

Ảnh hưởng của công nghệ bảo quản CAS (cells alive system) đến chất lượng thịt gà đen

Đào Thùy Dương, Lê Tất Khương, Đoàn Thị Bắc, Tạ Thu Hằng*

Viện Nghiên cứu và Phát triển Vùng

Ngày nhận bài 1/11/2017; ngày chuyển phản biện 3/11/2017; ngày nhận phản biện 5/12/2017; ngày chấp nhận đăng 11/12/2017

Tóm tắt:

Nghiên cứu được thực hiện nhằm mục đích đánh giá ảnh hưởng của điều kiện bảo quản của công nghệ CAS (cells alive system) đến chất lượng thịt gà đen. Việc bảo quản thịt gà đen bằng công nghệ CAS cho thấy tác dụng vượt trội hơn so với lạnh đông thông thường. Sau 6 tháng, thịt gà đen được bảo quản bằng công nghệ CAS có các chỉ số màu sắc, độ dai không có sự sai khác rõ rệt so với ban đầu; hạn chế tỷ lệ mất nước (chỉ giảm 1,35%) và chỉ số pH giảm nhẹ còn 5,9; các chỉ số hóa sinh có sự thay đổi ít, hàm lượng protein, tro và lipid thô giảm chậm, lần lượt là 4,6%, 4,7% và 8,1% so với thịt gà đen tươi; khẩu vị của thịt vẫn duy trì ở chất lượng tốt và các chỉ tiêu về vi sinh vật đảm bảo chất lượng vệ sinh an toàn thực phẩm theo TCVN 7046:2009 về thịt tươi.

Từ khóa: *Chất lượng, gà đen, hệ thống tế bào còn nguyên vẹn, lạnh đông.*

Chỉ số phân loại: 2.8

Effect of the CAS (cell alives system) technology on the meat quality of black chickens

Thuy Duong Dao, Tat Khuong Le, Thi Bac Doan, Thu Hang Ta*

Institute of regional research and development

Received 1 November 2017; accepted 11 December 2017

Abstract:

The study was conducted to evaluate the effect of storage conditions of the CAS (cells alive system) technology on the meat quality of black chickens. The technology of preserving black chicken meat by CAS proved the superior preservation effect to the conventional freezing methods. After 6 months of preservation, the meat of black chickens preserved by CAS technology showed the color index, toughness had no significant difference from the original; the rate of dehydration was only 1.35%; and pH decreased to 5.9. The biochemical indexes were quite modest; the crude protein content, the crude ash content, and the crude lipid content slowly decreased by 4.6%, 4.7%, and 8.1%, respectively, as compared to those of fresh meat of black chickens; meat taste maintained in good quality; and microbiological indicators ensured the hygiene and safety of food quality in accordance with TCVN 7046:2009 on fresh meat.

Keywords: *Black chicken, CAS technology, freezing, quality.*

Classification number: 2.8

Đặt vấn đề

Gà đen hay còn gọi là gà H' mông, là giống gà đặc biệt quý hiếm, thịt thơm ngon, có công dụng trong việc chữa bệnh. Gà đen có hàm lượng acid amin cao, được sử dụng như là thuốc bồi bổ cơ thể, chữa bệnh suy nhược, lượng acid glutamic cao tới 3,87% nên thịt gà có vị ngọt. Đặc biệt, trong thịt gà đen có chứa hàm lượng acid liolenic cao có tác dụng chữa bệnh tim mạch rất tốt, cao gà chữa bệnh run tay; xương gà, mật gà chữa bệnh ho gà cho trẻ em [1].

Hiện nay, thịt gà đen đang được người tiêu dùng ưa chuộng và có giá trị kinh tế cao. Tuy nhiên, trong quá trình bảo quản, thịt gà đen rất dễ bị hư hỏng do bị tác động bởi sự thay đổi của các điều kiện hoá lý, từ đó nhiễm vi sinh vật, rút ngắn thời gian bảo quản và làm giảm giá trị kinh tế. Để kéo dài thời gian bảo quản thịt gà đen, người ta có thể sử dụng các phương pháp như bảo quản nhiệt độ thấp, bảo quản trong môi trường khí quyển điều chỉnh hay xử lý bằng các hóa chất chống vi sinh vật, chống oxy hóa [2-4]. Tuy nhiên, thịt gà đen sau khi bảo quản bằng các

*Tác giả liên hệ: Email: tthang311@yahoo.com

phương pháp này bị giảm đi đáng kể về mặt chất lượng cũng như cảm quan.

Công nghệ CAS hay “hệ thống tế bào còn nguyên vẹn” là công nghệ bảo quản tiên tiến nhất hiện nay. Đây là công nghệ lạnh đông nhanh kết hợp từ trường tác động lên đối tượng nông sản, thực phẩm làm cho phân tử nước đóng băng nhưng không liên kết với nhau, không phá vỡ cấu trúc tế bào, làm sản phẩm tươi lâu, không bị chảy nước và mất chất dinh dưỡng [5]. Tuy nhiên, vẫn chưa có nghiên cứu cụ thể nào đánh giá chất lượng bảo quản của công nghệ CAS đối với khả năng bảo quản thịt gà đen. Nghiên cứu này của chúng tôi nhằm đánh giá ảnh hưởng của công nghệ CAS đến các chỉ tiêu chất lượng cảm quan, dinh dưỡng và vi sinh vật đối với bảo quản thịt gà đen.

Đối tượng, nội dung và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng, địa điểm và thời gian nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Thịt gà đen tươi được lấy mẫu sau mổ giết từ gà trưởng thành, khỏe mạnh, không bị bệnh, có khối lượng 1,2 đến 1,5 kg. Sau khi gà đen được giết mổ tại lò mổ tỉnh Bắc Giang, thịt gà đen được vận chuyển bằng xe mát về phòng thí nghiệm CAS khoảng 2-3 giờ. Nguyên liệu đáp ứng các chỉ tiêu cảm quan của thịt tươi theo TCVN 7046:2009 về màu sắc, trạng thái bên ngoài, độ đàn hồi.

Địa điểm nghiên cứu: Phòng thí nghiệm CAS, số 54 ngõ 102 Trường Chinh, Đống Đa, Hà Nội. Thời gian nghiên cứu: Từ tháng 3 đến tháng 11/2017.

Phương pháp nghiên cứu

Bố trí thí nghiệm: Nguyên liệu: Gà đen sau giết mổ được rửa sạch, cắt mỗi thân thịt thành 2 nửa và bảo quản song song ở 2 công thức như sau:

- Công thức đối chứng (ĐC): Thịt gà đen không được cấp đông bằng công nghệ CAS, chỉ được đóng gói hút

chân không trong túi PE (dày 35 μ m), sau đó đưa vào tủ lạnh đông thông thường ở -25°C.

- Công thức CAS: Thịt gà được cấp đông bằng công nghệ CAS đạt -30°C tại tâm sản phẩm. Sau đó được đóng gói, hút chân không trong túi PE (dày 35 μ m) và đưa vào kho lạnh Harmonic (có dao động điều hòa) nhiệt độ -25°C. Các thông số cấp đông công nghệ CAS còn lại theo bảng 1.

Bảng 1. Một số thông số cấp đông thịt gà bằng công nghệ CAS.

Tốc độ gió xếp kho cấp đông	3,5 m/s
Nhiệt độ xếp kho cấp đông	-40°C
Tốc độ gió cấp đông	3,5 m/s
Nhiệt độ cấp đông	-40°C
Nhiệt độ đạt tâm sản phẩm	-30°C

Mỗi công thức thực hiện 30 mẫu. Các mẫu thịt được tiến hành đánh giá các chỉ tiêu sau 1, 2, 3, 4, 5, 6 tháng bảo quản, mỗi chỉ tiêu phân tích làm lặp lại 3 lần. Trước khi phân tích, làm rã đông trong nước lạnh ở khoảng 10°C trong 2 giờ.

Phương pháp phân tích các chỉ tiêu:

- Đo màu sắc thịt bằng máy đo Nippon Denshoker Handy Colorimeter NR-3000 (Japan).

- Xác định tỷ lệ mất nước theo thời gian bảo quản: Cân khối lượng trước và sau khi bảo quản ở cả hai công thức và tính tỷ lệ mất nước.

- Xác định độ dai của thịt: Mẫu thịt sau khi được xác định tỷ lệ mất nước được đưa vào bảo quản ở nhiệt độ 4°C trong vòng 24 giờ, sau đó trên mỗi mẫu thịt dùng dụng cụ lấy mẫu (đường kính 1 cm) lấy 3 mẫu lặp lại có cùng chiều với thớ cơ và đưa vào máy xác định lực cắt (Warner - Bratzler 2000D, Mỹ). Đơn vị tính bằng kg.

- Xác định độ pH của thịt theo

TCVN 4835:2002.

- Xác định hàm lượng protein thô theo TCVN 4328:2007.

- Xác định hàm lượng lipid thô theo TCVN 4331:2001.

- Xác định hàm lượng tro thô theo TCVN 4327:2007.

Phương pháp đánh giá cảm quan: Dựa vào phương pháp cho điểm theo TCVN 3215-79.

Phương pháp vi sinh vật: Xác định tổng số vi sinh vật hiếu khí theo TCVN 7928:2008. Xác định tổng số *Escherichia coli* (*E. coli*) theo TCVN 7924-1:2008. Xác định *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) theo TCVN 4830-1:2005. Phân tích *Salmonella* theo TCVN 4829:2005.

Phương pháp xử lý số liệu: Số liệu được xử lý theo phương pháp thống kê bằng phần mềm Irristat 5.0 và phần mềm Excel 2007.

Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Nghiên cứu ảnh hưởng của công nghệ CAS đến chất lượng vật lý của thịt gà đen sau thời gian bảo quản

Tiến hành đánh giá các chỉ tiêu vật lý thịt gà ở tất cả các công thức sau 6 tháng bảo quản. Kết quả được thể hiện ở bảng 2.

Số liệu ở bảng 2 cho thấy, các chỉ số màu sắc của thịt L (đặc trưng về màu sáng), a (đặc trưng về màu đỏ), b (đặc trưng về màu vàng) đều có xu hướng giảm xuống ở 2 công thức sau 6 tháng bảo quản. Công thức CAS giữ được

Bảng 2. Chỉ tiêu vật lý của thịt gà đen sau 6 tháng bảo quản.

Công thức	Màu sắc			Tỷ lệ mất nước (%)	Độ dai của thịt (kg)	pH
	L	a	b			
Trước bảo quản	45,46 ^a	5,60 ^a	6,92 ^a	0 ^a	3,02 ^a	6,1 ^a
ĐC	37,39 ^b	2,11 ^b	3,39 ^b	4,75 ^b	3,19 ^b	5,4 ^b
CAS	45,14 ^a	5,55 ^a	6,57 ^a	1,35 ^a	3,07 ^a	5,9 ^a
LSD (0,05)	4,24	2,03	3,18	1,42	0,27	0,3

Trong cùng một cột, các công thức có chỉ số mũ khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức độ tin cậy 95%.

màu tươi sáng của thịt, sự thay đổi so với trước khi bảo quản ở cả 3 chỉ số L, a, b là không có ý nghĩa thống kê. Trong khi công thức ĐC có các chỉ số màu sắc biến đổi nhanh hơn do màu bị sậm hơn, hóa nâu nhiều hơn. Quá trình lạnh đông làm hạn chế hoạt động của hệ thống enzyme có khả năng làm giảm metmyoglobin và hình thành trở lại myoglobin trong thịt, do đó metmyoglobin bắt đầu tích tụ trên bề mặt thịt với tốc độ nhanh, gây sậm màu thịt. Ngoài ra, hệ enzyme này có thể bị mất đi do bị rửa trôi trong quá trình rã đông, làm tăng nhanh quá trình oxy hóa và giảm đi độ tươi sáng của thịt [6].

Tỷ lệ mất nước là một trong những chỉ tiêu quan trọng để chúng ta đưa ra cách bảo quản và chế biến sản phẩm một cách hợp lý nhất. Sau 6 tháng bảo quản, tỷ lệ mất nước của gà đen ở công thức ĐC là cao nhất 4,75%. Tỷ lệ mất nước của thịt gà đen ở công thức CAS thấp hơn, đạt 1,35% so với thịt gà đen trước khi bảo quản, tuy nhiên sự sai khác này là không có ý nghĩa khi xử lý thống kê. Đã có nhiều dữ liệu nghiên cứu về cấp đông, trữ đông, rã đông gây ra sự mất nước liên quan đến sự phá vỡ cấu trúc sợi cơ, cũng như sự biến đổi hay biến tính protein [7, 8].

Độ dai của thịt cũng là một chỉ tiêu dùng để phân loại chất lượng thịt gà. Số liệu từ bảng 2 cho thấy, sau 6 tháng bảo quản ở công thức ĐC có độ dai tăng nhanh hơn, tăng 5,6% so với thịt gà đen trước khi bảo quản; công thức CAS tăng chậm và hầu như không có sự sai khác so với ban đầu. Điều này

cho thấy công nghệ CAS có tác dụng làm cấu trúc nội bào của thịt gà đen ít bị hư hại hơn, và do đó thịt mềm hơn công thức ĐC. Thịt được lạnh đông và rã đông có xu hướng độ dai cao hơn thịt tươi, có thể là do sự co ngót của sợi cơ và sự mất nước [9].

Độ pH của thịt biểu thị khả năng sử dụng của thịt, khả năng thịt liên kết với nước và có thể suy đoán sự phát triển của vi sinh vật. Số liệu từ bảng 2 cho thấy, độ pH của thịt gà đen ở công thức ĐC giảm nhanh hơn công thức CAS. Công thức CAS giảm chậm còn 5,9 và không có sự sai khác so với ban đầu khi xử lý thống kê. Do quá trình cấp đông và bảo quản lạnh đông có thể làm thoái hóa các protein đệm, làm giải phóng các ion hydro, từ đó giảm độ pH. Ngoài ra, việc mất nước từ mô thịt có thể làm tăng nồng độ các chất tan, làm giảm độ pH

hay có thể liên quan đến việc chuyển hóa các protein do hoạt động của vi khuẩn hoặc enzyme làm giải phóng các nguyên tử hydro [10].

Tóm lại, công nghệ CAS có khả năng bảo quản tốt hơn nhiều so với bảo quản lạnh đông thông thường, giúp bảo quản thịt gà đen sau 6 tháng vẫn duy trì được chất lượng về các chỉ số màu sắc, sự mất nước, độ dai và độ pH so với ban đầu.

Nghiên cứu ảnh hưởng của công nghệ CAS đến chất lượng dinh dưỡng của thịt gà đen sau thời gian bảo quản

Liên quan đến quá trình cấp đông và rã đông sau lạnh đông là sự thay đổi các chất dinh dưỡng, có thể gây hư hỏng thực phẩm trong quá trình chế biến và ảnh hưởng đến người tiêu dùng. Do đó chúng tôi tiến hành đánh giá hàm lượng protein, hàm lượng tro thô, hàm lượng lipid thô của hỗn hợp thịt đùi, lườn gà đen sau 6 tháng bảo quản của hai công thức. Kết quả được trình bày ở bảng 3.

Kết quả từ bảng 3 cho thấy:

- Hàm lượng protein thô của thịt gà đen sau 6 tháng bảo quản ở hai công thức đều giảm và sự thay đổi này là khác nhau giữa hai công thức khi xử lý thống kê.

Bảng 3. Chất lượng dinh dưỡng của thịt gà đen ở các công thức sau 6 tháng bảo quản.

Chỉ tiêu	Công thức	0 tháng	1 tháng	2 tháng	3 tháng	4 tháng	5 tháng	6 tháng
Hàm lượng protein thô (%)	ĐC	23,03	22,08 ^a	21,09 ^a	20,56 ^b	20,37 ^b	19,16 ^b	19,04 ^b
	CAS		22,69 ^a	22,52 ^a	22,58 ^a	22,31 ^a	22,03 ^a	21,96 ^a
	LSD (0,05)		0,65	0,84	0,63	0,75	0,67	0,69
Hàm lượng tro thô (%)	ĐC	1,07	1,00 ^a	1,02 ^a	0,98 ^a	0,98 ^a	0,97 ^a	0,98 ^a
	CAS		1,03 ^a	1,03 ^a	1,02 ^a	1,01 ^a	1,03 ^a	1,02 ^a
	LSD (0,05)		0,05	0,06	0,06	0,08	0,07	0,07
Hàm lượng lipid thô (%)	ĐC	1,10	1,08 ^a	1,06 ^a	1,01 ^b	0,95 ^b	0,94 ^b	0,93 ^b
	CAS		1,09 ^a	1,08 ^a	1,07 ^a	1,05 ^a	1,02 ^a	1,01 ^a
	LSD (0,05)		0,03	0,06	0,07	0,06	0,07	0,05

Trong cùng một cột, các công thức có chỉ số mũ khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức độ tin cậy 95%.

Công thức ĐC giảm nhanh hơn, giảm 17,32% so với ban đầu; công thức CAS giảm khá chậm, giảm 4,6% so với ban đầu.

- Hàm lượng tro thô của thịt gà đen sau 6 tháng bảo quản ở công thức ĐC giảm nhanh hơn, giảm 8,4% so với ban đầu; công thức CAS giảm khá ít, chỉ giảm 4,7% so với ban đầu. Tuy nhiên, hai công thức này không có sự sai khác đáng kể ở mức độ tin cậy 95% tại mọi thời điểm so sánh.

- Hàm lượng lipid thô của thịt gà đen ở hai công thức có xu hướng giảm dần và sau 3 tháng bảo quản trở đi, 2 công thức được so sánh với nhau đã cho thấy sự khác nhau là có ý nghĩa thống kê. Sau 6 tháng bảo quản, công thức ĐC có hàm lượng lipid giảm nhanh hơn, giảm đi 15,45% so với ban đầu và công thức CAS giảm ít hơn, chỉ giảm 8,1% so với ban đầu.

Có nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng, hàm lượng protein, tro và lipid đều có xu hướng giảm xuống trong bảo quản lạnh đông thịt cá tươi [11, 12]. Tương tự như nghiên cứu của chúng tôi, trong quá trình bảo quản lạnh đông các tính thể băng ngoại bào lớn do cấp đông chậm (công thức ĐC) làm phá vỡ cấu trúc cơ, phá vỡ và tách các sợi nguyên cơ, do đó dẫn đến sự thay đổi các phản ứng sinh hóa xảy ra ở cấp độ tế bào, làm tăng quá trình oxy hóa lipid, biến tính protein và carbohydrate, làm giảm chất lượng thịt. Ở công thức CAS, cấp đông nhanh nên sự hình thành các tinh thể băng nhỏ dẫn đến tổn thương nội bào thấp hơn, sự biến đổi các thông số hóa sinh chậm hơn, làm chất lượng thịt ít bị thay đổi. Cùng với đó, quá trình rã đông và xử lý một phần cũng làm giảm chất lượng dinh dưỡng của thịt lạnh đông [13].

Nghiên cứu ảnh hưởng của công nghệ CAS đến chất lượng cảm quan của thịt gà đen sau thời gian bảo quản

Chất lượng của sản phẩm thực

phẩm không chỉ bao hàm giá trị dinh dưỡng mà còn có cả giá trị cảm quan. Do đó, chúng tôi tiến hành đánh giá cảm quan chất lượng thịt gà đen ở các công thức sau 6 tháng bảo quản. Kết quả thu được ở bảng 4.

Sau 6 tháng bảo quản, công thức CAS cho thấy các ưu thế về màu sắc, mùi, vị và điểm đánh giá chất lượng cảm quan vẫn đạt được chất lượng tốt. Trong khi đó ở công thức ĐC chất lượng cảm quan giảm nhiều hơn về vị và màu sắc nên chất lượng cảm quan chỉ đạt loại khá. Ở nhiệt độ bảo quản lạnh đông -25°C làm hạn chế hoạt động enzyme lipase, do đó làm giảm quá trình oxy hóa chất béo hình thành nên các hydroperoxide và các chất có mùi ôi, tanh. Do vậy, giữ được mùi vị của thịt gà đen. Đây là một minh chứng quan trọng về ảnh hưởng của công nghệ CAS, có thể duy trì được hương vị và màu sắc cũng như chất lượng cảm quan của sản phẩm gà đen.

Nghiên cứu ảnh hưởng của công nghệ CAS đến chỉ tiêu vi sinh vật của thịt gà đen sau thời gian bảo quản

Bảo quản lạnh đông là để hạn chế sự tăng trưởng của vi sinh vật và làm chậm hoạt động trao đổi chất của chúng, cho phép duy trì hầu hết các đặc tính của sản phẩm và bảo quản chúng trong thời gian dài [14]. Do đó, chúng tôi tiến hành đánh giá chất lượng vi sinh vật của thịt gà đen ở các công thức sau 6 tháng bảo quản. Kết quả thu được ở bảng 5.

Số liệu bảng 5 cho thấy, công thức bảo quản bằng công nghệ CAS có chỉ tiêu tổng số vi sinh vật hiếu khí giảm nhanh hơn, và hầu như các chỉ tiêu vi sinh vật của hai công thức đều nằm trong khoảng cho phép dựa theo TCVN 7046:2009.

Như vậy, công nghệ CAS có thể bảo quản thịt gà đen trong thời gian dài mà không làm biến đổi nhiều về chất lượng

Bảng 4. Đánh giá cảm quan thịt gà đen sau 6 tháng bảo quản ở các công thức.

Công thức	Màu sắc	Mùi	Vị	Điểm trung bình có trọng lượng	Xếp loại
Trước bảo quản	4,8±0,1	4,7±0,1	4,8±0,1	19,06	Tốt
ĐC	4,1±0,1	4,2±0,1	3,9±0,1	16,12	Khá
CAS	4,6±0,1	4,6±0,1	4,8±0,1	18,72	Tốt
Hệ số trọng lượng	1,0	1,4	1,6		

Bảng 5. Chỉ tiêu vi sinh vật của thịt gà đen ở các công thức sau 6 tháng bảo quản.

Chỉ tiêu	Trước bảo quản	Sau 6 tháng bảo quản	
		ĐC	CAS
Tổng số vi sinh vật hiếu khí (CFU/g)	535	267	62
<i>E. coli</i> (CFU/g)	KPH	KPH	KPH
<i>S. aureus</i> (CFU/g)	KPH	KPH	KPH
<i>Salmonella</i> (CFU/25g)	KPH	KPH	KPH

KPH: Không phát hiện.

cũng như đảm bảo về vệ sinh an toàn thực phẩm. Nghiên cứu này là một cơ sở quan trọng để có thể ứng dụng công nghệ CAS vào thực tế bảo quản thịt gà đen nhằm mục đích duy trì được chất lượng thịt sau bảo quản mà vẫn đảm bảo lưu trữ lâu dài, từ đó giúp nâng cao giá trị và khả năng xuất khẩu thịt gà đen Việt Nam ra thế giới.

Kết luận

Từ nghiên cứu thực nghiệm cho thấy, chất lượng thịt gà đen bảo quản bằng công nghệ CAS tốt hơn so với lạnh đông thông thường. Sau 6 tháng bảo quản, thịt gà đen được bảo quản bằng công nghệ CAS có các chỉ số màu sắc, độ dai không có sự sai khác đáng kể so với ban đầu; hạn chế tỷ lệ mất nước, chỉ giảm 1,35%, và chỉ số pH giảm nhẹ còn 5,9; các chỉ số hóa sinh thay đổi ít, hàm lượng protein thô, hàm lượng tro thô, hàm lượng lipid thô giảm lần lượt là 4,6%, 4,7% và 8,1% so với thịt gà đen tươi; chất lượng cảm quan vẫn duy trì ở loại tốt và các chỉ tiêu về vi sinh vật đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm theo TCVN 7046:2009 về thịt tươi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Thị Mai Phương, Lê Thị Biên (2007), *Kỹ thuật chăn nuôi gà đặc sản (gà Ác, gà H'mông)*, NXB Nông nghiệp, tr.7-8.
- [2] S.N. Ahmed, et al. (2003), "Chemical sprays as a method for improvement in microbiological quality and shelf-life of fresh sheep and goat meats during refrigeration storage (5-7°C)", *Meat Science*, **63**, pp.339-344.
- [3] John N. Sofos (2005), *Improving the safety of fresh meat*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge England.
- [4] D.P. Michael, N.S. John, A.L. Branen (2005), *Antimicrobials in food*, Taylor and Francis Group.
- [5] ABI (2011), *CAS - Cells Alive System, The CAS Energy Function has an international patent*, 10pp.
- [6] M.B. Abdallah, J.A. Marchello, H.A. Ahmad (1999), "Effect of freezing and microbial growth on myoglobin derivatives of beef", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **47**, pp.4093-4099.
- [7] T.M. Ngapo, I.H. Babare, J. Reynolds, R.F. Mawson (1999), "Freezing and thawing rate effects on drip loss from samples of pork", *Meat Science*, **53**, pp.149-158.
- [8] C. Vieira, M.Y. Diaz, B. Martínez, M.D. García-Cachán (2009), "Effect of frozen storage conditions (temperature and length of storage) on microbial and sensory quality of rustic crossbred beef at different stages of aging", *Meat Science*, **83**, pp.398-404.
- [9] M.R. Oliveira, et al. (2015), "Meat quality of chicken breast subjected to different thawing methods", *Rev. Bras. Cienc. Avic*, **17**(2), pp.165-171.
- [10] C. Leygonie, T.J. Britz, L.C. Hoffman (2011), "Oxidative stability of previously frozen ostrich *M. iliofibularis* packaged under different modified atmospheric conditions", *International Journal of Food Science and Technology*, **46**, pp.1171-1178.
- [11] S.T. Arannilewa, S.O. Salawa, A.A. Sorungbe, B.B. Olasalawu (2005), "Effect of frozen period on the chemical, microbiological and sensory quality of frozen tilapia fish (*Sarotherodon galilaleus*)", *African Journal of Biotechnology*, **4**(8), pp.852-855.
- [12] Ali Aberoumand (2013), "Impact of freezing on nutritional composition of some less known selected fresh fishes in Iran", *International Food Research Journal*, **20**(1), pp.347-350.
- [13] C. Leygonie, T.J. Britz, L.C. Hoffman (2012), "Meat quality comparison between fresh and frozen/thawed ostrich *M. iliofibularis*", *Meat Science*, **91**(3), pp.364-368.
- [14] X. He, R. Liu, S. Nirasawa, D. Zheng, H. Liu (2013), "Effect of high voltage electrostatic field treatment on thawing characteristics and post-thawing quality of frozen pork tenderloin meat", *Journal of Food Engineering*, **115**, pp.245-250.