บทนำ

ประเทศไทยนับว่าเป็นประเทศผู้ส่งออกน้ำตาลทรายรายใหญ่ของโลกโดยมีปริมาณการส่งออกน้ำตาลมากเป็นอันดับ 4 ของโลก คิดเป็นมูลค่าน้ำตาลทรายดิบถึง 2,647,300 ตัน (จากรายงานสถานการณ์น้ำตาลประจำเดือน กุมภาพันธ์ 2537 ฝ่ายนโยบายและเศรษฐกิจน้ำตาลสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย) นอกจากนี้เมื่อปี 2538 ที่ผ่านมาปริมาณการส่งออกของประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นเป็น 3,167,000 ตัน (ผลิตได้ 4,586,000 ตัน บริโภคภายในประเทศ 1,410,000 ตัน) ดังนั้นสำหรับราคาน้ำตาลทรายดิบในตลาดโลกซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 3-8 บาทต่อกิโลกรัม มูลค่าการส่งออกน้ำตาลทรายมีค่าถึง 9,501 - 25,336 ล้านบาท

ในปัจจุบันโรงงานผลิตน้ำตาลส่วนใหญ่ยังมิได้ให้ความสนใจในด้านการพัฒนาทางเทคนิคเท่าที่ควร ปัญหาด้านเทคนิคในการผลิตน้ำตาลมีอยู่ด้วยกันหลายประการ แต่ประเด็นที่ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิกในฐานะการควบคุมแบบอัตโนมัติและระบบผู้เชี่ยวชาญ (expert system) อาจจะเข้ามามีบทบาทช่วยในการแก้ปัญหาได้แก่ การประหยัดพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำแห้งและปัญหาการจับตัวเป็นก้อน(caking) ของน้ำตาลทรายซึ่งมักเกิดขึ้นในช่วงต้นฤดูการผลิต(ช่วงต้นหีบ)อยู่เสมอเนื่องจากโรงงานจะต้องรีบรับซื้ออ้อยจากชาวไร่เพื่อแข่งขันกับโรงงานอื่นๆทำให้ช่างเคี่ยวต้องรีบเร่งเคี่ยว ส่งผลให้ขนาดเม็ดน้ำตาลออกมาไม่คงที่และส่งผลต่อไปในขั้นตอนการทำแห้งน้ำตาลทราย ค่าความชื้นของน้ำตาลทรายแห้งที่ได้จึงมีค่าไม่สม่ำเสมอเสี่ยงต่อการจับตัวเป็นก้อนซึ่งต้องเสียเวลาในการนำกลับไปละลายและเคี่ยวเพื่อทำแห้งใหม่เป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน สำหรับมุมมองของการใช้พลังงานของโรงงาน เนื่องจากโรงงานต้องอาศัยพลังงานในการขับเคลื่อนเครื่องจักรกล ต้องใช้ความร้อนในกรรมวิธีต่าง ๆ ซึ่งพลังงานเหล่านี้อาศัยทั้งพลังงานจากเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าและกำลังไอน้ำ เครื่องผลิตไอน้ำที่มีประสิทธิภาพและการใช้ประโยชน์ของไอน้ำในโรงงานน้ำตาลนั้นเป็นสิ่งสำคัญมาก ทั้งทางด้านวิชาการและเศรษฐกิจ และภาวะสมดุลของความร้อนเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ของไอน้ำในโรงงาน รวมทั้งกากอ้อยที่ถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับเครื่องผลิตไอน้ำ ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆให้มีมูลค่าสูงกว่าการนำมาเผาเป็นพลังงานได้อีกหลายประการ (พลิกดูในภาคผนวก)

สิ่งที่เป็นปัญหาทางด้านเทคนิคเหล่านี้ แม้จะเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตพลังงานเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในจำนวนไม่มาก แต่เมื่อพิจารณาจากกำลังการผลิตในรูปของมูลค่าน้ำตาลทรายดิบที่กล่าวไว้เบื้องต้น ประกอบกับภาวะเศรษฐกิจถดถอยอย่างมากของประเทศในปี 2541 ค่าใช้จ่ายดังกล่าวจึงนับว่ามีจำนวนเป็นตัวเงินมากพอสมควร และหากมีแนวทางในการลดค่าใช้จ่ายเหล่านั้นลงด้วยการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติแบบใดก็ตาม จัดเป็นประเด็นที่ควรพิจารณา

เทคโนโลยีระบบควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิกที่พบในประเทศไทยจะมีในผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศทั้งสิ้นและมักใช้ในงานทางวิศวกรรม มีความเคลื่อนไหวในเทคโนโลยีแขนงนี้น้อยมากในประเทศของเรา ซึ่งอยู่ในรูปของการจัดประชุมทางวิชาการ และงานวิจัยอีกเพียงไม่กี่ชิ้น และจากการสืบค้นพบว่ายังไม่มีสถาบันอุดมศึกษาแห่งใดที่มีงานวิจัยหรือหัวข้อวิทยานิพนธ์ของนิสิต นักศึกษาที่นำหลักการของฟัซซี่ลอจิกมาใช้กับอุตสาหกรรมอาหาร แต่สำหรับในต่างประเทศ ได้มีผู้ริเริ่มพัฒนา นำเอาหลักการของฟัซซี่ลอจิกเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแล้ว ตัวอย่างผลงานที่เกี่ยวข้องในสาขานี้ เช่น มีการนำ FLC ไปใช้กับกระบวนการทำอาหารให้สุกด้วยวิธี extrusion process (Eerikainen และคณะ,1988) เนื่องจากไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในกระบวนการทำให้สุกชนิดต่างๆ กับคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้ ในปีเดียวกันมีผู้พัฒนาระบบตรวจวัดระดับความสุกของเนื้อวัวขึ้น โดยใช้การตัดสินแบบฟัซซี่ลอจิก ร่วมกับระบบวิเคราะห์ภาพดิจิตอล (a digital image processing system) ขึ้นที่มหาวิทยาลัยแห่งรัฐมิสซูรี่-โคลัมเบีย (Unklesbay, Keller,Subhangkasen,1988) กระบวนการทางชีวภาพในอุตสาหกรรมอาหารมีความซับซ้อน ไม่สามารถวัดค่าตัวแปรต่างๆได้ หรือไม่มีอุปกรณ์ตรวจวัดที่เหมาะสมจึงมีการใช้ FLC ร่วมกับประสบการณ์ของผู้ควบคุมเครื่องจักรในการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ (Czogala และ Rawlik,1989) ต่อมาในปี 1990 ณ มหาวิทยาลัยแห่งรัฐอิลลินอยส์ (University of Illinois) มีการออกแบบระบบต้นแบบสำหรับการควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิกขึ้นโดย Zhang,Litchfield เพื่อควบคุมคุณภาพข้าวโพดที่มักมีการแตกหักเสียหายของเมล็ดระหว่างการทำแห้ง (drying) โดยมีตัวแปร 2 ตัว คือ ค่าความชื้น และอุณหภูมิของการอบแห้งเพื่อควบคุมพัดลมระบายอากาศของเครื่องทำแห้ง จากนั้นปี 1991 มหาวิทยาลัย Guelph ในรัฐออนตาริโอ แคนาดา ได้มีการประยุกต์ใช้หลักการของฟัซซี่ลอจิกในการหมักเบียร์และเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์โดยใช้ "กฎ" ของฟัซซี่ลอจิกทำการสร้างแบบจำลองเพื่อการตัดสินใจ (modelling) ของผู้ทดสอบชิมความขมของเบียร์ มีการพัฒนาโรงอบผลิตภัณฑ์อาหารประเภทรมควันในระดับ pilot scale ที่ใช้ระบบฟัซซี่ลอจิกขึ้นโดยการปรับพัดลมที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิภายในโรงอบรมควันให้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ส่วนที่บริษัท Eaton Corp. หรือ Eaton's Cutter Hammer ได้พัฒนาระบบการตรวจวัดสีแบบฟัซซี่ขึ้นให้สามารถ "ฝึก" หรือ "เรียน" ได้โดยให้ผู้เชี่ยวชาญการทดสอบจริงกดปุ่มเมื่อผลิตภัณฑ์อาหารที่มีสีอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้วิ่งผ่านอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensors) ของเครื่อง ด้วยวิธีนี้เครื่องจะรับข้อมูลเข้าไปเพื่อใช้ตัดสินใจเลือกสีของผลิตภัณฑ์เมื่อนำไปใช้งานในกระบวนการผลิตจริงภายหลัง(Sperber,R.M.,1991) ต่อมามีการประยุกต์ใช้ FLC สำหรับกระบวนการทำให้ปลอดเชื้อแบบ High Temperature/Short time (HTST) (Shieh และคณะ,1992) จากนั้นมีการพัฒนาต่อสำหรับใช้กับกระบวนการผลิตแบบ

aseptic processing (HTST) เช่นกันโดย R.K.Singh และ F.Ou-Yang (Singh และ Ou-Yang, 1994) จากผลการประยุกต์ใช้ฟัซซี่ลอจิกในอุตสาหกรรมอาหารที่ได้กล่าวมาทั้งหมด มีคณะผู้วิจัยอยู่คณะหนึ่งที่น่าสนใจ คือ Q.Zhang และ J.B. Litchfield ที่ได้ทำการวิจัยในการนำฟัซซี่ลอจิกไปใช้ในกระบวนการควบคุมคุณภาพข้าวโพดระหว่างการทำแห้ง(Zhang และ Litchfield,1990) ดังปรากฏอยู่ในบทความของ Robert M. Sperber ในวารสาร Food Processing ปี 1991 ที่กล่าวมาข้างต้น ต่อมาพบว่าผู้วิจัยคณะเดิม(Zhang และ Litchfield,1991) ได้ตีพิมพ์บทความที่กล่าวถึงการใช้ทฤษฎีการคำนวณแบบฟัซซี่ลอจิกช่วยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งปกติการเลือกผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดนั้นทำได้ยาก เพราะปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกบางปัจจัยนั้นมีลักษณะที่คลุมเครือและ/หรือมีความขัดแย้งกัน และได้พิมพ์บทความเกี่ยวกับการใช้ฟัซซี่ลอจิกในระบบควบคุมและการใช้พัซซี่ลอจิกในการพยากรณ์การแตกหักของข้าวโพดออกมาอย่างต่อเนื่องอีก 2 ฉบับ ในปี 1992 (Zhang และ Litchfield, 1992b), (Zhang และ Litchfield,1992a) หลังจากนั้นผู้วิจัยคณะนี้ได้ตีพิมพ์บทความชิ้นใหม่ เกี่ยวกับการนำฟัซซี่ลอจิกไปใช้ควบคุมเครื่องทำแห้งแบบ continuous crossflow grain dryer สำหรับใช้กับเมล็ดข้าวโพด (Zhang และ Litchfield,1993)

จากประเด็นต่างๆที่กล่าวมา งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาโปรแกรมควบคุมเครื่องทำแห้งน้ำตาลทรายแบบ shelf dryer โดยใช้หลักการของฟัซซี่ลอจิก ขึ้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลการทำแห้งจริงของ shelf dryer ในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลทราย และเพื่อเปรียบเทียบผลการควบคุมจากเครื่องทำแห้งแบบฟัซซี่ลอจิก กับเครื่องควบคุมแบบ PI ที่มีอยู่เดิม โดยการจำลองสภาวะการควบคุม ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์