Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol. 16, Issue 2, 2025 p: 22-31

OPEN ACCESS

Research Paper

The Effect of Ginger Powder on Thyroid Hormones and Influenza Titer in Broilers

Mahsa Mirzadeh[1], Amin Kazemizadeh[2] and Seyedeh Ommolbanin Ghasemian[3]

1. Department of Veterinary, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran
2. Ph.D. Graduated, Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Ahvaz, Iran
3. Department of Veterinary, Behbahan Branch, Islamic Azad University, Behbahan, Iran,
(Corresponding author: Ghasemian1249@yahoo.com)

Received: 06 April 2024 Revised: 19 July 2024 Accepted: 10 August 2024

Extended Abstract

Background: Thyroid hormones play a role in increasing protein production and nitrogen retention in the body, accelerating enzyme activity, combining and neutralizing enzyme inhibitors, increasing cell membrane permeability, improving glucose utilization efficiency, increasing growth hormone secretion from the anterior pituitary gland, and cooperating with this hormone in increasing chick growth. Consequently, the role of endocrine glands, including the thyroid gland, in the body's metabolic activities is an undeniable fact. In this regard, the effects of hyperthyroidism or hypothyroidism and related hormonal fluctuations can severely affect the mechanism of chemical reactions in the body. Ginger is a plant with strong antioxidant compounds that reduce or prevent the production of free radicals. Ginger and its main components collect and bind free radicals, protect cell membranes from oxidation, reduce lipid peroxidation, and increase the levels of antioxidant enzymes. The main antioxidant compounds in ginger are gingerols, sesquiterpenes, shogaols, and some of their phenolic ketone derivatives, which have the ability to neutralize superoxide and hydroxyl radicals. This research aimed to study the effect of ginger powder on thyroid hormones and influenza titer in broiler breeder roosters.

Methods: The research was conducted using 27 Ross 308 broiler breeder roosters aged 47 weeks, in a completely randomized design for 11 weeks, with three experimental treatments and nine replicates. The experimental treatments were Treatment 1: Control (basal diet), Treatment 2: Basal diet + 7.5 g ginger powder per kg of consumed diet, and Treatment 3: Basal diet + 15 g ginger powder per kg of consumed diet. During the research period, birds had restricted access to feed. At the end of the experiment, blood samples were taken from the wing vein of all roosters (three treatment groups, three replicates, and three experimental units) to measure thyroid hormone parameters and influenza titer. Data were analyzed using SAS statistical software (version 9.1).

Results: The body weight was not affected by the experimental treatment ($P > 0.05$); triiodothyronine (T3) and tetraiodothyronine (T4) concentrations were affected by the experimental treatments ($P < 0.05$). The highest triiodothyronine concentration was observed in birds that received 7.5 and 15 g of ginger powder ($P < 0.05$). The tetraiodothyronine concentration was higher in birds that received 15 g of ginger powder than in the control treatment ($P < 0.05$). The antioxidant activity of ginger is due to the presence of flavonoids, isoflavones, flavones, and anthocyanins; in fact, ginger has strong antioxidant activity against free radicals in in vitro and in vivo environments. It has been shown that 6-gingerol has antioxidant activity in in vitro and in vivo environments and is an effective agent for preventing the production of reactive oxygen species. Another study has shown that 6-gingerol is an antioxidant compound that becomes oxidized. Given the presence of abundant alkaloids in ginger powder and their mechanism of action on thyroid hormones, an increase in thyroid hormone levels from this plant is expected, and these changes likely occur following an increase in plasma protein levels. Therefore, to explain the increase in thyroid hormone concentrations in treatments receiving ginger powder in the present study, one can refer to properties such as alkaloid compounds and the wide variety of active antioxidant ingredients and their effect on thyroid gland activity. The influenza titer of roosters that received 7.5 and 15 g of ginger powder tended to increase compared to the control group ($P = 0.07$); the highest influenza titer (with an average of 8.55) was observed in the 15 g ginger powder treatment, and the lowest influenza titer (with an average of 7.55) was observed in

[DOI: 10.61882/rap.2024.1407]

the control treatment. Influenza is a highly contagious disease that affects the respiratory, digestive, reproductive, and nervous systems, and has high morbidity and mortality rates in poultry and turkeys. The main reservoir of these viruses is wild birds, and these birds serve as a source of the virus for other species, including humans, mammals, and birds, posing many health risks to humans. In fact, vaccination is the best method to prevent losses caused by infectious diseases in humans and animals. Common vaccines mainly include attenuated live pathogens and inactivated bacterial toxins. The goal of vaccination is to induce a strong immune response to provide long-term protection against infection. Some nutrients directly affect the immune system by altering the function of immune cells, while others indirectly affect the immune system through hormonal or neural pathways. The most important substances that indirectly affect the immune system are energy, protein, and medicinal plants. If compounds can be used to enhance the immune response to vaccination, a step can be taken toward more effective prevention of influenza by creating a higher titer against the disease.

Conclusion: The research results showed that the use of ginger powder increased the concentration of thyroid hormone and the antibody titer against influenza. As a result, it is possible that it can delay the need for an influenza vaccine by boosting the immune system.

Keywords: Antioxidant, Ginger powder, Influenza titer, Broiler chicken, Thyroid hormone

How to Cite This Article: Mirzadeh, M., Kazemizadeh, A., & Ghasemian, S. O. (2025). The Effect of Ginger Powder on Thyroid Hormones and Influenza Titer in Broilers. *Res Anim Prod,* 16(2), 22-31. DOI: 10.61882/rap.2024.1407

[DOI: 10.61882/rap.2024.1407]

مقاله پژوهشی

تأثیر پودر زنجبیل بر هورمون‌های تیروئیدی و تیتر آنفولانزا در خروس‌های مادر گوشتی

مهسا میرزاده[۱]، امین کاظمی‌زاده[۲] و سیده امالبنین قاسمیان[۳]

۱- گروه دامپزشکی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران
۲- دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران
۳- گروه دامپزشکی، واحد بهبهان، دانشگاه آزاد اسلامی، بهبهان، ایران، (نویسنده مسوول: Ghasemian1249@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۸ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۹
صفحه ۲۲ تا ۳۱

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: هورمون‌های تیروئید از طریق افزایش تولید پروتئین و ابقای نیتروژن در بدن، تسریع عمل آنزیم‌ها، ترکیب و خنثی کردن عناصری که بازدارنده آنزیم‌ها هستند، افزایش نفوذپذیری غشاء سلول‌ها، بالا بردن راندمان مصرف گلوکز، ازدیاد ترشح هورمون رشد از بخش قدامی غده هیپوفیز و همکاری با این هورمون در افزایش رشد جوجه‌ها نقش دارند. در نتیجه، نقش غدد درون ریز و از جمله غده‌ی تیروئید در فعالیت‌های متابولیک بدن واقعیتی انکار ناپذیر است. در این رابطه آثار پرکاری یا کم کاری غده تیروئید و نوسانات هورمونی مربوط به آن هرکدام می‌تواند مکانیسم فعل و انفعالات شیمیایی بدن را شدیداً متاثر نماید. زنجبیل گیاهی است که مواد آنتی‌اکسیدانی قوی دارد و موجب کاهش یا جلوگیری از تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود. زنجبیل و اجزای اصلی آن موجب جمع‌آوری و باند شدن رادیکال‌های آزاد، محافظت غشای سلولی از اکسیداسیون، کاهش پراکسیداسیون چربی و افزایش سطح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود. اصلی‌ترین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجود در زنجبیل جینجرول‌ها، سزکوئیترپن‌ها، شوگائول‌ها و برخی مشتقات کتونی فنولیک آن‌ها هستند که توانایی خنثی کردن رادیکال‌های سوپراکسید و هیدروکسیل را دارند. این پژوهش با هدف مطالعه‌ی تاثیر پودر زنجبیل بر هورمون‌های تیروئیدی و تیتر آنفولانزا در خروس‌های مادر گوشتی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: این پژوهش با استفاده از ۲۷ قطعه خروس مادر گوشتی راس ۳۰۸ با سن ۴۷ هفته و به‌صورت طرح کاملاً تصادفی به‌مدت ۱۱ هفته در ۳ تیمار آزمایشی و ۹ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از تیمار ۱: شاهد (جیره پایه)، تیمار ۲: جیره پایه+ سطح ۷/۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره مصرفی، و تیمار ۳: جیره پایه+ سطح ۱۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره مصرفی. طی دوره‌ی پژوهش دسترسی پرندگان به خوراک به‌صورت محدود بود. در پایان آزمایش، نمونه‌های خونی از سیاهرگ بال تمام خروس‌ها (۳ گروه تیمار ۳ تکرار و ۳ واحد آزمایشی) گرفته شدند، و فراسنجه‌های هورمون تیروئیدی و تیتر آنفولانزا اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) استفاده شد.

نتایج و بحث: وزن بدن تحت تاثیر تیمار آزمایشی قرار نگرفت ($P>0/05$)؛ غلظت‌های تری یدوتیرونین (T3) و تترا یدوتیرونین (T4) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند ($P<0/05$). بیشترین غلظت تری یدوتیرونین در پرندگانی که مقدار ۷/۵ و ۱۵ گرم پودر زنجبیل دریافت کرده بودند مشاهده شد ($P<0/05$). همچنین، غلظت تترا یدوتیرونین در پرندگانی که سطح ۱۵ گرم پودر زنجبیل دریافت کرده بودند نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود ($P<0/05$). فعالیت آنتی‌اکسیدانی زنجبیل به‌علت حضور فلانوئید، ایزوفلاون، فلاون، آنتوسیانین است؛ در واقع زنجبیل دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی در محیط *In vitro* و *In vivo* در مقابل رادیکال‌های آزاد است. مشخص شده است که ۶ جینجرول دارای عمل آنتی‌اکسیدان در محیط *In vitro* و *In vivo* است و یک عامل مؤثر برای جلوگیری از تولید گونه‌های فعال اکسیژن به‌شمار می‌رود. طی مطالعه‌ای دیگر مشخص شده است که ۶ جینجرول یک ترکیب آنتی‌اکسیدان است که باعث کاهش تنش اکسیداتیو می‌شود. با توجه به حضور آلکالوئیدهای فراوان در پودر گیاه زنجبیل و مکانیسم اثر آنها بر هورمون‌های تیروئیدی، افزایش میزان هورمون‌های تیروئیدی از این گیاه قابل انتظار است که این تغییرات احتمالاً به‌دنبال افزایش میزان پروتئین‌های پلاسما اتفاق می‌افتند. بنابراین، برای بیان علت افزایش غلظت هورمون‌های تیروئیدی در تیمارهای دریافت کننده پودر زنجبیل در پژوهش حاضر، می‌توان به‌وجود خصوصیاتی نظیر ترکیبات آلکالوئیدها و وجود تنوع گسترده‌ای از مواد مؤثره آنتی‌اکسیدانی و اثر آن‌ها بر فعالیت غده تیروئید اشاره کرد. غلظت تیتر آنفولانزای خروس‌هایی که غلظت ۷/۵ و ۱۵ گرم پودر زنجبیل را دریافت کرده بودند نسبت به گروه شاهد تمایل به افزایش داشت ($P=0/07$)؛ بیشترین تیتر آنفولانزا در تیمار ۱۵ گرم پودر زنجبیل با میانگین ۸/۵۵ و کم‌ترین تیتر آنفولانزا در تیمار شاهد با میانگین ۷/۵۵ مشاهده شدند. بیماری آنفلوانزا بسیار واگیر است و دستگاه‌های تنفس، گوارش، تولید مثل و اعصاب را درگیر می‌کند و در ماکیان و بوقلمون میزان ابتلا و مرگ میر بالا است. مخزن عمده این ویروس‌ها، پرندگان وحشی هستند و این پرندگان به‌عنوان منبع ویروس برای سایر گونه‌ها شامل انسان، پستانداران و پرندگان هستند و از نظر بهداشتی برای انسان مخاطرات فراوانی را به ارمغان می آورد. در واقع، واکسیناسیون بهترین روش برای جلوگیری از خسارات ناشی از بیماری‌های عفونی در انسان و حیوانات است. واکسن‌های رایج عمدتاً شامل عوامل بیماری‌زای زنده ضعیف شده و توکسین‌های باکتریایی غیر فعال شده هستند. هدف واکسیناسیون ایجاد پاسخ ایمنی قوی برای ایجاد حفاظت طولانی‌مدت علیه عفونت است. بعضی از مواد مغذی به‌طور مستقیم از طریق تغییر در اعمال سلول‌های ایمنی بر سیستم ایمنی مؤثرند و بعضی نیز به‌طور غیرمستقیم از طریق مسیرهای هورمونی یا عصبی بر سیستم ایمنی اثرگذار هستند. مهم‌ترین موادی که به‌طور غیر مستقیم بر سیستم ایمنی تاثیر می‌گذارند انرژی، پروتئین و گیاهان دارویی هستند. اگر بتوان از ترکیباتی استفاده نمود که باعث افزایش پاسخ ایمنی به واکسیناسیون شوند با ایجاد عیار بیشتر بر ضد بیماری آنفلوانزا می‌توان گامی در جهت پیشگیری مؤثرتر این بیماری برداشت.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش نشان داد که استفاده از پودر زنجبیل باعث افزایش غلظت هورمون تیروئیدی و عیار پادتن علیه آنفولانزا شد. در نتیجه، این احتمال وجود دارد که با بالا بردن سیستم ایمنی می‌تواند باعث به تعویق افتادن در واکسن آنفولانزا شود.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، پودر زنجبیل، تیترآنفولانزا، خروس مادر گوشتی، هورمون تیروئیدی

مقدمه

سطوح بهینهٔ هورمون‌های تیروئیدی برای حفظ عملکرد تولیدمثل ضروری هستند (Lien & Siopes, 1991). وجود روابط معکوس بین عملکرد تولیدمثلی و تیروئید در برخی گونه‌های پرندگان غیر اهلی، نقش هورمون‌های تیروئیدی را در رگرسیون فصلی غدد جنسی در پرندگان مطرح کرده است (Thapliyal, 1991). به‌طور مشابه، اوج غلظت تیروکسین پلاسما چند هفته قبل از توقف تخم‌گذاری رخ می‌دهد (Jacquet *et al.*, 1991). این امر ما را به این موضوع سوق داد که تأثیر مهاری هورمون‌های تیروئید بر تولیدمثل وجود دارد که احتمالاً می‌تواند دلیل کاهش عملکرد تولیدمثلی با افزایش سن در خروس باشد. این‌که هورمون‌های تیروئید با فرآیندهای تولیدمثل در پرندگان تداخل می‌کنند اغلب ثابت شده است (Jacquet *et al.*, 1991). با این‌حال، اهمیت غده

[DOI: 10.61882/rap.2024.1407]

تیروئید برای مراحل مختلف چرخه تولید مثل، بسته به گونه متفاوت است. در خروس، غده تیروئید برای حفظ عملکرد غدد جنسی ضروری است (Jacquet *et al.,* 1991). ارتباط بین هورمون T3 و لیپوژنز در مطالعات زیادی به اثبات رسیده است. افزایش لیپوژنز در پرندگانی که گرسنه نگه داشته شدند و پس از آن تغذیه شدند را می‌توان تا حد زیادی به افزایش ترشح T3 نسبت داد (Rosebrough *et al.,* 2007؛ Rosebrough & McMurtry., 1991). مرحله محدودکننده سرعت لیپوژنز توسط آنزیم استیل کوآنزیم A کربوکسیلاز کاتالیز می‌شود. کنترل در رونویسی mRNA آنزیم استیل کوآنزیم A کربوکسیلاز به‌وسیله T3 همراه با انسولین، گلوکاگون و گلوکز انجام می‌شود (Hillgartner *et al.,* 1996). تری یدوتیرونین موجب بیان ژن SREBP-1 می‌شود که فاکتور رونویسی کلیدی کنترل کننده لیپوژنز است (Richards *et al.,* 2003). رژیم‌های غذایی بر تبدیل T4 به T3 تأثیرگذار هستند (Rousseau *et al.,* 2002). تبدیل T4 به T3 یکی از فعالیت‌های مهم تیروئید است که به هورمون‌های تیروئید اجازه می‌دهد فعالیت بیولوژیکی خود را نشان دهند. گیرنده‌های هورمون تیروئید ترجیحاً با T3 پیوند می‌یابند. تیروکسین در حلقه خارجی دیودنیزه شده، به فرم فعال T3 تبدیل می‌شود. دیودیناز نوع I (D1)، دیودیناز شدن حلقه خارجی را کاتالیز می‌کند. دیودیناز شدن حلقه خارجی T4، تنها راه تولید T3 فعال است. محدودیت غذایی بر فعالیت برون‌تنی D1 کبدی تأثیرگذار نیست (Darras *et al.,* 1995). کمبود کوفاکتور برای فعالیت D1 در زمان گرسنگی، فعالیت D1 را به‌صورت درون‌تنی کاهش داده، موجب کاهش سطح T3 در زمان گرسنگی می‌شود. افزایش در سطح T3 بعد از تغذیه در نتیجه کاهش فعالیت دیودیناز نوع III کبدی (کاهش تجزیه T3) اتفاق می‌افتد و افزایش تبدیل T4 به T3 در این زمان نقش زیادی ندارد (Swennen *et al.,* 2005). چند سالی است که افزودن محرک‌های رشد به جیره غذایی طیور گوشتی مرسوم شده است. گزارش‌های موجود حاکی از آن هستند که مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان مواد محرک رشد در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی، سبب بروز نتایج غیر مطلوب می‌شود و مصرف آنها به‌عنوان مواد محرک رشد در بسیاری از کشورها ممنوع شده است (Moorthy *et al.,* 2009). مطالعات برای یافتن یک افزودنی جهت جایگزینی با آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد رو به افزایش هستند. در این راستا، توجه محققان به افزودنی‌های گیاهی معطوف شده است. گیاه زنجبیل (*Ginger*) با نام علمی *Zingiber Officinale*، گیاهی است دو تا چندساله، که بخش اصلی و مورد استفاده آن ساقه زیرزمینی یا ریزوم آن است (Kazemizadeh *et al.,* 2020؛ Heidarzadeh *et al.,* 2018). ترکیبات فیتوشیمیایی زنجبیل شامل روغن‌های اساسی، ترکیبات فنلی، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، استروئیدها، ترپنوئیدها، ساپونین‌ها و تانن‌ها هستند (Kazemizadeh *et al.,* 2020؛ Heidarzadeh *et al.,* 2018). زنجبیل تازه حاوی ۲/۳ درصد پروتئین، ۰/۹ درصد چربی، ۱/۲ درصد ترکیبات معدنی، ۲/۴ درصد فیبر، ۱۲/۳ درصد کربوهیدرات و ۸۰/۹ درصد رطوبت است. مواد معدنی موجود در زنجبیل شامل آهن، کلسیم، منیزیم، پتاسیم و فسفر هستند (Kazemizadeh *et al.,* 2022؛ Ibtisham *et al.,* 2019). ویتامین‌هایی از جمله تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و ویتامین C نیز در زنجبیل وجود دارند. ترکیبات شیمیایی زنجبیل شامل جینجرول‌ها از قبیل ۶ جینجرول، ۶ شوآگول، ۶ و ۱۰ جینجردیون، ۶ پارادول، گالانال A و B، والینوئید و زینجرون می‌شوند (Kazemizadeh *et al.,* 2022؛ Ibtisham *et al.,* 2019؛ Heidarzadeh *et al.,* 2018). زنجبیل گیاهی است که مواد آنتی‌اکسیدانی قوی دارد و موجب کاهش یا جلوگیری از تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود (Kazemizadeh *et al.,* 2022؛ Ibtisham *et al.,* 2019؛ Heidarzadeh *et al.,* 2018). زنجبیل و اجزای اصلی آن موجب جمع‌آوری و باندشدن رادیکال‌های آزاد و محافظت غشای سلولی از اکسیداسیون و کاهش پراکسیداسیون چربی و افزایش سطوح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود (Kazemizadeh *et al.,* 2022؛ Ibtisham *et al.,* 2019؛ Heidarzadeh *et al.,* 2018). اصلی‌ترین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجود در زنجبیل جینجرول‌ها، سزکوئیترپن‌ها، شوگائول‌ها و برخی مشتقات کتونی فنولیک آن‌ها هستند که توانایی خنثی کردن رادیکال‌های سوپراکسید و هیدروکسیل را دارند (Kazemizadeh *et al.,* 2022؛ Ibtisham *et al.,* 2019؛ Heidarzadeh *et al.,* 2018). بنابراین، این پژوهش با هدف مطالعه‌ی تأثیر پودر زنجبیل بر هورمون‌های تیروئیدی و تیتر آنفولانزا در خروس‌های مادر گوشتی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

زنجبیل: برای تهیه پودر زنجبیل مورد استفاده در پژوهش، ابتدا پودر زنجبیل از شرکت تجاری سبزیجات خشک و خشکبار طلای سبز (مشهد-ایران) خریداری شد.

پرنده‌ها، شرایط محیطی و جیره‌آزمایشی: پژوهش با استفاده از ۲۷ قطعه خروس مادر گوشتی راس ۳۰۸ با سن ۴۷ هفته و به‌صورت طرح کاملاً تصادفی به‌مدت ۱۱ هفته در ۳ تیمار آزمایشی و ۹ تکرار انجام شد.

تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از تیمار ۱: شاهد (جیره پایه)، تیمار ۲: جیره پایه+ غلظت ۷/۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره مصرفی، و تیمار ۳: جیره پایه+ غلظت ۱۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره مصرفی. طی دوره‌ی آزمایش دسترسی پرندگان به خوراک به‌صورت محدود بود. جیره‌ی پایه بر اساس توصیه‌ی کاتالوگ راس ۳۰۸ (۲۰۱۶) (جدول ۱) تنظیم شد. طی دوره آزمایش، پرنده‌ها در یک محیط کنترل‌شده و در شرایط یکسان با دمای ۱۹-۲۳ درجه سانتی‌گراد و دوره‌ی نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی نگهداری شدند.

خون‌گیری: در روز پایانی دوره پژوهش، به‌منظور بررسی هورمون‌های تیروئیدی و تیتر آنتی‌بادی علیه آنفولانزا، از ورید بال همه خروس‌ها با استفاده از سرنگ خون‌گیری شد. نمونه‌های خون به لوله ضد انعقاد خون انتقال یافتند و به‌مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ g در دقیقه سانتریفوژ شدند و

[DOI: 10.61882/rap.2024.1407]

پلاسما جدا گردید. سپس، سه واحد آزمایشی هر تکرار با هم مخلوط شدند و به‌عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. با این روش، میزان پراکندگی در هر تیمار به حداقل و دقت داده‌ها افزایش پیدا کرد. نمونه‌های پلاسما تا زمان آزمایش در فریزر با دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند. غلظت هورمون‌های تیروئیدی با روش الایزا توسط دستگاه پلیت ریدر با استفاده از کیت‌های تجاری پیشگامان سنجش شد.

سنجش هورمون‌های تیروئیدی T3 و T4: کیت T3 حاضر به‌روش رقابتی و به کمک آنتی‌بادی مونوکلونال طراحی گردیده است. در این روش، چاهک‌ها توسط آنتی‌بادی منوکلونال که بر علیه مولکول T3 است پوشش داده می‌شوند. استانداردها و نمونه‌های پلاسما با آنتی‌بادی پوشش داده شده در ته چاهک‌ها مجاور می‌شوند و پس از انکوباسیون T3 که متصل به آنزیم HRP است به چاهک‌ها اضافه می‌شود که این کونژوگه (T3-HRP) با T3 نمونه‌ها در اتصال به آنتی‌بادی‌های کوت ده در چاهک‌ها رقابت می‌کند. بنابراین، هرچه مقدار T3 در نمونه بیشتر باشد مقدار T3 کونژوگه کمتری به آنتی‌بادی‌های کوت شده متصل می‌گردد و بالعکس. پس از شستشو، محلول رنگ‌زا که محتوی هیدروژن پراکسید (H_2O_2) و کروموژن است به داخل چاهک‌ها ریخته و انکوبه می‌گردد که بعد از انکوباسیون رنگ آبی پدید آمده به‌صورت معکوس با غلظت T3 موجود در نمونه‌ها متناسب است. برای جلوگیری از فعالیت بیش از اندازه و نامناسب آنزیم، محلول متوقف کننده افزوده می‌گردد که فعالیت آنزیم را مختل کرده، رنگ آبی را به زرد تبدیل می‌نماید که بهترین جذب نوری را در طول موج ۴۵۰ نانومتر دارد. کیت T4 به‌کمک آنتی‌بادی مونوکلونال اختصاصی به‌روش رقابتی طراحی شده است. بدین‌صورت که تیروکسین آزاد موجود در استاندارد و نمونه‌های مورد سنجش جهت اتصال به آنتی‌بادی تثبیت شده در چاهک‌ها با تیروکسین متصل به آنزیم رقابت می‌کنند. چاهک‌ها توسط آنتی‌بادی مونوکلونال که علیه مولکول T4 است پوشش داده می‌شوند. استانداردها و نمونه‌های پلاسما با آنتی‌بادی‌ها پوشش داده شده در ته چاهک‌ها مجاور می‌شوند و سپس محلول T4 کونژوگه با آنزیم (HRP) به چاهک‌ها اضافه می‌شوند که این T4 کونژوگه با T4 آزاد نمونه‌ها در اتصال به آنتی‌بادی‌ها کوت شده در چاهک‌ها رقابت می‌کنند. هرچه مقدار FT4 در نمونه بیشتر باشد مقدار T4 کونژوگه کمتری آنتی‌بادی‌ها کوت شده متصل می‌شود و بالعکس. پس ازگذشت زمان انکوباسیون (۴۵ دقیقه) در دمای اتاق، شستشوی چاهک‌ها توسط محلول شستشو دهنده، اضافه کردن محلول سوبسترا و محلول رنگزا و انکوباسیون به‌مدت ۱۵ دقیقه، رنگ آبی ظاهر می‌گردد. با اضافه کردن محلول متوقف کننده، رنگ آبی به زرد تبدیل می‌شود. شدت رنگ در طول موج ۴۵۰ نانومتر اندازه‌گیری می‌گردد. با افزودن کروموژن واکنش آنزیمی متناسب با کمپلکس‌های آنزیمی انجام می‌شود که با میزان تیروکسن نمونه رابطه عکس دارد. بنابراین، شدت رنگ رابطه معکوس با غلظت FT4 در نمونه دارد.

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره پایه

Table 1. Components and chemical composition of the basic diet

اجزاء و ترکیبات Ingredient	درصد (%)	ترکیب شیمیایی مواد مغذی (%) Chemical composition (%)	مقدار Value
ذرت (Corn)	56.30	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم) Metabolisable energy (Kcal /kg)	2790.00
کنجاله سویا Soybean meal (44%)	9.00	پروتئین خام (درصد) Crud protein (%)	12.60
سبوس گندم Wheat bran	19.00	لیزین Lysine	0.57
جو Barley	7.00	متیونین Methionine	0.28
روغن سویا Soybean oil	3.00	متیونین + سیستین Methionine+ Cystine	0.52
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.30	ترئونین Threonine	0.48
پودر صدف Oyster shell	1.25	کلسیم Calcium	0.83
جوش شیرین Sodium bicarbonate	0.25	فسفر قابل دسترس Available phosphorus	0.36
نمک Common salt	0.20	سدیم Sodium	0.18
دی ال - متیونین DL-Methionine	0.07	کلر Chlorine	0.18
ال-لیزین (Lysine)	0.04		
ترئونین (Threonine)	0.04		
کولین کلراید (Choline chloride)	0.05		
بنتونیت (Bentonite)	2.00		
مکمل ویتامینی و معدنی (Vitamin and mineral Premix)	0.50		

*در جیره پایه پودر زنجبیل جایگزین سبوس شد.

*Ginger powder replaced bran in the basic ration.

**هر کیلوگرم جیره حاوی ۱۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۴ میلی‌گرم ویتامین K3، ۳۰ میکروگرم ویتامین B12، ۳۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۷/۵ میلی‌گرم B2، ۵۰ میلی‌گرم B3، ۱۸ میلی‌گرم B5، ۵/۵ میلی‌گرم B6 و ۵۰ میکروگرم B7 بود.

*Supplied per kg diet: vitamin A, 15000 IU; vitamin E, 100 IU; vitamin K3, 4 mg; vitamin B12, 3 µg; vitamin D3, 3,500 IU; riboflavin, 7.5 mg; niacin, 50 mg; pantothenic acid, 18 mg; pyridoxine, 5.5 mg; biotin, 50 µg, Fe, 75000 mg; Mn, 74500 mg; Zn, 64775 mg; I, 869 mg and Se, 142000 mg.

***هر کیلوگرم جیره حاوی۵۰ میلی‌گرم آهن، ۱۳۰ میلی‌گرم منگنز، ۱۲۰ میلی‌گرم روی، ۲ میلی‌گرم ید و ۰/۴ میلی‌گرم سلنیوم است.

*Supplied per kg diet: 50 mg of iron, 130 mg of manganese, 120 mg of zinc, 2 mg of iodine and 0.4 mg of selenium.

[DOI: 10.61882/rap.2024.1407]

مدل آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های حاصل از پژوهش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (ویرایش ۹/۱)، رویه GLM، بر اساس مدل آماری ارائه شده در رابطه ۱، تجزیه و تحلیل شدند. پیش از انجام آنالیز، نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk و رویه Univariate مورد سنجش قرار گرفت. برای تجزیه آماری فراسنجه‌های خونی، وزن زنده اندازه‌گیری شده در ابتدای دوره به‌عنوان عامل همبسته در مدل آماری قرار داده شد و در صورت معنی‌دار نبودن اثر آن، از مدل حذف و آنالیز مجدد انجام شد. مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون توکی صورت پذیرفت و سطح $P < ۰/۰۵$ به‌عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

رابطه (۱) $Yij= \mu + Ti+ eij$

در این رابطه، داده‌های آزمایش Yij مقدار هر مشاهده، μ میانگین جامعه، Tiاثر هر تیمار غذایی (سطوح مختلف سیاه دانه) و eij اثر خطای آزمایش هستند.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش مربوط به اثر پودر زنجبیل بر وزن بدن خروس‌های مادر گوشتی در جدول ۲ گزارش شده‌اند. پودر زنجبیل تأثیری بر وزن بدن خروس‌های مادرگوشتی نداشت ($P >۰/۰۵$) و استفاده از سطوح ۷/۵ و ۱۵ گرم پودر زنجبیل نتوانست تأثیری بر وزن بدن داشته باشد.

جدول ۲- تأثیر پودر زنجبیل (LSM ± SE) بر وزن بدن خروس‌های مادر گوشتی بعد از پیک تولید

Table 2. The effect of ginger powder (LSM ± SE) on the body weight of broiler hens after peak production

فراسنجه Parameter	شاهد Control	۷/۵ گرم در کیلوگرم جیره پودر زنجبیل 7.5 g/ kg/diet of ginger powder	۱۵ گرم در کیلوگرم جیره پودر زنجبیل 15 g/ kg/diet of ginger powder	p-value
وزن بدن (گرم) Body weight (g)	4720±0.29	4720±0.29	4720±0.29	P = 2.02

نتایج آزمایش مربوط به اثر پودر زنجبیل بر غلظت هورمون تری یدوتیرونین و تترا یدوتیرونین درخون خروس‌های مادر گوشتی در جدول ۳ گزارش شده‌اند. با توجه به نتایج حاضر در مورد میانگین غلظت هورمون‌های تیروئیدی، غلظت‌های تری یدوتیرونین (T3) و تترایدوتیرونین (T4) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند ($P < ۰/۰۵$). بالاترین غلظت تری یدوتیرونین در پرندگانی که سطوح ۷/۵ و ۱۵ گرم پودر زنجبیل را دریافت کردند مشاهده شد ($P <۰/۰۵$؛ جدول ۳). همچنین غلظت تترایدوتیرونین در پرندگانی که سطح ۱۵ گرم پودر زنجبیل را دریافت کردند نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود ($P < ۰/۰۵$)، اما از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین تیمار ۷/۵ گرم پودر زنجبیل با تیمار شاهد مشاهده نشد (جدول ۳). با این‌حال، از نظر عددی تیمار ۷/۵ گرم پودر زنجبیل سطح بالاتری از غلظت تترایدوتیرونین را نسبت به تیمار شاهد نشان داد. تفاوت معنی‌داری برای غلظت تترایدوتیرونین در سطوح تیماری ۷/۵ و ۱۵ گرم پودر زنجبیل از نظر آماری مشاهده نشد، با این وجود، غلظت تترایدوتیرونین در سطح ۱۵ گرم پودر زنجبیل از نظر عددی مقدار بالاتری را نشان داد. رژیم‌های غذایی بر تبدیل T4 به T3 تأثیرگذار هستند (Rosebrough & McMurtry. 2000). تبدیل T4 به T3 یکی از فعالیت‌های مهم تیروئید است که به هورمون‌های تیروئید اجازه می‌دهد فعالیت بیولوژیک خود را نشان دهند. گیرنده‌های هورمون تیروئید ترجیحاً با T3 پیوند می‌یابند. تیروکسین در حلقه خارجی دیودنیزه شده، به فرم فعال T3 تبدیل می‌شود. دیودیناز نوع I (D1)، دیودیناز شدن حلقه خارجی را کاتالیز می‌کند. دیودیناز شدن حلقه خارجی T4 تنها راه تولید T3 فعال است. محدودیت غذایی بر فعالیت برون‌تنی D1 کبدی تأثیرگذار نیست (Darras *et al.,* 1995). کمبود کوفاکتور برای فعالیت D1 در زمان گرسنگی، فعالیت D1 را به‌صورت درون‌تنی کاهش داده، موجب کاهش سطح T3 در زمان گرسنگی می‌شود. افزایش در سطح T3 بعد از تغذیه در نتیجه کاهش فعالیت دیودیناز نوع III کبدی (کاهش تجزیه T3) اتفاق می‌افتد و افزایش تبدیل T4 به T3 در این زمان نقش زیادی ندارد (Swennen *et al.,* 2005). ایجاد تغییرات در این آزمایش در میزان تترایدوتیرونین بدون ایجاد تغییر معنی‌دار در T3 می‌تواند به‌دلیل ایجاد تغییرات در فعالیت دیودیناز کبدی اتفاق افتاده باشد.

جدول ۳- تأثیر پودر زنجبیل (LSM ± SE) بر هورمون‌های تیروئیدی خروس‌های مادر گوشتی بعد از پیک تولید

Table 3. The effect of ginger powder (LSM ± SE) on thyroid hormones of broiler hens after peak production.

فراسنجه Parameter	شاهد Control	۷/۵ گرم در کیلوگرم جیره پودر زنجبیل 7.5 g/ kg/diet of ginger powder	۱۵ گرم در کیلوگرم جیره پودر زنجبیل 15 g/ kg/diet of ginger powder	p-value
تری یدو تیرونین (نانوگرم/دسی‌لیتر) T3 (ng/mL)	3.07^{b}±0.27	3.50^{a}±0.30	3.73^{a}±0.26	0.0010
تترا یدوتیرونین (نانوگرم/دسی‌لیتر) T4 (ng/mL)	6.12^{b}±0.27	6.43^{a}±0.30	6.66^{a}±0.26	0.0025

a-b: در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف لاتین غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < ۰/۰۵$).

a-b: In each time point, the averages with non-common Latin letters have a significant difference ($P < 0.05$).

غده‌ی تیروئید و هورمون‌های T3 و T4 در عملکرد اندام‌های جنسی نقش تنظیم کننده‌ای دارند و فقدان غده تیروئید و یا کاهش هورمون‌های تیروئیدی می‌تواند بر روند تکامل جنسی و اعمال تولیدمثلی اختلالاتی ایجاد کند (Bruni *et al.,* 1975). از طرفی، غده تیروئید با یک مکانیسم فیدبکی از طریق هیپوتالاموس و هیپوفیز قدامی برای کنترل میزان ترشح هورمون‌های تیروئیدی به تناسب نیازهای متابولیک بدن عمل می‌کند. تجربه نشان داده است که رفتارهای طبیعی جنسی و جنبه‌های فیزیولوژیک مربوط به آن گروه، داشتن سطوح متعادل هورمون‌های تیروئیدی است.

[DOI: 10.61882/rap.2024.1407]

همچنین به اثبات رسیده است که با به‌هم خوردن سطوح هورمون‌های تیروئیدی و تأثیر آن بر دستگاه تولیدمثلی، سطوح هورمون‌های استروئیدی نیز تغییر می‌کنند و به کاهش میل جنسی و ناتوانی در فعالیت تولیدمثلی منجر می‌شود (Bourget *et al.,* 1987). این فرآیند از طریق فعالیت محور هیپوتالاموس–هیپوفیزی و تأثیر آن در افزایش بخشیدن به ترشح گونادوتروپین صورت می‌گیرد (Krassas *et al.,* 2010). در موش‌های صحرایی دریافت کننده رژیم غذایی حاوی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی (ویتامین E و C)، غلظت‌های سرمی T4 و T3 افزایش یافتند، که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد (Panda & Kar, 2007). در این پژوهش، دلیل افزایش هورمون‌ها را به تأثیر مستقیم آنتی‌اکسیدانت‌ها بر غده تیروئید و فعالیت آنزیم دی‌یدیناز نسبت دادند؛ در واقع، آنتی‌اکسیدانت‌ها با تغییرسطوح O_2 در بدن و تغییر متابولیسم ATP باعث تعدیل در میزان هورمون‌ها می‌گردند (Richards *et al.,* 2003). در تحقیقات دیگر نشان داده شد که در گیاهان ترکیبات پلی‌فنلی و فلاونوئیدها نقش زیادی در فعالیت آنتی‌اکسیدانی دارند (Feyzi *et al.,* 2015). در پژوهشی گزارش شد که عصاره هیدروالکلی گیاه مریم گلی توانست به‌طور مؤثری موجب تحریک غده تیروئید و افزایش هورمون‌های مترشحه آن شود (Mirazi *et al.,* 2013). که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد؛ گیاه مریم گلی نیز دارای ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، فلاونوئیدها و گلیکوزئیدها مشابه گیاه زنجبیل است. گیاه هل سبز نیز همانند پودر زنجبیل دارای ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، فلانوئیدها و ساپونین است. همچنین، در بررسی اثرات افزودن ویتامین E و A در جیره جوجه‌های گوشتی مشخص گردید که اثر تیمارهای آزمایشی بر غلظت T4 و T3 در جوجه‌های گوشتی معنی‌دار بود (Sahin *et al.,* 2001).

در مطالعه پایه‌ای، همتی و همکاران (Hemmati *et al.,* 2019) به بررسی مطالعه تغییرات متابولیت‌های خونی و هورمون‌های تیروئیدی مرغ‌های مادر گوشتی پس از اوج تولید پرداختند و نشان دادند غلظت تری‌یدوتیرونین (T3) قبل و بعد از ۵۰ هفتگی اختلاف معنی‌داری داشت به‌طوری‌که غلظت این هورمون با افزایش سن، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < ۰/۰۵$)، هرچند که میانگین‌های غلظت‌های T3 در مقاطع زمانی اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری نداشتند. نتایج پژوهش‌های بسیاری حاکی از آن هستند که محدودیت غذایی سبب کاهش T3 و افزایش T4 در مرغ‌های مادر می‌شود (Bruggeman *et al.,* 1997). بروگمن و همکاران (Bruggeman *et al.,* 1997) نشان دادند که با افزایش سن در مرغ‌های با تغذیه آزاد و محدود، غلظت T3 کاهش و T4 افزایش یافت. بر اساس نتایج گزارش شده توسط بروگمن و همکاران (Bruggeman *et al.,* 1997) که غلظت هورمون‌های تیروئیدی را از سن دو هفتگی تا بلوغ جنسی مورد بررسی قرار دادند، می‌توان این‌گونه استنباط کرد که بین T4 و تولید تخم‌مرغ ارتباطی معنی‌دار وجود دارد، چراکه در مطالعه آن‌ها با نزدیک شدن به بلوغ جنسی و تولید تخم‌مرغ میزان این هورمون نیز افزایش داشت.

در این مطالعه، استفاده از پودر زنجبیل باعث افزایش غلظت هورمون تیروئیدی شد، و پرندگانی که با سطوح ۷/۵ و ۱۵ گرم پودر زنجبیل تغذیه شده بودند غلظت‌های هورمون تیروئیدی بالاتری نشان دادند. در مطابقت با نتایج پژوهش ما، مطالعه میرزایی و همکاران (Mirazi *et al.,* 2013) که به بررسی اثر عصاره‌ی هیدروالکلی گیاه مریم گلی بر سطوح سرمی هورمون‌های تیروئیدی در موش‌های صحرایی پرداختند نشان دادند که غلظت‌های پلاسمایی T3، T4 و TSH در گروه‌هایی که عصاره گل مریم را دریافت کرده بودند اختلاف معنی‌داری نسبت به گروه شاهد نشان داد. در واقع، عصاره مریم گلی می‌تواند محرک غده تیروئید باشد و سطوح سرمی هورمون‌های T3 و T4 را افزایش دهد.

در مطالعه‌ای بر روی گیاهان خانواده سولاناسه (*Solanaceae*) حاوی ترکیبات آلکالوئیدی، نشان داده شد که ترکیبات آلکالوئیدی باعث آسیب سلول‌های کبدی و افزایش میزان پروتئین‌های پلاسما از جمله آلبومین شدند. افزایش پروتئین‌های پلاسما باعث افزایش هورمون‌های تیروئیدی پلاسما می‌گردد زیرا این هورمون‌ها توسط پروتئین‌های پلاسما از جمله آلبومین در خون حمل می‌شوند (Shekar-Foroosh *et al.,* 2012). بنابراین، با توجه به حضور آلکالوئیدهای فراوان در گیاه پودر زنجبیل و مکانیسم اثر آنها بر هورمون‌های تیروئیدی، افزایش مقادیر هورمون‌های تیروئیدی از این گیاه قابل انتظار است که این تغییرات احتمالاً به‌دنبال افزایش میزان پروتئین‌های پلاسما اتفاق می‌افتند. بنابراین، برای بیان علت افزایش غلظت‌های هورمون‌های تیروئیدی در تیمارهای دریافت کننده پودر زنجبیل در پژوهش حاضر، می‌توان به‌وجود خصوصیاتی نظیر ترکیبات آلکالوئیدها و وجود تنوع گسترده‌ای از مواد مؤثره آنتی‌اکسیدانی و اثر آن‌ها بر فعالیت غده تیروئید اشاره کرد.

مطالعات نشان می‌دهند مصرف زنجبیل به‌مقدار قابل‌توجهی میزان آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز را افزایش می‌دهد (Jeena *et al.,* 2013). فعالیت آنتی‌اکسیدانی زنجبیل به‌علت حضور فلانوئید، ایزوفلاون، فلاون، آنتوسیانین است؛ در واقع، زنجبیل دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی در محیط‌های *In vitro* و *In vivo* در مقابل رادیکال‌های آزاد است (Jeena *et al.,* 2013). مشخص شده است که ۶ جینجرول دارای عمل آنتی‌اکسیدانی در محیط‌های *In vitro* و *In vivo* است و یک عامل مؤثر برای جلوگیری از تولید گونه‌های فعال اکسیژن به‌شمار می‌رود. طی مطالعه‌ای دیگر مشخص شد که ۶ جینجرول به‌عنوان یک ترکیب آنتی‌اکسیدان در زنجبیل باعث کاهش تنش اکسیداتیو گردید (Haksar *et al.,* 2006). همچنین، زنجبیل باعث افزایش در سوپراکسیددیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز و گلوتاتیون رودکتاز شد (Jeena *et al.,* 2013).

تیتر آنفولانزا: نتایج آزمایش مربوط به اثر پودر زنجبیل بر تیتر آنتی‌بادی آنفولانزا درخون خروس‌های مادر گوشتی در جدول ۴ گزارش شده‌اند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این مطالعه و همچنین جدول ۴ که میانگین تیتر آنتی‌بادی آنفولانزا را نشان می‌دهد، در پژوهش حاضر سطح تیتر

[DOI: 10.61882/rap.2024.1407]

آنفولانزا خروس‌هایی که سطوح ۷/۵ و ۱۵ گرم پودر زنجبیل را دریافت کرده بودند نسبت به گروه شاهد تمایل به افزایش داشتند (P =۰/۰۷)؛ بالاترین تیتر آنفولانزا در تیمار ۱۵ گرم پودر زنجبیل با میانگین ۸/۵۵ و کم‌ترین تیتر آنفولانزا در تیمار شاهد با میانگین ۷/۵۵ مشاهده شدند. بیماری آنفلوانزا بسیار واگیردار است، دستگاه‌های تنفس، گوارش، تولیدمثل و اعصاب را درگیر می‌کند و در ماکیان و بوقلمون میزان ابتلا و مرگ‌ومیر بالا است. مخزن عمده این ویروس‌ها، پرندگان وحشی هستند و این پرندگان منبع ویروس برای سایر گونه‌ها شامل انسان، پستانداران و پرندگان محسوب می‌شوند و از نظر بهداشتی برای انسان مخاطرات فراوانی را به ارمغان می‌آورد (Aghayarifar *et al.,* 2015). بعد از واگیری اولیه آنفلوانزا تحت تیپ H9N2 در کشور، واکسیناسیون به‌عنوان یک راهکار جهت کنترل بیماری مطرح و مورد استفاده قرار گرفت. هدف واکسیناسیون ایجاد پاسخ ایمنی قوی برای ایجاد حفاظت طولانی‌مدت علیه عفونت است. بعضی از مواد مغذی به‌طور مستقیم از طریق تغییر در اعمال سلول‌های ایمنی بر سیستم ایمنی مؤثرند و بعضی نیز به‌طور غیرمستقیم از طریق مسیرهای هورمونی یا عصبی بر سیستم ایمنی اثرگذار هستند (Lochmiller & Deerenberg, 2000). در این مطالعه، استفاده از ۷/۵ و ۱۵ گرم پودر زنجبیل تأثیری بر تیتر آنتی‌بادی آنفولانزا نداشت. در مطابقت با نتایج ما، آقایی‌فر و همکاران (Aghayarifar *et al.,* 2015) با بررسی اثر پودر سیر گزارش کردند که تیتر آنتی‌بادی بر علیه نیوکاسل و آنفلوانزا در تیمارهایی که در جیره خود سیر مصرف نمودند، نسبت به شاهد بالاتر بود اما این برتری از نظر آماری معنی‌دار نبود. مطالعه فرخنیا و همکاران (Farrokhnia *et al.,* 2020) با بررسی ارزیابی اثر افزودن عصاره الکلی گیاهان دارویی آویشن شیرازی و سرخارگل به جیره بر عملکرد، خصوصیات لاشه، فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون و وضعیت ایمنی جوجه‌های گوشتی، گزارش کردند که اثر تیمارهای آزمایشی بر عیار آنتی‌بادی علیه بیماری‌های نیوکاسل و آنفولانزا در جوجه‌ها معنی‌دار بود.

در مطالعه عزیزی و همکاران (Azizi *et al.,* 2017) که به بررسی پاسخ عملکرد، خصوصیات لاشه و ایمنی بلدرچین‌های ژاپنی به سطوح مختلف پودر نعناع فلفلی پرداختند نشان دادند که با توجه به تقویت پاسخ‌های ایمنی سلولی توسط پودر گیاه نعناع فلفلی، می‌توان استفاده از پودر گیاه نعناع فلفلی را هنگام نیاز به تقویت پاسخ‌های ایمنی سلولی در بیماری‌های ویروسی مانند نیوکاسل، برونشیت و آنفولانزا یا عفونت‌های انگلی داخل سلولی مانند کوکسیدیوز پیشنهاد کرد. طغیانی و همکاران (Toghyani *et al.,* 2010) با بررسی اثر آویشن و آنتی‌بیوتیک روی تیتر آنتی‌بادی علیه نیوکاسل و آنفولانزا گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری در اثر افزودن آویشن و آنتی‌بیوتیک نسبت به گروه شاهد برای پاسخ ایمنی مشاهده نشد. اما نکته مهمی که اغلب پژوهشگران به آن اشاره کرده‌اند، این است که نوع آماده‌سازی و فرآوری پودر گیاهان دارویی و نحوه استفاده از آن می‌تواند از دلایل اصلی عدم اثر معنی‌دار بر تیتر آنتی‌بادی بر علیه واکسن نیوکاسل و آنفولانزا باشد.

جدول ۴- تاثیر پودر زنجبیل (LSM ± SE) بر تیتر آنتی‌بادی آنفولانزا خروس‌های مادر گوشتی بعد از پیک تولید

Table 4. The effect of ginger powder (LSM ± SE) on the influenza (IDV) antibody titer of broiler hens after peak production

فراسنجه Parameter	شاهد Control	۷/۵ گرم در کیلو گرم جیره پودر زنجبیل 7.5 g/ kg/diet of ginger powder	۱۵ گرم در کیلو گرم جیره پودر زنجبیل 15 g/ kg/diet of ginger powder	p-value
تیتر آنفولانزا Titers of (IDV), (Log 2)	7.55±0.29	8.44±0.27	8.55±0.31	0.07

نتیجه‌گیری کلی

در کل نتایج این پژوهش نشان داده‌اند که استفاده از سطوح ۷/۵ و ۱۵ گرم پودر زنجبیل باعث افزایش غلظت هورمون‌های تیروئیدی و افزایش تیتر آنتی‌بادی آنفولانزا شد، که در نتیجه سبب بالارفتن سطح ایمنی مرغ‌های مادر و به تأخیر افتادن واکسن آنفولانزا می‌شود.

References

Aghayarifar, B., Eila, N., Hemati, B., & Hossein Nemati, M. (2015). Effect of Black Pepper, Garlic and Turmeric Powders on Performance and Antibody Titer Against Newcastle Disease Virus of Coob 500 Broiler Chickens. *Research on Animal Production (Scientific and Research),* 6(11), 28-34, http://rap.sanru.ac.ir/article-1-493-fa.html. [In Persian]

Azizi, K., Daneshyar, M., Abtahi, S. M., & Goldani, S. H. (2017). Performance, carcass characteristics and immune response of Japanese quails to different levels of Mentha piperita L. powder. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 33(5), 1933.109118.2017.ijmapr/22092.1. [In Persian]

Bourget, C., Femino, A., Franz, C., Hastings, S., & Longcope, C. (1987). The effects of l-thyroxine and dexamethasone on steroid dynamics in male cynomologous monkeys. *Journal of Steroid Biochemistry*, 28(5), 575-579. https://doi.org/10.1016/0022-4731(87)90518-8.

Bruggeman, V., Vanmontfort, D., Renaville, R., Portetelle, D., & Decuypere, E. (1997). The effect of food intake from two weeks of age to sexual maturity on plasma growth hormone, insulin-like growth factor-I, insulin-like growth factor-binding proteins, and thyroid hormones in female broiler breeder chickens. *General and Comparative Endocrinology,* 107(2), 212-220. https://doi.org/10.1006/gcen.1997.6917.

Bruni, J. F., Dibbet, J. A., & Meites, J. (1975). Effects of hyper-and hypothyroidism on serum LH and FSH levels in intact and gonadectomized male and female rats. *Endocrinology,* 97(3), 558-563. https://doi.org/10.1210/endo-97-3-558.

Darras, V. M., Cokelaere, M., Dewil, E., Arnouts, S., Decuypere, E., & Kühn, E. R. (1995). Partial food restriction increases hepatic inner ring deiodinating activity in the chicken and the rat. *General and Comparative Endocrinology,* 100(3), 334-338. https://doi.org/10.1006/gcen.1995.1164.

Farrokhnia, R., Moslemipur, F., Maghsoudlou, S., & Ghanbari, F. (2020). Evaluation of the Effect of Adding Coneflower and Thyme Extracts to Diet on Performance, Carcass Characteristics, Blood Parameters and Immunity Status of Broiler Chickens. *Iranian Journal of Animal Science Research,* 12(1), 75-86. 10.22067/IJASR.V12I1.70937. [In Persian]

Feyzi, P., Ahmadzadeh Sani, S. T., Kamali, H., Alesheikh, P., Zarghami moghaddam, M. P., & Mohammadi, A. (2015). Evaluation of qualitative and quantitative of antocyanines, carotenoids, flavonoids and antioxidant activity of methanol extract from aerial parts of Scutellaria pinnatifida A. Hamilt subsp alpina (Bornm) Rech.f. *Journal of North Khorasan University*, 7(3), 645-655.

Haksar, A., Sharma, A., Chawla, R., Kumar, R., Arora, R., Singh, S., ... & Sharma, R. K. (2006). Zingiber officinale exhibits behavioral radioprotection against radiation-induced CTA in a gender-specific manner. *Pharmacology Biochemistry and Behavior,* 84(2), 179-188. https://doi.org/10.1016/j.pbb.2006.04.008.

Heidarzadeh, S., Azarbayjani, M. A., Matinhomaee, H., & Hedayati, M. (2018). A review of aphroditic plants and physical activity on testosterone concentrations. *Journal of Medicinal Plants,* 17(66), 1-26. 20.1001.1.2717204.2018.17.66.8.6. [In Persian]

Hemmati, H., Zeinoaldini, S., Zare Shahneh, A., Kazemizadeh, A., & Yousefi, A. (2019). Investigation of changes in thyroid hormones and blood metabolites in broiler breeder hens after peak production. *Animal Production,* 21(2), 291-300. https://doi.org/10.22059/jap.2019.272017.623347. [In Persian]

Hillgartner, F. B., Charron, T., & Cheesnut, K. A. (1996). Alterations in nutritional status regulate acetyl-CoA carboxylase expression in avian liver by a transcriptional mechanism. *Biochemical Journal,* 319(1), 263-268. https://doi.org/10.1042/bj3190263.

Ibtisham, F., Nawab, A., Niu, Y., Wang, Z., Wu, J., Xiao, M., & An, L. (2019). The effect of ginger powder and Chinese herbal medicine on production performance, serum metabolites and antioxidant status of laying hens under heat-stress condition. *Journal of Thermal Biology,* 81, 20-24. https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.02.002.

Jacquet, J. M., Seigneurin, F., & De Reviers, M. (1993). Effect of thyroxine on testicular function, circulating luteinising hormone and pituitary sensitivity to luteinising hormone-releasing hormone in the cockerel (Gallus domesticus). *British Poultry Science,* 34(4), 803-814. https://doi.org/10.1080/00071669308417639.

Jeena, K., Liju, V. B., & Kuttan, R. (2013). Antioxidant, anti-inflammatory and antinociceptive activities of essential oil from ginger. *Indian Journal Physiol Pharmacol,* 57(1), 51-62.

Krassas, G. E., Poppe, K., & Glinoer, D. (2010). Thyroid function and human reproductive health. *Endocrine Reviews,* 31(5), 702-755. https://doi.org/10.1210/er.2009-0041.

Lien, R. J., & Siopes, T. D. (1991). Influence of thyroidectomy on reproductive responses of male domestic turkeys (Meleagris gallopavo). *British Poultry Science,* 32(2), 405-415. https://doi.org/10.1080/00071669108417366.

Lochmiller, R. L., & Deerenberg, C. (2000). Tradeoffs in evolutionary immunology: just what is the cost of immunity. *Oikos,* 88(1), 87-98. https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.880110.x.

Mirazi, N., Abdolmaleki, N., & Mahmoodi, M. (2013). Study of salvia officinalis hydroethanolic extract on serum thyroid hormone levels in hypothyroid male rat. *Avicenna Journal of Clinical Medicine*, 19(4), 27-35. http://sjh.umsha.ac.ir/article-1-161-en.html. [In Persian]

Mirzadeh, K., Aghaei, A., & Ansari Pirsaraei, Z. (2022). The Effect of Flaxseed oil and Ginger Powder on Fat Metabolism, Lipid Profiles and Liver Enzymes of Broilers. *Research on Animal Production (Scientific and Research),* 13(37), 129-138. 10.52547/rap.13.37.129. [In Persian]

Moorthy, M., Ravi, S., Ravikumar, M., Viswanathan, K., & Edwin, S. C. (2009). Ginger, pepper and curry leaf powder as feed additives in broiler diet. *International Journal of Poultry Science,* 8(8), 779-782.

Panda, S., & Kar, A. (2007). Amelioration of L-thyroxine-induced hyperthyroidism by coumarin (1, 2-benzopyrone) in female rats. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology,* 34(11), 1217-1219. https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.2007.04701.x.

Richards, M. P., Poch, S. M., Coon, C. N., Rosebrough, R. W., Ashwell, C. M., & McMurtry, J. P. (2003). Feed restriction significantly alters lipogenic gene expression in broiler breeder chickens. *The Journal of Nutrition,* 133(3), 707-715.

Rosebrough, R. W., & McMurtry, J. P. (2000). Supplemental triiodothyronine, feeding regimens, and metabolic responses by the broiler chicken. *Domestic Animal Endocrinology* 19(1), 15-24. https://doi.org/10.1016/S0739-7240(00)00060-6.

Rosebrough, R. W., Russell, B. A., Poch, S. M., & Richards, M. P. (2007). Expression of lipogenic enzymes in chickens. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology,* 147(1), 215-222. https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2006.12.035.

Rousseau, K., Le Belle, N., Sbaihi, M., Marchelidon, J., Schmitz, M., & Dufour, S. (2002). Evidence for a negative feedback in the control of eel growth hormone by thyroid hormones. *Journal of Endocrinology,* 175(3), 605-613.

[DOI: 10.61882/rap.2024.1407]

Sahin, N., Sahin, K., & Kucuk, O. (2001). Effects of vitamin E and vitamin A supplementation on performance, thyroid status and serum concentrations of some metabolites and minerals in broilers reared under heat stress (32 degrees C). *Veterinární Medicína,* 46.

Shekar-Foroosh, S., Changizi-Ashtiyani, S., Akbarpour, B., Attari, M., Zarei, A., & Ramazani, M. (2012). The effect of alcoholic extract of physalis alkekengi on serum concentration of thyroid hormones in rats. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences,* 14(5).

Swennen, Q., Janssens, G. P. J., Millet, S., Vansant, G., Decuypere, E., & Buyse, J. (2005). Effects of substitution between fat and protein on feed intake and its regulatory mechanisms in broiler chickens: endocrine functioning and intermediary metabolism. *Poultry Science,* 84(7), 1051-1057. https://doi.org/10.1093/ps/84.7.1051.

Thapliyal, J. P. (1969). Thyroid in avian reproduction. *General and Comparative Endocrinology,* 2, 111-122. https://doi.org/10.1016/0016-6480(69)90019-7.

Toghyani, M., Tohidi, M., Gheisari, A. A., & Tabeidian, S. A. (2010). Performance, immunity, serum biochemical and hematological parameters in broiler chicks fed dietary thyme as alternative for an antibiotic growth promoter. *African Journal of Biotechnology,* 9(40), 6819-6825.

[DOI: 10.61882/rap.2024.1407]