

# 南瓜籽及其加工副产品在动物生产中应用的潜在价值

李斐<sup>1</sup> 王甜<sup>1</sup> 梅宁安<sup>2</sup> 周玉香<sup>1\*</sup>

(1.宁夏大学农学院,银川 750021;2.宁夏农林科学院畜牧兽医研究所,银川 750002)

**摘要:**南瓜籽营养丰富,具有多种营养活性。现阶段对于南瓜籽的研究主要集中在人体保健方面,在动物生产中的应用研究极少。本文综述了南瓜籽的营养特性、药理活性和南瓜籽产品的开发应用,旨在为南瓜籽在动物生产中的应用提供理论参考,为南瓜籽的深度加工利用提供新思路。

**关键词:**南瓜籽;营养特性;药理作用;应用

**中图分类号:**S816

**文献标识码:**A

**文章编号:**1006-267X(2022)07-4174-08

南瓜籽都有食药两用的功效,其含有丰富的蛋白质、脂肪酸、维生素等对机体有益的营养物质<sup>[1]</sup>。许多学者对南瓜籽的化学成分和药理作用进行了大量研究,发现其具有驱虫、抗炎<sup>[2]</sup>、抗氧化、改善脱发<sup>[3]</sup>、抑制癌细胞生长<sup>[4]</sup>、预防和治疗糖尿病等功效<sup>[5]</sup>。我国南瓜种植范围广、产量高,利用方式主要以南瓜果肉和南瓜籽仁为主,其加工副产物利用率低。因此,本文就南瓜籽的营养特性、药理作用、产品应用研究概况进行综述,以期为其作为动物饲料和抗生素替代物的可行性提供理论依据。

## 1 南瓜籽的营养特性

### 1.1 蛋白质

南瓜籽的蛋白质含量丰富,但不同品种之间含量差异较大。冯舒等<sup>[6]</sup>通过测定4种出口南瓜籽的营养成分,发现蛋白质含量在34.58%~42.00%,脱脂美洲南瓜籽的蛋白质含量可高达66.5%。此外,南瓜籽含有苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸、组氨酸、精氨酸等17种

氨基酸,总含量为30.03 g/100 g,在必需氨基酸组成比例上与人体所需必需氨基酸模式相似。其中赖氨酸、蛋氨酸和苏氨酸等限制性氨基酸含量较高,分别为1.405、0.739和1.480 g/100 g<sup>[7]</sup>。由此可见,南瓜籽蛋白质含量高、品质好,具有较好的饲料利用前景。

### 1.2 脂肪酸

南瓜籽油不饱和脂肪酸含量高,脂肪酸之间组成比例合理,具有较高的利用价值。南瓜籽含有十几种脂肪酸,其主要脂肪酸为棕榈酸、亚油酸、油酸,约占90%;其中棕榈酸占15%<sup>[2]</sup>,亚油酸含量在44.7%~55.5%,油酸含量在23.8%~33.1%。不饱和脂肪酸含量高于78.2%<sup>[8]</sup>,单不饱和脂肪酸含量高于35%<sup>[9]</sup>。南瓜籽油不饱和脂肪酸含量与葵花籽油、橄榄油等接近,都在80%左右,还含有共轭亚油酸和花生四烯酸。

### 1.3 多糖

南瓜多糖具有抗氧化、降三高(高血压、高血糖、高血脂)、抗肿瘤、抑菌等作用<sup>[10]</sup>,南瓜籽多糖表面平整,具有不定型性。程龙<sup>[11]</sup>通过复合酶(木瓜蛋白酶+纤维素酶)法提取南瓜籽多糖,在提

收稿日期:2021-12-17

基金项目:宁夏回族自治区重点研发计划项目(2021BEFD2D27)

作者简介:李斐(1998—),男,宁夏固原人,硕士研究生,研究方向为反刍动物营养。E-mail: 1078978133@qq.com

\*通信作者:周玉香,教授,博士生导师,E-mail: zhyxzhww@163.com

取时间 43 min、提取温度 60 ℃、酶添加量 2.5% 以及 pH 6.0 时,南瓜籽多糖的得率为 3.22%。王丽波等<sup>[12]</sup>通过热水浸提法提取南瓜籽多糖,得率为 2.18%,并初步分析出南瓜籽多糖由鼠李糖、阿拉伯糖、木糖、甘露糖、葡萄糖、半乳糖 6 种单糖组成,不含糖醛酸。Wang 等<sup>[13]</sup>采用超声辅助提取,在最优的条件下,南瓜籽多糖的得率为 2.29%。

#### 1.4 维生素

南瓜籽中含有维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub>、维生素 C、维生素 E、泛酸等<sup>[14]</sup>,其中含量最丰富的为维生素 E。王璐等<sup>[15]</sup>研究发现,南瓜籽油中含量最高的是  $\gamma$ -生育酚(4 794.1~5 270.2 mg/kg),含量最低的是  $\delta$ -生育三烯酚(1.3~2.4 mg/kg)。 $\gamma$ -生育酚抗氧化性较高,是机体高效的抗氧化剂,具有抗炎、预防肠癌的功效<sup>[16]</sup>。

#### 1.5 矿物质

南瓜籽中含有钙、镁、钾、钠、硫等常量矿物质元素,铁、铜、锌、硒、铬、锰等微量矿物质元素,其中钙、钠、镁、钾、铬和锌的含量较高<sup>[17-18]</sup>。这些矿物质元素在动物生命活动中具有重要作用,可维持细胞内外渗透压正常、神经肌肉细胞的兴奋性、细胞膜通透性和细胞正常功能的作用,也是机体细胞各种生化反应的催化剂<sup>[19-20]</sup>。

#### 1.6 其他活性成分

南瓜籽中还含有单宁、类胡萝卜素、水苏糖、棉子糖<sup>[21]</sup>、甾醇、角鲨烯<sup>[8]</sup>等其他活性成分。其中,单宁具有抗营养作用,但适宜的单宁添加量具有促生长、提高抗病力等作用<sup>[22]</sup>。南瓜籽甾醇可以提高机体抗氧化能力<sup>[23]</sup>。角鲨烯是一种重要的多不饱和三萜类物质,能参与机体多个生理过程,具有抗氧化、增强免疫力、防癌、抗菌抑菌、提高动物繁殖性能等功效<sup>[24-25]</sup>。

## 2 南瓜籽的生物学作用及其机制

### 2.1 驱虫

南瓜籽作为一种驱虫药广泛用于各种家畜,起主要作用的物质为南瓜籽氨酸<sup>[26-27]</sup>。南瓜籽作为驱虫药使用,更多的是和槟榔搭配使用。槟榔中槟榔碱对绦虫头结和前段具有麻痹作用,南瓜籽对绦虫的中段和后段具有麻痹作用,两者具有协同驱虫作用,驱虫效果可达 90% 以上。谢贤良等<sup>[28]</sup>通过比较吡咯酮和槟榔+南瓜籽的驱虫效果发现,槟榔+南瓜籽作为驱虫药安全有效,且槟榔+

南瓜籽比吡咯酮更适用于猪带绦虫的驱除。Feng 等<sup>[29]</sup>通过用槟榔+南瓜籽成功治疗一例人患牛带绦虫病。李向春<sup>[30]</sup>报道,槟榔+南瓜籽合剂可治猪囊尾蚴病。南瓜籽单独使用,也具有良好的驱虫效果。兰祖全<sup>[31]</sup>将干南瓜籽研成粉末,拌于精料给羊饲喂,驱虫效果良好。研究发现,不同剂量的南瓜籽粉对猫体绦虫都有驱除效果,但 2 g/kg 为最佳剂量,病情较重时使用 3 g/kg<sup>[32]</sup>。李献军<sup>[33]</sup>通过 18 种中药对离体猪蛔虫疗效的研究发现,南瓜籽的有效率为 40%~60%。南瓜籽对血吸虫幼虫有抑制作用,可杀灭一部分的幼虫。高剂量南瓜籽可使成虫虫体萎缩、器官退化,对虫卵具有抑制作用<sup>[34]</sup>。由此可见,南瓜籽对于绦虫病的治疗效果较好。

### 2.2 止血、抗炎、促愈合

南瓜籽中含有较高含量的  $\beta$ -谷甾醇。 $\beta$ -谷甾醇可以显著提高血管生成活性,促进成纤维细胞生成,促使伤口愈合止血<sup>[35-36]</sup>。Bardaa 等<sup>[2]</sup>用生理盐水、药物、南瓜籽油对小鼠伤口创面愈合能力进行对比发现,经过一段时间,南瓜籽油组大鼠皮肤表面没有炎症细胞、并完全重新上皮化,效果好于药物组。徐雅琴等<sup>[37]</sup>研究表明,南瓜籽植物甾醇对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、枯草芽孢杆菌和沙门氏菌都具有很好的抑制作用,当质量浓度为 3 mg/mL 时,可完全抑制供试菌的生长。王丽波等<sup>[38]</sup>通过抑菌试验研究发现,南瓜籽蛋白 Pw-1 对 9 种供试菌均有抑制作用,其中对白色葡萄球菌、黄瓜枯萎病菌、枯草芽孢杆菌和金黄色葡萄球菌 4 个菌株有显著的抑制作用。

### 2.3 治疗前列腺疾病

南瓜籽营养丰富,含有多种活性物质,具有抗前列腺增生的作用。陈田<sup>[39]</sup>研究发现,南瓜籽油甾醇可以显著降低前列腺增生大鼠的前列腺湿重和前列腺指数,减小前列腺组织,抑制细胞增生。李千会等<sup>[40]</sup>研究发现,南瓜籽醇提石油醚萃取相经硅胶柱层析氯仿:甲醇(8:2、7:3)梯度洗脱物对小鼠前列腺增生活性有明显的抑制作用。Vahlen-sieck 等<sup>[41]</sup>发现南瓜籽可以治疗男性前列腺增生。还有很多研究也都证实了这一点<sup>[42-44]</sup>。

### 2.4 抗氧化

王培宇<sup>[18]</sup>研究发现,南瓜籽多肽可以提高超氧化物歧化酶(SOD)活性和谷胱甘肽(GSH)含量,致使细胞内过多活性氧被清除,缓解氧化应激

和抑制细胞早衰。张宇等<sup>[23]</sup>通过南瓜籽甾醇对SD大鼠体内抗氧化作用研究发现,南瓜籽甾醇对SD大鼠抗氧化能力具有促进作用。王丽波等<sup>[12]</sup>通过体外抗氧化试验表明,南瓜籽多糖对一些自由基具有良好的清除效果。

### 2.5 降血糖、降胆固醇

南瓜籽的降血糖机理有3个方面:其一为南瓜籽多糖发挥作用。南瓜籽多糖的降糖作用可能是通过刺激胰岛细胞分泌胰岛素,从而起到降血糖作用<sup>[45-46]</sup>。其二为南瓜籽油发挥作用。有研究发现,南瓜籽油可显著提高胰岛素含量,显著降低大鼠血糖水平,并改善耐糖量<sup>[47]</sup>。其三为南瓜籽蛋白发挥作用。南瓜籽蛋白含有丰富的精氨酸。有报道指出,2型糖尿病患者的胰脏β细胞完全不能受糖刺激而引起胰岛素分泌,但给予精氨酸后,这种缺乏现象很快消失,葡萄糖作用消失后,胰岛素会迅速分泌<sup>[48]</sup>。

南瓜籽含有大量不饱和脂肪酸,其中亚油酸可以降低低密度脂蛋白含量,提高高密度脂蛋白含量。高密度脂蛋白被认为是一种健康的胆固醇形式,它能将胆固醇从细胞内转移到肝脏中,从而

使胆固醇被肝脏代谢,降低胆固醇含量<sup>[49]</sup>。

### 2.6 抗癌

Medjakovic等<sup>[4]</sup>用南瓜籽提取物对前列腺癌细胞、乳腺癌细胞、结直肠癌癌细胞和良性前列腺增生组织的增生细胞进行细胞活力测试发现,南瓜籽提取物对癌细胞生长具有40%~50%的抑制作用。Chari等<sup>[50]</sup>通过南瓜籽提取物对预防和治疗大鼠1,2-二甲基胍诱发的结肠癌的作用试验发现,南瓜籽提取物可以降低结肠癌大鼠异常隐窝病灶,降低癌症发生风险。还有研究表明南瓜籽提取物在乳腺癌预防和治疗中的具有潜在作用<sup>[51]</sup>。

## 3 南瓜籽产品及其应用研究

目前南瓜籽仍然以焙炒鲜食为主,去仁后得到的南瓜籽壳、南瓜籽仁皮和南瓜籽壳外皮,其粗蛋白质及粗脂肪含量较高。除此之外,市面上流行的其他南瓜籽产品有南瓜籽粉、南瓜籽油、南瓜籽粕和南瓜籽蛋白。南瓜籽仁皮、南瓜籽壳和南瓜籽壳外皮的营养成分含量见表1(由本实验室测定)。

表1 南瓜籽仁皮、南瓜籽壳和南瓜籽壳外皮的营养成分含量(干物质基础)

Table 1 Nutrient contents of pumpkin seed rind, pumpkin seed shell and pumpkin seed scarfskin (DM basis) %

项目 Items	干物质 DM	粗蛋白质 CP	粗脂肪 EE	中性洗涤纤维 NDF	酸性洗涤纤维 ADF
南瓜籽仁皮 Pumpkin seed rind	87.34	16.56	14.62	41.67	29.50
南瓜籽壳 Pumpkin seed shell	84.89	16.98	1.59	73.46	60.02
南瓜籽壳外皮 Pumpkin seed scarfskin	88.35	7.51	2.66	42.26	22.10

### 3.1 南瓜籽粉

南瓜籽粉是南瓜籽经干燥粉碎后过细筛得到的<sup>[52]</sup>。南瓜籽粉在营养组成上和南瓜籽极为接近,同样有驱虫、抗氧化、降血糖等功效,具有广泛的应用,如生产具有保健功能的南瓜籽粉饮料、南瓜籽粉胶囊和速溶南瓜粉等产品<sup>[53]</sup>。

### 3.2 南瓜籽油

南瓜籽油色泽呈红棕色、气味芳香,含有丰富的不饱和脂肪酸和生物活性物质,具有抗氧化、抗炎、免疫调节等作用,是公认的一种高品质食药两用的植物油<sup>[54]</sup>。南瓜籽真实含油量率大约为51%,黄文城等<sup>[55]</sup>通过比较发现,烘干南瓜籽出油率为47.75%,高于烘炒南瓜籽(41.67%)。朱英

莲<sup>[56]</sup>通过溶剂浸提法在最优条件下得出南瓜籽出油率为47.64%。乔永月<sup>[57]</sup>研究表明,南瓜籽油可以提高机体内肌糖原和肝糖原含量,从而有效恢复运动员运动耐力以及糖代谢的能力,并具有一定的安全性。南瓜籽油在反刍动物中研究较少,主要集中在犍牛上,有研究表明南瓜籽油加入初乳中饲喂犍牛,可以提高犍牛平均日增重、血清总蛋白含量和肠道中消化酶活性<sup>[58]</sup>。

### 3.3 南瓜籽粕

随着对南瓜籽油的需求增加,造成南瓜籽提油后的南瓜籽粕产量也不断增加。南瓜籽粕的蛋白质含量为53.0%~75.2%,高于其他常用饼粕,必需氨基酸占总氨基酸的31%,粗纤维和粗灰分

也符合饲料标准中对其他饼粕的要求<sup>[59]</sup>,并且南瓜籽粕不含对机体有害的物质,是一种安全的蛋白质资源。目前南瓜籽粕的应用有 2 个方面:其一为当作动物饲料使用。Murray 等<sup>[60]</sup>通过用南瓜籽粕和菜籽油代替鱼粉和鱼油饲喂北极嘉鱼的试验发现,当南瓜籽粕添加量为 12.5% 时,获得的饲养效果与传统鱼粉、鱼油配方相近,并且成本更低。其二为南瓜籽粕的深加工。Radočaj 等<sup>[61]</sup>利用南瓜籽粕制作了一种富含  $\omega$ -3 脂肪酸的面包抹酱。周红丽等<sup>[62]</sup>利用中性蛋白酶水解南瓜籽粕,制备得到血管紧张素转换酶(angiotensin-converting enzyme, ACE)抑制肽,该产品可用于治疗高血压。代弟<sup>[63]</sup>使用南瓜籽粕为原料开发酱油,得到了品质优良的酱油产品。张芬<sup>[64]</sup>使用碱溶酸沉法提取南瓜籽粕蛋白,在最佳条件为时间 2 h,温度 40 ℃,pH 10,料液比 1:400,得出南瓜籽粕蛋白提取率为 88.87%,所提取的南瓜籽蛋白呈淡黄色疏松粉末。南瓜籽粕还可以用来制作可生物降解、对环境无污染、价格低并且可以防止食物脱水变质的可食用蛋白膜<sup>[65]</sup>。

## 4 结 语

综上所述,南瓜籽及其加工副产物营养丰富,具有多种药理活性,在医疗保健方面应用较多,但在动物生产中应用较少,南瓜籽添加量对动物生长性能的影响尚不明确。如果能将其作为动物饲料原料,利用其含有的生物活性成分发挥益生作用,研究其对动物生长发育的影响,其研究结果将对解决我国蛋白质饲料原料短缺、提高动物生产性能和健康状况具有重要的研究意义。同时,在全面禁抗背景下,利用其抗菌、抗氧化作用等功能作为替抗饲料的前景广阔。

## 参考文献:

- [ 1 ] 蒋怡,敬璞.热风干燥温度对南瓜子种子活力的影响[J].包装工程,2021,42(9):49-55.  
JIANG Y, JING P. Effect of hot air drying on the vitality of pumpkin seeds [J]. Packaging Engineering, 2021, 42(9): 49-55. (in Chinese)
- [ 2 ] BARDAA S, BEN HALIMA N, ALOUI F, et al. Oil from pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds: evaluation of its functional properties on wound healing in rats [J]. Lipids in Health and Disease, 2016, 15: 73.
- [ 3 ] HAJHASHEMI V, RAJABI P, MARDANI M. Beneficial effects of pumpkin seed oil as a topical hair growth promoting agent in a mice model [J]. Avicenna Journal of Phytomedicine, 2019, 9(6): 499-504.
- [ 4 ] MEDJAKOVIC S, HOBIGER S, ARDJOMAND-WOELKART K, et al. Pumpkin seed extract: cell growth inhibition of hyperplastic and cancer cells, independent of steroid hormone receptors [J]. Fitoterapia, 2016, 110: 150-156.
- [ 5 ] 袁继红,于晓明,孟俊华,等.含南瓜籽油膳食对 2 型糖尿病患者糖脂代谢及营养状况的影响[J].海南医学,2016,27(4):531-534.  
YUAN J H, YU X M, MENG J H, et al. Changes of glucose and lipid metabolism and nutritional status in type 2 diabetic patients after eating diet containing pumpkin seed oil [J]. Hainan Medical Journal, 2016, 27(4): 531-534. (in Chinese)
- [ 6 ] 冯舒,倪彦博,孙皎,等.出口南瓜籽营养成分分析与质量评价[J].安徽农业科学,2017,45(3):95-97.  
FENG S, NI Y B, SUN J, et al. Export pumpkin seed nutrient analysis and quality evaluation [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2017, 45(3): 95-97. (in Chinese)
- [ 7 ] 张妮.南瓜籽蛋白及多肽制备的研究[D].硕士学位论文.武汉:武汉轻工大学,2019.  
ZHANG N. Study on the preparation pumpkin seed protein and peptide [D]. Master's Thesis. Wuhan: Wuhan Polytechnic University, 2019. (in Chinese)
- [ 8 ] 杨学芳,张继光,吴万富,等.南瓜籽油中角鲨烯含量及特征指标比较[J].食品与发酵工业,2021,47(5):217-223.  
YANG X F, ZHANG J G, WU W F, et al. Comparative analysis of squalene and the characteristic indexes in pumpkin seed oils [J]. Food and Fermentation Industries, 2021, 47(5): 217-223. (in Chinese)
- [ 9 ] MONTESANO D, BLASI F, SIMONETTI M S, et al. Chemical and nutritional characterization of seed oil from *Cucurbita maxima* L. (var. berrettina) pumpkin [J]. Foods, 2018, 7(3): 30.
- [ 10 ] 蒋高华,刘永泽,彭兴华.南瓜多糖功能作用及机理的研究进展[J].现代食品,2020,5(10):52-55.  
JIANG G H, LIU Y Z, PENG X H. Advances in research on the function and mechanism of pumpkin polysaccharide [J]. Modern Food, 2020, 5(10): 52-55. (in Chinese)
- [ 11 ] 程龙.南瓜籽多糖的提取纯化、结构鉴定以及生物活性的测定[D].硕士学位论文.哈尔滨:东北农业大学,2018.

- CHENG L. Extraction and purification, structure identification and biological activities of polysaccharide from pumpkin seeds [D]. Master's Thesis. Harbin: Northeast Agricultural University, 2018. (in Chinese)
- [12] 王丽波,程龙,徐雅琴,等.南瓜籽多糖热水提取工艺优化及其抗氧化活性[J].农业工程学报,2016,32(9):284-290.
- WANG L B, CHENG L, XU Y Q, et al. Extraction technology optimization and antioxidant activity of polysaccharides from pumpkin seeds[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2016, 32(9):284-290. (in Chinese)
- [13] WANG L B, CHENG L, LIU F C, et al. Optimization of ultrasound-assisted extraction and structural characterization of the polysaccharide from pumpkin (*Cucurbita moschata*) seeds [J]. Molecules, 2018, 23(5):1207.
- [14] MURKOVIC M, HILLEBRAND A, WINKLER J, et al. Variability of vitamin E content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.) [J]. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung, 1996, 202(4):275-278.
- [15] 王璐, PADILLA-ZAKOUR O, 陈杰博, 等. 南瓜籽热处理工艺对南瓜籽油活性成分的影响[J]. 粮食与油脂, 2019, 32(10):56-59.
- WANG L, PADILLA-ZAKOUR O, CHEN J B, et al. Effects of thermal treatments on the bioactive components of pumpkin seed oil [J]. Cereals & Oils, 2019, 32(10):56-59. (in Chinese)
- [16] GORJANOVIĆ SŽ, RABRENOVIĆ B B, NOVAKOVIĆ M M, et al. Cold-pressed pumpkin seed oil antioxidant activity as determined by a DC polarographic assay based on hydrogen peroxide scavenge [J]. Journal of the American Oil Chemists' Society, 2011, 88(12):1875-1882.
- [17] GLEW R H, GLEW R S, CHUANG L T, et al. Amino acid, mineral and fatty acid content of pumpkin seeds (*Cucurbita* spp.) and *Cyperus esculentus* nuts in the republic of Niger [J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2006, 61(2):51-56.
- [18] 王培宇. 南瓜籽多肽制备及其抗衰老作用研究 [D]. 硕士学位论文. 无锡: 江南大学, 2020.
- WANG P Y. Study on preparation of pumpkin seed peptides and their anti-aging effect [D]. Master's Thesis. Wuxi: Jiangnan University, 2020. (in Chinese)
- [19] 李胜利, 姚琨, 曹志军, 等. 2020 年奶牛产业技术发展报告 [J]. 中国畜牧杂志, 2021, 57(3):206-211.
- LI S L, YAO K, CAO Z J, et al. Cow industry technology development report 2020 [J]. Chinese Journal of Animal Science, 2021, 57(3):206-211. (in Chinese)
- [20] 戚柏恒. 奶牛对矿物质营养素的需求和饲喂 [J]. 现代畜牧科技, 2020(7):48-49.
- QI B H. Demand and feeding of mineral nutrients in dairy cows [J]. Modern Animal Husbandry Science & Technology, 2020(7):48-49. (in Chinese)
- [21] EL-ADAWY T A, TAHA K M. Characteristics and composition of watermelon, pumpkin, and paprika seed oils and flours [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49(3):1253-1259.
- [22] 牛晓雨, 李大彪. 植物单宁对畜禽的营养生理作用及其在生产中的应用 [J]. 饲料研究, 2020, 43(11):146-150.
- NIU X Y, LI D B. Nutritional and physiological role of plant tannin and its application in animal production [J]. Feed Research, 2020, 43(11):146-150. (in Chinese)
- [23] 张宇, 孙波, 赵晓, 等. 南瓜籽甾醇对 SD 大鼠体内抗氧化作用的影响 [J]. 中国油脂, 2019, 44(7):94-97.
- ZHANG Y, SUN B, ZHAO X, et al. Effect of pumpkin seed sterol on antioxidant activity in SD rats [J]. China Oils and Fats, 2019, 44(7):94-97. (in Chinese)
- [24] 张光杰, 杨利玲, 袁超, 等. 角鲨烯开发及应用研究进展 [J]. 粮食与油脂, 2017, 30(12):7-10.
- ZHANG G J, YANG L L, YUAN C, et al. Research progress on development and application of squalene [J]. Cereals & Oils, 2017, 30(12):7-10. (in Chinese)
- [25] 李梦凡, 谢云轩, 谢宁栋, 等. 破囊壶菌生产角鲨烯的研究现状 [J]. 生物技术通报, 2021, 37(4):234-244.
- LI M F, XIE Y X, XIE N D, et al. Research status in the production of squalene by *thraustochytrids* [J]. Biotechnology Bulletin, 2021, 37(4):234-244. (in Chinese)
- [26] 郎平, 赵爱云, 罗慧丽, 等. 南瓜子氨酸对昆明小鼠的急性毒性试验 [J]. 今日畜牧兽医, 2021, 37(2):16-17.
- LANG P, ZHAO A Y, LUO H L, et al. Acute toxicity test of pumpkin seed acid on *Kunming* mice [J]. Today Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2021, 37(2):16-17. (in Chinese)
- [27] 罗万和, 周凯翔, 菅复春, 等. 抗寄生虫中草药研究进

- 展[J].中兽医医药杂志,2018,37(4):87-89.
- LUO W H, ZHOU K X, JIAN F C, et al. Research progress of Chinese herbal medicine against parasites [J]. Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine, 2018, 37(4): 87-89. (in Chinese)
- [28] 谢贤良, 谢汉国, 陈云虹. 吡喹酮与槟榔南瓜子驱除绦虫效果比较[J]. 海峡预防医学杂志, 2020, 26(6): 96-97.
- XIE X L, XIE H G, CHEN Y H. Comparison of effectiveness of praziquantel and areca pumpkin seeds for expelling tapeworm [J]. Strait Journal of Preventive Medicine, 2020, 26(6): 96-97. (in Chinese)
- [29] FENG Y, RUAN W, LOU X J, et al. Diagnosis and treatment of a local case of *Taenia saginata* infection in Zhejiang province [J]. Chinese Journal of Parasitology and Parasitic Diseases, 2017, 35(1): 85-88.
- [30] 李向春. 猪囊尾蚴病的诊疗及预防 [J]. 畜牧兽医科技信息, 2015(7): 77.
- LI X C. Diagnosis, treatment and prevention of cysticercus disease [J]. Chinese Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2015(7): 77. (in Chinese)
- [31] 兰祖全. 羊绦虫病的简易疗法 [J]. 农村百事通, 2020(10): 41.
- LAN Z Q. Simple treatment of *Taenia solium* [J]. Rural Know it All, 2020(10): 41. (in Chinese)
- [32] 肖啸, 刘佳升, 沈学文. 南瓜籽驱除猫绦虫效果观察 [J]. 中兽医医药杂志, 2011, 30(1): 10-13.
- XIAO X, LIU J S, SHEN X W. Efficacy of pumpkin seeds to expel tapeworm in cats [J]. Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine, 2011, 30(1): 10-13. (in Chinese)
- [33] 李献军. 中药对离体猪蛔虫的疗效研究 [J]. 现代农业科技, 2011(11): 328, 330.
- LI X J. Curative effect of traditional Chinese medicine on *in-vitro* *Ascaris sum* [J]. Modern Agricultural Sciences and Technology, 2011(11): 328, 330. (in Chinese)
- [34] 雷晓青, 陈鳌, 张前飞, 等. 南瓜籽的药理活性及临床应用研究进展 [J]. 贵阳学院学报(自然科学版), 2017, 12(3): 62-64.
- LEI X Q, CHEN A, ZHANG Q F, et al. Research progress on chemical constituents and pharmacological activity of pumpkin seed [J]. Journal of Guiyang University (Natural Sciences), 2017, 12(3): 62-64. (in Chinese)
- [35] FAHIM A T, ABD-EL FATTAH A A, AGHA A M, et al. Effect of pumpkin-seed oil on the level of free radical scavengers induced during adjuvant-arthritis in rats [J]. Pharmacological Research, 1995, 31(1): 73-79.
- [36] LOIZOU S, LEKAKIS I, CHROUSOS G P, et al. Beta-sitosterol exhibits anti-inflammatory activity in human aortic endothelial cells [J]. Molecular Nutrition & Food Research, 2010, 54(4): 551-558.
- [37] 徐雅琴, 庞丽萍, 齐会娟, 等. 南瓜籽植物甾醇的抗氧化性及抑菌性研究 [J]. 农产品加工(学刊), 2012(5): 14-16, 26.
- XU Y Q, PANG L P, QI H J, et al. Antioxidant activity and antibacterial effect of phytosterol from pumpkin seeds [J]. Academic Periodical of Farm Products Processing (Journal), 2012(5): 14-16, 26. (in Chinese)
- [38] 王丽波, 徐雅琴, 肖振平, 等. 南瓜籽蛋白 Pw-1 的抑菌活性和稳定性研究 [J]. 中国食品学报, 2016, 16(12): 193-197.
- WANG L B, XU Y Q, XIAO Z P, et al. Studies on antimicrobial activity and stability of Pw-1 protein from pumpkin seeds [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2016, 16(12): 193-197. (in Chinese)
- [39] 陈田. 南瓜籽油中植物甾醇分离及对抗前列腺增生的功能研究 [D]. 硕士学位论文. 长沙: 湖南农业大学, 2019.
- CHEN T. Reserch on separation of phytosterol in pumpkin seed oil and its function of anti-benign prostatic hyperplasia [D]. Master's Thesis. Changsha: Hunan Agricultural University, 2019. (in Chinese)
- [40] 李千会, 徐德平. 南瓜籽抗前列腺增生化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2018, 30(6): 978-982.
- LI Q H, XU D P. Chemical constituents of pumpkin seeds against benign prostatic hyperplasia [J]. Natural Product Research and Development, 2018, 30(6): 978-982. (in Chinese)
- [41] VAHLENSIECK W, THEURER C, PFITZER E, et al. Effects of pumpkin seed in men with lower urinary tract symptoms due to benign prostatic hyperplasia in the one-year, randomized, placebo-controlled GRANU study [J]. Urologia Internationalis, 2015, 94(3): 286-295.
- [42] LEIBBRAND M, SIEFER S, SCHÖN C, et al. Effects of an oil-free hydroethanolic pumpkin seed extract on symptom frequency and severity in men with benign prostatic hyperplasia; a pilot study in humans [J]. Journal of Medicinal Food, 2019, 22(6): 551-559.

- [43] TANTAWY S A, ELGOHARY H M, KAMEL D M. Trans-perineal pumpkin seed oil phonophoresis as an adjunctive treatment for chronic nonbacterial prostatitis [J]. *Research and Reports in Urology*, 2018, 10: 95-101.
- [44] ALHAKAMY N A, FAHMY U A, AHMED O A A. Attenuation of benign prostatic hyperplasia by optimized tadalafil loaded pumpkin seed oil-based self nanoemulsion; *in vitro* and *in vivo* evaluation [J]. *Pharmaceutics*, 2019, 11(12): 640.
- [45] 熊学敏, 石扬, 康明, 等. 南瓜多糖降糖有效部位的提取分离及降糖作用的研究 [J]. *中成药*, 2000, 22(8): 563-565.
- XIONG X M, SHI Y, KANG M, et al. Study on extraction and separation of effective composition of pumpkin polysaccharide and its glucutonic effect [J]. *Chinese Traditional Patent Medicine*, 2000, 22(8): 563-565. (in Chinese)
- [46] FU C L, TIAN H J, CAI T Y, et al. Some properties of an acidic protein-bound polysaccharide from the fruit of pumpkin [J]. *Food Chemistry*, 2007, 100(3): 944-947.
- [47] 李全宏, 田泽, 蔡同一. 南瓜提取物对糖尿病大鼠降糖效果研究 [J]. *营养学报*, 2003, 25(1): 34-36.
- LI Q H, TIAN Z, CAI T Y. Study on the hypoglycemic action of pumpkin extract in diabetic rat [J]. *Acta Nutrimenta Sinica*, 2003, 25(1): 34-36. (in Chinese)
- [48] 谷满仓, 李大鹏. 南瓜活性成分降血糖作用药理研究新进展 [J]. *医学研究杂志*, 2008, 37(5): 15-16.
- GU M C, LI D P. New progress in pharmacological research on hypoglycemic action of pumpkin active ingredients [J]. *Journal of Medical Research*, 2008, 37(5): 15-16. (in Chinese)
- [49] 王敏, 魏益民, 高锦明. 苦荞胚油对高脂血大鼠血脂及脂质过氧化作用的影响 [J]. *中国粮油学报*, 2006(4): 45-49.
- WANG M, WEI Y M, GAO J M. Cholesterol lowering effect of tartary buckwheat germ oil in hypercholesterolemic rat [J]. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 2006(4): 45-49. (in Chinese)
- [50] CHARI K Y, POLU P R, SHENOY R R. An appraisal of pumpkin seed extract in 1,2-dimethylhydrazine induced colon cancer in wistar rats [J]. *Journal of Toxicology*, 2018, 2018: 6086490.
- [51] RICHTER D, ABARZUA S, CHROBAK M, et al. Effects of phytoestrogen extracts isolated from pumpkin seeds on estradiol production and *ER/PR* expression in breast cancer and trophoblast tumor cells [J]. *Nutrition and Cancer*, 2013, 65(5): 739-745.
- [52] 储刘生. 农家保健南瓜混合粉制作技术 [J]. *农产品加工*, 2017(3): 32-33.
- CHU L S. The technique of making health care pumpkin mixed powder [J]. *Farm Products Processing*, 2017(3): 32-33. (in Chinese)
- [53] 胡高升. 我国南瓜粉加工技术的研究现状及开发前景 [J]. *农产品加工(学刊)*, 2011(9): 108-110.
- HU G S. Research situation and prospects for pumpkin powder technology in China [J]. *Academic Periodical of Farm Products Processing (Journal)*, 2011(9): 108-110. (in Chinese)
- [54] 张奥君, 周国燕, 陆葳坪. PDSC 法测定南瓜籽油的氧化稳定性 [J]. *中国粮油学报*, 2018, 33(4): 133-138.
- ZHANG A J, ZHOU G Y, LU W P. Determination of oxidative stability of pumpkin seed oil by PDSC method [J]. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 2018, 33(4): 133-138. (in Chinese)
- [55] 黄文城, PADILLA-ZAKOUR O, 叶大鹏, 等. 热处理方式对裸仁南瓜籽理化性质及出油率的影响 [J]. *粮食与油脂*, 2020, 33(4): 67-70.
- HUANG W C, PADILLA-ZAKOUR O, YE D P, et al. Effects of thermal treatment methods on the physicochemical properties and oil yield of hull-less pumpkin seed [J]. *Cereals & Oils*, 2020, 33(4): 67-70. (in Chinese)
- [56] 朱英莲. 南瓜籽油提取工艺优化及油脂氧化稳定性研究 [J]. *粮食与油脂*, 2015, 28(1): 24-26.
- ZHU Y L. Study on the extraction of pumpkin seed oil and oil oxidation stability [J]. *Cereals & Oils*, 2015, 28(1): 24-26. (in Chinese)
- [57] 乔永月. 南瓜籽油对运动员运动耐力及糖代谢能力的影响 [J]. *中国油脂*, 2020, 45(6): 102-105.
- QIAO Y Y. Effects of pumpkin seed oil on exercise endurance and sugar metabolism [J]. *China Oils and Fats*, 2020, 45(6): 102-105. (in Chinese)
- [58] 李有业. 南瓜籽油在兽医上的应用 [J]. *动物医学进展*, 1998(2): 39-40.
- LI Y Y. Application of pumpkin seed oil in veterinary medicine [J]. *Progress in Veterinary Medicine*, 1998(2): 39-40. (in Chinese)
- [59] 黄文城, 王璐. 南瓜籽粕综合利用的研究进展 [J]. *粮食与油脂*, 2019, 32(2): 10-12.
- HUANG W C, WANG L. Research progress on comprehensive utilization of pumpkin seed meal [J]. *Cere-*

- als & Oils, 2019, 32(2):10–12. (in Chinese)
- [60] MURRAY D S, HAGER H, TOCHER D R, et al. Effect of partial replacement of dietary fish meal and oil by pumpkin kernel cake and rapeseed oil on fatty acid composition and metabolism in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) [J]. *Aquaculture*, 2014, 431:85–91.
- [61] RADOČAJ O F, DIMIĆ E B, VUJASINOVIĆ V B. Optimization of the texture of fat-based spread containing hull-less pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed press-cake [J]. *Acta Periodica Technologica*, 2011 (42):131–143.
- [62] 周红丽, 谭兴和, 刘志伟, 等. 南瓜籽粕酶法制备血管紧张素转化酶抑制肽工艺优化 [J]. *农业工程学报*, 2015, 31(S1):373–378.  
ZHOU H L, TAN X H, LIU Z W, et al. Process optimization for preparation of ACE inhibition peptide from pumpkin seed meal by using enzymatic hydrolysis method [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2015, 31(S1):373–378. (in Chinese)
- [63] 代弟. 南瓜籽粕酱油的开发与研究 [D]. 硕士学位论文. 大连: 大连工业大学, 2011.  
DAI D. Development and researching of soy sauce of pumpkin seeds cake [D]. Master's Thesis. Dalian: Dalian Polytechnic University, 2011. (in Chinese)
- [64] 张芬. 南瓜籽粕蛋白的提取及性质研究 [D]. 硕士学位论文. 哈尔滨: 黑龙江大学, 2014.  
ZHANG F. Study on extraction and properties of protein from pumpkin seed meal [D]. Master's Thesis. Harbin: Heilongjiang University, 2014. (in Chinese)
- [65] POPOVIĆ S, PERIČIN D, VAŠTAGŽ, et al. Evaluation of edible film-forming ability of pumpkin oil cake; effect of pH and temperature [J]. *Food Hydrocolloids*, 2011, 25(3):470–476.

## Potential Value of Pumpkin Seeds and Its Processing By-Products in Animal Production

LI Fei<sup>1</sup> WANG Tian<sup>1</sup> MEI Ning'an<sup>2</sup> ZHOU Yuxiang<sup>1\*</sup>

(1. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 2. Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China)

**Abstract:** Pumpkin seeds are rich in nutrients and have a variety of nutritional activities. At present, the research on pumpkin seeds mainly focused on human health, and there are very few applied researches in animal production. This article reviewed the nutritional properties, pharmacological activities and the development and application of pumpkin seeds, aiming to provide a theoretical reference for the application of pumpkin seeds in animal production, and provide new ideas for the deep processing and utilization of pumpkin seeds. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2022, 34(7):4174-4181]

**Key words:** pumpkin seeds; nutritional properties; pharmacological effects; application