Polysaccharide Hydrogel and its Application Analysis

Nifeng Chen^{1,2}, Huina Zhang^{1,2}, Yinmao Dong^{1,2}, Li Li^{1,2*}

¹Department of Cosmetics, Beijing Technology and Business University, Beijing, China

²Beijing Key Laboratory of Plants Resource Research and Development, Beijing, China

*Corresponding author: Li Li, Department of Cosmetics, Beijing Technology and Business University, 11 Fucheng Road, Haidian District, Beijing 100048, China
Tel.: +86 010 68987110
Email: lili2212@163.com

Received January 29, 2020

Revised February 17, 2020

Accepted February 21, 2020

Published March 30, 2020

Abstract

Hydrogels are widely used in chemical, pharmaceutical, food, cosmetics and other fields for their good water absorption and biocompatibility. Hydrogels are usually composed of hydrophilic polymer materials. Polysaccharides, as natural polymer materials, have attracted much attention because of their degradability and biocompatibility. This review introduced the hydrogel and its classification and characteristics, then emphatically analyzed and prospected the application and development of polysaccharide hydrogel in the field of biomedicine and cosmetics.

Keywords: Hydrogel, Biocompatibility, Polysaccharide, Cosmetics, Application

Introduction

水凝胶是一种具有立体三维网络状结构，同时有着良好的生物相容性的胶状固体。在水凝胶的网格之间可以储存液体和药物颗粒，可以用作药物的运输及功能性成分添加的载体，水凝胶多由亲水性高分子构成，多糖类作为天然高分子的一大分支，将其作为基质材料应用在水凝胶中，使水凝胶具有了更好的环境友好性、生物相容性、特殊功能性、生物可降解性等优势。具有形成水凝胶的能力是许多多糖的重要特性，也是多糖利用的一个重要的方面。近年来，高分子多糖如透明质酸、壳聚糖、纤维素、黄原胶等越来越多地被用作制备水凝胶的材料 (Jiang *et al.*, 2017)。

人工合成的高分子水凝胶，存在机械可调性差和细胞亲和性差的问题，且部分高分子降解后留下的酸性产物容易引起细胞炎症 (Wang *et al.*, 2019)。而多糖类天然高分子本身就具备形成水凝胶的能力，由此在水凝胶的制备中多糖类材料得到了广泛的应用。如透明质酸本身被认为是非凝胶多糖，且作为天然保湿因子被广泛地应用于化妆品中，因此常常通过化学改

性或化学交联等方法制备透明质酸水凝胶，被应用在医药、食品、化妆品及组织工程领域；结冷胶本身具有凝胶特性，在一定浓度的离子环境中便能形成三维网状结构，无需添加任何化学物质 (Zhang, 2014)，因而这类凝胶被广泛地应用在食品、医药和化妆品中而不会引起任何的毒副作用。

基于高吸水高保水的性质，多糖水凝胶被广泛地应用于医药、农业、石油化工、化妆品等领域。本文将对水凝胶及多糖水凝胶的特性进行介绍，并重点对其在生物医学、化妆品与医美及食品领域的应用进行分析与展望。

Definition of hydrogel

水凝胶是一种具有三维空间网状结构，以水为分散介质的高分子网络体系。通俗的解释为，在常温常压下，含有大量水的胶状固体，能够体现水的性质。因为含有大量的亲水基团，所以能吸收超过自身几百倍的水分，在水中溶胀并能够保持自身原有的结构而不被溶解，具有良好的保水性。多糖类水凝胶更

是具有类固的性质，它在小应力的作用下，能在较高的弹性限度内支撑较大的应变。例如，结冷胶就是如此，它在断裂之前会发生弹性形变，网络结构也能进行重排调整，更能发生吸水溶胀，以恢复其形状和力学性能(Zhang, 2014)。

在生理条件下，多糖水凝胶能够保留大量的水或生物液体，具有良好的生物相容性，并具有类似于活组织的柔软的橡胶稠度，使它们成为各种应用的理想物质(Ulah *et al.*, 2015)。

Classification of hydrogels

根据水凝胶网络键合的不同，可分为物理凝胶和化学凝胶。根据水凝胶大小形状的不同，有宏观凝胶与微观凝胶（微球）之分，根据水凝胶对外界刺激的响应情况可分为传统的水凝胶和环境敏感的水凝胶。根据合成材料的不同，水凝胶又分为合成高分子水凝胶和天然高分子水凝胶。

物理凝胶是通过物理作用力如静电作用、氢键、链的缠绕等形成的。物理凝胶常用的制备方法是辐射法，辐射法可以保留所添加的酶的生物活性，因此在生物医学方面应用广泛。如倪茂君等(Ni *et al.*, 2019)人利用辐射交联法与冻融循环的方法制备了含白芷香豆素的水凝胶敷料，用于皮肤创伤愈合，该方法安全、绿色、高效且所制得的水凝胶具有良好的力学强度与抑菌效果。

化学凝胶一般需加入引发剂引发单体接枝在原料基团上，然后加入交联剂使其形成交联形成三维网状结构，或以光、电、热进行聚合，形成永久性聚合物，不可逆转。如李磊等(Li *et al.*, 2019)通过有机合成、化学交联等方法制备聚乙二醇-壳聚糖水凝胶，得到的聚乙二醇-壳聚糖水凝胶可提高白藜芦醇的体外释放率、抗氧化保护作用更明显。由于化学交联法制备的水凝胶存在交联剂及有机物残留的问题，使此方法的应用受到了限制，但化学交联法形成的多糖水凝胶力学性能一般较强。

微球水凝胶克服了水凝胶内部结构不均匀、机械强度差的弱点，使其在生物医学领域得到了广泛的应用。例如高璇等人(Gao *et al.*, 2019)以羟丙基甲基纤维素为原料，采用反相悬浮聚合法制备水凝胶微球，制备的多糖水凝胶微球粒径分布均匀，分散性好，载药量达到3.8%以上，可用作药物载体。纳米水凝胶结合水凝胶与纳米材料的优点具有可以越过生物屏障的特点，作为药物载体也具有较好的靶向性，在生物医学领域应用广泛。在 Palmese等(Palmese *et al.*, 2019)人对混合水凝胶的研究总结中了解到，纳米结构的水凝胶可以在生物系统中实现多种功能。粒子的结合和域的制造不仅实现了靶向药物治疗、调节细胞反应和刺激反应的作用，而且还改善了材料的机械和物理特性。

智能水凝胶包括温度敏感型水凝胶、pH敏感型水凝胶、电场敏感型水凝胶、磁场敏感型水凝胶、盐敏感型水凝胶等。例如，王靖淳(Wang *et al.*, 2018)等人以蔗渣纤维素为材料制备了一种具有pH和温度双敏感的水凝胶，应用在药物释放中，可以根据环境的变化更好地发挥药效。

Preparation of hydrogel

合成凝胶制备的本质是高分子化合物交联形成，形成的方式有两种，化学交联法与物理共混法(Gao *et al.*, 2018)。化学交联法包括聚合、共聚、交联等，使溶液或者溶胶聚合的方式有热聚合、引发剂聚合、光聚合、辐射聚合等。化学凝胶是由化学键交联形成的三维网络聚合物，是永久性的，又称为真凝胶。物理凝胶是通过物理作用力如静电作用、氢键、链的缠绕等形成的，这种凝胶是非永久性的，通过加热凝胶可转变为溶液，所以也被称为假凝胶或热可逆凝胶。物理交联法有自组合法、加热法、冷冻-解冻法等。

如今，利用3D打印技术可以实现水凝胶的个性化与精准化，在Jungst等(Jungst *et al.*, 2016)人对3D打印水凝胶的总结中了解到，可注射型水凝胶在应用时必须满足细胞相容的条件，而且受到多方面限制，如需在狭窄的温度范围和有限的机械剪切力下来产生特定的结构，而3D打印技术正好实现了这些条件的可控性。又例如在化妆品方面，可以针对面部轮廓，加入功效性成分，根据皮肤程度发挥针对性作用，由此也可以做到更加的安全有效(Cao *et al.*, 2019)。

Polysaccharide hydrogel

多糖是水凝胶制备中的一个重要材料，在大多数情况下，许多多糖在约2%的含量下就可形成有相当强度的水凝胶，并具有类固性质。用来制作水凝胶的多糖材料一般有透明质酸、可德胶、结冷胶、黄原胶、壳聚糖、海藻酸钠、纤维素等天然高分子。多糖类材料在无交联剂存在的情况下可以通过氢键作用、疏水作用或在一些离子存在的情况下通过静电作用形成物理水凝胶。例如，壳聚糖/ β -甘油磷酸钠聚电解质水凝胶是一种pH接近中性的通过物理交联形成的水凝胶，避免了化学交联剂的使用，因此它非常适合作为一些敏感分子如蛋白质的载体(Zhang, 2014)。

多糖水凝胶的研究热点集中在互穿聚合物网络多糖胶、多糖类接枝共聚水凝胶、多糖类大孔冻凝胶和多糖类智能水凝胶。例如，Wu等(Wu *et al.*, 2006)利用壳聚糖和氯化缩水甘油基三甲基铵合成了一种可用作智能药物载体的具有温度和pH敏感

的季铵化壳聚糖水凝胶。Sen等(Gautam *et al.*, 2010)人通过微波辐射技术,以海藻酸钠和丙烯酰胺为原料,合成了不同类型的接枝共聚物,所制得的水凝胶比海藻酸盐水凝胶有更好的絮凝效果。狄莹莹等(Di *et al.*, 2018)将壳聚糖和海藻酸钠复合后可以通过海藻酸钠中的 Na^+ 与所添加的 Ca^{2+} 等二价阳离子的离子交换反应快速形成水凝胶,由于海藻酸钠中含有大量的羧基,壳聚糖/海藻酸钠复合可以提高水凝胶的PH敏感性。

多糖水凝胶作为天然高分子水凝胶凭借其生物可降解性、生物相容性、无毒性颇受研究者的青睐。在食品行业,它是良好的质构改良剂。在生物医学行业,它是良好的组织修复材料与药物载体,如阮昕华(Ruan *et al.*, 2018)研究发现海藻酸水凝胶可替代心梗后损坏的细胞外基质(ECM),并为心脏提供必要的机械支持;作为大孔隙三维纤维支架,为移植细胞和细胞因子提供适宜的微环境,提高移植细胞存活率;作为生物活性分子的输送载体,增强心梗后心脏自我修复与内源性再生。海藻酸水凝胶产品已进入临床前期试验,在心梗治疗领域具有极好的应用前景与发展展望。改性透明质酸水凝胶在组织工程领域应用广泛,主要集中在软骨修复、心脏瓣膜修复以及神经修复等领域(Jiang *et al.*, 2017)。在今后的研究中,应当对复合多糖水凝胶、植物多糖水凝胶、微生物多糖水凝胶等领域(Wang *et al.*, 2019)加大研究力度,扩宽多糖水凝胶的研究领域。

Application of hydrogel

1. Biomedical field

在医药与生物学领域,将水凝胶用作药物载体将其应用在药物控制释放体系中是如今一个热门的研究方向,包括在伤口敷料、软组织工程等应用中,水凝胶都发挥着其特有的优势。

在生物医学领域,合成水凝胶与天然的细胞外基质聚合物可以通过相似的方式影响细胞功能。早也有研究表明多糖水凝胶等聚合物对蛋白质具有吸附作用并与体内的巨噬细胞存在融合现象(Tian *et al.*, 1994)。多糖水凝胶能够携带大量的水,可以为细胞提供湿润的环境,并有着良好的生物相容性,可以与细胞相结合,例如可以用来传递已知的加速愈合的生物活性分子,或支撑和最大化皮肤或干细胞的治疗潜力,促进新血管化和再上皮化,以及新的基质的产生和成熟,实现皮肤的清创和再生(da Silva *et al.*, 2019)。利用可在损伤部位植入或局部注射支架再生软骨的概念可以为关节软骨缺损提供有希望的治疗方法,有报道表明,生物高聚物对软骨组织再生的有益细胞反应及其性能优于合成高聚物(Balakrishnan & Banerjee, 2011)。如Tavakoli等(Tavakoli *et al.*, 2019)人,开发了一种可注射的、可喷涂的可见光交联卡拉胶水凝胶不仅具有生物

相容性,而且还能促进纤维母细胞的功能,作为一种可扩展的多糖水凝胶,能够覆盖皮肤损伤或作为生物打印材料注入原位愈合软组织损伤。何丽华(He *et al.*, 2019)等人以反相乳液技术制备了一种以葡聚糖为原料,含有席夫碱结构的葡聚糖水凝胶纳米微球作为载体,该葡聚糖纳米水凝胶可对HPTS进行有效负载,且其释放行为具有明显的酸性环境敏感性,酸性越强,释放越快,证明含有席夫碱结构的葡聚糖纳米凝胶微球可作为pH敏感型载体应用于药物递送领域。

多糖水凝胶在组织工程的应用主要基于多糖的生物相容性、无毒性、可生物降解性以及某些多糖与人体中天然存在的粘性多糖结构相似等特点。在活细胞固定技术方面,利用高分子水凝胶固定细胞是迄今为止相对简单且应用最为广泛的固定方法,而多糖通常也被认为是最理想的选择。在药物载体方面,多糖水凝胶载体可以实现药物的长期恒量释放(Zhang, 2014)。但迄今为止,由于水凝胶在力学性能上的缺陷,无论是在伤口敷料、组织工程还是细胞固定方面,还未能获得具有满意的力学性能的同时满足各类需求的水凝胶。

2. Cosmetics and medical beauty

一般的皮肤保养类化妆品多以保持皮肤清洁补充水分、油分为主要作用,随着水凝胶的出现,水凝胶类护肤品以晶莹、透澈、清爽的外观广泛受到好评。在化妆品领域中,为了对制品赋予粘性或弹性,为了提高涂布于肌肤时的使用感、防止滴下等,使用凝胶化剂对制品赋予独特的粘性或弹性,以水凝胶的形态应用在化妆品中。为了顺应化妆品天然绿色的发展趋势,多糖水凝胶也成了水凝胶在化妆品领域的首选。例如,黄亚东等(Huang *et al.*, 2018)人发明了一种以蛇毒多肽为核心活性成分制备而成水凝胶,含蛇毒多肽、植物提取物纳米微胶囊等的活性成分制备成水凝胶,并用该水凝胶制备成修护眼膜等化妆品及护肤品,由该水凝胶制备而成的眼膜贴具有提高眼膜贴淡化细纹、紧致肌肤及改善眼袋和黑眼圈等功效。

水凝胶面膜也叫凝水膜。顾名思义,其具有强大的凝集水分的功能,它以水为分散介质,当把凝胶贴到皮肤上时,受到体温的影响,凝胶内部的物理结构从固态变成液态,并渗透到皮肤里。因此,在以水凝胶为基地材质的面膜内注入胶原蛋白、透明质酸、熊果苷、烟酰胺等有效成分,可制成多种功能的多糖水凝胶面膜。相比于传统的面膜,水凝胶面膜的果冻状成分不易蒸发、干燥,对于急性皮肤损伤如过敏、长痘等有很好的退热舒缓效果。例如 Wu *et al.* (2006)人将3D打印技术应用于水凝胶面膜,加入丹参酮,使用方便,对于面部痤疮的改善有良好的效果。张小铿等(Di *et al.*, 2018)人将聚乙烯醇水凝胶面膜用以去除面部黑头、角质、油脂。

在医疗美容领域,多糖水凝胶能携带如皮肤生长因子之类的成分,很好地渗透入皮肤,并以优良的缓释性达到对皮肤美容

或医疗的效果。将水凝胶材料作为体内填充物改善形体仪态是一个非常热门的研究方向。现在,硅胶是应用于乳房整形最多填充物,但是却存在引发组织炎症的缺点。因此开发有效的替代材料成为必然。例如莫建民等(Mo *et al.*, 2001)人对聚丙烯酰胺水凝胶在美容外科的临床应用进行了研究,这种新型软组织填充材料矫正乳房、面颊、颈部、下肢、臀部和外生殖器等均已经得到应用,结果表明填充结果良好,并发症少,应用前景可观。

但多糖水凝胶在化妆品中的应用目前也存在着一些问题与挑战,例如,许多中草药植物成分的加入会影响水凝胶的色泽,如何在保持其功效不变的前提下去除掉其色泽,这将是一个挑战;水凝胶交联剂的加入会对皮肤产生低毒性或刺激性作用,其安全性有待考虑,因此如何在不加入交联剂制取水凝胶并添加功能性成分,也是水凝胶类化妆品所面临的问题之一;皮肤对化妆品成分的吸收能力是有限的,如何令水凝胶中功能性成分快速有效地被皮肤吸收也是一个需要更加深入的研究的问题。

3. Food field

在食品领域,水凝胶可作为包装材料用于食品的保鲜冷藏等,也可作为冰淇淋、饮料、果冻以及调味酱中的增稠剂、稳定剂和胶凝剂等,可改变食物的物理、化学和生理性质,进而能够捕获、吸附或结合风味物质。如在淀粉中加入胶类多糖容易产生凝胶,可用于制备布丁、猪肝酱等食品(Diao & Zheng, 1992)。

4. Other areas

在农业领域,水凝胶可作土壤改良剂,可应用在土壤保湿、营养物质投放、缓释氮肥磷肥等方面。在环保方面可用作重金属离子的吸附剂,来进行污水的处理净化。例如韩敏(Han, 2015)用自由基共聚法以丙烯酰胺(AM)和衣康酸(IA)为原料合成的交联聚合物水凝胶,对Cr、Pd、Cu、Ni、Cd这五种重金属离子有良好的吸附效果。

Conclusion

随着水凝胶应用领域的扩展,现如今国内外热门的研究领域大致有以下几方面:智能型高分子凝胶材料研究,如温度敏感型水凝胶、pH敏感型水凝胶等;天然高分子凝胶材料以及天然高分子与合成高分子共混型凝胶的研究(多糖、多肽类材料);接枝及互穿网络型高分子凝胶的研究等。

多糖类及其改性材料是水凝胶制备中的热门材料,且可以通过多种多糖形成互穿聚合网络,来弥补单材料水凝胶力学性

能差的弱点。多糖水凝胶也存在很多需要克服的困难,例如,具有高补水保湿效果的透明质酸水凝胶目前还存在力学性能差的缺点;结冷水凝胶在固定化细胞和固定化酶等方面应用广泛,但仍需进一步提高其韧性和延展性,以使其能够模拟真实生物组织。

在医疗、生物、食品、农业等领域,水凝胶的应用也越来越广泛,越来越多新型的水凝胶制品如靶向药物、医疗伤口敷料、水土保持剂、食品保湿剂等得到越来越广泛的应用。笔者认为,中国中草药资源丰富,品种繁多,我们可以将植物资源与现代科学技术相结合来进行研究,开发多糖类天然高分子材料,将中草药植物功效成分添加入化妆品并将其与水凝胶技术相结合,将会是一个新的充满特色的研究方向;植物多糖水凝胶的开发也会拓宽水凝胶的应用领域。相信在不久的将来水凝胶技术定会以更加规范的市场标准以及更好的质量推动各个行业的发展。

Author's contribution

YD and LL provided the idea of the article, LL prepared the title, NC wrote the manuscript and HZ revised the manuscript, YD and LL reviewed the article and completed the finalization.

Author details

Nifeng Chen (Graduate student), Department of Cosmetology, Beijing Technology and Business University, 11 Fucheng Road, Haidian District, Beijing 100048, China; Huina Zhang (Graduate student), Department of Cosmetology, Beijing Technology and Business University, 11 Fucheng Road, Haidian District, Beijing 100048, China; Yinmao Dong (Professor), Department of Cosmetics, Beijing Technology and Business University, 11 Fucheng Road, Haidian District, Beijing 100048, China; Li Li (Professor), Department of Cosmetics, Beijing Technology and Business University, 11 Fucheng Road, Haidian District, Beijing 100048, China.

References

- Balakrishnan B, Banerjee R. Biopolymer-based hydrogels for cartilage tissue engineering. *Chemical Reviews*, 111: 4453-4474, 2011.
- Cao SW, An BC, Xiang SJ, Wu WF, Ruan SF, Wang ZX, Chen HJ, Weng LD, Liu L, Shen Q, *et al.* Studies on

- the anti-acne effects and skin safety of 3D printing cryptotanshinone hydrogel mask. *The Chinese Journal of Dermatovenereology*, 33: 371-378, 2019.
- Di YY, Ren PG, Tao F. Preparation of chitosan hydrogel and its application in adsorption. *Synthetic Materials Aging and Application*, 47: 74-83, 2018.
- da Silva LP, Reis R, Correlo VM, Marquest AP. Hydrogel based strategies to advance therapies for chronic skin wounds. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 21: 145-169, 2019.
- Diao HX, Zheng SC. Viscous association between xanthan gum and galactomannan molecules and its application. *Food and Fermentation Industries*, 1: 69-72, 1992.
- Gao FY, Wei DL, Zhang X, Kou ZL, Wei DP, Lan P. Research progress of hydrogel and its application in biomedicine. *New Chemical Materials*, 46: 6-10, 2018.
- Gao X, Chen YY, Liu YY, Zhang Hy, Yu YY. Preparation and vitro release evaluation of huperzine A hydrogel microspheres. *Chemical Reagents*, 41: 13-17, 2019.
- Gautam S, Ram PS, Sagar P. Microwave-initiated synthesis of polyacrylamide grafted sodium alginate: synthesis and characterization. *Journal of Applied Polymer Science*, 115: 63-71, 2010.
- Han M. Preparation of acrylamide-itaconic acid polymer hydrogel and its adsorption of heavy metals. *New Chemical Materials*, 43: 225-227, 2015.
- He LH, Qi J, Zheng R, Su HY, Jia QM. Synthesis and characterization of pH-sensitive dextran nanogel as drug delivery system. *Fine Chemicals*, 37:1-8, 2019.
- Huang YD, Xiang Q, Xiao QX, Xue LW, Zhu WY, Shi L. Hydrogel containing venom polypeptide and repair eye mask prepared from the hydrogel. China patent CN201711173185, 2018.
- Jiang J, Liu Y, Zhou Z, Duan J, Sun D. Research progress and applications of macromolecular polysaccharide-based hydrogels for functional materials. *Chemistry and Industry of Forest Products*, 37: 1-10, 2017.
- Jungst T, Smolan W, Schacht K, Scheibel T, Groll J. Strategies and molecular design criteria for 3D printable hydrogels. *Chemical Reviews*, 116: 1496-1539, 2016.
- Li L, Ning YF, Wang Q, Meng YQ. Preparation and *in vitro* release of resveratrol-modified chitosan hydrogel. *Journal of Shenyang Pharmaceutical University*, 36: 647-654, 2019.
- Palmese LL, Thapa RK, Sullivan MO, Kiick KL. Hybrid hydrogels for biomedical applications. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 24: 143-157, 2019.
- Mo JM, Jin BY, Liu DS, Li Y, Jiang HY, Cao MJ. The applied technique of hydrophilic polyacrylamide gel as soft tissue filling agent in aesthetic surgery. *Chinese Journal of Aesthetic Medicine*, 10: 62-68, 2001.
- Ni MJ, Peng CR, Zhang XB, Wang JX, Chen ZP. Preparation of hydrogel containing *Angelica dahurica* coumarin by radiation crosslinking and its properties. *Journal of Radiation Research and Radiation Processing*, 37: 1-7, 2019.
- Ruan X, Han J, Fadel S, Jia L, Yang DY. Progress of alginate hydrogel applied in the treatment of myocardial infarction. *Chinese Journal of Experimental Surgery*, 35: 1970-1974, 2018.
- Tavakoli S, Kharaziha M, Kermanpur A. Sprayable and injectable visible-light Kappa-carrageenan hydrogel for in-situ soft tissue engineering. *International Journal of Biological Macromolecules*, 138: 590-601, 2019.
- Tian WH. Cell biology of gel. *Foreign Medical Sciences: Biomedical Engineering Volume*, 17: 159-161, 1994.
- Ullah F, Othman MBH, Javed F, Ahmad Z, Md AH. Classification, processing and application of hydrogels. *Materials Science and Engineering*, 57: 414-433, 2015.
- Wang JC, Cai PX, Pan YF. Preparation and drug release of bagasse cellulose based dual-responsive IPN hydrogel. *Journal of Guangxi University*, 43: 2383-2390, 2018.
- Wang X, Wang L, Wang ZY. Study on microbial polysaccharide hyaluronic acid biomedical hydrogel. *Journal of Hygiene Research*, 48: 683-688, 2019.
- Wu J, Su ZG, Ma GH. A thermo- and pH-sensitive hydrogel composed of quaternized chitosan/glycerophosphate. *International Journal of Pharmaceutics*, 315: 1-11, 2006.
- Zhang HB. Polysaccharide and its modified materials. Chemical Industry Press, Beijing, pp10-28, 2014.

中文摘要

多糖水凝胶及其应用性分析

陈妮风^{1,2}, 张慧娜^{1,2}, 董银卯^{1,2}, 李丽^{1,2*}

¹北京工商大学化妆品系, 北京, 中国

²北京市植物资源研究开发重点实验室, 北京, 中国

水凝胶以其良好的吸水性与生物相容性广泛地应用于化工、医药、食品、化妆品等领域。水凝胶通常由亲水性高分子聚合材料构成, 多糖类作为天然高分子材料以其可降解性与生物相容性等优势备受重视。综述对水凝胶及其分类与特性进行了介绍, 并重点对多糖水凝胶在生物医学与化妆品领域的应用与发展进行了分析与展望。

关键词: 水凝胶, 生物相容性, 多糖, 化妆品, 应用

국문초록

다당류 하이드로젤 및 그 응용 분석

진니퐁^{1,2}, 장혜나^{1,2}, 동은묘^{1,2}, 리려^{1,2*}¹북경공상대학 화장품학과, 북경, 중국²북경시식물자원연구개발중점연구실, 북경, 중국

하이드로젤은 수분이 잘 흡수되고 생체 적합성이 우수하여 화학, 제약, 식품, 화장품 등 여러 분야에서 널리 사용된다. 하이드로젤은 일반적으로 친수성 폴리머소재로 구성된다. 다당류는 천연 중합체 물질로서 분해성 및 생체 적합성으로 많은 인기가 있다. 본 총설에서는 하이드로젤과 그 분류 및 특성을 논술하고, 바이오의약품 및 화장품 분야에서 다당류 하이드로젤의 응용 및 발전에 대해 분석했다.

핵심어: 하이드로젤, 생체 적합성, 다당류, 화장품, 응용