

天然来源性植物多糖在化妆品行业的应用研究进展

白光剑, 苏晶, 丁璇, 吕亚娜, 白雅昕, 刘世芳, 李光*

(中国医学科学院药用植物研究所云南分所, 云南省南药可持续利用研究重点实验室, 云南景洪, 666100)

摘 要: 植物多糖因其丰富的来源、多样的生物活性和良好的安全性, 在化妆品领域具有广阔的应用前景, 有望成为新一代天然化妆品原料的核心成分。文章综述了植物多糖在化妆品行业中的应用研究进展。介绍了植物多糖的提取、分离与纯化方法, 阐述了其保湿、抗氧化、抗衰老、美白、抗炎等多种生物活性, 探讨了植物多糖在化妆品配方中的稳定性和安全性问题, 并对其未来发展趋势进行了展望。

关 键 词: 多糖; 化妆品; 保湿; 抗氧化; 美白

通讯作者简介: 李光, 研究员, 中国医学科学院药用植物研究所云南分所药理中心主任, 研究方向: 民族药药理。E-mail: lhbg311@hotmail.com。



李光

随着消费者对化妆品功效性和安全性要求的不断提高, 天然植物来源的原料在化妆品行业中受到越来越多的关注。多糖类成分是除蛋白质、核酸、脂质之外的另一大生命物质, 普遍存在于动植物、微生物体内, 由10个以上的单糖通过糖苷键结合而形成的一类高分子聚合物。多糖作为细胞的重要组成部分, 除具有支持组织(纤维素、甲壳素等)和养料存贮(淀粉、糖原等)等作用外, 还具有多种生物活性, 如保湿^[1]、抗氧化^[2]、抗衰老^[3]、免疫调节^[4]等作用, 使其在化妆品中具有广泛的应用潜力, 能够满足消费者对于皮肤护理的多种需求, 如保湿补水、延缓衰老、改善肤色等^[5]。此外, 多糖几乎无毒^[6], 是一类可生物降解的聚合物, 与生物组织相容性极佳^[7,8], 受到化妆品行业的青睐。因此, 深入研究植物多糖在化妆品行业中的应用具有重要意义。本文就天然植物多糖的获取方法及对皮肤保护功效进行综述, 为植物多糖在化妆品领域中的应用提供理论依据。

1. 植物多糖的提取与分离纯化

1.1 植物多糖的提取方式

当前多糖的提取方法, 主要以水提^[9]、稀碱提^[10]、酶提^[11]的方法为主, 同时还会加以物理辅助的方式, 以提高多糖的浸出率。

热水浸提法, 利用多糖在热水中的溶解性, 将多糖从植物组织内溶出, 是一种成本低、操作简单安全、试剂无污染

的方法, 但往往需要大量溶剂, 同时含有蛋白、水溶性小分子化合物、色素等杂质。稀碱提取法主要针对酸性多糖的提取, 例如硫酸化多糖、糖醛酸多糖, 但是由于糖苷键的不稳定性, 此方法容易造成糖苷键的断裂, 因此需要控制碱的浓度与提取温度^[12]。酶提法利用酶的高效性, 在溶剂中加入纤维素酶、果胶酶等分解植物细胞壁, 使多糖更容易从胞内溶解出来, 增加多糖的浸出率^[13]。有的还会加入蛋白酶、淀粉酶等, 在提取的过程中除去部分蛋白, 以及淀粉类多糖。此法提高提取效率、缩短提取时间、条件温和, 缺点是酶的价格较高。此外在提取过程中还会加以超声^[14]、微波辅助^[15]的形式, 以增加多糖的得率, 但是, 高强度长时间的超声和微波, 会造成多糖支链的断裂^[16]。选择一种适合的提取方式, 是获得目的多糖的前提。

1.2 植物多糖的分离纯化

多糖的纯度与活性息息相关。粗提多糖中往往含有小分子化合物、低聚糖、蛋白、水溶性色素等杂质, 需要进一步纯化以提高多糖的纯度。小分子化合物和低聚糖一般用透析的方法除去; 蛋白常通过 Sevag、三氯乙酸和酶法除去; 色素利用过氧化氢和大孔树脂除去。

沉淀法利用多糖亲水性很强, 不溶于有机试剂这一特性从而富集多糖, 一般常用甲醇和乙醇, 但甲醇毒性和价格比乙醇大, 因此多以乙醇为主。利用不同溶度的乙醇分级醇沉, 能够得到不同分子量区间的多糖, 甚至能够得到均一多糖组分^[17]。一般来说, 分子量更大的多糖更容易比分子量小的多糖更容易沉淀, 水溶性差的多糖比水溶性好的多糖更容易沉淀。

层析法是纯化均一多糖组分运用较多的方法, 一般使用离子交换色谱^[18]、凝胶渗透色谱^[19]。离子交换层析可根

基金项目: 西双版纳州“雨林英才-创新团队”项目; 西双版纳州“雨林英才-青年人才”项目; 云南省高层次科技人才及创新团队选拔专项(202405AS350020); 云南省科技人才与平台计划(202105AG070011); 云南省基础研究计划项目(202201AT070286)。

据多糖所带电荷的不同, 选用不同浓度的 NaCl 溶液梯度洗脱, 以得到电荷量分布均匀的多糖, 常用的离子交换色谱填料有 DEAE cellulose-52、DEAE Sepharose 等系列。凝胶渗透色谱则根据多糖分子大小的差异进行纯化, 能够有效去除蛋白质、小分子杂质等, 得到高纯度的植物多糖, 常用的凝胶色谱填料有 Sephadex、Sepharose、Sephacryl 系列。层析的方法虽然能够获得纯度更高的多糖组分, 但柱子的上样量有限, 纯化过程耗时耗力, 不利于目标组分的大量富集, 寻找一种高效、绿色的多糖纯化方式是当下需解决的方法。

2. 植物多糖的生物活性及在化妆品中的应用

2.1 保湿作用

植物多糖中含有大量的亲水基团如羟基、羧基, 能够与水分子形成氢键, 容易形成水凝胶或水胶体的形式, 在皮肤表层成膜吸收和保留水分, 具有良好的保湿性能^[1, 20] (图 1)。此外, 多糖水凝胶能够提供更湿润环境, 能够促进伤口愈合, 并且具有出色的生物相容性、高防潮性和激活免疫细胞的能力, 目前已经使用水凝胶支架开发了大量的伤口愈合剂^[21]。透明质酸又称玻尿酸是当前应用最广泛的一类保湿多糖, 其是以 D-葡萄糖醛酸和 N-乙酰葡萄糖胺组成的糖胺聚糖。透明质酸能够吸收水分, 在皮肤表面形成一层薄膜, 锁住水分, 防止水分蒸发, 同时进行深层补水, 改善油水平衡^[22-24]。Qiu Meng yu 等制备了白及多糖水凝胶, 具有良好的生物相容性和生物降解性, 显著的伤口愈合效果, 并促进 M1 型巨噬细胞向 M2 型极化, 减少伤口愈合过程的炎症应答^[25]。一些多糖还能够调控保湿基因的表达和保湿因子的合成, 进一步增强皮肤的保湿能力。Yang Meng 等发现银耳多糖 FTPS-2 具有很好的防潮能力, 并可显著增加皮肤表皮的水分含量, 同时上调 AQP3、TGM1、CASP14、HYAL2、FLG 保湿基因的表达^[26]。

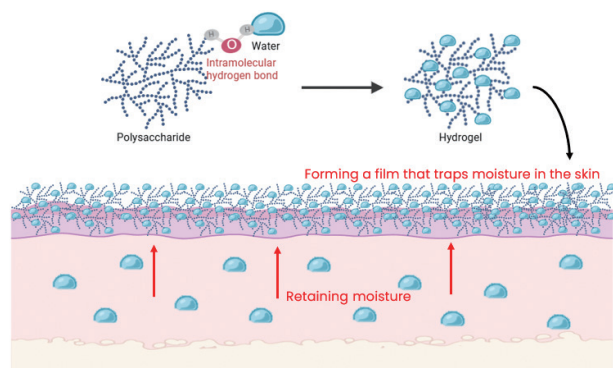


图1 多糖保湿作用机制图^[16]

2.2 抗氧化和抗衰老作用

氧化在皮肤衰老过程中起重要作用, 自由基是导致皮肤衰老的重要因素之一。活性氧 (ROS) 的积累会引起氧化应激, 造成生物膜受损, 线粒体 DNA 损伤, 诱导皮肤炎症反应, 降低抗氧化酶活性, 从而导致皮肤松弛, 加速皮肤衰老^[27, 28]。因此, 清除体内多余的氧化自由基, 已经成为目前最常见的抗衰方式。

植物多糖可以清除体内自由基^[29], 减少自由基对皮肤细胞的损伤, 从而延缓皮肤衰老^[30] (图 2), 是一种有效的抗氧化剂。一方面, 它们能够直接清除自由基, 如超氧阴离子自由基 ($O_2^{\cdot -}$)、羟基自由基 ($\cdot OH$) 和 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼自由基 (DPPH $\cdot$) 等。以 $\rightarrow 1)-\alpha-Gal-(3 \rightarrow, \rightarrow 1)-\alpha-Gal-(2 \rightarrow, \rightarrow 1)-\alpha-Ara-(5 \rightarrow, \rightarrow 1)-\alpha-Ara-(3 \rightarrow, \rightarrow 1)-\alpha-Ara-(3,5 \rightarrow, \rightarrow 1)-\beta-Xyl-(2 \rightarrow$ 和 $\rightarrow 1)-\beta-Xyl-(3 \rightarrow$ 为骨架的茉莉花茶多糖 JSP-1 能够清除 DPPH 自由基和羟基自由基^[31]。

另一方面, 植物多糖还能够激活皮肤细胞内的抗氧化酶系统^[30], 如超氧化物歧化酶 (SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 等, 增强细胞自身的抗氧化防御能力。金钗石斛多糖 DNLP 通过增加 SOD、GSH-Px、CAT 酶的活性, 降低脂质过氧化, 同时抑制 JNK 通路激活, 有效防止皮肤光老化^[32]。

此外, 一些植物多糖还能够促进皮肤细胞的增殖和胶原蛋白的合成。圆苞车前多糖对角质形成细胞和成纤维细胞表现出明显的促增殖作用, 并促进细胞生长因子 (KGF) 的表达, 表现出抗衰和修复皮肤的潜力^[33]。Chien-Jen Kao 等发现牛肝菌多糖能够刺激胶原蛋白的产生, 以保持皮肤紧致, 具有抗皱效果^[34]。

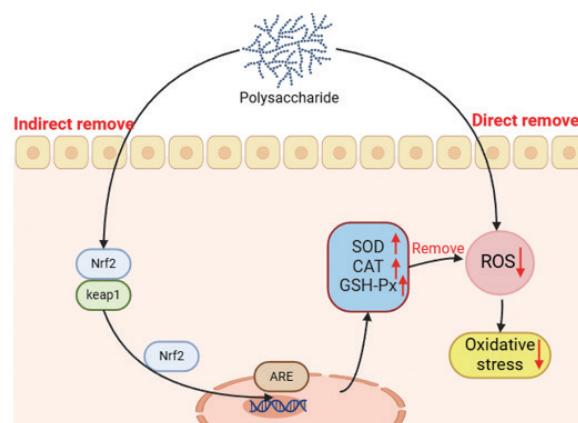


图2 多糖抗氧化作用机制图^[16]

2.3 抗炎作用

多糖能够调节皮肤的免疫反应, 减轻炎症反应。

它们可以抑制炎症相关细胞因子如肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白细胞介素等的释放,减轻炎症引起的皮肤红肿、瘙痒等症状。Kento Takaya等研究发现,肉苁蓉多糖 CDP能够激活 NRF2/HO-1 信号通路减少 ROS 的产生,同时抑制衰老成纤维细胞中 IL-1 α 、IL-6 和 TNF- α 的表达,从而发挥抗炎抗衰的作用^[35]。

植物多糖还能够促进皮肤细胞的修复和再生,增强皮肤的屏障功能,从而抵御外界刺激引发的炎症^[36]。Jiang Fei等利用盐酸水解的方式,从浒苔中获得一低分子量多糖 LPEP, LPEP表现出高抗炎活性,抑制 RAW264.7 细胞中 NO、TNF- α 、IL-1 β 和 IL-6 的释放,并抑制伤口周围成纤维细胞数量和炎症细胞数量,促进大鼠伤口细胞的修复和再生,加快伤口愈合,伤口闭合率高达 99.0%^[37]。

2.4 美白作用

植物多糖在美白方面主要通过抑制酪氨酸酶 (TYR) 的活性来实现。酪氨酸酶是黑色素合成过程中的关键酶,通过增加 α -黑素细胞刺激素 (α -MSH) 激活,从而增强黑色素合成过程。酪氨酸酶活性的抑制取决于多糖的羟基,它可以与酶的位点形成氢键,从而导致较低的酶活性^[38]。海藻多糖是一种含岩藻糖的硫酸化多糖,是目前研究较多的具有美白功效的多糖,其表现出强大的酪氨酸酶抑制能力,其抑制率可达 60% 以上,同时还能抗黑色素生成、抗氧化、抗皱^[39, 40]。Tao Xing Yu 等从马齿苋中获得一低分子量的酸性杂多糖 VPOP3,能显著下调黑色素生成信号通路中相关转录因子 TYR、TYR-related protein-1 和 TYR-related protein-2 的表达,从而达到美白效果^[41]。

3. 多糖在化妆品应用中的稳定性和安全性

3.1 稳定性

植物多糖在化妆品中的稳定性受多种因素影响。pH 值对其稳定性有重要影响。人体皮肤 pH 值偏酸性介于 5.4-5.9 之间^[42],一般护肤类化妆品的 pH 值范围在 4.5-6.5 之间,而清洁类化妆品多偏碱性,多糖的糖苷键在酸碱环境中极易断裂,造成多糖的降解。不同类型的多糖对 pH 的适应范围也不一样,酸性多糖在酸性环境中稳定,中性和碱性多糖在中性环境下稳定,针对不同类型的多糖应用于化妆品,产品的 pH 值是我们不能忽视的一个重要的因素。Hou Yan Jie 等研究发现,苹果多糖乳液在高 pH 下,多糖中的羧基容易解离,导致分子内排斥增加,削弱乳液液滴表

面水化膜的强度,而在偏酸的环境下更稳定^[43]。温度也是关键因素,高温可能导致多糖的降解或变性。在化妆品生产过程中,如加热乳化等步骤,需要控制温度,避免对多糖造成破坏。

3.2 安全性

植物多糖一般无毒^[6],具有良好的生物安全性,与皮肤的相容性较好,不易引起过敏反应。在提取和纯化过程中,要避免有害化学试剂的使用。在化妆品生产中,需要严格控制植物多糖的来源和生产工艺,确保其符合相关的安全标准。例如,在使用酶解法提取植物多糖时,要确保酶制剂的安全性和残留量符合要求。同时,对于新开发的植物多糖原料,需要进行充分的皮肤刺激性、过敏性等安全性测试,以保障消费者的使用安全。

4. 展望

植物多糖在化妆品行业中具有广泛的应用前景。其多样的生物活性能够满足消费者对于皮肤保湿、抗氧化、抗衰老、美白、抗炎等多方面的需求。通过合适的提取、分离与纯化方法,可以获得高纯度、高活性的植物多糖,并将其应用于不同类型的化妆品配方中,如水剂、乳霜、面膜、凝胶等。然而,在应用过程中,需要关注植物多糖的稳定性和安全性问题,通过优化配方和生产工艺来提高其稳定性,严格控制原料质量和生产过程来保障安全性。

未来,随着研究的深入,有望发现更多具有独特生物活性的植物多糖资源,并进一步阐明其作用机制。同时,在植物多糖的改性方面也将取得更多进展,通过化学修饰或物理处理等方法,改善植物多糖的性能,如提高其溶解度、稳定性和生物活性等,使其在化妆品行业中发挥更大的作用,为开发更加高效、安全、天然的化妆品提供有力支持。

参考文献

- [1] Li X, Wei J, Lin L, et al. Extraction, moisturizing activity and potential application in skin cream of *Akebia trifoliata* (Thunb.) Koidz polysaccharide[J]. Industrial Crops and Products, 2023, 197: 116613.
- [2] Mu S, Yang W, Huang G. Antioxidant activities and mechanisms of polysaccharides[J]. Chemical Biology & Drug Design, 2021, 97(3): 628-632.
- [3] Guo X, Luo J, Qi J, et al. The Role and Mechanism of Polysaccharides in Anti-Aging[J]. Nutrients, 2022, 14(24): 5330.
- [4] Murphy E J, Fehrenbach G W, Abidin I Z, et al.

- Polysaccharides—Naturally Occurring Immune Modulators[J]. *Polymers*,2023,15(10):2373.
- [5] Albuquerque P B S, de Oliveira W F, Dos Santos Silva P M, et al. Skincare application of medicinal plant polysaccharides — A review[J]. *Carbohydrate Polymers*,2022,277:118824.
- [6] Dedhia N, Marathe S J, Singhal R S. Food polysaccharides: A review on emerging microbial sources, bioactivities, nanoformulations and safety considerations[J]. *Carbohydrate Polymers*,2022,287:119355.
- [7] Wang L, Lou Z, Wang K, et al. Biocompatible and Biodegradable Functional Polysaccharides for Flexible Humidity Sensors[J]. *Research*,2020,2020:8716847.
- [8] Gopinath V, Saravanan S, Al-Maleki A R, et al. A review of natural polysaccharides for drug delivery applications: Special focus on cellulose, starch and glycogen[J]. *Biomedicine & Pharmacotherapy*,2018,107:96–108.
- [9] Liu Y, Sun Y, Huang G. Preparation and antioxidant activities of important traditional plant polysaccharides[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*,2018,111:780–786.
- [10] 张晓娜, 赵曼, 丰亚敏, 等. 响应面法优化构树叶多糖碱提工艺[J]. *食品工业*, 2023,44(9):85–88.
- [11] 刘善茹, 李成义, 刘书斌, 等. 红芪多糖提取、分离纯化及药理作用研究进展[J]. *食品安全质量检测学报*, 2023,14(01):261–269.
- [12] Huang H, Huang G. Extraction, separation, modification, structural characterization, and antioxidant activity of plant polysaccharides[J]. *Chemical Biology & Drug Design*,2020,96(5):1209–1222.
- [13] 殷澳, 张涵, 侯相竹, 等. 朝鲜淫羊藿多糖复合酶提工艺优化及抗氧化活性研究[J]. *食品科技*, 2024,49(1):191–200.
- [14] Wang Y, Huang G, Huang H. Ultrasonic/enzymatic extraction, characteristics and comparison of leech peel polysaccharide[J]. *Ultrasonics Sonochemistry*,2024,108:106948.
- [15] Rostami H, Gharibzadeh S M T. Microwave-assisted extraction of jujube polysaccharide: Optimization, purification and functional characterization[J]. *Carbohydrate Polymers*,2016,143:100–107.
- [16] 刘慧, 杨思佳, 任晗莹, 等. 天然植物多糖的提取、分离及其在皮肤领域的研究进展[J]. *日用化学工业(中英文)*,2024,54(06):708–717.
- [17] Gong G, Dang T, Deng Y, et al. Physicochemical properties and biological activities of polysaccharides from *Lycium barbarum* prepared by fractional precipitation[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*,2018,109:611–618.
- [18] Shanchen, Khan B M, Cheong K, et al. Pumpkin polysaccharides: Purification, characterization and hypoglycemic potential[J]. *International journal of biological macromolecules*,2019,139:842–849.
- [19] Cheng Y, Gan J, Yan B, et al. Polysaccharides from *Russula*: a review on extraction, purification, and bioactivities[J]. *Frontiers in Nutrition*,2024,11:1406817.
- [20] Kanlayavattanukul M, Lourith N. Biopolysaccharides for Skin Hydrating Cosmetics[M] *Polysaccharides: Bioactivity and Biotechnology*, Ramawat K G, Mérillon J, Cham: Springer International Publishing,2015,1867–1892.
- [21] Xiang J, Shen L, Hong Y. Status and future scope of hydrogels in wound healing: Synthesis, materials and evaluation[J]. *European Polymer Journal*,2020,130:109609.
- [22] Masson F. Acide hyaluronique et hydratation cutanée[J]. *Annales de Dermatologie et de Vénéréologie*,2010,137:S23–S25.
- [23] 赖梅兰. 透明质酸及其在化妆品中的应用[J]. *化工管理*, 2018(26):7–8.
- [24] 蒙亮亮, 杜桐, 王欣欣, 等. 透明质酸在化妆品中的应用研究进展[J]. *山东化工*, 2018,47(18):52–54.
- [25] Qiu M, Zhong G, Zhang J, et al. Biocompatible and biodegradable *Bletilla striata* polysaccharides hydrogels crosslinked by BDDE for wound healing through the regulating of macrophage polarization[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*,2024,254(Pt 3):128015.
- [26] Yang M, Zhang Z, He Y, et al. Study on the structure characterization and moisturizing effect of Tremella polysaccharide fermented from GCMCC5.39[J]. *Food Science and Human Wellness*,2021,10(4):471–479.
- [27] 来吉祥, 何聪芬, 董银卯. 皮肤衰老机理及延缓衰老化妆品的研究进展[J]. *中国美容医学*, 2009,18(8):1208–1212.
- [28] Deng R, Wang F, Wang L, et al. Advances in Plant Polysaccharides as Antiaging Agents: Effects and Signaling Mechanisms[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,2023,71(19):7175–7191.
- [29] Jiao R, Liu Y, Gao H, et al. The Anti-Oxidant and Antitumor Properties of Plant Polysaccharides[J]. *The American Journal of Chinese Medicine*,2016,44(03):463–488.
- [30] Huang G, Mei X, Hu J. The Antioxidant Activities of Natural Polysaccharides[J]. *Current Drug Targets*,2017,18(11):1296–1300.
- [31] Tang Y, Sheng J, He X, et al. Novel Antioxidant and Hypoglycemic Water-Soluble Polysaccharides from Jasmine Tea[J]. *Foods*,2021,10(10):2375.
- [32] Li W, Mu X, Wu X, et al. *Dendrobium nobile* Lindl. Polysaccharides protect fibroblasts against UVA-induced photoaging via JNK/c-Jun/MMPs pathway[J]. *Journal of Ethnopharmacology*,2022,298:115590.
- [33] Deters A M, Schröder K R, Smiatek T, et al. Ispaghula (*Plantago ovata*) Seed Husk Polysaccharides Promote Proliferation of Human Epithelial Cells (Skin Keratinocytes and Fibroblasts) via Enhanced Growth Factor Receptors and Energy Production[J]. *Planta Medica*,2005,71(1):33–39.
- [34] Kao C, Chou H, Lin Y, et al. Functional Analysis of Macromolecular Polysaccharides: Whitening, Moisturizing, Anti-Oxidant, and Cell Proliferation[J]. *Antioxidants*,2019,8(11):533.
- [35] Takaya K, Asou T, Kishi K. *Cistanche deserticola* Polysaccharide Reduces Inflammation and Aging Phenotypes in the Dermal Fibroblasts through the Activation of the NRF2/HO-1 Pathway[J]. *International Journal of Molecular Sciences*,2023,24(21):15704.
- [36] Tyeb S, Verma V, Kumar N. Polysaccharide based transdermal patches for chronic wound healing: Recent advances and clinical perspective[J]. *Carbohydrate Polymers*,2023,316:121038.

[37] Jiang F, Ding Y, Tian Y, et al. Hydrolyzed low-molecular-weight polysaccharide from *Enteromorpha prolifera* exhibits high anti-inflammatory activity and promotes wound healing[J]. *Biomaterials Advances*, 2022, 133: 112637.

[38] Yang B, Zhao M, Jiang Y. Optimization of tyrosinase inhibition activity of ultrasonic-extracted polysaccharides from longan fruit pericarp[J]. *Food Chemistry*, 2008, 110(2): 294–300.

[39] Jesumani V, Du H, Pei P, et al. Unravelling property of polysaccharides from *Sargassum* sp. as an anti-wrinkle and skin whitening property[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2019, 140: 216–224.

[40] Chen Q, Kou L, Wang F, et al. Size-dependent whitening

activity of enzyme-degraded fucoidan from *Laminaria japonica*[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2019, 225: 115211.

[41] Tao X, Hu X, Wu T, et al. Characterization and screening of anti-melanogenesis and anti-photoaging activity of different enzyme-assisted polysaccharide extracts from *Portulaca oleracea* L.[J]. *Phytomedicine*, 2023, 116: 154879.

[42] 姜姗姗, 李燕, 韩婷婷, 等. 皮肤酸性 pH 值与化妆品研发[J]. *日用化学科学*, 2022, 45(5): 48–51, 58.

[43] Hou Y, Gong T, Zhang J, et al. Structural characterization and emulsifying properties of thinned-young apples polysaccharides[J]. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 2019, 516(4): 1175–1182.

Research Progress on the Application of Natural Plant Polysaccharides in the Cosmetics Industry

Bai Guang-jian, Su Jing, Ding Xuan, Lv Ya-na, Bai Ya-xin, Liu Shi-fang, Li Guang*

(Yunnan Branch of Institute of Medicinal Plants, Chinese Academy of Medical Sciences, Yunnan Key Laboratory of Southern Medicinal Utilization, Jinghong, Yunnan, 666100)

Abstract : Plant polysaccharides due to their abundant sources, diverse bioactivities, and excellent safety, have broad application prospects in the cosmetics field and are expected to become core ingredients of the next generation of natural cosmetic raw materials. The article reviews the research progress on the application of plant polysaccharides in the cosmetics industry. It introduces methods for the extraction, separation, and purification of plant polysaccharides, elaborates on their various biological activities such as moisturizing, antioxidant, anti-aging, whitening, and anti-inflammatory properties, discusses the stability and safety issues of plant polysaccharides in cosmetic formulations, and prospects their future development trends.

Keywords : polysaccharides; cosmetics; moisturizing; antioxidant; whitening

