

The effect of adding commercial yeast *Saccharomyces cerevisiae* to the diet of Japanese quail on performance traits, some serum parameters, morphology and population of pathogenic intestinal bacteria

Farogh Kargar¹, Arash Hadavi², Najeebullah Fayaz^{3*}

1-PhD student, Department of Animal Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2-PhD Graduated, Department of Animal Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3-Faculty member, Department of Animal Science, Laghman Faculty of Agriculture, Afghanistan

DOI:10.22067/ijasr.2023.82630.1148

Introduction: The use of suitable feed additives can increase feed utilization, improve production and improve health. Years ago, growth-promoting antibiotics were used at high levels in diets to increase poultry performance (Ronquillo & Hernandez, 2017). However, its remnants remain in the animal's body and create microbial resistance in the animal, and humans also develop microbial resistance by consuming it. Therefore, there is a need to find substances that can replace antibiotic growth stimulants in the diet. The aim of these alternatives is to increase performance while protecting the environment and animal health (Ogbuewu, koro, Mbajiorgu, & Mbajiorgu, 2019). Therefore, probiotics such as *Saccharomyces cerevisiae* yeast have been investigated as a feed additive to improve the performance and health of animals (Al-Khalaifah, 2018). It is thought that probiotics improve performance by affecting the natural microbial community and improving the absorption process in the intestine (Sohail et al., 2011). Also, synbiotics are able to work both in the small intestine and in the large intestine and have the effect of probiotics and prebiotics at the same time (Ai et al., 2011; Bengmark, 2002). Gut cognition can affect the amount of nutrient absorption (Miles, Butcher, Henry, & Littell, 2006; Rahimi, Grimes, Fletcher, Oviedo, & Sheldon, 2009) and as a barrier against disease agents. to act biologically and chemically (Brown, 2011). *Saccharomyces cerevisiae*, also known as baker's yeast, is a type of yeast that is added to food formulas in poultry diets (Elghandour et al., 2020). *Saccharomyces cerevisiae* contains significant levels of digestible proteins, vitamins, magnesium and zinc, whose wall has many features such as polysaccharide α -D-mannan, chitin and β -D-glucan (Alizadeh et al. ., 2016) which plays an important role in beneficial microbial balance in the gut, tissue proliferation in the gut and lymphocytes (Council, 1994). In most studies, no reliable results were obtained with diets supplemented with yeast. Beneficial effects on animal health and performance may be due to the use of detectable yeast strains and levels, diet compositions, animal species and their age (Bolacali & Irak, 2017). Therefore, in order to investigate the potential effects of using commercial yeast *Saccharomyces cerevisiae* in Japanese quail diet as a feed additive on growth performance, some serum parameters, intestinal morphology and the number of *Clostridium perfringens* and *E-coli* bacteria. It was done in the waste.

Materials and Methods This experiment was conducted in order to investigate the effect of different levels of Chitacell commercial yeast on performance, carcass characteristics, intestinal morphology and blood parameters in the form of a completely randomized design with 7 treatments, 6 replications and 12 chicken in each experimental unit and a total of 504 chicken. One day Japanese quail mixed of two sexes was performed. At the end of the experiment (d 35), 2 Japanese quails from each replicate were weighed and slaughtered. Visceral and lymphoid organs were also weighed and recorded. About 8g of the contents from duodenum, jejunum and ileum were collected in 80 mL physiological saline for pH value measurement. Blood samples were collected from the same Japanese quails used for carcass traits

and were centrifuged at 3000 rpm for 10 min, then stored for later analysis at -20°C. order to measure *E. coli* and *C. Perfringens* bacteria in feces, standard plate counting method was used. And also Duodenum specimens were collected and fixed in 10% neutral buffered formalin solution for 24 h, then embedded in paraffin and sectioned at 4 µm. The following parameters were measured: (i) villous height (VH), (ii) depth of crypt (CD) and (iii) ratios of VH/CD.

Results and discussion: The effects of different levels of commercial yeast *Saccharomyces cerevisiae* on the growth performance of Japanese quail chicks are reported in Table 2. The results of this study show that the experimental treatments had no significant effect on feed consumption. The group fed with 0.75, 1.1, 1.25 and 1.5 percent of yeast could significantly increase weight compared to the control group ($P<0.05$). Also, the food conversion ratio in the groups receiving 0.75 and 1 g/kg of *Saccharomyces cerevisiae* yeast feed compared to the control groups and 0.25 and 0.5 g/kg of yeast in the diet decreased significantly (<0.05). P). According to the results of this experiment, it has been reported that live yeast has a favorable effect on feed conversion ratio and final weight gain in broiler chickens (Borda-Molina, Seifert, & Camarinha-Silva, 2018). Abdominal fat and thymus size were significantly affected by experimental treatments ($P<0.05$). Thus, adding yeast levels higher than 0.75 g/kg reduced the fat in the ventricular area, while the size of the thymus increased compared to the control group. It has also been shown that the percentage of carcass, liver, stone, heart, spleen and bursa of Fabricius were not affected by experimental treatments ($P<0.05$). It has been reported that live yeast reduces abdominal fat and increases thymus size. In fact, yeast stimulates the intestinal immune system by acting as a non-pathogenic microbial antigen and creates an effect similar to adjuvants. By adding the level of commercial yeast *Saccharomyces cerevisiae*, the amount of total protein and albumin in the blood increased significantly ($P<0.05$). On the other hand, cholesterol and triglyceride in the blood decreased significantly by adding different levels of commercial *Saccharomyces cerevisiae* yeast ($P<0.05$). Superoxide dismutase and catalase in serum increased significantly with increasing yeast consumption ($P<0.05$). On the other hand, interleukin 1 and 6, as well as tumor necrosis factor alpha decreased significantly ($P<0.05$) with the increase in the level of yeast in the diet.

Conclusion: Results of this research showed that the use of commercial yeast *Saccharomyces cerevisiae* has favorable effects and it can also be said that the best level used is 0.75 grams per kilogram of feed.

Keywords: Intestinal morphology, Japanese quails, Pathogens, Performance, Serum parameters, Chitacell commercial yeast.

اثر افزودن مخمر تجاری ساکارومایسس سرویزیه به جیره بلدرچین ژاپنی بر صفات عملکردی، برخی فراسنجه‌های سرم، ریخت‌شناسی و جمعیت باکتری‌های بیماری‌زای روده

فاروق کارگر^۱، آرش هادوی^۲ و نجیب‌الله فیاض^{۳*}

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲. دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۳. عضو هیات علمی، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی لغمان، افغانستان

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی افزودن مخمر تجاری (ساکارومایسس سرویزیه) بر عملکرد، برخی فراسنجه های سرمی، ریخت شناسی و جمعیت باکتری های بیماری زا در بلدرچین ژاپنی انجام شد. در این آزمایش ۵۰۴ قطعه جوجه یک روزه بلدرچین بطور تصادفی به ۷ تیمار و ۶ تکرار و ۱۲ قطعه پرنده در هر تکرار تقسیم شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- جیره کنترل (فاقد مخمر)، جیره های آزمایشی ۲ تا ۷ به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۲۵، و ۱/۵ گرم در کیلوگرم دارای مخمر بود. به منظور اندازه گیری فراسنجه های آنزیم های کبدی، سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و اینترلوکین ۱ و ۶ در سن ۳۵ روزگی از هر تکرار ۲ قطعه پرنده جدا و از ورید بال خونگیری و سپس کشتار شدند. نتایج نشان داد که سطوح ۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۲۵، و ۱/۵ مخمر زنده ساکارومایسس سرویزیه باعث بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک، کاهش درصد چربی محوطه بطنی و افزایش اندازه تیموس، افزایش پروتئین کل و آلبومین در سرم، کاهش تری گلیسرید و کلسترول سرم، افزایش سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز در سرم و همچنین کاهش اینترلوکین های ۱ و ۶ و همچنین فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا شد. تعداد باکتری های کلستریدیوم پرفرنجنس و ای-کلای به طور معنی داری در گروه های تغذیه شده با تیمارهای ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ در مقایسه با گروه شاهد کاهش یافت. بهترین سطح مورد استفاده چتیا سل در این آزمایش ۰/۷۵ کیلوگرم ارزیابی شد.

کلمات کلیدی: بلدرچین ژاپنی، فراسنجه های خونی، عملکرد، عوامل بیماری زا، مخمر تجاری، ریخت شناسی روده

مقدمه

صنعت طیور یکی از بزرگترین بخش‌های رو به رشد در اقتصاد است. بلدرچین ژاپنی اخیراً در بخش طیور مورد توجه قرار گرفته است که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است (Chattopadhyay, 2014; USDA, 2019). توسعه صنعت پرورش متراکم طیور، نقش افزودنی‌های خوراک در جیره طیور را بیش از پیش مهم کرده است. استفاده مناسب از افزودنی‌های خوراک می‌تواند باعث افزایش بهره برداری از خوراک، بهبود تولید و ارتقای سلامت شود. سال‌ها پیش، آنتی بیوتیک‌های محرک رشد در سطوح بالا در جیره‌های غذایی برای افزایش عملکرد طیور استفاده می‌شدند (Ronquillo & Hernandez, 2017). با این حال، بقایایی از آن در بدن دام می‌ماند و مقاومت میکروبی در دام ایجاد می‌کند و انسان نیز با مصرف آن دچار مقاومت میکروبی می‌شود. بنابراین، هشدارهای پزشکی با انگیزه حذف کامل آنتی بیوتیک‌ها از خوراک دام شده است (Mehdi et al., 2018). لذا نیاز به یافتن موادی وجود دارد که بتوانند جایگزین محرک‌های رشد آنتی بیوتیکی در جیره غذایی شوند. هدف از این جایگزین‌ها افزایش عملکرد در عین حفاظت از محیط زیست و سلامت حیوانات است (Ogbuewu, koro, Mbajiorgu, & Mbajiorgu, 2019). بنابراین، پروبیوتیک‌هایی مانند مخمر ساکارومایسس سرویزیه به عنوان یک افزودنی خوراک برای بهبود عملکرد و سلامت حیوانات مورد بررسی قرار گرفته‌اند (Al-Khalaifah, 2018). پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که با رقابت با میکروارگانیسم‌های نامطلوب سلامت حیوانات، تعادل میکروبی روده و جذب مواد مغذی را بهبود می‌بخشند (Duarte et al., 2012). تصور می‌شود پروبیوتیک‌ها با تاثیر بر جمعیت میکروبی طبیعی و بهبود فرآیند جذب در روده، عملکرد را بهبود می‌دهند (Sohail et al., 2011). هم چنین سین بیوتیک‌ها قادرند هم در روده کوچک و هم در روده بزرگ فعالیت کنند و اثر پروبیوتیک و پری‌بیوتیک را هم‌زمان دارا می‌باشد (Ai et al., 2011; Bengmark, 2002) طول و ویژگی‌های ریخت‌شناختی روده می‌تواند مقدار جذب مواد مغذی را تحت تاثیر قرار دهد (Miles, Butcher, Henry, & Littell, 2006; Rahimi, 2009) و به عنوان یک سد در برابر عوامل بیماری‌زا و شیمیایی عمل نماید (Brown, 2011). ساکارومایسس سرویزیه که به عنوان مخمر نانویی نیز شناخته می‌شود، از گونه‌های مخمر است که به فرمول‌های غذایی در جیره طیور اضافه می‌شود (Elghandour et al., 2020). ساکارومایسس سرویزیه حاوی سطوح قابل توجهی از پروتئین‌های قابل هضم، ویتامین‌ها، منیزیم و روی است که دیواره آن دارای ویژگی‌های بسیاری مانند پلی ساکارید α -D-مانان، کیتین و β -D-گلوکان است (Alizadeh et al., 2016) که نقش مهمی در تعادل میکروبی مفید در روده، تکثیر بافت‌ها در روده و لنفوسیت‌ها دارد (Council, 1994). در اکثر مطالعات، هیچ نتیجه قابل اعتمادی با جیره‌های مکمل شده با مخمر به دست نیامد. اثرات سودمند بر سلامت و عملکرد حیوانات ممکن است به دلیل استفاده از سویه‌ها و سطوح قابل تشخیص مخمر، ترکیبات جیره‌های غذایی، گونه‌های حیوانات و سن آن‌ها باشد (Bolacali & Irak, 2017). بنابراین، مطالعه حاضر به منظور بررسی اثرات بالقوه استفاده از مخمر تجاری ساکارومایسس سرویزیه در جیره بلدرچین ژاپنی به عنوان افزودنی خوراک بر عملکرد رشد، برخی از فراسنجه‌های سرمی، ریخت‌شناختی روده و تعداد باکتری‌های کلستریدیوم پرفرنجنس و ای-کلاسی در فضولات انجام شد.

مواد و روش‌ها

تیمارهای آزمایشی و محل پرورش

این آزمایش به منظور بررسی اثر سطوح مختلف مخمر تجاری ساکارومایسس سرویزیه بر عملکرد، خصوصیات لاشه، ریخت‌شناسی روده و فراسنجه‌های خونی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار، ۶ تکرار و ۱۲ قطعه جوجه در هر واحد

آزمایشی و در مجموع با تعداد ۵۰۴ قطعه جوجه یک روزه بلدرچین ژاپنی مخلوط دو جنس اجرا شد. تیمارهای جیره‌ای مورد آزمایش به ترتیب شامل: ۱- جیره کنترل، جیره‌های آزمایشی ۲ تا ۷ به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۲۵، و ۱/۵ گرم در کیلوگرم مخمر تجاری بود. مخمر مورد استفاده در این آزمایش با برند چیتاسل از شرکت چیتیکا تهیه شد. برای یکسان کردن وزن تکرارها در ابتدای آزمایش کلیه جوجه‌ها وزن کشی شدند و داخل قفس‌ها تقسیم شدند. جوجه‌ها در طول دوره تحت شرایط کنترل شده دما، رطوبت و روشنایی یکسان در داخل قفس‌های با ابعادی (۶۰×۵۰×۵۰) پرورش یافتند. برنامه نوری در طول مدت آزمایش به صورت ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی در شبانه روز بود. درجه حرارت در هفته اول پرورش ۳۷ درجه سانتی‌گراد و بعد از آن هر هفته تا رسیدن به دمای ۲۵ درجه ۳ درجه کاهش یافت آب و خوراک در طول دوره آزمایشی به‌طور آزادانه در اختیار جوجه‌ها قرار گرفتند. جیره مرجع بر اساس احتیاجات توصیه شده NRC سال ۱۹۹۴ (Council, 1994) و آنالیز مواد خوراکی به کمک نرم افزار جیره نویسی UFFDA تنظیم شد (جدول ۱).

صفات عملکردی

خوراک مصرفی در کل دوره آزمایش اندازه گیری شد. بلدرچین‌های هر کدام از واحد‌های آزمایشی (قفس‌ها) بصورت گروهی با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت 0.001 توزین شده و تعداد آنها ثبت گردید. افزایش وزن هر قطعه بلدرچین برحسب گرم در کل دوره محاسبه گردید و ضریب تبدیل غذایی نیز از تقسیم خوراک مصرفی به افزایش وزن روزانه هر کدام از واحد‌های آزمایشی در کل دوره محاسبه شد.

فراسنجه‌های خونی

در پایان دوره آزمایش (۳۵ روزگی) از هر تکرار ۲ قطعه جوجه (یک نر و یک ماده) که به میانگین وزنی قفس خود نزدیکتر بودند انتخاب و از وریدبال با استفاده از سرنگ‌های آغشته به هیپارین نمونه خون تهیه و بلافاصله درون میکروتیوب‌های شماره ۲ ریخته و با سانتریفیوژ با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سرم آن جدا و سپس در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌های مربوطه نگهداری شدند. نمونه‌های سرم جهت تعیین مقادیر پروتئین کل، آلبومین، کلاسترول، تری‌گلیسرید، آلانین آمینوترانسفراز و آسپارات آمینوترانسفراز به بیمارستان فوق تخصص رضوی منتقل شد. اندازه‌گیری فعالیت کاتالازی و سوپراکسید دیسموتازی به روش رنگ سنجی آنزیمی صورت گرفت. همچنین سطح اینترلوکین ۱ و ۶ و TNF α در سرم اندازه‌گیری شد (Abd et al., 2019).

اندام‌های امعا و احشا

در سن ۳۵ روزگی از هر تکرار ۲ قطعه جوجه که میانگین قفس خود را داشتند، ذبح گردنی و بلافاصله وزن لاشه، کبد، سنگدان، قلب، چربی محوطه بطنی، تیموس، طحال، بورس فابریسیوس با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. سپس با تقسیم وزن‌های حاصل بر وزن زنده، وزن نسبی آن‌ها محاسبه شد. همچنین برای اندازه‌گیری اسیدپتید حدود ۲ گرم از محتویات دوازدهه، ژژنوم و ایلئوم جمع‌آوری شده و در ۲۰ میلی لیتر سالین فیزیولوژیک نگهداری شد.

میکروبیولوژیک

به منظور اندازه‌گیری باکتری‌های ای-کلائی (*E. coli*) و کلستریدیوم پرفرنجنس (*C. Perfringens*) در مدفوع از روش استاندارد شمارش صفحات استفاده شد. در این روش به مدت یک ساعت کیسه‌های پلاستیکی در قفس‌ها بصورت

جداگانه تعبیه گردید و مدفوع جمع آوری شد. سپس فلس، پر و سایر ضایعات جدا و برای آزمایشات بعدی همگن گردید. سپس از مدفوع همگن شده هر قفس یک گرم نمونه برداشته و در ۹ میلی لیتر بافر فسفات سالین (PBS) حل شد، و سپس ۱۰۰ میکرولیتر از هر کدام از رقت های ۱۰^۶، ۱۰^۷ و ۱۰^۸ در محیط کشت EMB آگار کشت گردید. و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه در آون نگهداری شد و سپس شمارش گردید (Abd et al., 2019).

آنالیز های هیستوپاتولوژی

نمونه بر داشته شده از دئودنوم پرندگان در داخل فرمالین ۱۰ درصد نگهداری شد. و بعد از ۲۴ ساعت در پارافین قرار داده شد و چهار میکرومتر از آن برای اندازه گیری (ارتفاع پرز و عمق کریپت و نسبت طول پرز به عمق کریپت)، برش داده شد. سپس از رنگ آمیزی با استفاده از هماتوایلین-آئوزین روی لام، ثابت شد. تصاویری از نمونه های روی لام با استفاده از میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین با حسگر ۳ مگا بیگسل (BEL Photonics®, milan, Italy) گرفته و شاخص - های ریخت شناسی دئودنوم با استفاده از نرم افزار (BEL Eurisko v ۲/۹. software; Bel Engineering srl, monza, Italy) تعیین شد. صفات ریخت شناسی اندازه گیری شده شامل طول، عرض و مساحت پرز بود. (Elghandour et al., 2020; Sakamoto et al., 2000). طول پرز از نوک پرز تا محل تقاطع پرز-کریپت اندازه گیری شد. عرض پرزها برای قسمت بالا و پایین پرز اندازه گیری شدند. مساحت پرزها با استفاده از رابطه $(2\pi) \times (\text{عرض پرز} \times 0.5) = \text{طول پرز}$ محاسبه شد میانگین حاصل از ده پرز برای هر برش به عنوان عدد میانگین مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره پایه

Table 1- The ingredient and nutrient composition of basal diet

اقلام خوراکی Ingredients	درصد Percentage
ذرت Corn	48.60
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین) Soybean meal (44% CP)	44.70
روغن گیاهی Vegetable oil	3.20
دی کلسیم فسفات Di-calcium phosphate	1.20
کربنات کلسیم Calcium carbonate	1.20
نمک طعام Common salt	0.33
مکمل ویتامینه Vitamin- premix ^۱	0.25
مکمل معدنی Mineral- Premix ^۲	0.25
دی-ال میتیونین DL-Methionine	0.17
دی-ال لیزین L-lysine-HCl	0.10
مواد مغذی Nutrient	
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوگرم / کیلوکالری) ME, kcal/kg	2900.00
پروتئین خام (درصد)	24.00

CP, % (کلسیم درصد)	0.58
Ca, % (فسفر قابل دسترس درصد)	0.38
Available P, % (سدیم درصد)	0.15
Na, % (متیونین + سیستین قابل هضم درصد)	0.91
Digestible Met + Cys, % (لیزین قابل هضم درصد)	1.40
Digestible Lys, % (ترئونین قابل هضم درصد)	0.96
Digestible Thr, % (تریپتوفان قابل هضم درصد)	0.38
Digestible Trip	

^۱ هر کیلوگرم مکمل ویتامینه شامل: ۱۱۰۲۵ واحد بین المللی ویتامین A، ۳۵۲۸ واحد بین المللی ویتامین D3، ۳۳ واحد بین المللی ویتامین E، ۰/۹۱ میلی گرم ویتامین K3، ۰/۱۸ گرم ویتامین B1، ۰/۸۲۵ گرم ویتامین B2، ۱ گرم ویتامین B3، ۳ گرم ویتامین B5، ۰/۳ گرم ویتامین B6، ۰/۱۲۵ گرم ویتامین B9، ۰/۱۵ گرم ویتامین B12 و ۵۰ گرم کولین کلراید است.

آهر کیلوگرم مکمل معدنی شامل: ۵۰ گرم آهن، ۱۱ گرم روی، ۱۱۰ میلیگرم منگنز، ۶ گرم مس، ۱ گرم ید و ۰/۲ گرم سلنیوم است.

^۱Vitamin permix Supplied the following, per kilogram of diet: vitamin A, 11025 IU; vitamin D₃, 3528 IU; vitamin E, 33 mg; vitamin K₃, 0.91 mg; Vitamin B₁, 0.18 g; Vitamin B₂, 0.825 g; Vitamin B₃, 1.00g; Vitamin B₅, 3.00g; Vitamin B₆, 0.30g; Vitamin B₉, 0.125g; Vitamin B₁₂, 0.15g; choline chloride, 50g;

^۲Mineral permix Supplied the following per kilogram of diet: Fe (Fe-sulfate), 50g; Zn(Zn-sulfate), 11g; Mn (Mn-sulfate), 110 mg; Cu (Cu-sulfate), 6g; I (calcium iodate), 1g; Se (Sodium selenite), 0.2 g.

آنالیز آماری

نتایج به دست آمده از آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS و پیرایش ۹/۳ (۲۰۰۳) روش مدل عمومی خطی (GLM) تجزیه و تحلیل شدند. میانگین‌های مربوطه با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمالی (P < ۰/۰۵) مقایسه شدند.

نتایج و بحث

اثرات سطوح مختلف مخمر تجاری ساکارومایسس سرویزیه بر عملکرد رشد جوجه‌های بلدرچین ژاپنی در جدول ۲ گزارش شده است. نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که تیمارهای آزمایشی اثر معنی داری بر مصرف خوراک نداشت. گروه تغذیه شده با ۰/۷۵، ۱، ۱/۲۵ و ۱/۵ درصد مخمر توانستند بطور معنی داری افزایش وزن را نسبت به گروه شاهد نشان دهند (P < ۰/۰۵). همچنین ضریب تبدیل غذایی در گروه‌های دریافت کننده ۰/۷۵ و ۱ گرم در کیلوگرم خوراک مخمر ساکارومایسس سرویزیه نسبت به گروه‌های شاهد و ۰/۲۵ و ۰/۵ گرم در کیلوگرم مخمر در جیره بطور معنی داری کاهش یافت (P < ۰/۰۵). مطابق با نتایج این آزمایش گزارش شده است که مخمر زنده باعث اثر مطلوبی بر ضریب تبدیل خوراکی و افزایش وزن نهایی در جوجه‌های گوشتی می‌شود (Borda-Molina, Seifert, & Camarinha-Silva, 2018). همچنین گزارش شده است که مخمر زنده در تغذیه پرندگان میتواند باعث افزایش سطح جذب در روده شود (Smith, Wang, Fanning, & McMahon, 2014). علاوه بر آن در مطالعه دیگری نیز گزارش شده است که استفاده از مخمر به مدت ۵ هفته در تغذیه جوجه‌های گوشتی باعث افزایش وزن زنده می‌شود (Zhang et al., 2005). محققین گزارش نموده است که با افزودن ۵ و ۱۰ درصد مخمر در تغذیه بلدرچین ژاپنی باعث افزایش وزن کل می‌شود (Chattopadhyay, 2014). باتوجه به گزارشات محققین مختلف تاثیر افزودن مخمر بر عملکرد رشد میتواند ناشی از موارد زیر باشد. ۱- افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی و به دنبال آن بهبود قابلیت هضم خوراک ۲-

Pourabedin, Xu, Baurhoo, Chevaux,) افزایش جذب مواد مغذی از طریق تغییر در ساختار ریخت شناسی روده (& Zhao, 2014).

جدول ۲- اثر سطوح مختلف مخمر ساکارومایسس سرویزیه تجاری بر عملکرد رشد بلدرچین ژاپنی از ۱ تا ۳۵ روزگی

Table 2- Effect of different levels of commercial chitacel yeast on growth performance of Japanese quail from 1 to 35 days old

	مخمر (کیلوگرم/گرم) Yeast (gr/kg)							خطای استاندارد SEM	سطح احتمال معنی داری P-value
	کنترل	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5		
مصرف خوراک Feed intake	489.17	487.16	483.33	485.67	487.67	486.33	489.33	2.997	0.813
افزایش وزن Weight gain	150.00 ^c	151.00 ^{bc}	150.83 ^{bc}	158.17 ^a	159.67 ^a	156.00 ^{ab}	155.83 ^{ab}	1.203	0.0001
ضریب تبدیل غذایی Feed conversion ratio	3.26 ^a	3.23 ^{ab}	3.21 ^{ab}	3.07 ^c	3.06 ^c	3.12 ^{bc}	3.14 ^{abc}	0.029	0.0001

^{a-c} میانگین هایی با حروف متفاوت در یک ستون دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند.

^{a-c} In the above table, the English numbers show a significant difference.

نتایج مربوط به سطوح مختلف مخمر ساکارومایسس سرویزیه تجاری بر وزن نسبی لاشه، و اندام های داخلی امعا و احشا در جوجه های بلدرچین ژاپنی در سن ۳۵ روزگی در جدول ۳ گزارش شده است. نتایج نشان می دهند که چربی محوطه شکمی و اندازه تیموس بطور معنی داری تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($P < 0.05$). بطوریکه افزودن سطوح مخمر بالاتر از ۰/۷۵ گرم در کیلوگرم باعث کاهش چربی محوطه بطنی شد در حالیکه اندازه تیموس نسبت به گروه شاهد افزایش یافت. همچنین نشان داده شده است که در صد لاشه، کبد، سنگدان، قلب، طحال و بورس فابریسیوس تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. گزارش شده است که مخمر زنده باعث کاهش چربی محوطه بطنی و افزایش اندازه تیموس می شود. در واقع مخمر سیستم ایمنی روده را با عمل بعنوان یک آنتی ژن میکروبی غیر بیماریزا تحریک کرده و اثری همانند ادجوانت ها ایجاد می کند (Morales-López, Auclair, Garcia, Esteve-Garcia,) (Brufau, 2009)، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. در مطالعه ای دیگر گزارش شده است که انرژی اضافی در جیره پرندگان تغذیه شده با مخمر، ذخیره نشده و برای تنظیم سیستم ایمنی استفاده می شود این عدم ذخیره به دلیل کاهش جذب یا کاهش سنتز در دستگاه گوارش است همچنین گزارش دادند که سویه های ساکارومایسس قادر به حذف کلسترول از محیط رشد هستند (Yalçın, Eser, Cengiz, & Eltan, 2013).

جدول ۳- اثر سطوح مختلف مخمر ساکارومایسس سرویزیه تجاری بر وزن نسبی لاشه و اندام های داخلی در بلدرچین ژاپنی در سن ۳۵ روزگی نسبت در صد وزن زنده

Table 3- Effect of different levels of commercial Chitacel yeast on the relative weight of the carcass and internal organs of Japanese quail at the age of 35 days in percent live weight.

	مخمر (کیلوگرم/گرم) Yeast (gr/kg)							خطای استاندارد SEM	سطح احتمال معنی داری P-value
	کنترل	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5		
درصد لاشه	64.17	65.50	64.67	67.00	67.17	67.17	67.17	0.762	0.118

Carcass percentage									
کبد Liver	2.29	2.35	2.41	2.33	2.35	2.40	2.37	0/028	0.070
سنگدان Ventriculus	3.42	3.44	3.43	3.44	3.41	3.44	3.45	0.018	0.885
قلب Heart	0.76	0.75	0.76	0.75	0.73	0.72	0.74	0.017	0.608
چربی محوطه بطنی Abdominal fat	1.23 ^a	1.11 ^a	1.09 ^a	0.77 ^b	0.73 ^b	0.66 ^b	0.71 ^b	0.036	0.000
تیموس Thymus	0.26 ^a	0.29 ^a	0.48 ^a	0.46 ^a	0.45 ^a	0.48 ^a	0.54 ^a	0.024	0.000
طحال Spleen	0.10	0.10	0.12	0.11	0.10	0.11	0.13	0.014	0.880
بورس فابریسیوس Bursa fabricius	0.15	0.16	0.15	0.14	0.14	0.15	0.16	0.009	0.748

^{a-c} میانگین هایی با حروف متفاوت در یک ستون دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند.

^{a-c} In the above table, the English numbers show a significant difference.

نتایج مربوط به سطوح مختلف مخمر ساکارومایسس سرویزیه تجاری بر اسیدیته دوازدهه، ژژنوم و ایلئوم در جدول ۴ گزارش شده است. نتایج نشان می‌دهند که تیمارهای آزمایشی در کل دوره پرورش نتوانسته اثر معنی‌داری بر اسیدیته روده بگذارد ($P > 0.05$).

نتایج بدست آمده از این آزمایش مشابه با نتایج مارکویچ و همکاران بوده، آنها نشان دادند که مخمرها اسیدیته قسمت‌های مختلف روده را تحت تاثیر قرار نمی‌دهند (Markovic et al, 2009). اما در مقابل با نتایج این آزمایش گزارش شده است که با افزودن مخمرها اسیدیته ژژنوم کاهش می‌یابد (Yalçın et al., 2013).

جدول ۴- اثر سطوح مختلف مخمر تجاری ساکارومایسس سرویزیه بر اسیدیته (pH) قسمت‌های مختلف روده جوجه بلدرچین ژاپنی در سن ۳۵ روزگی
Table 4- Effect of different levels of Chitacel commercial yeast on the acidity (pH) of different parts of the intestines of Japanese quail chicks at the age of 35 days

	مخمر (کیلوگرم/گرم) Yeast (gr/kg)							خطای استاندارد SEM	سطح احتمال معنی داری P-value
	کنترل	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5		
دوازدهه Duodenum	6.16	6.18	6.22	6.22	6.21	6.18	6.16	0.024	0.312
ژژنوم Jejunum	6.24	6.25	6.20	6.20	6.21	6.19	6.20	0.013	0.125
ایلئوم Ilium	6.40	6.38	6.41	6.51	6.48	6.41	6.44	0.041	0.355

اثر سطوح مختلف مخمر تجاری ساکارومایسس سرویزیه بر فراسنجه‌های سرم خون و فعالیت آنزیم‌های کبدی در جدول ۵ گزارش شده است. نتایج نشان می‌دهد که تیمارهای آزمایشی اثرات معنی‌داری بر فراسنجه‌های سرم خون داشتند ($P < 0.05$). اما اثر معنی‌داری بر آنزیم‌های کبدی نسبت به گروه شاهد نداشتند. طوری که با افزودن سطح مخمر تجاری ساکارومایسس سرویزیه مقدار پروتئین کل و آلبومین در خون بطور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$). در مقابل کلسترول و تری‌گلیسرید موجود در خون با افزودن سطوح مختلف مخمر ساکارومایسس سرویزیه تجاری به طوری معنی‌داری

کاهش یافت ($P < 0.05$). مطابق با نتایج این آزمایش گزارش شده است که تغذیه بلدرچین ژاپنی با مکمل مخمر منجر به کاهش کلسترول سرم در خون می‌شود (Tomaszewska et al., 2018).

جدول ۵- اثرات سطوح مختلف مخمر تجاری ساکارومایسس سرویزیه بر برخی از فراسنجه‌های سرم خون و آنزیم‌های کبدی در بلدرچین ژاپنی در سن ۳۵ روزگی
Table 5- Effects of different levels of Chitacel commercial yeast on some parameters of blood serum and liver enzymes in Japanese quail at the age of 35 days. Roosters

	مخمر (کیلوگرم/گرم) Yeast (gr/kg)							خطای استاندارد SEM	سطح احتمال معنی داری P- value
	کنترل	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5		
پروتئین کل Total protein	2.10 ^c	2.12 ^c	3.04 ^b	4.12 ^a	4.34 ^a	4.31 ^a	4.41 ^a	0.139	0.000
آلبومین Albumin	1.29 ^b	1.68 ^b	1.90 ^b	2.81 ^a	3.22 ^a	3.33 ^a	3.30 ^a	0.139	0.000
کلسترول Cholesterol	184.83 ^a	179.33 ^a	158.67 ^b	148.83 ^b	155.50 ^b	146.00 ^b	127.17 ^c	3.562	0.000
تری‌گلیسرید Triglyceride	96.50 ^a	94.33 ^a	80.83 ^b	62.33 ^c	52.33 ^{cd}	49.32 ^d	47.33 ^d	2.409	0.000
الانین آمینوترانسفراز ¹ ALT	70.83	69.83	70.50	69.83	70.34	69.00	68.67	0.635	0.191
آسپاراتات آمینو ترانسفراز ² AST	239.67	241.17	240.83	239.17	237.00	239.83	241.50	1.944	0.713

^{a-c} میانگین‌هایی با حروف متفاوت در یک ستون دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند.

^{a-c} In the above table, the English numbers show a significant difference.

¹Aspartate amino transferase (AST)

²Alanin amino transferase (ALT)

اثرات سطوح مختلف افزودن مخمر ساکارومایسس سرویزیه بر سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و اینترلوکین‌ها در بلدرچین ژاپنی در سن ۳۵ روزگی در جدول ۶ گزارش شده است. همانطور که در جدول نیز میتوان مشاهده کرد تیمارهای آزمایشی بطور معنی‌داری بر فراسنجه‌های مورد ارزیابی اثرگذار بود. سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز موجود در سرم با افزایش مصرف مخمر بطور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$). در مقابل اینترلوکین ۱ و ۶ و همچنین فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا با افزایش سطح مخمر در جیره بطور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0.05$). مشابه با این آزمایش گزارش شده است که مکانیسم‌های دفاعی اکسیداتیو می‌تواند توسط مانان-الیگوساکاریدها و β -گلوکان‌ها که جزء ساکارومایسس سرویزیه هستند تحریک شود، این نشان می‌دهد که مخمر جیره می‌تواند با حذف باکتری‌های نامطلوب، از روده محافظت کند (Ognik & Krauze, 2012). همچنین گزارش شده است که سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی اصلی در خط اول دفاع آنزیمی آنتی‌اکسیدانی هستند (Aluwong et al., 2013). سیتوکینین‌های پیش‌تهایی مانند β IL-1، IL-6 و TNF- α نقش مهمی در پاسخ ایمنی ذاتی و تطبیقی ایفا می‌کنند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مخمر زنده در سطوح مختلف می‌تواند به طور قابل توجهی از افزایش β IL-1، IL-6 و TNF- α سرم در مقایسه با گروه شاهد جلوگیری کند. این می‌تواند نشان دهد که در صورت عدم وجود یک چالش ایمنی یا پاتوژن‌های عفونی، بلدرچین

های ژاپنی تغذیه شده با مخمر ممکن است پاسخ های التهابی نشان ندهند که با نتایج علیزاده و همکاران (Alizadeh et al., 2016) مطابقت دارد.

جدول 6- اثرات سطوح مختلف مخمر تجاری ساکارومایسس سروویزه بر سوپراکسید دیسموتاز ، کاتالاز و اینترلوکین ها در بلدرچین ژاپنی در سن ۳۵ روزگی
Table 6- Effects of different levels of Chitacel commercial yeast on superoxide dismutase, catalase and interleukins in Japanese quail at the age of 35 days.

	مخمر (کیلوگرم/گرم) Yeast (gr/kg)							خطای استاندارد SEM	سطح احتمال معنی داری P-value
	1	2	3	4	5	6	7		
سوپراکسید دیسموتاز ¹ SOD	312.83 ^d	323.17 ^{dc}	338.17 ^{dc}	343.83 ^{bc}	376.67 ^a	369.17 ^{ab}	385.5 ^a	6.201	0.000
کاتالاز ² CAT	3.71 ^d	4.11 ^{cd}	5.14 ^{bcd}	5.55 ^{bc}	6.49 ^{ab}	6.81 ^{ab}	7.93 ^a	0.387	0.000
اینترلوکین-۱ ³ IL-1 β	67.67 ^a	64.33 ^{ab}	61.33 ^{bc}	57.00 ^{cd}	54.50 ^d	56.83 ^{cd}	53.33 ^d	1.068	0.000
اینترلوکین-۶ ⁴ IL-6 β	52.67 ^a	49.17 ^a	45.50 ^{ab}	36.33 ^c	39.33 ^{cd}	33.17 ^c	34.67 ^c	1.856	0.000
تومورالفا تومورالفا ⁵ TNF α (U/ml)	53.00 ^a	46.17 ^{ab}	39.67 ^{bc}	34.67 ^c	37.33 ^c	45.50 ^c	35.17 ^c	1.831	0.000

^{a-d} میانگین هایی با حروف متفاوت در یک ستون دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند.

^{a-c} In the above table, the English numbers show a significant difference. ¹Aspartate amino transferase (AST)

²Alanin amino transferase (ALT)

³⁻⁴Interleukin-1 β (IL-1-6)

در جدول ۷ اثر تیمارهای آزمایشی بر تعداد باکتری های کلستریدیوم پرفرنجنس در مدفوع جوجه های گوشتی بلدرچین ژاپنی در سن ۳۵ روزگی گزارش شده است. نتایج نشان می دهند که با افزودن سطوح مختلف مخمر باکتری ها کلستریدیوم پرفرنجنس و ای-کلای به بطور معنی داری کاهش یافت ($P < 0.05$). مطابق با نتایج مطالعه حاضر گزارش شده است که مخمر حاوی مانان-الیگوساکارید و بتاگلوکان، که از رایج ترین الیگوساکاریدها هستند، نقشی مهمی در کاهش باکتری های پاتوژن از طریق جلوگیری از کلونیزاسیون دارند (Iji, Saki, & Tivey, 2001). علاوه بر این، لاکتوباسیل ها می توانند الیگوساکاریدهای فروکتوز را تخمیر کنند که می تواند به کاهش رشد باکتری های بیماری زا مانند کلستریدیوم پرفرنجنس کمک کند (Hofacre, Mathis, & Quiroz, 2005). باتوجه به اینکه میکروبیوتای روده یکی از اجزای اصلی دفاعی در برابر پاتوژن های روده ای هستند بنابراین، هر گونه اختلال در میکروبیوتای روده نقش عمده ای در ایجاد اختلالات روده ایفا می کند، که نحوه دقیق عمل مخمر برای کاهش ای-کلای و کلستریدیوم پرفرنجنس روده به وضوح شناخته نشده است، اما مخمر باعث افزایش تولید سیتوکین ها توسط ماکروفاژها و IgA روده ای شده است که به آنتی ژن ها متصل می شود (Gao et al., 2008). که با نتایج مطالعه حاضر مشابهت دارد. همچنین گزارش شده است که مخمر دارای مکانیسم های متغیری از جمله: تحریک سیستم ایمنی، اتصال و حذف عوامل بیماری زا را دارد (Hofacre et al., 2005).

با این حال، برخلاف نتایج بدست آمده از این آزمایش گزارش شده است که افزودن مخمر هیچ تاثیر قابل توجهی بر تعداد باکتری کلوستریدیوم پرفرنجنس و ای-کلای در گوارش روده ندارد (Ghosh, Haldar, Bedford, Muthusami, & Samanta, 2012).

جدول ۷- اثر تیمارهای آزمایشی بر شمارش تعداد باکتری های کلوستریدیوم پرفرنجنس و ای-کلای در مدفوع جوجه های گوشتی بلدرچین ژاپنی تغذیه شده با سطوح مختلف مخمر ساکارومایسس سرویزیه تجاری

Table 7- Effect of treatment on counting the number of Clostridium perfringens and E-coli bacteria in the feces of Japanese quail broilers fed with different levels of Chitacel commercial yeast.

	تیمار Treatment							خطای استاندارد SEM	سطح احتمال معنی داری P-value
	1	2	3	4	5	6	7		
ای-کلای E-coli	3.83 ^a	3.36 ^a	2.28 ^b	2.26 ^b	1.93 ^b	1.70 ^b	1.66 ^b	0.149	0.000
کلوستریدیوم پرفرنجنس C.prefrenge	4.10 ^a	3.89 ^a	3.04 ^b	2.72 ^{bc}	2.26 ^{cd}	1.64 ^d	1.88 ^d	0.171	0.000

^{a-d} میانگین هایی با حروف متفاوت در یک ستون دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند.

^{a-c} In the above table, the English numbers show a significant difference. ¹Aspartate amino transferase (AST)

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که افزودن مخمر ساکارومایسس سرویزیه تجاری میتواند اثرات مفیدی در جوجه های گوشتی بلدرچین ژاپنی داشته باشد. سطوح 0.75، 1، 1.25 و 1.5 گرم در گرم در کیلوگرم مخمر توانست باعث بهبود افزایش وزن کل و همچنین کاهش ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با گروه کنترل شود. همچنین مخمر باعث کاهش درصد چربی شکمی شده و اندازه تیموس را افزایش داد. فراسنجه های مربوط به سرم خون و آنزیم های کبدی نیز تحت تاثیر تیمارهای مخمر قرار گرفت. تعداد باکتری های کلوستریدیوم پرفرنجنس و ای-کلای در مدفوع جوجه های تغذیه شده با مخمر بطور معنی داری کاهش یافت. بطور کلی با توجه به نتایج حاصل شده از این پژوهش میتوان گفت استفاده از مخمر تجاری ساکارومایسس سرویزیه اثرات مطلوبی دارد و همچنین میتوان گفت بهترین سطح مورد استفاده ۰/۷۵ گرم در کیلوگرم خوراک می باشد.

REFERENCE

- Abd El-Wahab, A., Mahmoud, R., Marghani, B., & Gadallah, H. (2019). Effects of yeast addition to the diet of japanese quails on growth performance, selected serum parameters and intestinal morphology as well as pathogens reduction. *Pakistan Veterinary Journal*, 40(2), 219-223.
- Ai, Q., Xu, H., Mai, K., Xu, W., Wang, J., & Zhang, W. (2011). Effects of dietary supplementation of Bacillus subtilis and fructooligosaccharide on growth performance, survival, non-specific immune response and disease resistance of juvenile large yellow croaker, Larimichthys crocea. *Aquaculture*, 317(1-4), 155-161.
- Al-Khalaf, H. (2018). Benefits of probiotics and/or prebiotics for antibiotic-reduced poultry. *Poultry science*, 97(11), 3807-3815.

- Alizadeh, M., Rodriguez-Lecompte, J., Yitbarek, A., Sharif, S., Crow, G., & Slominski, B. (2016). Effect of yeast-derived products on systemic innate immune response of broiler chickens following a lipopolysaccharide challenge. *Poultry science*, 95(10), 2266-2273.
- Aluwong, T., Kawu, M., Raji, M., Dzenda, T., Govwang, F., Sinkalu, V., & Ayo, J. (2013). Effect of yeast probiotic on growth, antioxidant enzyme activities and malondialdehyde concentration of broiler chickens. *Antioxidants*, 2(4), 326-339.
- Bengmark, S. (2002). Gut microbial ecology in critical illness: is there a role for prebiotics, probiotics, and synbiotics? *Current Opinion in Critical Care*, 8(2), 145-151.
- Bolacali, M., & İrak, K. (2017). Effect of dietary yeast autolysate on performance, slaughter, and carcass characteristics, as well as blood parameters, in quail of both genders. *South African Journal of Animal Science*, 47(4), 460-470.
- Borda-Molina, D., Seifert, J., & Camarinha-Silva, A. (2018). Current perspectives of the chicken gastrointestinal tract and its microbiome. *Computational and structural biotechnology journal*, 16, 131-139.
- Brown, M. (2011). Modes of action of probiotics: recent developments. *Journal of animal and veterinary advances*, 10(14), 1895-1900.
- Chattopadhyay, M. K. (2014). Use of antibiotics as feed additives: a burning question (Vol. 5, pp. 334): Frontiers Media SA.
- Council, N. R. (1994). Nutrient requirements of poultry: 1994. National Academies Press.
- Duarte, K., Gomes, L. H., Sampaio, A., Issakowicz, J., Rocha, F., Granato, T. P., & Terra, S. R. (2012). *Saccharomyces cerevisiae* used as probiotic: Strains characterization and cell viability. *IOSR*, 1, 17-19.
- Elghandour, M., Tan, Z., Abu Hafsa, S., Adegbeye, M., Greiner, R., Ugbogu, E., . . . Salem, A. (2020). *Saccharomyces cerevisiae* as a probiotic feed additive to non and pseudo-ruminant feeding: a review. *Journal of applied microbiology*, 128(3), 658-674.
- Gao, J., Zhang, H., Yu, S., Wu, S., Yoon, I., Quigley, J., . . . Qi, G. (2008). Effects of yeast culture in broiler diets on performance and immunomodulatory functions. *Poultry science*, 87(7), 1377-1384.
- Ghosh, T., Haldar, S., Bedford, M., Muthusami, N., & Samanta, I. (2012). Assessment of yeast cell wall as replacements for antibiotic growth promoters in broiler diets: effects on performance, intestinal histo-morphology and humoral immune responses. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(2), 275-284.
- Hofacre, C., Mathis, G., & Quiroz, M. (2005). Natural alternatives to prevent necrotic enteritis. *Int. Poult. Prod*, 13, 7-9.
- Iji, P. A., Saki, A. A., & Tivey, D. R. (2001). Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannan oligosaccharide. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(12), 1186-1192.
- Jacob, J., & Pescatore, A. J. (2017). Glucans and the poultry immune system. *American Journal of Immunology*, 13(1), 45.
- Marković, R., Šefer, D., Krstić, M., & Petrujkić, B. (2009). Effect of different growth promoters on broiler performance and gut morphology. *Archivos de medicina veterinaria*, 41(2), 163-169.
- Mehdi, Y., Létourneau-Montminy, M.-P., Gaucher, M.-L., Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi, T., . . . Godbout, S. (2018). Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. *Animal nutrition*, 4(2), 170-178.
- Miles, R., Butcher, G., Henry, P., & Littell, R. (2006). Effect of antibiotic growth promoters on broiler performance, intestinal growth parameters, and quantitative morphology. *Poultry science*, 85(3), 476-485.
- Morales-López, R., Auclair, E., Garcia, F., Esteve-Garcia, E., & Brufau, J. (2009). Use of yeast cell walls; β -1, 3/1, 6-glucans; and mannoproteins in broiler chicken diets. *Poultry science*, 88(3), 601-607.
- Ogbuewu, I. J., Koro, V., Mbajiorgu, E., & Mbajiorgu, C. (2019). Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and its effect on production indices of livestock and poultry—a review. *Comparative Clinical Pathology*, 28, 669-677.

- Ognik, K., & Krauze, M. (2012). Dietary supplementation of mannanoligosaccharides to turkey hens on their growth performance and antioxidant status in the blood. *South African Journal of Animal Science*, 42(4), 380-388.
- Pourabedin, M., Xu, Z., Baurhoo, B., Chevaux, E., & Zhao, X. (2014). Effects of mannan oligosaccharide and virginiamycin on the cecal microbial community and intestinal morphology of chickens raised under suboptimal conditions. *Canadian journal of microbiology*, 60(5), 255-266.
- Rahimi, S., Grimes, J., Fletcher, O., Oviedo, E., & Sheldon, B. (2009). Effect of a direct-fed microbial (Primalac) on structure and ultrastructure of small intestine in turkey poults. *Poultry science*, 88(3), 491-503.
- Ronquillo, M. G., & Hernandez, J. C. A. (2017). Antibiotic and synthetic growth promoters in animal diets: review of impact and analytical methods. *Food control*, 72, 255-267.
- Sakamoto, K., Hirose, H., Onizuka, A., Hayashi, M., Futamura, N., Kawamura, Y., & Ezaki, T. (2000). Quantitative study of changes in intestinal morphology and mucus gel on total parenteral nutrition in rats. *Journal of Surgical Research*, 94(2), 99-106.
- Smith, S., Wang, J., Fanning, S., & McMahon, B. J. (2014). Antimicrobial resistant bacteria in wild mammals and birds: a coincidence or cause for concern? *Irish Veterinary Journal*, 67(1), 1-3.
- Sohail, M., Rahman, Z., Ijaz, A., Yousaf, M., Ashraf, K., Yaqub, T., . . . Rehman, H. (2011). Single or combined effects of mannan-oligosaccharides and probiotic supplements on the total oxidants, total antioxidants, enzymatic antioxidants, liver enzymes, and serum trace minerals in cyclic heat-stressed broilers. *Poultry science*, 90(11), 2573-2577.
- Tomaszewska, E., Dobrowolski, P., Muszyński, S., Kwiecień, M., Kasperek, K., Knaga, S., . . . Grela, E. (2018). Intestinal mucosa develops in a sex-dependent manner in Japanese quail (*Coturnix japonica*) fed *Saccharomyces cerevisiae*. *British poultry science*, 59(6), 689-697.
- USDA. (2019). USDA-FAS Dairy, Livestock and Poultry website at
- Yalçın, S., Eser, H., Cengiz, S., & Eltan, Ö. (2013). Effects of dietary yeast autolysate (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance, carcass and gut characteristics, blood profile, and antibody production to sheep red blood cells in broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(1), 55-61.
- Zhang, A., Lee, B., Lee, S., Lee, K., An, G., Song, K., & Lee, C. (2005). Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. *Poultry science*, 84(7), 1015-1021.