หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การศึกษาวิธีการผลิตนมถั่วเหลืองโดยการเปรียบเทียบคุณภาพทางด้านกลิ่นรสและส่วนประกอบทางเคมี

5. 1.1 การเปรียบเทียบคุณภาพทางด้านกลิ่นรส

จากการเตรียมนมถั่วเหลืองโดยวิธีต่าง ๆ กัน 3 วิธี ได้แก่

วิธีที่ 1 = T_1 = วิธีที่ใช้ในท้องตลาด (3)

วิธีที่ 2 = T_2 = วิธีของ Wilken (20)

วิธีที่ 3 = T_3 = วิธีของ Prabharaksa (26)

และนำนมถั่วเหลืองที่ได้เตรียมขึ้นนี้ มาทดสอบกลิ่นรสโดยการประเมินผลทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบ 12 คน และได้ผลการทดลองตาม 4.1.1

พิจารณาจากตารางที่ 4–1 จะเห็นว่านมถั่วเหลืองที่เตรียมขึ้นจากวิธีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นรสสูงกว่านมถั่วเหลืองซึ่งเตรียมขึ้นจาก 2 วิธีแรก และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยพิจารณาจากตารางที่ 4–2 จะเห็นว่าค่า F ที่ได้จากการคำนวณมีค่าสูงกว่า F จากตาราง แสดงว่าวิธีในการผลิต (treatment) มีผลในการทำให้กลิ่นรสของนมถั่วเหลืองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเมื่อวิเคราะห์ต่อไปโดยทดสอบตามวิธี Duncan's New Multiple Range test ดังผลการทดลองในตารางที่ ค–1 (ในภาคผนวก ค) พิจารณาแล้วจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของวิธีที่ 3 แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยของวิธีที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญส่วนคะแนนเฉลี่ยของวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า นมถั่วเหลืองที่ได้จากการเตรียมโดยวิธีต่าง ๆ 3 วิธี นั้น วิธีที่ 3 เป็นวิธีที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดและคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นรสจัดอยู่ในระดับดี ทั้งนี้อาจเนื่องจากวิธีที่ 3 ประกอบด้วยขั้นตอนการลวกเมล็ดก่อนบด ซึ่งการลวกเมล็ดมีผลในการทำลายเอนไซม์ lipoxidase อันเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเขียวของถั่ว (21)

5.1.2 <u>การเปรียบเทียบส่วนประกอบทางเคมีของนมถั่วเหลือง</u>

พิจารณาจากผลการทดลองในตารางที่ 4-3 นมถั่วเหลืองที่ได้จากการเตรียมวิธีที่ 1 วิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 มีส่วนประกอบทางเคมีไม่แตกต่างกันมากนัก จะเห็นได้ว่าปริมาณของแข็งรวมทั้งหมดของนมถั่วเหลืองทั้ง 3 ตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกันคือ ประกอบด้วยของแข็งรวมทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 8.90, 9.10 และ 8.80 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโปรตีนและไขมันของตัวอย่างที่เตรียมขึ้นนั้น มีปริมาณโปรตีนเป็นร้อยละดังนี้ 3.85 3.62 และ 3.98 ตามลำดับ และปริมาณไขมันเป็นร้อยละ ดังนี้ 2.13, 1.90 และ 2.10 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าแต่ละตัวอย่างมีปริมาณโปรตีนและไขมันใกล้เคียงกันและอยู่ในระดับที่มากกว่ากฎหมายกำหนด ซึ่งตามกฎหมายได้กำหนดไว้ว่านมถั่วเหลืองต้องมีปริมาณโปรตีนจากถั่วเหลืองไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 และปริมาณไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 (56) พิจารณาปริมาณเถ้าในนมถั่วเหลืองจะอยู่ระหว่างร้อยละ 0.4-0.5 ส่วนปริมาณเส้นใยในนมถั่วเหลืองมีเล็กน้อยมาก

ดังนั้นในการศึกษาวิธีการผลิตนมถั่วเหลืองโดยเปรียบเทียบคุณภาพทางด้านกลิ่นรสและส่วนประกอบทางเคมี สรุปได้ว่าวิธีการเตรียมนมถั่วเหลืองทั้ง 3 วิธี ให้นมถั่วเหลืองที่มีส่วนประกอบทางเคมีที่ใกล้เคียงกัน แต่วิธีที่ 3 ให้นมถั่วเหลืองที่มีคุณภาพทางด้านกลิ่นรสดีที่สุด ดังนั้นจึงเลือกวิธีที่ 3 เป็นวิธีการเตรียมนมถั่วเหลืองในการทดลองต่อ ๆ ไป

5.2 การเตรียมนมถั่วเหลืองเข้มข้นและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งรวมทั้งหมด ค่าดัชนีการหักเหและความหนืดของนมถั่วเหลือง

ได้นำนมถั่วเหลืองมาระเหยน้ำออกภายใต้สูญญากาศ โดยใช้เครื่อง rotary vacuum evaporator ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ได้นมถั่วเหลืองเข้มข้นที่มีความเข้มข้นระดับต่าง ๆ คือ 10, 15, 20 และ 25 องศาบริกซ์ และวัดค่าดัชนีการหักเห ความหนืดและปริมาณของแข็งรวมทั้งหมด โดยผลการทดลองตามข้อ 4.2

พิจารณาจากรูปที่ 4-1 (หรือข้อมูลในตารางที่ ข-2 ในภาคผนวก ข) จะเห็นว่า ปริมาณร้อยละของของแข็งรวมทั้งหมด แปรผันเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าดัชนีการหักเหและข้อมูลสามารถแสดงได้ด้วยเส้นตรง ดังนั้นจึงสามารถใช้ค่าดัชนีการหักเหซึ่งเป็นค่าที่วัดได้อย่างรวดเร็วไปประมาณค่าของแข็งรวมทั้งหมดในนมถั่วเหลืองได้ ทำให้สะดวกในการควบคุมคุณภาพ

พิจารณาจากรูปที่ 4-2 (หรือข้อมูลในตารางที่ ข-2 ในภาคผนวก ข) จะเห็นว่า ค่าความหนืดและปริมาณของแข็งทั้งหมด มีความสัมพันธ์กันแบบ logarithmic relation คือ ค่าความหนืดจะเพิ่มขึ้นเป็นเลขยกกำลังกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น จากเริ่มต้นนมถั่วเหลืองมีปริมาณของแข็งทั้งหมดเป็นร้อยละ 8.92 ความหนืดเป็น 0.9×10^2 cps. แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นขึ้นโดยให้มีปริมาณของแข็งรวมทั้งหมดเป็นร้อยละ 14.32, 19.11, 25.41 และ 27.02 ปรากฏว่าค่าความหนืดของนมถั่วเหลืองก็เพิ่มขึ้นเป็นเลขยกกำลัง คือ 8.4×10^2, 1.4×10^4, 8.4×10^4 และ 1.8×10^5 cps. ตามลำดับ และโดยเฉพาะเมื่อความเข้มข้นประมาณ 25 องศาบริกซ์ (ร้อยละของแข็งรวมทั้งหมด=27.02) นมถั่วเหลืองที่ได้จะมีลักษณะเป็นเจล ซึ่งตรงกับรายงานของ Lo (33) ที่ได้กล่าวไว้ว่า นมถั่วเหลืองจะมีลักษณะเป็นเจล เมื่อระเหยจนมีความเข้มข้นร้อยละ 27 (ของแข็งรวมทั้งหมด)

ดังนั้นในการเตรียมนมถั่วเหลืองเข้มข้นก่อนเข้า spray dryer ความเข้มข้นของนมถั่วเหลืองควรอยู่ในระดับไม่เกินร้อยละ 25 (ของแข็งรวมทั้งหมด) เพราะเมื่อความเข้มข้นสูงกว่าร้อยละ 25 นมถั่วเหลืองจะมีลักษณะเป็นเจล ไม่สามารถป้อนเข้าเครื่อง spray dryer ได้

สรุปได้ว่าค่าดัชนีการหักเหของนมถั่วเหลืองเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของแข็งรวมทั้งหมด ดังนั้นจึงใช้ค่าดัชนีการหักเหในการประมาณค่าของแข็งทั้งหมดในนมถั่วเหลืองได้ และความหนืดของนมถั่วเหลืองมีการเพิ่มเป็นสัดส่วนยกกำลัง (exponentially increasing) กับความเข้มข้นของนมถั่วเหลือง และความเข้มข้นของนมถั่วเหลืองที่เหมาะสมในการเตรียมนมถั่วเหลืองเข้มข้นก่อนเข้าเครื่อง spray dryer ไม่ควรเกินร้อยละ 25 (ของแข็งรวมทั้งหมด)

5.3 การทดลองหาความเข้มข้นของนมถั่วเหลืองที่เหมาะสมในการป้อนเข้าเครื่อง spray dryer เพื่อผลิตนมถั่วเหลืองผง

ในการทดลองเพื่อหาความเข้มข้นของนมถั่วเหลืองที่เหมาะสมในการป้อนเข้าเครื่อง spray dryer นั้นจากผลที่แสดงไว้ในตารางที่ 4-4 พบว่าตัวอย่างที่ 1 และ 2 ซึ่งมีความเข้มข้นร้อยละ 10-15 (ของแข็งรวมทั้งหมด) เป็นระดับความเข้มข้นที่สามารถทำให้การป้อนตัวอย่างเข้าเครื่องเป็นไปอย่างต่อเนื่องไม่มีการอุดตันหรือติดขัด โดยควบคุมอุณหภูมิของลมเข้าเป็น 150 องศาเซลเซียส มีอัตราการป้อนตัวอย่าง 2 ลิตรต่อชั่วโมง และ atomizer air pressure 5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนตัวอย่างที่ 3 และ 4 ซึ่งมีความเข้มข้นร้อยละ 20-25 (ของแข็งรวมทั้งหมด) นั้น ในระหว่างการทดลองมีการอุดตันของ atomizer ต้องนำออกมาล้าง

พิจารณาจากตารางที่ 4-4 จะเห็นว่าอุณหภูมิของนมถั่วเหลืองผงที่ออกจากเครื่องจะต่างกัน พบว่าเมื่ออุณหภูมิของลมที่เข้าคงที่ ตัวอย่างที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นจะเป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ออกจากเครื่องมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเมื่อความเข้มข้นสูง ความร้อนที่ต้องใช้ในการระเหยน้ำจะลดน้อยลง (47)

พิจารณาส่วนประกอบทางเคมี นมถั่วเหลืองผงที่ได้จากการทดลอง ปรากฏว่านมถั่วเหลืองผงตัวอย่างที่ 1-4 มีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงร้อยละ 44-46 โดยเรียงตามลำดับดังนี้คือ 44.42, 45.02, 45.32 และ 45.77 และประกอบด้วยไขมัน

ประมาณร้อยละ 22 ซึ่งทั้งปริมาณโปรตีนและไขมันของนมถั่วเหลืองผงที่ได้นี้มีค่าใกล้เคียงกับนมถั่วเหลืองผงของ Travalgini (34) ส่วนปริมาณความชื้นในนมถั่วเหลืองผงตัวอย่างที่ 1–4 คิดเป็นร้อยละดังนี้ 6.91, 6.03, 4.82 และ 4.85 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ออกจากเครื่องมีอุณหภูมิสูงขึ้น และเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นต่ำลง (47) และเมื่อเปรียบเทียบกับความชื้นที่กฎหมายกำหนด คือไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนัก (56) ปรากฏว่าตัวอย่างที่ 1 และ 2 มีความชื้นสูงกว่าที่กำหนด

พิจารณาคุณสมบัติทางกายภาพ สีของตัวอย่างทั้ง 4 เป็นสีเดียวกัน ค่า bulk density ของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วง 0.45–0.50 กรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ดีเมื่อเทียบกับ bulk density ของนมผงซึ่งกำหนดค่าที่เหมาะสมไว้เท่ากับ 0.45–0.50 กรัมต่อมิลลิลิตร (10) ส่วนค่า Protein dispersibility index (PDI) ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่างนั้นมีค่าใกล้เคียงกันและเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ และเมื่อนำนมถั่วเหลืองผงไปละลายน้ำและตั้งทิ้งไว้เพื่อดูความคงตัวของคอลลอยด์ ปรากฏว่ามีการแยกชั้นของนมถั่วเหลือง วัดระยะจากผิวหน้าของของเหลวลงไปจนถึงแนวการแยกชั้น ได้ระยะถึง $1\frac{1}{2} - 1\frac{5}{8}$ นิ้ว เนื่องจากในขบวนการทำแห้งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและกายภาพดังที่ Fukushima (37) ได้รายงานไว้ว่า ในระหว่างขบวนการทำแห้งโปรตีนในนมถั่วเหลืองจะสูญเสียการละลาย ซึ่งมีสาเหตุหลักคือการเกิด disulfide bond และ hydrophobic bond ของโปรตีนในนมถั่วเหลือง

พิจารณาทางด้านผลผลิต ส่วนมาก yield จะขึ้นกับความเข้มข้นของตัวอย่างที่ป้อนเข้าเครื่อง แต่ในตัวอย่างที่ 3 และ 4 นั้น yield ต่ำ เนื่องจากมีการอุดตันของ atomizer ต้องนำออกมาล้างทำให้เกิดการสูญเสีย

จากการทดลองนี้สรุปได้ว่า ความเข้มข้นของนมถั่วเหลืองก่อนป้อนเข้าเครื่องโดยไม่ติดขัดคือ ความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 15 (ของแข็งรวมทั้งหมด) แต่เนื่องจากตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีความเข้มข้นร้อยละ 15 ให้ผลผลิตสูงกว่า ดังนั้นจึงเลือกนมถั่วเหลืองความเข้มข้นร้อยละ 15 เพื่อทำการทดลองต่อไป

5.4 การทดลองหาอุณหภูมิของลมเข้าที่เหมาะสมในการผลิตนมถั่วเหลืองผง

พิจารณาจากตารางที่ 4–5 เมื่อความเข้มข้นของตัวอย่าง อัตราการป้อนตัวอย่างมีค่าคงที่ การเพิ่มอุณหภูมิของลมเข้า มีผลทำให้อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่ออกจากเครื่องนั้นสูงขึ้น และทำให้ความชื้นของนมถั่วเหลืองผงมีค่าลดต่ำลง เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ 2 ในตารางที่ 4–4 ส่วนปริมาณโปรตีนและไขมันไม่มีการเปลี่ยนแปลง

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางกายภาพ จะเห็นว่า สีของนมถั่วเหลืองผงตัวอย่างที่ 3 จะมีสีเข้มขึ้น และขณะอบแห้งลมที่ออกจากเครื่องจะมีกลิ่นเหม็นไหม้ อาจเป็นสาเหตุมาจากตัวอย่างที่ 3 มีอุณหภูมิออกสูงถึง 95–100 องศาเซลเซียส ส่วน Bulk density ไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้อุณหภูมิของลมเข้าไม่ทำให้ค่าPDI และ colloidal stability ของนมถั่วเหลืองผงแตกต่างกัน และนมถั่วเหลืองคืนรูปยังคงมีการแยกชั้น

พิจารณาผลผลิต จะเห็นว่าตัวอย่างที่ 3 มีค่า yield และ % recovery สูงสุด แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นไหม้และสีคล้ำ ส่วนตัวอย่างที่ 1 พื้นด้านในของภาชนะอบแห้งจะมีผลิตภัณฑ์ที่ไม่ค่อยแห้งเกาะติดอยู่ และค่าผลผลิตต่ำ

ดังนั้นจึงเลือกอุณหภูมิของลมเข้าที่ 160 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

5.5 การศึกษาปัจจัยทางกายภาพและเคมี ที่มีต่อคุณภาพของนมถั่วเหลืองผง

พิจารณาจากตารางที่ 4–6 ถึงตารางที่ 4–10 จะเห็นว่าปัจจัยต่าง ๆ ที่ศึกษานั้นไม่มีผลต่อส่วนประกอบทางเคมีของนมถั่วเหลืองผงที่ได้ โดยนมถั่วเหลืองผงจะมีความชื้นระหว่างร้อยละ 4–5 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 42–45 และไขมันร้อยละ 22–24 นอกจากนี้คุณสมบัติทางด้านสีและ bulk density รวมทั้งค่า yield,overall yield และ % recovery ก็ไม่มีความแตกต่างกันเช่นกัน แต่ค่าซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเป็นที่สังเกตได้ คือ ค่า PDI และ colloidal stability ซึ่งอธิบายได้ดังนี้คือ

5.5.1 อิทธิพลของการโฮโมจีไนซ์ที่มีต่อค่า PDI และ colloidal stability

พิจารณาจากตารางที่ 4-6 จากตัวอย่างที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งผ่านการโฮโมจีไนซ์ด้วยความดัน 1,500, 2,500 และ 3,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้วตามลำดับ เทียบกับตัวอย่างที่ 2 ในตารางที่ 4-5 ซึ่งไม่ได้ผ่านการโฮโมจีไนซ์ก่อนเข้าเครื่อง spray dryer จะเห็นว่าเมื่อความดันในการโฮโมจีไนซ์เพิ่มขึ้น ค่า PDI ของนมถั่วเหลืองผงจะเพิ่มขึ้น และเมื่อนำนมถั่วเหลืองผงมาละลายน้ำ colloidal stability ของนมคืนรูปก็ดีขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากว่าการโฮโมจีไนซ์นมถั่วเหลืองก่อนการป้อนเข้าเครื่องนั้นเป็นผลให้ละอองที่พ่นฝอยในการทำแห้งมีขนาดเล็ก เมื่อนำไปละลายน้ำจึงมีการแขวนลอยได้ดี ประกอบกับละอองที่พ่นฝอย ถ้ามีขนาดเล็กทำให้ระเหยน้ำได้เร็วและใช้ความร้อนในการระเหยน้ำน้อย จึงทำให้นมถั่วเหลืองผงที่ได้มีการละลายดีขึ้น (7)

5.5.2 อิทธิพลของ pH

พิจารณาจากตารางที่ 4-7 เมื่อ pH ของนมถั่วเหลืองก่อนฉีดเข้ามีค่าเพิ่มขึ้นจาก 6.0 เป็น 9.0 นั้น มีผลทำให้ค่า PDI ของนมถั่วเหลืองผงสูงขึ้นจาก 51 เป็น 75 และทำให้การละลายคืนสู่สภาพเดิมดีขึ้น โดยเฉพาะที่ pH = 9.0 การแยกชั้นที่เกิดขึ้นช้ามาก สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการละลายของโปรตีนในถั่วเหลืองแปรตามค่า pH เมื่อ pH สูงขึ้น ความสามารถในการละลายน้ำดีขึ้น (58) ซึ่งตรงกับรายงานของ Fukushima (36) ซึ่งได้เตรียมนมถั่วเหลืองผงโดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่อของเหลวก่อนทำให้แห้งมี pH สูงขึ้น ผงที่ได้จะมีค่า redispersibility สูงขึ้น

5.5.3 อิทธิพลของโซเดียมไบซัลไฟท์

พิจารณาจากตารางที่ 4-8 จะเห็นว่าโซเดียมไบซัลไฟท์ที่เติมลงในนมถั่วเหลืองก่อนเข้าเครื่องอบแห้งนั้น มีผลต่อ PDI และการละลายคืนสู่สภาพเดิมของนมถั่วเหลืองผง กล่าวคือ เมื่อเพิ่มปริมาณโซเดียมไบซัลไฟท์จากร้อยละ 0.01 เป็น 0.05 เป็นผลทำให้ PDI เพิ่มขึ้นจาก 58 เป็น 69 และช่วยให้ความคงตัวของนมคืนรูปดีขึ้น ทั้งนี้เพราะในระหว่างการทำแห้งนั้นโปรตีนในนมถั่วเหลืองจะเกิด disulfide bond ทำให้การละลายไม่ดี และ

และโซเดียมไบซัลไฟท์มีคุณสมบัติเป็น disulfide-splitting agent ดังนั้นเมื่อใส่โซเดียมไบซัลไฟท์ลงในนมถั่วเหลืองก่อนการทำแห้ง จึงทำให้การละลายของโปรตีนในนมถั่วเหลืองดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องตามรายงานของ Fukushima (36)

5.5.4 อิทธิพลของไดโซเดียมฟอสเฟต

พิจารณาจากตารางที่ 4-9 การเติมไดโซเดียมฟอสเฟตมีผลทำให้ค่า PDI ของนมถั่วเหลืองผงเพิ่มขึ้น และทำให้การละลายคืนสู่สภาพเดิมดีขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเกลือฟอสเฟตมีคุณสมบัติในการทำให้เกิดการกระจาย และ peptization ของส่วนประกอบอาหารที่ไม่ละลายน้ำมีการละลายน้ำดีขึ้นได้ และช่วยเป็น protein stabilizer

5.5.5 อิทธิพลของ carrageenan

พิจารณาจากตารางที่ 4-10 จะเห็นว่า carrageenan ทำให้โปรตีนในนมถั่วเหลืองผงมีการกระจายตัวดีขึ้น แต่เมื่อนำไปละลายน้ำ นมคืนรูปที่ได้จะมีลักษณะคล้ายกาว

จากการทดลองนี้ ถึงแม้จะมีการใช้ปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งมีผลทำให้ค่า PDI ของนมถั่วเหลืองผง และ colloidal stability ของนมคืนรูปดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามนมถั่วเหลืองคืนรูปที่ได้ยังมีการแยกชั้น จึงได้ทำการทดลองต่อไปโดยการใช้ drying aid

5.6 การศึกษาการเตรียมนมถั่วเหลืองผงโดยใช้ drying aid

5.6.1 ชนิดของ drying aid

พิจารณาจากตารางที่ 4-11 จะเห็นว่าการเติม drying aid ลงไปนั้น มีผลทำให้ได้นมผงที่มีการละลายดี (solubility index ประมาณ 0.5-0.6 มิลลิลิตร) และเมื่อนำนมผงไปละลายน้ำจะมี colloidal stability ที่ดี ไม่มีการแยกชั้น ซึ่งการที่ drying aid ช่วยให้นมถั่วเหลืองคืนรูปไม่มีการแยกชั้นนั้นยังไม่ทราบกลไกที่แน่ชัด แต่จาก

รายงานของ Maletto (60) กล่าวว่าการมีเด็กซตรินผสมในนมโคชนิดผงนั้น เด็กซตรินจะทำหน้าที่เป็น protective colloid ป้องกันไม่ให้เกิดการตกตะกอนชนิดผิดปกติได้ และจากการทดลองของ Matsuda (44) สรุปว่าน้ำตาลทรายสามารถป้องกันการ denature ของโปรตีนในปลาได้ ดังนั้นการเติม drying aid ลงในนมถั่วเหลืองก่อนเข้าเครื่อง spray dryer แล้วทำให้นมถั่วเหลืองผงที่ได้มีการละลายดีขึ้นนั้น พอจะสันนิษฐานได้ว่าเป็นเพราะ drying aid ซึ่งเป็น stable hydrophillic colloid เหล่านี้ ไปห่อหุ้ม (encapsulate) อนุภาคของนมถั่วเหลืองผงจึงทำให้นมถั่วเหลืองผงมีการละลายดีขึ้น

พิจารณาทางด้านส่วนประกอบทางเคมี การเติม drying aid ทำให้ปริมาณโปรตีนและไขมันลดลงมา เนื่องจากปริมาณของแข็งรวมทั้งหมดเพิ่มขึ้น ส่วนค่า Recovery ของการเติมน้ำตาลและแบะแซจะได้ค่าต่ำ เพราะมีนมถั่วเหลืองผงจับติดอยู่ที่ผนังด้านในของภาชนะทำแห้ง

ในการเลือกชนิด drying aid นั้น ในการทดลองนี้เด็กซตรินเป็นตัวที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากน้ำตาลและแบะแซนั้นมีรสหวาน เมื่อเติมลงไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสหวานเกิน และนมถั่วเหลืองผงที่ได้นั้นดูดน้ำอย่างรวดเร็ว และมีสีคล้ำเพราะน้ำตาลทรายและแบะแซที่ใช้มีค่า D.E. สูง ซึ่งจะมี reducing sugar ในปริมาณสูง และ reducing sugar นี้จะทำให้เกิดปฏิกิริยา Maillard reaction โดยทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนเกิดเป็นสารสีน้ำตาล

5.6.2 ปริมาณของเด็กซตริน

พิจารณาผลการทดลองในตารางที่ 4–12 จะเห็นว่านมถั่วเหลืองที่ได้จากการเติมเด็กซตรินในปริมาณต่าง ๆ กันนั้น เมื่อนำมาละลายน้ำเพื่อดู colloidal stability ทุกตัวอย่างจะไม่มีการแยกชั้น แต่เมื่อทดสอบค่า solubility index นมถั่วเหลืองผงที่เตรียมขึ้นจากการเติมเด็กซตรินร้อยละ 5 โดยน้ำหนักนั้น จะมีปริมาตรของตะกอน

ถึง 1.6 มิลลิลิตร ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากปริมาณที่จะไปป้องกันการตกตะกอนของโปรตีน (60) มีไม่เพียงพอ ส่วนการเติมเด็กซตรินลงไปร้อยละ 15 นั้น คุณภาพของนมถั่วเหลืองผงจะมีส่วนประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำกว่าการเติมเด็กซตรินร้อยละ 10 ดังนั้นการเติมเด็กซตรินลงในนมถั่วเหลืองร้อยละ 10 จึงเป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุด

5.7 <u>การศึกษาการเก็บรักษา</u>

พิจารณาจากตารางที่ 4–13 ถ้าเก็บนมถั่วเหลืองผงในถุงพลาสติก P.E. ในเดือนแรกค่า solubility index จะเป็น 0.8 มิลลิลิตร ซึ่งแสดงว่าการละลายของนมถั่วเหลืองผงลดลง และในเดือนที่ 2 จะเพิ่มขึ้นเป็น 1.2 มิลลิลิตร ซึ่งนับว่าเป็นค่าที่สูง เมื่อเทียบกับค่าที่ ADMI (59) กำหนดไว้ในมาตรฐานนมโคชนิดผงว่าไม่ควรมีค่า solubility index เกินกว่า 1 มิลลิลิตร และเดือนที่ 3 ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง P.E. ก็เกาะกันเป็นก้อน เนื่องจากความชื้นสามารถผ่านเข้าออกภาชนะพลาสติก P.E. ได้ ส่วนที่บรรจุในถุง Al-foil/P.E. นั้น ใน 2 เดือนแรกไม่มีการเปลี่ยนแปลงจะเริ่มเปลี่ยนในเดือนที่ 3 โดยมีค่า solubility index เพิ่มเป็น 0.8 มิลลิลิตร และในเดือนที่ 4 เป็น 1.0 มิลลิลิตร จนในเดือนที่ 6 เพิ่มขึ้นเป็น 1.8 มิลลิลิตร จะเห็นว่ายิ่งเก็บนานขึ้นค่า solubility indexจะสูงขึ้น แสดงว่าการละลายของผลิตภัณฑ์ลดลง

พิจารณาตารางที่ 4–14 การบรรจุใน P.E. ที่อุณหภูมิห้องในเดือนที่ 3 นมถั่วเหลืองผงก็เกิดการจับตัวกันเป็นก้อนแข็ง ส่วนการบรรจุในถุง Al-foil/P.E. ค่า solubility index ก็มีการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกับการเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

พิจารณาจากตารางที่ 4–15 จากการทดลองเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่ 5 องศาเซลเซียส ในภาชนะบรรจุ P.E. นั้นช่วง 2 เดือนแรกจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง ค่า TBA ที่วัดได้มีค่าคงที่ หลังจากเดือน 3 จนถึงเดือนที่ 6 จะเปลี่ยนแปลงจาก 0.156 เป็น 0.234 และจากการสังเกตในเดือนที่ 6 ผลิตภัณฑ์จะมีกลิ่นหืน แต่ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ในถุง Al-foil/P.E. 3 เดือนค่าTBA ไม่เปลี่ยนแปลง จะเริ่มเพิ่มขึ้นเป็น 0.156 ในเดือนที่ 4 และคงที่ไปจนถึงเดือนที่ 6 โดยมีค่า TBA เป็น 0.156

พิจารณาจากตารางที่ 4-16 การทดลองเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง P.E. จะมีค่า TBA เพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนแรกและเดือนที่ 2 ในเดือนที่ 3 และ 4 จึงคงที่และสูงขึ้นเป็น 0.468 ในเดือนที่ 5 และ 6 จากการสังเกตผลิตภัณฑ์จะมีกลิ่นหืนในเดือนที่ 4 ส่วนนมถั่วเหลืองผงที่บรรจุในถุง Al-foil/P.E. นั้น 2 เดือนแรกค่า TBA จะคงที่ เดือนที่ 3 เพิ่มขึ้นเป็น 0.156 เดือนที่ 4 เพิ่มขึ้นเป็น 0.234 และคงที่ไปจนสิ้นเดือนที่ 6

จะเห็นว่าชนิดภาชนะบรรจุและอุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อค่า TBA และ solubility index ของนมถั่วเหลืองผง จากการทดลองนี้สามารถเก็บนมถั่วเหลืองผงบรรจุในถุง Al-foil/P.E. และเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 4 เดือน โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษานั้นไม่มีกลิ่นหืนและค่า solubility index ไม่เกิน 1.0 มิลลิลิตร ส่วนภาชนะพลาสติก P.E. ไม่เหมาะสมที่จะใช้บรรจุนมถั่วเหลืองผง เนื่องจากนมถั่วเหลืองผงจะมีการจับตัวกันเป็นก้อนแข็ง เมื่อเก็บไว้ได้เพียง 3 เดือน ทั้งที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย