

金钗石斛复方对小鼠免疫功能的影响

张焕新¹, 兰海崇^{2*}, 张冰洁¹

(1. 江苏农牧科技职业学院食品科技学院, 江苏泰州 225300; 2. 遵义陆圣康源科技开发有限责任公司, 贵州遵义 564100)

摘要 为了研究金钗石斛复方对小鼠免疫功能的影响, 将实验小鼠随机分为对照组、高剂量组、中剂量组、低剂量组; 采用 Con A 诱导小鼠淋巴细胞转化试验及迟发性变态反应试验测试试验组小鼠的细胞免疫功能; 采用抗体生成细胞检测及溶血试验测试其体液免疫功能; 采用小鼠腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞试验测试其特异性免疫功能。结果表明, 与对照组比较, 金钗石斛复方能够明显提高脾淋巴细胞增殖能力、溶血空斑数、小鼠抗体积数、巨噬细胞吞噬鸡红细胞的能力; 金钗石斛复方对提高小鼠 NK 细胞活性能力无显著影响。金钗石斛复方对正常小鼠的细胞免疫、体液免疫及巨噬细胞功能均有明显的增强作用。

关键词 金钗石斛; 复方; 免疫功能; 小鼠; 影响

中图分类号 R 285.5 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)18-0177-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.18.043



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effect of *Dendrobium nobile* Lindl. Complex Prescription on Immune Function of Mice

ZHANG Huan-xin¹, LAN Hai-chong², ZHANG Bing-jie¹ (1. College of Food Science and Technology, Jiangsu Agri-animal Husbandry Vocational College, Taizhou, Jiangsu 225300; 2. Zunyi Lusheng Kangyuan Technology Development Co., Ltd., Zunyi, Guizhou 564100)

Abstract In order to study the effect of *Dendrobium nobile* compound prescription on immune function of mice, the mice were randomly divided into control group, high dose group, middle dose group and low dose group. The tardive allergy test was used to test the cellular immune function of mice in different experimental groups. The humoral immune function of mice in different experimental groups was tested by antibody-producing cell detection and hemolysis test. The peritoneal macrophage phagocytosis chicken red blood cell test was used to test specific immunity function. The results showed that compared with the control group, the *Dendrobium nobile* compound prescription could significantly increase the proliferation ability of spleen lymphocytes, the number of hemolytic plaques, the antibody of mice, and the ability of macrophages to phagocytose chicken red blood cells. The *Dendrobium nobile* compound prescription had no significant effect on the ability to improve the activity of NK cells in mice. *Dendrobium nobile* complex prescription had obvious enhancement effects on cellular immunity, humoral immunity and macrophage function in normal mice.

Key words *Dendrobium nobile* Lindl.; Complex prescription; Immunity function; Mice; Effect

金钗石斛(*Dendrobium nobile* Lindl.)为多年生草本,形如古代头上的发钗而得名,大部分分布于西南、华南、台湾等地。金钗石斛是我国传统的名贵中药,在《神农本草经》中列为上品。现代医学研究表明,金钗石斛的主要化学成分是多糖、苷类、生物碱、萜类、酚类等^[1]。现代医学和中医药理研究表明,石斛在提高人体免疫能力、抗衰老、抑制肿瘤、补五脏虚劳、降血脂、降血压等方面有明显的效果^[2-4]。民间有“救命仙草”之称,俗称药黄金。茶叶味苦、甘、性凉,归心、肺、胃、肾经。茶叶中含有大量茶多酚及儿茶素等类黄酮化合物,还含有大量茶多糖;大量体外及动物试验研究表明茶叶具有显著的免疫增强作用^[5-7]。上述天然原料均为食药两用资源或可用于保健食品的资源,无毒无害。石斛多糖、茶多酚、茶籽油等功能性成分具有增强免疫的功效,配合使用会大大增强其预防或治疗效果。该研究探讨了金钗石斛复方对小鼠免疫功能的影响。

当今社会,随着生活节奏的加快和社会竞争加剧,种种行为都会威胁到人体的免疫力,而免疫力低下人群逐渐增多。由于缺乏针对性的免疫低下治疗措施,加之相关治疗药物对人体有毒副作用,服用保健食品进行干预成为一种理想选择。因此,研究一种具有免疫调节功效的复方具有较高的现实意义和推广价值^[8]。

作者简介 张焕新(1972—),男,河南叶县人,教授,博士,从事食品加工技术研究。*通信作者,工程师,硕士,从事天然植物成分研究。

收稿日期 2020-09-25; **修回日期** 2021-04-25

1 材料与方法

1.1 主要试剂 RPMI1640 培养液, HyClone; 小牛血清, Gibco; 刀豆蛋白(ConA), aladdin。绵羊红细胞(SRBC), 南京茂捷微生物科技有限公司; 琼脂糖, GENE COMPANY LTD。2%绵羊红细胞(SRBC), 平睿生物科技(北京)有限公司。

1.2 主要仪器 LD5-2A 离心机, 北京医用离心机厂; XDS-1B 显微镜, 重庆光电仪器有限公司; UV1750 分光光度计, 日本岛津; HERA cell 150i CO₂ 培养箱, 美国 Thermo Electron 公司; NU-430-400E 超净工作台, 美国 NUAIRE。

1.3 实验动物 BALB/c 小鼠, SPF 级, 初始体重 18~20 g, 雌性, 均由南京市江宁区青龙山动物繁殖场提供。

1.4 动物分组与给药方法 40 只小鼠随机分为 4 组, 即阴性对照组、高剂量组、中剂量组、低剂量组, 每组 10 只^[9]。在前期研究基础上, 确定了金钗石斛复方为金钗石斛提取物: 速溶茶粉: 茶籽油=6:2:11。其中金钗石斛提取物的多糖含量≥10%, 速溶茶粉购于贵州陆圣康源公司, 茶多酚含量≥20%。参考成人每日推荐摄入量确定小鼠给药剂量: 石斛复方高剂量组(1.2 g/kg)、中剂量组(0.4 g/kg)、低剂量组(0.2 g/kg), 给药体积均为 0.01 mL/g, 给予等体积的蒸馏水作为阴性对照组, 灌胃给药, 每组 10 只。各组给相应的药物, 每天 1 次, 连续 30 d。

1.5 试验方法

1.5.1 脏器/体重比值。 各组灌胃给予受试物, 每天 1 次。连续灌胃 30 d 后, 颈脱臼法处死动物, 取其胸腺及脾脏, 称

重,计算胸腺/体重和脾脏/体重比值^[10]。

1.5.2 ConA 诱导的小鼠脾淋巴细胞转化试验——MTT 法。根据中国卫生部《保健食品检验与评价技术规范(2003年版)》(以下简称《规范》)中脾细胞悬液项目和淋巴细胞增殖反应项目方法进行试验,最后使用紫外分光光度计 570 nm 测定光密度值(OD)。

1.5.3 抗体生成细胞检测试验——Jerne 改良玻片法。根据《规范》,在清洁玻片上刷上一薄层琼脂糖,干后可长期保存备用。制备脾细胞悬液后,计数溶血空斑数^[11]。

1.5.4 血清溶血素的测定试验——血凝法。根据《规范》,两步操作分别是血清分离与凝集反应。每只小鼠腹腔注射 0.2 mL 的 2%(V/V) 压积 SRBC 的细胞悬液进行免疫。4 d 后,摘除眼球取血于离心管内^[12],使血清充分析出,并收集血清,观察不同稀释度的血清血球凝集程度。

1.5.5 小鼠碳廓清试验。根据《规范》,按体重从小鼠尾静脉注入稀释的印度墨水(0.01 mL/g),待墨汁注入,立即计时。注入墨水后 2、10 min,分别从内眦静脉丛取血 20 μL,并立即将其加到 2 mL 0.1% Na₂CO₃ 溶液中。用紫外分光光度计在 600 nm 波长处测 OD 值,以 Na₂CO₃ 溶液作对照。将小鼠处死,取肝脏和脾脏,分别去污称重^[13]。以吞噬指数表示小鼠碳廓清的能力,按下式计算:

$$K = \frac{\lg OD_1 - \lg OD_2}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

$$\text{吞噬指数} = \frac{\text{体重}}{\text{肝重} + \text{脾重}} \times \sqrt[3]{K} \quad (2)$$

式中, t_1 、 t_2 分别为第 1 次、第 2 次采血时间;OD₁、OD₂ 分别为 t_1 、 t_2 对应的吸光度。

1.5.6 小鼠腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞试验——滴片法。根据《规范》,试验前 4 d 给每只小鼠腹腔注射 2% 压积绵羊血红细胞 0.2 mL。准备洁净的载玻片,分别标号,一系列操作后,于 40× 显微镜下计数吞噬率和吞噬指数。每张片计数 100 个巨噬细胞,吞噬率的意义是每 100 个巨噬细胞中吞噬鸡红细胞的巨噬细胞所占的百分率;吞噬指数为平均每个巨噬细胞吞噬鸡红细胞的个数^[14]。计算公式如下:

$$\text{吞噬百分率} = \frac{\text{吞噬鸡红细胞的巨噬细胞数}}{\text{计数的巨噬细胞数}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{吞噬指数} = \frac{\text{被吞噬的鸡红细胞总数}}{\text{计数的巨噬细胞数}} \quad (4)$$

1.5.7 NK 细胞活性测定试验。根据《规范》,试验前 24 h 将靶细胞进行传代培养。最后将 96 孔培养板以 1 500 r/min 离心 5 min;每孔吸取上清 100 μL 置平底 96 孔培养板中,同时加入 LDH 基质液 100 μL;37 °C 反应 3 min,每孔加入 1 mol/L HCl 30 μL,在酶标仪 490 nm 处测定 OD 值。NK 细胞活性计算公式如下:

$$\text{NK 细胞活性} = \frac{\text{反应孔 OD} - \text{自然释放孔 OD}}{\text{最大释放孔 OD} - \text{自然释放孔 OD}} \times 100\% \quad (5)$$

1.6 数据统计 采用 SPSS 24.0 软件进行单因素方差分析

(ANOVA) 和回归方程分析^[15],结果以平均值±标准偏差表示,显著水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 金钗石斛复方对小鼠胸腺、脾脏器官的影响 金钗石斛复方高、中、低剂量组对小鼠脏器/体重比值的影响结果见表 1。经对高、中、低剂量组及对照组的资料进行单因素方差分析,整体比较均为不显著($P > 0.05$)。几个组相互比较并结合数据来看,给药组小鼠胸腺系数、脾脏系数较对照组没有明显升高,与对照组比较没有显著差异($P > 0.05$)。

表 1 金钗石斛复方对小鼠脏器/体重比值的影响($n = 10$)

Table 1 Effect of *Dendrobium nobile* compound prescription on organ/weight ratio of mice

组别 Group	剂量 Dose g/kg	脾脏系数 Spleen coefficient mg/g	胸腺系数 Thymus coefficient mg/g
阴性对照组 Negative control GP	蒸馏水	4.51±1.36	2.96±0.87
高剂量组 High-dose group	1.2	4.73±1.26	3.18±0.56
中剂量组 Middle-dose group	0.4	4.66±1.13	3.14±0.62
低剂量组 Low-dose group	0.2	4.71±0.98	3.09±0.81

2.2 金钗石斛复方对小鼠 ConA 诱导的小鼠脾淋巴细胞转化的影响 从金钗石斛复方对小鼠 ConA 诱导的小鼠脾淋巴细胞转化的影响结果(表 2)可以看出,与阴性对照组比较,金钗石斛复方高剂量组可以明显提高脾淋巴细胞增殖能力($P < 0.01$),结果可以判定为阳性。

表 2 金钗石斛复方对小鼠 ConA 诱导的小鼠脾淋巴细胞转化的影响($n = 10$)

Table 2 Effect of *Dendrobium nobile* compound prescription on mouse splenic lymphocyte transformation induced by ConA in mice

组别 Group	剂量 Dose g/kg	光密度差 Optical density difference(ODD)
阴性对照组 Negative control GP	蒸馏水	0.123±0.046
高剂量组 High-dose group	1.2	0.371±0.037**
中剂量组 Middle-dose group	0.4	0.187±0.039
低剂量组 Low-dose group	0.4	0.176±0.041

注:与阴性对照组比较,** $P < 0.01$

Note: Compare with negative control, ** $P < 0.01$

2.3 金钗石斛复方对小鼠抗体生成细胞的影响 溶血空斑是在补体参与下溶解周围 SRBC 形成的透明溶血区域,是反映机体体液免疫功能的经典试验之一。金钗石斛复方溶血空斑试验结果见表 3,分析表明,与阴性对照组比较,金钗石斛复方高、中剂量组均能够明显提高小鼠的溶血空斑数($P < 0.01$),可判定阳性。

2.4 金钗石斛复方对小鼠血清溶血素的影响 从金钗石斛复方小鼠血清溶血素试验结果(表 4)可以看出,与阴性对照组比较,金钗石斛复方高、中、低剂量组均可以提高抗体积数($P < 0.01$)。由于抗体积数越大说明血清抗体越高,当受试样品组的抗体水平显著高于对照组的抗体水平,则可判定结果阳性。

表 3 金钗石斛复方对小鼠溶血空斑数的影响 ($n=10$)Table 3 Effect of *Dendrobium nobile* compound prescription on the hemolytic plaques in mice

组别 Group	剂量 Dose g/kg	溶血空斑数 (空斑数/全脾细胞数) Hemolytic plaques (plaque/ Total spleen cell number)
阴性对照组 Negative control GP	蒸馏水	43±4
高剂量组 High-dose group	1.2	59±4**
中剂量组 Middle-dose group	0.4	58±3**
低剂量组 Low-dose group	0.2	48±5

注:与阴性对照组比较, ** $P<0.01$ Note: Compare with negative control, ** $P<0.01$ 表 4 金钗石斛复方对小鼠抗体积数的影响 ($n=10$)Table 4 Effect of *Dendrobium nobile* compound prescription on the number of the antibody in mice

组别 Group	剂量 Dose//g/kg	抗体积数 Number of the antibody
阴性对照组 Negative control	蒸馏水	100.6±7.1
高剂量组 High-dose group	1.2	114.6±6.7**
中剂量组 Middle-dose group	0.4	115.8±6.5**
低剂量组 Low-dose group	0.2	119.3±5.8**

注:与阴性对照组比较, ** $P<0.01$ Note: Compare with negative control, ** $P<0.01$

2.5 金钗石斛复方对小鼠碳廓清的影响 小鼠碳廓清反映的是巨噬细胞吞噬功能试验,结果见表 5。数据分析表明,与阴性对照组比较,金钗石斛复方高、中、低剂量组均无明显提高小鼠的吞噬指数,结果没有统计学意义 ($P>0.05$)。

表 5 金钗石斛复方对小鼠碳廓清的影响 ($n=10$)Table 5 Effect of *Dendrobium nobile* compound prescription on the carbon clearance in mice

组别 Group	剂量 Dose//g/kg	吞噬指数 Phagocytic index
阴性对照组 Negative control	蒸馏水	6.72±0.49
高剂量组 High-dose group	1.2	6.23±0.75
中剂量组 Middle-dose group	0.4	6.97±1.58
低剂量组 Low-dose group	0.2	6.59±1.38

2.6 金钗石斛复方对小鼠腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞的影响 巨噬细胞活力与功能是免疫功能的重要体现与指标之一,当巨噬细胞与颗粒物质鸡红细胞混合孵育后,鸡红细胞即被吞噬,镜检其结果可以反映免疫功能的强弱。金钗石斛复方小鼠腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞试验结果见表 6,经数据分析表明,与阴性对照组比较,金钗石斛复方高剂量组可以明显提高小鼠巨噬细胞吞噬鸡红细胞的能力 ($P<0.01$)^[16]。

2.7 金钗石斛复方对小鼠 NK 细胞活性的影响 从表 7 可以看出,与阴性对照组比较,金钗石斛复方高剂量组、中剂量组、低剂量组均没有明显提高小鼠 NK 细胞活性能力 ($P>0.05$)。

3 小结

ConA 诱导的小鼠脾淋巴细胞转化试验中,金钗石斛复方高剂量组与阴性对照组比较可以明显提高脾淋巴细胞增殖能力 ($P<0.01$),可判定细胞免疫功能测定结果阳性。抗体生成细胞检测 (Jerne 改良玻片法) 试验中,金钗石斛复方高、

中剂量组与阴性对照组比较均可以明显提高小鼠的溶血空斑数 ($P<0.01$);金钗石斛复方高、中、低剂量组与阴性对照组比较均可以提高小鼠抗体积数 ($P<0.01$),可判定体液免疫功能测定结果阳性。小鼠腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞试验中,金钗石斛复方高剂量组与阴性对照组比较可以明显提高小鼠巨噬细胞吞噬鸡红细胞的能力 ($P<0.01$),可判定单核-巨噬细胞功能测定结果阳性。综上所述,金钗石斛复方能明显增强机体的细胞免疫、体液免疫功能和巨噬细胞功能,具有明显的免疫增强作用。

表 6 金钗石斛复方对小鼠巨噬细胞吞噬鸡红细胞吞噬能力的影响 ($n=10$)Table 6 Effect of *Dendrobium nobile* compound prescription on the ability of macrophages to phagocytose chicken red blood cells in mice

组别 Group	剂量 Dose g/kg	吞噬率 Phagocytic rate//%	吞噬指数 Phagocytic index
阴性对照组 Negative control	蒸馏水	26.3±2.6	0.34±0.03
高剂量组 High-dose group	1.2	33.6±3.1**	0.42±0.05**
中剂量组 Middle-dose group	0.4	29.8±2.3	0.39±0.04
低剂量组 Low-dose group	0.2	26.9±2.5	0.36±0.04

注:与阴性对照组比较, ** $P<0.01$ Note: Compare with negative control, ** $P<0.01$ 表 7 金钗石斛复方对小鼠 NK 细胞活性的影响 ($n=10$)Table 7 Effect of *Dendrobium nobile* compound prescription on the NK cell activity in mice

组别 Group	剂量 Dose//g/kg	NK 细胞活性 NK cell activity//%
阴性对照组 Negative control	蒸馏水	48.3±7.8
高剂量组 High-dose group	1.2	56.9±8.2
中剂量组 Middle-dose group	0.4	54.2±11.3
低剂量组 Low-dose group	0.2	55.7±9.4

参考文献

- [1] LUO A X, HE X J, ZHOU S D, et al. Purification, composition analysis and antioxidant activity of the polysaccharides from *Dendrobium nobile* Lindl. [J]. Carbohydrate polymers, 2010, 79(4): 1014-1019.
- [2] LI J L, ZHAO Z, LIU H C, et al. Influence of light intensity and water content of medium on total dendrobine of *Dendrobium nobile* Lindl. [J]. Asian Pacific journal of tropical medicine, 2017, 10(11): 1095-1100.
- [3] ZHANG Y, WANG H X, MEI N N, et al. Protective effects of polysaccharide from *Dendrobium nobile* against ethanol-induced gastric damage in rats [J]. International journal of biological macromolecules, 2018, 107: 230-235.
- [4] 李后强. 好石斛在天府 [J]. 当代县域经济, 2020(11): 10-17.
- [5] SANLIER N, GOKCEN B B, ALTU Ğ M. Tea consumption and disease correlations [J]. Trends in food science & technology, 2018, 78: 95-106.
- [6] FANG J, SUREDA A, SILVA A S, et al. Trends of tea in cardiovascular health and disease: A critical review [J]. Trends in food science & technology, 2019, 88: 385-396.
- [7] 李海琳, 成浩, 王丽鸾, 等. 茶叶的药用成分、药理作用及开发应用研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2014, 42(31): 10833-10835, 10838.
- [8] 张冰洁. 复方金钗石斛口服液及其增强免疫和护胃功效研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2019.
- [9] CAO J, YU L, ZHAO J L, et al. Effect of dehydroepiandrosterone on the immune function of mice *in vivo* and *in vitro* [J]. Molecular immunology, 2019, 112: 283-290.
- [10] 杨迪, 李丽杰, 张曾亮, 等. 南极磷虾油灵芝孢子油纳米乳复合物提高小鼠的免疫功能 [J]. 现代食品科技, 2020, 36(5): 14-21, 50.

(下转第 190 页)

和经验验证可疑数据。假阳性结果的出现不仅会严重损害企业的经济利益,同时也影响检验方的信誉。如2015年“椰岛鹿龟酒事件”的起因便是检验方检出产品含有非法添加

物^[21],后来导致产品下架,生产企业申请复检后复检结果却是未检出非法添加物。

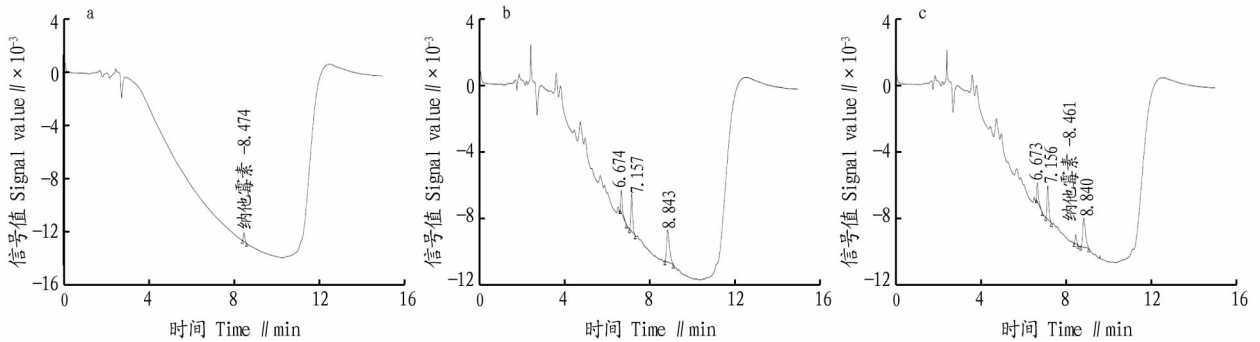


图3 甲醇:0.5%乙酸梯度洗脱时检测标准品(a)、样品(b)和样品加标(c)中纳他霉素液相色谱图

Fig.3 The liquid chromatogram of natamycin in the standard (a), sample (b) and sample spike (c) detected when gradient elution with methanol:0.5% acetic acid

一般情况下,一旦遇到疑似阳性样品,首先考虑的因素有判定是否合理,检测方法选择是否正确,制样是否准确,是否随做空白试验、加标试验,有无异常现象。排除这些因素后,最好调试色谱条件进行复验,在可能的情况下使用不同种类的检测器或高端仪器进一步确证。食品检验人员面临的样品种类繁多,成分不确定性大,需要在检测过程中不断积累经验,小心陷阱,细心观察,耐心探索。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.原料乳与乳制品中三聚氰胺检测方法:GB/T 22388—2008[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [2] 康燕玉,廖富荣,曾志杰,等.高效液相色谱法测定三聚氰胺假阳性结果的原因及其对策分析[J].福建分析测试,2010,19(1):6-9.
- [3] 李轩,曾丽珠,张昊.市售油性记号笔对水产品中结晶紫检测污染研究[J].现代食品,2016(24):91-92.
- [4] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准 食品添加剂使用标准:GB 2760—2014[S].北京:中国标准出版社,2015.
- [5] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中真菌毒素限量:GB 2761—2017[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [6] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中污染物限量:GB 2762—2017[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [7] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,中华人民共和国农业部,中华人民共和国国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量:GB 2763—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [8] 孙姗姗,覃玲,梁瑞强,等.火锅食品中罂粟壳成分检测结果的假阳性研究[J].食品安全质量检测学报,2017,8(7):2531-2542.
- [9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.猪肉、牛肉、鸡肉、猪肝和水产品中硝基呋喃类代谢物残留量的测定 液相色谱-串联质谱法:GB/T 20752—2006[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.动物源性食品中硝基呋喃类药物代谢物残留量检测方法 高效液相色谱/串联质谱法:GB/T 21311—2007[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [11] 中华人民共和国农业部.动物源性食品中硝基呋喃类代谢物残留量的测定 高效液相色谱-串联质谱法:农业部 781 号公告-4—2006[S].北京:中国农业出版社,2006.
- [12] 刘正才,杨方,余孔捷,等.硝基呋喃类代谢物残留量检测标准的比较[J].分析实验室,2011,30(11):43-47.
- [13] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准 食品中环己基氨基磺酸钠的测定:GB 5009.97—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [14] 姜文良,钱玉根,杨民.GC-MS 法测定黄酒中的甜蜜素[J].中国食品添加剂,2008(5):156-158.
- [15] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.水产品中孔雀石绿和结晶紫残留量的测定:GB/T 19857—2005[S].北京:中国标准出版社,2005.
- [16] 郑成荣,范艳红,孙洪峰,等.干燥蒜粉中苯甲酸检测的假阳性分析[J].食品研究与开发,2009,30(7):113-117.
- [17] 陈俊.高效液相色谱法检测水产品中甲基睾酮的假阳性分析[J].南方水产,2010,6(6):74-76.
- [18] 蒋迎,鲁成银,汪庆华,等.茶叶中拟除虫菊酯类农药残留双柱气相色谱检测技术初探[J].中国茶叶加工,2005(3):41-42,44.
- [19] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.食品中纳他霉素的测定 液相色谱法:GB/T 21915—2008[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [20] 常建华,董琦功.波谱原理及解析[M].北京:科学出版社,2010:7-9.
- [21] 食品药品监管总局办公厅.食品药品监管总局办公厅关于同意恢复生产销售椰岛鹿牌龟酒的复函:食药监办稽函[2015]529号[A].2015.
- [11] JAHANIAN E, MAHDAVI A H, ASGARY S, et al. Effect of dietary supplementation of mannanoligosaccharides on hepatic gene expressions and humoral and cellular immune responses in aflatoxin-contaminated broiler chicks[J]. Preventive veterinary medicine, 2019, 168: 9-18.
- [12] 孟维彬,胡志和,王丽娟,等.添加乳蛋白水解物配方奶粉的免疫功能评价[J].食品科学,2010,31(23):360-365.
- [13] 张伟云,王玉,王旭东,等.蛹虫草对小鼠细胞免疫及巨噬细胞吞噬功能影响[J].长春工业大学学报,2019,40(6):534-539.
- [14] 王慧明,李可可,刘洁,等.松乳菇多糖多肽免疫增强注射剂对小鼠免疫调节的影响[J].经济动物学报,2020,24(2):111-114,124.
- [15] MURCIA-BELMONTE A, ALVAREZ D, ORTEGA N, et al. Effect of progesterone on the vaccination and immune response against Chlamydia abortus in sheep[J]. Veterinary immunology and immunopathology, 2019, 213: 1-9.
- [16] JANKOWSKI J, KOZŁOWSKI K, OGNIK K, et al. The effect of the dietary inclusion levels and sources of zinc on the performance, metabolism, redox and immune status of turkeys[J]. Animal feed science and technology, 2019, 252: 103-114.

(上接第179页)