

# 玉米胚芽蛋白酶解物对小鼠免疫功能的影响

张鸣镛<sup>1,2</sup>, 管 骁<sup>1</sup>, 姚惠源<sup>1</sup>

(1.江南大学食品学院,江苏 无锡 214036;2.吉林大学军需科技学院,吉林 长春 130062)

**摘 要:** 用胰蛋白酶水解玉米胚芽蛋白,研究了玉米胚芽蛋白酶解物对小鼠体内的免疫调节作用。研究表明,玉米胚芽蛋白酶解物能显著提高正常小鼠的免疫脏器指数、腹腔巨噬细胞的吞噬百分率、吞噬指数和淋巴细胞的转化功能活性,促进溶血素的形成。结果提示:玉米胚芽蛋白酶解物能提高机体的免疫功能,是一种很好的非特异性免疫激活剂。

**关键词:** 玉米胚芽蛋白; 酶解物; 免疫

## Effects of Corn Germ Protein Hydrolysates on Mouse Immunity

ZHANG Ming-di<sup>1,2</sup>, GUAN Xiao<sup>1</sup>, YAO Hui-yuan<sup>1</sup>

(1.School of Food Science and Engineering, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China

2.College of Quartermaster Science and Technology, Jilin University, Changchun 130062, China)

**Abstract:** Corn germ protein was hydrolyzed by trypsin and the effects of hydrolysates on mouse immunity were investigated. The results of the experiments showed that hydrolysates can remarkably enhance the thymus and spleen index, the phagocytosis index and phagocytosis percent of macrophage, and the lymphocyte transformation for normal mouse while also promote the form of hemolysin in mouse body. The results demonstrated that they can increase the organic immune function and are good nonspecific immunity activators.

**Key words:** corn germ protein; hydrolysates; immunity

中图分类号: TS201.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)02-0302-04

玉米胚芽是玉米淀粉及酒精工业的副产品,占玉米籽粒的10%~15%,所含的营养成分十分丰富。脱脂后

的玉米胚芽,蛋白质含量约为30%,其中70%是清蛋白和球蛋白。玉米胚芽蛋白的蛋白质功效比值为2.04~

收稿日期: 2006-01-25

作者简介: 张鸣镛(1971-),男,讲师,博士研究生,研究方向为谷物与食品资源的深度开发与利用。

- binding[J]. *Anal Biochem*, 1976, 72: 248-254.
- [7] SHIH C C, WU Y W, LIN W C. Ameliorative effect of *Anoectochilus formosanus* on osteopenia in ovariectomized rats[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2001, 77: 233-238.
- [8] 汪远金, 许金林, 张杰, 等. 大豆异黄酮对去势大鼠骨密度及骨病理形态学作用的初步研究[J]. *中国中医药科技*, 2003, 10(5): 284-286.
- [9] POTTER S M, BAUM J A, TENG H, et al. Soy protein and isoflavones: Their effect on blood lipids and bone density in postmenopausal women[J]. *Am J Clin Nutr*, 1998, 68: 1375S-1379S.
- [10] 程茅伟, 章锡平, 朱清华, 等. 大豆异黄酮对去卵巢大鼠骨钙、骨强度的影响[J]. *中国公共卫生*, 2005, 21(4): 453-455.
- [11] 叶艳彬, 苏宜香. 大豆异黄酮减缓绝经后妇女骨的丢失的临床效应[J]. *营养学报*, 2004, 26(1): 49-52.
- [12] 叶艳彬, 卓淑雨, 苏宜香. 大豆异黄酮类对去卵巢大鼠内分泌和抗氧化系统的影响[J]. *中国老年学杂志*, 2005, 25: 75-77.
- [13] 凌艺辉. 大豆异黄酮对去卵巢大鼠血脂代谢、血清SOD活力的影响[J]. *实用预防医学*, 2002, 9(5): 468-469.
- [14] 罗广华, 王爱国. 植物中的多酚物质对超氧化物自由基的清除作用[J]. *热带亚热带植物学报*, 1994, 2(4): 95-99.
- [15] SEIDOLVA-WUTTKE D, JARRY H, BECKER T, et al. Pharmacology of *Cimicifuga racemosa* extract BNO 1055 in rats: bone, fat and uterus. *Maturitas*, 2003, 44(S1): 39-50.
- [16] 姚文, 唐梓敬, 汪岱迪, 等. 牛初乳提取物(BEC)对成骨细胞增殖及胎鼠骨骼发育的影响[J]. *南京农业大学学报*, 1999, 22(2): 59-62.
- [17] 颜贻谦, 周振华, 曹道明, 等. “乳珍”对体外培养细胞的作用[J]. *中国应用生理学杂志*, 1989(7): 71.
- [18] 张玉华. 超微细鲜骨粉生物学功能的研究[J]. *食品科学*, 2001, 22(4): 78-81.
- [19] 程时, 丁海勤. 谷胱甘肽及其抗氧化作用今日谈[J]. *生理科学进展*, 2002, 33(1): 85-90.
- [20] 高姝娟, 刘锡锰, 高贵, 等. 谷胱甘肽的抗线粒体脂质过氧化作用[J]. *生物化学杂志*, 1997, 13(3): 287-291.

2.56, 与大豆蛋白、酪蛋白相当; 氨基酸组成接近鸡蛋白, 与 FAO/WHO 推荐的人类蛋白质标准具有较好的一致性<sup>[1]</sup>。玉米胚芽蛋白同时具有良好的功能性质<sup>[2]</sup>, 可以作为食品添加剂, 广泛应用于糕点、饮料、肉制品中<sup>[3-4]</sup>。但总体上, 对玉米胚芽蛋白的研究、开发仍停留在单纯的加工利用方面, 对其保健功能的研究还不深入, 报道不多, 这在一定程度上影响了玉米胚芽蛋白的开发利用。

目前, 从植物种子蛋白(大豆、玉米、小麦等)中分离、制备生物活性肽已成为生物活性肽研究的一个重要方向。从生物进化的角度来看, 贮藏和营养蛋白可能是从功能蛋白进化而来, 因此, 在不同的营养和贮藏蛋白的肽链中可能广泛存在不同的功能区段, 选择合适的蛋白酶水解这些肽链, 有可能将其释放出来, 从而制备多种生物活性肽<sup>[5]</sup>。玉米胚芽蛋白作为具有生命活力的植物胚胎的储藏蛋白, 不存在限制氨基酸, 所以从中获得具有生物活性的区段是有可能的。

本文初步研究了玉米胚芽蛋白酶解物(corn germ protein by hydrolysates, CGPHs)对小鼠体内的免疫调节作用, 目的是发现玉米胚芽蛋白的潜在价值, 使玉米胚芽蛋白的利用进入更高层次, 为玉米胚芽蛋白在保健食品中的应用提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

玉米胚芽购于吉林省黄龙玉米淀粉有限公司。

昆明鼠: 6~8 周龄, 体重 18~22g, 由无锡山禾药业有限公司动物房提供。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 玉米胚芽蛋白酶解物的制备

采用碱提酸沉法制备玉米胚芽分离蛋白。在蛋白底物浓度 8%、胰蛋白酶与底物比为 2% (质量比)、pH 值 8、40℃ 的条件下, 水解 4h, 水解液离心, 上清液经过超滤、钠滤脱盐、真空浓缩后, 冷冻干燥备用。

#### 1.2.2 动物分组与饲养

将小鼠适应饲养一周后, 依体重将小鼠随机分为实验组和对照组, 每组 10 只, 实验组每日每只鼠分别灌胃玉米胚芽蛋白酶解物一次, 低、中、高剂量分别为 50、100、250mg/kg·d, 正常对照组灌胃生理盐水, 灌胃量 0.3ml/只。灌胃 30d 后, 进行免疫指标测定。

#### 1.2.3 小鼠免疫脏器指数的测定<sup>[6]</sup>

用断颈法处死小鼠, 剥取胸腺和脾脏, 并将周围组织剥离干净后称重, 按下式计算免疫脏器指数:

脾脏指数(mg/10g) = 脾脏平均重量 / 平均体重

胸腺指数(mg/10g) = 胸腺平均重量 / 平均体重

#### 1.2.4 小鼠腹腔巨噬细胞吞噬功能的测定<sup>[6]</sup>

每鼠腹腔注射浓度为  $5 \times 10^6$ /ml 的鸡红细胞悬液 1ml, 间隔 30min 后用生理盐水洗脱收集大鼠腹腔液, 涂片。以 1:1 丙酮甲醛液固定, 4% Giemsa 染液染色, 用油镜计数 100 个巨噬细胞中吞噬鸡红血球的巨噬细胞数目及吞噬鸡红血球的总数, 并按下列公式计算吞噬百分比和吞噬指数。

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

$$\text{吞噬指数} = \text{被吞噬的鸡红细胞总数} / \text{计数的巨噬细胞数}$$

#### 1.2.5 对细胞免疫的影响(淋巴细胞转化试验)<sup>[6]</sup>

将大鼠断颈处死, 无菌取脾, 分别制脾细胞悬液, 用台盼蓝染色计数, 活细胞数应大于 95%, 调整细胞浓度为  $2.0 \times 10^6$ /ml。将细胞悬液分两组加入 96 孔培养板中, 每孔 1ml; 一组加 Con A(100μg/ml, Sigma 公司)50μl, 另一组作对照, 置 5% CO<sub>2</sub>, 37℃ 饱和湿度培养箱中。培养结束前 4h, 每孔吸去上清液 0.7ml, 加入不含小牛血清的 RPMI-1640(GIBCO)培养液, 同时加入 MTT(5mg/ml, Sigma 公司)50μl/孔, 继续培养至 72h。培养结束后, 每孔加入 1ml 酸性异丙醇, 吹打混匀, 用酶联免疫检测仪, 570nm 波长测定。

#### 1.2.6 血清溶血素测定<sup>[7]</sup>

小鼠连续灌胃 30d 后, 用已脱纤维的 20% SRBC 的细胞悬液, 每只注射 0.2ml 对小鼠进行腹腔免疫。免疫后继续将小鼠灌胃 4d, 然后眼球取血于离心管中, 放置约 1h, 使血清充分析出, 2000r/min 离心 10min, 收集血清。用生理盐水稀释血清, 稀释至 500 倍。取 1ml 稀释后的血清置试管内, 依次加入 10%(V/V)SRBC 0.5ml, 补体 1ml(用生理盐水按 1:10 稀释)。另设不加血清的对照管(以生理盐水代替), 置 37℃ 恒温水浴中保温 15min 后, 冰浴终止反应。2000r/min 离心 10min, 取上清液 1ml 于试管内, 再加入 3ml 都氏试剂, 同时取 10%(V/V) SRBC 0.25ml 于另一支试管内, 再加入都氏试剂至 4ml 充分混匀, 放置 10min 后, 于 540nm 处以对照管作空白, 分别测定各管光密度值, 算出样品的半数溶血值。

$$\text{样品}HC_{50} = \frac{\text{样品的吸光度值}}{\text{SRBC 半数溶血时的吸光度值}} \times \text{稀释倍数}$$

#### 1.2.7 数据处理及结果判断

所得数据均以  $\bar{X} \pm SD$  表示, 用 t 检验进行显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 玉米胚芽蛋白酶解物对正常小鼠免疫器官重量的影响

表 1 结果表明, 玉米胚芽蛋白酶解物低、中、高剂量组的脾脏指数分别是对照组的 1.11、1.31、1.42 倍,

表1 玉米胚芽蛋白酶解物对正常小鼠免疫器官重量的影响  
Table 1 Effects of CGPHs on immune organs weight of normal mouse

组别	剂量 (mg/kg·d)	小鼠数量 (只)	脾脏指数 (mg/10g)	胸腺指数 (mg/10g)
低剂量组	50	10	39.06±3.47*	30.99±4.68*
中剂量组	150	10	46.19±6.32**	34.06±5.24**
高剂量组	250	10	50.07±9.78**	36.35±6.17**
对照组	—	10	35.25±4.56	28.31±4.31

注: 与对照组比较, 进行显著性检验, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ 。

胸腺指数分别是对照组的1.09、1.20、1.28倍, 低剂量组达到显著水平, 中、高剂量组达到了极显著水平。

胸腺和脾脏为体内主要的免疫器官, 试验物使胸腺和脾脏增重可初步说明其对免疫调节的增强作用。本实验发现, 玉米胚芽蛋白水解物对小鼠免疫脏器的促生长作用非常明显, 这与面筋蛋白和大豆蛋白酶解物的作用相似<sup>[8-9]</sup>; 郑华发现, 酪蛋白水解物对小鼠的脾脏指数的提高有一定作用, 但随着酪蛋白水解物剂量的增加脾脏指数略有降低<sup>[10]</sup>, 表明玉米胚芽蛋白水解液在促进免疫脏器生长活性方面与酪蛋白水解物可能有不同机制。

## 2.2 玉米胚芽蛋白酶解物对正常小鼠腹腔巨噬细胞吞噬作用的影响

表2 结果表明, 玉米胚芽酶解物对小鼠巨噬细胞的

表2 玉米胚芽蛋白酶解物对正常小鼠腹腔巨噬细胞吞噬作用的影响  
Table 2 Effects of CGPHs on macrophages stimulation of normal mouse

组别	剂量(mg/kg·d)	吞噬百分数(%)	吞噬指数
低剂量组	50	64.01±2.98**	0.77±0.03**
中剂量组	150	72.04±6.12**	0.91±0.06**
高剂量组	250	70.92±4.37**	1.01±0.05**
对照组	—	41.15±3.62	0.41±0.02

注: 与对照组比较, 进行显著性检验, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ 。

吞噬功能有极显著的增强作用。低、中、高剂量组的吞噬指数分别是对照组的1.88、2.22、2.46倍, 吞噬百分比分别比对照组提高了55.6%、75.1%、72.3%。

腹腔巨噬细胞上有SS(生长抑素)、VIP(血管活性生长肽)等胃肠道生物活性肽的特异性受体, 通过改变细胞内钙离子浓度而调节巨噬细胞的吞噬能力<sup>[11]</sup>。资料报道, 面筋蛋白、大豆蛋白和大米蛋白经食物蛋白酶作用产生的酶解肽均能增进巨噬细胞的吞噬能力<sup>[8,12-13]</sup>。本实验中, 玉米胚芽蛋白酶解物对大鼠腹腔巨噬细胞的吞噬能力也有增强作用, 其作用机制可能与膜受体介导或钙离子浓度调节有一定关系。

## 2.3 玉米胚芽蛋白酶解物对正常小鼠脾淋巴细胞增殖作用的影响

由表3可见, 各剂量组的刺激指数(SI)均极显著地高于对照组, 说明玉米胚芽蛋白酶解物有明显的刺激淋

表3 玉米胚芽蛋白酶解物对正常小鼠脾淋巴细胞增殖作用的影响  
Table 3 Effects of CGPHs on lymphocyte proliferation of normal mouse

组别	剂量 (mg/kg·d)	加 ConA OD 值	未加 ConA OD 值	SI
低剂量组	50	0.182±0.14**	0.086±0.21	2.116**
中剂量组	150	0.204±0.22**	0.078±0.12	2.615**
高剂量组	250	0.211±0.17**	0.084±0.09	2.512**
对照组	—	0.111±0.06	0.079±0.15	1.405

注: 与对照组比较, 进行显著性检验, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ 。

巴细胞转化作用, 即明显提高T淋巴细胞对ConA刺激的反应性, 对增强小鼠的细胞免疫功能有一定的作用; 未加ConA的各剂量组OD值与对照组OD值无显著差异, 提示外源水解活性肽对免疫功能的调节作用有多重机制, 即在无外源异物刺激时, 外源活性肽的生物活性主要在促生长、营养调节上; 而当有外源性异物刺激时, 则迅速上调其细胞免疫功能<sup>[9]</sup>。

## 2.4 玉米胚芽蛋白酶解物对小鼠血清溶血素的影响

溶血素水平反映体液免疫能力, 其含量与机体体液免疫能力呈正相关。从表4可以看出, 与对照组相比较, 各剂量组均能提高小鼠半数溶血值, 剂量与效应呈正相关关系, 且中剂量组和高剂量组与空白组相比有极显著性差异。半数溶血值的测定结果表明了玉米胚芽蛋白酶解物能够提高小鼠的体液免疫功能。

表4 玉米胚芽蛋白酶解物对小鼠血清溶血素的影响  
Table 4 Effects of CGPHs on HC<sub>50</sub> of normal mouse

组别	小鼠数量(只)	剂量(mg/kg·d)	HC <sub>50</sub>
低剂量组	10	50	75.52±22.98
中剂量组	10	150	114.96±37.52**
高剂量组	10	250	129.04±16.03**
对照组	10	—	61.52±20.13

注: 与对照组比较, 进行显著性检验, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ 。

## 3 结论

玉米胚芽蛋白酶解物能显著地增加小鼠的胸腺和脾脏的重量, 对小鼠巨噬细胞的吞噬功能有明显的增强作用, 能显著增强小鼠脾脏中T淋巴细胞的活性, 促进小鼠血清溶血素的形成, 提示玉米胚芽蛋白经胰蛋白酶体外水解后产生了一些具免疫活性的小肽。但究竟是哪一类肽, 如何起作用都有待进一步研究。

## 参考文献:

- [1] KULAKOVA E V, VAINERMAN E S, ROGOSHIN S V. Contribution to the investigation of corn germ. I. Corn germ is a valuable source of protein[J]. Nahrung, 1982, 26: 451-457.
- [2] HUNG S C, ZAYAS J F. Protein solubility, water retention, fat binding of corn germ protein flour compared with milk proteins[J]. Food Sci, 1992, 57: 372-384.
- [3] BROWN L M, ZAYAS J F. Corn germ protein flour as an extender in

# 当归多糖对亚急性辐射损伤小鼠的防护作用研究

孙元琳<sup>1,2</sup>, 顾小红<sup>3</sup>, 李德远<sup>4</sup>, 汤 坚<sup>2</sup>

(1. 运城学院生命科学系, 山西 运城 044000 2. 江南大学 食品科学与安全教育部重点实验室, 江苏 无锡 214036  
3. 江南大学测试中心, 江苏 无锡 214036 4. 军事经济学院营养食品研究所, 湖北 武汉 430045)

**摘 要:** 目的: 考察当归多糖 ASP3 组分对亚急性辐射损伤小鼠的防护作用。方法: 以当归多糖 ASP3 组分为受试物, 用 <sup>60</sup>Co γ 射线对小鼠进行一次性全身照射, 采用推片染色、试剂盒检测、MTT 等方法检测外周血白细胞、淋巴细胞数量, 骨髓嗜多染红细胞(PCE)微核率, 淋巴细胞转化率, 肝组织 SOD 活力、MDA 含量。结果: ASP3 对亚急性辐射损伤小鼠的外周血白细胞、淋巴细胞数量的回升均有明显的促进作用, 并能有效地抑制 PCE 微核的形成, 促进外周血淋巴细胞转化以及肝组织的抗氧化能力, 增强机体的辐射耐受性。结论: 当归多糖具有一定的抗辐射功能, 对亚急性辐射损伤小鼠有良好的防护作用。

**关键词:** 当归多糖; 亚急性辐射; 辐射防护

Study on Radioprotection Effects of Angelica sinensis Polysaccharides on Sub-acute Radiation-injured Mouse

SUN Yuan-lin<sup>1,2</sup>, GU Xiao-hong<sup>3</sup>, LI De-yuan<sup>4</sup>, TANG Jian<sup>2</sup>

(1. Department of Life Sciences, Yuncheng University, Yuncheng 044000, China 2. Key Laboratory of Food Science and Safety, Ministry of Education, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China 3. Testing and Analysis Center, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China 4. Nutrition and Food Research Institute, Wuhan Economic College, Wuhan 430035, China)

**Abstract:** Objective: To investigate the radioprotective effect of Angelica sinensis polysaccharide ASP3 on sub-acute radiation-injured mice. Methods: Polysaccharide ASP3, prepared from Angelica sinensis, was orally administered to groups of mice. After being exposed wholly to <sup>60</sup>Co γ-rays once, peripheral leucocyte and lymphocyte counts, micronuclei frequency of PCE in bone marrow, transformation rates of peripheral lymphocyte, SOD and MDA of liver cells were examined. Results: ASP3 could protect leucocytes and lymphocytes, prohibit formation of micronucleus of polychromatic erythrocytes in bone-marrow, speed transformation rate of peripheral lymphocytes, content of SOD of liver cells and enhance the radiation endurance of the body. Conclusion: ASP3 has radioprotective effects on sub-acute radiation-injured mice.

收稿日期: 2005-01-21

作者简介: 孙元琳(1971-), 女, 工程师, 博士, 研究方向为天然产物功能因子研究。

- broiled beef patties[J]. Food Sci, 1990, 55: 888-892.
- [4] GUOTA H O. Effect of supplementation of processed maize germ cake on nutritional quality of maize[J]. Food Sci Technol, 2001, 38: 507-508.
- [5] 庞广昌, 王秋韞, 陈庆森. 生物活性肽的研究进展理论基础与展望[J]. 食品科学, 2001, 22(2): 80-84.
- [6] 周俭主. 保健食品设计原理及其应用[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998.
- [7] 朱正美, 刘辉. 简明免疫学技术[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [8] 杨小军, 左伟勇, 陈伟华. 面筋蛋白的胃蛋白酶酶解物对大鼠免疫功能的影响[J]. 南京农业大学学报, 2004, 27(4): 69-72.
- [9] 杨小军, 左伟勇, 陈伟华, 等. 灌喂大豆蛋白胃蛋白酶酶解物对大鼠免疫功能的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2005, 36(4): 348-351.
- [10] 郑华, 傅伟龙. 酪蛋白水解物对小鼠生长及免疫功能的影响[J]. 华南农业大学学报, 2000, 21(3): 71-74.
- [11] 李成仁, 蔡文琴, 肖茂磊, 等. 生长抑素和血管活性肠肽对腹腔巨噬细胞吞噬能力的调节和细胞内钙离子浓度的调节[J]. 解剖科学进展, 1999, 5(4): 367-368.
- [12] TSURUKI T, KISHI K, TAKAHASHI M, et al. Soymetide, an immunostimulating peptide derived from soybean beta-conglycinin, is an fMLP agonist[J]. FEBS Lett, 2003, 540(1/3): 206-210.
- [13] YOSHIKAWA M, TAKAHASHI M. Isolation and characterization of oryzatensin: a novel bioactive peptide with ileum-contracting and immunomodulating activities derived from rice albumin[J]. Biochemistry and Molecular Biology International, 1994, 33(6): 1151-1158.

## 玉米胚芽蛋白酶解物对小鼠免疫功能的影响

作者: [张鸣镛](#), [管骁](#), [姚惠源](#), [ZHANG Ming-di](#), [GUAN Xiao](#), [YAO Hui-yuan](#)  
 作者单位: [张鸣镛, ZHANG Ming-di \(江南大学食品学院, 江苏, 无锡, 214036; 吉林大学军需科技学院, 吉林, 长春, 130062\)](#), [管骁, 姚惠源, GUAN Xiao, YAO Hui-yuan \(江南大学食品学院, 江苏, 无锡, 214036\)](#)  
 刊名: [食品科学](#) **ISTIC** **PKU**  
 英文刊名: [FOOD SCIENCE](#)  
 年, 卷(期): 2007, 28(2)  
 被引用次数: 2次

### 参考文献(13条)

1. [杨小军;左伟勇;陈伟华](#) [灌喂大豆蛋白胃蛋白酶解物对大鼠免疫功能的影响](#)[期刊论文]-[畜牧兽医学报](#) 2005(04)
2. [杨小军;左伟勇;陈伟华](#) [面筋蛋白的胃蛋白酶解物对大鼠免疫功能的影响](#)[期刊论文]-[南京农业大学学报](#) 2004(04)
3. [朱正美;刘辉](#) [简明免疫学技术](#) 2002
4. [周俭主](#) [保健食品设计原理及其应用](#) 1998
5. [庞广昌;王秋韞;陈庆森](#) [生物活性肽的研究进展理论基础与展望](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2001(02)
6. [GUOTA H O](#) [Effect of supplementation of processed maize germ cake on nutritional quality of maize](#)[外文期刊] 2001(5)
7. [BROWN L M;ZAYAS J F](#) [Corn germ protein flour as an extender in broiled beef patties](#) 1990
8. [YOSHIKAWA M;TAKAHASHI M](#) [Isolation and characterization of oryza-tensin:a novel bioactive peptide with ileum-contracting and immunomodulating activities derived from rice alubumin](#) 1994(06)
9. [TSURUKI T;KISHI K;TAKAHASHI M](#) [Soymetide, an immunostimulating peptide derived from soybean beta-conglycinin, is an fMLP agonist](#)[外文期刊] 2003(1-3)
10. [李成仁;蔡文琴;肖茂磊](#) [生长抑素和血管活性肠肽对腹腔巨噬细胞吞噬能力的调节和细胞内钙离子浓度的调节](#) 1999(04)
11. [郑华;傅伟龙](#) [酪蛋白水解物对小鼠生长及免疫功能的影响](#)[期刊论文]-[华南农业大学学报](#) 2000(03)
12. [HUNG S C;ZAYAS J F](#) [Protein solubility, water retention, fat binding of corn germ protein flour compared with milk proteins](#)[外文期刊] 1992
13. [KULAKOVA E V;VAINERMAN E S;ROGOSHIN S V](#) [Contribution to the investigation of corn germ. I. Corn germ is a valuable source of protein](#) 1982

### 引证文献(2条)

1. [姜宁](#). [张爱忠](#). [李玲玲](#). [于国萍](#) [蝇蛆肽对大鼠机体抗氧化和免疫指标的影响](#)[期刊论文]-[动物营养学报](#) 2009(4)
2. [肖志刚](#). [段玉敏](#). [任运宏](#). [刘毅](#). [王辉](#). [程涛](#) [玉米胚芽分离蛋白提取工艺研究](#)[期刊论文]-[食品工业科技](#) 2008(3)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_spkx200702078.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_spkx200702078.aspx)