บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

โดยทั่วไปคนจะผูกพันกับกลิ่นบางอย่างของอาหารที่บริโภคและสีของอาหารนั้นก็มีอิทธิพลต่อการรับรู้กลิ่นของมนุษย์ด้วยเหตุนี้อุตสาหกรรมอาหารจึงได้มีการเติมสีลงในผลิตภัณฑ์อาหารของพวกเขานอกจากเหตุผลทางจิตวิทยา(Watson 1981)สีที่เติมเข้าไปจะช่วยให้มีการเพิ่มสีสันลักษณะปรากฏของอาหารให้เด่นชัดขึ้นความหลากหลายของอาหารที่มีสีต่างๆก็จะมีประโยชน์ทางด้านการค้าในการตอบสนองความชื่นชอบในอาหารประเภทต่างๆของผู้บริโภคจึงทำให้สีผสมในอาหารจึงต้องมีการทดสอบอย่างเข้มงวดเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค(Andrey 1994) แต่ละประเทศก็จะมีกฎหมายว่าด้วยเรื่องนี้โดยเฉพาะเพื่อกำหนดวิธีการใช้ ปริมาณการใช้ประเภทของอาหารที่ใช้ อันจะไม่ก่อให้เกิดอันตราย(Andrew 2000) ในประเทศสหรัฐอเมริกาสีที่ได้รับการรับรองให้ใช้กับอาหารจะเป็นประเภทดาย(dye) หรือ เลค(lake) ดายเป็นสีที่มีแหล่งกำเนิดจากพวกพืช ละลายได้ดีในน้ำใช้เป็นสีผสมในอาหารประเภทอบ เครื่องดื่ม ขนมหวาน ผลิตภัณฑ์นม(Albala 2002) ในขณะที่เลคจะมีส่วนผสมของสารอนินทรีย์ สารอินทรีย์ หรือโลหะบางอย่างอยู่ในองค์ประกอบคงตัวได้ดีกว่า เลคสามารถกระจายตัวได้ดีในน้ำมันใช้กับอาหารที่มีลักษณะของการเคลือบสี ลูกกวาด เค้ก โดนัท(Elizabeth 1992) ตัวอย่างสีที่ได้รับการรับรองในสหรัฐว่าสามารถใช้กับอาหารได้ในปี 2550 ได้แก่ brilliant blue FCF E133, indigotine E132, fast green FCF E143, allura red AC E129, erythrosine E127, tartrazine E102, และ sunset yellow FCF E110 ในการทดลองครั้งนี้ทำการทดลองโดยใช้สีที่ได้ยอมรับในการใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร(Albala 1992) การวัดการเปลี่ยนแปลงของสีเป็นการวิเคราะห์คุณภาพที่ทำได้โดยการเทียบกับแผ่นสีมาตรฐาน ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายสะดวกและรวดเร็ว แต่ต้องใช้แผ่นสีมาตรฐานทั้งชุดซึ่งมีราคาแพง จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในการวัดค่าสีผลไม้ชนิดหนึ่งๆ และอาจเกิดความผิดพลาดได้สูงจากการประเมินทางประสาทสัมผัสของแต่ละบุคคล การวัดสีโดยตรงด้วยเครื่องมือวัดสี เป็นการวัดที่มีความแม่นยำสูง และการวัดสีจากการวิเคราะห์ทางเคมี เช่น การหาปริมาณคลอโรฟิลล์ ถ้าพบปริมาณคลอโรฟิลล์สูงย่อมแสดงว่าผลิตผลนั้นมีสีเขียวมาก แต่การวัดสีด้วยวิธีนี้จะต้องทำการสกัดสารคลอโรฟิลล์จากตัวอย่าง ซึ่งเป็นการวิเคราะห์แบบทำลายตัวอย่าง(Daniel 1984)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การวิเคราะห์ทางสเปคโตรสโกปี

โดยปกติสสารสามารถดูดกลืนรังสีหรือแสง ได้แตกต่างกัน ทำให้วัตถุเหล่านั้นมีสีสันแตกต่างกัน ออกไปด้วยนักวิทยาศาสตร์สนใจคุณสมบัติดังกล่าว และนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและปริมาณ(Dubois 1956) โดยเฉพาะเทคนิคการวิเคราะห์ทางสเปคโตรสโกปี(Willard *et al*. 1984) ซึ่งเป็นการแยก การตรวจสอบ และการบันทึกของพลังงานที่เปลี่ยนไปเกี่ยวกับนิวเคลียส อะตอม ไอออน หรือโมเลกุล พลังงานที่เปลี่ยนไปเกิดจากการแผ่ออกไป การดูดกลืน การกระเจิง ของการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า หรือของอนุภาค เทคนิคนี้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์อย่างกว้างขวางโดยอาศัยการเกิดอันตรกิริยากับสารเหล่านี้ซึ่งเกิดเมื่อให้ลำแสงผ่านเข้าไปยังสารละลาย หรือวัตถุใดวัตถุหนึ่ง จะพบว่า บางส่วนของรังสีนั้นถูกดูดกลืน บางส่วนผ่านทะลุ บางส่วนเกิดการสะท้อนกลับ และบางส่วนเกิดการกระเจิงอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างพร้อมกัน สสารเมื่อมีการดูดกลืนรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในบางช่วงคลื่นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานของสสารนั้นขึ้นดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงอันตรกิริยาของสสารกับรังสี

รังสีที่ถูกดูดกลืน	การเปลี่ยนแปลงพลังงานที่เกี่ยวข้อง
Visible, UV หรือ X-ray	การเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับการสั่นและการหมุนในระดับอิเลคตรอน
Infrared	การเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับการสั่นและการหมุนในโมเลกุล
Far-infrared หรือ Microwave	การหมุนของโมเลกุล
Radio frequency	ยากต่อการสังเกตุเว้นแต่อยู่ภายใต้สนามแม่เหล็กที่เข้มข้นมากๆ

สเปคโตรสโกปีเป็นวิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสงหรือรังสีของสารซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 190-800 นาโนเมตร ซึ่งเป็นการวัดในช่วงความยาวคลื่นแสงอุลตราไวโอเลตกับวิสิเบิล โดยใช้วัดสารตัวอย่างได้แก่ สารประกอบเชิงซ้อนของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ทั้งที่มีสีและไม่มีสี สมบัติการดูดกลืนแสงของสารดังกล่าว สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ทั้งในเชิงคุณภาพและ

ปริมาณอย่างกว้างขวาง เนื่องจากวิธีนี้ให้ความถูกต้องแม่นยำดี และมีความไวต่อการตรวจวัดสูง โดยอาจทำการวิเคราะห์ในรูปของธาตุหรือโมเลกุล(Nelson 1944)

2.2.2 หลักในการหาปริมาณของสารกับปริมาณของแสงที่ถูกดูดกลืน

ในการวัดปริมาณของแสงที่ถูกดูดกลืนด้วยสารตัวอย่าง(Roe 1934) ทำได้โดยให้ลำแสงผ่านเข้าไปในสารตัวอย่าง แล้ววัดปริมาณของแสงที่ผ่านทะลุออกมาโดยเปรียบเทียบกับแสงที่ทะลุออกมาเมื่อไม่มีสารตัวอย่าง และหาปริมาณสารจากการดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่นเหมาะสม และอาศัยกฎของเบียร์และแลมเบิร์ต(Robyt and White 1990)ที่ว่าค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเข้มข้น ซึ่งจะเป็นไปตามกฎดังกล่าวหรือไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารที่วัดนั้นต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสมเช่นกัน ดังนั้นความถูกต้องในการวัดค่าการดูดกลืนแสงจะได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ความยาวคลื่น ซึ่งสารนั้นดูดกลืนแสงได้มากที่สุดจึงจะมีความถูกต้อง และแม่นยำมากที่สุด และควรวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น ซึ่งค่าโมล่าแอบซอฟติวิตี้ (molar absorptivity ; ε) มีค่าคงที่ ถ้า ε ไม่คงที่จะทำให้เกิดความเบี่ยงเบนไปจากกฎของเบียร์(Robyt and White 1990)

2.2.3 หลักการวิเคราะห์สีจากภาพถ่าย

เป็นกระบวนการที่จัดการข้อมูลของรูปภาพโดยคอมพิวเตอร์(Adobe Premere LE 1994) ทำได้โดยการแบ่งรูปภาพในแนวนอนให้เป็นบริเวณที่มีขนาดเล็กที่เป็นองค์ประกอบที่เล็กที่สุดของภาพเรียกว่าพิคเซล (pixel หรือ picture element) ในคอมพิวเตอร์ภาพใดๆ ที่แสดงได้โดยลักษณะดังกล่าวจะเป็นลักษณะกริด (digital grid หรือ bitmap) แต่ละพิคเซลในกริดจะถูกระบุโดยตำแหน่งตัวเลขของแถวในแนวนอนและคอลัมน์ในแนวตั้ง โดยกำหนดให้พิคเซลที่อยู่มุมบนด้านซ้ายสุดของของกริด ตำแหน่งของแถวในแนวนอนเท่ากับศูนย์ และคอลัมน์ในแนวตั้งเท่ากับศูนย์ ระบบการจัดการข้อมูลของรูปภาพโดยคอมพิวเตอร์ในการศึกษาในครั้งนี้ใช้ ระบบสีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน (RGB color model) ในระบบนี้(Image-Pro Plus 3.0 1997) สีแสดงในเทอมของปริมาณแสงสีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน เช่นสีแดงบริสุทธ์จะแสดงค่าของ 255/000/000 โดย 255 เป็นค่าสูงสุดของระดับแสงสีแดง โดยไม่มีค่าของแสงสีเขียว แสงสีน้ำเงินเจือปนเลย ดังนั้นค่าแสงสีเขียวคือ 000 เช่นเดียวกับค่าแสงสีน้ำเงินคือ 000 ดังนั้นค่าโดยรวมที่เป็นไปได้สูงสุดในระบบสีนี้คือ 256x256x256 ซึ่งจะเท่ากับ 16.7 ล้านสีโดยค่า 000/000/000 คือสีขาวและค่า 255/255/255 คือค่าสีดำ ในการทดลองนี้จะทำการวัดค่าพิคเซลของภาพที่วัดค่าในช่วง 0 ถึง 255 ของแสงสีเขียว เมื่อกล้องถ่ายภาพจับแสงที่ความยาวคลื่นที่ไม่ได้ถูกดูดกลืนไว้โดยวัตถุทำให้เกิดสีที่ปรากฏบนจอรับภาพหรือสีที่เรามองเห็น

ดังนั้นการวัดการดูดกลืนแสงโดยวิธีสเปคโตรสโคปีเป็นการวัดค่าของแสงในความยาวคลื่นที่ถูกสารมีสีดูดกลืนไว้ ส่วนการวัดค่าสีของสารโดยการวัดค่าตัวเลขในระบบแสงสีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน โดยคอมพิวเตอร์เป็นการวัดสีของแสงที่ไม่ถูกดูดกลืนโดยวัตถุที่ตรวจวัด(Robyt and White 1990) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สีของแสงในช่วงวิสิเบิล (400-800 nm) ที่ถูกดูดกลืนในแต่ละช่วงความยาวคลื่นแสง และปรากฏให้เห็นเป็นสีในช่วงความยาวคลื่นแสงที่ไม่ถูกดูดกลืน

ช่วงของความยาวคลื่นแสง (nm)	สีที่ถูกดูดกลืน	สีที่ปรากฏให้เห็น
380-420	ม่วง	เขียวเหลือง
420-440	ม่วงน้ำเงิน	เหลือง
440-470	น้ำเงิน	ส้ม
470-500	น้ำเงินเขียว	แดง
500-520	เขียว	ม่วง
520-550	เหลืองเขียว	ม่วงแดง
550-580	เหลือง	ม่วง
580-620	ส้ม	ม่วงน้ำเงิน
620-680	แดง	น้ำเงิน
680-780	ม่วงแดง	เขียว