

评分为 (87.1 ± 0.6) 分, 饮料呈紫红色, 均一透亮、酸甜适当、兼有襄荷与桑葚气味, 静置未有明显沉淀物。

可溶性固形物4.68%, 总多糖含量为1.42%, 总黄酮含量为1.71%, 微生物菌落总数 $\leq 10\text{CFU}/100\text{mL}$, 未检出大肠杆菌和其他致病菌。

2.6 复合饮料抗运动疲劳作用结果

2.6.1 复合饮料对力竭游泳时间影响

不同组别小鼠的力竭游泳时间比较, 见表7所示, 不同剂量组小鼠的力竭游泳时间较对照组均有明显延长, 其中对照组与低剂量组的力竭游泳时间相差显著($P < 0.05$), 而与中剂量组和高剂量组相比, 差异具有极显著性($P < 0.01$), 表明襄荷桑葚复合饮料有助于延长小鼠的运动时间, 提高其运动耐力。

表7 复合饮料对小鼠力竭游泳时间的影响
Table 7 Effect of compound beverage on exhaustive swimming time of mice

组别	游泳时间 (min)
对照组	12.2 ± 1.6
低剂量组	14.1 ± 1.8*
中剂量组	18.8 ± 1.7**
高剂量组	21.7 ± 1.5**

注: 与对照组相比, *差异显著 $P < 0.05$, **差异极显著 $P < 0.01$, 下同。

2.6.2 复合饮料对体内抗氧化酶的活力影响

机体剧烈运动时, 活性氧易诱导体内蛋白质发生氧化, 形成肌肉疲劳, 而体内相关抗氧化酶如: SOD、GSH-Px、CAT等起到清除自由基与活性氧的作用, 以维持正常细胞的生理功能^[26-27]。表8为复合饮料对不同组别小鼠运动后的抗氧化酶活力影响。从表8可见, 与对照组相比, 低、中、高剂量组的SOD活力分别提高9.5%、23.2%、31.3%, 其中对照组与低剂量组相比有显著性差异($P < 0.05$), 而与中、高剂量组相比有极显著性差异($P < 0.01$); 低、中、高剂量组的GSH-Px活力较对照组分别提高6.2%、8.6%、10.8%, 均有极显著性差异($P < 0.01$); 低、中、高剂量组的CAT活力较对照组分别提高5.5%、14.9%、22.0%, 对照组与低剂量组相比有显著性差异($P < 0.05$), 而与中、

高剂量组则有极显著性差异($P < 0.01$), 表明襄荷桑葚复合饮料有助于增强体内抗氧化酶活性, 减轻机体疲劳感。

表8 复合饮料对SOD、GSH-Px和CAT活力的影响
Table 8 Effect of compound beverage on SOD, GSH-Px and CAT activity of mice

组别	SOD (U/mL)	GSH-Px (U/mL)	CAT (U/mL)
对照组	65.2 ± 8.6	526.3 ± 31.4	4.69 ± 0.31
低剂量组	71.4 ± 5.2*	558.9 ± 22.8**	4.95 ± 0.28*
中剂量组	80.3 ± 4.5**	571.4 ± 15.5**	5.39 ± 0.49**
高剂量组	85.6 ± 7.1**	583.3 ± 38.2**	5.72 ± 0.17**

3 结论

本研究以襄荷与桑葚为原料, 并添加蔗糖、柠檬酸、羧甲基纤维素钠、黄原胶与结冷胶, 经过预处理、均质、高温与灭菌步骤后, 制得襄荷桑葚复合饮料。通过响应面与正交试验结果确定该复合饮料的最佳配方为: 襄荷提取液与桑葚汁体积比1.1:1、蔗糖用量3.1%、柠檬酸用量0.2%、羧甲基纤维素钠用量0.25%, 黄原胶用量0.09%, 结冷胶用量0.04%, 感官评分 (87.1 ± 0.6) 分, 饮料呈紫红色、颜色均一、透亮、酸甜适宜、兼有襄荷与桑葚气味, 且静置未有明显沉淀物。不同剂量的襄荷桑葚复合饮料均可明显延长小鼠的力竭游泳时间, 提高体内超氧化物歧化酶、谷胱甘肽过氧化物酶与过氧化氢酶活性, 体内抗运动疲劳效果较好, 因此在运动食品领域推广前景广阔。

参考文献:

- [1] Lee D H, Ahn J, Jang Y J, et al. Zingiber mioga reduces weight gain, insulin resistance and hepatic gluconeogenesis in diet-induced obese mice[J]. Experimental and Therapeutic Medicine, 2016, 12 (1): 369-376.
- [2] 王玉本. 襄荷抗氧化活性物质的研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2010.
- [3] Chen C, You L J, Abbasi A M, et al. Optimization for ultrasound extraction of polysaccharides from mulberry fruits with antioxidant and hyperglycemic activity in vitro[J]. Carbohydrate Polymers, 2015, 130: 122-132.
- [4] 陈春. 桑葚多糖的结构鉴定、活性评价及其体外消化降解[D]. 广州: 华南理工大学, 2018.
- [5] Teng Y S, Wu D. Anti-fatigue effect of green tea polyphenols

