บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. <u>การศึกษาภาวะและวิธีที่เหมาะสมในการสกัดน้ำแครอท</u>

1.1 การศึกษาระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกและเวลาที่เหมาะสมในในการลวกแครอท ต่อคุณภาพของน้ำแครอทที่สกัดได้

จากการศึกษาของ Stephens และคณะ (1971และ1974) ในการทำน้ำแครอทกระป๋องโดยการนำน้ำแครอทที่สกัดได้จากแครอทที่ผ่านการต้มในสารละลายกรดอะซิตริกเข้มข้น 0.05 N เป็นเวลา 1 5 15 และ 25 นาที และแครอทที่ผ่านการต้มในน้ำ เป็นเวลา 1 3 5 และ15 นาที บรรจุกระป๋องและฆ่าเชื้อด้วยความร้อน พบว่าน้ำแครอทกระป๋องที่ได้จากแครอทที่ผ่านการต้มในสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 0.05 N เป็นเวลา 5 นาทีไม่เกิดการตกตะกอน มีความสว่างของสีและปริมาณเบตาแคโรทีนมากกว่าน้ำแครอทกระป๋องตัวอย่างอื่น และจากการศึกษาของ Sawayama และคณะ (1987) ในการสกัดน้ำแครอทในภาวะที่มี pH ต่ำ จะทำให้น้ำแครอทที่สกัดได้มีเพคตินที่มีเปอร์เซ็นต์การเอสเทอริฟายด์สูงกว่าในภาวะที่ pH สูงกว่า มีผลให้การจับตัวกับแคลเซี่ยมและเกิดเป็นแคลเซี่ยมเพคเตทน้อยลง ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงศึกษาการลวกแครอทในสารละลายกรด จากการทดลองเบื้องต้นในการสกัดน้ำแครอทจากแครอทที่ผ่านการลวกแครอทในสารละลายกรดอะซิติก (ใช้ชิ้นแครอทที่มีขนาดความกว้าง 2.5 เซนติเมตร ที่เตรียมได้ตามบทที่ 2 เนื่องจากความร้อนแผ่กระจายถึงจุดกึ่งกลางชิ้นแครอทได้เร็วกว่าแครอททั้งผล ทำให้แครอทได้รับความร้อนไม่นานมาก รวมทั้งยังสามารถเตรียมได้ง่ายโดยการผ่าแครอท ออกเป็น 4 ส่วน) พบว่าน้ำแครอทที่สกัดได้มีกลิ่นของกรดอะซิติก ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงเลือกสารละลายกรดซิตริก เป็นตัวกลางในการลวกแครอท เนื่องจากกรดซิตริกไม่ทำให้เกิดกลิ่นในผลิตภัณฑ์น้ำแครอท โดยแปรความเข้มข้นแปรความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกเป็น 0.05 0.07 และ 0.10 N ในการลวกแครอท และแปรเวลาในการลวกแครอทที่อุณหภูมิ 90°C จนจุดกึ่งกลางชิ้นแครอทมีอุณหภูมิถึง 80°C เป็นเวลา 1 3 และ 5 นาที การที่ใช้อุณหภูมิในการลวก 90°C เนื่องจากในการทดลองเบื้องต้น พบว่าการลวกแครอทที่อุณหภูมิ 100°C จะทำให้เนื้อเยื่อแครอทนิ่ม จึงสกัดน้ำ

แครอท ด้วยเครื่องบดปั่นน้ำผลไม้ ยี่ห้อ VITA - MIX ได้น้อยมาก นำแครอทมาทำให้เย็น และสกัดน้ำแครอท ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ของน้ำแครอทที่สกัดได้ ดังแสดงในตารางที่ 7 - 19 ซึ่งสามารถแยกอธิบายได้ดังนี้

1.1.1 % juice yield จากผลการทดลอง พบว่าเวลาที่ใช้ในการลวกมีผลต่อ juice yield ของน้ำแครอทที่สกัดได้ อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 8) เมื่อเวลาในการลวกแครอทมากขึ้น น้ำแครอทที่สกัดได้จะมี % juice yield ลดลง น้ำแครอทที่สกัดได้จากแครอทที่ผ่านการลวกในสารละลายกรดซิตริก จนจุดกึ่งกลางชิ้นแครอทมีอุณหภูมิถึง $80^{\circ}C$ เป็นเวลา 1 นาที มี % juice yield มากที่สุด (65.773 ± 1.06 (%)) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 9) ทั้งนี้เนื่องจากความร้อนจะทำให้เนื้อเยื่อแครอทนิ่ม ทำให้สกัดน้ำแครอทผ่านผ้ากรองได้ยาก (Sim et al., 1993) และเมื่อเวลาในการลวกมากขึ้น เนื้อเยื่อแครอทจะนิ่มและขยายตัวมากกว่าที่เวลาลวกน้อยกว่า จึงทำให้สกัดน้ำแครอทได้น้อยลง

1.1.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด จากผลการทดลอง พบน้ำแครอทที่สกัดได้ทุกตัวอย่างมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 7) แสดงว่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกและเวลาที่ใช้ในการลวกแครอทไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำแครอทที่สกัดได้ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.625 - 7.160°Brix

1.1.3 ค่า pH ผลการทดลอง (ตารางที่ 11) พบว่าอิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกและเวลาในการลวกในการลวก มีผลต่อ pH ของน้ำแครอทที่สกัดได้ โดย pH ของน้ำแครอทที่สกัดได้มีแนวโน้มลดลง เมื่อความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกและเวลาที่ใช้ในการลวกเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 12 และ13) เนื่องจากความร้อนจะทำให้สาร pectic substance ในแครอทเปลี่ยนเป็น pectinic acid และเนื้อเยื่อแครอทดูดซับกรดไว้ (Stephen et al., 1971) ดังนั้นน้ำแครอทที่สกัดได้จากแครอทที่ผ่านการลวกในสารละลายกรดซิตริที่เข้มข้นมากขึ้นและใช้เวลาในการลวกเพิ่มขึ้น จึงมี pH ลดลงมากขึ้น

1.1.4 ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ (soluble fiber) พบว่าอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกและเวลาในการลวกแครอท มีผลต่อปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 10) พบว่าน้ำแครอทที่สกัดได้จากแครอทที่ผ่านการลวกในสารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 0.10 N จนจุดกึ่งกลางชิ้นแครอทมีอุณหภูมิถึง $80^{\circ}C$ เป็นเวลา 5 นาที มีปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้มากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันกับแครอทที่ลวกในสารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 0.10 N เป็นเวลา 3 นาที และเข้มข้น 0.05 N เป็นเวลา 3 และ 5 นาที ทั้งนี้

เนื่องจากผลของกรดและความร้อนในการไฮโดรไลซ์พันธะไกลโคซิดิกของ dietary fiber polysaccharides ทำให้สายโมเลกุลของ polysaccharides เป็นสายสั้นๆ ที่ละลายน้ำได้ มีผลให้ soluble fiber ของน้ำแครอทเพิ่มขึ้น (Svanberg et al., 1995) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bao และ Chang (1994) ซึ่งพบว่ากากแครอทที่ได้จากแครอทที่ผ่านการลวกในน้ำและในสารละลายกรดอะซิติก 0.05 N นาน 5 นาที จะมีปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้มากกว่าแครอทสด และกากแครอทที่ได้จากแครอทที่ผ่านการลวกในกรดอะซิตริกจะมีปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้มากกว่าแครอทที่ลวกในน้ำ

1.1.5 ค่าสี ซึ่งแสดงเป็นค่า L a b โดยค่า L แสดงความสว่าง (L_{100}= white , L_0 = black) ค่า a แสดงค่าสีแดง (+a = Red , a_0 = Gray , -a = Green) ค่า b แสดงค่าสีเหลือง (+b = Yellow , b_0 =Gray , -b = Blue) จากการทดลอง (ตารางที่ 14 และ 15) พบว่าเวลาที่ใช้ในการลวกมีผลต่อค่า L และ b แต่ไม่มีผลต่อค่า a ของน้ำแครอทที่สกัดได้ เมื่อเวลาในการลวกแครอทเพิ่มขึ้น ค่า L และ b ของน้ำแครอทที่สกัดได้มีค่าเพิ่มขึ้น โดยน้ำแครอทที่สกัดได้จากแครอทที่ผ่านการลวกในสารละลายกรดซิตริก จนจุดกึ่งกลางชิ้นแครอทมีอุณหภูมิถึง 80^0C เป็นเวลา 5 นาที มีค่า L และ b มากที่สุด (36.718 $\pm$0.53 และ 22.696 $\pm$ 0.47 ตามลำดับ) (ตารางที่ 16) ทั้งนี้เนื่องจากความร้อนที่ใช้ในการลวกจะทำลายส่วน chromoplast ซึ่งอยู่ในเนื้อเยื่อแครอท ทำให้สารแคโรทีน (carotenes) ที่เป็นรงควัตถุ (pigment) ให้สีส้มแดงอยู่ภายใน chromoplast ละลายในไขมันในรูปหยดไขมัน (droplets) เมื่อเนื้อเยื่อแครอทได้รับความร้อนนานขึ้น จะทำให้เกิดหยดไขมันสีเหลือง (yellow droplets) กระจายอยู่ภายในส่วนผนังเซลล์ (Purcell et al., 1969) เนื่องจากความร้อนมีผลในการทำให้สารแคโรทีนเกิดไอโซเมอร์ไรเซชั่น (isomerization) เพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลให้สารแคโรทีนโดยเฉพาะเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนเปลี่ยนโครงสร้างจาก trans - form เป็น cis - form เพิ่มขึ้น จะทำให้ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นต่ำกว่า ทำให้สารแคโรทีนเกิดการเปลี่ยนสีจากส้มแดงเป็นสีเหลือง (Gross,1991) ดังนั้นน้ำแครอทที่สกัดได้จากแครอทที่ผ่านการลวกในสารละลายกรดซิตริก จนจุดกึ่งกลางชิ้นแครอทมีอุณหภูมิถึง 80^0C เป็นเวลา 5 นาที มีค่า b (yellowness) มากที่สุด จึงมีผลให้ค่า L ซึ่งแสดงค่าความสว่างมีค่ามากด้วย เนื่องจากความเข้มของสีส้มแดงลดลง ส่วนค่า a จากการทดลองพบว่า ค่า a ของน้ำแครอทที่สกัดได้จากแครอทที่ผ่านการลวกในสารละลายกรดซิตริก จนจุดกึ่งกลางชิ้นแครอท มีอุณหภูมิถึง 80^0C เป็นเวลา 5 นาที มีค่า a น้อยกว่าที่เวลา 1 และ 3 นาที ตามลำดับ อาจเนื่องจากการสูญเสียสารแคโรทีน ซึ่งเป็นรงควัตถุให้สีส้มแดงทำให้ความเข้มของสีแดงในน้ำแครอทที่สกัดได้ลดลง

1.1.6 ปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีน จากผลการทดลองพบว่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกและเวลาที่ใช้ในการลวก มีผลต่อปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีน อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 17) และจากผลการทดลองจะเห็นว่าน้ำแครอททุกตัวอย่างที่สกัดได้จากแครอทที่ลวกในสารละลายกรดซิตริก จนจุดกึ่งกลางชิ้นแครอทมีอุณหภูมิถึง 80^{0}C เป็นเวลาเพิ่มจาก 1 นาที เป็น 3 นาที พบว่าปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากความร้อนมีผลช่วยในการสกัดเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนจาก chromoplast ให้ละลายในไขมันในรูปของหยดไขมัน (droplets) ได้เพิ่มขึ้น ทำให้สามารถสกัดสารเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนจากแครอทให้ละลายในน้ำแครอทได้เพิ่มขึ้น แต่ในขณะที่เมื่อเพิ่มเวลาในการลวกจาก 3 นาที เป็น 5 นาที ปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนของน้ำแครอททุกตัวอย่างมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อให้ความร้อนแครอทนานขึ้น มีผลให้สารแคโรทีนเกิดไอโซเมอไรเซชั่นเปลี่ยนโครงสร้างจาก trans - form เป็น cis - form เพิ่มขึ้น ทำให้วิเคราะห์ปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนในรูป trans - form ได้ลดลง (Klaui and Bavern feind, 1981) นอกจากนี้อาจเนื่องจากเมื่อใช้เวลาในการลวกแครอทในสารละลายกรดซิตริกเพิ่มขึ้น จะทำให้สารแคโรทีนที่ละลายอยู่ในหยดไขมันในเนื้อเยื่อแครอท ละลายออกมาสู่สารละลายกรดซิตริกที่ใช้เป็นด่วกลางในการลวก จึงทำให้สารแคโรทีนในน้ำแครอทลดลง และเมื่อพิจารณาปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนของน้ำแครอทที่สกัดได้จากแครอทที่ลวกเป็นเวลา 3 นาที ในสารละลายกรดซิตริกที่มีความเข้มข้นเพิ่มจาก 0.05 N เป็น 0.07 N พบว่าปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นของกรดมีผลในการทำลายผนังเซลล์ของแครอท ทำให้สามารถสกัดสารแคโรทีนอยด์จากเนื้อเยื่อแครอทได้เพิ่มขึ้น (DellaMonica and McDowell, 1965) และยังพบว่าน้ำแครอทที่สกัดได้จากแครอทที่ลวกในสารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 0.07 N มีค่าการดูดกลืนแสงมากกว่าน้ำแครอทตัวอย่างอื่น แสดงว่ามีลักษณะตลาวด์มากกว่า ซึ่งแสดงถึงการมีปริมาณของแข็งที่แขวนลอยมากกว่า (ตารางที่ 18) เป็นผลให้สารแคโรทีนและสารประกอบให้สีซึ่งดูดซับอยู่ในอนุภาคของแข็งที่แขวนลอยเหล่านี้ (Doesburg , 1987 ; Blanshard and MiChell, 1979) มีปริมาณมากขึ้นด้วย และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกจาก 0.07 N เป็น 0.10 N ปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนของน้ำแครอทที่สกัดได้มีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องจากผลของกรดที่เข้มข้นขึ้น มีผลให้เบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนเกิด epoxides isomerism ซึ่งเกิดจากการจับตัวของออกซิเจนตรงพันธะคู่ในส่วนของวงแหวนในโครงสร้าง เกิดเป็น β - carotene 5,6 - epoxide และ furanoid oxides

(5,8 - epoxide) (Goodwin, 1984) จึงทำให้ปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนในรูป trans - form ลดลง

1.1.7 ค่าการดูดกลืนแสง ซึ่งแสดงความคงตัวของความขุ่นของน้ำแครอท ทำโดยการนำน้ำแครอทที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น ($4^{0}C \pm 2^{0}C$) เป็นเวลา 0 4 และ 7 วัน เซนติฟิวส์ที่ความเร็ว 2500 รอบต่อนาที นาน 10 นาที นำของเหลวส่วนใสด้านบนเจือจาง 10 เท่า วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 nm ซึ่งเป็นวิธีการวัดค่าความคงตัวของงความขุ่นของน้ำส้ม (Castaldo et al., 1991) จากการทดลอง พบว่าค่าการดูดกลืนแสงของน้ำแครอททุกตัวอย่าง เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 0 4 และ 7 วัน มีความแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 18) ซึ่งแสดงว่าน้ำแครอททุกตัวอย่างมีความคงตัวของความขุ่นไม่แตกต่างกัน เนื่องจากน้ำแครอทที่สกัดได้ในภาวะ pH ต่ำ จะทำให้สามารถสกัดสารเพคตินที่มีเปอร์เซ็นต์การเอสเทอริฟายด์ที่สูงออกจากเนื้อเยื่อแครอทได้มากกว่าในการสกัดที่ pH สูง (Sawayama et al.,1987) มีผลให้เกิดการรวมตัวกับ divalent cation เช่น Ca^{2+} ได้น้อย ทำให้เกิดสารแคลเซี่ยมเพคเตทซึ่งไม่ละลายน้ำเกิดขึ้นได้น้อย น้ำแครอทจึงคงตัวไม่ตกตะกอน นอกจากนี้กระบวนการใช้ความร้อนในการลวกแครอท จะทำให้แป้งซึ่งเป็นเสมือน stabilizer ละลายในน้ำแครอทได้มากขึ้น ทำให้ตะกอนเกิดการกระจายตัว (Kertesz, 1951) และจากการทดลองเก็บรักษาน้ำแครอทแต่ละตัวอย่างไว้นานขึ้น พบว่าค่าการดูดกลืนแสงมีแนวโน้มลดลง แสดงว่าความคงตัวของความขุ่นลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้อนุภาคของแข็งที่แขวนลอยเกิดการตกตะกอนได้บ้างเล็กน้อย

1.1.8 การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำแครอท ด้วยการพิจารณาด้านสี ลักษณะความคงตัว กลิ่นแครอท และความชอบรวม โดยวิธีการทดสอบในเชิงพรรณนา (Structured Scaling) เพื่ออธิบายลักษณะนั้น ๆ ของน้ำแครอท ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน จากผลการทดลอง (ตารางที่ 19) พบว่าน้ำแครอททุกตัวอย่างได้รับคะแนนด้านสี ลักษณะความคงตัว และความชอบรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แสดงว่าน้ำแครอททุกตัวอย่างมีสี ลักษณะความคงตัว และความชอบรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกัน ส่วนคะแนนด้านกลิ่นแครอทของน้ำแครอทมีความแตกต่างกัน โดยเมื่อใช้เวลาในการลวกแครอทมากขึ้นในทุกระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริก น้ำแครอทที่สกัดได้มีกลิ่นแครอทลดลง โดยน้ำแครอทที่สกัดได้จากแครอทที่ผ่านการลวกในสารละลายกรดซิตริก จนจุดกึ่งกลางชิ้นแครอทมีอุณหภูมิถึง $80^{0}C$ เป็นเวลา 1 นาที มีคะแนนด้านกลิ่นแครอทมากกว่าที่เวลาลวกนาน 3 และ 5 นาที ทั้งนี้เนื่องจากกลิ่นแครอทเป็นสารที่ระเหยได้ ดังนั้นแครอทที่ผ่านการลวกเป็นเวลานานขึ้นจึงมีกลิ่นแครอทน้อยลง และจากผลการทดลองพบว่าน้ำแครอทที่มีกลิ่นแครอทมาก จะได้รับ

คะแนนด้านความชอบรวมน้อยลง เนื่องจากกลิ่นแครอทมีลักษณะเหม็นเขียว และผู้บริโภคคนไทยไม่คุ้นเคยกับกลิ่นแครอท ดังนั้นควรมีการปรับปรุงกลิ่นแครอทของน้ำแครอทที่สกัดได้

1.2 ศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการสกัดน้ำแครอท

จากการทดลองข้อ 1 พบว่าการลวกชิ้นแครอทในสารละลายกรดซิตริกที่มีความเข้มข้น 0.07 N จนจุดกึ่งกลางชิ้นแครอทมีอุณหภูมิถึง 80°C เป็นเวลา 3 นาที เป็นภาวะที่เหมาะสมในการลวกแครอทก่อนการสกัดน้ำแครอท ดังนั้นการศึกษาในขั้นนี้จึงทดลองสกัดน้ำแครอทจากแครอทที่บดก่อนลวก , แครอทที่บดหลังลวก และปรับ pH ด้วยสารละลายกรดซิตริก เพื่อเปรียบเทียบกับการลวกแครอททั้งชิ้นในสารละลายกรดซิตริก โดยแปรวิธีในการสกัดน้ำแครอทเป็น 3 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 ลวกแครอทในสารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 0.07 N จนจุดกึ่งกลางชิ้นแครอทมีอุณหภูมิถึง 80°C เป็นเวลา 3 นาที วางทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ บดและสกัดน้ำแครอท

วิธีที่ 2 บดแครอท ปรับ pH ของแครอทบดด้วยสารละลายกรดซิตริกที่มีความเข้มข้น 0.07 N ให้ได้ pH เท่ากับ 4.50 ให้ความร้อนแครอทบดจนถึงอุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 3 นาที ทำให้เย็น โดยการหล่อเย็นภาชนะบรรจุด้วยน้ำ และสกัดน้ำแครอท

วิธีที่ 3 ลวกแครอทในน้ำที่อุณหภูมิ 90°C โดยให้อุณหภูมิในจุดกึ่งกลาง (core) มีอุณหภูมิถึง 80°C เป็นเวลา 3 นาที ทำให้เย็น (cooling) บด ปรับ pH ของแครอทบดด้วยสารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 0.07 N ให้ได้ pH เท่ากับ 4.50 และสกัดน้ำแครอท

ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ซึ่งสามารถแยกอธิบายได้ดังนี้

1.2.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด จากผลการทดลอง (ตารางที่ 21) พบว่าวิธีในการสกัดน้ำแครอทไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยน้ำแครอทที่สกัดได้จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ในช่วง 6.791 - 6.858°Brix

1.2.3 ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ (soluble fiber) จากผลการทดลอง (ตารางที่ 21) พบว่าวิธีในการสกัดน้ำแครอทมีผลต่อปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ของน้ำแครอท อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) น้ำแครอทที่สกัดได้จากวิธีที่ 1 และ 3 มีปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ (1.761 ± 0.65 และ 1.696 ± 0.48 g / 100 ml ของน้ำแครอท ตามลำดับ) มากกว่าวิธีที่ 2 (0.708 ±g / 100 ml ของน้ำแครอท) ทั้งนี้เนื่องจากการบดแครอทสดก่อนให้ความร้อน ทำให้เอนไซม์เพคตินเอสเทอเรสที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อแครอท เข้าทำปฏิกิริยากับ pectic substance ทำให้เกิด

deesterification เกิดเป็นกรดเพคติค (pectic acid) ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับไอออนบวกชนิดโควาเลนต์ได้ดี ที่สำคัญได้แก่แคลเซียมไอออนที่มีในแครอท เกิดสารประกอบเชิงซ้อนของแคลเซียมเพคเตท ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ ทำให้การสกัดสารเพคตินซึ่งเป็น soluble fiber ชนิดหนึ่งให้ละลายในน้ำแครอทได้น้อยลง น้ำแครอทที่สกัดได้จากวิธีที่ 2 จึงมีปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้น้อยกว่าที่สกัดได้จากวิธีที่ 1 และ 3 นอกจากนี้ยังทำให้การสกัดอนุภาคของแข็งให้ออกจากเนื้อเยื่อแครอทได้น้อย มีผลให้น้ำแครอทที่สกัดได้มีลักษณะคลาวด์น้อยลงด้วย

1.2.4 ค่าสี ซึ่งแสดงเป็นค่า L a b จากผลการทดลอง (ตารางที่ 22) พบว่าน้ำแครอทที่สกัดได้จากวิธีที่ 2 มีค่า L a b น้อยกว่าที่สกัดได้จากวิธีที่ 1 และ 3 ทั้งนี้เนื่องจากน้ำแครอทที่สกัดได้จากวิธีที่ 2 มีลักษณะคลาวด์น้อยกว่า จากเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว ทำให้เมื่อวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Color & Color difference meter ซึ่งใช้หลักการวัดการสะท้อนกลับของแสง (refractance) ที่ส่องกระทบวัตถุ ทำให้แสงที่ส่องกระทบน้ำแครอทที่สกัดได้จากวิธีที่ 2 มีการสะท้อนกลับน้อย จึงทำให้มีค่า L น้อยกว่าน้ำแครอทตัวอย่างอื่น ส่วนค่า a และ b พบว่าน้ำแครอทที่สกัดได้จากวิธีที่ 2 มีสารเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนซึ่งเป็นรงควัตถุให้สีส้มแดงในปริมาณที่น้อยกว่าที่สกัดได้จากวิธีที่ 1 และ 3 (ตารางที่ 23) จึงทำให้มีค่า a และ b น้อยลง

1.2.5 ปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีน ผลการทดลอง (ตารางที่ 23) พบว่าวิธีในการสกัดน้ำแครอทมีผลต่อปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนของน้ำแครอทที่สกัดได้ อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) น้ำแครอทที่สกัดได้จากวิธีที่ 2 มีสารแคโรทีนทั้ง 2 ชนิด น้อยกว่าการสกัดด้วยวิธีที่ 1 และ 3 อาจเนื่องจากน้ำแครอทที่สกัดได้จากวิธีที่ 2 มีลักษณะคลาวด์น้อยกว่า แสดงว่ามีอนุภาคที่แขวนลอยน้อยกว่า ดังเหตุผลที่กล่าวมา โดยสารแคโรทีนซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีเหล่านี้จะดูดซับอยู่ในอนุภาคของแข็งที่แขวนลอยอยู่ (Doesberg, 1965 ; Blanshard and Mitchell, 1979) มีผลให้น้ำแครอทที่สกัดได้จากวิธีที่ 2 มีปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนน้อยลงด้วย นอกจากนี้เอนไซม์ Lipoxygenases ที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อแครอทสด มีผลทำให้เกิดอนุมูลอิสระ (free radical) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสูญเสียสารแคโรทีนอยด์ (Park, 1987)

1.2.6 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำแครอท ซึ่งแสดงความคงตัวของน้ำแครอท จากผลการทดลอง (ตารางที่ 24) พบว่าน้ำแครอทที่สกัดได้จากวิธีที่ 2 มีค่าการดูดกลืนแสงน้อยกว่าที่สกัดได้จากวิธีที่ 1 และ 3 เนื่องจากมีลักษณะคลาวด์น้อยกว่า ดังเหตุผลที่กล่าวมาแล้วในข้อ 1.2.3 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Sim และคณะ (1991) ซึ่งพบว่าน้ำแครอทที่สกัดได้จากแครอทที่ต้มในน้ำ บด และปรับ pH ของแครอทบดด้วยสารละลายกรดซิตริก 50% ให้ได้ pH เท่ากับ 4 มี

ค่าการดูดกลืนแสงมากกว่าน้ำแครอทที่สกัดได้จากแครอทบด ปรับ pH เท่ากับ 4 ให้ความร้อนและสกัด เมื่อเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นเป็นเวลา 1 วัน จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของน้ำแครอทที่สกัดได้แต่ละวิธี พบว่าน้ำแครอทที่สกัดได้จากวิธีที่ 1 และ 3 มีค่าการดูดกลืนแสงลดลงไม่แตกต่างกัน เมื่อเก็บรักษานาน 0 4 และ 7 วัน ส่วนน้ำแครอทที่สกัดได้จากวิธีที่ 2 เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 0 4 และ 7 วัน พบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงลดลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากมีสารเพคตินที่สกัดได้น้อยกว่าวิธีที่ 1 และ 3 ซึ่งอาจแสดงได้ด้วยปริมาณ soluble fiber เนื่องจากเพคตินเป็น soluble fiber ชนิดหนึ่ง จึงทำให้ความคงตัวของความขุ่นลดลงมาก เมื่อเก็บไว้นานขึ้น

1.2.7 การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้วยการพิจารณาลักษณะด้าน ลักษณะความคงตัว กลิ่นแครอท และความชอบรวม โดยวิธีการทดสอบในเชิงพรรณนา (Structured Scaling) เพื่อแสดงลักษณะนั้นๆ ของน้ำแครอท ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน พบว่า น้ำแครอททุกตัวอย่างมีสี ลักษณะความคงตัว และความชอบรวมไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 25) โดยน้ำแครอทที่สกัดได้จากวิธีที่ 2 มีสีส้มแดงน้อยกว่าที่สกัดได้จากวิธีที่ 1 และ 3 ส่วนกลิ่นแครอท พบน้ำแครอททที่สกัดได้จากวิธีที่ 2 มีกลิ่นแครอทมากกว่าที่สกัดได้จากวิธีที่ 1 และ 3 ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการสกัดน้ำแครอทวิธีที่ 2 มีการบดแครอทก่อนการให้ความร้อน จึงมีพื้นที่ในการสัมผัสกับความร้อนมากกว่า ทำให้ใช้เวลาน้อยกว่าในการให้ความร้อนถึง 80°C มีผลให้เกิดการระเหยของกลิ่นแครอทน้อยกว่า น้ำแครอทที่สกัดได้จึงมีกลิ่นแครอทมากกว่า และจากการทดลองพบว่าน้ำแครอทที่สกัดได้จากวิธีที่ 2 มีกลิ่นแครอทมาก จะทำให้ได้รับคะแนนด้านความชอบรวมน้อยกว่าน้ำแครอทตัวอย่างอื่น ทั้งนี้เนื่องจากกลิ่นแครอทมีลักษณะเหมือนเขียว นอกจากนี้น้ำแครอทที่สกัดได้จากวิธีที่ 2 มีสีคล้ำมากกว่าตัวอย่างอื่น เนื่องจากการบดแครอทก่อนให้ความร้อนจะทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลจากเอนไซม์พวก phenolase, polyphenol oxidase เข้าทำปฏิกิริยากับสาร phenolic compounds ทำให้ได้สาร o - quinone ที่มีสีเหลืองอ่อน และเป็นสารที่ไวต่อการทำปฏิกิริยากับสารอื่น เช่น โปรตีน กรดอะมิโน ทำให้เกิดการ polymerization ได้สารสีน้ำตาล (Pollard and Timerlake, 1971) จึงมีผลให้ได้รับคะแนนด้านความชอบรวมลดลงด้วย

2. <u>ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำแครอทเข้มข้น</u>

ปัจจุบันการทำน้ำผักเข้มข้น อย่างเช่น น้ำแครอท น้ำหัวบีท (beet - root) ด้วยเครื่องระเหยน้ำภายใต้สุญญากาศได้รับความสำเร็จอย่างดี เนื่องจากน้ำผักมีปริมาณเพคตินและอนุภาคของแข็งที่แขวนลอยไม่สูงนัก (Demeozky et al., 1981) และน้ำผักผลไม้ที่มีลักษณะคลาวด์เหล่านี้มีคุณสมบัติเป็น non - Newtonian fluids ซึ่งจะมีความหนืดลดลงเมื่อเพิ่ม rate of shear (Sarracos , 1974) ดังนั้นการทำเข้มข้นน้ำผักผลไม้ที่มีคุณสมบัติดังกล่าวด้วยการใช้เครื่องระเหยน้ำที่มีการกวน (Agitate Evaporators) และเครื่องระเหยแบบหมุน (Rotary Evaporators) จึงมีความเหมาะสม เพราะมีผลให้น้ำผักผลไม้ที่มีลักษณะคลาวด์มีความหนืดลดลง ทำให้ลดการเกาะติดผิวของเครื่องมือในการระเหย (Mannheim and Passy, 1974) จึงทำให้เข้มข้นถึงระดับที่ต้องการเร็วขึ้น และอินทรีย์สารต่างๆ ถูกทำลายด้วยความร้อนลดลง และการใช้เครื่องระเหยน้ำแบบ centrifugal evaporators หรือ agitated thin film evaporators ยังมีความเหมาะสมในการทำเข้มข้นน้ำผักผลไม้ที่มีลักษณะคลาวด์เหล่านี้ด้วย (Ranteke et al., 1993) นอกจากนี้การทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยน้ำภายใต้สุญญากาศยังได้รับความนิยมและนำมาใช้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากผลทางเศรษฐกิจ ถึงแม้ว่าการระเหยน้ำด้วยความร้อนจะทำให้เกิดการสูญเสียสารระเหยให้กลิ่นรส และอาจทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีขององค์ประกอบต่างๆ เช่นการเปลี่ยนแปลงของสี วิตามิน และสารอาหารที่สำคัญบางอย่าง แต่เมื่อคำนึงถึงผลทางเศรษฐกิจ ค่าใช้จ่ายทั้งในด้านการติดตั้งเครื่องมือและการดำเนินการต่ำ ดูแลรักษาง่าย การพัฒนาและเลือกใช้เครื่องมือในการระเหยที่เหมาะสม ทำให้ลดปัญหาดังกล่าวได้ (Karel, 1975) ดังนั้นการเตรียมน้ำแครอทเข้มข้นในงานวิจัยนี้ จึงเลือกใช้การระเหยน้ำภายใต้สุญญากาศ ด้วยเครื่อง rotary evaporators โดยแปรอุณหภูมิที่ใช้ในการระเหยเป็น 3 ระดับ คือ 60° 70° และ 80°C โดยนำน้ำแครอท (7°Brix) ระเหยน้ำให้ได้น้ำแครอทเข้มข้นที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเป็นสี่เท่า (28°Brix) ของน้ำแครอทก่อนระเหย ระหว่างการระเหยจะควบคุมความดันสุญญากาศภายในระบบเป็น 38 psi เนื่องจากเป็นความดันสุญญากาศที่เครื่องสามารถทำได้ และใช้ความเร็วรอบในการหมุนเป็น 120 รอบต่อนาที จากผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ (ตารางที่ 26 - 32)

การทำน้ำแครอทเข้มข้นโดยการกำจัดน้ำออกไปด้วยการระเหยน้ำภายใต้สุญญากาศนั้น ความร้อนที่ใช้ในการระเหยเป็นผลให้เกิดการสูญเสียหรือเกิดขึ้นใหม่ขององค์ประกอบทางเคมีบางอย่าง (Lee and Salunkhe, 1967) ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของน้ำแครอทเข้มข้นที่ได้ ดังนั้นปัจจัยที่จะใช้ในการคัดสินเพื่อเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ปริมาณเบตาแคโรทีนและ

แอลฟาแคโรทีน ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ ค่าสี ซึ่งแสดงเป็นค่า L a b และค่าความคงตัวของความข่นของน้ำแครอทเข้มข้น ซึ่งสามารถแยกอธิบายได้ดังนี้

2.1 ค่าสี ซึ่งแสดงเป็นค่า L a b จากผลการทดลอง (ตารางที่ 26) พบว่าเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการระเหยน้ำเพิ่มขึ้น น้ำแครอทเข้มข้นที่ได้จะมีค่า L ลดลง และค่า a เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า b ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เมื่อใช้อุณหภูมิในการระเหยเพิ่มขึ้น ความร้อนมีผลในการเร่งปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลแบบ maillard reaction ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันระหว่างสารที่มี α - amino group กับสารที่มี carbonyl group เช่น reducing sugar แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงจนได้สาร melanoidins ซึ่งเป็นสารสีน้ำตาล (Pollard and Timerlake, 1971) โดยน้ำตาลที่พบมากในน้ำแครอทคือ arabinose และ galactose (Bao and Chang, 1994) จึงมีผลให้ค่า L ซึ่งแสดงความสว่างของน้ำแครอทเข้มข้นลดลง และมีค่า a ซึ่งแสดงค่าสีแดงเพิ่มขึ้น พบว่าน้ำแครอทเข้มข้นที่ได้จากการระเหยน้ำที่อุณหภูมิ 80^{0}C มีค่า L น้อยที่สุด และมีค่า a มากที่สุด เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลมากกว่าที่อุณหภูมิ 60^{0}C และ 70^{0}C โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุกๆ 10^{0}C อัตราการปฏิกิริยาจะเร็วขึ้น 2 - 3 เท่า (Aurand, 1973) แต่จากการทดลองพบว่าน้ำแครอท เข้มข้นที่ได้จากการระเหยน้ำที่อุณหภูมิ 60^{0}C มีค่า L น้อยกว่า และค่า a มากกว่าที่ระเหยน้ำที่อุณหภูมิ 70^{0}C อาจเป็นเพราะการระเหยน้ำที่อุณหภูมิ 60^{0}C ต้องใช้เวลาในการระเหยมากกว่าที่ 70^{0}C ทำให้น้ำแครอทสัมผัสกับความร้อนนานกว่า จึงทำให้เกิดสารสีน้ำตาลมากกว่า

และเมื่อนำน้ำแครอทเข้มข้นที่ได้จากการระเหยน้ำทั้ง 3 อุณหภูมิ มาเจือจางในอัตราส่วนน้ำแครอทเข้มข้นต่อน้ำ เท่ากับ 1 : 3 และเปรียบเทียบกับน้ำแครอทก่อนระเหย (ตารางที่ 31) พบว่าน้ำแครอทที่เจือจางจากน้ำแครอทเข้มข้นทุกตัวอย่าง มีค่า L และ b ไม่แตกต่างกับน้ำแครอทก่อนระเหย แต่มีค่าน้อยกว่า ส่วนค่า a จะมีค่ามากกว่าน้ำแครอทก่อนระเหย อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากน้ำแครอทเข้มข้นที่ได้จากการระเหยน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ เกิดปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลดังที่ได้กล่าวมาแล้ว จึงมีผลให้ค่า a ซึ่งแสดงค่าสีแดง มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

2.2 การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำแครอทเข้มข้น โดยการพิจารณาลักษณะด้านสี ลักษณะความคงตัว กลิ่นแครอท และความชอบรวม พบว่าน้ำแครอทเข้มข้นทุกตัวอย่างมีคะแนนด้านสี ลักษณะความคงตัว และกลิ่นแครอทไม่แตกต่างกัน แต่ได้รับคะแนนด้านความชอบรวมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยน้ำแครอทเข้มข้นที่ได้จากการระเหยน้ำที่อุณหภูมิ 80^{0}C ได้รับคะแนนด้านความชอบรวมน้อยที่สุด เนื่องจากมีสีคล้ำกว่าน้ำแครอทเข้มข้นตัวอย่างอื่นซึ่งเกิดจากการเกิดสารสีน้ำตาลเนื่องจากความร้อนในการระเหยมากกว่าน้ำแครอทเข้มข้น

ตัวอย่างอื่น(ตารางที่ 27) และเมื่อนำน้ำแครอทเข้มข้นทุกตัวอย่างมาเจือจางในอัตราส่วนน้ำแครอทเข้มข้นต่อน้ำ เท่ากับ 1 : 3 และเปรียบเทียบน้ำแครอทก่อนระเหย (ตารางที่ 32) พบว่ามีคะแนนด้านสี และลักษณะความคงตัวไม่แตกต่างกับน้ำแครอทก่อนระเหย แต่มีคะแนนด้านกลิ่นและความชอบรวมแตกต่างกับน้ำแครอทก่อนระเหย อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยน้ำแครอทก่อนระเหยได้รับคะแนนด้านกลิ่นแครอทมากกว่า แสดงว่ามีกลิ่นแครอทมากกว่า เนื่องจากไม่ได้ผ่านการระเหยน้ำในขั้นตอนการทำเข้มข้น โดย Thizsen (1970) รายงานว่าการทำน้ำผลไม้เข้มข้นด้วยวิธีการระเหยน้ำจนได้ความเข้มข้นเท่ากับสี่เท่าหรือมากกว่า อัตราการสูญเสียกลิ่นรสที่ระเหยไป จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณไอน้ำที่ถูกกำจัดออกไป จึงทำให้น้ำแครอทที่เจือจางจากน้ำแครอทเข้มข้นทุกตัวอย่างมีกลิ่นแครอทลดลง และมีผลให้ได้รับคะแนนความชอบรวมมากกว่าน้ำแครอทก่อนระเหย เนื่องจากกลิ่นแครอทมีลักษณะเหมือนเขียว และผู้บริโภคคนไทยไม่คุ้นเคยกับกลิ่นแครอท ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงกลิ่นแครอทของน้ำแครอทด้วยการเติมกลิ่นสังเคราะห์ หรือน้ำผักผลไม้ชนิดอื่น

2.3 ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ (soluble fiber) จากผลการทดลอง (ตารางที่ 28) พบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิในการระเหยน้ำเพิ่มขึ้น ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ของน้ำแครอทเข้มข้นที่ได้มีแนวโน้มลดลง แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากผลของความร้อนในการทำลายพันธะไกลโคซิดิกของ fiber polysaccharides ซึ่งถ้าพันธะไกลโคซิดิกถูกทำลายมาก เป็นผลให้เกิดการสูญเสียโครงสร้าง และทำให้สามารถละลายได้ในแอลกอฮอล์ที่ใช้เป็นตัวตกตะกอน soluble fiber ในขั้นตอนวิเคราะห์ด้วยวิธี Enzymatic-Gravimetric Method เป็นผลให้เส้นใยอาหารที่ละลายได้ตกตะกอนในแอลกอฮอล์ได้น้อย จึงวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ได้ลดลง (Svanberg et al., 1995) โดยน้ำแครอทเข้มข้นที่ได้จากการระเหยน้ำที่อุณหภูมิ 80^{0}C มีปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ (1.665 $\pm$ 0.31g /100 ml น้ำแครอท) น้อยกว่าที่ระเหยที่อุณหภูมิ 60^{0}C และ 70^{0}C (1.712 $\pm$ 0.24 และ 1.696 $\pm$ 0.15 g /100 ml น้ำแครอท ตามลำดับ) อาจเนื่องจากการระเหยน้ำที่อุณหภูมิ 80^{0}C พันธะไกลโคซิดิกถูกทำลายได้มากกว่า และเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำแครอทก่อนระเหย พบว่ามีปริมาณน้อยกว่าน้ำแครอทก่อนระเหย แต่ไม่แตกต่างกัน

2.4 ปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีน จากผลการทดลอง (ตารางที่ 29) พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการระเหยน้ำไม่มีผลต่อปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีน อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) จะเห็นว่าเมื่อใช้อุณหภูมิในการระเหยเพิ่มขึ้น น้ำแครอทเข้มข้นที่ได้จะมีปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนลดลง แต่พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการระเหยที่ 60^{0}C มีปริมาณ (3.745 $\pm$

0.15) น้อยกว่าที่ 70°C (3.485 ± 0.40) อาจเป็นเพราะต้องใช้เวลาในการระเหยมากกว่า จึงมีผลให้สารแคโรทีนทั้งสองได้รับความร้อนนานกว่า จึงเกิด isomerization มากกว่า ทำให้มีปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนในรูป trans - form ลดลง (Gross, 1991) และเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำแครอทก่อนระเหย พบว่ามีปริมาณน้อยกว่าน้ำแครอทก่อนระเหย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chen และคณะ (1995) ในการทดลองฆ่าเชื้อน้ำแครอท แบบ HTST ที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าสารเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนเกิดการ isomerization ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจาก trans - form เป็น cis - form ซึ่งจะได้ 13 - cis - β - carotene และ 15 - cis - α - carotene เกิดขึ้นมากที่สุด ทำให้ปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนในรูป trans - form ลดลงและการเกิด isomerization ของสารแคโรทีนอยด์นี้ มีผลในการลด Biologicalability ในการเป็นโปรวิตามินเอของเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีน ทำให้สูญเสียวิตามินเอ 15 - 35% (Chandler et al., 1987 ; Gross, 1991)

2.5 ค่าการดูดกลืนแสง ซึ่งแสดงความคงตัวของความขุ่นของน้ำแครอท จากผลการทดลอง (ตารางที่ 30) พบว่าน้ำแครอทที่เจือจางจากน้ำแครอทเข้มข้นเข้มข้นทุกตัวอย่าง เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 0 4 และ 7 วัน มีค่าการดูดกลืนแสงไม่แตกต่างกัน และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น แสดงว่าน้ำแครอทเข้มข้นทุกตัวอย่างเมื่อนำมาเจือจางจะมีลักษณะความคงตัวของความขุ่นลดลง และเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำแครอทก่อนระเหย พบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงไม่แตกต่างกัน

3. <u>ศึกษาแปรความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำแครอทเข้มข้น</u>

การศึกษาแปรความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำแครอทเข้มข้น เพื่อให้น้ำแครอทเข้มข้นเป็นอาหารที่มีความเป็นกรด (acid food) โดยการปรับ pH ของน้ำแครอทเข้มข้นให้ต่ำกว่า 4.6 ซึ่งสามารถป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ *Clostridium botulinum* (Mario and Don, 1979) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงแปร pH ของน้ำแครอทเข้มข้นเป็น 4 ระดับ คือ 4.4 4.2 4.0 และ 3.8 ด้วยการเติมกรดซิตริก ผลการวิเคราะห์ ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ ปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีน ค่าสี แสดงเป็นค่า L a b ค่าการดูดกลืนแสง และการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส ดังแสดงในตารางที่ 33 - 37 สามารถแยกอธิบายได้ดังนี้

3.1 ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ (soluble fiber) (ตารางที่ 33) พบว่าปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ของน้ำแครอทที่เจือจางจากน้ำแครอทเข้มข้นมีปริมาณลดลง เมื่อน้ำแครอทเข้มข้นมี pH ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากผลของกรดในการไฮโดรไลซ์พันธะไกลโคซิดิกของ fiber

polysuccharides ซึ่งเมื่อ pH ต่ำลง แสดงว่ามีความเข้มข้นของกรดมากขึ้น ดังนั้นพันธะไกลโคซิดิกจึงถูกทำลายมากขึ้น และเกิดการสูญเสียโครงสร้างของ fiber polysaccharides มีผลให้เส้นใยอาหารที่ละลายได้มีปริมาณลดลง โดยน้ำแครอทเข้มข้นที่มี pH 4.4 มีปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้มากที่สุด (1.722 ± 0.26 g / 100 ml น้ำแครอท) แต่ไม่แตกต่างกับน้ำแครอทเข้มข้นที่มี pH 4.2 (1.636 ± 0.21 g / 100 ml น้ำแครอท) และเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำแครอทเข้มข้นที่ไม่มีการปรับ pH พบว่ามีปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ไม่แตกต่างกัน

3.2 ค่าสี แสดงเป็นค่า L a b จากผลการทดลอง (ตารางที่ 34) พบว่าน้ำแครอทที่เจือจางจากน้ำแครอทเข้มข้นที่มีการแปร pH ทุกตัวอย่างมีค่าสีความแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แสดงว่า pH ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของน้ำแครอท

3.3 ปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีน จากผลการทดลอง(ตารางที่ 35) พบว่าปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนของน้ำแครอทที่เจือจางจากน้ำแครอทเข้มข้น มีปริมาณลดลง เมื่อน้ำแครอทเข้มข้นมี pH ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากผลของกรดในการทำให้เบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนเกิดการเปลี่ยนโครงสร้างแบบ epoxides isomerism จึงทำให้มีโครงสร้างในรูป trans - form ลดลง ดังที่กล่าวมาแล้วในข้อ 1.1 และจากการทดลอง พบว่าน้ำแครอทที่สกัดได้ในการทดลองข้อ 3 มีปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนมากกว่าน้ำแครอทที่สกัดได้ในการทดลองข้อ 1 และ 2 เนื่องจากปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนในแครอทขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ลักษณะดิน และฤดูในการปลูก ทำให้มีปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนต่างกัน

3.4 ค่าการดูดกลืนแสง ซึ่งแสดงความคงตัวของความขุ่นของน้ำแครอท จากผลการทดลอง (ตารางที่ 36) พบว่าน้ำแครอทที่เจือจางจากน้ำแครอทเข้มข้นที่มีการแปร pH ทุกตัวอย่างเมื่อเก็บรักษานาน 0 4 และ 7 วัน มีค่าการดูดกลืนแสงไม่แตกต่างกัน แสดงว่า pH ในระดับที่ศึกษาไม่มีผลต่อความคงตัวของความขุ่นของน้ำแครอท

3.5 การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 37) พบว่าน้ำแครอทที่เจือจางจากน้ำแครอทเข้มข้นที่มีการแปร pH ทุกตัวอย่าง มีลักษณะสี ลักษณะความคงตัว กลิ่นแครอท และได้รับคะแนนด้านความชอบรวมไม่แตกต่างกัน

4. ศึกษาการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มน้ำแครอท

มีผู้ศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวของกับรสชาติของเครื่องดื่มมาเป็นเวลานาน โดย Sweeny และคณะ (1970) ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของน้ำตาล กรด และสารให้กลิ่นรสต่างๆ ในเครื่องดื่ม และสรุปไว้ว่ารสชาติของเครื่องดื่มที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้ ขึ้นกับคุณสมบัติทางเคมีของสารที่อยู่ในเครื่องดื่มนั้นๆ ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรด และอัตราส่วนของน้ำตาลต่อกรด (sugar / acid ratio) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงพัฒนาสูตรเครื่องดื่มน้ำแครอท โดยแปรความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำแครอทเป็น 2 ระดับ คือ 4.4 และ 4.2 ด้วยการเติมสารละลายกรดซิตริกซึ่งเป็นกรดตามธรรมชาติที่มีในผักผลไม้ ซึ่งมีผลต่อความเปรี้ยว และแปรปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเป็น 3 ระดับ คือ 10 12 และ 14°Brix ด้วยการเติมน้ำผึ้งแท้ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 81.5°Brix ซึ่งมีผลต่อความหวานและกลิ่นของเครื่องดื่มน้ำแครอทด้วย โดยกลิ่นของน้ำผึ้งเป็นสารประกอบชนิด aliphatic และ aromatic ที่อยู่ในรูปอัลดีไฮด์และเอสเทอร์ กลิ่นรสของน้ำผึ้งได้จากดอกไม้ การหมักของน้ำผึ้ง และจากการสลายตัวของกรดอะมิโนและ คาร์โบไฮเดรตโดยเอนไซม์ในในน้ำผึ้ง นอกจากนี้การผสมน้ำผึ้งยังช่วยเพิ่มวิตามินบางชนิดที่มีมากในน้ำผึ้ง เช่น กรดแพนโทเทนิก (Pantothenic acid) Pyridoxin (B_6) , Riboflavin (B_2) และ Ascorbic acid (vitamin C) นำน้ำแครอทบรรจุกระป๋อง และให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ใน retort ที่อุณหภูมิ 102°C ให้ได้ค่า P -93.9°C เท่ากับ 10 และนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยการพิจารณาการยอมรับด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏ รสชาติ และความชอบรวม ด้วยวิธี 9- point Hedonic Scoring Test ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน

จากผลการทดลอง (ตารางที่ 38) พบว่าเครื่องดื่มน้ำแครอทที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น คะแนนการยอมรับด้านรสชาติและความชอบรวมจะเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากเครื่องดื่มน้ำแครอทมีรสชาติหวานและมีกลิ่นน้ำผึ้งเพิ่มขึ้น โดยเครื่องดื่มน้ำแครอทที่มี pH 4.2 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 14°Brix ได้รับคะแนนด้านรสชาติและความชอบรวมมากที่สุด ส่วนคะแนนการยอมรับด้านสี ลักษณะปรากฏ และกลิ่นแตกต่างกันกับตัวอย่างอื่น อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

5. การศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำแครอทเข้มข้นและเครื่องดื่มน้ำแครอท

5.1 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำแครอทเข้มข้น

นำน้ำแครอทเข้มข้นที่เตรียมได้จากการคัดเลือกจากข้อ 2 (pH เท่ากับ 4.9) และข้อ 3 (pH เท่ากับ 4.2) บรรจุในถุง laminate (PET 12 / PE 18 / Aluminium 7 / PE 20 / PE-film 40) เพื่อป้องกันแสงและการซึมผ่านของออกซิเจน โดยนำน้ำแครอทเข้มข้นที่คัดเลือกจากข้อ 2 ทำการแช่เยือกแข็งด้วยวิธี air blast freezing ที่อุณหภูมิ $-38^{0}C \pm 2^{0}C$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ $-18^{0}C \pm 2^{0}C$ และนำน้ำแครอทเข้มข้นที่คัดเลือกได้จากข้อ 3 เก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4^{0}C \pm 2^{0}C$ เป็นเวลา 5 เดือน ผลการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ ค่าสี ซึ่งแสดงเป็นค่า L a และ b ปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีน ค่าการดูดกลืนแสง คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังแสดงในตารางที่ 39 - 45 สามารถแยกอธิบายได้ดังนี้

5.1.1 ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ (ตารางที่ 39) พบว่าน้ำแครอทเข้มข้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งและอุณหภูมิตู้เย็น เป็นเวลา 5 เดือน มีปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แสดงว่าอุณหภูมิและเวลาดังกล่าวในการเก็บไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ของน้ำแครอทเข้มข้น แต่จากผลการทดลองจะเห็นว่าปริมาณเส้นใยอาหารของน้ำแครอทเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ในแต่ละเดือนของอายุการเก็บ มีปริมาณไม่เท่ากันรวมทั้งมีปริมาณเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความผิดพลาดและความละเอียดของการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ ซึ่งไม่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยเครื่องมือที่ทันสมัย

5.1.2 ค่าสี แสดงเป็นค่า L a b จากผลการทดลองตารางที่ 40 พบว่าน้ำแครอทที่เจือจางจากน้ำแครอทเข้มข้นที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งมีการลดลงของค่า L และ b และการเพิ่มขึ้นของค่า a น้อยกว่าน้ำแครอทเข้มข้นที่เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นเมื่อเวลาในการเก็บมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากน้ำแครอทเข้มข้นที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าที่เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น มีผลให้การเพิ่มขึ้นของค่า a ซึ่งแสดงค่าสีแดง น้อยกว่าที่เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น จึงทำให้การลดลงของค่า L ซึ่งแสดงค่าความสว่าง น้อยกว่าที่เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น ส่วนการลดลงของค่า b อาจเนื่องจากเมื่อเก็บน้ำแครอทเข้มข้นเป็นเวลานาน มีผลให้สารแคโรทีนซึ่งเป็นรงควัตถุให้สีเหลืองจนถึงสีส้มแดงเกิดปฏิกิริยาไอโซเมอร์ไรเซชั่นและมีการสลายตัวเพิ่มขึ้นมีผลให้

ค่า b ซึ่งแสดงค่าสีเหลืองลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Pesek และ Worthesen (1987) ได้ทดลองนำน้ำแครอทและน้ำมะเขือเทศตั้งทิ้งไว้ให้ถูกแสงเป็นเวลานาน มีผลให้ค่า b มีค่าลดลง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการลดลงของปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนของน้ำแครอท ในขณะที่การลดลงของค่า a มีความสัมพันธ์กับการลดลงของไลโคปีนของน้ำมะเขือเทศ

5.1.3 ปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีน จากผลการทดลองตารางที่ 42 พบว่าน้ำแครอทเข้มข้นที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งมีการลดลงของปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนน้อยกว่าที่เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นเมื่อระยะเวลาในการเก็บมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากน้ำแครอทเข้มข้นที่เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สูงกว่าที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งและมี pH ต่ำกว่า (pH เท่ากับ 4.2) น้ำแครอทเข้มข้นที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (pH เท่ากับ 4.9) มีผลให้การเกิดปฏิกิริยาไอโซเมอร์ไรเซชั่นและเกิดการสลายตัวของสารแคโรทีนมากกว่า ทำให้ปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนลดลงมากกว่าน้ำแครอทเข้มข้นที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งเมื่อเวลาในการเก็บมากขึ้น

5.1.4 ค่าการดูดกลืนแสง ซึ่งแสดงความคงตัวของความขุ่น จากผลการทดลองตารางที่ 44 พบว่าน้ำแครอทที่เจือจางจากน้ำแครอทเข้มข้นที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งมีค่าการดูดกลืนแสงน้อยกว่าน้ำแครอทที่เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น แสดงว่าความคงตัวของความขุ่นน้อยกว่า อาจเนื่องจากผลของการแช่แข็งทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งมีผลให้อนุภาคของแข็งที่แขวนลอยเกิดการตกตะกอน ดังนั้นความคงตัวของความขุ่นจึงลดลง และเมื่อเก็บน้ำแครอทที่เจือจางจากน้ำแครอทเข้มข้นที่เก็บที่อุณหภูมิทั้งสองเป็นเวลา 4 และ 7 วัน พบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงลดลง แสดงว่ามีความคงตัวของความขุ่นลดลงเมื่อเวลาเก็บมากขึ้น

5.1.5 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากผลการทดลองตารางที่ 45 พบว่าน้ำแครอทที่เจือจางจากน้ำแครอทเข้มข้นที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งและที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 5 เดือน ได้รับคะแนนด้านสี ลักษณะความคงตัว กลิ่นแครอท และความชอบรวม จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แสดงว่าอุณหภูมิและเวลาในการเก็บดังกล่าวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำแครอทเข้มข้น

5.1 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่มน้ำแครอท

นำเครื่องดื่มน้ำแครอทที่มี pH 4.2 และเติมน้ำผึ้งจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 14°Brix ที่ได้จากการทดลองข้อ 4 ให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิถึง 80°C และบรรจุกระป๋อง

ขณะร้อนเพื่อไล่อากาศ ผนึกฝาและให้ความร้อนใน retort จนได้ค่า Pasteurization Value ที่อุณหภูมิ 93°C เท่ากับ 10 หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 เดือน ผลการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ ค่าสี ซึ่งแสดงเป็นค่า L a b ปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีน ค่าการดูดกลืนแสง ซึ่งแสดงความคงตัวของความขุ่น คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส และจำนวนเชื้อยีสต์และรา และเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด แสดงในตารางที่ 47 - 52 สามารถแยกอธิบายได้ดังนี้

5.2.1 ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ (ตารางที่ 47) พบว่าเครื่องดื่มน้ำแครอทที่บรรจุกระป๋องและเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 เดือน มีปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ไม่แตกต่างกันในแต่ละเดือนของอายุการเก็บ แสดงว่าอุณหภูมิและเวลาดังกล่าวในการเก็บไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ของเครื่องดื่มน้ำแครอท แต่จากผลการทดลองจะเห็นว่าปริมาณเส้นใยอาหารของน้ำแครอทเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ในแต่ละเดือนของอายุการเก็บ มีปริมาณไม่เท่ากันรวมทั้งมีปริมาณเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความผิดพลาดและความละเอียดของการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายได้ ซึ่งไม่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยเครื่องมือที่ทันสมัย

5.2.1 ค่าสี แสดงเป็นค่า L a b จากผลการทดลองตารางที่ 48 พบว่าเครื่องดื่มน้ำแครอทบรรจุกระป๋องที่เก็บที่อุณหภูมห้องมีการลดลงของค่า L และ b และการเพิ่มขึ้นของค่า a เมื่อเวลาในการเก็บมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องดื่มน้ำแครอทเตรียมได้มีการเติมน้ำผึ้งซึ่งมีน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสเป็นส่วนประกอบในปริมาณสูง มีผลให้การเกิดปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลแบบ maillard reaction ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันระหว่างสารที่มี α - amino group กับสารที่มี carbonyl group เช่น reducing sugar แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงจนได้สาร melanoidins ซึ่งเป็นสารสีน้ำตาล (Pollard and Timerlake, 1971) จึงมีผลให้ค่า L ซึ่งแสดงความสว่างของเครื่องดื่มน้ำแครอทลดลง และมีค่า a ซึ่งแสดงค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ส่วนการลดลงของค่า b อาจเนื่องจากเมื่อเก็บเครื่องดื่มน้ำแครอทเป็นเวลานานที่อุณหภูมิห้อง ทำให้สารแคโรทีนเกิดไอโซเมอร์ไรเซชั่นและมีการสลายตัวเพิ่มขึ้น มีผลให้สารเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนซึ่งเป็นรงควัตถุให้สีเหลืองจนถึงสีส้มแดงลดลง เมื่อเวลาการเก็บมากขึ้น (ตารางที่ 49) จึงอาจมีผลให้ค่า b ซึ่งแสดงค่าสีเหลืองลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Pesek และ Worthesen (1987) ได้ทดลองนำน้ำแครอทและน้ำมะเขือเทศตั้งทิ้งไว้ให้ถูกแสงเป็นเวลานาน มีผลให้ค่า b มีค่าลดลง

ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการลดลงของปริมาณเบตาแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนของน้ำแครอท ในขณะที่การลดลงของค่า a มีความสัมพันธ์กับการลดลงของไลโคปีนของน้ำมะเขือเทศ

5.2.3 ค่าการดูดกลืนแสง (ตารางที่ 50) พบว่าเครื่องดื่มน้ำแครอทบรรจุกระป๋อง มีค่าการดูดกลืนแสงลดลงเมื่อเวลาในการเก็บนานขึ้น แสดงว่ามีความคงตัวของความขุ่นลดลง แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) อาจเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก ซึ่งมีผลให้อนุภาคที่แขวนลอยอยู่เกิดการตกตะกอนได้บ้าง เมื่อเวลาในการเก็บมากขึ้น จึงมีผลให้ความคงตัวของความขุ่นลดลง

5.2.4 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากผลการทดลองตารางที่ 51 พบว่าเครื่องดื่มน้ำแครอทบรรจุกระป๋องที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง มีคะแนนการยอมรับด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในแต่ละเดือนของอายุการเก็บ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ถึงแม้เครื่องดื่มน้ำแครอทจะมีค่า L ซึ่งแสดงค่าความสว่างลดลง และค่า a เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเมื่อเวลาในการเก็บมากขึ้น แต่ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกได้ มีผลให้เครื่องดื่มน้ำแครอทมีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านไม่แตกต่างกัน

5.2.5 จำนวนเชื้อยีสต์และรา และเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้มีจำนวนน้อยกว่า 30 โคโลนี (ตารางที่ 52) และไม่ทำให้เครื่องดื่มน้ำแครอทเกิดการเน่าเสีย แสดงว่ากระบวนการให้ความร้อนเครื่องดื่มน้ำแครอทให้มีค่า P- 93.9°C เท่ากับ 10 สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ และทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 5 เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย