

ผลของการเสริมซีลีเนียมยีสต์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ
(Effect of selenium-enriched yeast supplementation on the growth efficiency of
broilers)

นางสาวมนัสนันท์ นาคพันธ์

Manassanan Nakpan

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมซีลีเนียมยีสต์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ ได้ทำการรวบรวมงานวิจัยจำนวน 3 ฉบับ ตีพิมพ์ในช่วงปี ค.ศ. 2018-2021 ซึ่งมีการเสริมซีลีเนียมอินทรีย์ (ซีลีเนียมที่ได้จากยีสต์) และการเสริมซีลีเนียมในรูปสารอนินทรีย์ (โซเดียมซีลีไนท์) ในอาหารไก่เนื้อระดับ 0.2 - 0.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่ากลุ่มที่เสริมซีลีเนียมจากยีสต์และเสริมซีลีเนียมในรูปสารอนินทรีย์ ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต แต่การเสริมซีลีเนียมยีสต์ในระดับ 0.2 - 0.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยเฉพาะการเสริมซีลีเนียมในระดับที่เหมาะสม 0.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีผลต่อคุณภาพเนื้อในเรื่องของแรงตัดผ่านเนื้อและการสูญเสียเนื้อระหว่างปรุงสุก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการเสริมซีลีเนียมในระดับที่ 0.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีผลต่อการคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ

คำสำคัญ: ซีลีเนียมยีสต์ การเจริญเติบโต คุณภาพเนื้อ ไก่เนื้อ

บทนำ

ไก่เนื้อหรือไก่กระທง เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีความนิยมมากชนิดหนึ่ง ในปัจจุบันไก่เนื้อถือว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งการเลี้ยงไก่เนื้อต้องคำนึงถึงผลผลิต และคุณภาพของเนื้อมากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและอุตสาหกรรมอาหารไก่เนื้อ ในปัจจุบันจำเป็นต้องทำให้คุณภาพผลผลิตตรงตามความต้องการของอุตสาหกรรมอาหารสัตว์และผู้บริโภค

ซีลีเนียม (Selenium) เป็นแร่ธาตุที่ร่างกาย ต้องการในปริมาณน้อย (trace mineral) แต่มีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของร่างกายเป็นอย่างมาก โดยเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ที่สำคัญ ได้แก่ glutathione peroxidase ซึ่งช่วยในการปกป้องเซลล์ จากอนุมูลอิสระ thioredoxin reductase ซึ่งช่วยในการแบ่งตัวและป้องกันการตาย (apoptosis) ของเซลล์ นอกจากนี้ซีลีเนียมยังทำงานร่วมกับวิตามินอีช่วยเพิ่มความต้านทานโรค กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย รักษาเนื้อเยื่อต่างๆ และชะลอการตายของเซลล์ตามธรรมชาติ (McDonald et al., 2002; Kajareon, 2004) ภาวะขาดซีลีเนียมเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งและมีภาวะกล้ามเนื้อหัวใจทำงานผิดปกติได้ (Zimmerman and Kohrle, 2002) การขาดซีลีเนียมส่งผลกระทบต่อร่างกายมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งและมีภาวะกล้ามเนื้อหัวใจทำงานผิดปกติ นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการทำงานของต่อมธัยรอยด์และระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (Allan et al., 1999; Combs, 2000; Zimmerman and Kohrle, 2002) มีการศึกษาการเสริมซีลีเนียมในอาหารสัตว์ เพื่อเพิ่มสมรรถนะการผลิตและเพิ่มระดับซีลีเนียมในผลผลิตจากสัตว์ เช่น เนื้อ และไข่ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับซีลีเนียมในปริมาณที่มากขึ้น (Suttle, 2010) โดยซีลีเนียมที่นิยมใช้เสริมในอาหารสัตว์ปัจจุบันมีสองรูปแบบ คือ ซีลีเนียมอินทรีย์ เช่น ยีสต์ซีลีเนียม และซีลีเนียมอนินทรีย์ เช่น โซเดียมซีลีไนท์ การศึกษาเปรียบเทียบแหล่งซีลีเนียมที่เสริมในอาหารซีลีเนียมยีสต์ถือว่ามีประโยชน์ทางชีวภาพมากกว่าการสะสมของซีลีเนียมในกล้ามเนื้อ เกิดขึ้นจากการรวมตัวของโมเลกุลของซีลีโนเมทไธโอนีนในเนื้อเยื่อ การศึกษาหลายชิ้นเปรียบเทียบแหล่งที่มาของซีลีเนียมในการสะสมของกล้ามเนื้อแสดงให้เห็นแหล่งที่มาของสารอินทรีย์มีประสิทธิภาพในการสะสมที่ดีกว่าในช่วงอายุต่างๆ (Rajashree et al., 2014; Couloigner et al., 2015)

ดังนั้นสมมณฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมซีลีเนียมยีสต์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ สำหรับใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้กับผู้ที่สนใจ

ผลของซีลีเนียมยีสต์ต่อการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ

Table 1 Effects of different selenium sources on the growth performance in broiler.

Items	SS	SY	Met-Se	Nano-Se	SEM	P value
FI (g/bird)	2339	2344	2259	2277	29.34	0.586
BWG (g/bird)	524	543	535	525	9.60	0.892
F/G (g/g)	4.46	4.32	4.22	4.34	0.06	0.405

n = 10 SS sodium selenite, SY selenium-enriched yeast, Met-Se selenomethionine, Nano-Se nano red element selenium, SEM standard error of the means, FI feed intake, BWG body weight gain, F/G feed to gain ratio.

Source: Li et al. (2018)

Li et al. (2018) ศึกษาผลของการเสริมซีลีเนียมยีสต์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ การเปรียบเทียบกับกลุ่มเสริม SS 0.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม การเพิ่ม SY, Met-Se หรือ Nano-Se ในปริมาณเท่ากัน ไม่มีผลต่อพารามิเตอร์การเจริญเติบโตของ FI, BWG หรือ F / G ของไก่ ผลของการศึกษาที่แตกต่างกันเหล่านี้ อาจเป็นผลมาจากความแตกต่างในแหล่งที่มาและปริมาณของซีลีเนียม หรือสายพันธุ์ไก่ที่ใช้

Table 2 Effects of different selenium sources on the growth performance in broiler.

Treatmen	1-14 d			1-21 d			1-28 d			1-35 d			1-42 d		
	WG ¹	FI ²	FCR ³	WG	FI	FCR	WG	FI	FCR	WG	FI	FCR	WG	FI	FCR
1-42 d SS ⁴	395	522	1.32	878	1227	1.40	1495	2282	1.53	2134	3538	1.65	2994	5125	1.71
1-42 d SY ⁵	394	523	1.32	885	1225	1.38	1506	2292	1.52	2179	3542	1.62	3014	5125	1.70

¹WG: Weight gain (g). ²FI: Feed intake (g). ³FCR: Feed conversion ratio (feed intake/body weight).

⁴SS: Sodium selenite (45,6% of Se). ⁵SY: Selenium Yeast (2,000 ppm of Se).

Source: Silva et al. (2019)

Silva et al. (2019) ศึกษาผลของการเสริมซีลีเนียมยีสต์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ การแทนที่อินทรีย์ซีลีเนียมด้วยแหล่งอินทรีย์ไม่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนัก ($P > 0.05$) ปริมาณการกินได้หรือ อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารของสัตว์ในทุกขั้นตอน ผลการดำเนินงานระบุว่าคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดทาง

โภชนาการของไก่เนื้อ มาตรการเฉพาะในไก่เนื้อได้รับผลกระทบเมื่อระดับของซีลีเนียมในอาหารไม่เพียงพอ เมื่อใช้ระดับ 0.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสำหรับการวัดประสิทธิภาพในสัตว์ถึง 42 วัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Li et al. (2018) จึงสรุปได้ว่าไม่พบความแตกต่างเมื่อใช้ซีลีเนียมยีสต์ ทั้งหมดหรือบางส่วนเพื่อแทนที่ซีลีเนียมในรูปของสารอนินทรีย์

Table 3 Effects of dietary Se source and level on growth performance of broilers.

Treatment	Se level (mg kg ⁻¹)	Starter (d 1 to 21)				Grower (d 22 to 42)			
		ADG	ADFI	F/G	Mortality	ADG	ADFI	F/G	Mortality
Control ⁽²⁾	0	47.1	33.8	1.40*	1.56	102*	53.9*	2.01*	14.56*
Na ₂ SeO ₃ ⁽²⁾	0.2	46.7	35.1	1.31	0.00	124	68.4	1.78	0.00
	0.4	46.6	35.1	1.33	6.25	126	71.2	1.77	3.13
Se yeast ⁽²⁾	0.2	46.0	34.4	1.34	4.69	125	72.4	1.70	4.69
	0.4	44.3	33.5	1.31	1.56	124	70.2	1.77	1.56
Pooled SE		0.96	0.74	0.02	0.07	2.48	1.48	0.03	0.04
Se source ⁽³⁾	Na ₂ SeO ₃	46.7	30.1	1.32	3.13	125	69.9	1.77	1.57
	Se yeast	45.2	34.0	1.32	3.13	125	71.2	1.73	0.78
Pooled SE		0.71	0.53	0.01	0.05	1.75	1.05	0.02	0.03
Se level (mg kg ⁻¹) ⁽²⁾	0.2	46.3	34.7	1.32	2.35	125	70.4	1.74	0.78
	0.4	45.5	34.3	1.32	3.91	125	70.7	1.77	1.57
Pooled SE		0.71	0.53	0.01	0.05	1.75	1.05	0.02	0.03
<i>P</i> -value									
Se source		0.144	0.142	0.766	0.335	0.869	0.344	0.132	0.549
Se level		0.381	0.563	0.952	0.051	0.975	0.843	0.296	0.549
Source × Level		0.436	0.536	0.139	1.000	0.513	0.115	0.154	0.079

¹⁾ ADG=average daily gain; ADFI=average daily feed intake; F/G=feed:gain.

²⁾ Data represent the means of eight replicate cages (n=8).

³⁾ Data represent the means of 16 replicate cages (n=16).

*, different from all supplemental Se groups (P<0.05).

Source: Wang et al. (2021)

Wang et al. (2021) ศึกษาผลของการเสริมซีลีเนียมยีสต์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตไก่เนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมซีลีเนียมมีสูงกว่า ($P < 0.05$) ADG และ ADFI ตั้งแต่ 22 ถึง 42 วันและต่ำกว่า ($P < 0.05$) F / G ตั้งแต่ 1 ถึง 21 และ 22 ถึง 42 วัน ของอายุและการตาย ตั้งแต่ 22 ถึง 42 วันเมื่อเทียบกับไก่เนื้อควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่าง ($P > 0.05$) ใน ADG, ADFI และอัตราการตาย ระหว่างไก่เนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุมกับอาหารเสริมซีลีเนียม ตั้งแต่อายุ 1 ถึง 21 วัน ระดับซีลีเนียมและ ปฏิสัมพันธ์ของพวกมันไม่มีผล ($P > 0.05$) ต่อ ADG, ADFI, F / G และการตายในช่วงทดลองทั้งสอง ซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Silva et al. (2019)

ผลของซีลีเนียมยีสต์ต่อคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ

Table 4 Effects of different selenium sources on the meat quality of breast muscles in broiler

Items	SS	SY	Met-Se	Nano-Se	SEM	<i>P</i> value
pH _{45 min}	6.07 ^b	6.17 ^a	6.19 ^a	6.17 ^a	0.02	0.043
pH _u	5.79	5.85	5.84	5.85	0.01	0.595
L*	52.20	51.31	51.19	52.09	0.42	0.785
a*	2.68	3.21	3.35	3.43	0.19	0.436
b*	1.50	1.91	1.59	1.60	0.14	0.603
Drip loss (%)	1.61	1.53	1.55	1.56	0.05	0.620
Cooking loss (%)	14.80 ^a	13.05 ^b	13.06 ^b	14.17 ^{ab}	0.16	0.042
Shear force (N)	20.38 ^a	15.89 ^b	14.71 ^b	15.17 ^b	0.77	0.010

Means in the same row with different letters are significantly different ($P < 0.05$). $n = 10$

SS sodium selenite, SY selenium-enriched yeast, Met-Se selenomethionine, Nano-Se nano red element selenium, SEM standard error of the means, pH_{45min} pH at 45 min postmortem, pH_u pH at 24 h postmortem

Source: Li et al. (2018)

Li et al. (2018) ศึกษาผลของการเสริมซีลีเนียมยีสต์ต่อคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ อาหารที่เสริมด้วย แหล่งซีลีเนียมที่ 0.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ต่อคุณภาพเนื้อของอกไก่ เมื่อเทียบกับกลุ่มโซเดียม SS กล้ามเนื้ออก จากไก่ที่ได้รับอาหารเสริม SY, Met-Se และ Nano-Se มีค่า pH_{45 min} เพิ่มขึ้นและค่าแรงตัดผ่านลดลง ($P < 0.05$) อาจเนื่องจากซีลีเนียมเกี่ยวกับสารต้านอนุมูลอิสระของเซลล์ลดความเครียดของเซลล์ กรณีที่สัตว์

เครียดมาก่อนฆ่าส่งผลให้เนื้อมีความเป็นกรดมาก อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของ pH, L *, a *, b * หรือการสูญเสีย น้ำในทุกกลุ่มการทดลอง ($P > 0.05$)

Table 5 Physical and Chemical Characteristics of Broiler Breasts.

Treatment	TBARS	DL	pH	Objective color			CL	SF
	MDA (mg/kg) ¹	(%)		L*	a*	b*	(%)	(kgf/cm ²)
1-42 d SS ²	0.164 ^b	2.767	6.214	45.694	4.204	5.356	19.063 ^a	2.962
1-42 d SY ³	0.157 ^b	3.188	6.270	47.930	3.432	5.132	13.927 ^b	2.896

*Means followed by the same letter in the column do not differ from each other according to an SNK test at the 5% significance level.

¹MDA (mg/kg): milligrams of malondialdehyde per kg of chicken breast.

²SS: Sodium selenite (45,6% of Se). ³SY: Selenium Yeast (2,000 ppm of Se).

Source: Silva et al. (2019)

Silva et al. (2019) ศึกษาผลของการเสริมซีลีเนียมยีสต์ต่อคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ ไม่มีความแตกต่าง ($P > 0.05$) ใน pH, DL, SF และวัตถุประสงค์ของสี จากการศึกษแหล่งที่มาของซีลีเนียมอินทรีย์และอนินทรีย์ ก็พบว่าไม่มีความแตกต่างของ pH ในอกไก่ ซึ่งสอดคล้องกับ Li et al. (2018) อย่างไรก็ตามเมื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างระดับและดัชนี L* พบว่าเนื้อสัตว์จากสัตว์ที่ได้รับซีลีเนียมในระดับ 0.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในรูปซีลีเนียมยีสต์มีสีซีดลง อาจเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันที่เกิดจากการออกซิเดชัน การเปลี่ยนแปลงความสามารถในการซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์และสภาพของสารสีในกล้ามเนื้อ Myoglobinจึงส่งผลให้การเสริมซีลีเนียมอินทรีย์มีสีซีดกว่าซีลีเนียมอนินทรีย์

Table 6 Effects of dietary Se source and level on meat quality in breast and thigh muscles of broilers.

Se source	Se level Mg kg ⁻¹	Breast muscle						Thigh muscle					
		L*	a*	b*	pH	Shear force	Drip loss	L*	a*	b*	pH	Shear force	Drip loss
Control ²⁾	0	7.5	6.19	2.00	5.80	5.22	12.2	56.2	6.13	1.39	6.30	1.66	10.7
Na ² SeO ₃ ²⁾	0.2	46.8	6.03	2.01	5.80	4.78	10.6	54.6	6.15	1.76	6.30	2.68	9.62
	0.4	47.6	6.67	2.33	5.84	4.21	11.5	54.2	6.33	1.92	6.29	1.74	10.3
Se yeast ²⁾	0.2	47.3	5.95	1.64	5.83	4.99	11.0	55.0	6.23	1.45	6.31	1.92	10.5
	0.4	47.9	5.78	1.66	5.82	4.07	10.5	54.3	5.75	1.56	6.36	1.39	10.6
Pooled		0.86	0.45	0.28	0.02	0.42	0.68	0.97	0.31	0.24	0.02	0.21	0.79
Se source ³⁾	Na ² SeO ₃	47.2	6.36	2.16	5.83	4.49	11.0	54.4	6.24	1.84	6.30 b	2.23 a	9.95
	Se yeast	47.6	5.86	1.65	5.82	4.53	10.7	54.6	6.00	1.50	6.34 a	1.66 b	10.5
Pooled SE		0.61	0.32	0.20	0.01	0.30	0.49	0.69	0.22	0.18	0.01	0.15	0.57
Se level (mg kg ⁻¹) ³⁾	0.2	47.0	5.99	1.85	5.82	4.89	10.8	54.8	6.19	1.60	6.31	2.32 a	10.1
	0.4	47.7	6.23	1.98	5.83	4.14	11.0	54.2	6.05	1.75	6.33	1.57 b	10.4
<i>P</i> -value													
Se source		0.635	0.287	0.083	0.607	0.936	0.683	0.808	0.426	0.195	0.027	0.013	0.461
Se level		0.419	0.600	0.568	0.473	0.086	0.812	0.583	0.631	0.599	0.294	0.001	0.645
Source × Level		0.931	0.375	0.612	0.136	0.678	0.334	0.911	0.298	0.928	0.133	0.350	0.706

¹⁾L*=lightness; a*=redness; b*=yellowness. ²⁾ Data represent the means of 16 replicates (n=16). ³⁾ Data represent the means of 32 replicates (n=32).

Means with different letters within the same column differ (P<0.05)

Source: Wang et al. (2021)

Wang et al. (2021) ศึกษาผลของการเสริมซีลีเนียมยีสต์ต่อคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ ไม่พบความแตกต่าง ($P > 0.05$) ในสีของเนื้อสัตว์ ค่า pH ค่าแรงตัดผ่านเนื้อและการสูญเสียน้ำของอกและกล้ามเนื้อต้นขา ระหว่างไก่เนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมซีลีเนียมและกลุ่มที่ให้อาหารควบคุม แหล่งที่มาของซีลีเนียมได้รับผลกระทบ ($P < 0.05$) ค่า pH และแรงตัดผ่านของกล้ามเนื้อต้นขา ระดับซีลีเนียมส่งผลต่อ ($P < 0.05$) แรงตัดผ่านของกล้ามเนื้อต้นขา แต่แหล่งที่มาซีลีเนียมระดับซีลีเนียมและการตอบสนองของพวกมันไม่มีผลใดๆ ($P > 0.05$) ต่อค่า L^* , a^* และ b^* , ค่า pH, แรงตัดผ่านเนื้อและการสูญเสียน้ำของอกและกล้ามเนื้อต้นขา เมื่อเทียบกับลูกไก่ที่กินอาหารเสริมด้วยโซเดียมซีลีไนท์ ลูกไก่ที่กินอาหารเสริมด้วยซีลีเนียมยีสต์มีค่า pH สูงกว่า ($P < 0.05$) และกล้ามเนื้อต้นขามีแรงตัดผ่านเนื้อต่ำกว่า เมื่อเทียบกับลูกไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมด้วย 0.20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ลูกไก่ที่กินอาหารเสริมด้วย 0.40 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีแรงตัดผ่านเนื้อของกล้ามเนื้อต้นขาต่ำกว่า ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามไม่พบผลต่อพารามิเตอร์ของคุณภาพเนื้อ ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Silva et al. (2019) อาจเนื่องมาจากการเสริมที่ระดับน้อยหรือมากเกินไปทำให้การเสริมซีลีเนียมไม่ส่งผลคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ

สรุป

การเสริมซีลีเนียมยีสต์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ สามารถสรุปได้ว่ากลุ่มที่เสริมซีลีเนียมอินทรีย์จากยีสต์และเสริมซีลีเนียมในรูปสารอนินทรีย์ ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต แต่เสริมซีลีเนียมยีสต์ในระดับ 0.2 – 0.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยเฉพาะเมื่อมีการเสริมซีลีเนียมในระดับที่เหมาะสม 0.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีผลต่อคุณภาพเนื้อในเรื่องของแรงตัดผ่านเนื้อและการสูญเสียน้ำระหว่างปรุงสุก

เอกสารอ้างอิง

- Allan, C.B., Lacourciere, G.M. and Stadtman, T.C. 1999. "Responsiveness of seleno proteins to dietary selenium". **Annu. Rev. Nutr.** 19: 1-16.
- Bertechini, A.G., Mencalha, R., Nogueira, B.R.F., Ramos, E.M., Silva V.A. and Ribeiro, H.V. 2019. "Selenium Yeast Supplementation for Broilers at Different Ages". **Poultry Science Association Inc.** 28: 1021-1027.
- Combs, G.F. 2000. "Food system-based approaches to improving micronutrient nutrition: the case for selenium". **Biofactors.** 12: 39-43.

- Couloigner, F., M. Jlali, M. Briens, F. Rouffineau, P. A. Geraert, and Y. Mercier. 2015. "Selenium deposition kinetics of different selenium sources in muscle and feathers of broilers". **Poult. Sci.** 94: 2708–2714.
- Gao, F., Jiang, Y., Li, J.L., Yang, Z.Y., Zhang, L., Zhang, Y.Z. and Zhou, G.H. 2018. "Effects of Different Selenium Sources on Growth Performance, Antioxidant Capacity and Meat Quality of Local Chinese Subei Chickens". **Biol Trace Elem Res.** 181: 340-346.
- Li, S.F., Liao, X.D., Lu L., Luo, X.G., Wang, C.I., Wang, L.S., Xing, G.Z. and Zhang, L.Y. 2021. "Effects of selenium source and level on growth performance, antioxidative ability and meat quality of broilers". **Journal of Integrative Agriculture.** 20(1): 227-235.
- Rajashree, K., T. Muthukumar, and N. Karthikeyan. 2014. "Influence of inorganic and organic selenium sources on broiler performance and meat quality". **Iran J. Appl. Anim. Sci.** 4: 151–157.
- Zimmerman, M. B. and J. Kohrle. 2002. "The impact of iron and selenium deficiencies on iodine and thyroid metabolism: biochemistry and relevance to public health". **Thyroid.** 12: 867-878.