorea yams* ได้แก่ โพแทสเซียม (K) แมกนีเซียม (Mg) โซเดียม (Na) สังกะสี (Zn) และธาตุเหล็ก (Fe) องค์ประกอบของมันเป็นแหล่งที่อาจแตกต่างกันไปด้วยปัจจัยหลายประการเช่น ชนิด อายุของหัว ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ สภาพดินและสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายของสภาพการปลูกและโรค นอกจากนี้ยังพบว่ามันเหล่านี้มีสารประกอบฟีนอลิกจำนวนมาก ประกอบด้วย ออกซาเลต สารยับยั้งอะไมเลส แทนนิน ไฮโดรเจนไซยาไนด์ และสารยับยั้งทริปซิน เช่น สารที่ต้านคุณค่าทางโภชนาการของอาหารซึ่งสามารถทำให้เสื่อมฤทธิ์ได้โดยการอบด้วยความร้อนขึ้น ในการปลูก *Dioscorea yams* ลงทุนไม่สูงแต่ได้ผลผลิตปริมาณมาก สามารถเพิ่มมูลค่าได้โดยการนำส่วนต่าง ๆ มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร การแปรรูปและการเก็บรักษาก็ไม่ยาก ดังนั้น *Dioscorea yams* จึงเป็นตัวเลือกที่ดี ที่จะแก้ไขปัญหาความขาดแคลนอาหาร ในโลก

งานวิจัยในประเทศ

สุพรรณษา ขำพวง และปรีชา วันเพ็ญ (2545 : 21 - 22) ได้วิจัยเรื่องการผลิตแป้งกลอยเพื่อศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการผลิตแป้งกลอยวิจัยพบว่า โดยการนำมาอบในตู้อบแบบสูญญากาศใช้อุณหภูมิในการอบที่ระดับ 60 และ 70 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ คือ 20 30 40 และ 50 ชั่วโมง พบว่า ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 20 ชั่วโมง มีความชื้นเท่ากับร้อยละ 6.51 แป้งที่ได้มีสีขาว ปราศจากกลิ่นกลอย และกลิ่นไหม้จากการอบแห้ง แป้งที่ได้จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการทำโดนัท เพราะมีลักษณะปรากฏที่ดีกว่าแป้งกลอยที่อบในอุณหภูมิและเวลาอื่น ๆ โดยแป้งกลอยที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 30 40 และ 50 ชั่วโมง อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 20 30 40 และ 50 ชั่วโมง มีลักษณะปรากฏที่ไม่ดี คือ มีสีขาวหม่นจนถึงสีขาวหม่นออกเหลือง และมีกลิ่นไหม้จากการอบของแป้งกลอย เมื่อนำไปทำเป็นโดนัท จึงทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ปิติพร ฤทธิเรืองเดช (2546 : 207) ได้ศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพและเคมีกายภาพของแป้งท้าวยายม่อม และการนำไปใช้ประโยชน์ในขนมชั้น โดยการเปรียบเทียบคุณสมบัติของ

แป้งท้าวยายม่อมที่ผลิตได้ในระดับห้องปฏิบัติการกับแป้งที่จำหน่ายตามท้องตลาดอีก 4 ชนิด คือ แป้งท้าวยายม่อม (ร้านชูถิ่น) แป้งท้าว (ตราปลามังกร) แป้งมันสำปะหลัง (ตราปลามังกร) และแป้งข้าวเจ้า (ตรานิวเกรด) ผลการทดลองพบว่า ขนมน้ำข้นที่มีส่วนผสมของแป้งท้าวยายม่อมที่ผลิตเองจะมีลักษณะเด่น คือ มีความสามารถในการคืนตัวกลับสู่สภาพเดิมหรือความยืดหยุ่นสูงกว่าขนมน้ำข้นที่มีส่วนผสมของ แป้งท้าวยายม่อมและมันสำปะหลัง

สันตทิพย์ ปัญจอนันท์, วิทวัส จิรนนทกุล และศุภฤกษ์ อุดภาพ (2557 : 185 - 197) ได้ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพ และ โครงสร้างโมเลกุลของแป้งกลอย (*Dioscorea hispida* Dennst.) และ แป้งมันมือเสือ (*Dioscorea esculenta* (L.) Burkill) วิจัยพบว่า แป้งกลอยมีองค์ประกอบทางเคมีคิดเป็นร้อยละ ได้แก่ โปรตีน (2.39 ± 0.01) ไขมัน (0.11 ± 0.00) เกลือ (0.18 ± 0.07) ฟอสฟอรัส (52.10 ± 2.70) และอะไมโลส (19.74 ± 0.03) แป้งกลอยและแป้งมันมือเสือมีขนาดและรูปร่างของเม็ดแป้งแตกต่างกันเล็กน้อย โดยมีลักษณะใกล้เคียงกับแป้งข้าว แป้งมันมือเสือมี Peak Viscosity และ Retrogradation สูงกว่าแป้งกลอยแต่ Pasting Temperature ต่ำกว่าแป้งกลอยเล็กน้อย แป้งมันมือเสือมีการพองตัวและปลดปล่อยอะไมโลสออกมามากกว่าแป้งกลอย จากรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้ง เมื่อให้ความร้อนพบว่า แป้งกลอยมีความหนืดค่อนข้างคงที่ ไม่พบ Breakdown และคืนตัวต่ำ จึงเหมาะในการนำไปใช้เป็นสารให้ความข้นหนืดในอาหาร

จันทร์เจตนาถย สังเกตกิจ และคณะ (ออนไลน์. 2558) ได้วิจัยเรื่อง สมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งท้าวยายม่อม และสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ซึ่งวิจัยพบว่า หัวท้าวยายม่อมที่ปอกเปลือกและแป้งท้าวยายม่อมมีความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย เกลือ คาร์โบไฮเดรตที่ร่างกายย่อยได้ คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด และสตาร์ชทั้งหมด ร้อยละ 65.79 0.63 4.23 6.59 7.13 17.34 22.22 และ 6.83 ตามลำดับ และร้อยละ 12.85 0.55 0.81 2.79 0.61 82.39 85.18 และ 80.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แป้งท้าวยายม่อมมีปริมาณอะไมโลส 18.69 เปอร์เซ็นต์ ค่าออสโมติคิตี 0.29 ค่าสี N 9/0.5 สีขาว ออกซาเลทที่มีในหัวท้าวยายม่อมและแป้งท้าวยายม่อมส่วนใหญ่อยู่ในรูปของออกซาเลทที่ละลายน้ำได้ ปริมาณออกซาเลททั้งหมดในหัวท้าวยายม่อมที่มีเปลือกมีค่ามากกว่าหัวท้าวยายม่อม ที่ปอกเปลือก 3.17 และ 1.70 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสดตามลำดับ แป้งท้าวยายม่อมมีปริมาณออกซาเลททั้งหมด 0.16 เปอร์เซ็นต์ พฤติกรรมความหนืดของแป้งท้าวยายม่อมมีลักษณะคล้ายกับแป้งมันสำปะหลัง มีค่าความหนืดสูงสุด (Peak) ความหนืดสุดท้ายของช่วงการทำให้เย็น (Final Viscosity) และเซตแบค (Setback) มีค่า 1718.70 1040.30 1093.00 และ 409.33 BU และ อุณหภูมิเริ่มเกิดเพสท์ คือ 69.83 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามแป้งท้าวยายม่อมมีความคงตัวของเจลดีกว่าแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความหย่อนโค้ง 25.11 และ 55.94 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เกิดจากการย่อยแป้งท้าวยายม่อม แป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลัง

ที่ 0 30 60 90 120 150 และ 180 นาที ใน 3 สถานะ คือ แป้งดิบ แป้งสุก และแป้งสุกที่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเปรียบเทียบการย่อยขนมปังขาว พบว่า ลักษณะการย่อยแป้งสุกของ แป้งเท้ายายม่อมจะใกล้เคียงกับแป้งมันสำปะหลัง แป้งที่มีสถานะสุกจะถูกย่อยได้เร็วที่สุด รองลงมา คือ แป้งดิบและแป้งสาปะหลังสุกทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากการทดลองผลิตขนมบัวหิมะจากแป้ง เท้ายายม่อม โดยการทดแทนแป้งข้าวเจ้า 30 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแป้งข้าวเจ้า จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้ผ่านการฝึกทั้งหมด 30 คน ใช้วิธี ทดสอบแบบ 9 - point Hedonic Scale พบว่า ขนมบัวหิมะจากแป้งเท้ายายม่อมได้รับการยอมรับ ในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ลักษณะภายนอก และ ความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับขนมบัวหิมะที่ใช้เฉพาะแป้งข้าวเจ้า โดยมีความชอบอยู่ระหว่าง 6.50 - 7.56 ซึ่งหมายถึง ชอบปานกลางถึงชอบมาก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี