

宁夏枸杞的生物学和化学成分的研究进展

郑国琦^{1,2}, 胡正海^{1*}

(1. 西北大学生命科学学院, 陕西 西安 710069; 2. 宁夏大学生命科学学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要:宁夏枸杞是我国传统的名贵中药材和重要经济作物。近年来国内外对宁夏枸杞开展了多方面的深入研究。现就其原植物、营养器官和生殖器官的形态解剖、核型分析、组织培养、抗性生理、分子生物学等生物学特性及其主要药用成分枸杞多糖、甜菜碱、类胡萝卜素、黄酮、维生素等的研究进行综述, 以期今后的研究提供参考。

关键词:宁夏枸杞; 生物学; 药用成分

中图分类号: R282.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-2670(2008)05-0796-05

宁夏枸杞为茄科枸杞属 *Lycium* L. 宁夏枸杞 *Lycium barbarum* L. 的干燥果实, 是常用滋补类中药材, 药用记载始见于《神农本草经》, 列为上品, 被历版《中国药典》记载。其味甘、性平, 归肝、肾经, 有补肝、益肾、明目的功能, 用于虚劳精亏、腰膝酸痛、眩晕耳鸣、内热消渴、血虚萎黄、目眩不明等病症。现代医学研究证实, 枸杞具有补肾养肝、润肺明目、增强免疫力、抗衰老、抗肿瘤、抗氧化、抗疲劳及协同防癌等多方面的药理作用。枸杞还是营养增补剂(功能食品)、食品的重要原料, 受到中外医家与食疗家的高度重视。随着近现代医学对枸杞子药理成分的深入研究以及人们对健康的新认识, 其消费量迅速增加, 宁夏枸杞栽培面积和范围也逐步扩大, 促进了枸杞产业的迅猛发展。因此, 如何保证和提高宁夏枸杞的质量是当前的重要问题。为了探索宁夏枸杞果实结构发育与其主要有效成分的合成和积累机制, 充分利用这一重要药用资源, 应科学合理地指导宁夏枸杞的规范化种植。本文对近30年来有关宁夏枸杞生物学特性及主要活性成分的研究进展进行综述。

1 宁夏枸杞的生物学特性

1.1 植物资源分布: 根据 D'Arcy 的茄科植物系统, 宁夏枸杞隶属于茄科(Solanaceae)茄亚科(Solanoideae)枸杞族枸杞属(*Lycieae* L.)^[1]。20世纪70年代, 路安民^[2]等对我国西北五省区、河南、河北和天津地区的枸杞属植物进行了深入调查, 确定了中国枸杞属种质资源7种和3个变种, 即宁夏枸杞、枸杞 *L. chinense* Mill.、黑果枸杞 *L. ruthenicum* Murr.、新疆枸杞 *L. dasystemum* Pojark.、截萼枸杞 *L. truncatum* Y. C. Wang、柱筒枸杞 *L. cylindricum* Kuang et A. M. Lu、云南枸杞 *L. yunnanens* Kuang et A. M. Lu 7个种和黄果枸杞(*L. barbarum* L. var. *auranticarpum* K. F. Ching 宁夏枸杞变种)、北方枸杞(*L. chinense* Mill. var. *potaninii* (Pojark.) A. M. Lu 枸杞变种)、红枝枸杞(*L. dasystemum* Pojark. var. *rubricaulium* A. M. Lu 新疆枸杞变种)3个变种。在这些种类中, 我国传统医药广泛利用的有两种, 即枸杞

和宁夏枸杞。但是, 长期以来, 对这两种枸杞的记述十分混乱。考证我国古书上的枸杞图均为枸杞 *L. chinense*。1963年版的《中国药典》将两种枸杞均予以收载, 而1977年版以后只收载了宁夏枸杞。

宁夏枸杞又名甘枸杞, 主要分布在我国川北、华北北部、内蒙古、陕西、甘肃、宁夏、青海和新疆。从植被角度分析, 其是草原荒漠区分布种。由于在我国有悠久的栽培史, 该种在1740—1743年被引入法国、欧洲及地中海沿岸国家栽培并变为野生。该种的变种黄果枸杞只在宁夏银川地区见到, 多长在田边和宅旁。目前, 宁夏枸杞的主要产区集中在宁夏、新疆、内蒙古和河北。

1.2 形态解剖学特征

1.2.1 叶的解剖结构: 宁夏枸杞叶的结构表现出明显的旱生植物和盐生植物叶的共同特征。冯显遑等^[3]研究发现, 其叶肉质化, 叶表有发达的角质膜, 叶内栅栏组织发达, 维管束及维管束鞘十分发达, 而且叶细胞中有大量草酸钙砂晶, 反映其体内细胞汁液浓度高, 胞内有较低的渗透势, 从形态上看, 具有抗旱耐盐的形态结构。生长于盐生环境的宁夏枸杞叶内叶绿体变化较多, 富含淀粉粒, 而中生环境生长的, 叶绿体内外膜和类囊体正常, 数量丰富, 淀粉粒很少, 细胞内细胞器丰富。通过对其叶进行的差异显著性检验结果表明, 盐生环境生长的宁夏枸杞叶片显著增厚, 上下角质层显著地变薄, 上表皮细胞和栅栏细胞变化不显著, 但栅栏组织层显著加厚, 海绵组织层变化不显著, 且盐地生长的叶绿体中含有较多的淀粉粒。淀粉是细胞的重要能源之一, 生长在盐生环境中的植物, 由于受到了盐分的影响, 各细胞器可能难以充分发挥各自的功能, 会使植物生长受阻, 光合产物以淀粉形式累积下来, 提供能量, 保证植物很好生长, 这可能是植物的一种抗盐形式^[4]。

1.2.2 花粉形态: 花粉的外部形态可作为鉴定种与品种的重要依据之一。宁夏枸杞3个品种大麻叶、宁杞1号、2号的花粉在形态、大小、纹饰、沟孔等方面十分相似, 为不同程度

收稿日期: 2007-11-06

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30500653); 国家科技支撑计划课题(2006BAI06A15-11)

作者简介: 郑国琦(1977—), 男, 宁夏银川人, 讲师, 在读博士生, 主要从事植物学及植物生理学教研工作。

Tel: 13995011126 E-mail: zhengguoqi1977@163.com

* 通讯作者 胡正海 E-mail: zhenghaihu@sina.com

的椭圆形,三孔沟,沟窄长,内孔分布整个花粉表面,显著,以宁杞1号花粉粒表面孔数最多;多数花粉的沟间距为2个相等,1个不等,成为二侧对称型。而宁夏枸杞的变种黄果枸杞的花粉近似圆球形,内孔分布于整个花粉粒表面,三孔沟,沟窄长,沟间距相等,为典型的3合体花粉,在大小、外壁纹饰细微结构等方面与3个品种存在着显著差异,这反映了其与3个品种宁夏枸杞亲缘关系较远^[5]。从而反映枸杞的花粉形态特征在划分品种与品种之间的关系方面,具有十分广泛的参考意义。

1.2.3 胚胎学:宁夏枸杞以果实为主要药用部位,因此,与果实发育密切相关的胚胎学相关研究引起了国内的相关学者的重视。田惠桥^[6]对宁夏枸杞的大、小孢子发生及雌雄配子体的发育做过光学显微镜的观察;在幼小花药横切面上,每个角隅处可见一层拱形孢原细胞,以后经过平周分裂形成初生造孢细胞、次生造孢细胞,发育为小孢子母细胞,减数分裂过程中胞质分裂为同时型。四分体为四面体型。成熟花粉粒含二细胞,具三孔沟型萌发孔。花药绒毡层由2部分组成:药壁区的绒毡层由初生壁细胞所产生,药隔区的由药隔细胞直接转化成,为双重起源,呈二型性,属分泌型。雌蕊由2个心皮构成二室子房,中轴胎座。倒生胚珠具单珠被、薄珠心,珠被绒毡层。胚囊发育为蓇葖型。在胚囊细胞分化后,组成胚囊的4种细胞继续发育,表现出各自的形态学变化。

对宁夏枸杞胚胎学研究发现,其胚胎发生属茄型,由合子第一次横分裂形成的顶细胞发育成胚体,基细胞仅分裂3次,形成6细胞胚柄。胚乳发育绝大部分属细胞型,仅少数部分属核型胚乳。从比较胚胎学的角度看,核型胚乳是一个比较原始性状,而细胞型胚乳则为进化特征之一^[7]。因此,在宁夏枸杞中,少数核型胚乳的出现很可能是一种返祖现象。除宁夏枸杞外,枸杞属其他枸杞品种的胚胎学研究目前尚未见到相关的研究报道,因此,对枸杞属各种的胚胎学还有待进一步研究。

徐育^[8]运用透射电子显微镜和组织化学技术,对宁夏枸杞花药的发育过程做了详细的观察。发现其花粉发育过程中在花粉母细胞细线和偶线期,核糖体数量减少,线粒体结构简化;之后核糖体数量逐渐回升,后期I线粒体结构恢复正常。小孢子液泡化过程中核糖体再次减少,同时线粒体和质体结构简化;在早期二胞花粉中,核糖体数量增加、线粒体和质体结构再度分化。花粉母细胞和小孢子发育过程中都存在“细胞质改组”现象,且这两次“细胞质改组”与细胞功能的转变密切相关。在次生造孢细胞、花粉母细胞和小孢子后期都有液泡数量明显增加或体积增大的过程。前两次液泡的增加可能参与了其胼胝质壁的构建;而小孢子晚期中的大液泡则创造了一种极性为其不等分裂做好了生理和结构上的准备。对枸杞花药发育过程中营养物质代谢的变化特征的研究表明^[9],在造孢细胞时期,药隔薄壁细胞,表皮和药室内壁细胞中开始积累淀粉粒,而造孢细胞、绒毡层细胞和中层细胞中则没有淀粉粒。在四分体时期,绒毡层细胞开始积累脂滴并且数量逐渐增加。到小孢子晚期,绒毡层细胞降解,内含脂滴

流入药室中。在小孢子发育过程中既没有淀粉粒也没有脂滴积累,直到二胞花粉的大液泡消失后花粉粒中才开始积累脂滴,然后又开始出现淀粉粒。故成熟花粉中的营养储存物是脂滴和淀粉粒。

杨淑娟等^[10]研究了宁夏枸杞花药发育过程中钙的分布特征;在孢原细胞时期的花药中钙颗粒很少;在造孢细胞到小孢子母细胞时期,花药中钙颗粒增加;当花粉母细胞进行减数分裂时,花药中的钙颗粒进一步增加,尤其是在小孢子母细胞的胼胝质壁中;在小孢子发育早期,花药药隔部位的绒毡层细胞质中钙颗粒也明显增加并特异性地分布在其内切向壁上;当小孢子被释放出后,钙颗粒开始特异性积累在正在形成的花粉外壁上,尤其在萌发孔的部位聚集了大量的钙颗粒;当小孢子形成大液泡时,其细胞质中的钙颗粒明显减少;在小孢子分裂形成二胞花粉后,二胞花粉的大液泡中又特异性地出现许多细小钙颗粒。随着二胞花粉的大液泡完全消失,其细胞质中又出现了许多钙颗粒。接近开花时的成熟花粉粒细胞质中,细小的钙颗粒主要分布在营养细胞和生殖细胞中。枸杞花药发育过程中钙的分布特征反映了其参与调控花粉发育过程。这些研究一方面丰富了花药的基础研究内容,另一方面进一步揭示了枸杞雄性生殖规律,为探索宁夏枸杞有性生殖机制,提供了理论依据。

1.2.4 果实发育过程及果实解剖结构:果实是枸杞的主要药用器官,它的形态发育过程和结构特征对枸杞产量的形态和枸杞有效成分的积累有直接影响,因此,成为解剖结构研究的主要对象。枸杞果实的发育过程从开花到成熟约35 d。根据花、子房、果实颜色的变化情况初步划分为4个时期,即果实形成期:自开花到花冠谢落,即开花,传粉,受精,坐果,约5 d;此时花柱干枯,柱头黑色,子房绿白色明显膨大;果实青果期:子房由绿白色变为果粒露出花萼,继续伸长、肥大,至果粒出现色变止,历时17~20 d,此时果肉致密,种子与果肉紧贴不易剥离,种子白色,种皮不致密,胚乳充实;果实色变期:果实继续发育,果色变化为绿-黄绿-红黄-黄红色,果肉致密,内含物增多,叶绿体转化为有色体,种皮硬化,胚乳饱满,子叶幼胚形成,子叶微弯曲,稍不等长,历时10~12 d;果实成熟期:果实一面肥大,一面成熟,成熟最显著的标志是果粒鲜红和明亮,当果色由黄红色变为鲜红色时,果粒横径迅速肥大,果面由不发亮变至发亮,果蒂疏松,果粒软化,甜度适宜时即为完熟^[11]。

宁夏枸杞果实为肉质浆果,是由上位子房两心皮发育形成的真果,胚珠着生在中轴胎座上。食用部分主要是果皮,胎座组织仅占小部分。果皮是由子房壁发育而来,分为外果皮、中果皮、内果皮。外果皮有一层紧密排列的长方形细胞构成,由心皮外侧的表皮发育而来,相当于果实外侧的果皮部分,外表具表皮毛。中果皮主要由多层薄壁细胞组成,细胞呈不规则型,细胞间隙大,当果实成熟时发育成多汁的果肉,是主要的营养物质贮存场所;另外,在中果皮的薄壁组织中,散生着多束双韧维管束。内果皮由一层长方形的细胞紧密排列而成。胚珠着生在肉质胎座上,枸杞果实为中轴胎座,两心皮构

成两室子房,胚珠生于中央轴上。胎座主要由薄壁细胞组成,内部也有维管束,成对出现,一般有2~3对。

1.3 核型分析:染色体核型分析是种质资源鉴定的重要技术之一。我国枸杞属植物目前仅对宁夏枸杞和枸杞的染色体核型进行了研究。不同研究者对宁夏枸杞染色体数目研究结果都相同,即其染色体数目为 $2n=24$,偶见 $2n=20,22$ 等情况,未见B染色体及多倍体现象。所不同的是由于染色体类型、染色体的分布,造成宁夏枸杞核型公式方面存在差异,其原因可能与观察时期不同造成的误差有关,也可能是不同材料本身存在着遗传上的细微差异所致^[12],因此,如果能将分布于不同地区的宁夏枸杞一起进行平行实验,可能会全面了解该物种的核型组成的多态性。

1.4 组织培养:组织培养主要用于优质种苗的快繁和优良品种的培育。宁夏枸杞组织培养中,再生植株的形态发生主要有器官发生和胚状体发生两条途径。国内科技工作者在枸杞组织培养器官再生方面做了大量研究工作,相继用叶片、花药、茎端、下胚轴和幼嫩子房、叶柄以及髓组织细胞进行离体培养获得再生植株。目前枸杞组织培养中所使用的培养基大多以MS为基本培养基,琼脂为0.4%~0.6%,蔗糖15%,pH 5.8~6,培养温度22~28℃,湿度70%~80%,光照强度1 000~3 000 lx,日光灯和白炽灯均可,光照时间每天为12~14 h。但不同枸杞外植体的愈伤组织诱导和分化与植物激素的种类及质量浓度有直接关系,另外枸杞不同品种之间由于基因型的不同导致生理类型的不同、形态建成能力的不同,组织培养中对激素种类、浓度、生长环境和营养状况的要求也不同^[13]。培养基中激素的配比对宁夏枸杞形态建成起着重要作用,其中6-BA与IAA、NAA的相对比例对试管苗的生长和繁殖起关键作用,比值低促进植株长高,比值高有利于形成腋芽,促进分化与增殖,移栽后成活率高。而高浓度的2,4-D有利于细胞脱分化,低浓度或不含2,4-D的培养基则有利于脱分化形成的细胞团转入再分化。由于组织培养技术的日趋完善,也为宁夏枸杞的倍性育种和转基因育种研究奠定了良好的基础,并先后培育出了四倍体、三倍体专用无籽枸杞品种和抗蚜虫转基因枸杞新品种。尽管枸杞生物育种取得了一些进展,但与其他茄科作物相比,仍处于起步阶段,尚未育出可在生产中大面积推广的枸杞新品种。因此,应用现代生物技术,培育抗逆性综合性状良好的枸杞新品种,培育各种专用型枸杞新品种,是当前枸杞育种工作者面临的新任务。

1.5 抗性生理研究:宁夏枸杞是一种盐生植物,同时也是一种药用植物。深入研究其抗盐机制,搞清其抗盐性及其与品质和产量的关系,可为宁夏枸杞规范化栽培提供理论基础。率先对宁夏枸杞的抗盐性进行了系统研究,研究了不同浓度土壤盐胁迫下宁夏枸杞渗透调节、光合作用、抗氧化保护系统和糖代谢等生理性状的变化^[14]。结果显示:NaCl胁迫下,宁夏枸杞渗透调节物质以无机离子为主,主要为 Na^+ 和 Cl^- ,并随外界盐浓度的增加而增加, K^+ 则呈现下降的趋势,叶部积累的无机离子总量高于根部,枸杞根系质膜和液泡 H^+ -

ATPase活性逐渐增强,且液泡膜 H^+ -ATPase活性高于质膜 H^+ -ATPase活性。在等渗的PEG 6000处理下,有机溶质(甜菜碱、氨基酸、可溶性糖、有机酸)量明显增加。盐胁迫下叶片光合作用总体呈现下降的趋势,在土壤盐浓度小于6 g/kg NaCl胁迫范围时,光合作用光系统Ⅱ(PSⅡ)的光化学活性保持较强的稳定性,净光合速率(P_n)的下降主要受气孔限制,在盐分大于6 g/kg NaCl时, P_n 下降的原因是气孔限制因素引起的。外源甜菜碱对盐胁迫下枸杞叶片膜质过氧化具有较好的缓解作用。通过钉红标记定位电镜观察发现盐胁迫下枸杞叶片细胞壁表面糖蛋白层明显增厚,并且随NaCl增加而增厚、致密,当超过9 g/kg NaCl时,其细胞壁糖蛋白层开始疏松并大量的脱落。宁夏枸杞抗盐生理的研究为在大面积盐碱地上的合理种植提供了理论依据。

1.6 分子生物学及分子标记技术应用:分子生物学技术在枸杞上的应用还处于刚刚起步阶段。目前在这方面取得的主要成果有枸杞基因组总DNA和RNA提取方法的建立,枸杞叶片和果实cDNA文库的构建,不同地区、不同枸杞品种的RAPD分析,枸杞叶片中功能基因类胡萝卜素合成酶基因——番茄红素 β -环化酶基因LycB和IPP异构酶基因IPI的克隆,转基因枸杞新品种的培育等^[15]。分子生物学技术在枸杞上的应用还不到10年时间,应用的技术手段还十分有限,因此,今后应不断加强分子生物学技术在枸杞研究中的应用,如应用分子标记技术对宁夏枸杞各农家品种、育成品种及野生种基因组DNA进行分析,并通过相似系数分析、聚类分析等数量遗传分析手段,对它们之间的遗传距离、系统发育、亲缘关系等进行研究,构建枸杞的分子指纹图谱,为枸杞种质资源评估、品种的鉴定和保护,宁夏枸杞的道地性研究提供科学依据;利用宁夏枸杞的高功效成分,克隆功能基因;并应用转基因技术将某些功能基因导入宁夏枸杞细胞染色体中,培育抗虫、抗逆性综合性状良好的宁夏枸杞新品种。

2 宁夏枸杞化学成分研究进展

宁夏枸杞根、叶、果、皮均可入药。《本草纲目》中记载:“春采叶,名天精草;夏采花,名长生草;秋采子,名枸杞子;冬采根,名地骨皮”。枸杞果实具有滋肾、润肺、补肝、明目的功效,主治肝肾阴亏、腰酸膝软、头晕、目眩、虚劳咳嗽、遗精;枸杞叶具有补虚益精、清热、止渴、祛风明目的功效,主治虚劳发热、烦渴、目赤昏痛、热毒疮肿;枸杞根皮具有清热、退热、凉血、降血压的作用,主治虚劳潮热、盗汗、肺热咳嗽、凉血、高血压、恶疮。宁夏枸杞不同药用部位药用功效的发挥往往与其体内含有的特殊化学成分具有密切的关系。

宁夏枸杞果实的化学成分主要为枸杞多糖、甜菜碱、类胡萝卜素及类胡萝卜素酯、维生素C、萜萜亭,以及多种氨基酸及微量元素K、Na、Ca、Mg、Cu、Fe、Mn、Zn、P等成分。此外,还从其中分得玉蜀黍黄素及玉蜀黍黄素二棕榈酸、环肽及枸杞素A~D、脑苷脂类等^[16]。

宁夏枸杞叶的化学成分研究表明,无论在活性成分、营养成分还是微量元素方面,与果实基本一致,而且在量上某些成分甚至超过果实^[17]。据报道钙、铁、尼克酸、胡萝卜素、

抗坏血酸等的量以其叶为高,氨基酸总量也以叶为最。宁夏枸杞叶黄酮类化合物和维生素E的量均高于果实。而且叶中还含有肉桂醛组胺、芦丁、东莨菪素、香草酸和水杨酸以及甜菜碱、胆碱、阿托品等生物碱。其微量元素除钾较低、铬相当外,硒、锰、锌等大多数微量元素的量均远远高于果实宁夏枸杞根皮的化学成分的少有报道。现将宁夏枸杞果实主要有效成分研究进展概述如下。

2.1 枸杞多糖:枸杞多糖是宁夏枸杞中最主要的活性成分之一,是枸杞子中促进免疫功能的有效成分^[18],引起国内专家对枸杞多糖研究的关注。近十多年来,在枸杞多糖定量、分离提取、分级纯化、组分鉴定及结构研究等方面取得一些进展。

田庚元等^[19]用乙醚、丙酮除去枸杞药材脂溶性及部分水溶性色素,然后室温下水浸泡,滤过,离心,上清液醇沉,离心,Sevage法去蛋白,再经DEAE-Cellulose和SphadexG-100柱色谱分离,得到均一的枸杞糖蛋白LbGP,相对分子质量由SDS-PAGE测定为 8.8×10^4 ,含糖70%,糖组成为阿拉伯糖、半乳糖与葡萄糖摩尔比0.25:1.0:1.0。陈晓萍^[20]将宁夏枸杞在碱性条件下水解,反复乙醇沉淀,Sevage法脱蛋白,DEAE-Sphadex-25和Bio-gelP-4两次过柱,得到枸杞中性多糖精品(LBPNP),由木糖、阿拉伯糖、甘露糖、半乳糖、葡萄糖、赤藓糖及少量岩藻糖和山梨糖8种糖基组成,前5种糖基摩尔比为10:1:1:6.7:4。黄琳娟等^[21]从宁夏枸杞子中提取得到的糖缀合物LBP经DEAE-Cellulose柱色谱分离得到5个组分,其中Lbp3、Lbp4和Lbp5分别经CM-SphadexG-50、SphadexG-100、SphadexG-50柱色谱得到均一组分LbGP3、LbGP4和LbGP5,其含氮量分别为0.53%、1.72%和9.55%,相对分子质量分别为 9.25×10^4 、 21.48×10^4 和 2.37×10^4 ,3个组分中单糖组成及其摩尔比分别为Ara:Glc=1:1, Ara:Gal:Rha:Glc=1.5:2.5:0.43:0.23和Rha:Ara:Xyl:Gal:Man:Glc=0.33:0.52:0.42:0.94:0.85:1。赵春久等^[22]采用水提取,乙醇沉淀从宁夏枸杞中得到枸杞粗多糖,经过Sevage法脱蛋白后,以硼酸盐型DEAE纤维素柱色谱分离,水、硼砂及氢氧化钠溶液梯度洗脱,透析,最后通过SphadexG-50柱色谱得到多糖均一体,经鉴定四者都为具有抗脂质过氧化活性的多糖肽。除LBPC4为 α -(1→4)(1→6)连接的葡聚糖肽外,LBPC3、LBPC1、LBPC2为 β -(1→4)(1→6)连接的杂多糖肽。

尽管国内对枸杞多糖的分离纯化、基本性质等方面研究有些报道,但研究者所得出的枸杞多糖组成、结构、相对分子质量等研究结果各不相同,这可能与所用原料的品种、来源以及多糖的制备方法等的差异有关,也可能与多糖作为一种高分子物质具有微观不均一性质有关。此外,关于枸杞果实低聚糖的研究目前也尚未见实质报道,有待于今后对枸杞多糖基本性质进行更深入系列的研究。

2.2 甜菜碱:甜菜碱(betaine)属季胺类生物碱,植物中的甜菜碱有12种,最简单也是最早发现和研究最多的是甘氨酸甜菜碱(glycinbetaine,简称甜菜碱),于1883年首次从宁夏枸杞中分离得到,并称之为lycin。枸杞对脂质代谢或脂肪肝

的作用主要是所含甜菜碱引起的,它在体内起甲基供应体的作用。近年来关于枸杞果实中甜菜碱的文献报道主要集中在甜菜碱的测定方法方面。杨东辉^[23]采用薄层色谱法测定了枸杞子浸膏中甜菜碱的量。廖国玲等^[24]采用RP-HPLC法对不同产地不同品种宁夏枸杞甜菜碱进行了测定,建立了甜菜碱的高效液相色谱测定方法,并比较了不同品种甜菜碱的量。牛燕等^[25]对宁夏4个主要产地的宁夏枸杞中甜菜碱的量与土壤环境因子进行了相关性研究,结果表明甜菜碱量与肥力因子中的速效磷和速效钾有显著正相关,与有机质无显著相关性,而甜菜碱的量与土壤盐分的量呈正相关。

2.3 色素类:枸杞色素是存在于枸杞浆果中各种呈色物质的总称,主要由类胡萝卜素及其他有色物质组成。早期研究表明,枸杞色素物质为玉米黄素(zeaxanthin)及其软脂酸酯——酸浆果红素(physalien)、隐黄素、一羟叶黄素、二羟叶黄素。鉴于早期研究只是对枸杞中个别类胡萝卜素提取液皂化后进行的鉴定,并不能真正代表其组成,彭光华等^[26]运用薄层色谱法分离、鉴定了果实中3种游离类胡萝卜素(玉米黄素、 β -隐黄素和 β -胡萝卜素)及3种类胡萝卜素酯(β -隐黄素棕榈酸酯、玉米黄素单棕榈酸酯和玉米黄素单棕榈酸酯),并用非水反相高效液相色谱法分离测定果实中的类胡萝卜素并研究其组成,其分析结果显示,枸杞98.6%类胡萝卜素均以酯化形式存在,其中玉米黄素双棕榈酸酯占其类胡萝卜素总量的77.5%,是枸杞子中的主要类胡萝卜素。何进^[27]对枸杞中的类胡萝卜素的分类及结构也进行了系统的研究,结果表明枸杞子中类胡萝卜素可分为游离类胡萝卜素和类胡萝卜素脂肪酸酯,游离类胡萝卜素包括 β -胡萝卜素、 β -隐黄素和玉米黄素,类胡萝卜素脂肪酸酯主要是玉米黄素双棕榈酸酯、玉米黄素单棕榈酸酯和 β -隐黄素棕榈酸酯,并测定枸杞子中色素物质质量分别为 β -胡萝卜素95.9 $\mu\text{g/g}$ 、 β -隐黄素32.5 $\mu\text{g/g}$ 、玉米黄素0.149 mg/g 、 β -隐黄素棕榈酸酯0.145 mg/g 、玉米黄素双棕榈酸酯1.922 mg/g 。

2.4 黄酮类成分:黄酮类化合物为枸杞中分布最广的一类化合物,具有止咳、平喘、祛痰之功效,并能扩张冠状动脉及降低血胆固醇,有增强心脏收缩,减少心脏搏动数及明显的抗氧化等作用。李国莉^[28]用分光光度法对宁夏枸杞不同部位(果实、干叶、枸杞渣)中的黄酮进行测定,发现宁夏枸杞不同部位均含有丰富的黄酮类物质,其量依次为枸杞叶>枸杞果>枸杞渣。张自萍^[29]以宁夏枸杞总黄酮提取率为指标,利用正交设计优化实验条件,比较研究了微波提取与常用提取方法(回流提取法、超声波提取法)所得枸杞总黄酮的提取率,优选了枸杞总黄酮的提取方法,并应用高效液相色谱测定了不同宁夏枸杞品种中黄酮类化合物芦丁和绿原酸的量,为进一步研究宁夏枸杞黄酮类化合物色谱指纹图谱奠定了基础^[36]。

2.5 维生素:枸杞果实中维生素的量随品种、产地不同而差异很大。枸杞中维生素B1(硫胺素)、维生素B2(核黄素)、烟酸(尼克酸)、维生素C(抗坏血酸)量分别为1.53 $\mu\text{g/g}$ 、13.9 $\mu\text{g/g}$ 、36.6 $\mu\text{g/g}$ 和0.214 mg/g 。枸杞鲜果中维生素C量一般

为 0.4~0.8 mg/g, 干品中维生素 C 量较低, 这与干制过程中的损失有关。

国内对宁夏枸杞化学成分的研究状况, 基本上停留在初级的经验阶段。对果实的成分研究比较多, 其他器官则很少涉及; 果实的成分研究主要侧重于营养成分分析, 缺乏对其其他有效成分及功能因子的研究, 从而制约着宁夏枸杞的深度开发和利用。今后必须立足于国内外已取得的研究成果的基础上, 系统全面地对宁夏枸杞果、根皮、茎、叶化学成分的研究, 深入探讨其有效成分的药理活性及提取技术, 才能为宁夏枸杞的进一步开发利用打下坚实的基础。

3 结语

宁夏枸杞是我国重要的药用植物资源。近年来, 随着中药现代化和国际化进程的推进, 宁夏枸杞的研究已由单纯的育种、栽培扩展到生物、化学、医药及深加工领域。国内外研究者在宁夏枸杞的基础和应用研究上有不少新的发现和突破, 积累了一批重要的成果和技术, 为宁夏枸杞的深度开发及产业化发展开创了良好的局面。同时也应该清醒地认识到, 当今的宁夏枸杞研究及利用仍停留在较低水平, 远远不能满足枸杞产业化发展的要求。在传统药用中, 果实是宁夏枸杞的主要药用部位, 而枸杞叶、根皮也是重要的药用部位, 但尚未很好地进行开发利用。宁夏枸杞产业化发展中, 有关以宁夏枸杞入药的医方也没有得到充分的开发和利用, 很大程度限制了枸杞产业化进程。此外, 有关宁夏枸杞的相关生物学、化学的基础研究, 如果实的发育规律及其多糖积累动态等尚缺乏系统研究, 规范化栽培措施也有待完善。总之, 为了使宁夏枸杞更好地造福人类, 还需要多方面的共同努力。

参考文献:

- [1] Hawkes J G, Lester R N, Nee M, et al. *Solanaceae* ■ [M]. London: Royal Botanic Gardens Kew and Linnean Society of London, 1991.
- [2] 路安民, 王美林. 关于中药现代化中的物种鉴定问题——基于枸杞分类和产生问题的讨论 [J]. 西北植物学报, 2003, 23(7): 1077-1083.
- [3] 冯显遒, 宋玉霞. 宁夏枸杞形态解剖特征的观察 [J]. 宁夏农林科技, 1985(2): 29-30.
- [4] 郑文菊, 张承烈. 盐生和半盐生环境中宁夏枸杞叶显微和超微结构的研究 [J]. 草业学报, 1998, 7(3): 72-76.
- [5] 曹有龙, 贾勇炯, 罗青, 等. 宁夏枸杞花粉形态的扫描电镜观察 [J]. 宁夏大学学报: 自然科学版, 1997, 18(1): 71-74.

- [6] 田惠桥. 宁夏枸杞的大、小孢子发生和雌、雄配子体发育 [J]. 武汉植物学研究, 1988, 5(1): 17-22.
- [7] 田惠桥. 宁夏枸杞的胚胎发生和胚乳发育 [J]. 武汉植物学研究, 1988, 6(1): 21-24.
- [8] 徐青, 王仙琴, 田惠桥. 枸杞花粉发育的超微结构变化 [J]. 西北植物学报, 2000, 26(2): 226-233.
- [9] 徐青, 王仙琴, 田惠桥. 枸杞花药发育过程中脂滴和淀粉粒的分布特征 [J]. 分子细胞生物学报, 2006, 39(2): 103-110.
- [10] 杨淑娟, 宋玉霞, 邓桦, 田惠桥. 宁夏枸杞柱头和萌发花粉中钙分布特征 [J]. 分子细胞生物学报, 2006, 39(6): 516-526.
- [11] 李文钊, 王锡林, 罗董芳. 宁夏枸杞开花结果形态发育的初步观察 [J]. 宁夏农林科技, 1979(6): 32-35.
- [12] 赵东利, 徐红梅, 胡忠, 等. 中宁枸杞 (*Lycium barbarum* L.) 的核型分析 [J]. 兰州大学学报: 自然科学版, 2000, 36(6): 97-100.
- [13] 史伟, 陈治国. 枸杞组织培养的研究进展 [J]. 草业与畜牧, 2006(10): 5-8.
- [14] 魏玉清, 许兴, 王璞. 土壤盐胁迫下宁夏枸杞的生理反应 [J]. 中国农学通报, 2005, 9(21): 213-217.
- [15] 何军, 李晓鸾, 曹有龙, 等. 分子生物学技术在枸杞研究上的应用 [J]. 北方园艺, 2007(7): 62-64.
- [16] Yahara, Shigegama C. Cyclic pep-tides, acyclic diterpene glycosides and other compounds from *Lycium chinese* Mill [J]. *Chem Pharm Bull*, 1993, 41(4): 703-707.
- [17] 贺晓慧, 贾孟辉, 俞维, 等. 宁夏枸杞叶基础研究述要及应用开发的前景 [J]. 时珍国医国药, 2007, 18(5): 1111-1112.
- [18] 戴寿芝, 文润玲, 李为, 等. 枸杞和枸杞多糖与抗衰老 [J]. 老年学杂志, 1994, 14(1): 23-25.
- [19] 田庚元. 枸杞子糖缀合物的结构与生物活性研究 [J]. 世界科学技术: 中医药现代化, 2003, 5(4): 22-30.
- [20] 陈晓萍. 枸杞中性多糖的糖链结构分析 [J]. 浙江农业大学学报, 1996, 22(1): 37-40.
- [21] 黄琳娟, 林颖, 田庚元. 枸杞中免疫活性成分的分离纯化及理化性质的研究 [J]. 药学学报, 1998, 33(7): 512-516.
- [22] 赵春久, 李荣芒, 何云庆, 崔国辉. 枸杞多糖的化学研究 [J]. 北京医科大学学报, 1997, 29(3): 231-233.
- [23] 杨东辉, 王积福, 魏璐雪. 枸杞子浸膏甜菜碱的含量测定 [J]. 中国中药杂志, 1997, 22(10): 608-610.
- [24] 廖国玲, 杨文, 张自萍. RP-HPLC 法测定不同产地宁夏枸杞甜菜碱含量 [J]. 宁夏医学杂志, 2007, 29(6): 492-493.
- [25] 牛燕, 许兴, 魏玉清, 等. 土壤生态因子与宁夏枸杞中甜菜碱含量变化的关系 [J]. 中国农学通报, 2005, 21(8): 221-223.
- [26] 彭光华, 李忠, 张声华. 薄层色谱法分离鉴定枸杞子中的类胡萝卜素 [J]. 营养学报, 1998, 20(1): 76-78.
- [27] 何进, 张声华. 枸杞及枸杞多糖研究 [J]. 食品科学, 1995, 16(2): 14-21.
- [28] 李国莉. 宁夏枸杞不同组分黄酮含量分析 [J]. 宁夏医学院学报, 1995, 17(2): 114-116.
- [29] 张自萍, 黄文波. 枸杞总黄酮和多糖的超声提取及含量测定 [J]. 农业科学研究, 2006, 27(1): 22-24.

白术的研究进展

段启^{1,2}, 许冬谨², 刘传祥², 李成龙²

(1. 广东食品药品职业学院, 广东 广州 510520; 2. 广东康美药业股份有限公司, 广东 普宁 515300)

白术为我国常用中药之一, 为菊科植物白术 *Atractylodes macrocephala* Koidz. 的干燥根茎, 性温, 味甘、

苦^[1], 具有健脾益气、燥湿利水、止汗、安胎的功效, 用于治疗脾胃气弱、泄泻、汗出、胎动不安等。主产于浙江、安徽, 以浙

宁夏枸杞的生物学和化学成分的研究进展

作者: 郑国琦, 胡正海
作者单位: 郑国琦(西北大学生命科学学院, 陕西西安710069; 宁夏大学生命科学学院, 宁夏, 银川, 750021), 胡正海(西北大学生命科学学院, 陕西西安, 710069)
刊名: 中草药 **ISTIC PKU**
英文刊名: CHINESE TRADITIONAL AND HERBAL DRUGS
年, 卷(期): 2008, 39 (5)
被引用次数: 15次

参考文献(29条)

1. Hawkes J G; Lester R N; Nee M Solanaceae III 1991
2. 路安民; 王美林 关于中药现代化中的物种鉴定问题—基于枸杞分类和生产问题的讨论 [期刊论文] - 西北植物学报 2003 (07)
3. 冯显逵; 宋玉霞 宁夏枸杞形态解剖特征的观察 1985 (02)
4. 郑文菊; 张承烈 盐生和中生环境中宁枸杞叶显微和超微结构的研究 1998 (03)
5. 曹有龙; 贾勇炯; 罗青 宁夏枸杞花粉形态的扫描电镜观察 [期刊论文] - 宁夏大学学报(自然科学版) 1997 (01)
6. 田惠桥 宁夏枸杞的大、小孢子发生和雌、雄配子体发育 [期刊论文] - 武汉植物学研究 1988 (01)
7. 田惠桥 宁夏枸杞的胚胎发生和胚乳发育口 [期刊论文] - 武汉植物学研究 1988 (01)
8. 徐青; 王仙琴; 田惠桥 枸杞花粉发育的超微结构变化 [期刊论文] - 西北植物学报 2000 (02)
9. 徐青; 王仙琴; 田惠桥 枸杞花药发育过程中脂滴和淀粉粒的分布特征 [期刊论文] - 分子细胞生物学报 2006 (02)
10. 杨淑娟; 宋玉霞; 邓桦; 田惠桥 宁夏枸杞柱头和萌发花粉中钙分布特征 [期刊论文] - 分子细胞生物学报 2006 (06)
11. 李文钿; 王锡林; 罗蕴芳 宁夏枸杞开花结果形态发育的初步观察 1979 (06)
12. 赵东利; 徐红梅; 胡忠 中宁枸杞(Lycium barbarum L.)的核型分析 [期刊论文] - 兰州大学学报(自然科学版) 2000 (06)
13. 史伟; 陈志国 枸杞组织培养的研究进展 [期刊论文] - 草业与畜牧 2006 (10)
14. 魏玉清; 许兴; 王璞 土壤盐胁迫下宁夏枸杞的生理反应 [期刊论文] - 中国农学通报 2005 (09)
15. 何军; 李晓莺; 曹有龙 分子生物学技术在枸杞研究上的应用 [期刊论文] - 北方园艺 2007 (07)
16. Yahara, Shigegama C Cyclic pep-tides, acyclic diterpene glycosides and other compands from Lycium chinese Mill 1993 (04)
17. 贺晓慧; 贾孟辉; 俞维 宁夏枸杞叶基础研究述要及应用开发的前景 [期刊论文] - 时珍国医国药 2007 (05)
18. 戴寿芝; 文润玲; 李为 枸杞和枸杞多糖与抗衰延寿 1994 (01)
19. 田庚元 枸杞子糖缀合物的结构与生物活性研究 [期刊论文] - 世界科学技术-中医药现代化 2003 (04)
20. 陈晓萍 枸杞中性多糖的糖链结构分析 [期刊论文] - 浙江农业大学学报 1996 (01)
21. 黄琳娟; 林颖; 田庚元 枸杞中免疫活性成分的分离纯化及生理化学性质的研究 [期刊论文] - 药学报 1998 (07)
22. 赵春久; 李荣芷; 何云庆; 崔国辉 枸杞多糖的化学研究 1997 (03)
23. 杨东辉; 王积福; 魏璐雪 枸杞子浸膏甜菜碱的含量测定 1997 (10)
24. 廖国玲; 杨文; 张自萍 RP-HPLC法测定不同产地宁夏枸杞甜菜碱含量 [期刊论文] - 宁夏医学杂志 2007 (06)
25. 牛燕; 许兴; 魏玉清 土壤生态因子与宁夏枸杞中甜菜碱含量变化的关系 [期刊论文] - 中国农学通报 2005 (08)
26. 彭光华; 李忠; 张声华 薄层色谱法分离鉴定枸杞子中的类胡萝卜素 1998 (01)
27. 何进; 张声华 枸杞及枸杞多糖研究 1995 (02)

28. [李国莉](#) [宁夏枸杞不同组分黄酮含量分析](#) [期刊论文] - [宁夏医学院学报](#) 1995 (02)
29. [张自萍](#); [黄文波](#) [枸杞总黄酮和多糖的超声提取及含量测定](#) [期刊论文] - [农业科学研究](#) 2006 (01)

引证文献(15条)

1. [庞来祥](#), [赵美峰](#), [郭涛](#), [寻园](#), [雍跃文](#) [紫外分光光度法测定枸杞明目袋泡茶中多糖的含量](#) [期刊论文] - [现代中医药](#) 2011 (6)
2. [魏永生](#), [古元梓](#), [曹蕾](#), [郑敏燕](#) [青海枸杞子中矿质元素的测定](#) [期刊论文] - [咸阳师范学院学报](#) 2012 (2)
3. [魏苑](#), [张盛贵](#) [蒽酮-硫酸法测定枸杞多糖含量的研究](#) [期刊论文] - [食品工业科技](#) 2011 (3)
4. [徐飞](#), [王晓中](#), [孙杨](#), [张雷](#), [龚波林](#) [宁夏枸杞醋酸乙酯部位化学成分研究](#) [期刊论文] - [中草药](#) 2012 (12)
5. [李东哲](#), [李爱红](#) [百合、枸杞对运动能力影响机制的探讨](#) [期刊论文] - [琼州学院学报](#) 2009 (2)
6. [魏苑](#), [张盛贵](#) [真空浓缩对枸杞营养成分的影响](#) [期刊论文] - [食品工业科技](#) 2011 (11)
7. [齐江宁](#), [胡广林](#), [庞京团](#), [韩彬](#), [刘冬平](#) [枸杞酒中6种矿物质元素的溶出规律](#) [期刊论文] - [时珍国医国药](#) 2010 (2)
8. [张磊](#), [郑国琦](#), [滕迎风](#), [王俊](#) [不同产地宁夏枸杞果实品质比较研究](#) [期刊论文] - [西北药学杂志](#) 2012 (3)
9. [李琼](#), [曾锐](#), [张海先](#) [参芪胶囊成型工艺研究](#) [期刊论文] - [西南民族大学学报 \(自然科学版\)](#) 2013 (4)
10. [宋丽华](#), [高彬](#) [持续干旱胁迫对中宁枸杞水分生理的影响](#) [期刊论文] - [西北林学院学报](#) 2010 (3)
11. [林昌松](#), [王笑丹](#), [徐强](#), [李宁](#), [姬森国](#) [昆仙胶囊联合甲氨蝶呤治疗类风湿关节炎疗效观察](#) [期刊论文] - [陕西中医](#) 2010 (8)
12. [林昌松](#), [杨岫岩](#), [戴冽](#), [孙维峰](#), [杨少锋](#), [沈鹰](#), [徐强](#), [王笑丹](#) [昆仙胶囊治疗类风湿关节炎多中心临床研究](#) [期刊论文] - [中国中西医结合杂志](#) 2011 (6)
13. [路杰](#), [许勇芝](#), [唐德榮](#) [昆仙胶囊联合甲氨蝶呤治疗老年类风湿关节炎有效性和安全性研究](#) [期刊论文] - [中药材](#) 2011 (5)
14. [朱海涛](#), [袁胜浩](#), [王鹏](#), [陈吉炎](#) [固肾丸质量标准研究](#) [期刊论文] - [时珍国医国药](#) 2010 (5)
15. [张英](#), [唐玉峰](#), [白杰](#) [宁夏枸杞营养成分分析及其应用研究进展](#) [期刊论文] - [保鲜与加工](#) 2009 (4)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zcy200805051.aspx