



ผลของชาลบูตามอลต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอนกแก้ว

สุนิษา ศิริมงคลวรกุล¹ สำราญ บรรณจิรกุล² เอกธิตา ทองदैจ² และธนสิทธิ์ สอนภู^{1, #}

¹ภาควิชาพรีคลินิกคณะสัตวแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครหนองจอกกรุงเทพมหานคร 10530

²คลินิกสัตว์น้ำคณะสัตวแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครหนองจอกกรุงเทพมหานคร 10530

บทคัดย่อ: สารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์เป็นสารที่ช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว พบการศึกษาจำนวนมากในสัตว์หลายชนิด และยังพบว่าการศึกษาผลของสารดังกล่าวในปลาสวยงามนั้นยังมีข้อมูลที่จำกัด การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชาลบูตามอลที่เสริมในอาหารปลาหมอนกแก้ว โดยปลาที่มีสุขภาพดีจำนวน 24 ตัว ให้อาหารที่ผสมชาลบูตามอลที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0 และ 2.0 ppm ในอาหาร เป็นระยะเวลา 28 วัน ผลการศึกษาพบว่าชาลบูตามอลที่ความเข้มข้นแตกต่างกันมีผลต่ออัตราการเพิ่มของน้ำหนักและความยาวในปลาหมอนกแก้วแตกต่างกัน โดยปลาจะมีน้ำหนักจะอยู่ในช่วง 2.39 ± 0.16 ถึง 5.06 ± 0.54 กรัม และความยาวของลำตัวอยู่ในช่วง 0.38 ± 0.04 ถึง 0.46 ± 0.03 เซนติเมตร ปลาที่กินอาหารที่มีการเสริมชาลบูตามอลที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ppm ต่อกรัมอาหารมีอัตราการเพิ่มของน้ำหนักและความยาวลำตัวดีที่สุด (4.72 ± 0.09 กรัม และความยาวที่ 0.50 ± 0.02 เซนติเมตร) และไม่พบการเปลี่ยนแปลงในปลาที่กินอาหารผสมสารชาลบูตามอลที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 1.0 และ 2.0 ppm ในอาหาร อย่างไรก็ตามการให้ชาลบูตามอลเป็นระยะเวลา 28 วัน พบว่ามีผลต่อการเจริญของปลาที่จำกัดซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการทางสรีรวิทยา ดังนั้นสารชาลบูตามอลจึงอาจเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของปลาหมอนกแก้วได้ อย่างไรก็ตามการเสริมสารชนิดนี้ในอาหารอาจต้องคำนึงถึงการตกค้างของสารนี้ด้วย

คำสำคัญ: ปลาหมอนกแก้ว อัตราการเจริญเติบโต ชาลบูตามอล

#ผู้รับผิดชอบบทความ

สัตวแพทยมหาวิทยาลัย. 2562. 14(ฉบับเพิ่มเติม): 1-7.

E-mail address: tsornphu@hotmail.com

Effect of Salbutamol on Growth Performances of Parrot cichlid

Sunisa Sirimongkolvorakul¹, Sumrarn Bunnajirakul², Ekthida Thongdet², and
Tanasid Sornphu^{1,#}

¹Department of Preclinical science, Faculty of Veterinary Medicine; ²Aquatic Animal Clinic,
Faculty of Veterinary Medicine, Mahanakorn University of Technology, Nong Chok, Bangkok, 10530

Abstract: β -agonists has been well documented for the ability to increase growth rate as well as improve feed efficiency in various species. However, there is limited information on use in ornamental fishes. The present study aimed to investigate the effect of salbutamol in fish feed. A total of 24 healthy Parrot cichlid were fed with test diets containing 0.0, 0.5, 1.0 and 2.0 ppm of salbutamol per gram of fish diet, respectively, for 28 days. The results showed that salbutamol had varying effects on growth parameters and body length ranged from 5.06 ± 0.54 to 2.39 ± 0.16 gram in weight and 0.46 ± 0.03 to 0.38 ± 0.04 in length. Among those, fish fed diet containing 0.5 ppm of salbutamol were improved growth parameters as well as the body length (4.72 ± 0.09 g.; 0.50 ± 0.02 cm.). Whereas, fish fed diets contained 0.0, 1.0 and 2.0 ppm was not markedly influenced by salbutamol supplementation. However, feeding salbutamol up to 28 days have limited effects on muscle growth may be due to physiological regulation. This study indicates that dietary supplemented with salbutamol could improve the growth of parrot cichlid. Therefore the information could be applied to the use of salbutamol as feed additive nevertheless veterinary drug residue could be considered.

Keywords: Parrot cichlid, Growth, Salbutamol

[#]Corresponding author *J. Mahanakorn Vet. Med. 2019 14(supplement): 1-7.*

E-mail address: tsornphu@hotmail.com

บทนำ ซาลบูตามอล (Salbutamol) จัดเป็นสารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์ (β -agonists) ที่มาจากการสังเคราะห์ มีฤทธิ์ช่วยในการขยายหลอดลม และมีการนำมาผสมในอาหารสัตว์ (Liu et al., 2014) ในหลายประเทศ	สารกลุ่ม β -agonists นั้นจัดเป็นสารต้องห้ามรวมถึงในประเทศไทย ซาลบูตามอลจัดเป็นสารเคมีที่มีโครงสร้างคล้ายสารสื่อประสาทจัดอยู่ในกลุ่มของ Adrenaline Drug เช่นเดียวกับ Adrenaline Amphetamine และ Ephedrine โดยมีฤทธิ์กระตุ้น
--	--

การทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติส่วนซิมพาเทติกที่ β -receptors โดยเฉพาะอย่างยิ่ง β_2 -receptors ซึ่งมีอวัยวะเป้าหมายคือ bronchiole และที่บริเวณกล้ามเนื้อลาย (Khirani et al., 2017) จากการศึกษาพบว่าซาลบูตามอลจัดเป็นสารที่มีประสิทธิภาพสูงในการกระจายตัวในอาหารของสัตว์เลี้ยงทุกชนิด สัตว์แต่ละชนิดหลังได้รับสารซาลบูตามอลจะมีลักษณะการตอบสนองต่อการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน จากการศึกษาของ Xiong et al. (2015) พบว่าระยะเวลาในการกำจัดสารกลุ่ม β -agonists ออกนอกร่างกายในสัตว์แต่ละชนิดจะแตกต่างกันทั้งในแง่ของอวัยวะในการกำจัดและระยะเวลาที่ใช้ในการกำจัดสารนี้ ออกจากร่างกาย ระยะเวลาที่ใช้นั้นจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 5 ถึง 192 ชม. ในประเทศไทยมีรายงานว่ามีการลักลอบใช้สาร β -agonists ในการเลี้ยงปลาสัตว์มาเป็นระยะเวลานานทั้งในสุกร (Chang et al., 2018) โค รวมถึงสัตว์ปีก (FDA, 2019a,b) การศึกษาของ Satpathy et al. (2008) พบว่าปลา Rohu fingerlings ที่ได้รับซาลบูตามอลในปริมาณ 3 และ 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหารสามารถเพิ่มน้ำหนักของปลาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่ความเข้มข้นของโปรตีนในอาหาร 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบรายงานการใช้สาร β -agonists เป็นสารเสริมในการเลี้ยงปลาหลายชนิด เช่น ปลา rainbow trout ปลานิล ปลา pacu (*Piaractus mesopotamicus*) เป็นต้น (Moccia et al., 2010, Oliveira et al., 2014, Tovo Neto et al., 2017) จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้นทางทีมผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการศึกษาลักษณะการเสริมซาลบูตามอลต่อการเจริญเติบโต รวมถึง

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของปลาหมอนกแก้วเพื่อเป็นการขยายองค์ความรู้ของสารดังกล่าวในแง่ของปลาสวยงามต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลาหมอนกแก้วสุขภาพดีจำนวน 24 ตัว ถูกนำมาเลี้ยงเพื่อปรับสภาพสิ่งแวดล้อมก่อนเริ่มทำการศึกษาเป็นเวลา 7 วันจากนั้นปลาทั้งหมดถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละเท่าๆ กันดังนี้ คือ

กลุ่มที่ 1 ให้อาหารปกติ (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มที่ 2 ให้อาหารที่ผสมสารซาลบูตามอลที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ppm

กลุ่มที่ 3 ให้อาหารที่ผสมสารซาลบูตามอลที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm

กลุ่มที่ 4 ให้อาหารที่ผสมสารซาลบูตามอลที่ระดับความเข้มข้น 2 ppm

ปลาทั้งหมดจะได้รับอาหารในปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัวต่อวัน เป็นระยะเวลา 28 วัน ในระหว่างทำการศึกษามีการจัดการตรวจคุณภาพน้ำโดยการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น ระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ระดับไนโตรเจนที่ละลายในน้ำ (NO_2) ค่าอัลคาไลน์ของน้ำ (alkalinity) รวมถึงค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ในระหว่างที่ทำการศึกษาปลาทั้งหมดจะถูกชั่งน้ำหนัก (mean body weight, MBW) และวัดความยาวลำตัว (total length, TL) ในทุกๆ สัปดาห์ ค่าดังกล่าวจะนำไปวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักเฉลี่ย (Average body weight, ABW), อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Daily growth index, DGI) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate, SGR) ตามสูตรดังนี้

$$\text{ABW (g)} = [\text{final weight (g)} + \text{initial weight (g)}] / 2$$

$$DGI (\%g \text{ day}^{-1}) = [\text{final weight (g)} - \text{initial weight (g)}] \times 100 / \text{no. of days}$$

$$SGR (\%g \text{ day}^{-1}) = [\text{final weight (g)}]^{1/3} - [\text{initial weight (g)}]^{1/3} \times 100 / \text{no. of days}$$

ผลการทดลอง

ปรากฏตามตารางที่ 1 ซึ่งแสดงน้ำหนักเฉลี่ย (ABW) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (DGI) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) ของปลาหมอนกแก้ว ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปลาหมอนกแก้วที่ได้รับอาหารที่ผสมสารซาลบูตามอลที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ppm เป็นระยะเวลา 28 วัน มีอัตราการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองอื่น (ABW เท่ากับ 23.85 ± 1.51 กรัม) ตามด้วยปลาหมอนกแก้วที่ได้รับอาหารที่ผสมสารซาลบูตามอลที่ระดับความเข้มข้น 0.0 1.0 และ 2.0 ppm ตามลำดับ (ABW เท่ากับ 22.52 ± 2.90 , 22.41 ± 2.30 และ 21.91 ± 1.73 กรัม ตามลำดับ) อัตราการเจริญเติบโตของปลาหมอนกแก้วยังพบว่ามีความสอดคล้องกับความยาวลำตัวที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย ดังแสดงในตารางที่ 2 และยังพบว่าหลังให้อาหารเสริมสารซาลบูตามอล 28 วัน ปลาที่กินอาหารที่เสริมซาลบูตามอลที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ppm มีค่าความแตกต่างของน้ำหนักตัวและความยาวของลำตัวปลาหมอนกแก้วสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองอื่นๆ (ความแตกต่างของน้ำหนักตัวเท่ากับ 4.72 ± 0.09 กรัม และค่าความแตกต่างของความยาวของลำตัวเท่ากับ 0.50 ± 0.02 เซนติเมตร) ในขณะที่ปลาหมอนกแก้วที่กินอาหารที่เสริมซาลบูตามอลที่ระดับความเข้มข้น 2 ppm มีค่าความแตกต่างของทั้งสองค่าน้อยที่สุด (ความแตกต่างของน้ำหนักตัวเท่ากับ 2.39 ± 0.16 กรัม และค่าความแตกต่างของความยาวของลำตัวเท่ากับ 0.38 ± 0.04 เซนติเมตร)

วิจารณ์ผลการทดลอง

หลังการเลี้ยงปลาหมอนกแก้วด้วยอาหารที่เสริมด้วยซาลบูตามอลในระดับที่แตกต่างกันคือ 0.0, 0.5, 1.0 และ 2.0 ppm ในอาหาร เป็นระยะเวลา 28 วันพบว่าปลาที่กินอาหารที่เสริมซาลบูตามอลที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ppm มีประสิทธิภาพในการเร่งการเจริญเติบโตในปลาหมอนกแก้ว (ABW เท่ากับ 23.85 ± 1.51 กรัม หลังการเลี้ยง 28 วัน) การเพิ่มของน้ำหนักและความยาวของลำตัวปลาหมอนกแก้วจะเพิ่มขึ้นในระยะหนึ่งเท่านั้น หลังจากนั้นการเจริญเติบโตของตัวปลาจะเข้าสู่ภาวะคงที่ ผลการศึกษาดังกล่าวอาจเกิดเนื่องมาจากอิทธิพลของซาลบูตามอลซึ่งจัดเป็นสารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์และมีฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติส่วนซิมพาเทติกที่ β -receptors โดยเฉพาะอย่างยิ่ง β_2 -receptors ซึ่งมีจำนวนมากที่กล้ามเนื้อลาย (Khirani et al., 2017) จากข้อมูลดังกล่าวจึงกล่าวได้ว่าการกระตุ้นนี้จะส่งผลให้มีการเจริญของมัดกล้ามเนื้อซึ่งจัดเป็นองค์ประกอบหลักของปลาหมอนกแก้ว และยังมีการเพิ่มปริมาณรวมกับการเกิดลักษณะการขยายตัวของกล้ามเนื้อลาย (hypertrophy) (Lynch and Ryall, 2019) ส่งผลให้ปลาหมอนกแก้วมีการเพิ่มน้ำหนักและความยาวของลำตัวปลา การศึกษานี้ให้ผลสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่มีการเสริมซาลบูตามอลในการเลี้ยงปลาหลายชนิดเพื่อเพิ่มน้ำหนักก่อนส่งขาย เช่น ปลา rainbow trout ปลา nil ปลา pacu (*Piaractus mesopotamicus*) เป็นต้น (Moccia et al., 2010, Oliveira et al., 2014, Tovo Neto et al., 2017) นอกจากนั้นผลการศึกษา

ตารางที่ 1 แสดงน้ำหนักเฉลี่ย (ABW) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (DGI) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) ของปลาหมอนกแก้ว

Parameters		อาหารที่มีการเสริมซาลบูตามอล			
		0 ppm	0.5 ppm	1.0 ppm	2 ppm
DOC 0	ABW (g.)	17.47±1.60	19.14±1.26	19.46±1.98	19.52±2.14
	DGI (%g/day)	-	-	-	-
	SGR (%g/day)	-	-	-	-
DOC 7	ABW (g.)	19.41±2.58	20.40±1.47	19.36±1.92	20.38±2.08
	DGI (%g/day)	27.71	18.06	-1.34	12.17
	SGR (%g/day)	0.71	0.43	0.00	0.29
DOC 14	ABW (g.)	20.20±2.64	21.41±1.45	20.28±1.86	21.29±2.01
	DGI (%g/day)	19.47	16.23	5.91	12.56
	SGR (%g/day)	0.50	0.36	0.14	0.29
DOC 21	ABW (g.)	21.89±2.91	23.05±1.42	21.88±2.28	22.48±2.06
	DGI (%g/day)	21.04	18.65	11.55	14.10
	SGR (%g/day)	0.48	0.38	0.24	0.29
DOC 28	ABW (g.)	22.52±2.90	23.85±1.51	22.41±2.30	21.91±1.73
	DGI (%g/day)	18.05	16.84	10.56	8.52
	SGR (%g/day)	0.39	0.36	0.21	0.18

หมายเหตุ DOC: จำนวนวันที่ทำการเลี้ยง

ตารางที่ 2 แสดงความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาหมอนกแก้ว

จำนวนวันที่ทำการเลี้ยง	อาหารที่มีการเสริมซาลบูตามอล			
	0 ppm	0.5 ppm	1.0 ppm	2 ppm
DOC 0	8.32±0.02	8.62±0.38	8.50±0.38	8.64±0.29
DOC 7	8.44±0.27	8.84±0.25	8.66±0.29	8.64±0.32
DOC 14	8.66±0.21	9.04±0.30	8.82±0.32	8.72±0.28
DOC 21	8.76±0.25	9.18±0.26	8.96±0.34	8.88±0.28
DOC 28	8.78±0.25	9.16±0.23	8.92±0.38	9.02±0.37

ยังพบว่าปลาหมอนกแก้วที่ได้รับอาหารที่เสริมซาลบูตามอลที่ระดับความเข้มข้น 1.0 และ 2.0 ppm ในอาหารมีอัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่าปลากลุ่มอื่นๆ (AWB เท่ากับ 22.41±2.30 และ 21.91±1.73 กรัม ตามลำดับ) ซึ่งให้ผลไปในทิศทางเดียวกับ

การศึกษาของ Rønsholdt and McLean (2004) ที่พบว่าปลา rainbow trout ซึ่งได้รับอาหารเสริมซาลบูตามอลในช่วง 14 วันแรก จะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.44$) แต่เมื่อเสริมอาหารผสมซาลบูตามอลต่อไปอีก 28 วัน

พบว่าปลาที่มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อลดลง และในที่สุดจะไม่มี การเพิ่มของน้ำหนักตัวและความยาวของลำตัวปลาอีก จึงเห็นได้ว่ามีปัจจัยหลายอย่าง อาจเป็นตัวส่งเสริมหรือจำกัดการเจริญเติบโตของ ปลา รวมไปถึงสัดส่วนของการเสริมซาลบูตามอลด้วย จากการศึกษาี้แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการให้ซาลบูตามอลเสริมในอาหารที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ppm จะสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของปลาหมอนกแก้วได้ แต่สำหรับปลาเศรษฐกิจนั้นเพื่อการบริโภค นั้นยังพบข้อจำกัดในการใช้ซาลบูตามอลเสริมในอาหารปลาซึ่งต้องคำนึงสุขภาพของปลา และปริมาณ สารตกค้างของซาลบูตามอลที่จะส่งผลกระทบต่อ ผู้บริโภคได้ ดังนั้นการศึกษานี้ยังต้องการการศึกษา เพิ่มเติมเรื่องปริมาณของซาลบูตามอลที่อาจตกค้าง อยู่ในตัวของปลาหมอนกแก้วซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อ สุขภาพปลาในอนาคตได้

สรุปผลการทดลอง

ซาลบูตามอลมีประสิทธิภาพในการเร่งการ เจริญเติบโตในปลาหมอนกแก้ว โดยแสดงแนวโน้ม การเพิ่มขึ้นของทั้งน้ำหนักและความยาวของลำตัว ปลา และพบว่าปริมาณซาลบูตามอลที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ppm เหมาะสมในการใช้ผสมกับอาหาร เพื่อให้ผลในการเพิ่มปริมาณของน้ำหนักตัวและความยาวของลำตัวในปลาหมอนกแก้ว

เอกสารอ้างอิง

Chang, C. K., Chang, Y. T., and Tsai, C. E. 2018. Determination of ractopamine and salbutamol in pig hair by liquid chromatography tandem mass

spectrometry. J. Food Drug Anal. 26: 725 - 730.

FDA. Freedom of information summary NADA 141-290 Topmax 9 (ractopamine hydrochloride). November 12, 2008. Available at: <http://www.fda.gov/downloads/animalveterinary/products/approvedanimaldrugproducts/foiadrugsummaries/ucm091516.pdf>. Accessed: March 25, 2019.

FDA. Freedom of information summary NADA 141-258 Zilmax (zilpaterol hydrochloride). August 10, 2006. Available at: <http://www.fda.gov/downloads/AnimalVeterinary/Products/ApprovedAnimalDrugProducts/FOIADrugSummaries/ucm051412.pdf>. Accessed: March 25, 2019.

Khirani, S., Dabaj, I., Amaddeo, A., Olmo, A. J., Ropers, J., Tirolen, S., Coudert, V., Estournet, B., Fauroux, B., and Quijano-Roy, S. 2017. Effect of salbutamol on respiratory muscle strength in spinal muscular atrophy. *Pediatr Neurol* 73: 78-87.

Liu, X., Grandy, D. K., and Janowsky, A. 2014. Ractopamine, a livestock feed additive, is a full agonist at trace amine-associated receptor 1. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 350(1): 124-129.

Moccia, R. D., Gurure, R. M., Atkinson, J. L., and Vandenberg, G. W. 2010. Effects of the

- repartitioning agent ractopamine on the growth and body composition of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, fed three levels of dietary protein. Aqua. Res. 41(11): 1582-1591.
- Oliveira, L. M. F. S., Leal, R. S., Mesquita, T. C., Pimenta, M. E. S. G., Zangeronimo, M. G., Sousa, R. V., and Alvarenga, R. R. 2014. Effect of ractopamine on the chemical and physical characteristics of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) steaks. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 66: 185-194.
- Satpathy, B. B., Mukherjee, D., and Ray, A. K. 2008. Effects of dietary inclusion of the beta-adrenergic agonist, salbutamol, on growth performance and whole body composition of rohu *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings fed diets containing two protein levels. Physiol. Rev. 88(2): 729-767.
- Rønsholdt, B. and McLean, E. 2004. Effect of growth hormone and salbutamol on growth performance, fillet proximate composition and pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 229: 225-238.
- Tovo Neto, A., Correia Bittarello, A., Paulo Tovo, R., Meurer, F., Dena dos Santos, L., and Allan Bombardelli, R. 2017. Effect of ractopamine on Nile tilapia in the end of grow-out period. R. Bras. Zootec. 46(5): 367-373.
- Xiong, L., Gao, Y. Q., Li, W. H., Yang, X. L., and Shimo, S. P. 2015. Simple and sensitive monitoring of β_2 -agonist residues in meat by liquid chromatography tandem mass spectrometry using aQuEChERS with preconcentration as the sample treatment. Meat Sci. 105: 96-107.

