向日葵花盘功能成分及研究现状

赵萍¹, Saeed Hamid Saeed Omer¹, 杨恒¹, 刘金涛¹, 张子亮¹, 刘裕慧¹,
王欢¹, 魏明广²

(1. 兰州理工大学 生命科学与工程学院, 甘肃 兰州 730050;

2. 甘肃敬业农业科技有限公司, 甘肃 武威 733300)

摘要: 向日葵(*Helianthus annuus* L.)作为我国重要的油料作物之一,其葵花籽油的提取已经实现工业化生产,但其副产物向日葵盘、秸秆、葵花籽壳和饼粕等仍然利用不足。随着技术设备条件的优化及产业化条件的成熟,向日葵副产物具有十分广阔的开发应用前景。本文对向日葵花盘现阶段综合利用情况进行介绍,并总结了向日葵花盘中绿原酸、水溶性多糖、萜类化合物等重要活性物质的提取方法。针对我国目前面临的向日葵作物综合利用发展中出现的向日葵花盘副产物处理难问题,阐述了向日葵花盘的药用价值及其重新开发和综合利用的方法,为向日葵花盘的利用提供指导。

关键词: 向日葵花盘;绿原酸;水溶性多糖;萜类化合物;开发利用

中图分类号: TS 209

文献标识码: A

文章编号: 2096-3491(2018)03-0203-05

Functional components and research status of sunflower disk

ZHAO Ping¹, Saeed Hamid Saeed Omer¹, YANG Heng¹, LIU Jintao¹, ZHANG Ziliang¹,
LIU Yuhui¹, WANG Huan¹, WEI Mingguang²

(1. School of Life Science and Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, Gansu, China;

2. Gansu Jingye Agricultural Science & Technology Co., Ltd., Wuwei 733300, Gansu, China)

Abstract: Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is one of the most important oil crops in China. The extraction of sunflower seed oil has been industrialized, but the sunflower disk, straw, seed shell and meal are still not used. With the optimization of technology and equipment and the maturity of industrialization, sunflower by-product has a very broad prospect of development and application. This paper introduces the present situation of the comprehensive utilization of sunflower disk, including the extraction methods of important bioactive substances such as chlorogenic acid, water-soluble polysaccharide and terpenoids. In view of the difficult utilization of sunflower disk by-product in the development of sunflower crops in China, the medicinal value of sunflower disk and the method of its redevelopment and comprehensive utilization are expounded, providing guidance for the utilization of sunflower disk.

Key words: sunflower disk; chlorogenic acid; water-soluble polysaccharide; terpenoid; development and utilization

0 引言

向日葵(*Helianthus annuus* L.)又称太阳花,隶属于菊科向日葵属(*Helianthus*),原产北美洲,是我国主要的油料作物之一^[1],产油量仅次于大豆,其果

实葵花籽亦可长期食用。

向日葵本身耐碱耐干旱能力较强,我国有20多个省适合大面积种植^[2,3],主要集中在黄河以北,如内蒙古、新疆、东北三省、山西、陕甘宁等省份,栽培面积仅次于大豆和油菜,位列第三,总产量约为

收稿日期: 2017-12-04 修回日期: 2018-03-09

作者简介: 赵萍(1964-),女,教授。研究方向:主要从事农产品产后贮藏、加工理论和新技术研究。E-mail: pingzhaogdqg@163.com

基金项目: 甘肃省自然科学基金项目(0803RJZA044)

引用格式: Zhao P, Saeed H S Omer, Yang H, et al. Functional components and research status of sunflower disk [J]. Biotic Resources, 2018, 40(3): 203-207.

赵萍, Saeed Hamid Saeed Omer, 杨恒, 等. 向日葵花盘功能成分及研究现状[J]. 生物资源, 2018, 40(3): 203-207.

180~200万吨。此外,向日葵的叶、花、花盘、果壳、根、茎髓等均可入药,具有很好的药用价值。相关研究表明,向日葵的主要化学成分包括倍半萜、二萜、倍半萜内酯、三萜类等萜类化合物^[4],还包括甾醇、香豆素、酚类、黄酮类和挥发性物质等^[5]。因此,充分利用向日葵资源,对于开发其食用药用价值及提高相应的经济价值具有十分重要的意义。

向日葵花盘作为向日葵产业的主要副产物之一,其本身具有的食用及药用价值,以及含有的酚类、黄酮类等物质的活性研究尚未引起足够重视^[6],往往被当作烧柴甚至被废弃,很难被生产厂家有效综合利用。本文通过对向日葵花盘的功能成分及研究现状进行综述,为后续进一步利用及开发向日葵花盘资源提供一定的理论参考。

1 向日葵花盘中的主要营养成分及活性物质

1.1 向日葵花盘主要营养成分

向日葵花盘的主要营养成分:粗蛋白7%~9%,粗脂肪6.5%~10.5%,粗纤维17.1%,无氮浸出物43.9%,粗淀粉40.0%~48.9%,果胶2.4%~3.0%,灰粉10%。其中粗蛋白和无氮浸出物的含量可与粮食媲美,而粗脂肪含量高出燕麦粒、大麦粒等1倍多,灰粉中亦含有大量的钙元素,每1 kg葵花盘的营养价值相当于0.60~0.66 kg玉米或0.7~0.8 kg大麦^[7]。

1.2 向日葵花盘主要活性物质

随着研究者对向日葵花盘成分不断的深入研究^[6,8],近年来,向日葵花盘中的绿原酸、活性多糖、萜类等功能活性成分越来越受到人们的关注,也逐渐成为向日葵花盘研究的焦点。

1.2.1 绿原酸

绿原酸(chlorogenic acid, CGA),又名咖啡鞣酸,由咖啡酸(caffeic acid)与奎尼酸(quinic acid)形成的缩酚酸^[9],作为植物有氧呼吸代谢过程中的一种苯丙素类化合物,具有重要的生理作用:抑菌、抗病毒、抗肿瘤、降血糖血脂、清除自由基等^[10]。随着对绿原酸药效的深入研究,使其在食品工业、医药工业以及化学工业中均有了更为广泛的应用^[11]。向日葵在我国种植广泛,作为油料作物,种子被用来榨取油料,花盘一般作为饲料或农业废弃物处理,故以向日葵花盘为原料进行绿原酸制备,既可以避免资源的浪费,也有利于提高葵花盘的附加值,具有一定的经济前景。有研究从花盘中提取绿原酸^[8],提取条件为:料液比为1:25(g/mL),乙醇浓

度60%,80℃,pH 4,1 h,绿原酸提取率为3.30%。采用微波辅助从花盘中提取绿原酸^[12],提取条件为:70%乙醇溶液,料液比1:30(g/mL),60℃,超声波功率为300 W,3 min,绿原酸提取率达8.24%,对羟基自由基的清除率达62.86%。

1.2.2 活性多糖

多糖作为自然界含量最丰富的物质之一,可作为广谱免疫调节剂,其功能主要包括:调节免疫系统(抗肿瘤、抗病毒)、激活免疫细胞(增强机体免疫功能)、抗癌、毒副作用少、与化疗联合还可以对抗骨髓抑制等不良反应等^[13,14]。从葵花盘中提取水溶性粗多糖及探索其抗氧化性能^[8],提取条件为:料液比1:20(g/mL),95℃,4 h,粗多糖得率为9.73%,且对清除羟自由基和抑制超氧阴离子均具有一定的效果(5 mg/mL粗多糖,其对应的清除率和抑制率分别为78.1%和82.0%),进一步证明向日葵花盘粗多糖具有一定的抗氧化能力。

1.2.3 果胶

果胶是一种无毒害的天然食品添加剂,根据酯化度可分为两大类:低酯果胶(low methoxyl pectin, LMP,酯化度<42.9)和高酯果胶(high methoxyl pectin, HMP,酯化度>42.9)^[15]。作为一种可溶性膳食纤维,除去籽后的向日葵花盘中,果胶的质量分数高达15%~25%^[6]。向日葵花盘可作为天然的低酯果胶原料,有研究确定葵花盘果胶的酯化度为(31.8±0.2)%^[16],半乳糖醛酸是其中最主要的单糖。另有研究发现从葵花盘中提取的果胶中低甲氧基果胶的含量在21%~33%,半乳糖醛酸含量约为66.5%~86.0%^[17],具有很好的商业食品应用前景。对葵花盘先预处理(粉碎过60目,100℃,灭酶3 min,pH 7.5,75℃,浸泡15 min),采用微波辅助提取果胶^[15],提取条件为:料液比1:20,超声波功率为450 W,6.5 min,pH 3.4,果胶提取率为68.73%。

1.2.4 总黄酮类化合物

黄酮类化合物(flavonoid)又称黄碱素,几乎每种植物均含有。黄酮类化合物具有重要的生理功能:抗癌抗肿瘤和抑菌抗病毒活性;保肝;抗辐射、清除自由基、抗氧化;抗炎镇痛、强心、终止妊娠;解痉、降压、血管舒张和平喘作用等^[18~20]。通过回流提取法提取向日葵总黄酮^[21],得到的提取条件为:乙醇浓度80%,料液比1:20(g/mL),提取温度80℃,提取时间2 h,相同条件下提取2次,在该条件下,提取量为25.32 mg/g,提取率可以达到90.92%。这些成分对清除氧自由基具有决定性的作用,但总黄酮类

化合物所具有的具体化学物质及其它们的分离条件有待进一步研究,若对其成分进行分离鉴定,对于开发天然、高效抗氧化产品具有重要意义。

1.2.5 萜类物质

萜类物质是指含有异戊二烯(C_5H_8)_n的烃类及其含氧衍生物,抑菌是萜类化合物最突出的生理活性^[22]。近年来,国内外研究陆续发现葵花盘中至少包含83种倍半萜类物质,其中包含68个内酯类物质:吉马内酯类、桉叶内酯类、愈创木酯类等,具有抗肿瘤、抑菌和杀虫等^[23-26]生物功能。有研究发现葵花盘提取物对白菜黑斑病菌(*Alternaria brassicae*)、水稻纹枯病菌(*Thanatephorus cucumeris*)、苹果干腐病菌(*Botryosphaeria ribis*)、小麦赤霉病菌(*Fusarium graminearum*)、水稻稻瘟病菌(*Pyricularia grisea*)、辣椒疫霉病菌(*Phytophthora capsici*)等多种病原菌均能抑制,并通过化学成分预试证实提取物中含有倍半萜类及二萜类成分^[27]。

萜类化合物除抑菌外还具有其他功能。 α -蒎烯:镇咳祛痰、抑制真菌,常用来生产驱虫剂、香料及松节油等产品^[28,29]; β -蒎烯衍生物:抑菌及抗肿瘤等,被广泛应用于香料、农业、食品、医药、高分子材料等^[30];4-松油醇:止咳平喘、抗氧化以及抗菌等^[31];柠檬烯:止咳平喘、抑菌抗癌等^[32]。张玲玲等^[33]从葵花盘挥发物中分离出29种成分,萜类化合物较多,其中含量较高的成分为 α -蒎烯21.95%、 β -蒎烯4.03%、4-松油醇2.68%、柠檬烯2.2%等。由此可见,向日葵花盘萜类化合物具有重要的药用应用价值,具有很大研究价值和广阔市场前景,值得进一步深入研究。

2 向日葵花盘在饲料及医药工业中的应用

向日葵花盘中含有大量的生物活性成分,具有很高的营养价值与保健功能,具备开发各种农副产品的条件和要求。但目前,国外对于葵花副产物主要聚焦于葵花的茎秆,叶以及葵花籽,对于葵花盘的研究相对较少,而国内对于葵花盘的利用率较低,多数向日葵作物地区对向日葵花盘等副产品仍采用焚烧等简单粗放的处理方式,这不仅污染环境,同时也降低了向日葵作物的综合利用率。目前,以向日葵花盘为主原料的农副产品开发,提高向日葵作物的综合利用已成为当代农业开发研究的重点,也是我国向日葵作物经济发展中亟待解决的问题。

2.1 饲料工业中的应用

葵花盘中粗蛋白含量约为7%,与秸秆干草等相比,其蛋白及纤维含量均稍低,灰分、钙和磷含量与秸秆干草等大致相似,但是粗脂肪及无氮浸出物含量却高于秸秆干草,说明葵花盘的营养价值高于秸秆干草等农副产物^[34]。因此,向日葵花盘具有很高的饲料生产价值。采用粉碎、配料、搅拌、再粉碎、造粒工艺制备葵花盘颗粒饲料,通过对大白猪的饲喂试验,得到了良好的育肥效果^[35]。

近年来,随着生物技术的发展,将向日葵花盘制成饲料产品的开发,已从传统饲料领域转向生物饲料领域。有研究以葵花盘、秸秆为原料研究生物蛋白饲料,工艺为^[36]:啤酒酵母(*Cerevisiae fermentum*)、枯草芽胞杆菌(*Bacillus subtilis*)和绿色木霉(*Trichoderma viride*)接种比例为2:2:1,接种量2%,含水量50%,29℃,48h后,产物粗蛋白增加92.62%,粗纤维减少15.43%。

2.2 医药工业中的应用

向日葵花盘中含有绿原酸、萜类、黄酮类化合物等活性物质,研究表明这些物质不仅具有抑菌效果,还具有抗氧化活性^[37]。有研究利用大孔树脂D101对向日葵提取物进行纯化,得到纯度为73.24%的黄酮类化合物^[38]。将纯化的黄酮类化合物诱导前列腺癌细胞DU145进行凋亡试验,结果表明黄酮类化合物作用48h后,细胞DU145增殖受到抑制,部分DU145细胞崩解死亡,DU145细胞总数减少,对癌细胞DU145具有明显的抑制作用^[39]。因此,向日葵花盘可应用于抑菌消炎、抗衰老、抗癌等医药产品的开发。

3 讨论与展望

中国每年约产100万吨向日葵花盘,但因其营养成分及性质结构,使其易腐烂变质而难以贮藏,导致花盘开发利用困难。国外研究多聚焦于葵花副产物的功能成分的探索,但仅限于实验室探索阶段,成果转化存在明显不足,而我国目前主要将其作为饲料原料加以综合利用,其中各种饲料加工利用技术已经逐步成熟,比如向日葵花盘青贮饲料、接种菌种转化为高蛋白饲料、以及根据动物的饲养标准添加干性饲料制成颗粒饲料等^[3,35,36,40]。

目前我国的许多农副产品资源仍处于未开发或利用不充分状态,如果能找到合适的利用途径,使向日葵花盘中的活性成分发挥其使用价值,不仅能提高向日葵作物的整体利用率,而且对推动我国

向日葵产业资源重组乃至农业经济的快速发展具有重要的意义。

参考文献

- [1] Yu J F, Guan X M, Ma J B, *et al.* Sunflower planting technology [J]. *Jilin Agriculture*, 2017, (22): 40.
于敬芬, 关兴民, 马景波, 等. 向日葵种植技术[J]. *吉林农业*, 2017, (22): 40.
- [2] Zhao X P. The introduction and identification of sunflower cultivars [J]. *Modern Agricultural Technology*. 2016, (24): 42-43, 45.
赵希萍. 向日葵品种引进鉴定试验[J]. *现代农业科技*. 2016, (24): 42-43, 45.
- [3] Liu W J, Zheng H Y, Wang W H, *et al.* Technology of the conversion of sunflower disk into feed [J]. *Modern Agricultural Technology*, 2013, (10): 272-274.
刘文俊, 郑宏源, 王文浩, 等. 向日葵花盘转化饲料技术[J]. *现代农业科技*, 2013, (10): 272-274.
- [4] Zhao P, Wang H, Qiu Y, *et al.* Screening antimicrobial peptides from hydrolysates of sunflower seed meal protein hydrolyzing with proteases [J]. *J Biobased Mater Bio*, 2017, 11(5): 516-520.
- [5] Zhang H, Zhang Y, Yang F J, *et al.* Correlation between total phenolic and total flavonoids and antioxidant activity of different parts partitioned from ethanol extracts of sunflower stalk pith [J/OL]. *Food Science*: 1-7. (2017-08-29).
张鹤, 张莹, 杨逢建, 等. 向日葵茎髓醇提取物中不同溶剂萃取部位总酚、总黄酮与抗氧化活性的相关性[J/OL]. *食品科学*: 1-7. (2017-08-29).
- [6] Liu Q, Shi J F, Zhao W, *et al.* Integrated utilization of sunflower by-products [J]. *Transactions of the CSAE*, 2011, 27(Supp.2): 336-340.
刘清, 师建芳, 赵威, 等. 向日葵副产物资源的综合利用[J]. *农业工程学报*, 2011, 27(增刊2): 336-340.
- [7] Yang J G. The effective function of sunflower plate [J]. *Journal of Animal Husbandry and Veterinary*, 2009, 28(2): 75-75.
杨建刚. 葵花盘的有效作用[J]. *畜牧兽医杂志*, 2009, 28(2): 75-75.
- [8] Suo J L. Analysis of the effective chemical constituents in the disc of *Heliathus annuus* Linn and their antioxidant activity [D]. Urumqi: Xijiang University, 2010.
索金玲. 向日葵花盘中有效化学成分分析及抗氧化性测定[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2010.
- [9] Wu W H, Kang Z, Ouyang D S, *et al.* Research on pharmacology of chlorogenic acid [J]. *Research and Development of Natural Products*, 2006, (18): 691-694.
吴卫华, 康楨, 欧阳冬生, 等. 绿原酸的药理学研究进展[J]. *天然产物研究与开发*, 2006, (18): 691-694.
- [10] Milio B, Stojanovic S, Vucurevic N, *et al.* Chlorogenic and quinic acids in sunflower meal [J]. *J Sci Food Agr*, 2010, 19(2): 108-113.
- [11] Pedrosa M M, Muzquiz M, Garcıavallejo C, *et al.* Determination of caffeic and chlorogenic acids and their derivatives in different sunflower seeds [J]. *J Sci Food Agr*, 2000, 80(4): 459-464.
- [12] Li W L, Zhong J J, Liu H J. Study on the process conditions of chlorogenic acid in sunflower disk by microwave assisted extraction [J]. *China Feed*, 2013, (22): 22-25.
李万林, 钟姣姣, 刘海军. 微波辅助提取向日葵花盘中绿原酸工艺条件研究[J]. *中国饲料*, 2013, (22): 22-25.
- [13] Zhang Y J, Zhang J X, Cheng F, *et al.* Isolation and structural characterization of a low-molecular-weight pectic polysaccharide SHPPB-1 isolated from sunflower heads [J]. *J Carbohydr Chem*, 2016, 35(5): 273-285.
- [14] Abdel-Fattah A F, Mabrouk S S, Edrees M, *et al.* Studies of the polysaccharides from sunflower heads [J]. *Carbohydr Res*, 1976, 50(1): 109-113.
- [15] Zhang L. Study on the preparation and characterization of pectin from sunflower plates [D]. Shihezi: Shihezi University, 2008.
张磊. 向日葵盘果胶的制备及其理化性质的研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2008.
- [16] Wang K, Hua X, Yang R J, *et al.* The optimization of the extraction and basic analysis of sunflower pectin by orthogonal test [J]. *Food Science*, 2013, 34(14): 1-5.
王琨, 华霄, 杨瑞金, 等. 正交试验优化向日葵盘果胶的提取和基本分析[J]. *食品科学*, 2013, 34(14): 1-5.
- [17] Jannat B, Oveysi M R, Sadeghi N, *et al.* Determination of pectin in sunflower and its application in food industry [J]. *Journal of Food Technology and Nutrition*. 2016, 13(49): 25-34.
- [18] Ohnishi M, Morishita H, Iwashita H, *et al.* Inhibitory effect of chlorogenic acids on linoleic acid peroxidation and haemolysis [J]. *Phytochemistry*, 1994, 36(3): 579-583.
- [19] Lo H H, Chung J G. The effects of plant phenolics, caffeic acid, chlorogenic acid and ferulic acid on arylamine N-acetyltransferase activities in human gastrointestinal microflora [J]. *Anticancer Res*, 1999, 19(1): 133-139.
- [20] Tsou M F, Hung C F, Lu H F, *et al.* Effects of caffeic acid, chlorogenic acid and ferulic acid on growth and arylamine N-acetyltransferase activity in *Shigella sonnei* (group D) [J]. *Microbios*, 2000, 101(398): 37-46.
- [21] Xu Z C. The Research on extraction and purification of total flavonoids from sunflower plate and the activities study [D]. Changchun: Changchun University of Tech-

- nology, 2016.
- 许中畅. 向日葵花盘总黄酮的提取、纯化及其活性研究 [D]. 长春: 长春工业大学, 2016.
- [22] Picman A K, Schneider E F, Gershenzon J. Antifungal activities of sunflower terpenoids [J]. *Biochem Syst Ecol*, 1990, 18(5): 325-328.
- [23] Suo M R, Yang J S. A study on the chemical constituents of sesquiterpenoids and their biological activity in sunflower plants [J]. *Chinese Herbal Medicine*, 2006, 37(1): 135-140.
- 索茂荣, 杨峻山. 向日葵属植物倍半萜类化学成分及其生物活性研究概况 [J]. *中草药*, 2006, 37(1): 135-140.
- [24] Gershenzon J, Rossiter M C, Mabry T J, *et al.* Insect antifeedant terpenoids in wild sunflower: a possible source of resistance to the sunflower moth. [C]// ACS Symposium Series - American Chemical Society. 1985: 432-446.
- [25] Macías F A, Torres A, Galindo J L, *et al.* Bioactive terpenoids from sunflower leaves cv. Peredovick® [J]. *Phytochemistry*, 2002, 61(6): 687-692.
- [26] Picman A K, Blackwell B A, Gershenzon J. Further terpenoids of cultivated sunflower, *Helianthus annuus*, (Asteraceae) [J]. *Biochem Syst Ecol*, 1993, 21(5): 647-647.
- [27] Song W P, Zhang A L, Gao J M, *et al.* Study on the bacteriostatic activity of the extract of plant sunflower roots [J]. *Journal of Northwest Plants*, 2004, 24(10): 1949-1952.
- 宋晚平, 张鞍灵, 高锦名, 等. 化感植物向日葵根提取液的抑菌活性研究 [J]. *西北植物学报*, 2004, 24(10): 1949-1952.
- [28] Ozogul Y, Kuley E, Ucar Y, *et al.* Antimicrobial impacts of essential oils on food borne-pathogens [J]. *Recent Pat Food Nutr Agric*, 2015, 7(1): 53-61.
- [29] Schmitt S, Schaefer U, Doebler L, *et al.* Cooperative interaction of monoterpenes and phenylpropanoids on the *in vitro* human skin permeation of complex composed essential oils [J]. *Planta Med*, 2009, 75(13): 1381-1385.
- [30] Gao Y Q. Study of β -pinene derivatives on synthesis and inhibition and anti-tumor activity [J]. *Biomass Chemical Engineering*, 2013, (6): 53.
- 高艳清. β -蒎烯衍生物的合成及抑菌、抗肿瘤活性研究 [J]. *生物质化学工程*, 2013, (6): 53.
- [31] Zhao Z D, Chen F Y. The resources, preparation and utilization of 4-pinool [J]. *Chemical Communication*, 2002, 36(3): 25-28.
- 赵振东, 陈风雨. 4-松油醇的资源、制备及利用 [J]. *林产化工通讯*, 2002, 36(3): 25-28.
- [32] Wang W J. Research progress of natural active monoterpene - limonene [J]. *Chinese Food Additive*, 2005, (1): 33-37.
- 王伟江. 天然活性单萜-柠檬烯的研究进展 [J]. *中国食品添加剂*, 2005, (1): 33-37.
- [33] Zhang L L, Tang Y N, Tang S L, *et al.* Qualitative analysis of GC-MS of volatile oil in sunflower disk [J]. *Modern Chinese Medicine*. 2017, 19(2): 188-191.
- 张玲玲, 汤依娜, 唐思丽, 等. 向日葵花盘挥发油的 GC-MS 定性分析 [J]. *中国现代中药*. 2017, 19(2): 188-191.
- [34] Li M Y, Peng L Q, Xie Y, *et al.* Research on the application of sunflower disk compound biologic-protein feed [J]. *Feed Research*, 2010, (12): 66-68.
- 李茂毅, 彭立强, 谢云, 等. 葵花盘复合生物蛋白饲料的应用研究 [J]. *饲料研究*, 2010, (12): 66-68.
- [35] He L F, Zheng H Y, Liu W J, *et al.* Study on the application of preparation of pellet feed in sunflower disk [J]. *Anhui Agriculture Bulletin*, 2013, 19(9): 145-146.
- 何丽芬, 郑洪元, 刘文俊, 等. 葵花盘制备颗粒饲料的应用研究 [J]. *安徽农学通报*, 2013, 19(9): 145-146.
- [36] Tian Y H, Wang W J, Wang Z S. Study on the production of biological protein feed of sunflower disk and straw ferment [J]. *Feed Industry*, 2013, 34(11): 42-45.
- 田亚红, 王伟杰, 王之爽. 向日葵花盘、秸秆发酵生产生物蛋白饲料工艺的研究 [J]. *饲料工业*, 2013, 34(11): 42-45.
- [37] Zemnukhova L A, Tomshich S V, Kovekhova A V, *et al.* Polysaccharides prepared from sunflower production waste [J]. *Russian Journal of Applied Chemistry*, 2007, 80(7): 1170-1174.
- [38] Li J H. The study on the purification and separation of flavonoids from sunflower platter [J]. *Contemporary Medicine*, 2010, 16(28): 146.
- 李建红. 向日葵花盘总黄酮纯化、分离工艺的研究 [J]. *当代医学*, 2010, 16(28): 146.
- [39] Li X J, Zhao X L, Ren L P, *et al.* The inhibition effect of sunflower flavonoids on the prostate cancer DU145 cells [J]. *Journal of Chinese Gerontology*, 2010, 30(18): 2647-2649.
- 李先佳, 赵喜兰, 任丽平, 等. 向日葵盘黄酮对前列腺癌 DU145 细胞的抑制作用 [J]. *中国老年学杂志*, 2010, 30(18): 2647-2649.
- [40] He L F, Zheng H Y, Liu W J, *et al.* Study on the application of preparation of pellet feed in sunflower disk [J]. *Modern Animal Husbandry*, 2013, (15): 25-26.
- 何丽芬, 郑洪元, 刘文俊, 等. 利用向日葵花盘制备颗粒饲料的研究 [J]. *当代畜牧*, 2013, (15): 25-26.

□