

بررسی اثرات استفاده از سطوح مختلف سبوس برنج بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار

علی نوبخت^۱، علیرضا صفامهر^۲ و یوسف میهمان‌نواز^۲

چکیده

این آزمایش جهت بررسی امکان استفاده از سطوح مختلف سبوس برنج روی عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با تعداد ۲۵۶ قطعه مرغ تخم‌گذار در ۴ تیمار و ۴ تکرار و با سطوح صفر (شاهد)، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد سبوس برنج به مدت ۸ هفته انجام شد. میزان تولید تخم‌مرغ و نیز وزن متوسط تخم‌مرغ‌ها به طور روزانه از طریق توزین و تولید توده‌ی تخم‌مرغ و نیز خوراک مصرفی به صورت هفتگی اندازه‌گیری شد. ضخامت پوسته‌ی تخم‌مرغ‌ها با استفاده از میکرومتر با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر در وسط تخم‌مرغ و در سه نقطه اندازه‌گیری شد و معدل آن‌ها به عنوان ضخامت نهایی پوسته در نظر گرفته شد. این کار برای ۴ عدد تخم‌مرغ انجام شده و میانگین آن‌ها به عنوان ضخامت نهایی پوسته‌ی تخم‌مرغ برای هر یک از واحدهای آزمایشی در نظر گرفته شد. نتایج حاصله نشان داد که افزودن سبوس برنج تا ۷/۵ درصد به جیره‌های غذایی مرغ‌های تخم‌گذار، تأثیر معنی‌داری روی عملکرد آن‌ها ندارد، ولی افزودن ۱۰ درصدی آن موجب کاهش معنی‌دار درصد تولید تخم‌مرغ، تولید توده‌ای و نیز افزایش ضریب تبدیل مواد غذایی می‌گردد. لذا می‌توان از سبوس برنج تا سطح ۷/۵ درصد در جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار بدون داشتن هیچ‌گونه اثر نامطلوبی در عملکرد استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، مرغ تخم‌گذار، سبوس برنج، تخم‌مرغ

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۵/۲۰ تاریخ پذیرش: ۸۶/۸/۲۹

۱- عضو هیأت علمی گروه مهندسی علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه anobakht20@yahoo.com

۲- اعضای هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه

نوبخت، ع. بررسی اثرات استفاده از سطوح مختلف سبوس...

مقدمه و بررسی منابع

سبوس برنج یکی از فراورده‌های فرعی کشاورزی می‌باشد که به میزان زیادی در استان‌های شمالی کشور در کارخانه‌های برنج کوبی در جریان استحصال برنج تولید می‌گردد (۸). علاوه بر پوسته‌ی برنج، سبوس حاوی خرده‌های برنج و نیز محتویات داخلی دانه‌های شکسته شده شامل پریکارپ، آلورون، جنین و ذرات ریز نشاسته‌ای آندوسپرم است، هم‌چنین از لحاظ ویتامین‌های ب - کمپلکس غنی بوده و ۷۴ درصد اسیدهای چرب آن غیر اشباع می‌باشد (۴). پروتئین و چربی موجود در سبوس برنج از ارزش بیولوژیکی نسبتاً بالایی برخوردار است (۹). قیمت سبوس برنج در مقایسه با بقیه‌ی منابع انرژی زای جیره کم‌تر بوده و استفاده از آن در جیره‌های غذایی مرغ‌های تخم‌گذار موجب کاهش قیمت تمام شده‌ی تخم‌مرغ تولیدی می‌گردد (۴). میزان الیاف خام موجود در سبوس برنج تولید شده در ایران بالا بوده و گمان می‌رود استفاده از سطوح بالای آن بدون عمل‌آوری، موجب افزودن محتوای الیاف خام جیره و در نتیجه کاهش عملکرد پرنده‌ها گردد (۸).

سبوس برنج دارای ترکیبات ضد تغذیه‌ای به‌ویژه آنزیم‌های با منشأ داخلی لپاز و پراکسیداز می‌باشد که این ترکیبات ضد تغذیه‌ای در جریان برنج کوبی آزاد شده و موجب اکسید شدن چربی‌ها و روغن‌های موجود می‌گردند (۱۵). در اثر فعالیت این آنزیم‌ها چربی و روغن‌های موجود در سبوس اکسید شده و از خوش‌خوراکی آن کاسته می‌شود. مصرف چنین سبوس‌هایی موجب کاهش رشد در جوجه‌های گوشتی می‌گردد (۷). از جمله عواملی که میزان مصرف سبوس برنج را در طیور کاهش می‌دهد، فیتین موجود در آن می‌باشد (۱۵). فیتین نه تنها موجب زیست‌فراهمی

اندک فسفر می‌گردد، بلکه جذب سایر عناصر از قبیل روی، آهن، کلسیم و منگنز را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (۵ و ۱۲). مصرف سبوس برنج عمل‌آوری نشده اثرات نامطلوبی روی هضم و جذب پروتئین و مصرف انرژی می‌گذارد که احتمال دارد بخشی از این نارسایی‌ها ناشی از وجود مواد بازدارنده‌ی فعالیت آنزیم‌های گوارشی مانند پپسین و تریپسین باشد (۱۰). گزارش شده است که ۵۰ الی ۶۰ درصد روغن موجود در سبوس برنج در ۴ الی ۶ هفته اول بعد از ذخیره‌سازی آن در شرایط حرارتی و رطوبتی نامناسب محیطی اکسید شده و از بین می‌رود، لذا استفاده از مواد ضد اکسیداسیون زمانی مؤثر است که درجه حرارت و رطوبت محیط نگهداری سبوس مناسب باشد (۱۱). با جدا کردن قسمتی از روغن موجود در سبوس برنج می‌توان طول مدت نگهداری آن را بالا برده و به نحو بهتری آن را در مقابل اکسیداسیون محافظت کرد (۲). امروزه پیشرفت تکنولوژی این امکان را به وجود آورده است که با استفاده از روش‌های مختلف عمل‌آوری شیمیایی و فیزیکی، تا حد زیادی اثرات عوامل ضد تغذیه‌ای موجود در مواد خوراکی از جمله سبوس برنج را از بین برده و موجبات استفاده بهتر از مواد مغذی آن را در انواع حیوانات مزرعه‌ای از جمله طیور فراهم کند. سبوس برنج در صورتی که عاری از آمیختگی با پوسته‌ی برنج باشد و مقدار زیاد روغن آن بتواند با ماده‌ی ضد اکسید شدن محافظت شود، به صورتی که قسمت اعظم انرژی آن از طریق فساد اکسیدی از بین نرود، ماده اولیه‌ی بسیار عالی برای تغذیه طیور می‌باشد (۱). البته فعلاً استفاده از این روش‌ها کاملاً برای تمامی تولیدکنندگان میسر نبوده و آن‌ها مجبورند از

ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. درجه حرارت محیط کنترل شده و تمامی مرغ ها به صورت آزاد به غذا و آب آشامیدنی دسترسی داشتند.

میزان تولید تخم مرغ و نیز وزن متوسط تخم مرغ ها به طور روزانه از طریق توزین و تولید توده‌ی تخم مرغ^۱ و نیز خوراک مصرفی به صورت هفتگی اندازه گیری شد.

در پایان دوره‌ی پرورش از هر تکرار تعداد ۴ عدد تخم مرغ به تصادف انتخاب و بعد از توزین، وزن مخصوص آن ها با استفاده از روش غوطه‌ورسازی در محلول آب نمک تعیین شد، بعداً تخم مرغ ها شکسته شده و واحدها و (Haugh unit) در سفیده‌ی غلیظ آن ها اندازه گیری شد. محتویات پوسته‌ی تخم مرغ ها نیز تمیز شده و پوسته ها به مدت ۴۸ ساعت برای خشک شدن در دمای اطاق نگهداری شدند. بعد از خشک شدن، وزن آن ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه گیری شد. ضخامت پوسته‌ی تخم مرغ ها با استفاده از میکرومتر با دقت ۰/۰۰۱ میلی متر در وسط تخم مرغ و در سه نقطه اندازه گیری شد و معدل آن ها به عنوان ضخامت نهایی پوسته در نظر گرفته شد. این کار برای ۴ عدد تخم مرغ انجام شده و میانگین آن ها به عنوان ضخامت نهایی پوسته‌ی تخم مرغ برای هر یک از واحدهای آزمایشی در نظر گرفته شد. برای تخمین استحکام پوسته نیز از معیار میلی گرم وزن پوسته به ازای هر سانتی متر از سطح آن استفاده شد.

در پایان داده های حاصله با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای مقایسه تفاوت بین میانگین ها از آزمون چند

سبوس برنج عمل آوری نشده در جیره های غذایی طیور استفاده کنند (۹).

گالینگر و همکاران (۲۰۰۴) گزارش نموده اند که استفاده از سبوس برنج به میزان بیشتر از ۲۰ درصد در جیره غذایی جوجه های گوشتی، موجب کاهش عملکرد آن ها می گردد. در رابطه با استفاده از سطوح مختلف سبوس برنج روی عملکرد مرغ های تخم گذار حق نظر و رضایی (۲۰۰۴) گزارش نموده اند که استفاده از سبوس برنج تا سطح ۲۵ درصد جیره تأثیر سویی روی عملکرد آن ها ندارد، در حالی که گزارش دیگری نشان می دهد که استفاده از سبوس برنج به میزان بیشتر از ۱۰ درصد در جیره های غذایی مرغ های تخم گذار عملکرد آن ها را کاهش می دهد (۴).

این آزمایش جهت بررسی دقیق استفاده از سطوح مختلف سبوس برنج عمل آوری نشده روی عملکرد مرغ های تخم گذار انجام شد.

مواد و روش ها

در این آزمایش تعداد ۲۵۶ قطعه مرغ تخم گذار سویه های لاین سفید W36 از سن ۶۵ تا ۷۲ هفتگی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۴ تکرار به مدت ۸ هفته تحت تأثیر جیره هایی با سطوح مختلف سبوس برنج (۰، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد) قرار گرفتند. جیره های آزمایشی بر اساس ذرت- سویا، با توجه به نیازمندی های توصیه شده ی کاتالوگ سویه ی مورد پرورش با مقدار انرژی قابل متابولیسم ۲۸۱۷ کیلوکالری و پروتئین ۱۵ درصد یکسان توسط نرم افزار جیره نویسی UFFDA تنظیم گردید (جدول ۱).

در طول آزمایش شرایط محیطی برای همه گروه های آزمایشی یکسان بود. برنامه نوری ۱۶

جدول ۱- ترکیبات جیره‌های غذایی (درصد)

۱۰ درصد سبوس برنج	۷/۵ سبوس برنج	۵ درصد سبوس برنج	شاهد بدون سبوس برنج	ماده خوراکی (%)
۴۸/۰۷	۳۰/۱۳	۳۰	۳۰	ذرت
۱۰	۷/۵	۵	۰	سبوس برنج
۲۰/۱۴	۱۸/۴۶	۱۸/۸۲	۱۹/۵۶	کنجاله سویا
۵/۸۲	۲۷/۹۱	۲۹/۴۹	۳۲/۳۴	گندم
۴	۴	۴	۴	چربی
۹/۲۶	۹/۲۵	۹/۲۳	۹/۱۹	پوسته صدف
۱/۶۹	۱/۷۱	۱/۷۳	۱/۷۷	پودر استخوان
۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴	نمک طعام
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل معدنی
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینی
۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۴	متیونین
۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	لیزین
				آنالیز
۲۲۳۰	۲۲۴۰	۲۲۵۰	۲۲۶۰	قیمت هر کیلو گرم (ریال)
۲۸۱۷	۲۸۱۷	۲۸۱۷	۲۸۱۷	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلو گرم)
۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	پروتئین خام (%)
۴/۱	۴/۱	۴/۱	۴/۱	کلسیم (%)
۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴	فسفر (%)
۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	سدیم (%)
۰/۷۶	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۷۴	لیزین (%)
۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۳۵	متیونین (%)
۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	تریپتوفان (%)

گروه آزمایشی استفاده کننده از جیره‌ی حاوی ۷/۵ درصد سبوس برنج با این گروه وجود داشت. با افزودن سبوس برنج تا ۷/۵ درصد تفاوت معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی مشاهده نشد، ولی در سطح ۱۰ درصد با سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید.

کاهش میزان تولید تخم مرغ در تیمار ۱۰ درصد سبوس برنج می‌تواند ناشی از افزایش درصد فیبر جیره باشد، چرا که میزان فیبر موجود در سبوس برنج‌های تولیدی در ایران بیشتر از سایر کشورها می‌باشد (۸). ارسین و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش نموده‌اند که کاهش عملکرد مرغ‌ها با استفاده از ۱۵ درصد سبوس برنج در جیره‌های غذایی آن‌ها ناشی از افزایش میزان فیبر و نیز حجم جیره‌ها می‌باشد (۴). همبستگی مثبتی بین درصد تولید و وزن متوسط تخم مرغ و تولید توده‌ای وجود دارد، بدین معنی که هر چقدر درصد تولید بالا و وزن تخم مرغ‌ها بیشتر باشد، تولید توده‌ای نیز بیشتر خواهد شد. گروه آزمایشی حاوی ۷/۵ درصد سبوس برنج تقریباً نسبت به بقیه گروه‌ها بیشترین درصد تولید و بیشترین میزان وزن متوسط تخم مرغ را داشت که بیشترین میزان وزن توده‌ای تخم مرغ نیز متعلق به این گروه آزمایشی بود (جدول ۲). اسید لینولئیک موجود در سبوس برنج از جمله عوامل تأثیرگذار بر اندازه تخم مرغ است که موجب شده است گروه حاوی ۷/۵ درصد سبوس برنج، متوسط وزن بالای تخم مرغ را نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی داشته باشد. حق نظر و رضایی (۲۰۰۴) نیز افزایش وزن تخم مرغ‌ها را با استفاده از سبوس برنج در جیره‌های غذایی، ناشی از زیاد بودن میزان اسید لینولئیک در سبوس برنج دانسته‌اند (۸). کاهش تولید

دامنه‌ای دانکن استفاده شد (۱۳) که مدل ریاضی آن به صورت زیر می‌باشد:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

که در فرمول فوق:

Y_{ij} : مقدار عددی هر یک از مشاهدات در آزمایش

μ : میانگین جمعیت

T_i : اثر جیره

E_{ij} : اثر خطای آزمایش

در نظر گرفته شده است.

نتایج

نتایج حاصل از صفات تولیدی در جدول ۲ آمده است. در پایان آزمایش تفاوت معنی‌داری در میزان خوراک مصرفی روزانه و وزن تخم مرغ در تیمارهای مختلف آزمایشی مشاهده نشد. اضافه کردن سبوس برنج تا سطح ۷/۵ درصد نه تنها تأثیر سویی روی میزان تولید تخم مرغ، تولید توده‌ای و نیز ضریب تبدیل غذایی نداشت، بلکه در مواردی موجب بهبود آن‌ها نیز شد. استفاده از سبوس برنج به میزان ۱۰ درصد تأثیرات سوء معنی‌داری روی درصد تولید، تولید توده‌ای و ضریب تبدیل غذایی داشت.

با توجه به جدول ۲، استفاده از سبوس برنج به میزان ۱۰ درصد، میزان تولید تخم مرغ را به ۷۱/۴۳ درصد کاهش داد. میزان تولید تخم مرغ در گروه‌های آزمایشی حاوی ۵ و ۷/۵ درصد سبوس برنج به ترتیب ۷۲/۹۲ و ۷۵ درصد بود که تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد نداشتند. تولید توده‌ای تخم مرغ از ۴۷/۵۳ گرم در گروه شاهد به ۴۸/۷۲ گرم در گروه حاوی ۷/۵ درصد سبوس برنج افزایش یافت، ولی در تیمار حاوی ۱۰ درصد سبوس برنج این مقدار به ۴۵/۱۴ کاهش یافت که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین

رضایی (۲۰۰۴) و ارسین و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر سویی را با استفاده از سطوح ۲۵ و ۱۵ درصد سبوس برنج عمل آوری نشده در جیره‌های غذایی مرغ‌های تخم‌گذار مشاهده نکردند که با نتایج تحقیق حاضر مغایرت دارد (۴ و ۸).

توده‌ای و نیز سایر پارامترهای تولیدی در جیره‌ی حاوی ۱۰ درصد سبوس برنج را می‌توان به افزایش میزان فیبر جیره‌ها و نیز فعالیت بیشتر عوامل ضد تغذیه‌ای و بازدارنده‌ی موجود در سبوس نسبت داد (۴، ۷ و ۱۱). در خصوص ضریب تبدیل غذایی، حق نظر و

جدول ۲- اثر سطوح مختلف سبوس برنج بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار

سطوح سبوس برنج (%)	تولید تخم مرغ (درصد)	وزن تخم مرغ (گرم)	تولید توده‌ای (گرم)	خوراک مصرفی (گرم)	ضریب تبدیل (گرم:گرم)
۰	۷۵/۹۸ ^a	۶۲/۶۲	۴۷/۵۳ ^{ab}	۱۱۳/۷۳	۲/۳۹ ^b
۵	۷۲/۹۲ ^{ab}	۶۳/۶۷	۴۶/۴۴ ^{ab}	۱۱۳/۴۸	۲/۴۷ ^{ab}
۷/۵	۷۵/ ^{ab}	۶۳/۹۵	۴۸/۷۲ ^a	۱۱۴/۱۹	۲/۳۸ ^b
۱۰	۷۱/۴۳ ^b	۶۳/۴۶	۴۵/۱۴ ^b	۱۱۵/۲۱	۲/۶۰ ^a
SEM	۱/۳۱	۰/۴۳	۰/۹۴	۱/۷۲	۰/۰۶

ستون‌های دارای حروف متفاوت، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار با هم دارند ($P < 0.05$).

جدول ۳- اثر سطوح مختلف سبوس برنج بر کیفیت تخم مرغ

سطوح سبوس برنج (%)	وزن مخصوص (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	وزن پوسته (گرم)	ضخامت پوسته (میلی‌متر)	واحد هاو (واحد بر سانتی‌متر مربع)	وزن واحد سطح پوسته (گرم بر سانتی‌متر مربع)
۰	۱/۰۷۵	۶/۳۴	۳۱۶	۷۹/۱۶	۸۳/۵
۵	۱/۰۸۰	۶/۱	۳۰۸	۷۷/۸۰	۸۰/۱۳
۷/۵	۱/۰۷۴	۶/۳۶	۳۱۷	۷۸/۷۸	۸۳/۲۵
۱۰	۱/۰۸۳	۶/۴۳	۳۲۱	۷۹/۶۸	۸۵/۵۰
SEM	۰/۰۰۳۸	۰/۱۲۹	۰/۰۰۴۳	۲/۰۴	۱/۶۳

با توجه به نتایج تحقیق حاضر می توان چنین بیان نمود که استفاده از سبوس برنج عمل آوری نشده تا سطح ۷/۵ درصد در جیره های غذایی مرغ های تخم گذار، نه تنها تأثیر سویی روی عملکرد آن ها ندارد، بلکه موجب بهبود صفات تولیدی و کاهش هزینه های تغذیه ای می گردد، لذا ابداع روش های ساده و کم هزینه در عمل آوری سبوس برنج و کاهش عوامل بازدارنده و ضد تغذیه ای احتمالی موجود، جهت استفاده حداکثر از این فراورده ی فرعی ضروری به نظر می رسد.

نتایج حاصل از کیفیت تخم مرغ در (جدول ۳) آمده است. همان طور که در جدول نیز مشاهده می شود تیمارهای مختلف آزمایشی تفاوت معنی داری با هم در رابطه با کیفیت تخم مرغ نداشتند. در رابطه با کیفیت تخم مرغ با استفاده از سطوح مختلف سبوس برنج، یافته های این آزمایش مطابق یافته های حق نظر و رضایی (۲۰۰۴) می باشد، در حالی که ارسین و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نموده اند که استفاده از سبوس برنج به میزان ۱۵ درصد موجب افزایش معنی دار واحد هاو و کیفیت داخلی تخم مرغ ها می شود (۴).

منابع

- ۱- پور رضا، ج. ۱۳۷۹. تغذیه مرغ، جلد ۱ و ۲. انتشارات ارکان.
- ۲- صوفی سیاوش، ر. ۱۳۶۵. تغذیه دام. انتشارات عمیدی.
- 3- Anonymous . 2006. Hy-Line variety W-36 commercial management guide 2006-2008. Hy-Line international publication. West Des Moines, Iowa U.S.A.
- 4- Ersin Samli, H., N. Senkoylu, H. Akyurek and A. Agma. 2006. Using rice bran in laying hens diets. Cent. Eurp. Agi. 1:135-140.
- 5- Ferrell, D.J. 1994. Utilization of rice bran in diet for domestic fowel and ducklings. World's . Poult. Sci. 19:115-130.
- 6- Gallinger, C.I., D.M. Suarez and A. Irazusta. 2004. Effects of rice bran inclusion on performance and bone mineralization in broiler chicks. J. App. Poult. Res. 13:183-190.
- 7- Gunawan, B. and B. Tangendjaja. 1988. The effect of long storage of rice bran for growing broiler chickens. Ilmu dan Peternakan. 3:135-138.
- 8- Hagnazar, A. and M. Rezaei. 2004. To determine the metabolizable energy of rice bran and the use of it in layer ration. XII. World's Poult. Cong. Istanbul. Turkey. 8-13.
- 9- Khan, A. D. 2004. Making rice bran, a cereals alternative. Feed Int. June. P:18-19.
- 10- Kies, A., K. Van Hemert and W. C. Sauer. 2001. Effects of phytase on protein and amino acid digestibility and energy utilization. World's . Poult. Sci. J. 57:109-129.
- 11- Randall, J. M., R.N. Sayre, W.G. Schultz, R.G. Fong, A.P. Mossman, R.E. Tribelhom and R.M. Saunders. 1985. Rice bran stabilization by extrusion cooking for extraction of edible oil. J. Food. Sci. 50: 361-366.
- 12- Ravindran, V., W. L. Bryden and E. T. Kornegay. 1995. Phytates: occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. Poult and Avia. Bio. Rev. 6(2):125-143.

- 13- SAS Institute. 1994. SAS Users Guide: Statistics Version 6.12 Ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- 14- Tangendjaja, B. and J. B. Lowry. 1985. Improved utilization of rice bran: a rapid field method for estimating hull content. Ilmu dan Peternakan. 1:314-343.
- 15- Warren, B. E. and D. J. Farrel. 1991. The nutritive value of full – fat Australian rice bran. V. the apparent relation of mineral and apparent digestibility of amino acid in chicken and adults cockerels fitted with ileal cannulae. Anim. Feed. Sci. Tech. 34:323-342.