

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A23K 1/165 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510040990.2

[45] 授权公告日 2006 年 11 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 1283171C

[22] 申请日 2005.7.12

[21] 申请号 200510040990.2

[71] 专利权人 南京农业大学

地址 210095 江苏省南京市卫岗 1 号南京
农业大学科技处钱宝英

[72] 发明人 黄克和 秦顺义 高建忠 潘翠玲

审查员 孙大龙

[74] 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司

代理人 楼高潮

权利要求书 1 页 说明书 9 页

[54] 发明名称

富硒益生菌饲料添加剂的生产方法及其产品

[57] 摘要

本发明涉及一种含富硒益生菌的饲料添加剂的生产方法及其产品，属于饲料添加剂生产领域。以产朊假丝酵母和嗜酸乳杆菌作为菌种，按 1:4 的比例混合接种于含亚硒酸钠的培养基中，加入有机硒转化促进剂培养 36h 后，获得产品中产朊假丝酵母和嗜酸乳杆菌的 CFU 数分别为 $10^9/g$ 和 $10^{11}/g$ 含硒量为 50mg/kg，其中有机硒含量在 90% 以上，硒蛋氨酸含量在 75% 以上。作为添加剂使用时，每吨饲料中加入该添加剂 2kg(羊)或 6kg(猪)，能发挥有机硒和益生菌的双重作用，显著提高动物的生产性能，增强动物的免疫功能和抗病力，提高动物肌肉中的硒含量(0.32 - 0.43mg/kg)。该产品是一种安全、无残留、无污染、可替代抗生素的绿色饲料添加剂。

1、一种含富硒益生菌的饲料添加剂的生产方法，包括：

1) 菌种：嗜酸乳杆菌和产朊假丝酵母；

2) 培养基：0.5%~2%酵母膏，0.5%~2%葡萄糖，pH 自然；100~120℃，高压蒸汽灭菌 15min，备用；

3) 无机硒源：配制含硒量为 0.5~5mg/ml 的亚硒酸钠溶液，100~125℃，高压蒸汽灭菌 30min，备用；

4) 菌种的活化与种子液的获得

将保存在 4℃ 的产朊假丝酵母接种于斜面培养基上，20~30℃，培养 30~40 h；如此连续活化 3~5 次后，再接种于种子培养基中，20~30℃，220 r/min，摇床培养 30~40 h，得到产朊假丝酵母液体种子液；

将保存的嗜酸乳杆菌接种于斜面培养基上，30~40℃，培养 30~40 h；如此连续活化 3~5 次后，再接种于种子培养基中，30~40℃，培养 30~40 h，得到嗜酸乳杆菌种子液；

5) 生产：

将无机硒源加入培养基中，使培养基中硒浓度为 3~6mg/kg；将产朊假丝酵母和嗜酸乳杆菌种子液接种比例按 1:4 接种于培养基中，总接种量为 2~5%；培养温度：20~40℃；通气量：0.05m³/h；转数：70r/min；罐压：0.04Mpa；培养时间：30~40 h；

6) 有机硒转化促进剂：在培养开始时每升培养基中加入 1~5g 寡糖、0.002~0.5g 蛋氨酸、0.002~0.5g 丝氨酸、0.05~2.5g 黄芪/ml 的黄芪水煎液 0.5ml；

7) 灌装：将富硒益生菌培养液用麸皮吸附后，在 30~40℃ 烘干分装，得到含富硒益生菌的饲料添加剂。

2、用权利要求 1 所述的含富硒益生菌的饲料添加剂生产方法获得的含富硒益生菌的饲料添加剂。

富硒益生菌饲料添加剂的生产方法及其产品

一、技术领域

本发明涉及一种含富硒益生菌的饲料添加剂的生产方法及其产品,属于饲料添加剂生产领域,专用于饲料用富硒益生菌的生产,其产品可用作饲料添加剂,能发挥有机硒和益生菌的双重作用。

二、技术背景

硒是动物和人所必需的微量元素之一。它与动物的生长发育、繁殖和疾病发生有着密切的关系。研究表明,硒具有抗氧化、提高机体免疫力和抗病力,调节机体代谢,影响动物和人的繁育机能,抗肿瘤,防治地方病(如克山病、大骨节病),延缓衰老,拮抗有毒元素等多种功能。

哺乳动物体内大部分的硒以硒半胱氨酸的形式在相应功能蛋白中发挥生物活性作用。硒作为许多具有重要生物功能的硒酶的活性中心,与机体的抗氧化作用及免疫应答等功能密切相关。目前在哺乳动物至少已发现并分离到35种硒蛋白,其中功能比较明确的硒蛋白是谷胱甘肽过氧化物酶(GPX)、脱碘酶(ID)、硫氧还蛋白还原酶(TR)、硒磷酸化合物合成酶(PS2)、精子线粒体膜硒蛋白(MCS)、精子DNA结合硒蛋白、前列腺上皮硒蛋白、人淋巴细胞硒蛋白、硒蛋白P、硒蛋白W和一种存在于多种组织中的18ku硒蛋白。它们具有防止膜结构及生物大分子氧化损伤;合成并调节活性甲状腺素T3水平;参与DNA合成并调节DNA表达;促进精子生成、发育、成熟及其活力的维持;保护内皮细胞和维护肌肉组织的正常功能等广泛的生理作用。

正因为硒具有包括促进动物生长、提高动物免疫功能和抗病力及抗氧化能力在内的一系列重要的生物学功能,所以日粮补硒现已是许多国家养殖业采取的常规措施。当前广泛使用的补硒方法是添加亚硒酸钠。但由于亚硒酸钠利用率低,毒性大,而且对环境会造成潜在的污染,因此一些国家已经限制使用亚硒酸钠作为硒的营养补充剂。如瑞典规定乳猪饲料必须使用有机硒,而日本也禁止在乳猪饲料中使用无机硒。美国也在控制无机硒在动物身上的应用。一些研究表明,有机硒与无机硒相比有许多优势,首先其毒性较小,适口性好,便于在饲料中应用。此外因其吸收利用率高,可降低饲料中硒的添加量,从而减少对环境的污染。

在20世纪,抗生素、激素、类激素等的发现以及化学抗菌物质被广泛用作饲料添加剂,它们在畜禽生产上,对疾病的防治、促进生长,提高肉产品的数量和人民生活水平,起到了重要作用。但是由于对这些添加剂的长期使用及滥用,其弊端日益得到广泛的认识,诸如促进耐药菌株增加;增加易感生物敏感性,促进机体的外源性和内源性感染;降低动物免疫功能,使机体抵抗力减弱;在畜禽产品中残留,威胁人类身体健康;对人和动物致畸致残,甚至导致人和动物中毒死亡。为了克服这些添加剂带来的弊端,科学家力求开发一种安全、无毒副作用、无残留,即能促进动物生长,又能防治疾病的,替代抗生素的新型添加剂。随着生物添加剂的研究和应用,研究者发现生物添加剂不但具有治病防病的效果,而且还具有增加动物采食量和促进生长,

提高增重的作用。生物添加剂亦称饲料用微生物添加剂或益生菌(probiotics), 又名促生素、生菌剂、益生素、原生菌、微生态制剂、活菌制剂等, 是指“当摄入一定量时能对宿主健康有作用的微生物活体”。益生菌具有以下几个方面的功能: 防止肠道感染, 维持肠道菌群平衡; 提高免疫机能; 控制血清胆固醇; 抗肿瘤作用等。目前应用于动物的益生菌菌种已突破 40 余种, 1989 年美国食品与药品管理局与美国饲料学会发布了可以直接饲喂动物的益生菌菌种有 41 种。我国农业部 1999 年 6 月公布了 12 种可直接饲喂动物, 允许使用的饲料级益生菌菌种。

进入 WTO 后, 我国改革开放的程度将进一步加大。由于我国畜产品质量和肉食品卫生水平与国外差距明显, 因而国外优质畜产品将大量涌入国内市场, 同时影响国内畜产品的出口, 加剧了畜产品的质量竞争压力。利用益生菌转化无机硒为有机硒, 使其产品具有有机硒和益生菌的双重作用, 显然能够更好地改善动物体内生态环境、拮抗病原微生物、增强动物的免疫功能和抗病力, 是安全、无残留、无污染、可替代抗生素的绿色饲料添加剂, 将在发展我国畜牧业和提高肉食品卫生水平方面发挥重要作用。

缺硒是世界性问题, 我国处严重低硒地带, 全国有 72% 国土面积程度不同地存在缺硒。通过在饲料中添加含富硒益生菌的添加剂, 既可促进动物生长、提高动物免疫功能和抗病力, 又可提高动物肉品的硒含量、制成富硒肉食品。富硒肉食品能为改变我国人民膳食结构中硒不足提供营养保健食品, 这对于生活在全国近三分之二面积的缺硒地区的人民来说更是增强人民体质、保护人民健康的需要。

三、发明内容

技术问题:

本发明的目的是提供一种含富硒益生菌的饲料添加剂的生产技术, 针对缺硒问题, 提供饲料中添加含富硒益生菌的添加剂。该产品具有有机硒和益生菌的双重作用, 既可促进动物生长、提高动物免疫功能和抗病力, 又可提高动物肉品的硒含量。

技术方案: 一种含富硒益生菌的饲料添加剂的生产方法, 包括:

1) 菌种: 嗜酸乳杆菌 (*L. acidophilus*, LA) 和产朊假丝酵母 (*Candida utilis*), 均为农业部允许使用的饲料级益生菌菌种;

2) 培养基: 0.5%~2% 酵母膏, 0.5%~2% 葡萄糖, pH 自然; 100~120℃, 高压蒸汽灭菌 15min, 备用;

3) 无机硒源: 配制含硒量为 0.5~5mg/ml 的亚硒酸钠溶液, 100~125℃, 高压蒸汽灭菌 30min, 备用;

4) 菌种的活化与种子液的获得

将保存在 4℃ 的产朊假丝酵母接种于斜面培养基上, 20~30℃, 培养 30~40 h; 如此连续活化 3~5 次后, 再接种于种子培养基中, 20~30℃, 220 r/min, 摇床培养 30~40 h, 得到产朊假丝酵母液体种子液;

将保存的嗜酸乳杆菌接种于斜面培养基上, 30~40℃, 培养 30~40 h; 如此连续活化 3~5 次后, 再接种于种子培养基中, 30~40℃, 培养 30~40 h, 得到嗜酸乳杆菌种子液;

5)生产:

将无机硒源加入培养基中,使培养基中硒浓度为3~6mg/kg;将产朊假丝酵母和嗜酸乳杆菌种子液接种比例按1:4接种于培养基中,总接种量为2~5%;培养温度:20~40℃;通气量:0.05m³/h;转数:70r/min;罐压:0.04Mpa;培养时间:30~40h;

6)有机硒转化促进剂:在培养开始时每升培养基中加入1~5g寡糖、0.002~0.5g蛋氨酸、0.002~0.5g丝氨酸、0.05~2.5g黄芪/ml的黄芪水煎液0.5ml;

7)灌装:将富硒益生菌培养液用麸皮吸附后,在30~40℃烘干分装,得到含富硒益生菌的饲料添加剂。

上述获得含富硒益生菌的饲料添加剂产品中产朊假丝酵母和嗜酸乳杆菌的cfu数分别为10⁹/g和10¹¹/g;含硒量为50mg/kg,其中有机硒含量在90%以上,硒蛋氨酸含量在75%以上。

有益效果:

本发明所提供的含富硒益生菌的饲料添加剂的优点和积极效果为:

(1)国内外尚无含富硒益生菌的饲料添加剂,该添加剂利用益生菌转化无机硒为有机硒,发挥有机硒和益生菌的双重作用,能够改善动物体内生态环境;拮抗病原微生物;调节维生素的吸收与消耗;增强动物的免疫功能和抗病力;调节动物的生殖机能;抗肿瘤;抗自由基;拮抗有毒元素;是安全、无残留、无污染、可替代抗生素的绿色饲料添加剂。

(2)本发明含富硒益生菌的饲料添加剂,添加于家畜日粮中,可提高动物生产性能:使平均日增重显著增加,料重比明显降低(表3);并能调节机体代谢;提高机体免疫力和抗病力。

(3)本发明含富硒益生菌的饲料添加剂,添加于家畜日粮中,可以提高家畜肉质及肌肉、肾、肝的含硒量及有机硒含量,家畜肌肉中含硒量达到0.32-0.43mg/kg,家畜肌肉中所含的硒大部分是有机形态的硒,是食用安全、生物利用率高的硒(表6、12)。

(4)本发明含富硒益生菌的饲料添加剂,添加于家畜日粮中,可以提高家畜血液、肾、肝脏含硒量;提高家畜血液和肝脏谷胱甘肽过氧化物酶活性;降低丙二醛含量;提高血液超氧化物歧化酶活性;提高血液中猪瘟抗体水平以及血液中IL-1、IL-2、IL-6和TNF- α 的浓度(表4、5、6、7、8、11、12、13、14)。

四 具体实施方式

实施例1:宁夏盐池县某猪场

含富硒益生菌的饲料添加剂,生产方法如下:

(1)菌种:

嗜酸乳杆菌(*L. acidophilus*, LA):购自中国科学院微生物研究所微生物菌种保存中心,菌株代号为AS1.1878。

产朊假丝酵母(*Candida utilis*):购自中国科学院微生物研究所微生物菌种保存中心,菌株代号为AS2.1180。

(2)培养基:1kg酵母膏,1kg葡萄糖,溶解于100L水,pH自然;115℃,

高压蒸汽灭菌 15min, 备用。

(3) 无机硒源: 配制 Se 浓度为 1mg/ml 的亚硒酸钠溶液 500ml, 121℃, 高压蒸汽灭菌 30min, 备用。

(4) 菌种的活化与种子液的获得

将保存在 4℃ 的产朊假丝酵母接种于斜面培养基上, 28℃, 培养 32 h; 如此连续活化 3~5 次后, 再接种于 0.5L 种子培养基中, 28℃, 220r/min, 摇床培养 32 h, 得到产朊假丝酵母液体种子液。

将保存的嗜酸乳杆菌接种于斜面培养基上, 37℃, 培养 32 h; 如此连续活化 3~5 次后, 再接种于 2L 种子培养基中, 37℃, 培养 32 h, 得到嗜酸乳杆菌种子液。

(5) 生产:

将 500ml 亚硒酸钠 (1mg/ml, 以 Se 计) 溶液加入培养基中; 将产朊假丝酵母和嗜酸乳杆菌种子液接种比例按 1:4 接种于培养基中, 总接种量为 2.5L; 加入有机硒转化促进剂: 培养基中加入已灭菌的 200g 寡糖、1 克蛋氨酸、1 克丝氨酸、黄芪水煎液 (0.2g 黄芪/ml) 50ml; 培养温度: 30℃; 通气量: 0.05m³/h; 转数: 70r/min; 罐压: 0.04Mpa; 培养时间: 36 h; 灌装: 将富硒益生菌培养液用麸皮吸附后, 在 37℃ 烘干分装, 得到含富硒益生菌的饲料添加剂 10kg。

上述获得含富硒益生菌的饲料添加剂中产朊假丝酵母和嗜酸乳杆菌的 cfu 数分别为 2.8×10^9 /g 和 2.1×10^{11} /g; 含硒量为 50.52mg/kg, 其中有机硒含量为 91.7%, 硒蛋氨酸含量为 75.20%。作为猪饲料添加剂使用时, 每吨饲料中加入富硒益生菌 6kg。

上述添加了含富硒益生菌添加剂的饲料进行实验时的试验动物选取、处理及饲养管理, 包括:

1. 选择日龄接近、体重为 15kg 左右的健康杜×长×大三元杂交断奶仔猪作为实验对象。

2. 基础日粮参照 NRC (1998) 仔猪营养需要配合而成的粉状饲料, 其配方和营养水平见表 1。

3. 日粮中添加含富硒益生菌的添加剂, 其剂量以硒计均为 0.3mg/kg 日粮。

4. 饲喂添加了含富硒益生菌的添加剂的日粮之前, 按常规进行进行编号、防疫、驱虫健胃等工作。

5. 整个实验共 60 天, 实验期间充分喂料, 自由饮水, 常规管理。

6. 应用含富硒益生菌的饲料添加剂, 添加于仔猪日粮中, 可提高猪的生产性能: 使平均日增重显著增加, 料重比明显降低; 并能调节机体代谢; 提高机体免疫力和抗病力。可以提高家猪肉品质及肌肉的含硒量及有机硒含量, (猪肌肉中含硒量达到 0.32mg/kg), 提高猪血液、肾、肝脏含硒量; 提高猪血液和肝脏谷胱甘肽过氧化物酶活性; 降低丙二醛含量; 提高血液超氧化物歧化酶活性; 提高血液中猪瘟抗体水平以及血液中 IL-1、IL-2、IL-6 和 TNF-α 的浓度 (表 1、2、4、5、6、7)。

表1 基础日粮配方及营养水平

组成		营养水平	
玉米	54.2	消化能(MJ/ kg)	13.40
豆粕	22.0	粗蛋白	17.84
胡麻饼	5.0	赖氨酸	0.9
次粉	8.0	蛋+胱氨酸	0.58
麸皮	6.0	磷	0.60
酵母粉	0.5	钙	0.73
植物油	1.0		
磷酸氢钙	1.0		
碳酸氢钠	0.2		
石粉	0.9		
食盐	0.3		
多维 ¹	0.2		
微量元素预混料	0.5		
盐酸赖氨酸	0.2		

¹ 多维组成(在每kg 饲料中): VA 2200 IU, VD 200 IU, VE 30mg, VB₁ 4.4 mg, VB₂ 4 mg, VB₆ 4 mg, VB₁₂ 15 μg, 烟酸22 mg, 泛酸9 mg, 生物素0.10 mg, 叶酸0.35 mg, Choline chloride 600 mg

² 微量元素预混料组成(在每kg 饲料中): Cu (CuSO₄ · 5H₂O) 18 mg, Mn (MnSO₄ · H₂O) 55 mg, Fe (FeSO₄ · 7H₂O) 80 mg, Zn (ZnSO₄ · 7H₂O) 80 mg, I(K I) 0.14 mg

表2 含富硒益生菌的饲料添加剂中硒的化学形态及有机硒的含量

总硒含量 (μg/g)	有机硒的含 量(μg/g)	无机硒的含 量(μg/g)	硒蛋氨酸 含量(μg/g)	有机硒的百 分含量(%)	硒蛋氨酸的百 分含量(%)
50.520	46.327	4.193	37.991	91.7	75.20

表3 对仔猪生长性能的影响

组别	n=8		
	对照组	富硒益生菌组	亚硒酸钠组
始重(kg)	15.36 ± 1.23 ^a	15.52 ± 1.12 ^a	15.28 ± 1.24 ^a
末重(kg)	52.12 ± 1.45 ^a	56.64 ± 1.36 ^a	52.31 ± 1.34 ^a
平均日增重(g)	612 ± 33 ^b	685 ± 21 ^a	617 ± 24 ^b
平均日采食量(g)	1617 ± 68 ^a	1628 ± 48 ^a	1619 ± 56 ^a
料重比	2.64 ± 0.02 ^a	2.38 ± 0.04 ^b	2.62 ± 0.03 ^a

注: 同行中标有不同大写字母间差异极显著 ($P < 0.01$), 标有不同小写字母间差异显著 ($P < 0.05$), 下同。

表4 不同硒源对仔猪全血GSH-Px 活性和全血硒含量变化的影响

n = 8			
	对照组	富硒益生菌组	亚硒酸钠组
全血GSH-Px活性 (units/L)			
0d	179.38±6.71 ^a	181.14±5.25 ^a	181.34±4.20 ^a
30d	107.44±1.09 ^C	224.73±2.42 ^{Aa}	207.68±3.04 ^B
60d	123.51±2.63 ^C	227.49±2.05 ^{Aa}	220.58±4.38 ^B
全血硒含量 Se (mg/L)			
0d	0.158±0.011 ^a	0.157±0.008 ^a	0.158±0.010 ^a
30d	0.104±0.006 ^C	0.494±0.003 ^{Aa}	0.273±0.007 ^B
60d	0.112±0.007 ^C	0.509±0.005 ^{Aa}	0.312±0.005 ^B

表5 不同硒源对仔猪血清SOD 活性和MDA含量的影响

n = 8			
	对照组	富硒益生菌组	亚硒酸钠组
血清SOD 活性 (u/ml)			
0d	144.12±12.21 ^a	145.08±10.11 ^a	145.11±8.64 ^a
30d	134.19±4.75 ^B	154.26±5.52 ^{Aa}	151.64±5.16 ^{Aa}
60d	130.36±5.71 ^C	158.95±5.39 ^{Aa}	146.92±4.48 ^B
血清MDA含量 (nmol/ml)			
0d	4.32±0.43 ^a	4.41±0.38 ^a	44.34±0.24 ^a
30d	4.89±0.35 ^a	4.01±0.57 ^b	4.06±0.49 ^b
60d	5.23±0.48 ^a	3.63±0.54 ^c	3.71±0.58 ^b

表6 不同硒源对仔猪组织硒含量的影响

n = 4, mg/kg			
组别	对照组	富硒益生菌组	亚硒酸钠组
肝脏	0.198±0.012 ^C	0.549±0.007 ^{Aa}	0.337±0.004 ^B
肾脏	1.174±0.045 ^C	1.961±0.006 ^{Aa}	1.673±0.035 ^B
肌肉	0.078±0.003 ^C	0.315±0.018 ^{Aa}	0.156±0.010 ^B

表7 不同硒源对仔猪血清中白细胞介素-1和白细胞介素-2浓度的影响

n=8			
	对照组	富硒益生菌组	亚硒酸钠组
白细胞介素-1 (ng/ml)			
0d	0.125±0.016 ^a	0.127±0.012 ^a	0.123±0.021 ^a
30d	0.120±0.011 ^B	0.205±0.007 ^{Aa}	0.206±0.013 ^{Aa}
60d	0.098±0.023 ^B	0.212±0.018 ^{Aa}	0.210±0.015 ^{Aa}
白细胞介素-2 (ng/ml)			
0d	5.077±0.583 ^a	5.104±0.531 ^a	5.078±0.503 ^a
30d	4.507±0.186 ^B	5.576±0.202 ^{Aa}	5.649±0.178 ^{Aa}
60d	4.193±0.192 ^B	5.835±0.186 ^{Aa}	5.819±0.211 ^{Aa}

表8 不同硒源对仔猪血清中白细胞介素-6和肿瘤坏死因子浓度的影响

n= 10			
项目	对照组	富硒益生菌组	亚硒酸钠组
白细胞介素-6(pg/ml)			
0d	1157.02±179.20 ^a	1165.45±168.32 ^a	1154.56±179.25 ^a
30d	1037.68±122.67 ^b	1256.46±161.49 ^a	1251.84±148.12 ^a
60d	980.34±136.89 ^B	1273.08±153.26 ^{Aa}	1275.82±141.23 ^{Aa}
肿瘤坏死子 ng/ml)			
0d	1.048±0.102 ^a	1.053±0.107 ^a	1.057±0.105 ^a
30d	0.967±0.206 ^b	1.413±0.163 ^a	1.408±0.181 ^a
60d	0.893±0.134 ^B	1.524±0.158 ^{Aa}	1.518±0.162 ^{Aa}

实施例2：宁夏盐池县某羊场

含富硒益生菌的饲料添加剂，生产方法同上。

上述获得含富硒益生菌的饲料添加剂中产朊假丝酵母和嗜酸乳杆菌的 cfu 数分别为 $10^9/g$ 和 $10^{11}/g$ ；含硒量为 48.648mg/kg，其中有机硒含量为 92.2%，硒蛋氨酸含量为 78.07%。作为饲料添加剂使用时，每吨饲料中加入富硒益生菌 2kg。

上述添加了含富硒益生菌添加剂的饲料进行实验时的试验动物选取、处理及饲养管理，包括：

1. 选择日龄接近、体重为 20kg 左右的 40 只健康滩羊羔羊作为实验对象。
2. 试验基础饲料是根据当地的饲料资源状况，参考 NRC 的饲养标准中肥育羔羊的营养需要量拟定的，配合而成的粉状饲料，其配方和营养水平见表 9。

3. 日粮中添加含富硒益生菌的添加剂，其剂量以硒计均为 0.1mg/kg 日粮。
4. 饲喂添加了含富硒益生菌的添加剂的日粮之前，按常规进行进行编号、防疫、驱虫健胃等工作。
5. 整个实验共 60 天，实验期间充分喂料，自由饮水，常规管理。
6. 应用含富硒益生菌的饲料添加剂，添加于羔羊日粮中，可提高羊的生产性能：使平均日增重显著增加，料重比明显降低；并能调节机体代谢；提高机体免疫力和抗病力。可以提高羊肉品质及肌肉的含硒量及有机硒含量，（羊肌肉中含硒量达到 0.43mg/kg），提高羊血液、肾、肝脏含硒量；提高羊血液和肝脏谷胱甘肽过氧化物酶活性；降低丙二醛含量；提高血液超氧化物歧化酶活性（表 10、11、12、13、14）。

表9 基础日粮配方及营养水平

组成	Ingredients	%	
		营养水平	Nutrient level
玉米	56.0	消化能(MJ/ kg)	13.39
胡麻饼	20.0	粗蛋白	18.5
麸皮	10.0	粗纤维	6.2
苜蓿草粉	13.0	磷	0.87
碳酸钙	0.3	钙	1.25
食盐	0.4		
复合添加剂	0.3		

表 10 含富硒益生菌的饲料添加剂中硒的化学形态及有机硒的含量

总硒含量 ($\mu\text{g/g}$)	有机硒含 量 ($\mu\text{g/g}$)	无机硒含量 ($\mu\text{g/g}$)	硒蛋氨酸的 含量 ($\mu\text{g/g}$)	有机硒的百 分含量(%)	硒蛋氨酸的 百分含量 (%)
48.648	44.853	3.795	37.979	92.2	78.07%

表 11 对羔羊生长性能的影响

组别	n= 10		
	对照组	富硒益生菌组	亚硒酸钠组
始重 (kg)	20.9 \pm 2.71 ^a	21.7 \pm 1.61 ^a	21.45 \pm 2.83 ^a
末重 (kg)	29.42 \pm 2.45 ^b	32.6 \pm 3.36 ^b	30.21 \pm 2.04 ^b
平均日增重 (g)	142 \pm 39 ^a	172 \pm 41 ^a	148 \pm 34 ^b
平均日采食量 (g)	509 \pm 29 ^a	512 \pm 38 ^a	514 \pm 26 ^a
料重比	3.58 \pm 0.02 ^a	2.97 \pm 0.04 ^b	3.47 \pm 0.03 ^a

注：同行中标有不同大写字母间差异极显著 ($P<0.01$)，标有不同小写字母间差异显著 ($P<0.05$)。下同。

表12 不同硒源对羔羊组织硒含量的影响

组别	n=5, mg/kg		
	对照组	富硒益生菌组	亚硒酸钠组
肝脏	0.332±0.024 ^C	0.758±0.018 ^{Aa}	0.439±0.016 ^B
肾脏	1.023±0.015 ^C	1.832±0.014 ^{Aa}	1.425±0.010 ^B
肌肉	0.086±0.005	0.435±0.011 ^{Aa}	0.148±0.013 ^B

表13 不同硒源对羔羊全血GSH-Px 活性和全血硒含量变化的影响

组别	n= 10		
	对照组	富硒益生菌组	亚硒酸钠组
全血GSH-Px 活性 (units/L)			
0d	352.78±11.42 ^a	355.73±11.06 ^a	355.16±11.66 ^a
30d	215.64±5.48 ^C	507.43±3.96 ^{Aa}	499.60±5.11 ^B
60d	244.56±13.07 ^c	467.39±11.77 ^{Aa}	402.53±14.82 ^B
全血硒含量 (mg/L)			
0d	0.110±0.009 ^a	0.104±0.011 ^a	0.106±0.015 ^a
30d	0.072±0.008 ^D	0.375±0.015 ^A	0.268±0.004 ^C
60d	0.087±0.003 ^C	0.395±0.011 ^{Aa}	0.290±0.012 ^B

表14 不同硒源对羔羊血清SOD 活性和MDA含量的影响

组别	n= 10		
	对照组	富硒益生菌组	亚硒酸钠组
血清SOD 活性 (u/ml)			
0d	97.23±8.48 ^a	98.26±7.42 ^a	97.96±7.45 ^a
30d	90.56±12.14 ^B	220.88±18.84 ^{Aa}	221.76±13.56 ^{Aa}
60d	85.36±9.21 ^C	228.14±12.32 ^{Aa}	231.53±10.16 ^{Aa}
血清MDA含量 (nmol/ml)			
0d	6.93±1.13 ^a	6.84±1.18 ^a	6.87±1.36 ^a
30d	8.85±0.45 ^A	4.45±0.34 ^B	4.25±0.71 ^B
60d	9.46±0.52 ^A	2.04±0.31 ^{Bb}	2.59±0.23 ^{Ba}