

3 种硒源对蛋鸡生产性能、蛋硒含量及转化率的影响

胡华锋^{1,2} 黄炎坤¹ 介晓磊^{3*} 郭孝¹ 胡承孝^{2*} 鲁剑巍² 赵京⁴

(1. 郑州牧业工程高等专科学校, 郑州 450011; 2. 华中农业大学资源与环境学院, 武汉 430070;

3. 黄淮学院生物工程系, 驻马店 463000; 4. 河南农业大学资源与环境学院, 郑州 450002)

摘要: 本试验旨在研究饲料中添加植物硒——富硒苜蓿、无机硒——亚硒酸钠和生物硒——酵母硒 3 种硒源对蛋鸡生产性能、蛋硒含量及转化率的影响。选取 50 周龄健康罗曼蛋鸡 300 羽, 随机分成 5 组, 每组 4 个重复, 每个重复 15 羽。试验 1 组为对照组, 饲喂基础饲料, 试验 2 组饲喂在基础饲料中添加 15% 普通苜蓿粉的试验饲料, 试验 3、4 组饲喂在试验 2 组饲料中分别添加 1.60 mg/kg 亚硒酸钠和 730 mg/kg 酵母硒的试验饲料, 试验 5 组饲喂在基础饲料中添加 15% 富硒苜蓿粉的试验饲料, 试验期为 38 d。结果表明: 1) 基础饲料中添加富硒苜蓿能显著提高蛋鸡产蛋率和日产蛋量 ($P < 0.05$), 显著降低料蛋比 ($P < 0.05$); 添加酵母硒可显著提高产蛋率 ($P < 0.05$), 而添加普通苜蓿、亚硒酸钠和酵母硒对日产蛋量和料蛋比均无显著影响 ($P > 0.05$)。2) 基础饲料中添加亚硒酸钠、酵母硒和富硒苜蓿均可极显著提高蛋硒含量 ($P < 0.01$), 其中富硒苜蓿组蛋硒含量极显著高于添加亚硒酸钠组 ($P < 0.01$), 却极显著低于酵母硒组 ($P < 0.01$); 各组蛋硒含量随试验期的延长而增加, 3 种硒源组蛋硒转化率大小顺序为: 酵母硒 > 富硒苜蓿 > 亚硒酸钠, 均极显著低于对照组 ($P < 0.01$)。由此可知, 蛋鸡饲料中添加富硒苜蓿, 其生产性能略优于添加酵母硒, 明显优于添加普通苜蓿和亚硒酸钠; 蛋鸡的蛋硒含量极显著高于亚硒酸钠, 但极显著低于酵母硒, 3 种硒源蛋硒转化率大小顺序为: 酵母硒 > 富硒苜蓿 > 亚硒酸钠。

关键词: 富硒苜蓿; 亚硒酸钠; 酵母硒; 蛋鸡; 蛋硒转化率

中图分类号: S816.7

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2013)07-1603-07

硒是动物生长不可缺少的微量元素, 对机体抗氧化、抗应激、提高免疫力等起着重要的作用^[1]。据调查, 我国约有 2/3 的地区缺硒。在当前硒摄入普遍不足的情况下, 如何合理、安全地满足动物对硒的需要, 是动物营养研究中亟待解决的重要课题^[2-3]。在实际生产中, 人们长期采用在饲料中添加无机硒——亚硒酸钠 (sodium selenite, SS) 来满足动物生长的需要。但由于硒的毒性以及亚硒酸钠的低利用率, 在饲料中添加过量的亚硒酸钠可能造成环境污染, 从而限制了无机硒在饲料中的应用。且目前一些国家已限制或禁止使

用亚硒酸钠作为动物硒补充剂, 如瑞典规定乳猪饲料中必须使用有机硒作为硒源, 而日本则禁止在动物饲料中添加亚硒酸钠类无机硒。近年来, 随着研究的深入, 人们发现硒在动物机体内主要以有机形式发挥作用, 同时, 与无机硒相比, 有机硒具有更高的吸收率、生物活性强、毒性低与生物安全性等特点, 因此, 高效有机硒源的开发与应用成为国内外动物营养学的研究热点之一^[4]。目前, 有机硒饲料添加剂主要包括酵母硒 (selenium-enriched yeast, SY)、氨基酸硒和蛋白硒等, 而应用最广是通过微生物合成转化而来的生物硒——酵

收稿日期: 2013-01-20

基金项目: “十二五” 国家科技支撑计划项目 (2011BAD17B04); 河南省高等学校青年骨干教师资助计划项目 (2012A232); 河南省重点科技攻关项目 (132102110055); 郑州牧专博士基金项目 (2012A20)

作者简介: 胡华锋 (1977—), 男, 河南汝南人, 博士, 副教授, 主要从事牧草生产与农业废物处理研究。E-mail: hhf607@163.com

* 通讯作者: 介晓磊, 教授, 博士生导师, E-mail: jiexl@263.net; 胡承孝, 教授, 博士生导师, E-mail: hucx@mail.hzau.edu.cn

母硒,但因价格较贵,所以在生产中也受到一定的限制^[5]。而利用生物转化法生产的植物硒备受人们关注。植物硒是利用植物吸收无机硒并将其转化为有机硒的特点,通过食补来满足人类或动物对硒的需要。当前开发的植物硒产品主要有富硒茶叶、富硒大米、富硒大蒜、富硒豆芽以及富硒螺旋藻等。但关于植物硒对人或动物的功效研究较少,而且关于上述3种硒源对动物生产性能的影响研究更未见报道。因此本文利用开发的植物硒源——富硒苜蓿(selenium-enriched alfalfa, SA)、无机硒源——亚硒酸钠、生物硒源——酵母硒,来研究3种硒源对蛋鸡生产性能、蛋硒含量及转化率的影响,为高效、安全的硒源研究、开发和应用提供科学的理论和实践依据,同时也为安全高效补硒提供理论及技术上的可行性依据。

1 材料与amp;方法

1.1 硒源

亚硒酸钠,分析纯,硒含量为45.5%,天津市化学试剂研究所产品;酵母硒(商品名 Sel-Plex 50),总硒含量1 000 mg/kg,有机硒含量95%(质

量分数),美国 Alltech 公司产品;富硒苜蓿,由本课题组生产,硒含量为5.97 mg/kg,其中有机硒含量为66.32%;普通苜蓿(common alfalfa, CA),由本课题生产,硒含量为0.37 mg/kg,其中有机硒含量为44.17%。

1.2 试验饲料及饲料硒水平

试验采用玉米-豆粕型基础饲料,其组成除了硒[NRC(1994)硒标准为0.10 mg/kg]之外,均按照NRC(1994)^[6]产蛋母鸡所需营养进行配比(表1)。基础饲料作为对照组(CK),将普通苜蓿和富硒苜蓿制成草粉,然后按15%的添加量添加到基础饲料中,配制成普通苜蓿和富硒苜蓿2种试验饲料,将亚硒酸钠和酵母硒2种硒源分别以1.60和730 mg/kg的添加量添加到配制好的普通苜蓿试验饲料中,配制成亚硒酸钠和酵母硒2种试验饲料,然后将基础饲料和试验饲料造粒,制成粒径为3 mm的颗粒饲料。基础饲料、普通苜蓿试验饲料、亚硒酸钠试验饲料、酵母硒试验饲料和富硒苜蓿试验饲料的硒含量分别为0.154、0.182、0.951、0.942和0.944 mg/kg。

表1 基础饲料组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis)

原料 Ingredients	含量 Content	营养水平 Nutrient levels ³⁾	含量 Content
玉米 Corn	65.00	代谢能 ME/(MJ/kg)	11.58
大豆粕 Soybean meal	14.60	粗蛋白质 CP	15.42
麸皮 Bran	2.00	粗纤维 CF	3.61
鱼粉 Fish meal	8.00	赖氨酸 Lys	0.74
骨粉 Bone powder	1.00	蛋氨酸 Met	0.32
食盐 NaCl	0.35	胱氨酸 Cys	0.23
维生素预混料 Vitamin premix ¹⁾	0.05	钙 Ca	3.55
微量元素预混料 Trace mineral premix ²⁾	1.00	磷 P	0.73
石粉 Limestone	8.00	硒 Se/(mg/kg)	0.15
合计 Total	100.00		

¹⁾每千克饲料含有 One kilogram of the diet contained as follows: VA 12 000 IU, VD₃ 3 000 IU, VE 20 IU, VK 2 mg, VB₁₂ 0.015 mg, VB₁ 1.5 mg, 核黄素 riboflavin 4.5 mg, VB₆ 3.0 mg, 生物素 biotin 0.1 mg, 叶酸 folic acid 0.5 mg, 烟酸 niacin 20 mg, 泛酸 pantothenic acid 10.0 mg。

²⁾每千克饲料含有 One kilogram of the diet contained as follows: Mn 60.0 mg, Zn 50.0 mg, Fe 25.0 mg, Cu 5.0 mg, I 0.5 mg。

³⁾代谢能为计算值,其余为实测值。ME was a calculated value, while the others were measured values.

1.3 试验动物的分组及样品的采集

选用河南地区的健康罗曼蛋鸡300羽(产蛋率约为82%,50周龄),随机分成5组,每组4个

重复,每个重复5个鸡笼,每笼3羽,分别接受4种试验饲料和1种基础饲料。试验1组为对照组,饲以基础饲料;试验2组为普通苜蓿试验饲料组;试

验3、4、5组分别为亚硒酸钠试验饲料组、酵母硒试验饲料组和富硒苜蓿试验饲料组。自由采食和饮水,用药和防疫按蛋鸡场常规程序进行;所有组均饲喂基础饲料预试2周后,开始饲喂相应的试验饲料,试验期为38d。在试验的第7、14、21、28、38天从各组每重复中任取4枚蛋擦拭干净后贮藏于4℃冰箱中备用;试验过程中记录蛋鸡的生产性能。

1.4 生产性能指标的测定及计算方法

试验期间每日以重复为单位记录产蛋数、蛋重、软破壳蛋数,并计算产蛋率、日产蛋量、平均蛋重、软破壳蛋率,每周结1次料并计算日采食量、料蛋比。产蛋率(%) = $100 \times \text{总产蛋数} / (\text{鸡只数} \times \text{天数})$, 平均蛋重(g) = $\text{总产蛋量} / \text{鸡蛋总数}$, 日产蛋量[g/(只·d)] = $\text{总产蛋量} / (\text{鸡只数} \times \text{天数})$, 日采食量[g/(只·d)] = $\text{总采食量} / (\text{鸡只数} \times \text{天数})$, 料蛋比 = $\text{总耗料量} / \text{总蛋重}$ 。

1.5 硒含量的测定及方法

利用氢化物-原子荧光光谱法(GB 5009—2010)测定饲料和蛋中硒含量。取配制好的各组颗粒饲料少许,粉碎备用;参照Pan等^[7]的方法处理蛋样品,将4℃贮藏的每枚蛋外表擦拭干净,称重后去壳和壳膜,将蛋液在冰冷条件下匀浆后备用。

精确称取上述准备好的样品各2g左右,分别放入250mL具塞的三角瓶,而后加入10.0mL高氯酸与硝酸的混酸(体积比为1:9)及几粒玻璃珠,盖上塞子,冷消化过夜。次日于电热板上加热消化(消化温度不超过180℃),并及时补加混合酸。当溶液变为清亮无色并伴有白烟出现时,再继续加热至体积剩余2mL左右,切不可蒸干。冷却,再加入6mol/L盐酸5mL,继续加热至溶液变为清亮无色并伴有白烟出现。冷却,转移至50mL容量瓶中定容,混匀备用。取一定量试样消化液转移到25mL容量瓶中,加1mL的10%(质量体积分数)的铁氰化钾溶液,用3mol/L的盐酸溶液定容,同时用超纯水、试剂和硒标准参照物(GBW 08551)作空白对照和标准样品对照,利用原子荧光光谱仪测定样品硒含量。

1.6 蛋硒转化率

根据料蛋比,计算蛋硒转化率。方法如下:

$$\text{蛋硒转化率}(\%) = \frac{\text{蛋硒含量} / \text{蛋重}}{\text{料蛋比}} \times 100$$

硒累积量) × 100。

1.7 统计分析

所有数据均采用Excel 2003和SPSS 12.0统计软件,采用F检验和LSD法对试验数据进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同硒源对蛋鸡生产性能的影响

由表2可见,整个试验期各组间蛋鸡日采食量、平均蛋重、软破壳蛋率没有显著差异($P > 0.05$)。酵母硒组和富硒苜蓿组蛋鸡日产蛋量比对照组分别提高了4.83% ($P > 0.05$)和5.30% ($P < 0.05$),料蛋比比对照组分别降低了4.05% ($P > 0.05$)和4.50% ($P < 0.05$),普通苜蓿组蛋鸡日产蛋量比对照组提高了2.50% ($P > 0.05$),料蛋比比对照组降低了2.25% ($P > 0.05$)。与普通苜蓿组相比,酵母硒组和富硒苜蓿组蛋鸡日产蛋量均高于普通苜蓿组,料蛋比均低于普通苜蓿组,但差异均不显著($P < 0.05$);而亚硒酸钠组蛋鸡日产蛋量和料蛋比比普通苜蓿组分别降低了2.79%和提高了1.84% ($P > 0.05$);与亚硒酸钠组相比,酵母硒组和富硒苜蓿组蛋鸡日产蛋量分别提高了5.20%和5.68% ($P < 0.05$),料蛋比分别降低了3.62%和4.07% ($P > 0.05$)。

硒源可影响罗曼蛋鸡产蛋率(表2)。与对照组相比,添加普通苜蓿、酵母硒和富硒苜蓿对蛋鸡产蛋率均有不同程度的提高;而添加亚硒酸钠却有所降低,但影响不显著($P > 0.05$);酵母硒组和富硒苜蓿组比对照组分别提高了3.98% ($P < 0.05$)和4.26% ($P > 0.05$),但酵母硒组与富硒苜蓿组差异不显著($P < 0.05$)。普通苜蓿组蛋鸡产蛋率比对照组提高了1.92% ($P > 0.05$);与普通苜蓿组相比,酵母硒组和富硒苜蓿组蛋鸡产蛋率有不同程度增高,但差异不显著($P < 0.05$)。而亚硒酸钠组蛋鸡产蛋率却比对照组降低了0.11% ($P > 0.05$)。与亚硒酸钠组相比,酵母硒组和富硒苜蓿组蛋鸡产蛋率比亚硒酸钠组分别提高了4.10%和4.38% ($P < 0.05$)。

上述结果表明,添加酵母硒和富硒苜蓿能显著提高罗曼蛋鸡的产蛋率,而添加普通苜蓿和亚硒酸钠对其产蛋率没有显著影响,添加富硒苜蓿可显著提高蛋鸡日产蛋量,显著降低料蛋比,而添加普通苜蓿、亚硒酸钠和酵母硒对蛋鸡日产蛋量

和料蛋比均没有显著影响。由此可见,添加富硒 而明显优于普通苜蓿和亚硒酸钠。苜蓿对罗曼蛋鸡生产性能的影响略优于酵母硒,

表 2 硒源对蛋鸡生产性能的影响

Table 2 Effects of Se source on production performance of laying hens

组别 Groups	日采食量 Daily feed intake/ [g/(只·d)]	日产蛋量 Daily egg production/ [g/(只·d)]	料蛋比 Feed/egg	平均蛋重 Average egg weight/g	软破壳蛋率 Shell-less and broken eggs rate/%	产蛋率 Laying rate/%
1	120.86 ± 2.03	50.33 ± 2.24 ^{bc}	2.22 ± 0.06 ^a	62.20 ± 1.47	1.602 ± 0.132	80.92 ± 1.39 ^b
2	121.13 ± 2.27	51.59 ± 1.39 ^{abc}	2.17 ± 0.06 ^{ab}	62.56 ± 1.15	1.594 ± 0.239	82.47 ± 1.41 ^{ab}
3	119.73 ± 1.99	50.15 ± 0.88 ^c	2.21 ± 0.06 ^{ab}	62.04 ± 1.12	1.607 ± 0.136	80.83 ± 1.39 ^b
4	121.17 ± 2.26	52.76 ± 2.30 ^{ab}	2.13 ± 0.06 ^{ab}	62.72 ± 1.37	1.603 ± 0.138	84.14 ± 2.26 ^a
5	121.31 ± 2.15	53.00 ± 1.01 ^a	2.12 ± 0.06 ^b	62.82 ± 1.08	1.432 ± 0.182	84.37 ± 2.26 ^a

同列数据肩标相同字母表示差异不显著 ($P > 0.05$),不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$),不同大写字母表示差异极显著 ($P < 0.01$)。表 3 和表 4 同。

In the same column, values with the same letter superscripts mean no significant difference ($P > 0.05$), while with different small letter superscripts mean significant difference ($P < 0.05$), and with different capital letter superscripts mean significant difference ($P < 0.01$). The same as Table 3 and Table 4.

2.2 不同硒源对蛋硒含量的影响

由表 3 可知,硒源对蛋硒含量有较大影响。与对照组相比,试验各阶段,无论添加亚硒酸钠、酵母硒和富硒苜蓿均可极显著提高蛋硒含量 ($P < 0.01$),整个试验期,添加 3 种硒源可使蛋硒含量分别提高 31.16%、143.22%、62.31% ($P < 0.01$),且 3 种硒源之间也均差异极显著 ($P < 0.01$);与普通苜蓿组相比,试验各阶段添加亚硒酸钠、酵母硒和富硒苜蓿也均可显著或极显著提高蛋硒含量 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),整个试验期,

添加 3 种硒源可使蛋硒含量分别提高 12.99%、109.52%、39.83% ($P < 0.01$),且 3 种硒源之间也均差异极显著 ($P < 0.01$);在试验各阶段及整个试验期,3 种硒源组蛋硒含量大小顺序均为:酵母硒 > 富硒苜蓿 > 亚硒酸钠;整个试验期,普通苜蓿组蛋硒含量也极显著高于对照组 16.08% ($P < 0.01$)。且各组蛋硒含量均随试验期的延长而增加,并在试验第 38 天时的蛋硒含量均显著或极显著高于试验第 7、14、21、28 天时相应硒源组的蛋硒含量 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$,表 4)。

表 3 硒源对蛋硒含量的影响

Table 3 Effects of Se Source on Se content in egg

组别 Groups	试验天数 Days of experiment/d					试验期均值 Mean in experimental period
	7	14	21	28	38	
1	0.176 ± 0.003 ^{Dc}	0.173 ± 0.004 ^{Dc}	0.206 ± 0.010 ^{Dd}	0.211 ± 0.006 ^{Dd}	0.230 ± 0.000 ^{Ec}	0.199 ± 0.002 ^{Ec}
2	0.212 ± 0.009 ^{Cd}	0.220 ± 0.012 ^{Cd}	0.229 ± 0.002 ^{CDd}	0.240 ± 0.012 ^{CDd}	0.255 ± 0.009 ^{Dd}	0.231 ± 0.005 ^{Dd}
3	0.236 ± 0.011 ^{Cc}	0.241 ± 0.020 ^{Cc}	0.260 ± 0.008 ^{Cc}	0.275 ± 0.002 ^{Cc}	0.296 ± 0.002 ^{Cc}	0.261 ± 0.008 ^{Cc}
4	0.380 ± 0.013 ^{Aa}	0.412 ± 0.002 ^{Aa}	0.517 ± 0.033 ^{Aa}	0.532 ± 0.041 ^{Aa}	0.578 ± 0.006 ^{Aa}	0.484 ± 0.001 ^{Aa}
5	0.275 ± 0.018 ^{Bb}	0.283 ± 0.017 ^{Bb}	0.326 ± 0.012 ^{Bb}	0.341 ± 0.018 ^{Bb}	0.391 ± 0.002 ^{Bb}	0.323 ± 0.001 ^{Bb}

2.3 不同硒源对蛋硒转化率的影响

由表 5 可见,硒源对蛋鸡的蛋硒转化率有较大影响。与对照组相比,亚硒酸钠组、酵母硒组和

富硒苜蓿组蛋鸡的蛋硒转化率分别降低了 78.64%、58.47%、72.24% ($P < 0.01$),且亚硒酸钠组、酵母硒组和富硒苜蓿组蛋鸡的蛋硒转化率

也分别比普通苜蓿组降低了 78.75%、58.69%、72.39% ($P < 0.01$); 且 3 种硒源组蛋鸡的蛋硒转化率差异极显著 ($P < 0.01$); 3 种硒源蛋硒转化率

大小顺序为: 酵母硒 > 富硒苜蓿 > 亚硒酸钠。与对照组相比, 普通苜蓿组蛋硒转化率提高了 0.53% ($P > 0.05$)。

表 4 蛋硒含量动态变化

Table 4 The dynamic change of Se content in egg

mg/kg

试验天数 Days of experiment/d	组别 Groups				
	1	2	3	4	5
7	0.176 ± 0.003 ^{Cc}	0.212 ± 0.009 ^{Cd}	0.236 ± 0.011 ^{Dc}	0.380 ± 0.013 ^{Cc}	0.275 ± 0.018 ^{Cc}
14	0.173 ± 0.004 ^{Cc}	0.220 ± 0.012 ^{Ccd}	0.241 ± 0.020 ^{CDc}	0.412 ± 0.002 ^{Cc}	0.283 ± 0.017 ^{Cc}
21	0.206 ± 0.010 ^{Bb}	0.229 ± 0.002 ^{BCbc}	0.260 ± 0.008 ^{BCb}	0.517 ± 0.033 ^{Bb}	0.326 ± 0.012 ^{Bb}
28	0.211 ± 0.006 ^{Bb}	0.240 ± 0.012 ^{ABb}	0.275 ± 0.002 ^{ABb}	0.532 ± 0.041 ^{ABb}	0.341 ± 0.018 ^{Bb}
38	0.230 ± 0.000 ^{Aa}	0.255 ± 0.009 ^{Aa}	0.296 ± 0.002 ^{Aa}	0.578 ± 0.006 ^{Aa}	0.391 ± 0.002 ^{Aa}

表 5 硒源对蛋硒转化率的影响

Table 5 Effects of Se source on Se conversion rate in egg

%

指标 Index	组别 Groups				
	1	2	3	4	5
蛋硒转化率 Egg Se conversion rate	58.15 ± 1.65 ^{Aa}	58.46 ± 1.62 ^{Aa}	12.42 ± 0.26 ^{Dd}	24.15 ± 0.52 ^{Bb}	16.14 ± 0.30 ^{Cc}

肩标相同字母表示差异不显著 ($P > 0.05$), 不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 不同大写字母表示差异极显著 ($P < 0.01$)。

Values with the same letter superscripts mean no significant difference ($P > 0.05$), while with different small letter superscripts mean significant difference ($P < 0.05$), and with different capital letter superscripts mean significant difference ($P < 0.01$).

3 讨论

3.1 不同硒源对蛋鸡生产性能的影响

李家奎等^[8]和 Payne 等^[9]报道, 添加有机硒或无机硒对蛋鸡的生产性能没有影响 ($P > 0.05$); 而赵玉鑫等^[10]研究发现, 有机硒能显著提高蛋鸡的产蛋率和日产蛋量 ($P < 0.05$), 显著降低料蛋比 ($P < 0.05$); 且高建忠等^[11]报道添加有机硒能显著提高仔猪生长性能 ($P < 0.05$), 显著降低料重比 ($P < 0.05$)。本研究发现, 添加富硒苜蓿和酵母硒均能显著提高蛋鸡的产蛋率 ($P < 0.05$), 而添加普通苜蓿和亚硒酸钠对蛋鸡的所有生产性能指标均没有显著影响 ($P > 0.05$); 但亚硒酸钠组的产蛋率与对照组相近, 而稍低于普通苜蓿组, 这是由于普通苜蓿含一定量有机硒所致。

3.2 不同硒源对蛋硒含量及转化率的影响

人和动物体内的硒可通过食物链获得, 而蛋是营养丰富且食用方便的重要膳食食品, 因此蛋硒

含量的高低对人体内的硒水平有着重要的意义。本研究发现, 无论添加亚硒酸钠、酵母硒还是富硒苜蓿均能极显著提高蛋硒的含量 ($P < 0.01$), 这一结果进一步证明了 Cantor 等^[12]、Hassan^[13]和 Lattshaw 等^[14]的结果, 即饲料添加硒能提高蛋硒的含量; 添加有机硒 (酵母硒和富硒苜蓿) 的组蛋硒含量极显著高于添加亚硒酸钠的组 ($P < 0.01$), 这一结果与 Utterback 等^[15]、Payne 等^[9]、Cantor 等^[16]和 Paton 等^[17]的结果基本一致; 而有机硒组间添加植物硒——富硒苜蓿的蛋硒含量却极显著低于酵母硒 ($P < 0.01$), 这可能与这 2 种硒源的有机硒含量有关, 经检测, 酵母硒组饲料的有机硒含量为 0.794 mg/kg, 富硒苜蓿组饲料的有机硒含量为 0.590 mg/kg, 在总硒含量相同的情况下, 饲料中有机硒含量越高越易被吸收, 这符合前人结论: 有机硒比无机硒易吸收。同样道理, 可以理解 3 种硒源蛋硒转化率大小顺序为: 酵母硒 > 富硒苜蓿 > 亚硒酸钠。

本研究还发现,3种硒源组的蛋硒转化率均极显著低于对照组($P < 0.01$),而普通苜蓿组蛋硒转化率却稍高于对照组($P > 0.05$)。这说明当饲料硒含量高于某个值时,鸡对硒的吸收能力与饲料硒含量呈负相关。另外,在试验第38天时的3种硒源组蛋鸡蛋硒含量均显著或极显著高于试验第7、14、21、28天时相应硒源组的蛋硒含量($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),表现为蛋硒含量随试验期的延长而增加,这说明饲料中的硒随着试验时间的延长可渐渐地转移到蛋中。这一结果与在其他动物上获得的研究结果相类似,如 Echevarria 等^[18]报道绵羊组织中的硒含量可随着时间的延长而极显著升高($P < 0.01$),这可能由于硒在动物组织中的累积效应所致。

4 结 论

① 饲料中添加富硒苜蓿对罗曼蛋鸡生产性能的影响略优于酵母硒,而明显优于普通苜蓿和亚硒酸钠。

② 饲料中添加亚硒酸钠、酵母硒或富硒苜蓿均能极显著提高蛋硒含量;添加富硒苜蓿可使蛋硒含量极显著高于添加亚硒酸钠,但极显著低于添加酵母硒;蛋硒含量随试验期的延长而增加。

③ 亚硒酸钠、酵母硒或富硒苜蓿3种硒源蛋硒转化率大小顺序为:酵母硒 > 富硒苜蓿 > 亚硒酸钠,且3种硒源的蛋硒转化率均极显著低于对照组。

参考文献:

[1] 文贵辉,张彬. 微量元素硒在动物中的研究与应用[J]. 中国饲料,2004(11):9-12.

[2] ALI J R, BERMUDEZ A J. Selenium requirement of broilers fed corn-soybean meal diets from 1 to 21 days[J]. Poultry Science,1997,76(3):58-62.

[3] 袁建敏,冯于明. 硒的生物学功能及其在蛋鸡生产中的应用[J]. 中国饲料,1998(17):7-9.

[4] 杨晓静,何瑞国,王勇. 有机硒的研究与应用[J]. 中国饲料,2000(24):22-24.

[5] 王海宏,蔡辉益,吴妙宗,等. 不同硒源对肉仔鸡生产性能的影响[J]. 饲料研究,2001(3):31-33.

[6] NRC. Nutrient requirements of poultry[S]. Washington, D. C.: National Academy Press,1994.

[7] PAN C L, HUANG K H, ZHAO Y X, et al. Effect of selenium source and level in hen's diet on tissue sele-

mium deposition and egg selenium concentrations[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,2007,55:1027-1032.

[8] 李家奎,王小龙,赵圣,等. 富硒麦芽硒在鸡蛋中的分布及蛋鸡对其相对生物利用率[J]. 中国兽医学报,2001,21(4):395-398.

[9] PAYNE R L, LAVERGNE T K, SOUTHERN L L. Effect of inorganic versus organic selenium on hen production and egg selenium concentration[J]. Poultry Science,2005,84(2):232-237.

[10] 赵玉鑫,黄克和,播攀玲,等. 不同硒源及水平对蛋鸡生产性能、蛋品质及蛋硒含量的影响[J]. 江苏农业科学,2007(6):208-210.

[11] 高建忠,黄克和,秦顺义. 不同硒源对仔猪组织硒沉积和抗氧化能力的影响[J]. 南京农业大学学报,2006,39(1):85-88.

[12] CANTOR A H, SCOTT M L. The effect of selenium in the hen's diet on egg production, hatchability, performance of progeny and selenium concentration in eggs[J]. Poultry Science,1974,53(5):1870-1880.

[13] HASSAN S. Selenium concentration in egg and body tissue as affected by the level and source of selenium in the diet[J]. Acta Agriculturae Scandinavica,1990,40(3):279-287.

[14] LATSHAW J D, OSMAN M. Distribution of selenium in egg white and yolk after feeding natural and synthetic compounds[J]. Poultry Science,1975,54:1244-1252.

[15] UTTERBACK P L, PARSONS C M, YOON I. Effect of supplementing selenium yeast in diets of laying hens on egg selenium content[J]. Poultry Science,2005,84(12):1900-1910.

[16] CANTOR A H, STRAW M L, FORD M J, et al. Effect of feeding organic selenium in diets of laying hens on egg selenium content[M]//SIM J S, NAKAI S, GUENTER W. Egg nutrition and biotechnology. New York: CABI Publishing,1999:473-476.

[17] PATON N D, CANTOR A H, PESCATOR A J, et al. The effect of dietary selenium source and level on the uptake of selenium by developing chick embryos[J]. Poultry Science,2002,81:1548-1554.

[18] ECHEVARRIA M G, HENRY P R, AMMERMAN C B, et al. Effects of time and dietary selenium concentration as sodium selenite on tissue selenium uptake by sheep[J]. Journal of Animal Science,1988,66:2299-2305.

Effects of Three Kinds of Selenium Sources on Production Performance, Egg Selenium Content and Conversion Rate of Laying Hens

HU Huafeng^{1,2} HUANG Yankun¹ JIE Xiaolei^{3*} GUO Xiao¹

HU Chengxiao^{2*} LU Jianwei² ZHAO Jing⁴

(1. Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou 450011, China; 2. College of Resources and Environment, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 3. Department of Biological Engineering, Huanghuai College, Zhumadian 463000, China; 4. College of Resources and Environment, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: This research was conducted to compare the effects of selenium (Se) supplementation as forms of plant Se—Se-rich alfalfa, inorganic Se—sodium selenite and biological Se—Se-rich yeast on the production performance, egg Se content and conversion rate of laying hens. Three hundred healthy Roman hens, 50 weeks old, were randomly divided into 5 groups with 4 replicates per group and 15 laying hens per replicate. Group 1 was fed a basal diet as control, group 2 was fed the basal diet supplemented with 15 percent of common alfalfa, groups 3 and 4 were fed the group 2 diet supplemented with 1.60 mg/kg sodium selenite and 730 mg/kg Se yeast, respectively, and group 5 was fed the basal diet supplemented with 15 percent of Se-rich alfalfa. The experiment lasted for 38 days. The results showed as follows: 1) the addition of Se-rich alfalfa in the basal diet could significantly increase laying rate and daily egg production ($P < 0.05$), and decrease feed/egg ($P < 0.05$); the addition of Se-rich yeast could also significantly increase laying rate ($P < 0.05$). There was no significant effect on daily egg production and feed/egg with the addition of common alfalfa, sodium selenite and Se-rich yeast ($P > 0.05$). 2) The addition of sodium selenite, Se-rich yeast and Se-rich alfalfa in the basal diet could significantly increase the Se content in egg ($P < 0.01$). The Se content in egg in the group supplemented with Se-rich alfalfa was significantly higher than that in the group supplemented with sodium selenite ($P < 0.01$), but it was significantly lower than that in the group supplemented with Se-rich yeast ($P < 0.01$). The Se content in egg in all groups was increased with experimental time passing. The order of Se conversion rate in egg in the three Se source groups was as follows: Se-rich yeast > Se-rich alfalfa > sodium selenite, however, it was significantly lower than that in the control group ($P < 0.01$). As for as production performance of laying hens, Se-rich alfalfa is slightly superior to Se-rich yeast, but it is very superior to common alfalfa and sodium selenite, Se content in egg in the group supplemented with Se-rich alfalfa is significantly lower than that in the group supplemented with Se-rich yeast, and is significantly higher than that in the group supplemented with sodium selenite; the order of Se conversion rate in the three Se source groups is Se-rich yeast > Se-rich alfalfa > sodium selenite. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2013, 25(7):1603-1609]

Key words: Se-rich alfalfa; sodium selenite; Se-rich yeast; laying hens; egg selenium conversion rate

* Corresponding author, JIE Xiaolei, professor, E-mail: jielx@263.net; HU Chengxiao, professor, E-mail: hucx@mail.hzau.edu.cn