



3936143 NUFN/M : MAJOR : FOOD AND NUTRITION FOR DEVELOPMENT; M.Sc.

(FOOD AND NUTRITION FOR DEVELOPMENT)

KEY WORDS : CALCIUM FORTIFICATION / SOYBEAN MILK /

*IN-VITRO* BIOAVAILABILITY

PIANGJAN CHAIWANON : CALCIUM FORTIFICATION IN SOYBEAN MILK AND *IN-VITRO* BIOAVAILABILITY. THESIS ADVISORS : PRAPASRI PUWASTEIN, Ph.D., PRAPASRI P. SIRICHAKWAL, Ph.D., ANADI NITITHAMYONG, Ph.D. 86 p. ISBN 974-662-372-9

Soybean milk is a milk alternative beverage due to its inexpensive high quality vegetable protein. Soybean milk (soybean to water = 1:8 (w/w)) contains an equal amount of protein but only 1/6 of calcium to a comparable amount of cow's milk. The objective of this study was to fortify calcium in soybean milk with similar levels of calcium to cow's milk. Three forms of calcium salts were tested, namely calcium carbonate, tri-calcium phosphate and calcium lactogluconate. Solubility and dispersion of calcium carbonate in soybean milk was rather poor (11%) which increased (to 27%) by the addition 300 mg sequestering agent (potassium citrate) and 30 mg stabilising agent (carrageenan). For tri-calcium phosphate, a considerable amount was dispersed and solubilised. These properties were improved slightly, from 66% to 72% with the addition of the sequestering and stabilising agents. Calcium lactogluconate showed the highest calcium solubility and dispersion, but, it caused protein coagulation. Addition of 600 mg sequestering agent (potassium citrate) per 100 ml calcium lactogluconate fortified soybean milk could prevent this condition. However, the agent could produce an undesirable chemical aftertaste in the product when used in large amount, only soybean milk with two forms of calcium salts were tested for calcium bioavailability by *in-vitro* Miller's method. Soybean milk, 100ml, fortified with calcium carbonate (120 mg total Ca), with 300 mg potassium citrate and 30 mg carrageenan, exhibited 19% calcium availability, comparable to 18% in natural cow's milk. Tri-calcium phosphate fortified soybean milk (120 mg total Ca/100ml), with 300 mg potassium citrate and 25 mg carrageenan, showed 15% calcium bioavailability. Both type of calcium fortified soybean milk exhibited higher availability of calcium than that of non-fortified soybean milk (11% calcium availability).

The overall acceptability of the 2 types of calcium-fortified soybean milk was about 7 from a 9-point hedonic scale (like moderately), whereas that of the non-fortified soybean milk was about 6 (like slightly). The Ca:P ratios in different types of soybean milk : non-fortified, fortified with calcium carbonate and with tri-calcium phosphate, were 1:2, 2.6:1 and 1.25:1, respectively. The costs of raw materials for calcium fortified soybean milk with calcium carbonate and with tri-calcium phosphate was 1.2 and 1.6 baht per serving (200 ml), respectively, compared to 0.6 baht per serving from non-fortified soybean milk.

3936143 NUFN / M : สาขาวิชาอาหารและโภชนาการเพื่อการพัฒนา; วท.ม

(อาหารและโภชนาการเพื่อการพัฒนา)

เพียงจันทร์ ชัยวนนท์ : นมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมและความสามารถในการนำแคลเซียมไปใช้ (*in-vitro*) (CALCIUM FORTIFICATION IN SOYBEAN MILK AND *IN-VITRO* BIOAVAILABILITY)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ประภาศรี ภูวนสิทธิ์ Ph.D., ประไพศรี ศิริจักรวาล Ph.D,

อาณัติ นิตยธรรมยง Ph.D. 86 หน้า. ISBN 974-662-372-9

นมถั่วเหลือง จัดเป็นเครื่องดื่มประเภทนมที่มีโปรตีนสูง คุณภาพดี และราคาถูก นมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วคั่ว น้ำ 1:8 โดยน้ำหนัก มีปริมาณโปรตีนเทียบเท่ากับนมวัว แต่มีแคลเซียมเพียง 1 ใน 6 ของนมวัวเท่านั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือ การเสริมแคลเซียมในนมถั่วเหลืองให้มีระดับ แคลเซียมต่อหน่วยปริมาตร (200 มิลลิลิตร) ใกล้เคียงกับปริมาณแคลเซียมที่มีในนมวัว ในการนี้ได้เลือกใช้เกลือแคลเซียม 3 ชนิด ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต, ไตรแคลเซียมฟอสเฟต และแคลเซียมแลคโตกลูโคเนต ผลการศึกษาพบว่า การละลายและกระจายตัวของเกลือแคลเซียมคาร์บอเนตในนมถั่วเหลืองค่อนข้างต่ำ เมื่อเติมสารช่วยในการคงตัว (potassium citrate) 300 มิลลิกรัม และสารแชนนอน (carrageenan) 30 มิลลิกรัม มีผลทำให้การละลายและการกระจายตัวของเกลือแคลเซียมเพิ่มขึ้นจาก 11% เป็น 27% สำหรับเกลือไตรแคลเซียมฟอสเฟตในนมถั่วเหลืองเมื่อมีการเติมสารทั้งสองชนิดนี้ลงไปด้วย พบว่า มีผลทำให้เกลือแคลเซียมชนิดนี้ มีการละลายและการกระจายตัวเพิ่มขึ้นจากเดิมซึ่งต่ำกว่าอยู่แล้วเพียงเล็กน้อย คือจาก 66% เป็น 72% ในกรณีของเกลือแคลเซียมแลคโตกลูโคเนต แม้ว่าจะมีการละลายและการกระจายตัวในน้ำได้ดี แต่เมื่ออยู่ในนมถั่วเหลืองกลับมีผลทำให้เกิดการตกตะกอนของโปรตีนและเมื่อเติมสารช่วยในการคงตัว potassium citrate ถึงในระดับ 600 มิลลิกรัม สามารถป้องกันการตกตะกอนโปรตีนในนมถั่วเหลืองได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการเติมสารช่วยในการคงตัว ในระดับนี้ มีผลต่อรสชาติของนมถั่วเหลืองที่ไม่พึงปรารถนา ดังนั้น จึงนำนมถั่วเหลืองเฉพาะที่เสริมด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต และไตรแคลเซียมฟอสเฟต ไปทดสอบความสามารถในการนำแคลเซียมไปใช้ โดยวิธี *in-vitro* Miller's method พบว่า นมถั่วเหลืองที่เสริมแคลเซียมคาร์บอเนต ร่วมกับการเติมสารช่วยในการคงตัว และสารแชนนอน ในระดับ 300 มิลลิกรัม และ 30 มิลลิกรัม ตามลำดับ มีค่าการนำแคลเซียมไปใช้ 19% เมื่อเทียบกับแคลเซียมในนมวัว พบว่ามีค่าการนำแคลเซียมไปใช้ 18% นมถั่วเหลืองเสริมเกลือไตรแคลเซียมฟอสเฟต ร่วมกับ สารช่วยในการคงตัว และสารแชนนอน ในระดับ 300 มิลลิกรัม และ 25 มิลลิกรัม ตามลำดับ มีค่าความสามารถในการนำแคลเซียมไปใช้ ต่ำกว่าคือ 15% อย่างไรก็ตาม นมถั่วเหลืองที่เสริมด้วยแคลเซียมทั้งสองชนิดนี้มีค่าความสามารถในการนำแคลเซียมไปใช้สูงกว่าแคลเซียมในนมถั่วเหลืองที่ไม่ได้มีการเสริมเกลือแคลเซียม

นมถั่วเหลืองที่เสริมด้วยเกลือแคลเซียมคาร์บอเนตและเกลือไตรแคลเซียมฟอสเฟต เมื่อทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่ามีคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ในระดับปานกลาง (คะแนน=7) ในขณะที่นมถั่วเหลืองที่ไม่ได้เสริมแคลเซียม มีคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ในระดับชอบเล็กน้อย (คะแนน=6) สัดส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสในนมถั่วเหลือง ที่ไม่ได้เสริมแคลเซียม, เสริมด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต และไตรแคลเซียมฟอสเฟต คือ 1: 2, 2.6:1 และ 1.25:1 ตามลำดับ ราคาวัตถุดิบ ในการเตรียมนมถั่วเหลืองเสริมด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต และ ไตรแคลเซียมฟอสเฟต เท่ากับ 1.2 และ 1.6 บาท ต่อ 1 หน่วยปริมาตรเปรียบเทียบกับ 0.60 บาท ต่อ 1 หน่วยปริมาตร สำหรับนมถั่วเหลืองที่ไม่มีการเสริมแคลเซียม