

枸杞叶芽提取物降血脂、抗氧化、 抗衰老及增强免疫力功效初步研究

何斌¹, 朱明星², 王立英¹, 王浩², 张小敏², 王洁², 赵巍^{2*}

¹宁夏森淼枸杞科技开发有限公司, 银川 750011; ²宁夏医科大学医学科学技术研究中心, 银川 750004

摘要:为探究枸杞叶芽提取物的保健功效, 本研究首先对枸杞叶芽中成分种类及其含量进行了分析, 然后采用动物实验法分析了枸杞叶芽提取物对受试动物的内在及外在状态的影响。动物实验方面, 分别采用连续口服给予大鼠及小鼠(大鼠 30 d, 小鼠 40 d)枸杞叶芽提取物后, 观察其外在精神状态、小肠绒毛的损伤情况, 并分析其生理生化指标变化及免疫细胞的增殖情况。研究表明: 枸杞叶芽含有丰富的多糖、黄酮、甜菜碱、 β -胡萝卜素等功能活性成分, 其中多糖、 β -胡萝卜素、甜菜碱的含量分别为 7.6%、4.64、49.64 mg/100 g, 这些成分含量均高于枸杞果实, 此外, 叶芽含有 18 种氨基酸(包含人体所需的 8 种必需氨基酸); 通过连续口服给予大鼠及小鼠枸杞叶芽提取物后, 分析发现大鼠的血清生理指标无明显变化, 且观察到有降低血脂作用, 通过电镜法观察小鼠小肠绒毛发现并无损伤, 分析小鼠血清指标发现其具有升高 SOD(超氧化物歧化酶)、GSH-PX(谷胱甘肽过氧化物酶)及降低血清中 MDA(丙二醛)作用, 并通过流式细胞仪检测发现小鼠脾细胞中的 T 细胞与 DC 细胞显著增加($P < 0.05$), 这些均说明枸杞叶芽不仅安全、而且具有降低血脂、抗氧化、抗衰老及增强免疫力的功能功效作用。

关键词: 枸杞叶芽; 降血脂; 抗氧化; 抗衰老; 增强免疫力

中图分类号: R961.1

文献标识码: A

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2017.S.031

The Investigation of Blood-lipid Lowering, Anti-oxidation, Anti-ageing and Immune-enhancing Functions of Edible Wolfberry Sprout Extract

HE Bin¹, ZHU Ming-xing², WANG Li-ying¹, WANG Hao², ZHANG Xiao-ming², WANG Jie², ZHAO Wei^{2*}

¹Ningxia Sen Miao Science and Technology Development Co., Ltd, Ningxia, 750011, China; ²Medical

Science and Technology Center of Ningxia Medical University, 750004, China

Abstract: This study was designed in an attempt to reveal the health care functions of edible wolfberry sprout extract, and the principal components analyzing was done before administration of the extract to testing animals for potential health care function searching. For animal testing, The rat and mouse were routinely oral treated with the extract for a determined period (rat for 30 days, mouse for 40 days) respectively, then observing the animal's physical state, physiological and biochemical parameters changes of blood, as well as the extent of immune cell proliferation. The results show that the edible wolfberry sprout is full of functional components, such as polysaccharide, falconoid, alkaloid and etc. particularly, the content of polysaccharide, β -carotene, alkaloid are 7.6%, 4.64, 49.64 mg/100 g, respectively, which are greater than that of wolfberry fruit. Additionally, eighteen kinds of amino acids were detected in edible wolfberry sprout, and eight of them are essential ones; The rats blood has no significant changes in terms of the physiological and biochemical parameters after long period treatment of edible wolfberry sprout extract while the lipid-lowering function is found. The scanning electron microscopy photographs verified that the extract has no injury to mouse small intestinal villus as the SOD (superoxide dismutase) and GSH-PX (Glutathione peroxidase) value rising up, and the MDA (Malondialdehyde) value goes down in mouse blood. The flow cytometry analysis shows that the mouse spleen T cell and DC cell have a significant increasing ($P < 0.05$) after the long period treatment. These all suggesting that the edible wolfberry sprout extract is not only very safe, but of blood-lipid lowering, anti-oxidation, anti-ageing and immune-enhancing health care functions.

Key words: wolfberry sprout; blood-lipid lowering; anti-oxidation; anti-ageing; immune-enhancing

枸杞(*Lycium barbarum*)是茄科枸杞属多年生双子叶落叶灌木,其全身都是宝,明代李时珍在其《本草纲目》记载:“春采枸杞叶,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”,可见,除果实外,枸杞的其它部位也具有很高的利用价值。枸杞叶芽是枸杞的嫩茎叶,其性味甘凉,可补虚益精,清热明目,既可入药用,也可作为蔬菜食用。对于枸杞的研究,传统多集中在枸杞果实上,而对于枸杞叶芽的研究甚少。目前已有的研究表明枸杞叶芽具有降血糖、抗氧化、抗抑郁、抗疲劳等功效^[1-9],且具有丰富的营养成分^[10,11]。另外,枸杞叶中还含有多糖、甜菜碱、黄酮等功能性成分,这些均为枸杞叶芽发挥各种功能功效作用的物质基础^[12-14]。‘宁杞9号’(‘枸杞叶用1号’)是由宁夏林业研究院自主培育的叶用枸杞品种,其具有只长叶不结果,叶片肥厚等特点,可以说是全新一代的枸杞,具有广泛的研究和开发前景。本文以宁杞9号(枸杞叶用1号)枸杞叶芽为研究对象,对其降血脂、抗氧化、抗衰老及增强免疫力的功能功效以及作用机理作一个初步的、系统的分析。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

枸杞果实及枸杞叶芽分别选用宁夏林业研究院股份有限公司培育的‘宁杞6号’枸杞果实及‘宁杞9号’(‘枸杞叶用1号’)枸杞叶芽;总超氧化物歧化酶(T-SOD)、丙二醛(MDA)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)测定试剂盒购自南京建成生物工程研究所;钼酸购自美国TED PELLA公司;戊二醛购自Alfa Aesar(中国)化学有限公司;乙醇购自天津市大茂化学试剂厂;叔丁醇购自天津市凯信化学工业有限公司;小鼠淋巴细胞分离液购自达科为生物技术公司;多聚甲醛购自西格玛奥德里奇(Sigma-Aldrich);流式抗体PE-anti-mouse CD3, PE-anti-mouse CD19和PE-anti-mouse CD11c购自Biolegend公司。

1.2 实验仪器

扫描电镜(S-3400 N)购自日本日立公司;Accuri C6流式细胞分析仪购自美国BD公司、台式高速冷冻离心机购自美国BECKMAN公司。

1.3 实验动物

SD大鼠、C57BL/6J小鼠分别购自上海斯莱克实验动物有限公司。实验动物购买回来后先经过为

期1周左右的环境适应过程后再进行相关实验研究,同时保持动物饲养环境温度为21~23℃,湿度60%~66%,实验前天晚上实验动物须禁食,但可自由饮水。

1.4 实验方法

1.4.1 枸杞果及叶芽提取物的制备

分别取枸杞叶芽及枸杞果实,经高温高压(121℃处理60 min)提取后冷却至室温,经压滤分离液体和固体,合并有机滤液,抽滤,除去其中大颗粒杂质,将滤液置于旋转蒸发器上旋蒸浓缩成每mL含生药约2 g,保存备用^[15]。

1.4.2 成分检测

枸杞叶芽、果实及成熟叶片中的总糖、多糖、β-胡萝卜素、硫胺素(VB1)、核黄素(VB2)、总抗坏血酸(VC)、烟酸、甜菜碱、总黄酮及氨基酸的检测分别按照GB/T 18672-2014、苯酚硫酸法^[16]、GB/T 5009.83.2003、GB/T 5009.84.2003、GB/T 5009.85.2003、GB/T 5009.86.2003、GB/T 5009.89.2003、HPLC法、分光光度法^[17]及GB/T 5009.124-2003进行。

1.4.3 动物实验设计

1.4.3.1 大鼠分组及灌胃

选取30只,体重约为180~220 g的健康雄性SD大鼠,随机分为2组。实验组灌胃给予枸杞叶芽提取物,灌胃剂量为20 g/kg,每天1次,连续灌胃30 d,正常对照组灌以等量生理盐水。20 g/kg的灌胃剂量通过预实验获得,超过此剂量后大鼠的状态有所改变,因此选择20 g/kg为大鼠每日灌胃的最大剂量。

1.4.3.2 小鼠分组及灌胃

选取120只,体重约为18~22 g的健康雄性C57BL/6小鼠,随机分为6组,分别为枸杞叶芽提取物高、中、低三个剂量组及枸杞果提取物中、低剂量组及正常对照组。每天灌胃1次,持续40天,正常对照组灌以同体积的生理盐水。枸杞叶芽提取物低、中、高灌胃浓度分别为5、10 mg/mL及15 mg/mL,灌胃体积均为20 mL/kg,枸杞果提取物低、中灌胃浓度分别为5、10 mg/mL,灌胃体积同样均为20 mL/kg。

1.4.3.3 大鼠外在状态观察及生理指标检测

30天持续灌胃试验结束后,观察大鼠精神状态、毛色有无异常变化。取血并分离血清,利用全自动生化分析仪做生理生化指标检测。

1.4.3.4 小鼠小肠绒毛检查,血清及脾细胞增殖情

况分析

小鼠小肠绒毛检查:取连续灌胃 40 天后的小鼠小肠,纵向剪开后,用 PB 缓冲液冲洗 5 次,每次 2 min,然后迅速用 2.5% 的戊二醛固定 2 小时,再用 PB 缓冲液冲洗 3 次,间隔两小时换一次,再用 1% 的锇酸固定 1 小时后用 PB 缓冲液冲洗 2 次,每次 15 min。接下来分别用浓度为 30%、50%、70%、80%、90%、100% 的乙醇进行梯度脱水,每次 10 min。脱水后将样本放入 75% 的叔丁醇中,静置 15 min,再将小肠样本放入 100% 的叔丁醇中,-20 °C 冰箱中静置 20 min,取出放入真空干燥仪中真空干燥。干燥好的样本放入真空喷涂仪喷金处理后,用扫描电镜进行观察。

血清分析:从上述灌胃实验 40 天后的小鼠血样中提取小鼠血清,采用 ELISA 法检测其中丙二醛(MDA),谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX),总超氧化物歧化酶(T-SOD)等指标,方法见试剂盒说明书。

脾淋巴细胞增殖情况分析:待小鼠灌胃实验完成后,处死小鼠,无菌取脾脏并研磨,然后加入预冷的 PBS,尼龙膜过滤后在 300 × g,5 min 条件下离心,弃上清,利用小鼠淋巴细胞分离液分离脾细胞,再利用流式细胞仪进行细胞分析,具体操作如下:

取新鲜收集的细胞 20 mL,以 1:1(v/v)加入到含有淋巴细胞分离液的离心管中,在 800 × g 离心条件下离心 15 min,然后吸取淋巴细胞分离液界面乳白色单核细胞层至新的离心管中,再利用预冷的 RPMI-1640 培养基(PBS 也可以)在 500 × g,10 min 条件下洗涤 2 次,最后用不完全 RPMI-1640 培养基调整细胞浓度至 2 × 10⁶ 个细胞/mL 备用。流式细胞术检测实验样品共分为 5 组,即,PE-anti-mouse CD3 组、PE-anti-mouse CD19 组、PE-anti-mouse CD11c、PE-anti-mouse CD11c isotype 组及 Blank 组。

表 1 新鲜枸杞果、芽及成熟叶中总糖、多糖、维生素、生物碱及总黄酮的含量

Table 1 The content of total saccharide, polysaccharides, vitamin, alkaloid, total falconoid in wolfberry fruit, sprout, and mature leaves, respectively

成分名称 Content name	枸杞果 Fruit	枸杞叶芽 Sprout	成熟枸杞叶 Mature leaves
总糖 Saccharide (%)	50.21	4.52	6.25
多糖 Polysaccharides (%)	3.26	7.60	3.75
β-胡萝卜素 / (mg/100 g)	1.25	4.64	5.63
硫胺素(VB1) / (mg/100 g)	0.06	0.07	0.06
核黄素(VB2) / (mg/100 g)	0.35	0.32	0.25

实验样品分别避光染色 20 min 后收集 2 × 10⁶ 个细胞于 1.5 mL EP 管中,共收集 3 管(同型对照管、单染阳性对照管和试验管),在 400 × g,5 min 条件下离心后弃上清,再用 1 mL PBS 洗液重悬细胞,离心并弃上清,洗涤两次后,以 50 μL PBS 洗液重悬细胞。同型对照管加入 5 μL PE 标记的同型对照抗体,试验管加入 5 μL FITC、PE 或 APC 标记的抗人单克隆抗体,试验单染管分别加入 5 μL PE-anti-mouse CD3 组,PE-anti-mouse CD19 组,PE-anti-mouse CD11c,PE-anti-mouse CD11c;加入 1 mL 预冷的 PBS,400 × g,5 min 条件下离心,弃上清;重复洗 2 遍;根据每管细胞数目将细胞重悬于 200-500 μL,1% 多聚甲醛固定液中用于流式细胞仪分析。以 FSC、SSC 选择细胞群,以同型对照管和单染阳性对照管划分并调节不同通道间的补偿值,分析试验管中目的细胞群的比例。

1.4.4 数据处理及分析

试验结果经 SPSS18.0 统计学软件,采用 Student's t 检验分析,所有数据以 Mean ± SD 表示,P < 0.05 有统计学意义。

2 实验结果

2.1 枸杞叶芽及果实成分分析及对比

枸杞果实、枸杞叶芽及成熟叶中总糖、多糖、黄酮、氨基酸、甜菜碱、β-胡萝卜素及多种维生素的检测结果显示,叶芽中多糖的含量高于果实和成熟叶,硫胺素(VB1)、核黄素(VB2)、总黄酮(以芦丁计)、烟酸的含量与果实相近或略低,β-胡萝卜素,多糖,生物碱(以甜菜碱计)的含量高于果实。总体来分析,枸杞叶芽中的多糖、甜菜碱和总黄酮的含量均较为突出。

续表 1 (Continued Tab. 1)

成分名称 Content name	枸杞果 Fruit	枸杞叶芽 Sprout	成熟枸杞叶 Mature leaves
总抗坏血酸(VC)/(mg/100g)	177.82	15.94	20.63
烟酸/(mg/100g)	1.47	1.25	1.06
生物碱(以甜菜碱计)/(mg/100g)	19.20	49.64	23.01
总黄酮(以芦丁计)/%	0.16	0.08	0.08

枸杞果实、枸杞叶芽及成熟叶中氨基酸含量检测结果分别见表 2。结果显示,叶芽中氨基酸含量总体高于果实及成熟枸杞叶,其中的天冬氨酸及谷氨酸的含量均较突出(2% 以上),而亮氨酸的含量

只在叶芽中较高(2% 以上)。另外,叶芽中总共检测到 18 种氨基酸,其中 8 种氨基酸为人体必需氨基酸。

表 2 各种氨基酸分别在新鲜枸杞果、芽及成熟叶中的含量(%)

Table 2 The content of amino acids in wolfberry fruit, sprout, and mature leaves, respectively (%)

成分名称 Name of Amino acids	枸杞果 Fruit	枸杞叶芽 Sprout	成熟枸杞叶 Mature leaves
天冬氨酸	2.10	2.75	2.17
苏氨酸	0.45	1.26	1.03
丝氨酸	0.63	1.26	0.92
谷氨酸	2.11	3.24	2.54
甘氨酸	0.32	1.39	1.21
丙氨酸	0.66	1.48	1.29
缬氨酸	0.44	1.51	1.25
蛋氨酸	ND	0.37	1.21
异亮氨酸	0.37	1.16	0.92
亮氨酸	0.74	2.20	1.82
酪氨酸	0.24	1.05	0.90
苯丙氨酸	0.21	1.38	1.09
赖氨酸	0.38	1.63	1.24
组氨酸	0.22	0.46	0.37
精氨酸	0.75	1.43	1.08
脯氨酸	1.40	1.41	1.03
胱氨酸	ND	0.35	0.26
色氨酸	0.13	0.26	0.17
甲硫氨酸	0.15	ND	ND

注:ND = Not Detected = 未检出。

Note:ND = Not Detected.

2.2 对大鼠状态及血清生化指标影响

用高剂量的叶芽粗提物连续对 SD 大鼠灌胃 30 天后,分离大鼠的血清,并进行生理生化指标检测,其结果见表 3。结果显示,高剂量、长时间的灌胃没有引起大鼠生化指标的明显变化,同时研究发现,甘油三酯的含量与对照组相比变化极为显著($P < 0.01$),这说明枸杞叶芽粗提物具有非常显著的降

脂作用。

2.3 对小鼠小肠绒毛影响

用低、中、高剂量的叶芽粗提物对小鼠连续灌胃 40 d 后,利用扫描电镜仪观察小肠绒毛结构,结果(见图 1)显示,小鼠小肠绒毛排列致密,表面光滑圆润,且与正常对照组相比,各剂量的叶芽提取物均对小肠绒毛无损伤作用。

表3 枸杞叶芽提取物灌胃30 d后大鼠血清的生理生化指标检测结果

Table 3 The physiological and biochemical parameters of blood in the rat after oral administration of extract of edible wolfberry sprout for 30 days

指标名称 Parameter	正常对照组 ($x \pm s$) Control group	试验组 ($x \pm s$) Test group
总胆红素 TBIL	1.25 ± 0.40	0.43 ± 0.45
谷丙转氨酶 ALT	44.90 ± 7.53	53.70 ± 7.23
甘油三酯 TG	0.79 ± 1.73	0.30 ± 0.01**
直接胆红素 DBIL	0.40 ± 0.08	0.40 ± 0.082
谷草转氨酶 AST	161.48 ± 14.98	205.45 ± 23.45*
高密度脂蛋白胆固醇 HDL	0.93 ± 0.14	0.78 ± 0.10
非结合胆红素 IDBIL	0.85 ± 0.33	0.17 ± 0.29*
谷草转氨酶/谷丙转氨酶 AST/ALT	3.70 ± 0.94	3.83 ± 0.24
低密度脂蛋白胆固醇 LDL	0.35 ± 0.1	0.30 ± 0.02

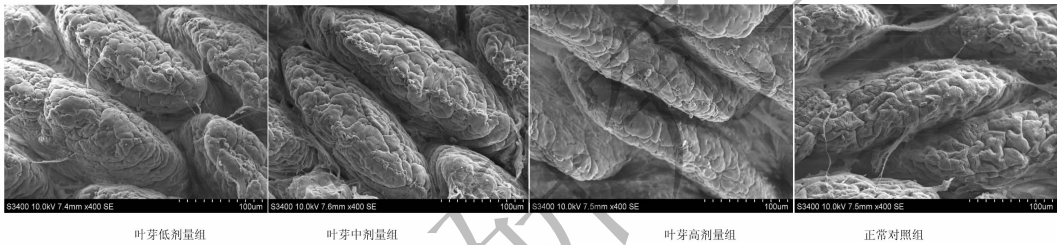
注:与空白对照组比较, * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$ 。Note: Compare with control, * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$.

图1 小鼠灌胃试验40天后小肠绒毛扫描电镜结果图

Fig. 1 The micrographs of small intestinal villi in mouse scanned by scanning electron microscope after oral administration of extract of wolfberry sprout for 40 days

2.4 对小鼠血清 SOD、MDA 及 GSH-PX 指标影响

用低、中、高剂量叶芽粗提取物对小鼠进行灌胃后,与正常对照组比较(见图2)后发现,低、中、高

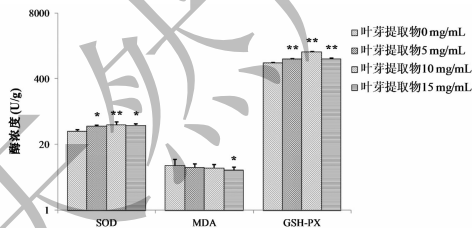


图2 小鼠灌胃试验40 d后小鼠血清中的SOD、MDA及GSH-PX指标

Fig. 2 The SOD, MDA, and GSH-PX values of the blood in mouse after oral administration of extract of edible wolfberry sprout for 40 days

注:与空白对照组比较, * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; MDA = 丙二醛; GSH-PX = 谷胱甘肽过氧化物酶; SOD = 超氧化物歧化酶。Note: Compare with control, * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; MDA = Malondialdehyde; GSH-PX = Glutathione peroxidase; SOD = Super-oxide Dismutase.

浓度枸杞叶芽组均可以显著升高血清中 SOD 水平 ($P < 0.05$); 低、中、高浓度的枸杞叶芽组可极显著提高血清中的 GSH-PX 水平 ($P < 0.01$); 高浓度枸杞叶芽组可以显著降低血清中 MDA 水平 ($P < 0.05$)。因此,枸杞叶芽粗提取物具有升高 SOD、GSH-PX 降低 MDA 的作用,从而能够起到机体抗氧化应激及抗衰老作用。

2.5 对实验小鼠免疫作用影响

对实验小鼠免疫作用影响检测结果见图3。从图中可以看出,通过对不同饲养组分别灌胃给予不同浓度的枸杞果提取物(5, 10 mg/mL)与枸杞叶提取物(5, 10, 15 mg/mL),经流式细胞术检测发现,2个枸杞果组与3个枸杞叶组的T细胞与空白对照组相比,其比例显著提高($P < 0.05$),但枸杞叶组增高T细胞水平低于相同浓度的枸杞果组;2个枸杞果组与3个枸杞叶组的DC细胞与空白对照组相比,其比例显著提高($P < 0.05$),但枸杞叶组增高的T、DC细胞水平低于相同浓度的枸杞果组。T细胞明

显增多意味着枸杞叶芽提取物能够增强机体适应性免疫水平,尤其是细胞免疫能力,而 DC 细胞明显增多意味着枸杞叶芽提取物能够提高机体的天然免疫功能及整体免疫能力。

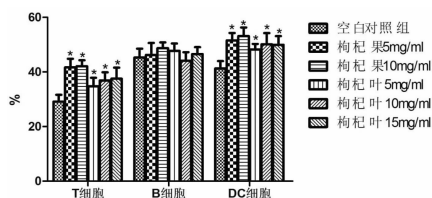


图3 小鼠灌胃试验 40 天后小鼠脾淋巴细胞中 T 细胞、B 细胞及 DC 细胞的含量对比

Fig.3 The comparison of the content of spleen T cell, B cell, and DC cell in mouse after oral administration of extract of wolfberry leaves for 40 days

注:与空白对照组比较, * $P < 0.05$ 。

Note: Compare with control, * $P < 0.05$.

3 讨论与结论

枸杞叶芽作为枸杞植物的嫩茎叶,其成分及功效作用与枸杞果实有着异同之处。共同处在于两者均含有类似的功效成分,而且具有同源性,不同之处在于其功效成分的含量、结构、组成方式以及功效作用等方面,本文主要从功效成分含量及作用方面进行了对比研究。多糖、甜菜碱、总黄酮以及 β -胡萝卜素为枸杞果实中主要的生物活性成分,现代研究表明,多糖具有降血脂、血糖、增强免疫力,抗肿瘤等诸多功效,甜菜碱是一种生物碱,在体内起甲基供应体的作用,可以保护肝脏^[18,19],缓和应激、增进食欲、降血糖、降脂保护肾损伤等作用^[20];黄酮具有抗氧化、防止血管增生、抗炎、降血糖、降血脂、抗病毒等作用^[21,22]; β -胡萝卜素具有抗氧化、增强免疫力等功效^[23],这几种成分在枸杞果中的含量均比较丰富且具有很强的功效作用。通过本研究发现,这几种功效成分在枸杞叶芽中的含量较果实更为丰富,同时本研究还证明枸杞叶芽提取具有降血脂、抗氧化、抗衰老以及提高免疫力的作用,而这些作用的发挥离不开以上几种功效成分及其他组分的物质基础。

另外,氨基酸含量较为丰富为枸杞叶芽的另一特征,这正是枸杞叶芽具有极大营养价值的一种体现。同时,本研究通过在细胞水平上进行对比研究发现,枸杞叶芽提取物提高机体免疫力的作用机理

是通过增加 DC 细胞含量,从而增加 T 淋巴细胞的含量,DC 细胞最大的特点是能够显著刺激初始 T 细胞增殖,并且 DC 是已知体内功能最强、唯一能活化静息 T 细胞的专职抗原提呈细胞,是启动、调控和维持免疫应答的中心环节。因此,枸杞叶芽提取物通过间接增加 T 细胞含量,进而发挥细胞免疫及免疫调节作用,即增强了机体的免疫能力。具体结论有以下几个方面:

3.1 成分分析方面

枸杞叶芽中检测到的氨基酸种类达 18 种,其中 8 种为必需氨基酸,并且叶芽中的氨基酸含量整体高于果实和成熟叶。叶芽含还有丰富的多糖、黄酮、生物碱、 β -胡萝卜素等功能性成分,其中多糖、 β -胡萝卜素、生物碱的含量分别为 7.6%、4.64、49.64 mg/100 g,这些成分的含量约为枸杞果实中含量的 2 倍左右,为成熟叶的 2 倍左右(除 β -胡萝卜素)。枸杞果实中除总糖、黄酮、VC 高于枸杞叶芽外,其他成分均低于叶芽,成熟叶中除多糖及甜菜碱较低些,其他成分与叶芽相当。

3.2 安全性、抗氧化及抗衰老功效方面

扫描电镜观察结果表明长期服用宁杞 9 号(枸杞叶用 1 号)叶芽提取物并不会对小鼠小肠绒毛造成损伤,且能够提高小鼠血清中 SOD, GSH-PX 值及降低 MDA 值;长期大剂量口服给予枸杞叶芽提取物不会引起大鼠血清生理生化指标明显变化,而且还观察到降血脂的作用,这说明枸杞叶芽安全,能够起到机体抗氧化应激、抗衰老以及降血脂的作用。

3.3 免疫作用方面

流式细胞法检测结果显示表明,长期口服给予枸杞叶芽提取物能够提高小鼠脾 T 淋巴细胞及 DC 细胞的含量,这说明枸杞叶芽能够增强机体适应性免疫水平,提高机体的天然免疫功能及整体免疫能力。

总之,‘宁杞 9 号’(‘枸杞叶用 1 号’)枸杞叶芽提取物不仅营养丰富,含有多种功能性活性成分,而且安全无害,具有降脂、抗衰老、抗氧化应激和调节机体免疫力的作用,是一种营养丰富,具有良好保健功能并且安全,因而是枸杞又一比较理想的保健品来源。

参考文献

- Jia MH (贾孟辉), Zhang M (张茂), Wang XL (王晓丽), et al. To study the effects of Chinese wolfberry leaves in

- Ningxia on lipial in Rats. *Lishizhen Med Mater Med Res* (时珍国医国药), 2013, 24:2865-2866.
- 2 Niu DL (牛东玲), Ma TT (马婷婷), Zhang ZP (张自萍). Correlation between the total flavonoid contents and antioxidant activity of *Lycium barbarum L. Leaves*. *J Ningxia Univ, Nat Sci* (宁夏大学学报, 自科版), 2012, 33(1):55-57.
 - 3 Sun W (孙伟), Miao ZH (苗珍花), Wang YL (王亚玲), et al. Effects of *lycium barbarum leaf* on anti-fatigue in ageing ICR mice. *J Ningxia Med Univ* (宁夏医科大学学报), 2011, 33:204-205.
 - 4 Wang L (王莉), Wei ZQ (魏智清). An enhancement of the abilities to anti-fatigue & anti-hypoxia in mice fed with leaves of *Lycium barbarum L.* decoction. *Med Mater Med Res* (时珍国医国药), 2012, 23:583-584.
 - 5 Hinger-Favier I, Benaraba R, Coves S, et al. Green tea extract de-creases oxidative stress and improves insulin sensitivity in an animal model of insulin resistance, the fructose-fed rat. *J Am Coll Nutr*, 2009, 28:355-361.
 - 6 Wang CJ (王长江). Antidepressant effect of total flavonoids from *lycium barbarum leaves* on mice model of depression. Lanzhou: Lanzhou University (兰州大学), MSc. 2015.
 - 7 Yang J (杨涓), Wei ZQ (魏智清), Chen W (陈炜). Primary research of *Lycium barbarum L. leaves* in decreasing blood glucose. *J Sichuan Tradit Chin Med* (四川中医), 2009, 27(4):47-49.
 - 8 Xu J (徐静), Mu J (穆静), Xu WQ (徐武清), et al. Protective effect and mechanism of *Lycium barbarum leaf* containing serum on human skin fibroblasts irradiated by ultraviolet A. *J Ningxia Med Univ* (宁夏医科大学学报), 2010, 32:317-319.
 - 9 Zhang HF (张慧芳), Huang Y (黄燕), Yang HX (杨红霞), et al. Effects of leaf, fruit stem and root periderm of *Lycium barbarum* on reducing blood sugar, *J Agric Sci* (农业科学研究), 2008, 29(4):23-26.
 - 10 Wang YL (王娅丽), Liu SY (刘思洋), Shao QS (邵千顺), et al. An analysis of nutrient components in *Ningqi No. 9 sprouts*. *Nonwood For Res* (经济林研究), 2015:106-110.
 - 11 Li KJ (李克剑), Li YJ (李伊姣), Wang C (王储), et al. Nutrition value and nutritional rating of vegetable *wolfberry leaves*. *Food Nutr China* (中国食物与营养), 2016, 22(4):69-73.
 - 12 Yang YX (杨玉新), Fang Z (方珍), Brief description of main effective components and extraction methods of *Chinese wolfberry leaves*. *Heilongjiang Agri Sci*, 2014:150-152.
 - 13 Zhang HF (张华峰), Yang XH (杨晓华), Bioactive substances in *Lycium leaves* and their application in food industry, *Sci Technol Food Ind* (食品工业科技), 2010(2):369-373.
 - 14 Ma TT (马婷婷), Zhang X (张旭), Rao JH (饶建华), Research progress of chemical constituents and pharmacological effects of *Lycium barbarum leaves*, *Nor Horticult* (北方园艺), 2011(13):194-196.
 - 15 Li X (李鑫), Ma ZC (马征超), Li ZC (李中川), et al. Acute toxicity experiment on *Tripterygium wilfordii* water extraction liquid of adult mouse. *J Liaoning Univ TCM* (辽宁中医药大学学报), 2014(12):37-38.
 - 16 Liu WC (刘万仓), Sun L (孙磊), Qiao SY (乔善义), et al. Content determination of polysaccharides in *Lycium barbarum L.* from different areas. *J Int Pharm Res* (国际药学研究杂志), 2011, 38:229-231.
 - 17 Li YY (李元元). Study on Preparation and Quality Standard of *Lycium barbarum L.* extract and *Pueraria* extract of the pharmacokinetics. Wuhan: Hubei University of Chinese Medicine (湖北中医药大学), MSc. 2011.
 - 18 Barak AJ, Beckenhauer HC, Junnila M, et al. Dietary betaine promotes generation of hepatic S-adenosylmethionine and protects the liver from ethanol-induced fatty infiltration. *Alcohol Clin Exp Res*, 1993, 17:552-555.
 - 19 Li BL (李炳龙), Qi YX (齐永秀), Liu CL (刘常丽), et al. Current studies on pharmacodynamics of betaine and the mechanisms. *Chin J New Drug* (中国新药杂志), 2008, 17:1571-1574.
 - 20 Huang M (黄敏). The preventive and therapeutical effect of betaine on early injury in db/db mice with diabetic nephropathy. Guangzhou: South China University of Technology (华南理工大学), MSc. 2012.
 - 21 Yan X (延玺), Liu HQ (刘会青), Zou YQ (邹永青), et al. Physiological activities and research advance in synthesis of flavonoids. *Chin J Org Chem*, 2008, 28:1534-1544.
 - 22 Zhu WZ (朱文振), Ma L (马龙), Li GR (李国荣). Prevention and molecular mechanisms of flavonoids against cancer. *Chin Bull Life Sci* (生命科学), 2012(5):51-56.
 - 23 Wang LJ (王丽娟), Zhang H (张慧), Zhang LD (张立冬), et al. The progress and application of β -carotene. *Chin Food Addit* (中国食品添加剂), 2013(S1):148-152.
 - 24 Xu LF (徐飞龙). Extracting of total flavonoids in *lycium chinensis leaves* and its effect on learning memory of mice exposed to lead. Lanzhou: Lanzhou University (兰州大学), MSc. 2013.
 - 25 Gong GP (龚桂萍). Isolation, purification and structural characterization of the polysaccharide LBLP5-A from the *Lycium barbarum leaves*. Xi'an: Northwest University (西北大学), MSc. 2015.