وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

بررسی اثر عمل آور ی به روش انباشت بر ارزش غذایی و ایمن سازی کود بستر جوجه گوشتی

حسن فضائلی

۱۳۹۵
٤٩٦٨٤

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

- عنوان پروژه : **بررسی اثر عمل آور ی به روش انباشت بر ارزش غذایی و ایمن سازی کود بستر جوجه گوشتی**
- شماره مصوب : **۹۱۱۵۸-۱۳-۱۳-۴**
- نام و نام خانوادگی مجری : حسن فضائلی
- نام و نام خانوادگی همکاران: نرگس واسجی
- نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : زهرا عبادی
- علمی مشاور (ان):
- محل اجراء : موسسه تحقیقات علوم دامی کشور(کرج)
- تاریخ شروع: فروردین ۱۳۹۲
- مدت اجراء : ۳۳ ماه
- ناشر: موسسه تحقیقات علوم دامی کشور
- شماره‌گان (تیتراژ) :
- تاریخ انتشار: آذر ماه ۱۳۹۴
- این اثر در مورخ ۱۳۹۵/۰۴/۰۱ با شماره ۴۹۶۸۴ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.
- حق چاپ محفوظ است. نقل مطالب، تصاویر، جداول، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است

- فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده ۱

مقدمه..... ۲

مروری بر منابع ۴

مواد و روشها ۹

نتایج و بحث..... ۱۵

نتیجه گیری و پیشنهادات ۲۵

فهرست منابع..... ۲۶

چکیده به زبان انگلیسی ۲۹

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر انباشت، با رطوبت های مختلف، برترکیب مغذی و وضعیت سلامت کود مرغ گوشتی انجام گرفت. کود مورد نیاز، از یکی از سالن‌های مرغداری موسسه تحقیقات علوم دامی تهیه شد. پس از نمونه برداری از سالن مزبور، کود آن تخلیه شد. کود تخلیه شده با سه سطح رطوبت (۱۵، ۲۵ و ۳۵ درصد)، در مخزن هایی با چهارچوب فلزی و جداره پلاستیکی به ابعاد ۱×۱ با ارتفاع ۱/۵ متر انباشت گردید. دمای داخل هرمخزن، درسه عمق مختلف (۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ سانتیمتر)، به‌طور روزانه به‌مدت ۲۱ روز ثبت شد. درهرعمق، زمانی‌که دما، به بیشترین میزان خود رسید، نمونه‌برداری به عمل آمد و بررسی های میکروبی شامل جمعیت میکروبی کل، میکروارگانیزم‌های شاخص (سالمونلا، *اشرشیاکلی* وکلی‌فرم‌ها) بر روی نمونه های کود خام و فراوری شده انجام شد و ترکیب شیمیایی نمونه ها نیزتعیین گردید. داده‌های به‌دست‌آمده در قالب طرح کرت‌های خرد شده مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

دمای ثبت‌شده برای عمق ۳۰ و ۶۰ سانتیمتری به ترتیب ۵۵/۷ و ۵۱/۶ درجه سانتیگراد در روز نهم، و برای عمق ۱۲۰ سانتیمتری ۴۵/۱ درجه سانتیگراد در روز ۱۲ آزمایش بود که از آن پس کاهش یافت. میزان دما درعمق‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ سانتیمتری، طی روزهای ۱ تا ۴ و ۹ تا ۲۱ تحت تأثیر سطوح مختلف رطوبت قرار داشت ($p<۰/۰۵$). اثر متقابل عمق×رطوبت بر دما معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). کل جمعیت باکتریایی، کولی‌فرم‌ها و *اشرشیاکلی* تحت تاثیر فراوری قرارگرفت ($p<۰/۰۱$) به‌نحوی که جمعیت کلی‌فرم‌ها در عمق ۳۰ سانتیمتری، با رطوبت ۲۵ درصد و در عمق ۳۰ و ۶۰ سانتیمتری، با رطوبت ۳۵ درصد، به صفر رسید. درعمق‌های مختلف، با ۳۵ درصد رطوبت، هیچ‌گونه کلنی از جمعیت *اشرشیاکلی* مشاهده نشد ($p<۰/۰۵$). میانگین جمعیت سالمونلا درعمق ۳۰ و۶۰ سانتیمتری، با رطوبت ۲۵ و ۳۵ درصد، و عمق ۱۲۰ سانتیمتری، با رطوبت ۳۵ درصد، نیز به صفر رسید. رطوبت ۲۵ و ۳۵ درصد سبب بالا رفتن دما و منتج به کاهش ماده آلی وپروتئین خام و افزایش بخش های فیبری کود مرغی شد ($p<۰/۰۵$). میزان بخش های پروتئین نیز تحت تاثیر فرآوری قرار گرفت به نحوی که بخش‌های A (نیتروژن غیر پروتئینی) و B_1 (پروتئین محلول سریع تجزیه شونده) کاهش و بخش‌های B_2 (پروتئین کند تجزیه شونده)، B_3 (پروتئین موجود در دیواره سلولی قابل هضم) و C (پروتئین باند شده با لیگنوسلولز و غیر قابل هضم) ($p<۰/۰۵$) افزایش یافت. اثرعمق، رطوبت و نیز اثر متقابل عمق×رطوبت در کود انباشت شده بر غلظت بخش های پروتئین B_1، B_2، B_3 و C) معنی دار بود اما بخش A فقط تحت تاثیر عامل رطوبت قرار گرفت.

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که با فراوری کود مرغ گوشتی به روش انباشت، با رطوبت ۳۵ درصد، در شرایط محیطی کرج در ماه دی، میزان گرما طی ۹ روز به حداکثر خود رسید و باعث حذف کامل باکتری‌های بیماری‌زا و کاهش جمعیت کل باکتریایی گردید.

واژه های کلیدی: عمل آوری، کود مرغی، روش انباشت

مقدمه

کمبود و گرانی منابع خوراک دام سبب شده است تا کارشناسان، محققین و دامداران در امر استفاده از پس ماند های کشاورزی در تغذیه دام چاره اندیشی کنند. یکی از پس ماندها، کود مرغی بوده که میزان آن در کشور قابل توجه می باشد. کود مرغی عمدتا از خوراک مصرف شده توسط پرنده منشا گرفته و بخش اصلی آن از مواد هضم نشده است که به صورت فضولات دفع می شود. این فرآورده فرعی، غنی از منابع نیتروژن بوده که می تواند در تغذیه نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، کود مرغی حاوی مقادیر قابل توجهی از مواد معدنی مورد نیاز دام ها (کلسیم، فسفر، منیزیم، مس، روی) می باشد. استفاده از کود مرغی عنوان خوراک دام در مقایسه با کاربرد آن در مزرعه به عنوان کود زراعی از نظر زیست‌محیطی مناسب‌تر می‌باشد، زیرا کود وارد آبهای زیرزمینی شده و سبب آلودگی محیط زیست می‌شود، که با مصرف آن در تغذیه دام این مشکل برطرف می‌گردد (ستریهاری و شرما[1]، ۲۰۱۱). در مطالعه‌ای مشخص شد که چنان چه بستر جوجه گوشتی به عنوان خوراک دام در تغذیه نشخوارکنندگان استفاده شود، ارزش اقتصادی آن بیشتر از زمانی است که به عنوان کود زراعی مصرف شود (جکوب[2] و همکاران، ۱۹۹۷).

در ایران سالانه حدود یک میلیارد قطعه جوجه گوشتی پرورش داده می شود که از هر قطعه جوجه گوشتی، در پایان دوره پرورش، حدود ۱/۴ کیلوگرم کود (خشک) به دست می‌آید (۴) که در کل رقمی معادل ۱/۴ میلیون تن کود تولید می شود. چانچه بتوان نیمی از این مقدا را به طور صحیح فرآوری و در تغذیه دام به مصرف رسانید می توان سهم قابل توجهی از کمبود منابع خوراک دام را جبران نمود.

کود جوجه گوشتی حاوی مقادیر زیادی پروتئین خام قابل‌تجزیه در شکمبه می‌باشد(ایلیمم[3] و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین، مواد معدنی موجود در آن برای دام به آسانی قابل دسترس می‌باشند و مقدار کلسیم و فسفر آن بیشتر از احتیاجات گاو گوشتی و گوسفند است (ون رایزن[4]، ۲۰۰۱). از طرفی، دستگاه گوارش چهار قسمتی نشخوارکنندگان و نیز هضم میکروبی بی‌نظیر در شکمبه آن‌ها، توانایی مصرف و هضم پس‌ماندهای ارزان قیمت را امکان پذیر ساخته و به طبع باعث کاهش هزینه‌های خوراک در پرورش این دام‌ها می‌شود (ایلیمم و همکاران، ۲۰۰۹). با در نظر گرفتن ارزش غذایی و اقتصادی بستر جوجه گوشتی، به نظر می‌رسد این قابلیت را دارد که به‌عنوان منبعی جایگزین برای مکمل‌های پروتئینی متعارف مطرح گردد (گویچ و ایکین[5]، ۲۰۰۰). درعین حال کاربرد کود مرغی در تغذیه عملی دام، مشروط به عاری بودن از عوامل بیماری زای احتمالی خواهد بود که نیاز به عمل‌آوری و سالم سازی دارد.

مصرف بستر فرآوری نشده جوجه گوشتی در تغذیه دام به دلیل وجود احتمالی باکتری‌های بیماری‌زا، به‌ویژه سالمونلا[6] و *اشریشیاکلی*[7]، خطرات قابل ملاحظه‌ای دارد (رنکینز[8]، ۲۰۰۰). بنابراین، قبل از مصرف توسط دام به منظور از بین بردن پتانسیل بیماری‌زایی و بهبود در مصرف و خصوصیات ذخیره‌ای و افزایش قابلیت خوشخوراکی باید فرآوری شود (فنتینوت[9]، ۲۰۰۰).

---

[1] Sreehari and Sharma
[2] Jacob
[3] Elemam
[4] Van Ryssen
[5] Goetsch and Aiken
[6] Salmonella
[7] *Ecsheichia coli*
[8] Rankins

سالمونلا تیفی موریوم[10]، *سالمونلا پلوروم*[11] و *اشرشیاکلی*، گونه‌های باکتریایی غالب در کود مرغی هستند اما در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد برای ۶۰ دقیقه به‌طور چشم‌گیری همراه با دیگر پاتوژن‌های خطرناک کاهش می‌یابند. همچنین ضد عفونی کننده متیل بروماید در از بین بردن سالمونلا تیفی موریوم مؤثر است. رطوبت بالا، باعث تسریع تکثیر باکتری‌های *اشرشیاکلی* می‌شود در حالی که کاهش دما از ۲۵ تا ۱۰ درجه سانتیگراد فعالیت *اشرشیاکلی* را کاهش می‌دهد (تیرزیچ[12] و همکاران، ۲۰۰۰). حدود ۱۰ درصد از کل جمعیت میکروبی بستر طیور را کلی‌فرم‌ها تشکیل می‌دهند که ممکن است یک سوم آن‌ها را *اشرشیاکلی* به خود اختصاص دهد (لویت[13] و همکاران، ۱۹۷۱).

به هر صورت، یکی از مهم ترین ویژگی های ضروری مربوط به کود مرغی جهت مصرف در تغذیه دام، عاری بودن آن از عوامل بیماری زا می باشد، چرا که این ماده می تواند حامل میکرو ارگانیزم های بیماری زا باشد و از طرفی به دلیل دارا بودن مواد مغذی امکان رشد عوامل بیماری زا در آن وجود دارد (کاسویل و همکاران، ۱۹۷۵؛ سیگارز و هارتل[14]، ۲۰۰۰). هم چنین وجود باقی مانده مواد دارویی که در دوره پرورش برای طیور تجویز می گردد ممکن است در کود تجمع پیدا کند (وب و فونتی نوت[15]، ۱۹۷۵؛ اسکات و مارک[16]، ۱۹۹۸) که در این صورت مصرف آن را در تغذیه دام محدود می سازد.

تا کنون، روش‌های مختلفی جهت فرآوری کود مرغی به منظور سالم سازی آن با هدف مصرف در تغذیه دام انجام گرفته است که از آن میان می‌توان دپو کردن را در نظر گرفت. در بین روش‌های فرآوری بستر جوجه گوشتی دپوکردن روشی نسبتاً ساده و ارزان بوده که به امکانات کمتری نیاز داشته و بیشترین کاربرد را دارد (رنکینز و همکاران، ۲۰۰۲). در عین حال، در خصوص اثر عمل آوری به روش دپو بر روی ارزش غذایی و ایمن سازی کود بستر جوجه گوشتی اطلاعات قابل توجهی منتشر نشده است.

روش‌های فرآوری غالبا نیاز به سرمایه‌گذاری و هزینه نسبتاً بالایی دارند. از این رو، دامداران بعضاً از کود مرغی خام در تغذیه گاو استفاده می‌کنند که مخاطراتی را در پی خواهد داشت. بنا براین، ضروری است که روش‌های ساده و ارزان قیمتی جهت عمل آوری کود مرغی بر اساس شرایط منطقه‌ای و فصلی تهیه و معرفی گردند.

با توجه به موارد ذکر شده، این پژوهش به منظور بررسی اثر دپو کردن، به ویژه سطح رطوبت و ارتفاع دپو، برترکیب مغذی و وضعیت سلامت بستر جوجه گوشتی انجام گرفت.

بررسی منابع

ترکیب شیمیایی بستر جوجه گوشتی

بستر جوجه گوشتی ترکیبی از مدفوع، ریخت و پاش خوراک، میکروارگانیسم‌ها، خاکستر، آب و مواد اولیه مورد استفاده جهت بستر می‌باشد که منبع خوبی از نیتروژن است (متیانی[17] و همکاران، ۲۰۰۱). این ماده، دارای خاصیت قلیایی و تعادل آنیون-کاتیون

---

[9] Fontenot
[10] *Salmonella typhimurium*
[11] *Salmonella pullorum*
[12] Terzich
[13] Lovett
[14] Segars & Hartel
[15] Webb & Fontenot
[16] Scott & Mark
[17] Mthiyane

مثبت و دارای خاصیت بافری بالا در شکمبه نشخوارکنندگان می‌باشد (پیوق[18] و همکاران، ۱۹۹۴). ترکیب شیمیایی بستر جوجه گوشتی تحت تاثیر عوامل مختلفی مانند سیستم پرورش، مدیریت تغذیه، میزان ریخت و پاش خوراک، شیوه کود روبی، مراحل مختلف پرورش، نوع بستر و تعداد دوره‌های پرورش روی بستر، قرار می گیرد(جردن[19]، ۲۰۰۴؛ اومیریا[20] و همکاران، ۲۰۰۶).

در زمینه ارزش غذایی کود مرغی در نشخوارکنندگان، پژوهش‌های نسبتاً زیادی صورت گرفته است (شریفی، ۱۳۷۰؛ فضائلی و همکاران، ۱۳۸۹؛ دانیل و اولسون[21]، ۲۰۰۵؛ ماویمبلا[22]، ۲۰۰۰). عوامل زیادی بر ارزش غذایی کود بستر اثر می‌گذارندکه از آن جمله می‌توان نوع جیره غذایی مورد استفاده برای طیور(جیره مرغ تخمگذار و جوجه گوشتی)، نوع مواد بستر (تراشه چوب، پوسته بادام زمینی، باگاس، کاه، علوفه و کاغذ)، تعداد و تراکم طیور پرورش یافته بر روی مواد بستر، مدیریت و عمل‌آوری کودرا ذکر نمود (ریوفین و مک کسکی[23]، ۱۹۹۰).

کود مرغی، عموماً در زمره خوراک‌های پروتئینی حجیم طبقه‌بندی می‌شود. طبیعت قلیایی و نیز تعادل کاتیون-آنیون مثبت (پیوق و همکاران، ۱۹۹۴)، منجر به افزایش ظرفیت بافرینگ این فرآورده فرعی می‌گردد. در هرصورت، قبل از استفاده از آن در جیره غذایی باید ارزش غذایی کود مرغی تعیین شده و از نظر کیفیت و بهداشتی بودن آن نیز اطمینان حاصل شود. پایین بودن محتوی خاکستر خام در حد قابل قبول و عاری بودن از هر گونه جسم خارجی نیز از جمله موارد قابل توجه در مصرف کود مرغی به عنوان مکمل خوراک دام به شمار می‌روند. در پژوهشی (لنیاسونیا[24] و همکاران، ۲۰۰۶)، از کود مرغی مناطق مختلف کشورکنیا نمونه برداری کرده و نمونه ها مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند. میزان ماده خشک، خاکستر، ماده آلی، پروتئین خام، فیبر نا محلول در شوینده خنثی(NDF)[25]، فیبر نا محلول در شوینده اسیدی (ADF)[26] و همی سلولز به ترتیب ۹۴/۳، ۲۰/۵ ، ۱۵/۴، ۳۶/۲ ، ۱۶/۲ و ۱۷/۱ درصد گزارش شدند. مهم‌ترین بخش مواد نیتروژن‌دار در کود مرغی شامل اسید اوریک می باشد که ۲۰ تا ۶۰ درصد کل نیتروژن فضولات طیور را تشکیل می دهد (ماویمبیلا، ۲۰۰۰).

وضعیت بهداشتی کود مرغی

بقایای مواد دارویی: درطول دوره پرورش طیور، ممکن است از دارو ها و مکمل های دارویی استفاده شود. بدیهی است که بخشی از داروهای مصرف شده در طی دوره پرورش طیور از طریق ادرار و یا مدفوع دفع می شوند. از جمله مکمل های دارویی، می توان به آنتی بیوتیک هایی نظیر باسی تراسین[27] ، کلر تتراسایکلین[28] ، پنی سیلین[29] ، تایلوزین[30] و داروهای ضد کوسیدیوزی

[18] Pugh
[19] Jordan
[20] Omeira
[21] Daniel & Olson
[22] Mavimbela
[23] Ruffin & McCaskey
[24] Lanyasunia
[25] Neutral Detergent Fibre
[26] Acid Detergent Fibre
[27] bacitracin
[28] chlortetracycline
[29] penicilin
[30] Tylosine

نظیر لازولوسید[۳۱] ، سالینومایسین[۳۲] اشاره نمود. البته مصرف مکمل های دارویی (موثر بر رشد طیور) در بسیاری از کشور ها ممنوع شده است. در عین حال برای استفاده از کود طیور در تغذیه دام لازم است از وجود احتمالی بقایای دارویی و میزان آن ها مشخص باشد (بولان[۳۳] و همکاران، ۲۰۰۵).

تراکم برخی عناصر معدنی: برخی از افزودنی های خوراکی و نیز مواد ضد عفونی کننده در سالن های مرغداری همچون ترکیبات حاوی آرسنیک، کبالت، مس، آهن، منگنز، سلنیم و روی می تواند سبب تراکم عناصر مزبور در کود شوند (رنکینز و همکاران، ۱۹۹۳). بنا براین در صورت مصرف کود در تغذیه دام این موضوع می بایستی مد نظر قرار بگیرد. مصرف کود مرغی به دلیل دارا بودن مس نسبتا بالا در تغذیه گوسفند محدودیت دارد. گوسفند به سطوح مس جیره بسیار حساس می باشد. دیگرمواد معدنی نگران کننده شامل : جیوه، کادمیم، سرب، آرسنیک و سلنیم می باشند(انجمن تحقیقات ملی[۳۴]، ۲۰۰۷).

آلودگی میکروبی: کود مرغی همانند سایر کودهای حیوانی دارای جمعیت وسیعی از ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها و انگل‌ها می باشد که از فضولات، مواد بستر و بقایای خوراک منشاء می گیرند (هلوی[۳۵] و همکاران، ۲۰۰۶) و ممکن است بخشی از آن‌ها بیماری زا باشند (هینونین تنسکی[۳۶] و همکارارن، ۲۰۰۶) که از آن میان، به‌ویژه سالمونلا و اشرشیاکلی حائز اهمیت می باشند (رنکینز[۳۷]، ۲۰۰۰).

وجود میکروارگانیسم های بیماری زا در کود مرغی، مخصوصا زمانی که از آن به عنوان ماده خوراکی در تغذیه دام استفاده می‌شود، اهمیت می‌یابد. وجود گونه‌های مختلفی ازکلستریدیوم‌ها، کورینه باکتریوم ها[۳۸]، سالمونلاها، آکتینوباسیلوس[۳۹]، مایکوباکتریم ها[۴۰] در کود مرغی گزارش شده است (آدگون لویه[۴۱] ، ۲۰۰۶) همچنین انگل هایی توسط توسط تئودوروپولوس[۴۲] (۲۰۰۳) از کود مرغی جدا شده اند. در عین حال، میکروارگانیزم های مهمی که می‌توانند سبب ایجاد بیماری در دام ها شوند شامل سالمونلا و اشرشیاکولی می باشند که در فرآیند سالم سازی میکروبی کود مرغی به عنوان شاخص مورد بررسی قرار می گیرند.

طی سالیان گذشته، پژوهش های قابل توجهی در زمینه کاربرد کود مرغی در تغذیه نشخوار کنندگان در جهان انجام گرفته است و توصیه‌هایی نیز در جهت نحوه استفاده از آن در تغذیه دام انتشار یافته است. در عین حال کاربرد آن در تغذیه عملی دام، مشروط به عاری بودن از عوامل بیماری‌زای احتمالی خواهد بود که از این جهت لازم است قبلا عمل‌آوری شود.

عمل‌آوری بستر جوجه گوشتی

عوامل بیماری‌زای مختلفی در بستر جوجه گوشتی جستجو شده است که از آن جمله *اشرشیاکلی*، سالمونلا، کلستریدیوم، استافیلوکوک، مایکوباکتریوم و سایر اعضای خانواده آنتروباکتریاسه شناسایی شده است (نگودیا و اوین، ۲۰۰۹). نتایج یک

[31] Lasolocid
[32] Salinomycin
[33] Bolan
[34] National Research Council
[35] Helvi
[36] Heinonen-Tanski
[37] Rankins
[38] Corynebacterium
[39] Actinobacillus
[40] Mycobacterium
[41] Adegonloye
[42] Theodoropoulos

بررسی نشان داد که ۱۰ درصد از کل جمعیت میکروبی بستر طیور را کلی‌فرم‌ها تشکیل می‌دهند که یک سوم آن‌ها را *اشرشیاکلی* به خود اختصاص داده بود. در طی همین آزمایش، باکتری آریزونا و ۱۷ جنس قارچ نیز جدا سازی شده است (لویت و همکاران، ۱۹۷۱). تیرزیخ و همکاران (۲۰۰۰) نیزگزارش کردند که *سالمونلا تیفی موریوم*، *سالمونلا پلوروم واشرشیاکلی* گونه‌های باکتریایی غالب در کود مرغی هستند و دردماها و زمان‌های متفاوت پرتودهی جمعیت آن‌ها کاهش می‌یابند اما دردمای ۶۰ درجه سانتیگراد برای ۶۰ دقیقه به‌طور چشم‌گیری تمامی پاتوژن‌های خطرناک کاهش می‌یابند.

اگر چه فرآیندهای حرارتی سبب از بین بردن میکروارگانیزم‌های بیماری زا می شود اما در صورت عدم استفاده صحیح (به ویژه درجه حرارت و مدت زمان حرارت دهی) ممکن است موجب کاهش ارزش غذایی ماده خوراکی شود. زمانی‌که مواد خوراکی در حرارت بالا قرار می‌گیرند، نیتروژن آن‌ها به شکل ترکیب نا محلول در می‌آید و قابلیت هضم ماده خشک آن برای حیوان کمتر می‌شود. ترکیب نا محلول نیتروژن در نمونه‌های کود به‌طور متوسط، ۱۵ درصد میزان کل نیتروژن می‌باشد (رنکینز و همکاران، ۲۰۰۰). درکودهایی که با حرارت بالا تحت فرآیند قرار می‌گیرند، بیش از ۵۰ درصد کل نیتروژن به شکل نیتروژن نا محلول در می‌آید. بنابراین، باید روش‌های مناسبی جهت فرآوری کود به کاربرده شود. روش و نحوه فرآوری می‌تواند بر ارزش غذایی بستر جوجه گوشتی موثر باشد. طی پژوهشی نشان داده شد که حرارت تولید شده در بستر جوجه گوشتی دپو شده ممکن است از طریق اتلاف نیتروژن وکاهش حلالیت آن، ارزش غذایی بستر فرآوری شده را کاهش دهد (مک کسکی[۴۳] و همکاران، ۱۹۸۸). طی گزارشی که روی ۸۶ نمونه از بستر جوجه گوشتی انجام شد، مشخص گردید که علیرغم وجود میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا در کود خام بعد از فرآوری هیچ نوع باکتری بیماری‌زا، به ویژه سالمونلا و *اشرشیاکلی*، در نمونه‌ها جدا نشد (مرتین و مک کن[۴۴]، ۱۹۹۸).

فرآوری بستر جوجه گوشتی قبل از مصرف در تغذیه نشخوارکنندگان به منظور حذف میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و همچنین افزایش خوشخوراکی، ضروری می‌باشد. روش‌های فرآوری شامل خشک کردن، پلت کردن به تنهایی یا با دیگر منابع خوراکی، اتوکلاو کردن، سیلوکردن، کمپوست کردن و دپوکردن می‌باشند.

حرارت دادن : یکی از روش‌های رایج عمل‌آوری کود مرغی فرآیند حرارتی است. بدیعی باغسیاه و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای، بستر جوجه گوشتی را قبل و بعد از فرآیند حرارتی مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که فرآوری حرارتی باعث حذف کامل همه باکتری‌های بیماری‌زا و کاهش معنی‌دار شمارش کل باکتری‌ها گردید.

خشک کردن: در این روش، از حرارت خشک برای فرآوری کود طیور استفاده می شود که محصول تولیدی گرد و غبار بالایی دارد اما قابلیت نگهداری آن مناسب است. حرارت خشک باعث اتلاف مقداری از نیتروژن نیز می‌شود (فونتینوت و روز[۴۵]، ۱۹۸۰).

[43] McCaskey
[44] Martin and McCann
[45] Fontenot and Ross

پلت کردن: جهت حذف میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و نیز بوی نامطبوع بستر جوجه گوشتی می‌توان آن‌ها را پلت کرد اما به منظور ذخیره سازی برای طولانی مدت، پلت تولید شده بایستی خشک شود در غیر این صورت کپک می‌زند که منجر به کاهش کیفیت آن می‌گردد (سوپاتید و پونگسوک[۴۶]، ۲۰۱۰).

سیلو کردن: سیلوکردن بستر جوجه گوشتی به تنهایی یا با ترکیب با مواد خوراکی دیگرامکان‌پذیر می‌باشد. فرآیند تخمیر باعث افزایش اسیدیته و کاهش pH به زیر ۴/۷ می شود که می‌تواند سبب از بین رفتن پاتوژن‌ها شود. میزان رطوبت بستر جوجه گوشتی برای سیلو کردن باید حدود ۴۰ درصد باشد. نسبت کود مرغی در مخلوط با علوفه و دیگر مواد خوراکی قابل سیلو کردن باید کمتر از ۳۰ درصد وزن خشک کل مواد سیلویی باشد.

در مطالعه ای مشخص شد که سیلوکردن بستر جوجه گوشتی مخلوط با علوفه ذرت باعث کاهش pH به پایین‌تر از ۴/۷ گردید که این تغییرات سبب از بین بردن پاتوژن‌ها شد. هم چنین، مصرف بستر سیلوشده به همراه علوفه ذرت در مقایسه با بستر دپو شده به همراه ذرت سیلو شده در تغذیه گاو گوشتی عملکرد مشابهی داشت (مکلیوری و فونتینوت[۴۷]، ۱۹۸۵).

افزودن باکتری‌های لاکتوباسیلوس در زمان سیلو کردن بستر جوجه گوشتی سبب کاهش pH ، کاهش اتلاف مواد مغذی به ویژه پروتئین، به دلیل کمتر شدن آنزیم‌های پروتئولیز و بالا رفتن غلظت اسید لاکتیک می‌گردد (ستریهاری و شرما، ۲۰۱۱).

دپو کردن

دپو کردن یک روش ساده برای فرآوری کود طیور می‌باشد که به دلیل سهولت، بیشترین کاربرد را داشته و به امکانات کمتری نیاز دارد (رنکینز و همکاران، ۲۰۰۲). طی چند روز بعد از دپو کردن، دمای داخل کود انباشته شده، ممکن است به بیش از ۶۰ درجه سانتیگراد افزایش یابد به نحوی که پاتوژن‌ها به‌طور معمول از بین می‌روند. بنا به گزارش مک کسکی و همکاران (۱۹۸۵) فرآیند دپو کردن (با تولید حرارت ۴۰/۱ تا۵۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۱ روز)، سبب از بین بردن تمامی عوامل بیماری‌زا گردید. بنابراین، اگر بستر جوجه گوشتی به خوبی فرآوری شود می‌تواند به عنوان خوراکی برای مصرف نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار گیرد (نگودیقا و اوین[۴۸]، ۲۰۰۹).

طی دوره دپو کردن (با ارتفاع ۵۰ تا ۱۵۰ سانتیمتری)، حرارتی حدود ۶۰ تا ۷۰ درجه سانتیگراد در داخل توده بستر جوجه گوشتی تولید می‌شود که برای از بین بردن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا مانند سالمونلا و *اشرشیاکلی* کافی است (ایانگبایل و همکاران، ۱۹۹۳). در گزارشی، درجه حرارت لازم برای از بین بردن اکثر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، ۴۵ تا ۵۰ درجه سانتیگراد توصیه شده است (چودری و همکاران، ۱۹۹۶). فاکتور مهم تأثیرگذار بر دما، جریان هوا می‌باشد که دسترسی به اکسیژن کافی اجازه فعالیت هوازی بالایی را به میکروارگانیسم‌های هوازی در دپو می‌دهد اگرچه شرایط دیگر از قبیل محدودیت‌های فیزیکی نیز برای اتلاف حرارت مهم می‌باشند.

طی چند روز بعد از دپو کردن، دمای داخل توده دپو شده به بیش از ۶۰ درجه سانتیگراد افزایش می‌یابد به نحوی که پاتوژن‌ها به‌طور معمول از بین می‌روند و بعد ازآن دما به تدریج کاهش می‌یابد تا به دمای محیط می‌رسد (مک کسکی و همکاران، ۱۹۸۵). فاکتور مهم تأثیر گذار بر دما، جریان هوا می‌باشد که دسترسی به اکسیژن کافی اجازه فعالیت هوازی بالایی را به میکروارگانیسم-

[46] Suppadit and Poungsuk
[47] McClure and Fontenot
[48] Ngodigha and Owen

های هوازی در دپو می‌دهد. اگرچه، شرایط دیگر از قبیل محدودیت‌های فیزیکی نیز برای اتلاف حرارت مهم می‌باشند (چودری[۴۹] و همکاران، ۱۹۹۶).

روش‌های دپو کردن بستر جوجه گوشتی شامل دپو سرباز، دپو روپوشیده و دپو قابل هوادهی می باشند. پوشاندن کود دپو شده با پلی اتیلن شفاف دارای ۰/۱۵۲۴ میلی‌متر ضخامت، به استثناء اکسیژن، از بالا رفتن بیش از حد دما در توده دپو جلوگیری می‌کند و قابلیت هضم ظاهری نیتروژن را حدود ۲۰ درصد افزایش می‌دهد (رنکینز و همکاران، ۱۹۹۳). با این حال، اثر آن بر ابقای نیتروژن هنوز مشخص نیست (رنکینز و همکاران، ۱۹۹۳). ریودی[۵۰] و همکاران (۱۹۹۴) در آزمایشی، کود جمع آوری شده از مرغداری را به سه قسمت یکسان تقسیم و در مخازن مخصوصی (۷×۴ متر) با ارتفاع ۲/۵ متر دپو نمودند. کود در یکی از مخازن بدون فرآوری بود و در معرض هوا قرار گرفت. توده دوم با پلی اتیلن شفاف پوشانده شد تا از افزایش حرارت جلوگیری شود. در توده سوم، لوله‌های روزنه‌داری جهت هوادهی در سراسر توده قرار داده شد. از این روش برای پراکنده کردن دمای بالای توده استفاده شد. دما در هر سه روش برای ۲۸ روز با استفاده از ترموکوپل و ترمومتر در ۵ نقطه بازبینی شد. بیشینه دمای تولید شده در کود روپوشیده (۵۷/۳ درجه سانتیگراد) نسبت به روش هوادهی شده و روباز (۷۲ و ۶۷/۹ درجه سانتیگراد) کمتربود. دپو کردن با ارتفاع‌های بالاتر از ۱/۸ متر باعث افزایش حرارت در داخل توده بستر دپو شده می‌گردد که ممکن است قابلیت هضم ماده خشک را کاهش دهد (ریوفین و مک کسکی، ۱۹۹۰).

در فرآیند دپو کردن، میزان رطوبت بستر جوجه گوشتی باید حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد باشد و در سطوح رطوبت کمتر از ۲۰ درصد، افزایش دما سریع‌تر از سطوح رطوبت بالا می‌باشد اگرچه، زمان رسیدن به بیشینه دمایی ممکن است کوتاه‌تر و سرعت بعدی کاهش دما سریع‌تر باشد (نگودیقا و اوین، ۲۰۰۹).

دپو کردن باعث بهبود خوشخوراکی و حذف باکتری‌های بیماری‌زا از قبیل سالمونلا و کلستریدیوم می‌شود (نگودیا و اوین، ۲۰۰۹). باکتری‌های مدفوعی مانند سالمونلا، شیگلا و پروتئوس ممکن است در بستر خام وجود داشته باشند اما وقتی که تحت فرآوری دپو قرار گرفتند هیچ کدام از باکتری‌های فوق دیده نشدند (کواک و هیون[۵۱]، ۲۰۰۴). در پژوهش دیگری، تعیین مدت زمان برای دپوکردن جهت حذف کامل باکتری‌های بیماری‌زا مورد مطالعه قرار گرفت و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا به بستر اضافه شدند. نتایج نشان دادکه اگرچه میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا بعد از ۱۴ روز دپو از بین می‌روند اما توصیه کردند که دپو کردن به مدت ۲۱ روز ادامه داده شود تا از حذف کامل میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا اطمینان حاصل گردد (ریوفین و مک کسکی، ۱۹۹۰).

بنابراین، اگر بستر جوجه گوشتی به خوبی فرآوری شود می‌تواند به عنوان خوراکی برای مصرف نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار گیرد (نگودیقا و اوین، ۲۰۰۹).

مواد و روش‌ها

[49] Chaudhry
[50] Rude
[51] Kwak and Huh

یکی از سالن‌های مرغداری موسسه تحقیقات علوم دامی کشور جهت نمونه برداری و انجام آزمایش بر روی کود بستر جوجه گوشتی تعیین گردید. جوجه‌های پرورش یافته در سالن از نژاد گوشتی آرین بودند و بستر مورد استفاده در سالن تراشه‌های چوب بود. پس از تخلیه جوجه ها درپایان دوره پرورش (دوره پرورش ۴۲ روز)، از ۱۲ نقطه مختلف سالن به روش شطرنجی نمونه برداری صورت گرفت و در هر نقطه به ابعاد ۲۰×۲۰ سانتی متر کل بستر برداشت شد. سپس هر ۳ نمونه با هم مخلوط شده به نحوی که ۴ نمونه اصلی بدست آید. هر نمونه تهیه شده به۳ قسمت یکنواخت تقسیم و یک قسمت جهت تجزیه شیمیایی، قسمتی جهت بررسی های میکروبیولوژیکی و قسمت سوم به عنوان ذخیره، نگهداری شدند. سپس، بستر موجود در سالن به محل عمل آوری منتقل گردید و برای تامین تیمار های رطوبتی (۱۵، ۲۵ و ۳۵ درصد) به ۳ قسمت مساوی تقسیم شد.

با توجه به این‌که رطوبت اولیه کود ۲۰ درصد بود، برای رسانیدن آن به ۱۵ درصد، به طور طبیعی در فضای آزاد خشک گردید. برای رسانیدن رطوبت به ۲۵ و ۳۵ درصد از آب استفاده شد. هر بخش از کود آماده شده با رطوبت مورد نظر، به صورت جداگانه در محفظه‌هایی با چهارچوب فلزی و جداره پلاستیکی با طول× عرض× ارتفاع، ۱×۱×۱/۵ متر (شکل ۱)، دپو گردید.

دمای بستر دپو شده به‌طور روزانه توسط دو دماسنج دیجیتال و میله‌ای به مدت ۲۱ روز ثبت شد. همچنین دمای بیشینه، دمای کمینه و رطوبت نسبی محیط نیز به صورت روزانه ثبت گردید. زمانی‌که دمای هر نقطه مورد نظر در دپو به بیشترین میزان خود رسید از آن نقطه نمونه‌برداری شد (رسیدن دما به حداکثر میزان در تمام نقاط توده هم‌زمان نبود و نمونه‌برداری از ارتفاع‌های مختلف به صورت هم‌زمان صورت نگرفت) و نمونه‌های برداشت شده در محیط طبیعی هوا خشک گردید و جهت انجام عملیات بعدی به آزمایشگاه ارسال شد.

بررسی میکروبی

نمونه های کود خام و فراوری شده مورد بررسی های میکروبی قرار گرفتند. بررسی‌های میکروبیولوژیکی شامل تعیین جمعیت میکروبی کل (Total count)، میکروارگانیسم‌های شاخص (سالمونلا، *اشرشیاکولی* و کلی‌فرم‌ها) در نمونه های خام و فراوری شده بود.

شکل ۱- نمونه چهارچوب و محفظه‌ی آماده شده دپو بستر جوجه گوشتی

آماده سازی وسایل : کلیه وسایل شیشه ای که در این آزمایش استفاده شدند قبل از استفاده، به مدت ۳۰ دقیقه تحت فشار یک و نیم آتمسفر و در دمای ۱۲۱ درجه سانتی گراد در اتوکلاو استریل شدند.

تهیه آب پپتونه : به منظور تهیه آب پپتونه، مقدار ۲/۲۵ گرم از پودر پپتون واتر به دقت با ترازوی دیجیتالی توزین شد و در ارلن حاوی ۲۲۵ میلی لیتر آب مقطر ریخته شد تا آب پپتونه ۱ درصد تهیه شود. سپس آب پپتونه تهیه شده، در اتوکلاو قرار داده شد تا استریل شود.

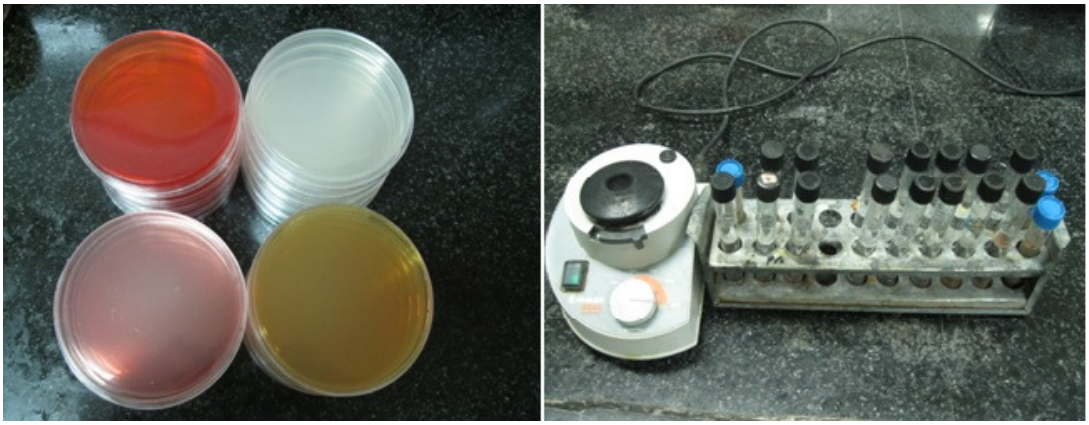
تهیه محیط کشت : محیط کشت (پلیت کانت آگار) تهیه و بعد از شفاف سازی روی شعله، در اتوکلاو قرار داده شد تا استریل شود. پس از استریل شدن در دمای اتاق نگهداری شد و بعد از رسیدن به دمای حدود ۴۲ درجه سانتی گراد، در شرایط کاملا استریل (در کنار شعله) درون پلیت های شیشه ای تقسیم شد و پس از سرد شدن در داخل یخچال نگهداری شد.

تهیه رقت های سریالی : نمونه های کود مرغی خام و عمل آوری شده به آزمایشگاه منقل گردید و در کنار شعله و در شرایط استریل، ۲۵ گرم از هر نمونه در داخل ارلن حاوی محیط کشت آب پپتونه (۱۲۵ میلی لیتر) که از قبل تهیه شده بود اضافه شد. سپس درب ارلن بسته شد و برای مدت ۳۰ دقیقه در دستگاه لرزاننده ۱۲۵ دور در دقیقه قرار داده شد. بعد از آن، ارلن ها بر روی میز آزمایشگاه قرار داده شدند تا مواد جامد آن کاملا ته نشین شود به نحوی که عمل نمونه برداری از ارلن به سهولت انجام پذیرد. به این ترتیب رقت ۰/۱ بدست آمد. از این رقت برای تهیه رقت های سریالی استفاده شد. رقت های مورد نظر برای تداوم کار 10^{-1} تا 10^{-7} بودند که برای تهیه آن ها، از ۶ لوله شیشه ای حاوی سرم فیزیولوژی ۰/۹ درصد سدیم کلراید استریل، برای هر نمونه استفاده شد. ابتدا از ارلن حاوی کود (رقت ۰/۱)، یک میلی لیتر به نخستین لوله اضافه شد و به این ترتیب رقت ۰/۰۱ تهیه گردید و به همین ترتیب تا لوله آخر ادامه یافت تا رقت 10^{-7} تهیه شد (مرتین و مک کن، ۱۹۹۸).

برای کشت نمونه های مورد نظر (رقت های تهیه شده)، برای هر رقت، یک پلیت استریل در نظر گرفته و یک میلی لیتر از رقت مورد نظر در داخل پلیت کاملا استریل منتقل شد. سپس محیط کشت پلیت کانت آگار که از قبل تهیه و استریل شده بود را به پلیت افزوده و چند بار در جهت و خلاف جهت عقربه های ساعت، حرکت داده تا کاملا مخلوط شد. آنگاه پلیت ها در گرمخانه ۳۷ درجه سانتی گراد برای مدت ۴۸ - ۲۴ ساعت قرار داده شد.

برای تعیین جمعیت کل باکتری‌ها از محیط کشت پلیت کانت آگار[۵۲] (PCA)، برای شمارش *اشرشیاکولی* و کلی فرم‌ها از محیط کشت مک کانکی آگار[۵۳] (MCA) و از محیط کشت گزیلوز لیزین دزوکسی کولات آگار[۵۴] (XLD) برای سالمونلا استفاده (محیط‌های کشت مورد استفاده ازشرکت Merck تهیه شدند).

[52] Plate Count Agar
[53] MacConkey Agar
[54] Xylose Lysine Deoxycholate Agar



شکل ۲- نمایش نحوه تهیه محیط‌های کشت و رقت‌های سریالی نمونه‌ها

مک کانکی آگار (MCA)**:** معمول‌ترین محیط کشت انتخابی ـ افتراقی جهت تشخیص باکتری های گرم منفی و باسیل‌های روده-ای بوده ودارای رنگ کریستال ـ ویوله و نمک های صفراوی جهت ممانعت از رشد باکتری‌های گرم ـ مثبت و معرف قرمز خنثی جهت نشان دادن خصوصیات افتراقی می‌باشد . باسیل‌های گرم ـ منفی به‌آسانی بر روی این محیط رشد نموده و باکتری‌های تخمیر کننده لاکتوز مثل انتروباکتر[55] و کلبسیلا [56]، محصولات اسیدی تولید نموده که سبب کاهش pH در محیط اطراف کلنی می-گردد و توسط معرف قرمز خنثی در pH اسیدی ارغوانی یا صورتی رنگ می‌شود . میکروارگانسیم‌های لاکتوز ـ منفی مانند سالمونلا، پروتئوس به جای لاکتوز از پپتون استفاده کرده و با تولید آمونیاک، کلنی‌های بی رنگ و شفاف ایجاد می کنند. اشرشیا کلی بر روی محیط مک کانکی آگار، کلنی‌های ارغوانی ایجاد می کند زیرا باکتری از نوع لاکتوز مثبت است و قند را تخمیر کرده و اسید تولید می کند. اسید موجب کاهش pH در محیط مک کانکی آگار شده و در نتیجه رنگ ارغوانی ایجاد می‌شود. مهمترین عضو گروه کلی فرم ها اشرشیا کلی می باشد. جنس‌های دیگری از کلی فرم ها شامل انتروباکتر(آئروباکتر[57])، کلبسیلا، سراشیا[58] و... می‌باشند که در صورت لزوم تشخیص تفریقی هر یک از باکتری‌های این گروه با روش‌های مختلف و تست‌های بیوشیمیائی امکان پذیر می باشد.

گزیلوزلیزین دزوکسی کولات آگار(XLD) :یک محیط انتخابی جهت رشد شیگلا[59] و سالمونلا بوده و احتیاجی به استریلل نمودن توسط اتوکلاو ندارد. نمک‌های صفراوی از رشد بسیاری از انتروباکتریاسه‌ها و کوکسی‌های گرم- مثبت ممانعت به عمل می‌آورند. معرف فنل رد جهت تمایز باکتری‌های لاکتوز- منفی (سالمونلا و شیگلا) که کلنی آنها به صورت بی‌رنگ یا صورتی کم رنگ در می‌آید به محیط اضافه شده است. فریک آمونیوم سیترات جهت مشاهده تولید H_2S توسط ارگانیسم‌های H_2S مثبت به محیط اضافه شده است. در صورت تولید H_2S مرکز کلنی تیره می‌گردد(مانند سالمونلا). ارگانیسم‌هائی که کربوهیدراتهای موجود در محیط را تخمیر می کنند (گزیلوز لاکتوز و سوکروز) کلنی‌های زرد رنگ تولید می کنند.

[55] Entrobacte
[56] Klebsiella
[57] Aerobacter
[58] Serratia
[59] Shigella

باکترهای سالمونلا، لاکتوز را تخمیر نمی کنند و از گوگرد غیر ارگانیک، تیوسولفات و گاز H_2S تولید می‌کنند. به استثنای سروتیپ تیفی (که بیشتر موارد جدا شده از گلوکز) گاز ایجاد می کنند، در برابر غلظت های نسبتاً بالای صفرمقاومت می‌کنند که از این ویژگی در طراحی محیطی برای جداسازی این ارگانیسم ها از مدفوع استفاده می‌گردد. اعضای جنس سالمونلا (در مقایسه با بقیه باکتری های روده‌ای) ارگانیسم های شاخصی از نظر توانایی مقاومت در برابر بقیه عوامل فیزیکی و شیمیایی هستند.

کلی فرم ها به عنوان شاخص میکروبی مناسبی برای نشان دادن آلودگی مدفوعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. زیستگاه طبیعی آن ها در دستگاه گوارش حیوانات خون‌گرم است لذا در مدفوع به تعداد زیاد حضور دارند..کشت، شمارش و جداسازی آن‌ها در آزمایشگاه ساده تر از باکتری های بیماری‌زای روده ای است. مشخص شده است که همه باکتری هایی که درگروه کلی‌فرم‌ها قرار می‌گیرند منشأ مدفوعی ندارند بلکه برخی منشأ غیر از مدفوع مثلاً از خاک دارند.کلی‌فرم‌های بررسی شده در این قسمت به دلیل استفاده از کود و نیز قابلیت رشد در دمای بالا، از نوع مدفوعی بودند.

محیط کشت‌های تهیه شده پس از سترون سازی (اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه در فشار ۱/۵ اتمسفر) در زیر هود میکروبیولوژی، به پلیت استریل منتقل گردیدند. سپس، از نمونه‌های خام و فرآوری شده در شرایط استریل یک گرم نمونه مرطوب برداشته و با ۹ میلی‌لیتر آب پپتون، سوسپانسیون اولیه تهیه گردید. بعد از آن با یکنواخت سازی نمونه‌ها توسط دستگاه لرزاننده، سری‌های رقت بعدی با فاکتور رقت ۱:۱۵ با استفاده از آب پپتون تهیه شد. بدین ترتیب از هر کدام از رقت‌ها ۲۰ میکرولیتر به هر یک از محیط‌های کشت اختصاصی به صورت دو تکرار تلقیح شده، سپس پلیت‌ها و کشت سطحی انجام شده به انکوباتور در دمای ۳۷ درجه سیلسیوس و به مدت ۲۴ ساعت منتقل شدند. سپس، پلیت‌ها از انکوباتور خارج گردید و شمارش کلنی باکتری‌ها بر روی پلیت انجام گرفت. با ضرب کردن تعداد کلنی باکتری‌ها در ضریب رقت و حجم کشت داده شده، تعداد باکتری‌های حجم اولیه با توجه به رابطه زیر محاسبه شدند. در پایان محاسبه‌ی تعداد باکتری‌ها برای ۱ گرم نمونه تصحیح شد.

حجم کشت داده شده × عکس رقت × تعداد کلنی‌ها = تعداد باکتری‌ها (CFU/g)[۶۰]

تعیین ترکیب شیمیایی

ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام با استفاده از روش AOAC (۱۹۹۰) و فیبر نامحلول در شوینده خنثی منهای خاکستر (NDFom)، فیبر نا محلول در شوینده اسیدی منهای خاکستر (ADFom) و لیگنین با استفاده از روش ون سوست[۶۱] و همکاران (۱۹۹۱) تعیین شدند. برای تعیین مقدار مس ابتدا از هر نمونه مقدار یک گرم در بشر ۲۵۰ میلی لیتری ریخته شد و پس از افزودن ۱۰میلی لیتر اسید نیتریک و ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک به مدت یک شب در محیط آزمایشگاه قرار داده شد. سپس به مدت ۲ ساعت بر روی اجاق هضم (در زیر هود) تحت فرآیند هضم قرار داده شد. آنگاه نمونه ها به بالن ۵۰ میلی لیتری انتقال یافت و با آب مقطر به حجم رسانیده شد و از کاغذ صافی عبور داده شد. میزان غلظت مس در محلول مورد نظر توسط دستگاه جذب اتمی (GBC932 Plus) با طول موج ۳۲۴/۷ نانومتر اندازه گیری شد (وندرامینی[۶۲] و همکاران، ۲۰۰۶).

[60] Colony Forming Unit
[61] Van Soest
[62] Vendramini

ارزیابی کیفیت پروتئین بر اساس سیستم کربوهیدرات و پروتئین کرنل[63] (CNCPS)

بر اساس سیستم مزبور، پروتئین خوراک به سه بخش نیتروژن غیر پروتئینی، پروتئین حقیقی و نیتروژن غیر قابل دسترس تقسیم می‌شود. این سه بخش به ترتیب تحت عنوان بخش‌های A (نیتروژن غیر پروتئینی که در شکمبه به سرعت به آمونیاک تبدیل می شود)، B (پروتئین حقیقی) و C (پروتئین حقیقی باند شده) می باشند. پروتئین حقیقی خود به سه زیر بخش دیگر (B_1 و B_2 و B_3) بر اساس سرعت تجزیه در شکمبه تقسیم می‌شود. بخش A و B_1 در بافر قابل حل بوده اما B_1 به صورت بخش قابل رسوب در تری کلرواستیک اسید تعریف می شود وبه سرعت در شکمبه قابل تجزیه است. در مدل CNCPS پروتئین باند شده یا غیر قابل دسترس همان بخش C (ADIP[64]) است و بخشی از پروتئین می باشد که در شوینده اسیدی نامحلول می باشد. این بخش شامل پروتئین های متصل به لیگنین، کمپلکس های پروتئین-تانن و فرآورده‌های میلاردی است که نسبت به هضم آنزیمی و میکروبی در دستگاه گوارش دام‌ها بسیار مقاوم می باشد به نحوی که توسط باکتری های شکمبه قابل تجزیه نبوده و نقشی درتولید اسید های آمینه و پروتئین میکروبی ندارد. بخش B_3 در شوینده خنثی نامحلول می باشد اما به دلیل پیوند با دیواره سلولی به کندی در شکمبه تجزیه می شود. در این مدل درصد زیادی از بخش B_3 از تجزیه در شکمبه فرار می‌کند. پروتئین نامحلول در بافرمنهای پروتئین نامحلول در شوینده خنثی بخش B_2 را نشان می دهد. مقداری از بخش B_2 در شکمبه تخمیر می شود و مقداری به بخش های پایین تر دستگاه گوارش راه می یابد. سرنوشت بخش B_2 به سرعت نسبی هضم و عبور آن بستگی دارد (اسنیفن[65] و همکاران، ۱۳۹۲). در این پژوهش، پروتئین حقیقی نمونه ها با استفاده از تانگستیک اسید (به عنوان عامل رسوب دهنده) تعیین گردید و غلظت پروتئین رسوب کرده که همان پروتئین حقیقی است تایید شد (لیسیترا[66] و همکاران، ۱۹۹۶).

میزان نیتروژن غیر پروتئینی (NPN)،که همان بخش A پروتئین بوده و به سرعت در شکمبه به آمونیاک تبدیل می‌شود، از اختلاف بین کل نیتروژن به صورت پروتئین خام و مقدار نیتروژنی که به صورت پروتئین حقیقی رسوب می‌نماید محاسبه شد. غلظت کل پروتئین نامحلول با استفاده از روش بافر بورات – فسفات اندازه‌گیری شد. پروتئین محلول، که شامل بخش های A و B_1 است، با کسر کردن مقدار پروتئین نامحلول از کل پروتئین خام محاسبه گردید. پروتئین حقیقی محلول (B_1) از اختلاف بین پروتئین محلول و بخش A به دست آمد (لیسیترا و همکاران، ۱۹۹۶).

تعیین نیتروژن نامحلول در شوینده خنثی[67](NDIN): این آزمایش با استفاده از محلول شوینده خنثی انجام شد. لازم به ذکر است که سولفیت سدیم حذف گردید و آماده سازی با استفاده از اوره-آمیلاز انجام گرفت. در نهایت، نیتروژن موجود در باقیمانده NDF توسط دستگاه کلدال تعیین شد.

تعیین نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی[68](ADIN): در این قسمت، میزان نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی، که همان بخش C می‌باشد، به دست آمد. ابتدا روش تعیین ADF انجام شد. بقایا (ADF) برای تعیین نیتروژن به دستگاه کلدال منتقل گردید. میزان ADIN به صورت درصدی از کل نیتروژن یا N×۶/۲۵ بیان می گردد که همان بخش C است.

[63] Cornel net carbohydrate and protein system
[64] Acid Detergent Insoluble Protein
[65] Sniffen
[66] Licitra
[67] Neutral detergent insoluble nitrogen
[68] Acid detergent insoluble nitrogen

محاسبه میزان پروتئین بخش B_3: ازاختلاف بین مقادیرNDIN و ADIN به دست آمد.

محاسبه میزان پروتئین بخش B_2: این بخش با کسر سایر بخش ها از پروتئین خام طبق رابطه زیر محاسبه شد:

(نیتروژن بخش C + نیتروژن بخش B_3 + نیتروژن محلول)- کل نیتروژن = نیتروژن بخشB_2

B_2 پروتئین = CP – (A+B_1+B_3+C)(پروتئین بخش های

تجزیه آماری داده ها

برای تجزیه آماری داده ها، از طرح کرت‌های خرد شده معمولی استفاده شد. همچنین برای مقایسه شاهد با تیمارهای آزمایشی از طرح کاملاً تصادفی متعادل استفاده شد.

مدل آماری مورد استفاده به صورت $Y_{ijk} =\mu + A_i +(AR)_{ik}+ B_j +(BR)_{jk}+ AB_{ij}+ e_{ijk}$ است. در این مدل Y_{ijk}: مقدار مشاهده مربوط به سطح i ام عامل اصلی A و سطح j عامل فرعی B در تکرار k ، μ: میانگین صفت مورد مطالعه، A_i: اثرسطح iام عامل اصلی A (سطح رطوبت دپو)، $(AR)_{ik}$: خطای ناشی شده از اثر متقابل اثر عامل اصلی با تکرار، B_j : اثر سطح j ام در عامل فرعی (عمق دپو) B ، $(BR)_{jk}$: خطای ناشی از اثر متقابل عامل فرعی با تکرار، AB_{ij}: بر هم کنش دو عامل A و B وe_{ijk}:اثر خطای آزمایشی کل است. تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و رویه GLM انجام شد. معنی‌داری اثرات خطی و غیر خطی تغذیه کود مرغی طرح با استفاده از مقایسات اورتوگونال (متعامد) و طبق فرمول‌های زیر انجام گردید:

```
contrast ' linear ' T -3-1+1+3;
contrast ' quadratic ' T +1-1-1+1;
```

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

تغییرات دما در مواد دپوشده

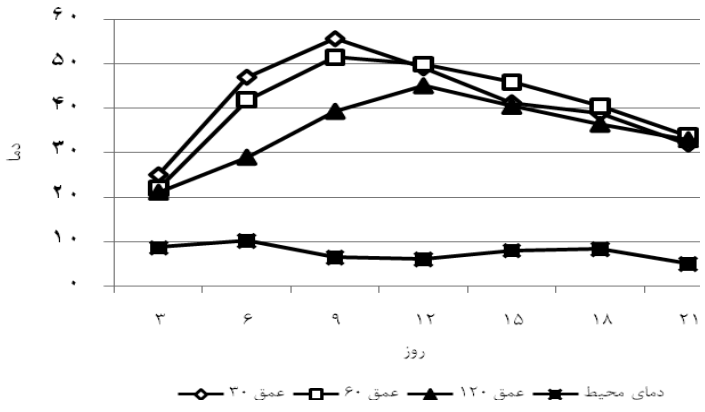
تغییرات دمایی بستر جوجه گوشتی دپو شده در اعماق مختلف و سطوح رطوبت مورد بررسی در نمودار نشان داده شده است. دمای بستر دپو شده سریعاً افزایش یافت و در روز ۷ تا ۱۲ به حداکثر مقدار خود رسید (نمودار۱). اثر عمق بر دمای دپو بین روزهای ۲ تا ۱۳ آزمایش معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). بیشینه دمای ثبت شده برای عمق ۳۰ و ۶۰ سانتیمتری به ترتیب ۵۵/۷۳ و ۵۱/۶۱ درجه سانتیگراد در روز نهم، و برای عمق ۱۲۰ سانتیمتری ۴۵/۰۵ درجه سانتیگراد در روز ۱۲ آزمایش بود و از روز ۱۲ به بعد کاهش یافت. به طوری که در روز آخر آزمایش درجه حرارت در اعماق ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ سانتیمتری به ترتیب برابر ۳۱/۹۲، ۳۳/۸۱ و ۳۲/۹۴ درجه سانتیگراد بود که البته هنوز بالاتر از دمای محیط قرار داشت. علت افزایش دمای بستر دپو شده، فعالیت بیولوژیکی میکروارگانیسم‌ها می‌باشد (نگودیقا و اوین، ۲۰۰۹). از سوی دیگر، دمای بیشتر در سطح بالایی دپو (عمق ۳۰ و ۶۰ سانتیمتر) نسبت به عمق داخلی آن (۱۲۰سانتیمتر)، وجود اکسیژن بیشتر در سطح بالایی و در نتیجه فعالیت بیولوژیکی شدیدتر باکتری‌ها در این بخش به علت حضور اکسیژن بیشتر می‌باشد. طی پژوهش انجام شده توسط کواک و همکاران (۲۰۰۵)، دمای بستر جوجه گوشتی ۶ روز پس از دپو کردن، در شرایط هوادهی (یک و دوبار در روز)، به حداکثر رسیده است درحالی که در پژوهش حاضر، دمای

بستر از روز ۷ تا ۱۲ به حد اکثر مقدار خود رسید. در پژوهشی، دنا[۶۹] و همکاران (۱۹۷۸) گزارش کردند که بیشینه دما برای عمق ۴۰ سانتیمتر حدود ۵۴ درجه سانتیگراد در روز ۷ دپو کردن، و برای عمق ۸۰ سانتیمتر بیشینه دما ۴۶ درجه سانتیگراد در روز ۲۱ دپو کردن بوده است. در پژوهش حاضر، دمای مورد نظر در اعماق ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ سانتیمتری بررسی گردید. حدود دما برای عمق ۳۰ و ۶۰ (به ترتیب ۵۵/۷۳ و ۵۱/۶۱ سانتیگراد) در این تحقیق با عمق ۴۰ سانتیمتری در گزارش دنا و همکاران (۱۹۷۸) همخوانی دارد ولی دمای روز آخر در تحقیق حاضر کمتر از دما یگزارش شده در روز آخر توسط این محققین می باشد. علت چنین تفاوتی می‌تواند ناشی از عملکرد باکتری های خاص موجود در محل و نیز شرایط محیطی خاص هر یک از پژوهش های مزبورباشد.

منحنی تغییرات دمایی بستر دپو شده برای اعماق مختلف، از منحنی رشد سیگموئیدی جمعیت باکتریایی تبعیت می‌کند به طوری که در ابتدا رشد و تکثیر سریع باکتری‌ها موجب افزایش فعالیت بیولوژیکی بر بستر دپو شد و در نتیجه افزایش دمای زیاد طی روزهای ابتدایی گردید تا این‌که دمای دپو به بیشینه مقدار خود رسید. از آن پس، همگام با روند کاهشی تکثیر جمعیت میکروبی در منحنی رشد، دمای دپو نیز شروع به کاهش کرده است.

سطح رطوبت اثر معنی‌داری بر دمای دپو داشت (نمودارهای ۲، ۳ و ۴)، بدین صورت که دمای دپو درعمق‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ سانتیمتر در روزهای ۱ تا ۴ و ۹ تا ۲۱ تحت تأثیر سطح رطوبت بستر قرار داشت($p<۰/۰۵$)، اما اثر رطوبت بستر بر اختلاف دما بین روزهای ۵ تا ۸ معنی‌دار نبود. طی پژوهش‌های مختلف ثابت شده است که افزایش رطوبت بستر دپو شده، در محدوده مطلوب، موجب افزایش فعالیت حیاتی میکروبی می‌گردد (فورسیتی و هاییس[۷۰]، ۱۹۹۹).

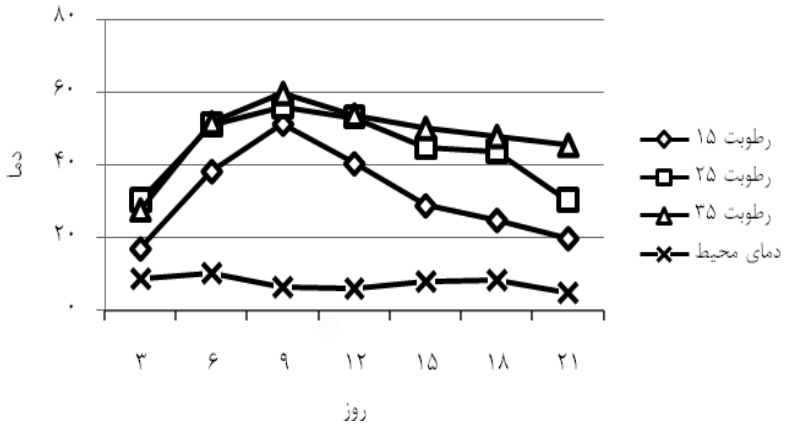
همین امر دلیل افزایش دمای بستر دپو شده با افزایش سطح رطوبت در پژوهش حاضر بوده است. افزایش دمای بستر همگام با افزایش سطح رطوبت با گزارش‌های بیوکلین[۷۱] و همکاران (۱۹۹۷)، مطابقت داشت. آن ها پیشنهاد کردند که برای تولید حرارت مناسب در بستر دپو شده باید بستر حاوی۲۰ تا ۳۰ درصد رطوبت باشد. حرارت تولیدی در شرایط نیمه‌هوازی برای از بین بردن باکتری‌های بیماری‌زا کافی می‌باشد.



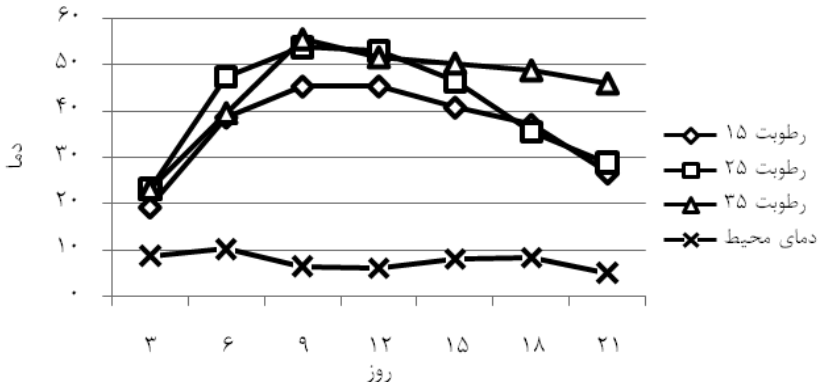
[69] Dana
[70] Forsythe and Hayes
[71] Bucklin

نمودار ۱: اثر عمق (سانتیمتر) بر دمای (درجه سانتیگراد) بستر جوجه گوشتی دپو شده

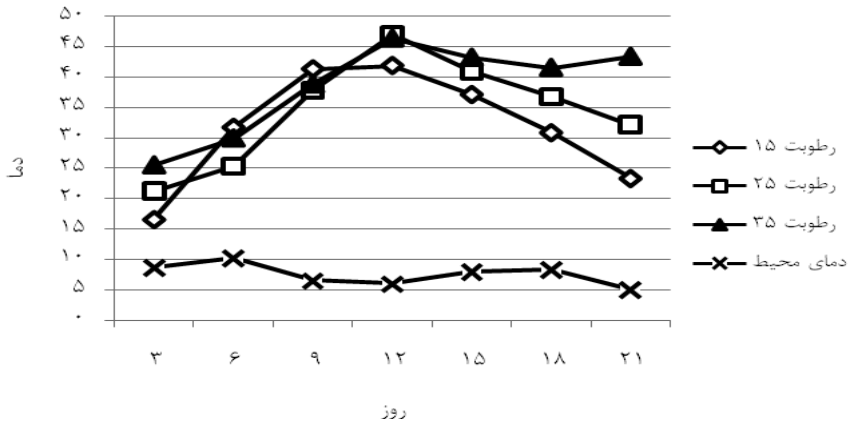
اثر متقابل عمق×رطوبت بر دمای دپو معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). به عبارت دیگر، اثر سطح رطوبت بر دمای دپو در عمق‌های مختلف متفاوت بوده است. بیشینه دما در بستر برای عمق ۳۰ و ۶۰ سانتیمتر (به ترتیب ۶۰ و ۵۵/۵۶ درجه سانتیگراد) مربوط به سطح رطوبت ۳۵ درصد بود که در روز ۹ رخ داد (نمودار۲ و ۳)، و برای عمق ۱۲۰ سانتیمتری (۴۷ درجه سانتیگراد) مربوط به سطح رطوبت ۲۵ درصد در روز ۱۲ بود (نمودار۴).



نمودار ۲: اثر سطح رطوبت (درصد) بر دمای (درجه سانتیگراد) بستر جوجه گوشتی دپو شده در عمق ۳۰ سانتیمتر



نمودار ۳: اثر سطح رطوبت (درصد) بر دمای (درجه سانتیگراد) بستر جوجه گوشتی دپو شده در عمق ۶۰ سانتیمتر



نمودار ۴: اثر سطح رطوبت (درصد) بر دمای (درجه سانتیگراد) بستر جوجه گوشتی دپو شده در عمق ۱۲۰ سانتیمتر

اثر دپو بر زنده مانی باکتری‌ها

میانگین شمارش کل میکروبی، کلی فرم‌ها، *اشرشیاکلی* و سالمونلا در اعماق و رطوبت‌های مختلف دپو در جدول ۱ ارائه شده است. اثر دپو بر جمعیت باکتریایی کل، کلی‌فرم‌ها و *اشرشیاکلی* معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). همچنین میانگین جمعیت کل باکتریایی در محیط کشت تهیه شده از بستر دپو شده در عمق ۳۰ سانتیمتر با رطوبت ۱۵ درصد و عمق ۱۲۰ سانتیمتر با رطوبت ۲۵ درصد با بستر خام (دپو نشده) تفاوتی نداشت ($p>۰/۰۵$). اما جمعیت کل باکتریایی برای سایر تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد کاهش معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$). میانگین جمعیت کلی‌فرم‌ها در عمق ۳۰ سانتیمتری با رطوبت ۲۵ درصد و عمق ۳۰ و ۶۰ سانتیمتری با رطوبت ۳۵ درصد به صفر رسید و بسترهای مذکور عاری از کلی‌فرم‌ها گردیدند. در بستر دپو شده در عمق‌های مختلف با ۳۵ درصد رطوبت هیچ‌گونه کلنی از جمعیت اشرشیاکلی مشاهده نشد ($p<۰/۰۵$). میانگین جمعیت سالمونلا در عمق ۳۰ و ۶۰ با رطوبت ۲۵ و ۳۵ درصد و عمق ۱۲۰ با رطوبت ۳۵ درصد نیز به صفر رسید. بنابراین بستر دپو شده حاوی ۳۵ درصد رطوبت به دلیل عاری شدن از باکتری‌های بیماری‌زا برای مرحله دوم (تغذیه گوسفند) انتخاب شد.

در این مطالعه میانگین تعداد کل باکتری‌ها در نمونه بستر خام با یافته‌های ایلیمم[۷۲] و همکاران (۲۰۱۰) متفاوت بود. تعداد کلی‌فرم‌ها و *اشرشیاکلی* در نمونه‌های بستر خام در مقایسه با مقادیر گزارش شده توسط کیلی[۷۳] و همکاران (۱۹۹۵) بیشتر بود ولی میانگین تعداد کلی‌فرم‌ها در این مطالعه در دامنه مقادیر مشاهده شده در مطالعه تیرزیچ و همکاران (۲۰۰۰) قرار داشت.

جدول ۱- اثر عمق و رطوبت بر میانگین جمعیت باکتری‌های بیماری‌زا در نمونه خام و دپو شده بستر جوجه گوشتی

تیمار	شمارش جمعیت میکروبی ($\log CFU^{1}/g$)			
	جمعیت کل	کلی‌فرم‌ها	اشرشیاکلی	سالمونلا
شاهد	۱۰/۶۳^{a}	۶/۵۷^{a}	۷/۴۳^{a}	۲/۶۶^{ab}
عمق ۳۰×رطوبت ۱۵	۹/۷۳^{ab}	۵/۵۰^{a}	۵/۳۰^{ab}	۳/۳۶^{ab}

[72] Elemam
[73] Kelley

عمق ۶۰×رطوبت ۱۵	۹/۲۰^{bc}	۳/۰۶^{abc}	۱/۸۳^{c}	۱/۲۰^{ab}
عمق ۱۲۰×رطوبت ۱۵	۹/۴۰^{bc}	۴/۱۰^{ab}	۳/۱۶^{bc}	۴/۶۳^{a}
عمق ۳۰×رطوبت ۲۵	۸/۸۳^{bcd}	۰^{c}	۱/۵۰^{c}	۰^{b}
عمق ۶۰×رطوبت ۲۵	۹/۱۶^{bc}	۱/۷۰^{bc}	۱/۳۰^{c}	۰^{b}
عمق ۱۲۰×رطوبت ۲۵	۹/۷۳^{ab}	۶/۲۶^{a}	۵/۵۶^{ab}	۱/۵۳^{ab}
عمق ۳۰×رطوبت ۳۵	۸/۵۳^{cd}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{b}
عمق ۶۰×رطوبت ۳۵	۸/۰۳^{d}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{b}
عمق ۱۲۰×رطوبت ۳۵	۸/۴۳^{cd}	۱/۲۶^{bc}	۰^{c}	۰^{b}
SEM	۰/۳۰۹	۱/۱۵	۱/۰۳	۱/۱۸
اثر دپو	**	**	**	ns
اثر عمق	Ns	*	ns	ns
اثر رطوبت	**	**	*	**
اثر عمق×رطوبت	Ns	*	ns	ns

۱- واحد تشکیل دهنده کلنی به ازای هر گرم نمونه بستر.

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

SEM: خطای معیار از میانگین ها.

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

محدوده قابل اطمینان برای تعیین مؤثر بودن هر نوع فرآوری برای سالم‌سازی بستر جوجه گوشتی کمتراز یک logcfu/g کلی‌فرم به ازای هر گرم نمونه در شمارش با پلیت می‌باشد (کسویل[۷۴] و همکاران، ۱۹۷۵). در بعضی از تیمار های آزمایش حاضر، این میزان به صفر رسیده است. بنابراین، میانگین جمعیت کلی فرم‌ها بعد از دپو کردن در محدوده سلامت و قابل قبول بود (جدول ۱). رطوبت دپو بر جمعیت کل باکتری‌ها و زنده‌مانی باکتری‌های بیماری‌زا اثر معنی‌داری داشت، اما اثر عمق و اثر متقابل عمق×رطوبت تنها بر جمعیت کلی‌فرم‌ها معنی‌دار بود. افزایش سطح رطوبت از طریق تحریک رشد و فعالیت باکتریایی (فرسیتی و هاییس، ۱۹۹۹) در بستر موجب افزایش حرارت شده و این افزایش حرارت باعث کاهش یا حذف میکروب‌های نامطلوب گردیده است (کواک و همکاران، ۲۰۰۵).

حذف کلی‌فرم‌ها، به سبب حساسیت این باکتری‌ها به دمای بالاتر از ۴۲ درجه سانتیگراد و همچنین به دلیل تجمع آمونیاک آزاد شده در طی شکسته شدن اسید اوریک در بستر دپو شده (مک کسکی و مرتین، ۱۹۸۸) می‌باشد. حذف و کاهش سالمونلا، تنها به دلیل افزایش حرارت دپو نمی‌باشد بلکه عوامل دیگری در تخریب این باکتری‌ها مؤثر است که یکی از مهم‌ترین این عوامل غلظت آمونیاک می‌باشد. از طرفی عوامل دیگر مانند رطوبت، pH و ترکیب طبیعی باکتری‌های بستر دپو شده ممکن است بر زنده‌مانی سالمونلا اثر بگذارند (بوش[۷۵] و همکاران، ۲۰۰۷). درجه حرارت‌های بالاتر از ۵۴ درجه سانتیگراد (ریوفین و مک

[74] Caswell
[75] Bush

کسکی، ۱۹۹۰) و ۵۰ درجه سانتیگراد (کواک و همکاران، ۲۰۰۵) به طور مؤثری باعث حذف باکتری‌های بیماری‌زا شامل کولی فرم‌ها، اشرشیاکلی و سالمونلای موجود در بستر جوجه گوشتی شده‌اند.

ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی کود بستر جوجه گوشتی دپو شده و خام در جدول ۲ نشان داده شده است. نمونه‌ها شامل ۹ نمونه دپو شده به همراه نمونه بستر خام هر کدام در ۳ تکرار مورد تجزیه آماری قرار گرفت.

خاکستر خام و مس

مقادیر خاکستر بین بسترهای دپو شده و بستر خام اختلاف معنی‌داری داشتند. در این مطالعه مقدار خاکستر با یافته‌های عزیزی و همکاران (۲۰۱۲) مشابه بود اما از مقادیر کپسولین[۷۶] و همکاران (۲۰۰۴) کمتر بود. مقدار خاکستر بستگی به طبیعت و کیفیت مواد بستر مورد استفاده و تعداد دوره‌های پرورش روی بستر(ونگ و گویچ[۷۷]، ۱۹۹۸) و میزان خاک مخلوط شده با بستر حین جمع-آوری بستر (ون رایزین، ۲۰۰۲) دارد. افزایش میزان خاکستر خام بستر دپو شده نسبت به بستر خام احتمالاً به دلیل مصرف بخشی از مواد آلی بستر در اثر تخمیر هوازی توسط میکروارگانیسم‌های تکثیر شده در بستر دپو شده می‌باشد. از طرفی اثر دپو، اثر عمق، اثر رطوبت و اثر متقابل عمق×رطوبت بر مقادیر خاکستر خام نمونه‌های دپو شده و خام معنی‌دار بودند($p<۰/۰۱$). دپو کردن، سبب بهبود شرایط رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها می‌شود (فرشیتی و هاییس، ۱۹۹۹) و با مصرف مواد آلی مقدار خاکستر خام بستر افزایش یافته است. از طرفی سطح رطوبت و عمق بیشتر سبب تشدید تخمیر و کاهش مواد آلی بستر جوجه گوشتی دپو شده می‌شود.

مقادیر مس در بستر دپو شده نسبت به بستر خام افزایش معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$). همچنین اثر عمق و رطوبت و اثر متقابل عمق×رطوبت بر مقادیر مس بستر دپو شده، معنی‌دار بود. مقدار مس در نمونه‌های خام بستر جوجه گوشت ۵۰/۷ میلی گرم در کیلو گرم ماده خشک بود که در دامنه یافته‌های رنکینز و همکاران (۲۰۰۰) قرار داشت و از مقادیر گزارش شده توسط سوپاتید[۷۸] (۲۰۰۹) و ایلیمم و همکاران (۲۰۱۰) کمتر بود. اما مقدار مس در نمونه‌های دپو شده در این مطالعه از مقادیر گزارش شده توسط بدیعی باغسیاه و همکاران (۱۳۹۲) بیشتر بود. افزایش میزان مس در بستر دپو شده نسبت به بستر خام احتمالاً به دلیل افزایش نسبت خاکستر در بستر دپو شده می‌باشد. حد اکثر میزان مس در جیره غذایی گوسفند ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک توصیه شده است (NRC, 2007) اما آندروود و ساتل[۷۹] (۱۹۹۹) میزان نیاز مس را تا ۲۸ گرم در کیلو گرم ماده خشک جیره توصیه نمودند. دلیل چنین تفاوت هایی مربوط به قابلیت جذب مس در بدن حیوان می باشد که این نیز خود تحت تاثیر عوامل مختلفی قرار می گیرد که از مهمترین آن‌ها میزان مولیبدنیوم و گوگرد می باشند به نحوی که قابلیت جذب مس را محدود می‌کنند. بنابر-این با توجه به بالا بودن نسبی (۳ تا ۶ گرم در کیلوگرم ماده خشک) گوگرد در کود مرغی (چاستین[۸۰] و همکاران، ۱۹۹۹) چنانچه از کود فرآوری شده به میزان مناسب در جیره غذایی دام استفاده شود می توان از عدم بالا رفتن مس قابل جذب در جیره غذایی

[76] Capusille
[77] Wang and Goetsch
[78] Suppadit
[79] Underwood & Suttle
[80] Chastain

اطمینان حاصل نمود.

پروتئین خام

دپو کردن تأثیر معنی‌داری بر پروتئین خام بستر جوجه گوشتی داشت (p<۰/۰۱). میانگین مقادیر پروتئین خام در این مطالعه از دامنه ارقام گزارش شده توسط بدیعی باغسیاه و همکاران (۱۳۹۲) کمتر بود و با مقادیر گزارش شده توسط عزیزی و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت. فرایند حرارتی در بستر دپو شده سبب کاهش مقادیر پروتئین خام بستر دپو شده نسبت به بستر خام می-گردد (ایلیمم و همکاران، ۲۰۱۰).

عوامل موثر در میزان پروتئین خام بستر جوجه گوشتی شامل تعداد پرنده در واحد سطح، طول دوره پرورش، جیره غذایی پرنده، تعداد دوره پرورش روی بستر، بالا بودن نسبت مواد بستر مانند تراشه چوب و اتلاف بیشتر آمونیاک در آب و هوای گرم و خشک مناطق پرورشی می‌باشد (گویچ و ایکین، ۲۰۰۰). از طرفی، رطوبت بر مقادیر پروتئین خام بستر جوجه گوشتی دپو شده اثر معنی-داری داشت (p<۰/۰۱). افزایش دما در بستر دپو شده با رطوبت ۲۵ و ۳۵ درصد در مقایسه با تیمار حاوی ۱۵ درصد رطوبت سبب افزایش تخریب حاصل از تخمیر میکروبی (متیانی و همکاران، ۲۰۰۱) و کاهش کل پروتئین خام می‌شود.

دیواره سلولی و بخش های آن

دپو کردن سبب بالا رفتن مقادیر دیواره سلولی(p<۰/۰۱)، دیواره سلولی منهای همی‌سلولز (p<۰/۰۵) و بخش نامحلول در شوینده اسیدی (p<۰/۰۱) شد. اما اثر عمق، رطوبت و اثر متقابل عمق×رطوبت بر متغیرهای ذکر شده معنی‌دار نبود. مقادیر دیواره سلولی بستر خام و دپو شده در این آزمایش از مقادیر گزارش شده توسط بدیعی باغسیاه و همکاران (۱۳۹۲) کمتر بود ولی با یافته‌های ایلیمم و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت و از مقادیر گزارش شده توسط عزیزی و همکاران (۲۰۱۲) و چودری و نصیر[81] (۲۰۱۲) بیشتر بود.

اختلاف در مقادیر گزارش شده مربوط به دیواره سلولی در مطالعات مختلف ممکن است به دلایل تراکم پرنده در واحد سطح (ایلیمم و همکاران، ۲۰۱۰) تعداد دوره‌های پرورش قبل از جمع آوری بستر(گویچ و ایکین، ۲۰۰۰)، نوع و نسبت مواد بستر(جوردن، ۲۰۰۴) باشد.

جدول۲- میانگین ترکیب شیمیایی نمونه‌های خام و دپو شده بستر جوجه گوشتی

تیمارها	متغیر ها					
	Ash	CP	NDFom	ADFom	ADL	Cu
شاهد	^{f}۱۵/۰۶	^{a}۲۵/۴۰	^{b}۳۸	^{b}۱۸/۶۶	^{b}۷/۳۳	^{c}۵۰/۷
عمق ۳۰×رطوبت ۱۵	^{d}۱۷/۱۸	^{b}۲۴/۱۳	^{a}۴۱/۳۳	^{a}۲۲	^{a}۱۱/۶۶	^{b}۵۵/۶
عمق ۶۰×رطوبت ۱۵	^{d}۱۷/۲۷	^{b}۲۴/۱۹	^{a}۴۱/۳۳	^{a}۲۲	^{a}۱۱/۳۳	^{b}۵۶/۷۵
عمق ۱۲۰×رطوبت ۱۵	^{e}۱۶/۱۶	^{bc}۲۳/۹۲	^{a}۴۰/۵	^{ab}۲۰	^{a}۱۰/۶۶	^{b}۵۶/۳۵
عمق ۳۰×رطوبت ۲۵	^{d}۱۷/۱۵	^{dc}۲۳/۳۲	^{a}۴۱	^{ab}۲۰	^{a}۱۱/۸۴	^{ab}۵۸/۹۵
عمق ۶۰×رطوبت ۲۵	^{c}۱۷/۷۴	^{bcd}۲۳/۵۸	^{ab}۳۹/۶۶	^{ab}۱۹/۳۳	^{a}۱۱/۷۵	^{ab}۵۹/۴۵

[81] Chaudhary and Naseer

عمق ۱۲۰×رطوبت ۲۵	^{dc}۱۷/۵۷	^{d}۲۳/۰۹	^{a}۴۰/۶۶	^{ab}۲۱	^{a}۱۲	^{b}۵۷/۲
عمق ۳۰×رطوبت ۳۵	^{a}۱۹/۳۱	^{bc}۲۳/۸۲	^{a}۴۱/۳۳	^{ab}۲۰	^{a}۱۲/۵	^{a}۶۳/۹
عمق ۶۰×رطوبت ۳۵	^{a}۱۹/۶۷	^{bc}۲۳/۹۳	^{a}۴۱/۶۶	^{a}۲۲	^{a}۱۲/۳۳	^{ab}۵۸/۸۵
عمق ۱۲۰×رطوبت ۳۵	^{b}۱۸/۶۱	^{bc}۲۳/۸	^{a}۴۱/۳۳	^{ab}۲۰	^{a}۱۲/۱۶	^{b}۵۸/۱
SEM	۰/۱۳۴	۰/۲۱۴	۰/۵۹۵	۰/۸۸۹	۰/۶۸۱	۱/۵۸
اثر دپو	**	**	**	*	**	**
اثر عمق	**	ns	ns	ns	ns	*
اثر رطوبت	**	**	ns	ns	ns	**
اثر عمق×رطوبت	**	ns	ns	ns	ns	*

Ash: خاکستر خام، CP: پروتئین خام، NDFom: دیواره سلولی فاقد خاکستر، ADFom: دیواره سلولی منهای همی سلولز فاقد خاکستر، ADL: لیگنین (بر اساس درصد در ماده خشک) و Cu: مس (بر اساس میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک). میانگین های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار می باشند.

SEM : خطای معیار از میانگین ها. Ns: غیر معنی‌دار، * وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد،

** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

افزایش معنی‌دار دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی‌سلولز و بخش نامحلول در شوینده اسیدی بستر دپو شده نسبت به بستر خام احتمالاً به دلیل مصرف بخشی از مواد آلی به‌ویژه کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی توسط میکروارگانیسم‌ها بوده و نیز ممکن است در اثر آسیب حرارتی در طی دوره عمل آوری دپو باشد. به هر صورت در این خصوص، نیاز به پژوهش می‌باشد.

کیفیت پروتئین بر اساس سیستم CNCPS

تغییرات ایجاد شده در کیفیت پروتئین نمونه‌های خام و دپو شده در جدول ۳ و جدول ۴ نشان داده شده است. مقادیر NPNS و NDICP در نمونه‌های دپو شده نسبت به نمونه‌های خام افزایش معنی‌داری داشتند ولی مقدار SP کاهش معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۱$). این در حالی است که مقادیر ADICP در نمونه‌های دپو شده نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است، عمل آوری با روش دپو باعث کاهش معنی‌دار بخش‌های A و B_1 بستر دپو شده نسبت به بستر خام شد ($p<۰/۰۱$) و غلظت بخش‌های B_2، B_3 ($p<۰/۰۱$) و C ($p<۰/۰۵$) در نمونه‌های دپو شده افزایش معنی-داری داشت. از طرفی عمق و رطوبت و اثر متقابل عمق×رطوبت اثر معنی‌داری بر مقادیر B_1، B_2، B_3 و C داشت، ولی تنها اثر رطوبت بر مقادیر بخش A در نمونه‌های دپو شده معنی‌دار بود.

بخش A (نیتروژن غیر پروتئینی)

غلظت نیتروژن غیر پروتئینی در نمونه‌های خام ۷۳/۲۳ درصد از پروتئین محلول و ۵۰/۳۷ درصد از کل پروتئین خام را تشکیل می-داد. این مقادیر با مقادیر گزارش شده توسط بدیعی باغسیاه و همکاران (۱۳۹۲) مشابه بود و از مقادیر گزارش شده توسط کواک و همکاران (۲۰۰۵) کمتر بود. حرارت تولیدی در طی عمل آوری دپو، باعث شکسته شدن اسید اوریک به آمونیاک می‌شود (مک کسکی و مرتین، ۱۹۸۸) که با تبخیر آمونیاک از سطح بستر دپو شده بخش A کاهش یافته است ($p<۰/۰۵$). مقادیر بخش A برای نمونه‌های دپو شده در تیمارهای مختلف متفاوت بود. این مقادیر با مشاهدات کپسولین و همکاران (۲۰۰۴) و بدیعی

باغسیاه (۱۳۹۰) مطابقت داشت. اثر عمق و اثر متقابل آن ها بر نیتروژن غیر پروتئینی بستر دپو شده معنی‌دار نبود، درحالی‌که اثر رطوبت دپو بر مقدار نیتروژن غیر پروتئینی معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). افزایش رطوبت سبب افزایش حرارت بستر دپوشده می‌گردد که این حرارت باعث کاهش نیتروژن غیر پروتئینی بستر دپو شده خواهد شد (مک کسکی و مرتین، ۱۹۸۸)، اما در بستر با رطوبت ۳۵ درصد نسبت به تیمار حاوی ۲۵ درصد رطوبت مقادیر نیتروژن غیر پروتئینی بستر بیشتر بود که احتمالاً رطوبت بالای بستر مانع از کاهش تبخیرآمونیاک بستر می‌شود.

بخش B_1 (پروتئین حقیقی با تجزیه پذیری سریع در شکمبه)

غلظت این بخش در نمونه‌های خام بستر جوجه گوشتی، ۱۸/۹۸ درصد از کل پروتئین خام بود و در سایر تیمارها نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$) و کمترین مقدار آن در تیمار با عمق ۶۰ سانتی‌متر از رطوبت ۲۵ درصد بود که ۱۱/۷۳ درصد بود. این مقادیر با یافته‌های بدیعی باغسیاه و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت داشت و از مقادیر گزارش شده توسط کپوسایل و همکاران (۲۰۰۴) و هپکیز و پوری[۸۲] (۲۰۰۱) بیشتر بود. کاهش بخش B_1 در نمونه‌های دپو شده نسبت به نمونه‌های خام به دلیل آسیب حرارتی در عمل آوری دپو می‌باشد (کپوسایل و همکاران، ۲۰۰۴).

جدول ۳- ترکیب پروتئینی نمونه‌های خام و دپو شده بستر جوجه گوشتی

تیمارها	متغیرها				
	CP	NDICP	ADICP	SP	NPNS
شاهد	^{a}۲۵/۴۰	^{d}۲/۶۷	^{b}۰/۹	^{a}۶۹/۳۶	^{g}۷۳/۲۳
عمق ۳۰×رطوبت ۱۵	^{b}۲۴/۱۳	^{cd}۲/۸۵	^{b}۰/۸۷	^{b}۶۴/۴۳	^{f}۷۴/۳۹
عمق ۶۰×رطوبت ۱۵	^{b}۲۴/۱۹	^{ab}۳/۱۸	^{b}۰/۸۷	^{c}۶۲/۶۰	^{e}۷۵/۳۸
عمق ۱۲۰×رطوبت ۱۵	^{bc}۲۳/۹۲	^{ab}۳/۱۰	^{b}۰/۹۴	^{d}۶۱/۴۰	^{e}۷۵/۲۸
عمق ۳۰×رطوبت ۲۵	^{cd}۲۳/۳۲	^{a}۳/۲۹	^{b}۱/۰۴	^{f}۵۷/۲۳	^{c}۷۷/۰۳
عمق ۶۰×رطوبت ۲۵	^{bcd}۲۳/۵۸	^{cd}۲/۸۴	^{b}۱/۱۲	^{g}۵۵/۵۲	^{b}۷۸/۲۲
عمق ۱۲۰×رطوبت ۲۵	^{d}۲۳/۰۹	^{bc}۳/۰۱	^{a}۱/۵۱	^{e}۵۹/۲۰	^{d}۷۶/۱۴
عمق ۳۰×رطوبت ۳۵	^{bc}۲۳/۸۲	^{a}۳/۳۲	^{b}۰/۹۴	^{f}۵۷/۵۱	^{a}۷۹/۱۹
عمق ۶۰×رطوبت ۳۵	^{bc}۲۳/۹۳	^{a}۳/۳۵	^{b}۱/۰۳	^{e}۵۸/۵۴	^{a}۷۹/۲۲
عمق ۱۲۰×رطوبت ۳۵	^{bc}۲۳/۸	^{ab}۳/۲	^{ab}۱/۲۶	^{e}۵۹/۱۵	^{b}۷۸/۱۴
SEM	۰/۲۱۴	۰/۰۸۱	۰/۱۲۲	۰/۲۳۶	۰/۱۵۱
اثر دپو	**	**	ns	**	**
اثر عمق	ns	ns	*	**	**

[82] Hopkins and Poore

اثر رطوبت	**	**	*	**	**
اثر عمق×رطوبت	ns	**	ns	**	**

CP: پروتئین خام، NDICP: پروتئین نامحلول در شوینده خنثی، ADICP: پروتئین نامحلول در شوینده اسیدی (درصد در ماده خشک)، TP: پروتئین حقیقی، SP: پروتئین محلول (درصد از کل پروتئین خام)، NPNS: نیتروژن غیر پروتئینی (درصد از کل پروتئین محلول)، حروف غیر مشابه در هر ستون معنی‌داری را نشان می‌دهد. SEM: خطای معیار از میانگین ها. ns: غیر معنی‌دار، * : وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ** : وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

بخش B_2 (پروتئین با میزان تجزیه پذیری متوسط در شکمبه)

غلظت بخش B_2 در نمونه‌های خام ۱۴/۳۱ درصد از پروتئین خام بود. افزایش این بخش در بستر دپو شده به دلیل آسیب ناشی از حرارت تولیدی در دپو می‌باشد (کپوسایل و همکاران، ۲۰۰۴). از طرفی اثر عمق ($p<0/05$) و رطوبت و اثر متقابل عمق×رطوبت ($p<0/01$) بر بستر دپو شده معنی‌دار بود. غلظت این بخش در این مطالعه از مقادیر گزارش شده توسط بدیعی باغسیاه و همکاران (۱۳۹۲)، و هپکیز و پوری (۲۰۰۱) کمتر بود.

جدول ۴- اثر تیمار بر اجزای کیفیت پروتئینی نمونه‌های خام و فراوری شده بستر جوجه گوشتی بر اساس سیستم **CNCPS** (درصد از کل پروتئین خام)

تیمارها	متغیرها				
	A	B1	B2	B3	C
شاهد	^{a}۵۰/۰۲	^{a}۱۸/۹۸	^{e}۱۴/۳۱	^{c}۱۱/۰۴	^{de}۵/۶۴
عمق ۳۰×رطوبت ۱۵	^{b}۴۶/۲۹	^{ab}۱۷/۷۰	^{d}۱۸/۱۵	^{bc}۱۲/۴۱	^{e}۵/۴۳
عمق ۶۰×رطوبت ۱۵	^{bc}۴۶/۰۸	^{dc}۱۵/۹۱	^{d}۱۸/۰۷	^{a}۱۴/۴۷	^{e}۵/۴۵
عمق ۱۲۰×رطوبت ۱۵	^{bcde}۴۴/۵۳	^{bc}۱۶/۴۷	^{cd}۱۹/۶۰	^{ab}۱۳/۴۸	^{cde}۵/۹۰
عمق ۳۰×رطوبت ۲۵	^{de}۴۳/۵۱	^{ef}۱۳/۴۹	^{b}۲۲/۳۷	^{a}۱۴/۱۱	^{bc}۶/۵۱
عمق ۶۰×رطوبت ۲۵	^{e}۴۳/۲۶	^{f}۱۱/۷۳	^{a}۲۷/۲۶	^{c}۱۰/۷۰	^{b}۷/۰۴
عمق ۱۲۰×رطوبت ۲۵	^{ed}۴۴/۴۴	^{de}۱۴/۵۵	^{b}۲۲/۱۵	^{bc}۱۲/۱۶	^{bc}۶/۶۸
عمق ۳۰×رطوبت ۳۵	^{bcde}۴۵/۰۳	^{f}۱۱/۹۷	^{b}۲۲/۲۳	^{a}۱۴/۸۴	^{cde}۵/۹۳
عمق ۶۰×رطوبت ۳۵	^{bcd}۴۵/۲۴	^{ef}۱۲/۷۶	^{bc}۲۱/۰۱	^{a}۱۴/۵۶	^{bcd}۶/۴۲
عمق ۱۲۰×رطوبت ۳۵	^{bc}۴۶/۶۲	^{ef}۱۳/۳۷	^{bc}۲۰/۹۸	^{bc}۱۲/۱۶	^{a}۷/۸۵
SEM	۰/۵۵۱	۰/۵۷۶	۰/۵۵۷	۰/۵۳۵	۰/۲۵۱
اثر دپو	**	**	**	**	**
اثر عمق	Ns	*	*	*	**
اثر رطوبت	**	**	**	**	**
اثر عمق×رطوبت	Ns	*	**	**	*

A: نیتروژن غیر پروتئینی، B1: پروتئین حقیقی با سرعت تجزیه زیاد، B2: پروتئین حقیقی با سرعت تجزیه پذیری

متوسط، B3 : پروتئین حقیقی با سرعت تجزیه کم، C: پروتئین نامحلول در شوینده اسیدی. حروف غیر مشابه در هر ستون معنی‌داری را نشان می‌دهد. SEM: خطای معیار از میانگین ها. ns: غیر معنی‌دار، * وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

بخش B_3 (پروتئین حقیقی با تجزیه پذیری کند در شکمبه)

غلظت این بخش از پروتئین حقیقی در نمونه‌های خام، ۱۱/۰۴ درصد از کل پروتئین خام بود. در نمونه‌های دپو شده مقادیر این بخش افزایش معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$). در این آزمایش مقادیر به دست آمده از مقادیر گزارش شده توسط بدیعی باغسیاه و همکاران (۱۳۹۲) و کپوسایل و همکاران (۲۰۰۴) بیشتر بود. کپوسایل و همکاران (۲۰۰۴) مقدار این بخش را در بستر دپو شده ۹/۳ درصد از کل پروتئین خام گزارش کردند ولی در آزمایش حاضر در بستر دپو شده در عمق سانتیمتر۳۰ از رطوبت ۳۵ درصد بیشترین مقدار (۱۴/۸۶) بود. همچنین اثر عمق ($p<۰/۰۵$)، اثر رطوبت و اثر متقابل عمق×رطوبت ($p<۰/۰۱$) بر مقدار بخش B_3 بستر دپو شده معنی‌دار بود. افزایش این بخش در بستر دپو شده به دلیل آسیب ناشی از حرارت تولیدی در دپو می‌باشد(کپوسایل و همکاران، ۲۰۰۴).

بخش C (پروتئین غیر قابل دسترس)

غلظت این بخش در نمونه‌های خام ۵/۶۴ بود. بستر دپو شده با رطوبت ۲۵ درصد و عمق ۱۲۰ سانتی‌متری نسبت به بستر دپو شده حاوی ۳۵ درصد رطوبت به‌طور معنی‌داری مقدار این بخش را افزایش دادند ($p<۰/۰۵$). این نتایج با یافته‌های بدیعی باغسیاه و همکاران (۱۳۹۲) مشابه بود اما از مقادیر گزارش شده توسط کواک و همکاران (۲۰۰۵)، هیکیز و پوری (۲۰۰۱) و کپوسایل و همکاران (۲۰۰۴) کمتر بود. افزایش بخش C به علت حرارت تولیدی بالا در مراحل اولیه دپو کردن می‌باشد (کواک و همکاران، ۲۰۰۵).

اثر عمق و رطوبت ($p<۰/۰۱$) و اثر متقابل عمق×رطوبت ($p<۰/۰۵$) بر مقدار پروتئین غیر قابل دسترس بستر دپو شده معنی‌دار بود. با افزایش رطوبت بستر، مقدار دمای تولیدی در مراحل اولیه آزمایش افزایش می‌یابد و احتمالاً این دمای بالا سبب آسیب حرارتی و تشکیل N-ADF می‌شود که باعث افزایش بخش C می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج بدست آمده نشان داد که دپو کردن بستر جوجه گوشتی با رطوبت ۳۵ درصد طی ۹ روز در شرایط محیطی شهرستان کرج، طی دی ماه، به حداکثر دمای تولیدی (۶۰ درجه سانتیگراد) رسید و باعث حذف کامل باکتری‌های بیماری‌زا و کاهش جمعیت کل باکتریایی بستر شد. بنا براین می توان با روش دپو نمودن، به فرآیند سالم سازی کود مرغی کمک نمود.

- براساس نتایج حاصله از این تحقیق و به منظور کاربردی کردن روش عمل‌آوری دپو برای بستر جوجه گوشتی از نظر شکل و ابعاد ساختمانی نیاز به مطالعات تکمیلی می‌باشد.

- با توجه به این که پژوهش حاضر در دی ماه انجام گرفت، جهت دستیابی به الگوهای کاربردی در شرایط محیطی مختلف (به ویژه شرایط دمایی) نیاز به آزمایش‌های تکمیلی در فصل های مختلف خواهد بود.

منابع مورد استفاده

بدیعی باغسیاه، م.، ی. روزبهان، ح. فضائلی و ج. رضایی. (۱۳۹۲). اثر فراوری حرارتی بر ترکیب شیمیایی، بخش های پروتئینی گوارش‌پذیری بستر جوجه های گوشتی . مجله علوم دامی ایران. شماره ۴۴. ص. ۲۱-۹.

شریفی، ک. (۱۳۷۰). کاربرد کود مرغی بستر (جوجه های گوشتی) در تغذیه گوسفند و بررسی اثرات آن بر تعدادی از پارامترهای خونی. پایان نامه دکترا . دانشکده دامپزشکی. دانشگاه تهران.

فضائلی، ح.، س.ا. میر هادی، ن. واسجی، م. عاملی، م. بابایی، د. ابراهیمی و ا.ر. صفایی (۱۳۸۹). بررسی امکان تولید خوراک مکمل انرژی-پروتئینی با استفاده از کود مرغی و ملاس چغندر. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. موسسه تحقیقات علوم دامی کشور.

Adegunloye, D.V. (2006). Microorganisms associated with poultry feces. Journal of Agricultural Environment. 4:41-42.

AOAC. (1990). Official method of analysis, 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

Ayangbile, O.A., Tallam, S.K. and Sultan, M.S. (1993). Processing of slaughter house blood and poultry litter and the effect on nutrient digestibility by steers. Animal Feed Science and Technology. 40:153-164.

Azizi-Shotorkhoft, A., Rouzbehan, Y. and Fazaeli, H. (2012). The influence of the different carbohydrate sources on utilization efficiency of processed broiler litter in sheep. Journal of Livestock Science. 148:249-254.

Bolan, N.S., Mahimairaja, S., Singh, J. and Bhandral, R. (2005). The beneficial use and the environmental management of poultry litter. Institute of Natural Resources, Massey University, Palmerston North, New Zealand.

Bucklin, R.A. Jacob, J.P. Nordstedt, R.A. Sloan, D.R. Tervola, R.S. and Mather, F.B. (1997). Storage of broiler litter. Animal Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. In: http://edis.ifas.ufl.edu.

Bush, J., Poore, H., Rogers, M. and Altier, C. (2007). Effect of stacking method on Salmonella elimination from recycled poultry bedding. Bio-resource Technology. 98:571-578.

Capucille, D.J., Poore, M.H. and Rogers, G.M. (2004). Growing and finishing performance of steers when fed recycled poultry bedding during the growing period. Journal of Animal Science. 82:3038-3048.

Caswell, L.F., Fontenot, J.P. and Webb, K.E. (1975). Effect of processing method on pasteurization and nitrogen components of broiler litter and on nitrogen utilization by sheep. Journal of Animal Science. 40:750-759.

Chastain, J.P., Camberato, J. and Skewes, P. (1999). Poultry Manure Production and Nutrient Content. In: https://www.clemson.edu/.../poultry/pch3b_00.pdf

Chaudhry, S.M. and Naseer, Z. (2012). Processing and nutritional value of broiler litter as a feed for Buffalo steers. The Journal of Animal and Sciences. 22:358-364.

Chaudhry, S.M., Fontenot, J.P., Naseer, Z. and Ali, C.S. (1996). Nutritive value of deep staked and ensiled broiler litter for sheep. Animal Feed Science and Technology. 57:165-173.

Dana, G.R., Fontenot, J.P., Duque, J.A., Sheehan, W. and Webb, K.E. (1978). Changes in characteristics of deep stacked broiler litter with time. Virginia Polytechnic Institute and State University. Research Division, Report N. 174:104-106.

Daniel, J. and Olson, K.C. (2005). Feeding poultry litter to beef cattle. Department of Animal Science, University of Missouri Extension Publication, G 277.

Elemam, M.B., Fadelelseed, A.M. and Salih, A.M. (2009). Growth performance, digestibility, N-balance and rumen fermentation of lambs fed different levels of deep-stack broiler litter. Research Journal of Animal and Veterinary Sciences. 4:9-16.

Elemam, M.B.M., Fadelelseed, A.M. and Salih, A.M. (2010). The effect of deep stacking broilerlitter on chemical composition and pathogenic organisms. Livestock Research for Rural Development. 22:4.

Fontenot, J.P. and Ross, L.J. (1980). Animal waste utilization. In: Livestock waste: A renewable resource. Proc. 4th International Symposium. Livestock Wastes.

Fontenot, J.P. (2000). Utilization of poultry litter as feed for beef cattle. Animal Residuals Management. 19:234-252.

Forsythe, J.S. and Hayes, P.R. (1999). Fundamental principles of microbiology. Food Hygiene, microbiology and Haccp (pp. 1-20). London: Elsevier applied science.

Goetsch. A.L. and Aiken, G.E. (2000). Broiler litter in ruminant diets-implications for use as a low-cost byproduct feedstuff for goats. In: Merkel, R.C., Abebe, G., Goetsch, A.L (Eds), The Opportunities and Challenges of Enhancing Goat production in East Africa. Langston University, Langston, OK, United States of America, Pp. 58-69.

Heinonen-Tanski, H., M. Mohaibes, P. Karinen and J. Koivunen. (2006). Methods to reduce pathogen microorganisms in manure. Journal of Livestock Science. 102:248-255.

Helvi Heinonen-Tanski, Mohammed Mohaibes , Paivi Karinen and Jari Koivunen. (2006). Methods to reduce pathogen microorganisms in manure .Department of Environmental Sciences ,University of Kuopio, POB 1627 , FIN 7011 Kuopio , Finland. 102: 248 (Abstract).

Hopkins, B.A. and Poore, M.H. (2001). Deep-Stacked broiler litter as a protein supplement for dairy replacement heifers. Journal of Dairy Science. 84:299-305.

Jacob, J.P., Kunkle, R.S., Trevola, R.S., Miles, R.D. and Mather, F.B. (1997). Broiler litter, Part 1: A feed ingredient for ruminants. University of Florida. Cooperative Extension service. Institute of Food and Agricultural Science.

Jordaan, J.D. (2004). The influence of bedding material and collecting period on the feeding value of broiler and layer litter. Department of Animal, Game and Grassland Science, University of the Free State. South Africa.

Kelley, T.R., Pancorbo, O., Merka, W., Thompson, S., Cabrera, M. and Barnhart, H. (1995). Bacteria pathogens and indicators in poultry litter during re-utilization. Journal of Applied Poultry Research. 4:366-373.

Kwak, W.S. and Huh, J.W. (2004). Feed hygiene and meat safety of cattle fed processed rice hulls-bedded broiler litter. Asian-Australasian Journal of Animal Science. 17:1509-1517.

Kwak, W.S., Huh, J.W. and McCaskey, T.A. (2005). Effect of processing time on enteric bacteria survival and on temperature and chemical composition of broiler poultry litter processed by two methods. Bio-resource Technology. 96:1529-1536.

Lanyasunia, T.P., Ron, W.H., Abdulrazak, S.A., Kaburu, P.K., Makori, J.O., Onyango, T.A. and Mwangi, D.M. (2006). Factors affecting use of poultry manure as protein supplement for dairy cattle in small-holder farms in Kenya. International Journal of Poultry Science. 5:75-80.

Licitra, G., Hernandez, T.M. and Van Soest, P.J. (1996). Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology. 57:347-358.

Lovett, J., Messer, W.J. and Read, R.B. (1971). The micro flora of southern Ohio poultry litter poultry. Poultry Science. 50:746-751.

Martin, S.A. and McCann M.A. (1998). Microbiological survey of Georgia poultry litter. Journal of Applied Poultry Research. 7:90-98.

Mavimbela, D.T., (2000). The nutritional value of broiler litter as a feed source for sheep during periods of feed shortage. PhD Thesis, University of Pretoria.

McCaskey, T.A. and Martin, J.B. (1988).Evaluation of a process for improved quality and microbial safety broiler litter. Biological Wastes. 25:209-218.

McCaskey, T.A., Sutton, A.L., Lincoln, E.P., Dobson, D.C. and Fontenot, J.P. (1985). Safety aspects of feeding animal waste; Utilization and management. Proc. 5th Int. Symposium on Livestock Wastes, 16-17 December, Chicago, IL, American Society of Agricultural and Biological Engineers Publication. Pp. 275-285.

McColur, W.H. and Fontenot, J. P. (1985). Feeding broiler litter deep stacked or ensiled with corn forage to finishing cattle. Agricultural Waste Utilization and Management, ASAE, St. Joseph, MI, p 254.

Mthiyane, D.M.N., Nsahlai, I.V. and Bonsi, M.L.K. (2001). The nutritional composition, fermentation characteristics, in Sacco degradation and fungal pathogen dynamics of sugarcane tops ensiled with broiler litter with or without water. Animal Feed Science and Technology. 94:171-185.

National Research Council (2007). Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervide and New York Camelids. National Academy of Science, Washington, DC.

Ngodigha, E.M. and Owen, O.J. (2009). Evaluation of the bacteriological characteristics of poultry litter as feedstuff for cattle. Scientific Research and Essay. 4:188-190.

Omeria, N., Barbour, E.K., Nehme, P.A., Hamadeh, S.K., Zurayk, R. and Bashour, I. (2006). Microbiological and chemical properties of litter from different chicken types and production systems. Science of the Total Environment. 367:156-162.

Pugh, D.G., Rankins, D.L., Eason, J.T., Wenzel, J.G.W. and Spano, J.S. (1994). The effect of feeding broiler litter on the serum calcium, phosphorous and magnesium concentration of beef brood cows. Veterinary Clinics North American Food Animal Practice. 1:18-22.

Rankins, Jr, D.L., Eason, J.T., McCaskey, T.A., Stephenson, A.H. and Floyd, J.G. (1993). Nutritional and toxicological evaluation of three deep-staking methods for the processing of broiler litter as a foodstuff for beef cattle. Animal Production. 56:321-326.

Rankins, D. (2000). Feeding broiler litter to beef cattle. Alabama Cooperative Extension.

In:www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0557/ANR-0557.

Rankins, D.L., Poore, M.H., Capucille, D.J. and Rogers, G.M. (2002). Recycle poultry bedding as cattle feed. Veterinary Clinics North American Food Animal Practice. 18:253-266.

Rude, B.J., Rankins, D.L. and Dozier, W.A. (1994). Nitrogen and energy metabolism and serum constituents in lambs given broiler poultry litter processed by three deep-stacking methods. Animal Production. 58:95-101.

Ruffin, B.G. and McCaskey, T.A. (1990). Broiler litter can serve as a feed ingredient for beef cattle. Feedstuffs. 62:13-27.

Sniffen, C.J., J.D. O'Connor, D.G. Fox, & J.B. Russell. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. Journal of Animal Science. 70:3562-3577.

Sreehari, S. and Sharma, R.K. (2011). Effect of ensiling broiler litter with fermented milk as inoculants. Veterinary World. 4:31-33.

Suppadit, T. (2009). Poultry waste pelleting process on fertilizing values of broiler litter. Journal of International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences. 15:136-146.

Suppadit, T. and Poungsuk, P. (2010). Utilization of broiler litter pellets to substitute mixed feed pellets in fattening steers. Journal of International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences. 16:55-67.

Terzich, M., Pope, M.J., Cherry, T.E. and Hollinger, J. (2000). Survey of pathogens in poultry litter in the United States. Journal of Applied Poultry Research. 9:287-291.

Theodoropoulos, G . (2003). The sanitation of farm animal manure from parasites. Journal of the Hellenic Veterinary Medicine Society. 54:146-153.

Underwood, E.J. and Suttle, N. (1999). The Mineral Nutrition of Livestock, 3rd ed. New York: CAB International.

Van Ryssen, J.B.J. (2001). Poultry litter as a feed ingredient for ruminant: the South African situation. South African Society of Animal Science.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch carbohydrate in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74:3583-3597.

Vendramini, D., Grassi, V. and Zagatto, E.A.G. (2006). Spectrophotometric flow-injection determination of copper and nickel in plant digests exploiting differential kinetic analysis and multi-site detection. Analytica Chemica Acta. 570:124-128.

Wang, Z.S. and Goetsch, A.L. (1998). Intake and digestion by Holstein steers consuming diets based on litter harvested after different numbers of broiler litter growing periods or with molasses addition before deep-stacking. Journal of Animal Science. 56:157-167.

Abstract
This study was conducted to investigate the effects of deep-stacking process, with different moisture contents, on the nutrients concentration and disinfection of broiler litter (BL). Broiler litter was provided from poultry house of Animal Science Research Institute (Karaj, Iran) and deep-stacked with three moisture levels (15, 25 or 35%), using 1×1×1.5 m containers, prepared with still frame and nylon sheet. Daily temperature of the deep-stacked BL at different depths (30, 60 and 120 cm) was recorded during 21 days. At the finite temperature point, representative samples were taken from different depths. The raw BL and deep-stacked samples were studied for microbial contents including total count, and specific microorganisms (Salmonella*, Escherichia coli* and *C*oliformes) and chemical compositions. Data were statistically analised, using a split plot design. The maximum temperature (55.7 and 51.6˚C) was recorded, in 9th days of starting, for 30 and 60cm depths, respectively. But the maximum temperature (45.1˚C) was lower for 120cm depths in 12th day; thereafter it showed a reduction trend. The temperature was affected by moisture contents in different depths ($P<0.05$), during days 1-4 and 9-12. An interaction effect of moisture×depths was found on the variation of temperature. The bacterial count, Coliforms and *Escherichia coli* (*E. coli*) were decreased as compared with non processed samples ($P<0.05$) with the exception of the 30cm-depth at 15% moisture and 120cm-depth at 25% moisture. There was not any Coliforms count in processed BL at depth 30cm with 25% moisture and at depth 30 and 60cm with 35% moisture. The *E. coli*. populations were zero at the different depths of deep-stacked BL with 35% moisture. The Salmonella count was zero at depths 30 and 60cm with 25 and 35% moisture contents and at depth 120cm with 35% moisture content. Deep-stacking BL, with 25 and 35% moisture increased temperature and reduced organic matter and crude protein but increased NDF and ADF ($P<0.05$). Protein fractions were also affected by the deep stacking with decreasing fractions A and B_1 but increasing B_2, B_3 and C. Fractions B_1, B_2, B_3 and C were affected by depths, moisture and their interactions but fractions A was affected only by the moisture levels.
Overall, deep-stacking BL with 35% of moisture for 9 days (to reach the final destined temperature of 60˚C) decreased the total count bacteria and other Coliforms and eliminated the pathogenic bacteria (*E. coli* and Salmonella).

Key words: broiler litter, deep-stacking, pathogenic bacteria

Title: Effect of dip stocking process method on the nutritive value and immunity of poultry litter

Approved No: 4-13-13-91158

Research Worker: Hassan Fazaeli

Research Fellow (S): Narges Vaseji

Research Institute: Animal Science Research Institute (ASRI)

Publisher: Animal Science Research Institute (ASRI)

Circulation: 33

Date of Publishing: March 2016

This Scientific work has been registered with the registration number of 49684

21/Jun/2016 in the Agricultural Information and Scientific Documents Center.

All rights reserved. No Part of this Publication may reproduce or transmitted without the original reference.

Ministry of Jahade-Keshavarzi
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Animal Scienec Resources Institute

FINAL REPORT OF RESEARCH PLAN

Effect of dip stocking process method on the nutritive value and immunity of poultry litter

Hassan Fazaeli

Published in: 2016
R/N:49684