

การพัฒนาตำรับอาหารเสริมอัดเม็ดฟองฟูสำหรับสัตว์ปีก

The Development of Feed Supplement Effervescent Tablets for Poultry

สุพัตรา คามบุตย์¹, จอมใจ พีรพัฒน์^{2*}

Supatra Kambud¹, Jomjai Peerapattana^{2*}

Received: 31 Jul 2009

Accepted: 4 Dec 2009

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตำรับอาหารเสริมอัดเม็ดฟองฟูสำหรับสัตว์ปีก รูปแบบเม็ด จะช่วยให้สารสำคัญในตำรับมีความคงตัวมากยิ่งขึ้น และการละลายน้ำก่อนใช้จะทำให้สัตว์รับประทานได้ง่าย การพัฒนาตำรับอาหารเสริมอัดเม็ดฟองฟูครั้งนี้จะศึกษาชนิดและปริมาณของสารช่วยยึดเกาะ สารหล่อลื่น สารเพิ่ม การละลายของวิตามินที่ละลายในไขมัน และสารเพิ่มปริมาณ โดยใช้กรดซิตริก กรดทาร์ทาริกและโซเดียมไบคาร์บอเนต ในอัตราส่วน 1:2:3.4 ตามลำดับ เป็นสารก่อฟองฟู ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของอาหารเสริมอัดเม็ดฟองฟูตามมาตรฐานที่กำหนดในเภสัชตำรับอเมริกาและอังกฤษ วิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีในตำรับ ผลการศึกษาพบว่า ตำรับอาหารเสริมอัดเม็ดฟองฟูที่เหมาะสมในการนำไปพัฒนาในระดับอุตสาหกรรมต่อไปคือตำรับที่ประกอบด้วย วิตามินรวมร้อยละ 50.5 ของตำรับ พีวีพี เค 30 ร้อยละ 2.5 ของตำรับ (เดิมในรูปสารละลาย 30% ในแอลกอฮอล์) แป้งข้าวโพด ร้อยละ 9 ของตำรับ สารก่อฟองฟูร้อยละ 30 ของตำรับ ทวิน 80 ร้อยละ 3 ของตำรับ และโพลีเอทิลีนกลัยคอล 6000 ร้อยละ 5 ของตำรับ เตรียมโดยวิธีแกรนูลเปียก โดยอาหารเสริมที่ได้มีลักษณะเป็นเม็ดกลม ผิวหน้าเรียบ สีเหลือง มีกลิ่นเฉพาะตัวของวิตามิน มีความสม่ำเสมอของน้ำหนักและปริมาณด้วยสำคัญ ความกรอบและเวลาในการแตกตัวผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กำหนดในเภสัชตำรับ

คำสำคัญ: อาหารเสริมอัดเม็ดฟองฟู อาหารเสริมสำหรับสัตว์ปีก การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี
วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน 2552; 5(3): 228-234

Abstract

The objective of this research was to develop feed supplement effervescent tablets for poultry. The multivitamins are more stable in the solid dosage form (tablets) and their use is easy because it is dissolved before feeding. In this study, the effect of type and quantity of binder, lubricant, solubilizing enhancer and filler were investigated. Citric acid, tartaric acid and sodium bicarbonate (NaHCO_3) in the ratio of 1:2:3.4 were selected as effervescent base. The physico-chemical properties of the tablets were assessed according to USP29 and BP 2002. The vitamin C content was also measured. The optimum formula for multivitamins

¹ นักศึกษาหลักสูตรเภสัชศาสตรมหาบัณฑิต, ² Ph.D. รองศาสตราจารย์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น

² Master degree student, ² Ph.D., Associate Professor, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen

* Corresponding author: Jomjai Peerapattana, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002
Tel. +66 4336 2092 Fax. +66 4336 2092 E-mail: jomsuj@kku.ac.th

effervescent tablets was identified as 50.50% multivitamin blend, 2.5% PVP K30 (added as 30% solution in 95% ethanol), 9% corn starch, 30% effervescent base, 3% tween 80, and 5% PEG 6000. The effervescent tablets were prepared by the wet granulation method. The finished products were yellow, round, flat face tablets with typical vitamin like odor. The uniformity of weight and content, % friability, and disintegration time met the requirements of standard Pharmacopoeias.

Keywords: Food supplement effervescent tablets, Food supplement for poultry, Ascorbic acid analysis

IJPS 2009: 5(3): 228-234

บทนำ

ปัจจุบันอัตราการขยายตัวของตลาดส่งออกไก่และผลิตภัณฑ์จากไก่ของไทยนั้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วง 6 เดือนแรกของปี 2551 (ม.ค.-มิ.ย.) การส่งออกไก่สดแช่เย็น แช่แข็งและแปรรูปมีมูลค่า 666.78 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (กรมศุลกากร, 2549) ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 67.80 เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปี 2550 คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 56.56 ของเป้าหมายการส่งออก โดยมีสัดส่วนการส่งออกเนื้อไก่แปรรูปไปตลาดกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปร้อยละ 48 ญี่ปุ่นร้อยละ 42 และตลาดอื่นๆ ร้อยละ 10 (กระทรวงพาณิชย์, 2546) การส่งออกไก่กลุ่มประเทศสหภาพยุโรปยังคงเป็นการส่งออกตามโควตานำเข้าที่ได้ขอไว้แล้ว สำหรับตลาดญี่ปุ่น กระทรวงเกษตรป่าไม้และประมงญี่ปุ่นได้ให้การรับรองโรงงานผลิตเนื้อสัตว์ของไทยเพิ่มขึ้นจาก 54 โรง เป็น 61 โรง และผลจากการลงนามความตกลงหุ้นส่วนเศรษฐกิจไทย-ญี่ปุ่น (JTEPA) ทำให้ภาวศุลกากรในการนำเข้าไก่สดและผลิตภัณฑ์แปรรูปของไทยลดลง ซึ่งมีแนวโน้มจะทำให้การส่งออกไก่แปรรูปไปประเทศญี่ปุ่นขยายตัวเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการเลี้ยงไก่ของผู้ประกอบการมักจะพบปัญหาไก่เครียด สาเหตุมาจากสภาพการเลี้ยงไก่จำนวนมากแบบแออัด หรือในช่วงที่จับไก่ไปขาย อีกทั้งในสภาวะอากาศเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันหรือช่วงเปลี่ยนฤดูกาล ซึ่งมักเป็นสาเหตุทำให้ไก่เครียด ผลที่ตามมาจากภาวะเครียดของไก่จะทำให้ไก่กินอาหารน้อยลง มีภูมิคุ้มกันโรคต่ำลง ทำให้เกิดโรคระบาดง่าย จากปัญหาดังกล่าวการส่งเสริมสุขภาพของไก่ตั้งแต่อยู่ในฟาร์มจึงถือเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง ทั้งการปรับสภาพแวดล้อมภายในฟาร์มเลี้ยงไก่ไม่ให้แออัด และการให้ความสำคัญในเรื่องอาหารซึ่งจะต้องมีโภชนาเพียงพอสำหรับแม่ไก่และสะสมในไขฟักไข่ และเป็นอาหารสำรองสำหรับการ

เจริญเติบโตของตัวอ่อน ดังนั้นอาหารไก่จึงจำเป็นต้องมีวิตามินในปริมาณที่เพียงพอ นอกจากนี้ต้องมีแร่ธาตุอย่างเพียงพอเนื่องจากสารเหล่านี้มีผลต่อการฟักออกและการเลี้ยงรอดในช่วงแรก (ประภากร, 2535) มีการศึกษาพบว่าวิตามินจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของไก่ ช่วยสร้างความแข็งแรงและความกระปรี้กระเปร่าแก่ร่างกายช่วยลดความเครียดของไก่ สร้างความต้านทานโรคและบำรุงระบบประสาท ร่างกายต้องการในปริมาณน้อยแต่ขาดไม่ได้ เพื่อให้ปฏิกิริยาต่างๆ ในร่างกายดำเนินไปตามปกติหากขาดจะทำให้ไก่โตช้าและเป็นโรคขาดวิตามินนั้นๆ ดังนั้นการพัฒนาตำรับอาหารเสริมวิตามินรวมสำหรับไก่จึงเป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมสุขภาพไก่ในฟาร์มได้เป็นอย่างดี

อาหารเสริมวิตามินรวมสำหรับไก่ในปัจจุบันมีหลายรูปแบบด้วยกัน ทั้งที่เป็นรูปแบบยาน้ำ ยาเม็ด และยาฉีด สำหรับรูปแบบยาน้ำจะง่ายต่อการให้ยาและสามารถปรับขนาดยาได้ตามต้องการ แต่มักจะประสบปัญหาเรื่องความคงตัวของยาและการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ (วัชร, 2542) ส่วนการให้ยาฉีดแก่สัตว์ปีกก็จะใช้เวลาค่อนข้างนาน เพราะต้องฉีดให้แก่สัตว์ทีละตัว และราคาของยาฉีดจะค่อนข้างแพง จึงมีการพัฒนาตำรับอาหารเสริมเป็นเม็ดเนื่องจากมีความคงตัวมากกว่า วิตามินเสื่อมสลายได้ช้าลง แต่สัตว์ก็มักจะคายยาออกมาหลังจากการป้อนยา (วัชร, 2542) อีกทั้งในปัจจุบันพบว่าอาหารเสริมวิตามินรวมที่มีขายในท้องตลาดนั้นส่วนใหญ่มีการนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นการพัฒนาตำรับอาหารเสริมชนิดเม็ดฟองฟูจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ รูปแบบที่เป็นเม็ดจะช่วยให้อาหารสำคัญในตำรับมีความคงตัวมากยิ่งขึ้น และการละลายน้ำก่อนใช้จะทำให้สัตว์รับประทานได้ง่ายขึ้น (วัชร, 2542) อีกทั้งการเกิดฟองฟูของคาร์บอนไดออกไซด์ยังมีผลเร่งการหลั่งน้ำย่อยทำให้

สัตว์ยากับประทานอาหารมากยิ่งขึ้น (อรุณศรี, 2536) และยังถือเป็นการช่วยลดมูลค่าการนำเข้าอาหารเสริมวิตามินรวมสำหรับสัตว์ปีกได้อีกด้วย วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้คือ พัฒนาตำรับอาหารเสริมอัดเม็ดฟองฟูสำหรับสัตว์ปีก และประเมินคุณภาพของอาหารเสริมอัดเม็ดที่เตรียมได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. สารเคมีและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

ตัวยาสำคัญ ได้แก่ Vitamin A, Vitamin E, Vitamin D3, Vitamin B1 (thiamine), Vitamin B2 (riboflavin), Vitamin B6 (pyridoxine HCl), Vitamin B12 (cyano cobalamin), Inositol, Vitamin B5 (d-calcium pantothenate), Vitamin C, Nicotinic acid จาก BASF, Germany และ เกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl, Merck, Germany)

กรดซิติริกโมโนไฮเดรต กรดทาร์ทาริก โพลีเอทิลีนกลัยคอน 6000, Dichlorophenol-indophenol และ ทวิน 80 จาก Merck, Germany โซเดียมไบคาร์บอเนต, แลคโตส (DMV Fonterra Excipients, New Zealand), แป้งข้าวโพด, แมกนีเซียมสเตียเรท (FACI Asia Pacific PET, Singapore), โซเดียมลอริลซัลเฟต, พีวีพี เค30 (ISP Sales, UK), พอลิธินกลัยคอน, น้ำมันพืช, น้ำมันแร่, กลีเซอริน, กรดเมตาฟอสฟอริก (Sigma-Aldrich)

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องตอกยาเม็ดแบบสากลเดี่ยว (Yamasaki, Japan), เครื่องวัดความแข็ง (Vankel, VK200, Germany), เครื่องวัดความกร่อน (สิทธิพร แอสโซซิเอต, ประเทศไทย)

2. วิธีการทดลอง

2.1 การพัฒนาสูตรตำรับอาหารเสริมอัดเม็ดฟองฟู

2.1.1 ผสมวิตามินแต่ละชนิดในสัดส่วนที่แสดงในตารางที่ 1 เข้าด้วยกัน และต่อไปจะเรียกส่วนผสมนี้ว่า “ผงวิตามินรวม” หรือ “multivitamins”

ตารางที่ 1 สัดส่วนปริมาณวิตามินแต่ละชนิดในอาหารเสริม

วิตามิน	ปริมาณ
Vitamin C	500 mg
Vitamin B1	50 mg
Vitamin B2	100 mg
Vitamin B5 (d-calcium pantothenate)	200 mg
Vitamin B6 (pyridoxine HCl)	50 mg
Vitamin B12 (cyanocobalamin)	0.5 mg
Inositol	100 mg
Nicotinic acid	100 mg
Sodium Chloride (NaCl)	50 mg
Vitamin A	200,000 IU
Vitamin D3	50,000 IU
Vitamin E	150 IU

2.1.2 เตรียมส่วนประกอบตำรับอาหารเสริมดังแสดงในตารางที่ 2 สูตรตำรับของอาหารเสริมเพื่อคัดเลือกสารยึดเกาะ ตารางที่ 3 สูตรตำรับของอาหารเสริมเพื่อคัดเลือกสารหล่อลื่น ตารางที่ 4 สูตรตำรับของอาหารเสริมเพื่อคัดเลือกตัวช่วยละลายวิตามินที่ไม่ละลายในน้ำและสารหล่อลื่น ตารางที่ 5 สูตรตำรับของอาหารเสริมเพื่อคัดเลือกสารช่วยเพิ่มการละลายวิตามินที่ไม่ละลายน้ำและความเข้มข้นของสารยึดเกาะ และสารเพิ่มปริมาณ

ตารางที่ 2 สูตรตำรับของอาหารเสริมเพื่อคัดเลือกสารยึดเกาะ

ส่วนประกอบในตำรับ	ตำรับที่ (ร้อยละ)			
	1	2	3	4
ผงวิตามินรวม	50.5	50.5	50.5	50.5
กรดซิติริก	4.66	4.66	4.66	4.66
กรดทาร์ทาริก	9.32	9.32	9.32	9.32
โซเดียมไบคาร์บอเนต	16.04	16.04	16.04	16.04
10% พีวีพี เค30 ใน 95% แอลกอฮอล์	2.50	-	-	-
10% แป้งมันสำปะหลังในน้ำ	-	2.50	-	-
10% แลคโตส ในน้ำ	-	-	2.50	-
10% พีวีพี เค30 ในน้ำ	-	-	-	2.50
แลคโตส	12	12	12	12
โพลีเอทิลีนกลัยคอน 6000	5	5	5	5

ตารางที่ 3 สูตรตำรับของอาหารเสริมเพื่อคัดเลือกสารหล่อลื่น

ส่วนประกอบในตำรับ	ตำรับที่ (ร้อยละ)			
	5	6	7	8
ผง วิตามินรวม	50.5	50.5	50.5	50.5
กรดซิติริก	4.66	4.66	4.66	4.66
กรดทาร์ทาริก	9.32	9.32	9.32	9.32
โซเดียมไบคาร์บอเนต	16.04	16.04	16.04	16.04
10% พีวีพี เค30	2.50	2.50	2.50	2.50
แลคโตส	12	11.75	11.50	11
โพลีเอทิลีนกลัยคอน 6000	5	5	5	5
แมกนีเซียมสเตียเรท	-	0.25	0.50	1

ตารางที่ 4 สูตรตำรับของอาหารเสริมเพื่อคัดเลือกตัวช่วยละลายวิตามินที่ไม่ละลายในน้ำ

ส่วนประกอบในตำรับ	ตำรับที่ (ร้อยละ)				
	9	10	11	12	13
ผงวิตามินรวม	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
กรดซิตริก	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
กรดทาร์ทาริก	9.32	9.32	9.32	9.32	9.32
โซเดียมไบคาร์บอเนต	16.04	16.04	16.04	16.04	16.04
10% พีวีพี เค30 ใน 95% แอลกอฮอล์	2.50	2.50	-	-	-
พอลิซิลิโคน	-	-	7	-	-
น้ำมันรำข้าว	-	-	1	-	-
กลีเซอริน	-	-	-	2	2.35
น้ำมันแร่	-	-	-	-	3.50
ทวิน 80	-	4	-	-	-
โซเดียมลอริลซัลเฟต	2	-	2	2	2
แลคโตส	10	8	4.5	10.5	6.65
โพลีเอทิลีนไกลคอล	5	5	5	5	5
6000					

ตารางที่ 5 สูตรตำรับของอาหารเสริมเพื่อคัดเลือกสารช่วยเพิ่มการละลายวิตามินที่ไม่ละลายในน้ำ ความเข้มข้นของสารยัดเกาะ และสารเพิ่มปริมาณ

ส่วนประกอบ	ตำรับที่ (ร้อยละ)						
	14	15	16	17	18	19	20
ในตำรับ							
ผงวิตามินรวม	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50
กรดซิตริก	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
กรดทาร์ทาริก	9.32	9.32	9.32	9.32	9.32	9.32	9.32
โซเดียมไบคาร์บอเนต	16.04	16.04	16.04	16.04	16.04	16.04	16.04
20% พีวีพี เค 30 ใน 95% แอลกอฮอล์	2.50	-	-	2.50	-	-	-
25% พีวีพี เค 30 ใน 95% แอลกอฮอล์	-	2.50	-	-	2.50	-	-
30% พีวีพี เค 30 ใน 95% แอลกอฮอล์	-	-	2.50	-	-	2.50	2.50
ทวิน 80	-	-	-	3	3	3	3
โซเดียมลอริลซัลเฟต	1.50	1.50	1.50	-	-	-	-
แลคโตส	10.50	10.50	10.50	9	9	9	-
โพลีเอทิลีนไกลคอล	5	5	5	5	5	5	5
6000							
แป้งข้าวโพด							9

2.1.3 ผสมโซเดียมไบคาร์บอเนตกับ

ผงวิตามินรวมและสารเพิ่มปริมาณเข้าด้วยกัน ผสมกรดซิตริกและกรดทาร์ทาริกเข้าด้วยกันเบาๆ แล้วนำไปผสมกับสารผสมวิตามินรวมที่เตรียมไว้แล้ว เติมสารยัดเกาะ

จนได้ damp mass นำไปผ่านตะแกรงเบอร์ 10 จากนั้นนำแกรนูลไปตั้งไว้ในโถดูดความชื้น จนแกรนูลแห้ง (ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง) นำแกรนูลแห้งมาผ่านตะแกรงเบอร์ 10 แล้วผสมกับสารหล่อลื่นเป็นเวลา 5 นาที นำมาตอกเป็นเม็ดโดยใช้เครื่องตอกยาเม็ดแบบสากเดี่ยว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 mm ประเมินลักษณะทางกายภาพของแต่ละตำรับและคัดเลือกสารเพิ่มปริมาณสารยัดเกาะ สารช่วยละลายวิตามินที่ไม่ละลายในน้ำที่เหมาะสมที่สุด

2.2 การประเมินคุณภาพอาหารเสริมอัดเม็ดฟองฟู

2.2.1 การประเมินลักษณะทางกายภาพ โดยละลายเม็ดอาหารเสริมในน้ำปริมาตร 200 mL สังเกตสี ดมกลิ่น และชิมรสชาติ

2.2.2 การประเมินความสม่ำเสมอของเม็ดอาหารเสริม

การทดลองนี้ศึกษาเฉพาะความแปรปรวนของน้ำหนัก เพราะปริมาณตัวยาสำคัญไม่ต่ำกว่าร้อยละ 25 หรือ 25 mg ต่อเม็ด (USP29) โดยสุ่มตัวอย่างเม็ดอาหารเสริมมา 10 เม็ด ชั่งเม็ดอาหารเสริมแต่ละเม็ด คำนวณค่าเฉลี่ยของเม็ดอาหารเสริม และร้อยละความเบี่ยงเบนสัมพัทธ์ (%RSD) (USP29)

2.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (vitamin C) ในเม็ดอาหารเสริม

ปริมาณสารสำคัญในเม็ดอาหารเสริมในการศึกษานี้จะวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ 1 ตัว ที่มีความคงตัวน้อยที่สุด คือ กรดแอสคอร์บิกตามข้อกำหนดการขออนุญาตและขอขึ้นทะเบียนอาหารสัตว์ (กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ 2542)

ละลายเม็ดอาหารเสริม 20 เม็ดในน้ำที่มีกรดเมตาฟอสฟอริกร้อยละ 25 เขย่าให้เม็ดอาหารเสริมแตกตัวจนหมด นำไปปั่นเหวี่ยง แล้วเอาสารละลายใสส่วนบนมาเจือจางให้ได้สารละลายกรดแอสคอร์บิก 500 µg/mL นำสารละลายที่ได้มาไตเตรดโดยใช้สารละลายมาตรฐาน dichlorophenol-indophenol จนถึงจุดยุติคือได้สารละลายสีชมพู คำนวณหาปริมาณกรดแอสคอร์บิกโดยเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน dichlorophenol-indophenol ที่ทำการ standardize กับกรดแอสคอร์บิกแล้ว (USP 29)

2.2.4 ความกรอบน

ใส่เม็ดยาหนัก 6.5 g กลิ้งในเครื่องทดสอบความกรอบน 100 รอบ (25 รอบต่อนาที) แล้วทำการชั่งน้ำหนักเม็ดยาทั้งหมดอีกครั้ง คำนวณร้อยละความกรอบน จากสูตร

$$\text{ร้อยละความกรอบน} = \frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักที่เหลือ}) \times 100}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}}$$

2.2.5 ความแข็งของเม็ดยา

สุมตัวอย่างอาหารเสริมมา 10 เม็ด วัดความแข็งโดยใช้เครื่องทดสอบความแข็ง การทดสอบครั้งนี้ได้กำหนดให้เม็ดอาหารเสริมวิตามินแบบฟองฟูมีความแข็งอย่างน้อย 4 kg

2.2.6 การแตกตัว

นำเม็ดอาหารเสริมมา 6 เม็ด ละลายแต่ละเม็ดในบีกเกอร์ซึ่งบรรจุน้ำ 200 mL อุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 15–25°C จับเวลาตั้งแต่เม็ดอาหารเสริมสัมผัสน้ำจนกระทั่งแตกตัวหมด ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ยาเม็ดฟองฟูต้องแตกตัวหมดภายในเวลาไม่เกิน 5 นาที

ผลการศึกษาวิจัย

ตารางที่ 2 แสดงส่วนประกอบของเม็ดอาหารเสริมซึ่งมีน้ำหนัก 600 mg ต่อเม็ด พบว่าเมื่อเติมสารยึดเกาะที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบลงไปในช่วงขั้นตอนการทำ damp mass จะเกิดปฏิกิริยาของสารก่อฟองฟูเกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น จึงเลือกสูตรตำรับที่ใช้พีวีพี เค30 ในแอลกอฮอล์เป็นสารยึดเกาะมาพัฒนาต่อ เมื่อนำอาหารเสริมตำรับนี้มาดกเป็นเม็ด พบปัญหาสารติดหน้าสากและเบ้า จึงไม่สามารถดกได้ จึงได้ศึกษาชนิดและปริมาณสารหล่อลื่นที่เหมาะสมในตำรับ (ตารางที่ 3) เพื่อแก้ปัญหาการติดหน้าสากและเบ้า โดยสารหล่อลื่นที่ใช้คือ โพลีเอทิลีนกลัยคอน 6000 ร้อยละ 5 เพียงตัวเดียวและที่ใช้ร่วมกับ แมกนีเซียมสเตียเรท ร้อยละ 0.25, 0.50 และ 1 จากการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันของการติดหน้าสากและเบ้าแม้ว่าจะเติมแมกนีเซียมสเตียเรทเพิ่มลงไปในตำรับ จึงพิจารณาใช้โพลีเอทิลีนกลัยคอน 6000 เป็นสารหล่อลื่นเพียงตัวเดียวเนื่องจากแมกนีเซียมสเตียเรทมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ เมื่อนำอาหารเสริมตำรับที่มีแมกนีเซียมสเตียเรทเป็นส่วนประกอบไปละลายน้ำพบว่ามีคราบสีขาวลอยขึ้นที่ผิวน้ำด้านบนไม่นำมารับประทาน

แต่ในตำรับที่ใช้โพลีเอทิลีนกลัยคอน 6000 เพียงตัวเดียวเป็นสารหล่อลื่นจะได้สารละลายที่ใสมากกว่าและไม่เกิดคราบลอยเหนือผิวน้ำ

ปัญหาการติดหน้าสากและเบ้าดังกล่าวคาดว่าจะเกิดจากสภาวะที่ควบคุมสภาพแวดล้อมขณะทำการดกไม่ได้ ข้อกำหนดในการผลิตยาเม็ดฟองฟูต้องผลิตในบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงไม่เกิน 25% และอุณหภูมิไม่เกิน 25°C (Aulton, 1988) แนวทางแก้ไขระหว่างการศึกษาจึงควบคุมอุณหภูมิขณะเตรียมให้ได้ 25°C แต่ไม่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้วิธีแก้ไขคือเคลือบผิวสากและเบ้าด้วยน้ำมันซิลิโคน (silicone oil) ซึ่งสามารถลดปัญหาการติดหน้าสากและเบ้าได้ในระดับหนึ่ง

หลังจากที่ดกเป็นเม็ดได้แล้วเมื่อนำมาละลายน้ำพบว่าเม็ดจะดกจนตกอยู่ที่ก้นภาชนะ คาดว่าเป็นตะกอนของวิตามินกลุ่มที่ไม่ละลายน้ำ จึงได้เติมสารช่วยเพิ่มการละลายวิตามินที่ไม่ละลายน้ำได้แก่ พอลิซิลนกลัยคอน, น้ำมันรำข้าว, กลีเซอริน, น้ำมันแร่, ทวิน 80 และโซเดียมลอริลซัลเฟต (ตารางที่ 4) ซึ่งสารเหล่านี้ยังทำหน้าที่เป็นสารยึดเกาะในตำรับอีกด้วย เมื่อนำแกรนูลที่เตรียมได้มาละลายน้ำเพื่อดูว่าตำรับใดสามารถละลายน้ำได้มากที่สุดโดยสังเกตจากปริมาณตะกอน พบว่าตำรับที่ 11, 12, 13 มีตะกอนที่ก้นภาชนะน้อยที่สุด แต่ตำรับเหล่านี้ไม่สามารถนำมาดกเป็นเม็ดได้เพราะแกรนูลแห้งไม่สนิทไม่สามารถปรับความแข็งได้และความสามารถในการไหลไม่ดี จึงพิจารณาเลือกตำรับที่ 10 ซึ่งมีทวิน 80 เป็นสารเพิ่มการละลายวิตามินกลุ่มที่ไม่ละลายน้ำ เนื่องจากปริมาณตะกอนลดลง และสามารถนำมาดกเป็นเม็ดได้ ส่วนตำรับที่ 9 นั้นพบว่ามีปริมาณตะกอนที่ก้นภาชนะมากที่สุด

หลังจากได้ทำการศึกษาเพื่อหาชนิดของสารยึดเกาะ ชนิดของสารหล่อลื่นและปริมาณสารหล่อลื่นที่เหมาะสมกับตำรับ และสารเพิ่มการละลายวิตามินที่ไม่ละลายน้ำที่เหมาะสมแล้ว จึงทำการทดลองเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารยึดเกาะเพื่อเพิ่มความแข็งของเม็ดอาหารเสริมและสารเพิ่มการละลายวิตามินที่ไม่ละลายน้ำ จากการศึกษาในตำรับที่ 14–19 (ตารางที่ 5) โดยเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารยึดเกาะในตำรับคือ 20% พีวีพี เค30, 25% พีวีพี เค30 และ 30% พีวีพี เค30 และเปลี่ยนแปลงสารระหว่างทวิน 80 และโซเดียม

ลอริลซัลเฟตเพื่อหาความสามารถในการเพิ่มการละลายของวิตามินที่ไม่ละลายน้ำที่สูงที่สุดในแต่ละตำรับ คุณสมบัติทางกายภาพของอาหารเสริมอัดเม็ดฟองฟูตำรับที่ 14-20 แสดงในตารางที่ 6 จากการศึกษาพบว่าตำรับที่ 19 ได้อาหารเสริมที่มีคุณสมบัติค่อนข้างดี (ตารางที่ 6) ผลการประเมินทุกข้อผ่านเกณฑ์การประเมินตามเกณฑ์ตำรับ ยกเว้นเวลาที่ใช้ในการแตกตัว (disintegration time) จึงนำตำรับนี้มาพัฒนาต่อโดยเปลี่ยนสารเพิ่มปริมาณจากแลคโตสเป็นแป้งข้าวโพด เนื่องจากแป้งข้าวโพดมีคุณสมบัติเป็นทั้งสารเพิ่มปริมาณและสารช่วยแตกตัวพบว่าอาหารเสริมที่ได้มีลักษณะเป็นเม็ดกลมเส้นผ่าน

ศูนย์กลาง 12 mm ผิวหน้าเรียบ สีเหลือง มีกลิ่นเฉพาะตัวของวิตามิน น้ำหนัก 603.3 ± 3.20 mg ต่อเม็ด ค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ 0.53 ความแข็ง 5.05 ± 0.5 kg ความกร่อนร้อยละ 0.03 เวลาในการแตกตัว 4.49 ± 0.12 นาที และปริมาณวิตามินซีร้อยละ 99.8 ซึ่งผลการประเมินทั้งหมดผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กำหนดในเกณฑ์ตำรับ (BP 2002, USP 29) เมื่อนำมาละลายในน้ำ ได้สารละลายใส สีเหลืองอมส้ม รสชาติเปรี้ยวอมหวาน มีกลิ่นเฉพาะตัวของวิตามิน แสดงให้เห็นว่าตำรับที่ 20 นี้เป็นตำรับที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปพัฒนาต่อเพื่อขยายขนาดการผลิตในระดับอุตสาหกรรม

ตารางที่ 6 ผลการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของอาหารเสริมอัดเม็ดฟองฟูของตำรับที่ 14-20

ตำรับ ที่	น้ำหนักเฉลี่ย (mg)±SD	ความแข็ง (kg) ±SD	ความกร่อน (%)	เวลาแตกตัวเฉลี่ย (mins)	ความหนา (mm)±SD	ปริมาณวิตามินซี (%)
14	590.70±5.79	6.15±1.08	0.03	8.22	3.34±0.12	-
15	589.13±5.80	8.70±0.75	0.03	13.57	3.37±0.05	-
16	593.10±2.92	5.70±0.42	0.56	10.43	3.34±0.03	-
17	592.30±2.16	4.45±0.16	0.07	7.37	3.39±0.05	-
18	591.60±3.20	5.45±0.55	0.03	7.81	3.38±0.06	-
19	598.30±1.77	6.25±0.35	0.02	7.52	3.34±0.03	94.00
20	603.30±3.20	5.05±0.50	0.03	4.49	3.37±0.03	99.80

อภิปรายและสรุปผล

การทดลองครั้งนี้ได้ตำรับอาหารเสริมวิตามินรวมอัดเม็ดฟองฟูที่มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่ดีที่สุดคือ ตำรับที่ 20 ซึ่งมีส่วนประกอบในตำรับดังนี้ วิตามินรวมร้อยละ 50.5 พีวีพี เค30 ร้อยละ 2.5 แป้งข้าวโพดร้อยละ 9 สารก่อฟองฟูร้อยละ 30 ทวิน 80 ร้อยละ 3 และ โพลีเอทิลีนกลัยคอน 6000 ร้อยละ 5 เตรียมโดยวิธีแกรนูลเปียก อาหารเสริมที่ได้มีลักษณะเป็นเม็ดกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 mm ความหนา 3.37 ± 0.03 mm ผิวหน้าเรียบ สีเหลือง มีกลิ่นเฉพาะตัวของวิตามิน มีน้ำหนัก 603.3 ± 3.20 mg ค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ 0.53 ความแข็ง 5.05 ± 0.5 kg ความกร่อนร้อยละ 0.03 เวลาในการแตกตัว 4.49 ± 0.12 นาที และปริมาณวิตามินซีร้อยละ 99.8 ซึ่งผลการประเมินทั้งหมดผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กำหนดในเกณฑ์ตำรับ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการ IRPUS สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม (สกว.) โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรีประจำปีการศึกษา 2551 บริษัท พาโนมิกซ์ นิวตริโซลูชั่น จำกัด และคณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

กรมศุลกากร. ฝ่ายบริหารข้อมูลและสารสนเทศ สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม. 2549.
กระทรวงพาณิชย์, 2546. อ้างถึงใน สมนัส กาญจนวาริน การศึกษาความสามารถในการแข่งขันของการส่งออกของไก่แปรรูปของไทย (งานวิจัยเฉพาะเรื่องเศรษฐศาสตร์มหานิติ). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2547.

กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์. คู่มือการขออนุญาตและ
ขอขึ้นทะเบียนอาหารสัตว์ฉบับผู้ประกอบธุรกิจ
อาหารสัตว์และพนักงานเจ้าหน้าที่. กรมปศุสัตว์
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2542.

ประกาศ ราชฉาญ. อาหารและการให้อาหารสัตว์ปีก.
เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2535.

วัชร ฤณกิตติ. เทคนิคการตั้งตำรับยาสัตว์. ขอนแก่น:
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2542.

อรุณศรี ปรีเปรม. เอกสารประกอบการสอนเภสัชกรรม
เทคโนโลยี 1. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัย ขอนแก่น;
2536.

Aulton ME. *Pharmaceutics: the science of dosage
form design*. Livingstone: Edinburgh; 1988.

British Pharmacopeia, 4th edition. London:
The Stationary Office; 2002.

The United States Pharmacopeia USP 29 NF 24.
United States Pharmacopeial Convention:
Rockville, MD; 2005.