2. ได้ข้อมูลของสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตก๋วยเตี๋ยวอบแห้งจากแป้งแห้ว

3. กลุ่มเกษตรกรสุพรรณบุรีที่ปลูกแห้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตสินค้าของตนเอง

4. องค์ความรู้พื้นฐานสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตปริมาณมาก เพื่อศึกษาปัญหาและหาแนวทางแก้ไข

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature review)

1. แห้ว

1.1 ประวัติความเป็นมาของแห้วจีน

แห้ว หรือ แห้วจีน มีชื่อภาษาอังกฤษว่า วอเทอร์นัท (Warternut) หรือ ไชนิสวอเทอร์เชสต์นัต (Chinese water chestnut) หรือ มาไต (Matai) แห้วจีนเป็นพืชดั้งเดิมของแถบร้อนชื้นเองตามธรรมชาติ ในประเทศทางแถบเอเชียตะวันออกมีการนำแห้วจีนมาปลูกเป็นครั้งแรกในประเทศทางแถบอินโดจีน หรือจีนภาคตะวันออกก่อน ปัจจุบันมีการปลูกแห้วจีนเป็นการค้าในประเทศจีน ฮ่องกง ฟิลิปปินส์ สหรัฐอเมริกา (ฮาวาย) อินเดีย อเมริกาใต้ และประเทศไทย ไม่ทราบแน่ชัดว่ามีการปลูกแห้วจีนเป็นการค้าในประเทศไทยเมื่อใด แต่มีผู้นำแห้วจีนมาปลูกที่จังหวัดเชียงรายนานมาแล้ว และได้นำมาปลูกในเขตอำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี เมื่อปี พ.ศ. 2493 ปรากฏว่าปลูกได้ผลดีได้ผลผลิตหัวสดถึงไร่ละ 4,000 กิโลกรัม ราคาในขณะนั้นกิโลกรัมละ 12 – 15 บาท ทำกำไรมากมายให้แก่ผู้ปลูก จึงมีการปลูกแห้วจีนเพิ่มขึ้นขยายเนื้อที่ออกไป ทำให้ราคาลดลงเรื่อย ๆ จนเหลือราคากิโลกรัมละ 2 บาท ในปี พ.ศ. 2510 การขยายเนื้อที่ปลูกจึงไม่กว้างขวางออกไปมากนัก แต่ก็ยังมีผู้นิยมปลูกแห้วจีนกันอยู่มากพอสมควร ปัจจุบันมีการปลูกแห้วจีนมากแถวสองฝั่งแม่น้ำท่าจีน(กรมส่งเสริมการเกษตร, มปป.)

สำหรับจังหวัดสุพรรณบุรี แหล่งปลูกที่สำคัญ คือ อำเภอศรีประจันต์ ซึ่งมีเนื้อที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในเขตตำบลวังยาง ตำบลมดแดง และตำบลศรีประจันต์ ซึ่งมีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 400 – 450 ถัง/ไร่ หรือประมาณ 5,000 – 6,000 กิโลกรัม (สไวและคณะ, 2523)

1.2 ลักษณะโดยทั่วไปของแห้วจีน

แห้วจีน เป็นพืชปีเดียวและเป็นพืชเขตร้อน ขึ้นในน้ำเหมือนข้าว ลำต้นแข็ง อวบ ลำต้นกลวง ตั้งตรงมีความสูง 90 – 110 เซนติเมตร ต้นเล็กเรียวคล้ายต้นหอม หรือใบกก หรือใบหญ้าทรงกระเทียม ใบน้อย เป็นพืชที่ต้องมีน้ำหล่อเลี้ยงหรือมีการชลประทานดีตลอดระยะเวลาการเพาะปลูก ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 6 - 8 เดือน (กรมส่งเสริมการเกษตร, มปป.) หัวเป็นประเภทคอร์ม (CORM) มีสีน้ำตาลไหม้ หัวกลมลักษณะคล้ายหอมหัวใหญ่ แต่มีขนาดเล็กกว่ามาก มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 – 4 เซนติเมตร เนื้อสีขาว (สไวและคณะ, 2523)

1.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

แห้ว หรือ แห้วจีน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า เอลิโอชาริสดัลซิส ทริน (Eleocharisdulcis Trin) มีชื่ออื่นอีก ได้แก่ อี ทูเบอโรซา ชุลท์ (E. Tuberose Schult.) หรือ ซี ปุส ทูเบอโวรซัส รอกซ์(Scirpus tuberosus Roxb.) อยู่ในตระกูลไซเปอราซี (Cyperaceae) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เป็นกกชนิดหนึ่งคล้ายกับหญ้าทรงกระเทียม แต่เป็นคนละชนิด (Speice) กัน แห้วจีนเป็นพืชปีเดียว ลำต้นแข็ง อวบ ลำต้นกลวงตั้งตรง มีความสูง 90 – 110 เซนติเมตร ดอกเกิดที่ยอดของลำต้น ดอกตัวเมียเกิดเมื่อต้นสูง 15 เซนติเมตร เหนือน้ำแล้วจึงเกิดดอกตัวผู้ตามมา เมล็ดมีขนาดเล็ก รากหรือหัวเป็นพวกไรโซม หรือ คอร์ม (rhizomes or corms) มี 2 ประเภท หัวประเภทแรกเกิดเมื่อต้นแห้วจีนอายุ 6 – 8 สัปดาห์ ทำให้เกิดต้นแห้วขยายเพิ่มขึ้น หัวประเภทที่สองเกิดหลังจากแห้วออกดอกเล็กน้อย โดยทำมุม 45 องศากับระดับดิน หัวแห้วระยะเริ่มแรกเป็นสีขาว ต่อมาเกิดเป็นเกล็ดหุ้มสีน้ำตาลไหม้จนกระทั่งแก่หัวมีขนาดแตกต่างกัน ขนาดที่ส่งตลาด 2 – 3.5 เซนติเมตร ต้นหนึ่ง ๆ แตกหน่อออกไปมากและได้หัวประมาณ 7 - 10 หัว (สไวและคณะ, 2523)

1.4 ชนิดของแห้วจีน

นอกจากแห้วจีนแล้ว ยังมีแห้วทรงกระเทียม (Eleocharis dulcis) ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ อี ดัลซิส (E. dulcis) เป็นพืชพวก กก แทงไหลแตกหน่อขึ้นรวมกันเป็นหมู่ใหญ่ในพื้นที่น้ำท่วมขัง ลำต้นกลวงและมีเยื่อขั้น เป็นระยะสูง 30 – 39 เซนติเมตร หนา 3 – 7 มิลลิเมตร ใบเป็นปลอกหุ้มส่วนโคนของลำต้น ยาว 3 -20 เซนติเมตร ดอกเล็กออกรวมกันเป็นช่อที่ปลายลำมีกาบเล็กแบนบางเรียงเวียนสลับคลุม ขอบกาบเกยกัน ช่อดอก เป็นแท่งกลมปลายทู่ถึงแหลม ยาว 1.5 – 4 เซนติเมตร ผลเล็กมาก รูปมนกลมถึงรูปไข่กลับ แล้วยังมีแห้วซึ่งมีรูปร่างคล้าย ๆ กันนี้อีก 2 ชนิด ชนิดแรกเป็นแห้วป่าขึ้นอยู่ในน้ำนิ่ง หัวเล็กมาก สีเข้มเกือบดำบางทีเรียกว่า “ อี พลานทาจินี (E. plantaginea) หรือ อี พลานทาจิโนอิเดช(E. plantaginoides) อีกชนิดหนึ่งเป็นชนิดที่ต้องปลูก แห้วชนิดนี้มีหัวใหญ่ มีรสหวาน เดิมทีเดียวจัดไว้ต่างชนิดออกไป คือ เรียกว่า อี ทูเบอโรซา (E. tuberosa) ปัจจุบันจัดเป็นชนิดเดียวกัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, มปป.)

1.5 ประโยชน์

สไวและคณะ(2523) ได้สรุปถึงประโยชน์ของแห้วไว้ว่า เนื้อแห้วสีขาวกรอบใช้รับประทานสด บรรจุกระป๋อง ต้มน้ำหรือต้มทำขนม หรือใช้ประกอบอาหารก็ได้ ส่วนใหญ่นิยมนำไปใส่ในอาหารจีน ใช้ทำแป้งได้ หัวเล็ก ๆ ใช้เลี้ยงเป็ดไก่ ได้ดี นอกจากนี้หัวแห้วบางชนิดใช้ทำยา ส่วนต้นแห้วใช้เลี้ยงปศุสัตว์ ใช้ในการหีบห่อผลไม้ ใช้ทำตะกร้า ทอเสื่อ เป็นต้น

คุณค่าทางโภชนาการ แห้วมีวิตามินซีเล็กน้อย มีธาตุฟอสฟอรัสและแคลเซียม มีแป้ง โปรตีน และอื่น ๆ ใช้เป็นยา ใบตำพอกเหงือก แก้ปวดเหงือก ปวดฟัน หัว เป็นยาแก้ร้อนใน

กระหายน้ำ บำรุงธาตุ ขับน้ำนม สมานแผลในทางเดินอาหาร และกระตุ้นการทำงานของร่างกาย (กรมส่งเสริมการเกษตร, มปป.)

1.6 ลักษณะทั่วไปของแป้งแห้ว

วันชัย(2545) ได้กล่าวถึงแป้งแห้วหรือที่ชาวนครสวรรค์เรียกว่า "นวลแห้ว" ที่บดมาจากหัวแห้วที่เก็บมาจากท้องนาโดยเฉพาะ แป้งนวลแห้วก็เหมือนแป้งมันสำปะหลัง และเมื่อใส่น้ำลงไปและนำไปกวนสักพักหนึ่งจะมีสีเทาๆ กลายเป็นแป้งเหนียวๆ คล้าย กาวที่ทำจากแป้งมันสำปะหลัง เช่นกันเพียงแต่แป้งแห้วจะเกาะตัวกันแน่นกว่า แน่นจนเป็นแผ่นหนาเหมือนวุ้นที่เราสามารถเอามาซอยเป็นชิ้นเล็กๆ ได้แป้งแห้วนั้นคนจีนสมัยโบราณนิยมทำมาใช้เป็นอาหารหลายชนิด เช่น ราดหน้าต่างๆ และ ขนมบางชนิด เมื่อได้รับความร้อนแป้งจะสุกแบบแป้งเปียก และไม่คืนรูป

นอกจากนี้ องค์ประกอบทางเคมีของแป้งแห้วจากแห้วจีนนั้นยังมีโปรตีนค่อนข้างสูง คือ มีโปรตีนอยู่ 8.75 – 10.14 % (อรอนงค์, 2540) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนในแป้งสาลี ซึ่งอยู่ที่ปริมาณ 11 – 13 % (พิชยา, 2551) นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบของอะไมโลสค่อนข้างสูง (24.75 – 32.75%) ซึ่งใกล้เคียงกับ แป้งข้าวโพด และ แป้งสาลี ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าแป้งข้าวเจ้า (กรมส่งเสริมการเกษตร, มปป.)

2. เส้นอุด้ง

2.1 ความหมายของเส้นอุด้ง

อุด้งเป็นก๋วยเตี๋ยวชนิดหนึ่งของญี่ปุ่น โดยในก๋วยเตี๋ยวญี่ปุ่น 1 ชามนั้น ประกอบไปด้วยเส้นก๋วยเตี๋ยว น้ำซุปรสกลมกล่อม และเครื่องต่างๆ ปกติแล้ว การทำซุปแบบญี่ปุ่นจะ ไม่ใช้เนื้อสัตว์ แต่ใช้ปลาโอแห้ง (Katsuobushi) ซีอิ้วญี่ปุ่น (Shoyo) และสาหร่ายทะเล (Kombu) เป็นส่วนประกอบหลักแทน แต่ถ้าอยากจะให้เป็นซุปแบบข้นก็ใส่เต้าเจี้ยวบดลงไป (Eang, 2552)

Eang (2552) ได้อธิบายไว้ว่า เส้นอุด้งทำมาจากแป้งสาลีและเป็นก๋วยเตี๋ยวประเภทบะหมี่ชนิดหนึ่ง ลักษณะของเส้นกลมยาวสีขาว หนา นุ่ม มีลักษณะนุ่มกว่าเส้นโซบะผสมเกลือและน้ำเล็กน้อยนวดแล้วตัดเป็นเส้นยาวๆ อุด้งต่างจากโซบะ และราเมงตรงที่เวลากินไม่ต้องจุ่มเส้นในน้ำซุปก่อนรับประทาน ด้วยความที่มีขนาดเส้นใหญ่และเหนียวนุ่ม จึงให้ความอบอุ่นเป็นอย่างดีในฤดูหนาว

2.2 วัตถุดิบในการทำเส้นอุด้ง

2.2.1 แป้งสาลี ทำจากเมล็ดข้าวสาลี ลักษณะเป็นผงมีสีขาวเมื่อทำให้สุกจะมีลักษณะร่วนเหลว ไม่อยู่ตัวคุณภาพของแป้งสาลีขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนในเมล็ดขาวสาลี ซึ่งทำให้ได้ลักษณะของขนมต่างกัน(จิตธนา และคณะ, 2546) ส่วน สถาพร (2547) กล่าวว่าแป้งสาลี เป็นแป้ง ที่ได้จากเมล็ดของข้าวสาลี โดยใช้ส่วนที่เป็นเอนโดเสปอร์ม นำมาโม่ (milling) ให้เป็นผงละเอียด

องค์ประกอบหลักที่มีผลต่อคุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลี คือ สตาร์ชและโปรตีนในแป้งสาลี โดยคุณสมบัติหลักคือ การให้โครงร่างของผลิตภัณฑ์ (อรอนงค์, 2540) แป้งสาลีเป็นแป้งที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ จะมีโปรตีนอยู่ 2 ชนิด เป็นองค์ประกอบ คือ กลูเตนิน และไกลอะดิน (Glutenin และ Gliadin) ซึ่งเมื่อรวมตัวตัวกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม จะเกิดสารเรียกว่า กลูเต็น (Gluten) มีลักษณะเป็นยางเหนียวยืดหยุ่นได้ สามารถเก็บก๊าซทำให้เกิดโครงร่างแบบฟองน้ำ (พิชยา, 2551)

พิชยา(2551)และ อรอนงค์ (2540)ได้กล่าวชนิดของแป้งสาลี 3 ชนิดซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แป้งขนมปัง เป็นแป้งสาลีชนิดหนัก ที่ทำมาจากข้าวสาลีพันธุ์หนัก มีความเหนียวสูง เป็นแป้งที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง 12 - 14.5 % โม่จากข้าวสาลีชนิดเปลือกแข็ง (Dark Northern Spring หรือ Hard Red Winter) ถ้านำแป้งชนิดนี้มาล้างกลูเตนจะได้ตั้งแต่ 36 – 42 % แป้งชนิดนี้ดูดซึมน้ำได้มากกว่าแป้งชนิดอื่น ลักษณะของแป้งขนมปัง เนื้อแป้งจะหยาบเมื่อถูด้วยนิ้วมือทั้งสองนิ้วจะรู้สึกคล้ายกรวดเล็ก ๆ สีของแป้งจะออกเป็นสีครีม เมื่อใช้ฝ่ามือบีบจะไม่รวมกันเป็นก้อนง่าย แป้งชนิดนี้ เวลาต้องการทำให้ขึ้นฟู จะต้องใช้ยีสต์หรือแป้งเชื้อตัวที่ช่วยให้ขึ้นฟู (Leavening Agent) แต่ไม่สามารถใช้ผงฟูหรือเบคกิ้งโซดาได้ แป้งชนิดนี้สามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว ได้แก่ เส้นมักกะโรนี สปาเก็ตตี้ บะหมี่ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป แป้งเกี๊ยว และอุด้ง

2. แป้งอเนกประสงค์ เป็นแป้งที่มีโปรตีนสูงปานกลาง อยู่ระหว่าง 11 – 13 % เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสม โดยแป้งสาลีที่ทำมาจากข้าวสาลีชนิดหนัก - เบาผสมกันมักจะมีโปรตีนปานกลางประมาณ 10 – 11 % จึงเป็นแป้งที่เอาไปทำขนมหรืออาหารได้หลายอย่าง แป้งสาลีอเนกประสงค์มีราคาถูกที่สุด และหาซื้อง่ายกว่าแป้งสาลีชนิดอื่น ยี่ห้อที่มีจำหน่ายในไทย เช่น ตรากบ ตราว่าว ตราหัวกวาง เป็นต้น ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีคุณสมบัติทั้งของแป้งเค้กและแป้งขนมปังรวมกันตัวที่ช่วยทำให้ฟูอาจจะใช้ยีสต์หรือสารเคมีอื่น ๆ เช่น ผงฟู หรือโซดา แป้งชนิดนี้สามารถไปทำผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยว คือ บะหมี่

3. แป้งเค้ก เป็นแป้งที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำที่สุดในบรรดาแป้งสาลีทั้งหมด ประมาณ 7 – 8 % โม่จากข้าวสาลีชนิดเปลือกอ่อน คือ พวก U.S. Western White, Soft Red Winter White ยี่ห้อที่มีจำหน่ายในท้องตลาดในเมืองไทยเรา ก็เช่น ตราพัดโบก กิเลนแดง กิเลนเขียว ตราบัวแดง แป้งเค้กแบ่งออกเป็น 2 ชนิด จัดเป็นแป้งสาลี ที่ไม่เหมาะนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยว

โปรตีนในแป้งสาลี : ปริมาณโปรตีนในแป้งสาลีชนิดต่างๆมีไม่เท่ากันซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 8 – 13 % โปรตีนของแป้งสาลีมีองค์ประกอบที่ให้คุณสมบัติพิเศษในการยืดหยุ่น เนื่องจากมีปริมาณกลูเตนินและไกลอะดินมากใกล้เคียงกัน(อรุณีและคณะ, 2550) ซึ่งทั้งกลูเตนินและไกลอะดินเป็นส่วนผสมของกลูเตน กลูเตน จะทำให้โดหรือก้อนแป้งผสมมีกำลังที่จะอุ้มแก๊สที่ขึ้นฟูไว้ได้ ซึ่งจัดเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ส่วนไกลอะดินทำให้กลูเตนมีสมบัติในการยืดตัวและยืดหยุ่นได้

นั่นคือ กลูเตนินให้ความแข็งตัวกับกลูเตน และไกลอะดินซึ่งเป็นสารอ่อนและเหนียวจะเป็นตัวเชื่อม ดังนั้นไกลอะดินจะติดอยู่กับกลูเตนิน และป้องกันไม่ให้กลูเตนินถูกล้างออกไปในกระบวนการสกัดกลูเตนออกมา อรอนงค์(2550) กล่าวว่า เมื่อนวดแป้งกับน้ำมีผลทำให้โปรตีนทั้ง 2 รวมตัวกันกับน้ำกลายเป็นกลูเตนที่ให้ความยืดหยุ่นแก่โด เนื่องจากเกิดการเชื่อมโยงของพันธะทางเคมีหลายชนิด ได้แก่ พันธะโควาเลนต์ ไฮโดรเจน โพลาร์ ไมโพลาร์ วัลเดอร์วาลล์ และ พันธะข้ามของ ไดโซฟายด์ เฉพาะไดโซฟายด์นี้มีความเคลื่อนย้าย ก่อให้เกิดการยืดตัวของกลูเตนได้ เรียกว่าการเคลื่อนที่แบบบราวเนี่ยน (Brownian motion)

คาร์โบไฮเดรตในแป้งสาลี: องค์ประกอบที่สำคัญและมีปริมาณมากที่สุดในแป้งสาลีคือ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งได้แก่น้ำตาล สตาร์ช เซลลูโลส ฮีมิเซลลูโลส และเพนโทแซน เป็นต้น อรุณีและคณะ(2550) กล่าวไว้ว่าน้ำตาลในแป้งสาลีมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบอยู่น้อย เช่น น้ำตาลฟรักโทส กลูโคส ซูโคส มอลโทส และโอลิโกแซกคาไลน์ น้ำตาลที่มีอยู่ในแป้งนี้แม้ว่าจะมีปริมาณน้อยแต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งสาลีนั้น เช่น การเปลี่ยนสีของขนมเป็นสีน้ำตาล สตาร์ช มีอยู่ในแป้งสาลีในปริมาณมากที่สุดเนื่องจากเป็นอาหารสะสมในเมล็ดข้าวสาลีในส่วนเนื้อของเมล็ด มีสูตรโครงสร้างประกอบด้วย อะมิโลส และอะมิโลเพกติน โดยที่อะมิโลส คือ โพลิแซกคาร์ไรด์ ประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคสเรียงต่อกันด้วยพันธะแอลฟา 1, 4 กลูโคซิดิก จำนวน 500 - 2,000 ยูนิต ส่วนอะมิโลเพกติน คือ โพลิแซกคาร์ไรด์ ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสเรียงต่อกันเป็นกิ่งก้านสาขาเนื่องจากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ 2 แบบ คือ แอลฟ์ 1,4 กลูโคซิดิก และแอลฟา 1,6 กลูซิดิก ซึ่งแยกแขนงจากกลูโคสเส้นตรง ประมาณ 20 - 25 ยูนิต นอกจากนี้ โดยปกติเม็ดสตาร์ชจะไม่เปลี่ยนแปลงในน้ำเย็น แต่เมื่อนำส่วนผสมของสตาร์ชมาให้ความร้อนโครงสร้างของเม็ดสตาร์ชจะเริ่มเปลี่ยนแปลงเกิดการพองตัวขึ้น และมีความหนืดข้นขึ้น เรียกว่า เจลลาติไนซ์เซชั่น (gelatinization) โดยอุณหภูมิของการเริ่มหนืดข้นของสตาร์ชข้าวสาลีจะอยู่ระหว่าง 52 - 63 องศาเซลเซียส เมื่อทิ้งสตาร์ชหนืดข้นและใส่นี้ให้เย็นลงจะเกิดลักษณะขุ่นกลับคืน (retrogadration) ซึ่งเกิดเนื่องจากโมเลกุลของอะมิโนโลส ค่อยรวมตัวกันเป็นผลึก แยกกับส่วนที่เป็นน้ำออกมาถ้าเกิดช้า จะมีลักษณะตกตะกอน ถ้าเกิดเร็วจะมีลักษณะเป็นเจลขุ่น

เซลลูโลสมีในแป้ง หรือ ส่วนเนื้อของเมล็ดเพียง 0.3 % ดังนั้น เซลลูโลส จัดเป็นส่วนของเส้นใยอาหารในแป้งสาลีที่มีอยู่น้อยกว่าส่วนอื่นของเมล็ดข้าวสาลี ฮีมิเซลลูโลสและเพนโทแซน เป็นโพลิแซกคาร์ไรด์ที่ประกอบด้วยน้ำตาลมีคาร์บอน 5 และ 6 ตัวต่อกันโดย ฮีมิเซลลูโลสจะหมายถึงส่วนที่ไม่ละลายน้ำ และเพนโทแซนจะหมายถึง ส่วนที่ละลายน้ำ เนื้อของเม็ดจะมีฮีมิเซลลูโลสประมาณ 2.4 % ซึ่งจะอยู่ในส่วนของสลัจ (sludge) ในขั้นตอนการสกัดสตาร์ชจากแป้ง โดยการหมุนเหวี่ยงส่วนผสมของน้ำจากสตาร์ชที่ได้หลังจากแยกกลูเตนออกไปแล้ว สำหรับเพนโทแซนจะมีอยู่ในแป้งประมาณ 2 – 3 % (อรุณีและคณะ, 2550)

ไขมันในแป้งสาลี : อรุณีและคณะ(2550) สรุปว่า ข้าวสาลีทั้งเมล็ดมีไขมันอยู่ 2.30 % เมื่อนำมาโม่ให้ได้ส่วนต่าง ๆ แล้วส่วนแป้งคุณภาพดีจะมีไขมันต่ำกว่าแป้งคุณภาพรองลงมา และส่วนของรำและคัพภะจะมีไขมันมากที่สุด ชนิดหรือชั้นของไขมันที่พบในแป้งมีหลายชนิด และเป็นองค์ประกอบหลักของไขมัน คือ กรดไขมันอิสระตลอดจนไตรกลีเซอไรด์ชนิดต่าง ๆ รวมทั้งสเตอรอลต่าง ๆ กรดไขมันที่พบมากที่สุด คือ กรดลิโนเลอิก (52 – 65 %) รองลงมาคือ กรดพัลมาติก และโอเลอิก ส่วนกรดไมลิสติก มีในปริมาณน้อยมาก

แร่ธาตุในแป้งสาลี : ปริมาณแร่ธาตุทั้งหมดในรูปเถ้า (ash) ของแป้งสาลี มาจากปริมาณสารสกัดแป้งนั้น ปริมาณเถ้าจะมากขึ้น เมื่อสกัดแป้งออกมาจากเมล็ดมากขึ้น เนื่องจากแร่ธาตุมีมากในส่วนของเปลือกเมล็ดข้าวสาลีมากกว่าในเนื้อเมล็ด ดังนั้นยิ่งสกัดให้ได้แป้งมาก ก็จะยิ่งมีเถ้าเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ (อรุณีและคณะ, 2550)

วิตามินในแป้งสาลี : วิตามินที่อยู่ในแป้งสาลีและข้าวสาลี คือ วิตามินบีรวม และ วิตามินอีมาก ส่วนวิตามินเอมีอยู่ในปริมาณน้อยมาก (อรุณีและคณะ, 2550)

2.2.2 น้ำ เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญอีกตัวหนึ่งรวมหมายถึง น้ำในน้ำนม, หรือน้ำผลไม้ จะเป็นตัวทำหน้าที่รวมตัวกับโปรตีนในแป้งเพื่อให้เกิดกลูเต็น น้ำ แบ่งออกได้เป็น 6 ชนิด คือ น้ำอ่อน น้ำกระด้าง น้ำด่าง น้ำที่เป็นกรด น้ำเกลือ และน้ำที่มีสารแขวนลอย (วณายุและและ อรรถวิชช์, 2546) โดยหน้าที่ของน้ำที่มีต่อผลิตภัณฑ์คือ

1. ทำให้เกิดกลูเตน
2. ช่วยควบคุมความหนืดของโด ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ของน้ำที่ใช้
3. น้ำช่วยควบคุมอุณหภูมิโด
4. น้ำช่วยละลายเกลือ และโปรตีนที่ละลายน้ำได้เป็นเนื้อเดียวกัน
5. น้ำจะทำให้สตาร์ชเปียกและเกิดการพองตัว ทำให้ย่อยง่าย

2.2.3 เกลือ (วณายุและคณะ, 2546)

เกลือที่ใช้ได้แก่เกลือแกงหรือโซเดียมคลอไรด์(NaCI) โดยหน้าที่ของเกลือต่อผลิตภัณฑ์คือ

1. ทำให้อาหารมีรสดี
2. ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป
3. ช่วยให้กลูเตนมีกำลังในการยืดตัว

3. การทำแห้ง

3.1 หลักการอบแห้ง

การอบแห้ง หมายถึง กระบวนการให้ความร้อนกับวัสดุหรือชิ้นส่วนของอาหารที่มีลักษณะเป็นของแข็ง เพื่อให้ของเหลวหรือตัวทำละลายโดยทั่วไปคือน้ำระเหยออกไป (วิวัฒน์และคณะ, 2548) ซึ่งการอบแห้งทั่ว ๆไปอาศัยหลักการที่ว่า ปริมาณน้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในอาหารสูง

ๆ จะทำอาหารเน่าเสียง่าย เนื่องจากจุลินทรีย์และปฏิกิริยาเคมี ดังนั้นการนำน้ำออกจากอาหารจนมีความชื้นพอเหมาะจะทำให้อาหารนั้นเก็บรักษาได้นานขึ้น (สมบัติ, 2529) ทั้งนี้หลักการของการอบแห้งอาหาร จะเกี่ยวเนื่องกับจุดประสงค์ของการอบแห้งซึ่งการอบแห้งมีจุดประสงค์หลักอยู่ 2 ประการ คือ

1. เพื่อต้องการลดปริมาณน้ำในอาหารและเพื่อป้องกันการเน่าเสียของอาหารเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ ปริมาณความชื้นในอาหารที่จะป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์โดยทั่วไปควรดึงน้ำออกจนน้ำในอาหารเหลือต่ำกว่าร้อยละ 10 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารเป็นสำคัญ

2. เพื่อต้องการลดน้ำหนักของอาหาร เป็นการเพิ่มความสะดวกต่อการขนส่ง เนื่องจากการขนส่งผลิตภัณฑ์บางชนิดในสภาพของสดจะใช้เนื้อที่มากและการดูแลรักษาลำบาก ถ้าทำเป็นอาหารแห้งแล้ว การบรรจุขนส่งก็จะสะดวกและประหยัดขึ้น (สมบัติ, 2529)

3.2 ปัจจัยในการควบคุมการอบแห้ง

โดยทั่วไปการทำอาหารให้อยู่ในสภาพแห้ง นิยมใช้อัตราการทำแห้งที่เร็วที่สุด วราวุฒิ (2539) ได้อธิบายไว้ว่า ปัจจัยที่จะทำให้อัตราการส่งถ่ายความร้อนและมวลเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมีดังนี้

1. พื้นที่ผิว (surface area) อาหารที่มีลักษณะเป็นชิ้นเล็ก เบนหรือบาง จะถูกทำให้แห้งได้อย่างรวดเร็ว เพราะเกิดการส่งถ่ายความร้อนและมวลเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วเนื่องจาก ประการแรกเมื่ออาหารมีพื้นที่ผิวมากทำให้อาหารมีพื้นที่สัมผัสกับความร้อนมากขึ้น และพื้นที่ที่จะสูญเสียความชื้นก็มีมากขึ้นเช่นกัน ประการที่สอง ถ้าอาหารมีลักษณะเป็นชิ้นเล็ก แบนหรือบาง จะช่วยลดระยะเวลาที่ความร้อนจะซึมผ่านเข้าบริเวณกึ่งกลางของอาหารเพื่อสัมผัสอาหารและระเหยออกไป

2. อุณหภูมิ (Temperature) อัตราการส่งถ่ายความร้อนเข้าไปในอาหารยิ่งเร็วขึ้น หากมีความแตกต่างกันมากของอุณหภูมิระหว่างอาหารและสื่อความร้อน และลมที่อุณหภูมิสูงที่อยู่โดยรอบของอาหารที่กำลังทำให้แห้งสามารถจับความชื้นที่กำลังออกมาจากอาหารนั้นได้สูงกว่าเมื่อใช้ลมที่อุณหภูมิต่ำ

3. ความเร็วลม (air velocity) อากาศที่เคลื่อนที่ในอัตราเร็วจะมีผลต่อการทำแห้งมาก เพราะอากาศจะดึงเอาความชื้นที่ผิวอาหารออกไปและยังป้องกันไม่ให้เกิดอากาศที่อิ่มตัวด้วยน้ำอีกด้วย

4. ความแห้งของอากาศ (dryness of air) ถ้าอากาศที่ใช้ทำแห้งเป็นลมที่อยู่ในสภาพแห้งมาก จะช่วยให้อัตราการทำแห้งรวดเร็วขึ้น อากาศแห้งสามารถดูดซึมและเก็บความชื้นได้มากกว่าอากาศปกติแล้วอาหารแต่ละชนิดจะมีค่าความชื้นสัมผัสที่สมดุลเฉพาะของอาหารชนิดนั้น ๆ ซึ่งเป็นความชื้นที่อุณหภูมิที่กำหนดให้ โดยที่อาหารไม่สูญเสียความชื้น อาหารยังคงอยู่ในสภาพแห้งได้ก็ต่อเมื่ออาหารนั้นอยู่ในระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำกว่าความชื้นของบรรยากาศ และพบว่าเมื่อ

อาหารมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สมดุลสูงกว่าระดับความชื้นของบรรยากาศนอกจากจะไม่สามารถทำให้แห้งได้แล้ว อาหารนั้นยังดูดความชื้นเข้าไปในอาหารด้วย

5. ความดันบรรยากาศและสภาพสุญญากาศ (atmospheric pressure and vacuum) ปกติน้ำจะเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ที่ความดันหนึ่งบรรยากาศ แต่เมื่อลดความดันลงพบว่า น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ดังนั้นถ้านำอาหารไปผ่านความร้อนภายใต้สภาวะสุญญากาศ จะสามารถดึงความชื้นออกจากอาหารได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าที่ไม่ใช่สุญญากาศ ซึ่งปัจจัยนี้มีความสำคัญต่อการทำแห้งอาหารที่ไวต่อความร้อน เพราะอุณหภูมิที่ในการทำแห้งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าและใช้เวลาสั้น

6. เวลาและอุณหภูมิ (time and temperature) การทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งโดยอาศัยความร้อนมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะคำนึงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพราะส่วนประกอบของอาหารจะสูญเสียสภาพได้ง่ายเมื่อกระทบความร้อน ดังนั้นจึงต้องมีการเลือกใช้อัตราการทำแห้งให้เหมาะสมโดยมีการควบคุมเวลาเพื่อรักษาคุณสมบัติของอาหาร

2.4 การศึกษาความข้นหนืดของน้ำแป้ง

ดุษฎี(2552) สรุปว่า การติดตามความหนืดของน้ำแป้งสุก (paste) มีหลายวิธี การเลือกเครื่องมือใดนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ ที่ใช้กันแพร่หลายและพบเห็นมากที่สุด คือ เครื่อง Brabender amylograph การวัดความข้นหนืดด้วยเครื่องบราเบนเดอร์ วิสโคกราฟ (Brabender Viscograph) เป็นวิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความข้น หนืดของแป้งในระหว่างการให้ความร้อน จนถึงขั้นตอนการทำให้เย็น และแสดงผลในรูป ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความข้นหนืดและอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ในขณะที่ราณี (2537) กล่าวว่า เครื่องบราเบนเดอร์ วิสโคกราฟ เริ่มเข้ามามีบทบาทในการตรวจสอบคุณสมบัติ ของแป้งและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งในช่วงปี ค.ศ.1930-1939 โดยในระยะแรกเริ่ม ถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาคุณสมบัติแป้งที่ผลิตจากข้าวไรย์ และควบคุมกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา-อะมิเลสในแป้งข้าวสาลีเสริมข้าวมอลต์

ขั้นตอนการทดสอบความข้นหนืด เริ่มจากการเตรียมน้ำแป้งในถ้วยทรงกระบอก ซึ่งมีการกวน โดยถ้วยหมุนด้วยความเร็วคงที่ตลอดเวลา และในขณะเดียวกันก็เพิ่มอุณหภูมิแก่น้ำแป้ง ในอัตราคงที่ จนถึงอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส และจะคงอุณหภูมินี้ไว้ประมาณ 15-30 นาที จากนั้น ลดอุณหภูมิลงในอัตราเท่ากัน จนถึงอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ขณะให้ความร้อนเม็ดแป้งจะพองตัวเกิดความข้นหนืดและแรงต้านการกวน แรงนี้จะถูกทำให้สมดุลด้วยสปริงในส่วนของ cartridge ซึ่งจะต่อเชื่อมกันโดยแกนในตัวเครื่อง และมีปากกาบันทึกค่าความข้นหนืดที่ เปลี่ยนแปลงไปตลอดการทดสอบ (ดุษฎี, 2552) โดยในการอ่านค่าต่างๆ ราณี (2537) ได้สรุปเป็นรายละเอียดคือ

1. ค่าอุณหภูมิที่น้ำแป้งเริ่มมีความข้นหนืดปรากฏ เรียกว่า Pasting Temperature (PT) เป็นอุณหภูมิเริ่มต้นของการเกิดเจลาติไนซ์

2. ค่าความข้นหนืดสูงสุด เรียกว่า Maximum Viscosity หรือ Peak Viscosity (PV) เกิดขึ้นเนื่องจากเม็ดแป้งที่พองตัวขึ้นเรื่อยๆตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น การที่เม็ดแป้งพองตัวเต็มที่จะทำให้มีความข้นหนืดสูงสุด เม็ดแป้งจะแตกออก สตาร์ชในเม็ดแป้งละลายออกมา ทำให้ความข้นหนืดค่อยๆลดลง

3. ค่าเซตแบค (Set Back : SB) เป็นผลต่างของความข้นหนืดที่ 50 องศาเซลเซียส กับค่า PV เกิดขึ้นเมื่อทำให้น้ำแป้งสุกเย็นลง สตาร์ชและชิ้นส่วนโมเลกุลขนาดเล็กที่แตกออกจาก เม็ดแป้ง จะเกิดการรวมตัวกันทำให้ความข้นหนืดกลับเพิ่มขึ้น ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า รีโทรเกรเดชัน (Retrogradation)

4. ค่าเบรกดาวน์ (Break Down : BD) เป็นผลต่างของความข้นหนืดสูงสุดกับ ความข้นหนืดสุดท้ายอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงถึงความคงตัวของน้ำแป้งหลังเกิดการแตกตัวในระหว่างการให้ความร้อน ถ้าค่า BD มาก แสดงว่าแป้งมีความคงตัวต่ำ จึงเกิด การแตกตัวได้ง่ายเมื่อโดนความร้อน

5. ค่าคอนซิสเทนซี (Consistency : CC) เป็นผลต่างของความข้นหนืดที่ 50 องศาเซลเซียส กับความข้นหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งข้าวด้วยเครื่องอะมิโลกราฟ พบว่า ค่า SB และ CC จะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับปริมาณอะมิโลสในข้าว นั่นคือ ถ้าข้าวมีค่า SB และ CC สูง แสดงว่า เป็นข้าวที่มีอะมิโลสสูง ส่วน BD จะมีความสัมพันธ์ ในทางลบกับปริมาณอะมิโลส อย่างไรก็ตาม ข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูง ที่มีค่าเจลอ่อน (soft gel consistency) จะมี PV, SB และ CC ต่ำกว่าข้าวที่มีค่าเจลแข็ง (hard gel consistency)

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยว และแห้ว

Xinhe (1996) ได้จดสิทธิบัตรเกี่ยวกับการทำเส้นก๋วยเตี๋ยวพร้อมบริโภคจากเผือกหอม โดยใช้เผือกหอมเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ผสมแป้งสาลีและสารเติมแต่ง ลักษณะผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ปรุงสุกที่ผ่ากนการทอด และทำให้แห้งพร้อมบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์

Daoxiang (1996) ได้จดสิทธิบัตรเกี่ยวกับการทำเส้นก๋วยเตี๋ยวพร้อมบริโภคจากแป้งข้าวที่มีกลิ่นและรสชาติดี มีต้นทุนต่ำ โดยมีส่วนผสมจากข้าว 90-94% เกลือ 1.5-2% น้ำมันพืช 1.5-2% gourmet powder 1-2% แป้งจากปลา 1-2%

Zibiao (1997) ได้จดสิทธิบัตรเกี่ยวกับการทำเส้นก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูปจากข้าวโพด โดยใช้เมล็ดข้าวโพดและเมล็ดถั่วเหลืองทำปฏิกิริยากับสาร เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง จากนั้นกำจัดสารออก บดกำจัดเปลือกและกรอง จากนั้นจึงผสมกับไข่สดและเกลือแกง ตัดเส้นก๋วยเตี๋ยวให้ได้รูปจึงนำมาให้ความร้อน ทำให้เย็นและอบ จะได้เส้นก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูป

ข้อมูลการผลิตและการตลาดแห้วจีน อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี (มปป.) กล่าวถึงแห้วที่นิยมปลูกมากในพื้นที่คือ แห้วจีนมีชื่อภาษาอังกฤษว่า Water nut หรือ Chinese water chestnut ประกอบด้วยส่วนที่กินได้ร้อยละ 46 โดยในหัวแห้วสด ประกอบด้วย ความชื้น 77.9% โปรตีน 1.53% ไขมัน 0.15% น้ำตาล1.94% แป้ง 7.34 แห้วจีนนิยมนำหัวมาใช้ประกอบอาหารและนำมา

ผลิตแป้งเพื่อใช้ในการผลิตอาหารหลากหลายชนิด (ผานิต,2549) โครงสร้างการตลาดของแห้วจีนจะขายในรูปแบบของแห้วจีนทั้งเปลือก ให้กับพ่อค้าคนกลางในท้องถิ่นและกรุงเทพฯ ตลอดจนพ่อค้าขายปลีกในจังหวัดอื่น และผู้บริโภคในตลาดกรุงเทพฯและต่างจังหวัด ส่วนโรงงานผลิตแห้วกระป๋องจะรับซื้อแห้วจีนที่ปอกเปลือกจากพ่อค้าในท้องถิ่นเอง ทำให้เกิดการผูกขาดเรื่องราคาของแห้วค่อนข้างมากในจังหวัดสุพรรณบุรี

ผานิต (2549) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งฟลาว์ พบว่าคุณภาพของแป้งฟลาว์และสตาร์ชจากแห้วจีนมีปริมาณอไมโลสค่อนข้างสูง โดยในสตาร์ชมีปริมาณอไมโลส 41% ส่วนแป้งฟลาว์ขนาด 100 mesh มีปริมาณอไมโลส 32.75%