

# 红枣枸杞浸泡酒营养成分及体外抗氧化活性分析

胡博<sup>1,2</sup>, 唐晓姝<sup>1,2</sup>, 陈雪梅<sup>1,2</sup>, 张白曦<sup>1,2</sup>, 郭自涛<sup>\*3</sup>

(1. 江南大学 国家功能食品工程技术研究中心, 江苏 无锡 214122; 2. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122; 3. 江南大学 粮食发酵工艺与技术国家工程实验室, 江苏 无锡 214122)

**摘要:** 以红枣、枸杞为原料, 采用冷浸的方式以蒸馏酒为基酒制作红枣枸杞浸泡酒, 对红枣枸杞浸泡酒的营养成分及体外抗氧化活性进行检测与分析。实验结果表明, 浸泡酒中富含多酚、黄酮、游离氨基酸、有机酸、脂肪酸和微量元素等活性物质, 其中游离氨基酸质量浓度约为 1.66 g/L, 有机酸种类丰富, 主要为乳酸、丁二酸和己二酸。此外, 该浸泡酒具有较强的 DPPH 自由基、羟自由基、超氧阴离子自由基及 ABTS 自由基的清除能力。与蒸馏酒相比较, 红枣枸杞浸泡酒以其简单方便地制作工艺丰富了酒中的营养成分, 且为红枣、枸杞的综合利用提供了新的思路。

**关键词:** 红枣; 枸杞; 浸泡酒; 营养成分; 抗氧化

中图分类号: TS 262.3 文章编号: 1673-1689(2022)01-0044-07 DOI: 10.3969/j.issn. 1673-1689.2022.01.006

## Analysis of Nutrients and Antioxidant Activity of Red Jujube Wolfberry-Soaked Wine

HU Bo<sup>1,2</sup>, TANG Xiaoshu<sup>1,2</sup>, CHEN Xuemei<sup>1,2</sup>, ZHANG Baixi<sup>1,2</sup>, GUO Zitao<sup>\*3</sup>

(1. National Engineering Research Center for Functional Food, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 3. National Engineering Laboratory for Cereal Fermentation Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

**Abstract:** To make full use of the nutritional components of red jujube and wolfberry, a kind of soaked wine was made by using red jujube and wolfberry through cold soaking in distilled wine. The nutritional components and antioxidant capacity of red jujube wolfberry-soaked wine were detected and analyzed *in vitro*. The results indicated that the soaked wine was rich in polyphenol, flavonoids, free amino acids, organic acids, fatty acids, mineral elements and other bioactive components. The content of free amino acids was 1.66 g/L, and the enriched organic acids were lactic acid, succinic acid and adipic acid. The soaked wine has a strong scavenging ability of DPPH radicals, hydroxyl radicals, superoxide anion radicals and ABTS radicals. In this study, multi-type nutritional components were obtained in the red jujube wolfberry-soaked wine via a simple and convenient processing method compared with the distilled wine, providing a new idea for the comprehensive utilization of jujube and wolfberry.

**Keywords:** red jujube, wolfberry, soaked wine, nutritional components, antioxidant

收稿日期: 2021-04-27

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(31501457); 江苏省博士后科研资助项目(2021K269B)。

作者简介: 胡博(1991—), 女, 硕士, 实验师, 主要从事食品研究与开发。E-mail: hubo@jiangnan.edu.cn

\* 通信作者: 郭自涛(1987—), 男, 博士, 助理研究员, 主要从事营养健康与肠道菌群研究。E-mail: guozt@jiangnan.edu.cn

文献记载,我国饮酒习俗可以追溯至公元前 5 000 年的仰韶文化时期,而且古人很早就将酒作以药用。浸泡酒作为一种传统的食品加工工艺产品,制作简便,成本低廉,一直以来得到广泛应用。利用基酒浸泡处理还可以充分提取浸泡物中生物活性成分,在乙醇加速血液循环的同时促进活性成分的吸收和利用。研究发现,相对于传统干花冲泡方式,基酒浸泡处理显著增强了滁菊中脂溶性成分的浸出,浸泡处理后,总黄酮质量分数高达 79.51 mg/g。此外,多种浸泡物经基酒浸泡处理后体外抗氧化活性显著提高。滁菊浸泡酒的 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, DPPH)自由基和超氧阴离子自由基清除率分别为 88.86%和 79.91%<sup>[1-3]</sup>;烘干的山竹果皮浸泡 3 d 后 DPPH 自由基清除率可达到 77.77%<sup>[4]</sup>;响应面优化浸泡工艺后,红香木树皮浸泡酒 DPPH 自由基清除率可高达 91.6%<sup>[5]</sup>。目前,随着生活水平的提高,人们对功能食品关注度和需求不断增强,浸泡酒作为一种常见的营养保健食品受到越来越多消费者的青睐。

红枣、枸杞均含有丰富的蛋白质、矿物质、维生素及多种人体必需的氨基酸<sup>[6-8]</sup>,具有抗氧化、增强免疫力、护肝等保健功能<sup>[9-11]</sup>,是日常生活中深受消费者喜爱的滋补佳品。研究证明,红枣和枸杞抗氧化活性与其含有的多种醇溶性物质有关,如黄酮、有机酸和萜类物质等<sup>[12-13]</sup>。白酒可作为浸提溶剂将红枣、枸杞中的有效成分尤其是醇溶性物质充分地提取出来,通过适量饮用的方式被人们摄入体内。本研究中,利用红枣、枸杞为原料,采用白酒浸泡工艺,研制具有丰富营养的浸泡保健酒,研究其相关营养成分及体外抗氧化活性,可以为红枣、枸杞在保健饮品领域的开发利用提供理论依据和新途径,促进红枣、枸杞种植业的发展,提升基础农作物附加值。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与试剂

红枣、枸杞、浓香型蒸馏白酒(乙醇体积分数 65%):购于无锡市欧尚超市;甲醇、无水乙醇、NaNO<sub>2</sub>、Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>、NaOH、浓硫酸、苯酚(AR):购于国药集团化学试剂有限公司;脂肪酸混合标准品、氨基酸混合标准品、酒石酸、苹果酸、乳酸、柠檬酸、富马酸、丁二酸、己二酸:购于美国 Supelco 公司。

### 1.2 仪器与设备

EMXplus-10/12 电子自旋共振波谱仪:德国布鲁克公司产品;ALLIANCE e2695 高效液相色谱仪:美国沃特世公司产品;GC 2010 Plus 气相色谱仪:日本岛津公司产品;L-8900 氨基酸分析仪:日本日立公司产品;5430R 台式高速冷冻离心机:德国艾本德公司产品;CentriVap 真空离心浓缩仪:美国 LABCONCO 公司产品;FED115 多功能热风循环烘箱:德国宾德公司产品。

### 1.3 实验方法

**1.3.1 浸泡酒制作方法** 以红枣、枸杞为原料,洗净晾干,红枣去核后,与枸杞共同切成 2 mm 左右的薄片,红枣、枸杞、浓香型蒸馏白酒以料液比 1 g:1 g:10 mL 混合,浸泡在陶罐中,加盖密封后 25 ℃避光贮存 6 个月<sup>[4]</sup>,得到乙醇体积分数为 50%的浸泡酒受试物。

**1.3.2 氨基酸成分及质量浓度测定** 参照《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》(GB 5009.124—2016)中方法进行测定。

**1.3.3 有机酸质量浓度测定** 参照《食品安全国家标准 食品有机酸的测定》(GB 5009.157—2016)中方法进行测定。

**1.3.4 脂肪酸含量测定** 参照《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》(GB 5009.168—2016)中方法进行测定。

**1.3.5 总酚、总黄酮、总糖质量浓度测定** 糖含量测定参照文献[15]中方法进行测试,总酚含量、总黄酮含量的测定通过南京建成生物工程研究所试剂盒进行测试。

**1.3.6 微量元素质量浓度测定** 参照《食品安全国家标准 食品中多元素的测定》(GB 5009.268—2016)、《食品安全国家标准 食品中污染物限量》(GB 2762—2017)中方法进行测定。

**1.3.7 DPPH 自由基清除率的测定** 电子自旋共振(ESR)技术是一种简单、易操作、灵敏度高的检测手段,近年来在物质抗氧化性能的测试中广泛应用<sup>[16]</sup>。参照胡博然等<sup>[17]</sup>方法,采用电子自旋共振(ESR)技术检测蒸馏酒及浸泡酒对 DPPH 自由基的清除能力。将 40 μL 的蒸馏酒及浸泡酒与 80 μL DPPH·乙醇溶液(2.80 mmol/L)混匀,利用毛细管(直径 1 mm)吸取后放置于仪器谐振腔内。仪器参数设置为 X 波段,磁场范围(3 507.55±50.00)Gs;微波功率

0.2 mW, 频率 9.85 GHz, 调制幅度 100 kHz, 扫描时间 40 s, 温度 25 °C。以上条件下测定 DPPH· 自由基。用纯水代替酒样, 测量结果作为空白对照, 结果按下式计算:

$$E(\%) = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\%$$

式中:  $E$  为 DPPH· 清除率, %;  $S_0$  为体系中纯水样品测得的峰面积;  $S_1$  为体系中酒样测得的峰面积。

**1.3.8 羟自由基、超氧阴离子自由基及 ABTS 自由基清除率的测定** 采用南京建成生物技术公司的试剂盒测定, 均以维生素 C 浓度表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 营养成分分析

#### 2.1.1 总黄酮、总酚、总糖质量浓度的比较分析

植物多酚是一类具有多种生物学活性的植物次级代谢产物。研究表明, 多酚类化合物是天然抗炎剂和抗氧化剂的主要来源, 具有潜在的保健功效<sup>[18]</sup>。黄酮类化合物是植物和浆果的重要功能成分, 可直接捕捉和清除自由基, 通过激活体内抗氧化系统发挥抗氧化的作用<sup>[19]</sup>。由图 1 可知, 浸泡酒中总黄酮质量浓度约为蒸馏酒的 3 倍、总酚质量浓度约为蒸馏酒的 70 倍、总糖质量浓度远高于蒸馏酒, 推测红枣和枸杞经蒸馏酒浸泡后功效物质溶出至基酒中, 丰富了酒中的营养成分, 表明红枣和枸杞浸泡酒保留了丰富的植物活性物质。

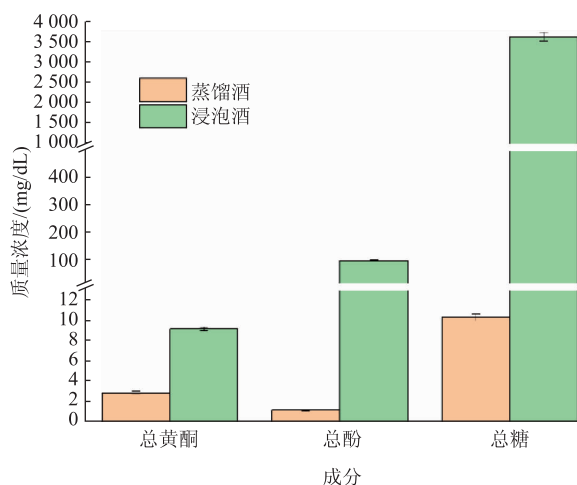


图 1 浸泡酒和蒸馏酒中总黄酮、总酚、总糖质量浓度

Fig. 1 Content of total flavonoids, polyphenol and total sugar in wine

#### 2.1.2 游离氨基酸成分及质量浓度的比较分析

保健酒中氨基酸含量与酒中挥发性物质的来源有一定关系, 不仅影响保健酒的风味, 也是评价保健酒营养的重要指标之一<sup>[20-22]</sup>。酒样中 35 种游离氨基酸的定量结果如表 1 所示。两种受试酒中游离氨基酸的质量浓度差别较大, 浸泡酒中游离氨基酸质量浓度为 1 662.2 mg/L, 与之前报道的 11 种宁夏红枸杞酒中游离氨基酸质量浓度接近 (1 799.14 mg/L)<sup>[23]</sup>; 蒸馏酒中游离氨基酸质量浓度仅为 3.41 mg/L。此外, 浸泡酒中 7 种人体必需氨基酸 (苏氨酸、缬氨酸、甲硫氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸、赖氨酸) 质量浓度为 122.29 mg/L, 而蒸馏酒中仅为 1.72 mg/L。

表 1 浸泡酒和蒸馏酒中游离氨基酸成分及质量浓度

Table 1 Composition and mass concentration of free amino acids in soaked wine and distilled wine

氨基酸		游离氨基酸质量浓度 / (mg/L)	
		浸泡酒	蒸馏酒
磷-丝氨酸	P-Ser	31.58±0.58	0.12±0.03
牛磺酸	Tau	139.33±6.32	-
磷-乙醇胺	PEA	-	-
天冬氨酸	Asp	118.59±0.53	0.12±0.05
苏氨酸*	Thr*	34.24±0.38	0.12±0.04
丝氨酸	Ser	88.31±0.84	0.23±0.07
谷氨酸	Glu	18.86±0.75	0.11±0.02
肌氨酸	Sar	1.03±0.10	-
α-氨基肥酸	α-AAA	-	-
甘氨酸	Gly	7.97±0.15	0.25±0.08
丙氨酸	Ala	153.75±1.48	0.42±0.12
瓜氨酸	Cit	11.13±1.20	-
α-氨基正丁酸	α-ABA	47.31±1.94	-
缬氨酸*	Val*	27.51±0.16	0.37±0.13
胱氨酸	Cys	-	-
甲硫氨酸*	Met*	4.03±0.46	-
胱硫醚	Cysthi	-	-
异亮氨酸*	Ile*	31.17±1.08	0.16±0.05
亮氨酸*	Leu*	17.27±0.14	0.45±0.09
酪氨酸	Tyr	13.15±0.76	0.13±0.05
苯丙氨酸*	Phe*	6.19±0.20	0.10±0.02
β-氨基丙酸	β-Ala	12.15±0.81	-
β-氨基异丁酸	β-AiBA	3.07±0.05	-
γ-氨基正丁酸	γ-ABA	59.20±2.48	-
乙醇胺	EOHNH2	3.24±0.23	-
羟基赖氨酸	Hylys	-	-
鸟氨酸	Orn	0.84±0.08	0.19±0.08

续表 1

氨基酸		游离氨基酸质量浓度/ (mg/L)	
		浸泡酒	蒸馏酒
赖氨酸*	Lys*	1.88±0.18	0.52±0.18
1-甲基组氨酸	1-Mehis	-	0.12±0.03
组氨酸	His	3.44±0.23	-
3-甲基组氨酸	3-Mehis	-	-
鹅肌肽	Ans	-	-
精氨酸	Arg	49.01±1.34	-
羟脯氨酸	Hypro	-	-
脯氨酸	Pro	777.95±0.32	-
必需氨基酸	EAA	122.29	1.72
总游离氨基酸	TFAA	1 662.20	3.41

注:\*为必需氨基酸。

**2.1.3 有机酸成分及质量浓度的比较分析** 有机酸类物质具有显著的抗氧化、抗炎等生物活性,是

功能食品中需要检测的重要生物活性成分<sup>[24]</sup>。本实验中对酒样进行了7种有机酸的测定。由表2可知,浸泡酒中的有机酸主要为乳酸、丁二酸和己二酸。红枣及枸杞中均含有丰富的有机酸<sup>[25-27]</sup>,浸泡酒中的有机酸主要来源于原料浸泡后的溶出。蒸馏酒中仅检测到乳酸及己二酸,除己二酸外,有机酸种类及质量浓度明显低于浸泡酒。

**2.1.4 脂肪酸组成及相对含量的比较分析** 食物中活性脂肪酸具有抗氧化、降血压、抗肿瘤等重要功效<sup>[28]</sup>。由表3可知,浸泡酒中脂肪酸种类更多,其中,成分相同的7种脂肪酸,通过与内标物十七碳酸甲酯的比值可以看出浸泡酒与蒸馏酒相比变化并不明显。另外浸泡酒中增加的4种脂肪酸,包括十二碳酸甲酯、顺-9-十四碳烯酸甲酯、顺-9-十六碳烯酸甲酯和十八碳三烯酸甲酯。含量增加最多的是十八碳三烯酸甲酯,己酸甲酯次之。

表 2 浸泡酒和蒸馏酒中的有机酸成分及质量浓度

Table 2 Composition and mass concentration of organic acids in soaked wine and distilled wine

有机酸	标准曲线	质量浓度/(g/L)	
		浸泡酒	蒸馏酒
酒石酸	$y=6\ 882.0x-3\ 385.5, R^2=1.000\ 0$	0.046±0.001	-
苹果酸	$y=3\ 669.7x+1\ 890.7, R^2=1.000\ 0$	0.061±0.001	-
乳酸	$y=2\ 177.9x-2\ 088.7, R^2=0.999\ 9$	0.182±0.006	0.090±0.001
柠檬酸	$y=4\ 933.2x-8\ 068.5, R^2=1.000\ 0$	0.116±0.001	-
富马酸	$y=20\ 922x-6\ 213.1, R^2=1.000\ 0$	0.046±0.000	-
丁二酸	$y=2\ 559.6x+1\ 624.4, R^2=1.000\ 0$	1.991±0.012	-
己二酸	$y=491.87x-93.994, R^2=0.999\ 7$	0.355±0.286	0.664±0.102
总有机酸	-	2.797	0.754

表 3 浸泡酒和蒸馏酒中的脂肪酸组成及相对含量

Table 3 Composition and relative content of fatty acids in soaked wine and distilled wine

脂肪酸甲酯	相对含量/%	
	浸泡酒	蒸馏酒
己酸甲酯	28.500	25.400
辛酸甲酯	0.510	0.340
十二碳酸甲酯	0.445	-
十四碳酸甲酯	0.400	0.715
顺-9-十四碳烯酸甲酯	0.415	-
十六碳酸甲酯	20.100	26.500
顺-9-十六碳烯酸甲酯	1.840	-
十七碳酸甲酯(内标物)	3.800	2.850
十八碳酸甲酯	2.010	1.600
顺-9-十八碳烯酸甲酯	12.800	14.900
反-9-十八碳烯酸甲酯	21.600	27.600
十八碳三烯酸甲酯	7.590	-



**2.1.5 微量元素组成及质量浓度分析** 由表 4 可知,蒸馏酒中 14 种元素均低于方法定量限,而浸泡酒中钠、镁、钾 3 种元素质量浓度明显高于蒸馏酒。结果中蒸馏酒与浸泡酒的铅质量浓度均低于方法定量限 0.020 mg/L,低于污染物铅的限量标准。浸泡酒中其他重金属铬、镉、锑、砷质量浓度均低于方法定量限,且浸泡酒的 3 种营养元素钠、镁、钾质量浓度均高于蒸馏酒,表明浸泡酒经过红枣、枸杞等物质浸泡后,营养元素富集。

表 4 浸泡酒和蒸馏酒中的微量元素组成及质量浓度

Table 4 Mineral elements content of wine

微量元素		质量浓度/(mg/L)	
		浸泡酒	蒸馏酒
钠	Na	38.700	<1.000
镁	Mg	4.910	<1.000
钾	K	109.000	<1.000
锰	Mn	<0.100	<0.100
钙	Ca	<1.000	<1.000
铁	Fe	<1.000	<1.000
铜	Cu	0.057	<0.050
锌	Zn	<0.500	<0.500
硒	Se	<0.010	<0.010
铬	Cr	<0.050	<0.050
镉	Cd	<0.002	<0.002
锑	Sb	<0.010	<0.010
铅	Pb	<0.020	<0.020
砷	As	<0.002	<0.002

## 2.2 体外抗氧化活性

**2.2.1 浸泡酒与蒸馏酒对 DPPH 自由基清除率的影响** DPPH 自由基是一种以 N 为中心的自由基,若与具有抗氧化活性的物质作用后,中心 N 的孤对电子就会被配对。由图 2 可知,浸泡酒 ESR 信号强度及峰面积比蒸馏酒的明显较小,说明浸泡酒抗氧化能力较强<sup>[29]</sup>。由 EMXplus 软件获取峰面积,计算出蒸馏酒的 DPPH 自由基清除率为 17.0%、浸泡酒的 DPPH 自由基清除率为 81.2%。Marijan 等<sup>[30]</sup>用 ESR 技术测得红酒的 DPPH 自由基清除率约为 67%。结合图 2 结果可知,浸泡酒清除 DPPH 自由基能力与葡萄酒相当,远高于蒸馏酒、白酒,有较强的清除 DPPH 自由基的能力。

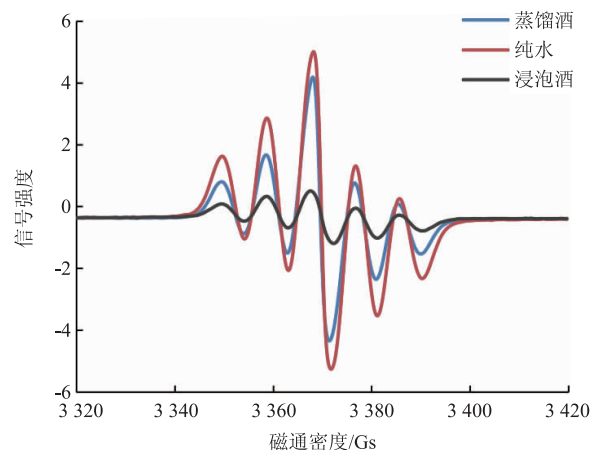


图 2 DPPH 自由基信号强度随磁通密度的变化

Fig. 2 Change of DPPH radical intensity with magnetic field

**2.2.2 浸泡酒与蒸馏酒对羟自由基清除率的影响** 羟自由基( $\cdot\text{OH}$ )极易得电子降解细胞 DNA,破坏细胞膜和多糖、氨基酸结构,且反应速度极快,造成人体氧化损伤。郭金英等<sup>[31]</sup>对红葡萄酒、白酒、啤酒进行羟自由基清除率的实验中发现,红葡萄酒、白酒、啤酒的 $\cdot\text{OH}$ 清除率分别为 43.39%、1.24%、4.99%。由表 5 可知,浸泡酒比蒸馏酒有较高的抑制羟自由基的能力,可能是由浸泡酒中的多酚、花色苷等与自由基结合能力较强的物质含量较多造成的。

表 5 浸泡酒和蒸馏酒对自由基的清除率

Table 5 Scavenging ability of radicals in wine

名称	羟自由基清除率/%	超氧阴离子自由基清除率/%	ABTS 自由基清除率/%
浸泡酒	53.90±2.23	43.07±2.89	52.71±1.10
蒸馏酒	8.70±1.22	—	—

**2.2.3 浸泡酒与蒸馏酒对超氧阴离子自由基清除率的影响** 超氧阴离子自由基是基态氧接受一个电子产生的第一个氧自由基,可经过复杂的反应变为其他的氧自由基,其与多种疾病有密切联系。单凌越等<sup>[32]</sup>对不同种葡萄酒进行超氧阴离子自由基清除实验中发现,5 种红葡萄酒的清除率在 35%~65%。由表 5 可知,浸泡酒清除超氧阴离子的能力与红葡萄酒相当,远高于蒸馏酒。

**2.2.4 浸泡酒与蒸馏酒对 ABTS 自由基清除率的影响** ABTS 经过硫酸钾中活性氧化后形成稳定的蓝绿色阳离子自由基  $\text{ABTS}\cdot^+$ ,样品中抗氧化活性成分可与  $\text{ABTS}\cdot^+$  发生反应而使体系褪色。崔同等<sup>[33]</sup>发现工

艺酿制的山楂酒对 ABTS 自由基清除率约为 55%。由表 5 可知,浸泡酒的 ABTS 自由基清除率与果酒相当,具有较好的抗氧化能力。浸泡酒中含有丰富的多酚、黄酮、肽类、氨基酸、糖等物质,可能对抗氧化的贡献作用较大。

### 3 结 语

红枣和枸杞富含多种活性成分,红枣枸杞浸泡酒可使红枣和枸杞中的功能因子尤其是醇溶性功

效成分得到较好地发挥。结果表明,浸泡酒相较蒸馏酒中总黄酮、总酚、总糖、游离氨基酸、有机酸、脂肪酸和微量元素等活性物质含量均有较大提升,且具有较强的 DPPH 自由基、羟自由基、超氧阴离子自由基及 ABTS 自由基的清除能力。与蒸馏酒相比较,红枣枸杞浸泡酒以其简单方便地制作工艺丰富了酒中的营养成分,且为红枣和枸杞的综合利用提供了新的思路。

### 参考文献:

- [1] 董艺凝,李煜,黄开军,等. 富含黄酮低度滁菊浸泡酒研制及品质分析[J]. 食品与发酵工业,2021,47(2):220-225.
- [2] 张蓓蓓,陈岩,贲培玲. 滁菊总黄酮研究进展[J]. 齐齐哈尔医学院学报,2016,37(17):2211-2213.
- [3] 田明杰,谭宏渊,叶帆宇,等. 福白菊总黄酮的微波辅助提取工艺优化及其抗氧化活性研究[J]. 中国酿造,2020,39(1):170-174.
- [4] 农仲文,刘晓静,于立梅,等. 山竹果皮浸泡酒的活性成分及抗氧化活性变化[J]. 中国酿造,2018,37(7):156-160.
- [5] 张言,高定烽,李思敏,等. 响应面优化红香木皮浸泡酒抗氧化活性以及成分分析[J]. 2020,41(1):72-78.
- [6] 秦方园,王娟,汪慧慧,等. 红枣枸杞米酒的工艺优化研究[J]. 酿酒,2020,47(6):108-110.
- [7] ZHANG Q, WANG L, WANG Z, et al. Variations of the nutritional composition of jujube fruit (*Ziziphus jujuba* Mill.) during maturation stages[J]. *International Journal of Food Properties*, 2020, 23(1):1066-1081.
- [8] RAHMAN E, MOMIN A, ZHAO L, et al. Bioactive, nutritional composition, heavy metal and pesticide residue of four Chinese jujube cultivars[J]. *Food Science and Biotechnology*, 2018, 27(2):323-331.
- [9] SOULEYMANE A A. Potential benefits of jujube (*Zizyphus Lotus* L.) bioactive compounds for nutrition and health[J]. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2016, 2016:1-13.
- [10] WANG L, LUO Z, WANG L, et al. Morphological, cytological and nutritional changes of autotetraploid compared to its diploid counterpart in Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.)[J]. *Scientia Horticulturae*, 2019, 249:263-270.
- [11] REN J, WANG S, NING Y, et al. The impact of over-maturation on the sensory and nutritional quality of Gouqi (Chinese wolfberry) wine[J]. *Journal of the Institute of Brewing*, 2017, 124(1):57-67.
- [12] 王小媛,王爽爽,王文静,等. 不同产地红枣的组成成分与抗氧化能力的分析[J]. 食品研究与开发,2019,40(14):182-187.
- [13] 全娜,王琦,李宣仪,等. 枸杞叶、果的抗氧化和抗 DNA 损伤活性研究[J]. 天然产物研究与开发,2018,30(1):134-140.
- [14] 陈燕霞,贾栩超,李振伟,等. 不同浸渍时间嘉宝果浸泡酒的品质比较[J]. 现代食品科技,2021,37(3):194-201.
- [15] 许亮. 枸杞果酒发酵过程中黄酮与多糖含量的变化动力学及其发酵条件优化[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2011.
- [16] 刘骞,孔保华,夏秀芳,等. 应用电子自旋共振(ESR)法测定猪血浆蛋白水解物抗氧化活性的研究[J]. 食品科学,2009,30(3):74-80.
- [17] 胡博然,阴淑贞,闻雯,等. 干白葡萄酒清除 DPPH 自由基的能力及其与总酚含量的关系[J]. 食品与发酵工业,2011,37(11):60-65.
- [18] PANDEY K B, RIZVI S I. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease[J]. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2009, 2(5):270-278.
- [19] RAVISANKAR S, QUEIROZ V, AWIKA J M. Rye flavonoids - structural profile of the flavones in diverse varieties and effect of fermentation and heat on their structure and antioxidant properties[J]. *Food Chemistry*, 2020, 324:1-11.
- [20] KANG B S, LEE J E, PARK H J. Qualitative and quantitative prediction of volatile compounds from initial amino acid profiles in Korean rice wine (*makgeolli*) model[J]. *Journal of Food Science*, 2014, 79(6):1106-1116.
- [21] YANG Y J, XIA Y J, WANG G Q, et al. Effects of boiling, ultra-high temperature and high hydrostatic pressure on free amino acids, flavor characteristics and sensory profiles in Chinese rice wine[J]. *Food Chemistry*, 2019, 275:407-416.
- [22] CHUN M S, KIM S J, NOH B S. Analysis of free amino acids and flavors in fermented jujube wine by HPLC and GC-MS[J]. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 2012, 44(6):779-784.

- [23] 李沁娅,孙宝国,郑福平,等. 11种保健酒中游离氨基酸的比较分析[J]. 酿酒科技,2016(9):38-42.
- [24] 刘伟,李雪丽,汪秋安,等. 生物活性多甲氧基黄酮酮酸和氨基酸衍生物的合成及其结构表征[J]. 食品科学技术学报,2020,38(5):56-68.
- [25] WANG L,FU H,WANG W,et al. Analysis of reducing sugars,organic acids and minerals in 15 cultivars of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruits in China[J]. **Journal of Food Composition and Analysis**,2018,73(1):10-16.
- [26] ZHAO J,LI H,XI W,et al. Changes in sugars and organic acids in wolfberry(*Lycium barbarum* L.) fruit during development and maturation[J]. **Food Chemistry**,2015,173(15):718-724.
- [27] 向进乐,关随霞,马丽苹,等.半自动连续发酵残次鲜红枣醋及其有机酸分析[J].食品与机械,2018,34(2):200-204.
- [28] 范琳琳,李慧颖,姚倩倩,等. 牛奶中活性蛋白和活性脂肪酸生物活性研究进展[J]. 中国畜牧兽医,2021,48(1):395-405.
- [29] MONICA E,CLAUDIO O. Determination of reactions between free radicals and selected Chilean wines and transition metals by ESR and UV-vis technique[J]. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**,2009,71(5):1638-1643.
- [30] MARIJAN S,IVANA N. Determination of polyphenols content and antioxidant activity of some red wines by differential pulse voltammetry,HPLC and spectrophotometric methods[J]. **Food Chemistry**,2011,124(3):1028-1216.
- [31] 郭金英,宋立霞,刘开永,等. 红葡萄酒、啤酒和白酒抗氧化作用研究[J]. 酿酒科技,2009(9):41-43.
- [32] 单凌越,于梅,刘竹青,等. 中智不同赤霞珠干红葡萄酒的品质与抗氧化分析[J]. 食品工业,2018,39(8):195-199.
- [33] 崔同,李喜悦,王荣芳,等. 山楂酒甲醇含量的测定及清除 DPPH 和 ABTS 自由基活性的研究[J]. 酿酒科技,2015(7):17-20.

## 科技信息

澳新拟批准来自转基因米曲霉的多聚半乳糖醛酸酶和果胶酯酶作为加工助剂

2021年11月19日,澳新食品标准局发布180-21号通知,其中A1240号和A1241号申请,申请将来自转基因米曲霉的多聚半乳糖醛酸酶(Polygalacturonase enzyme)和果胶酯酶(Pectin esterase enzyme)作为加工助剂。

据通知,该多聚半乳糖醛酸酶和果胶酯酶用于水果和蔬菜汁/产品制造、咖啡加工、调味品生产和葡萄酒的生产中。

[信息来源]食品伙伴网.澳新拟批准来自转基因米曲霉的多聚半乳糖醛酸酶和果胶酯酶作为加工助剂[EB/OL]. (2021-11-22).<http://news.foodmate.net/2021/11/612677.html>