

刘媛, 戚露月, 顾伟光, 等. 麦苗运动饮料抗疲劳功能研究[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(19): 216-219.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.19.057

麦苗运动饮料抗疲劳功能研究

刘媛¹, 戚露月², 顾伟光³, 刘津⁴

(1. 江苏食品药品职业技术学院, 江苏淮安 223005; 2. 苏州大学附属第二医院, 江苏苏州 215004;
3. 江苏省苏州市吴中人民医院, 江苏苏州 215128; 4. 江苏省滨海县人民医院, 江苏滨海 224500)

摘要:以麦苗运动饮料为对象,测定了小鼠负重力竭游泳时间、尿素氮、全血乳酸、肌乳酸、肝糖原、肌糖原等生化指标,评价了麦苗运动饮料的抗疲劳功能。试验结果表明,与双蒸水对照组和含糖试验组相比,麦苗运动饮料中的麦苗成分可使小鼠负重力竭游泳时间、肝糖原、肌糖原含量显著增加($P < 0.05$),尿素氮、全血乳酸和肌乳酸显著降低($P < 0.05$),并呈现出一定剂量范围内的剂量效应关系,同时存在饱和剂量。麦苗运动饮料具备缓解体力疲劳的功能,麦苗可作为抗疲劳食品的植物资源。

关键词:小麦苗;运动饮料;抗疲劳;力竭游泳时间;乳酸;尿素氮;糖原

中图分类号: TS275.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)19-0216-03

疲劳是指机体生理过程不能将其机能持续在一特定水平或各器官不能维持其预定的运动强度时所处的状态,是体力或脑力活动到某一阶段所呈现的生理现象,也是机体防止机能衰竭所产生的保护反应,表现为运动机能和工作效率下降等。因此,安全有效的抗疲劳资源和功能食品开发一直备受学者关注。目前抗疲劳食品因子研究领域主要包括动物抗疲劳肽^[1-3]、植物抗疲劳肽^[4]、支链氨基酸^[5-7]、植物多糖^[8-9]、矿物质^[10]、维生素^[11]、黄酮类物质^[12-15]、植物多酚和生物碱^[16]等。抗疲劳机制主要包括能量代谢^[4]、清除代谢产物^[17]、清除自由基^[18]和促进修复损伤组织^[19]等。研究方法主要依据卫生部《保健食品检验和评价技术规范》规定进行,同时结合志愿者试验、临床试验等试验方法。

食品药品监督管理局共审批注册缓解体力疲劳功能产品超过2100个,但大部分是以西洋参、冬虫夏草等高成本中药材为原料,难以普及大众消费者。小麦苗作为一种广泛、易得和廉价的植物资源,富含钙和钾等70余种矿物质、维生素、SOD、植物黄酮和优质蛋白质,是天然的碱性食品,现已证实麦苗具有调节血脂和血糖、抗氧化、清除自由基、延缓细胞衰老、增强抵抗力和乙醇性肝损伤保护作用^[20-23]。本研究拟以麦苗含糖运动饮料为对象,测定小鼠负重力竭游泳时间、尿素氮、全血乳酸、肌乳酸、肝糖原、肌糖原等生化指标,从而评价麦苗运动饮料的抗疲劳功能,以期小麦苗来源的抗疲劳食品开发提供参考。

1 材料与方 法

收稿日期:2018-04-01

基金项目:江苏省教育厅哲学社会科学课题(编号:2015SJB729);江苏省淮安市食品技术研究院项目(编号:HAP201301)。

作者简介:刘媛(1983—),女,江苏淮安人,硕士,讲师,研究方向为运动营养和运动训练。E-mail:liuyuan198307@qq.com。

通信作者:刘津,主治医师,主要从事运动治疗及康复研究。E-mail:13485200940@sina.com。

1.1 材料与仪器

小麦品种淮麦19号种子:由江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所提供;健康C57BL/6小鼠[体质量(21.66±1.82)g,360只,雌雄各半],由苏州大学提供;血乳酸试剂盒、肌乳酸试剂盒、肝/肌糖原试剂盒、血尿素氮试剂盒:南京建成生物工程研究所产品;蔗糖、低聚果糖、葡萄糖、柠檬酸、食盐:市售产品。

UV2600紫外可见分光光度计:上海精密科学仪器有限公司;游泳恒温箱(长50cm×宽40cm×高40cm):自制;800B冷冻离心机:上海安亭科学仪器厂;K9840/SH220N凯氏定氮仪:济南海能仪器公司。

1.2 试验方法

1.2.1 小麦苗运动饮料的制备 小麦苗采用水培法培养^[22],取12~15cm高的小麦苗清洗后,采用体积分数0.5%的过氧乙酸浸泡5min消毒,洗净后浸入10g/L食盐水,漂洗后投入2g/L的维生素C溶液中30min,再洗净,按每100g小麦苗加入15mL水打浆,打浆过程中加入5g/L的维生素C,4℃、13000r/min条件下冷冻离心2次,每次5min,得到澄清小麦苗汁,-4℃条件下冷藏备用。将葡萄糖、蔗糖、柠檬酸、稳定剂和环糊精按配方(表1)混匀后,缓慢加入预溶解低聚果糖的50℃温水中直至溶解,加入预先制备好的小麦苗嫩叶汁^[6],缓慢搅拌混匀,100目过滤后,25MPa均质后,得到小麦苗运动饮料。

1.2.2 试验动物分组和剂量 试验动物随机分成试验组S₁、S₂和对照组,每组10只,雌雄各半,全价颗粒饲料喂养以适应环境;试验组S₁和S₂均分为4个剂量组,分别为0.0025、0.0050、0.0100、0.0200mL/g(体质量,下同),灌胃给药,每日1次,35d后测定各项试验指标。

1.2.3 负重衰竭游泳试验 连续给药35d后,最后一次给药结束8h后,将自身体质量5%的铅皮负荷捆绑在尾部,将小鼠放在(30±1.0)℃的游泳恒温箱中游泳,小鼠自开始游泳至头部完全没入水面以下8s后不再浮起的时间,记录为负重衰竭游泳时间。

表1 麦苗复合饮料配方

组别	双蒸水 (mL/L)	小麦苗汁 (mL/L)	低聚果糖 (g/L)	葡萄糖 (g/L)	蔗糖 (g/L)	食盐 (g/L)	柠檬酸 (g/L)	环糊精 (g/L)	复合稳定剂 (g/L)
对照组	1 000.0								
试验组 S ₁	850.0		15.0	40.0	30.0	10.0	25.0	25.0	亚麻籽胶 1.5 + 海藻酸钠 0.5 + CMC - Na 3.0
试验组 S ₂	250.0	600.0	15.0	40.0	30.0	10.0	25.0	25.0	亚麻籽胶 1.5 + 海藻酸钠 0.5 + CMC - Na 3.0

1.2.4 血尿素氮的测定 连续给药 35 d, 末次给药结束 0.5 h 后, 不负重在 (30 ± 1.0) °C 的游泳恒温箱中游泳 90 min, 拨眼球采血 0.5 mL, 血样置于 4 °C 条件下凝固后, 5 000 r/min 条件下离心 10 min 分离血清, 按照试剂盒操作说明测定尿素氮含量。

1.2.5 血乳酸和肌乳酸含量的测定 连续给药 35 d, 末次给药结束 0.5 h 后, 小鼠负重 2% 体质量, 在 (30 ± 1.0) °C 的游泳恒温箱中游泳 30 min 后休息 15 min, 拨眼球采血 0.5 mL, 血样置于 4 °C 条件下凝固后, 5 000 r/min 条件下离心 10 min 分离血清, 按照试剂盒操作说明测定血乳酸含量。连续给药 35 d, 末次给药结束 0.5 h 后, 小鼠负重 2% 体质量, 在 (30 ± 1.0) °C 的游泳恒温箱中游泳 30 min 后休息 15 min, 颈椎脱臼法处死小鼠, 精确称取小鼠后腿肌肉 0.1 g, 按 1 g : 9 mL 的比例加入生理盐水, 冰水浴匀浆后, 3 000 r/min 离心 10 min 分离血清, 按照试剂盒操作说明测定肌乳酸含量。

1.2.6 肝糖原、肌糖原含量的测定 连续给药 35 d, 末次给药结束 0.5 h 后, 取新鲜肝脏和肌肉, 经生理盐水漂洗后滤纸吸干, 精确称质量, 按照糖原试剂盒操作说明测定肝糖原和肌糖原含量。

1.2.7 小麦苗运动饮料成分测定 干物质含量的测定参照 GB/T 8303—2013《茶 磨碎试样的制备及其干物质含量测定》进行; 蛋白质含量参照 GB5009.5—2016《食品中蛋白质的测定》进行; 可溶性糖含量测定参照 NY/T 2742—2015《水果及制品可溶性糖的测定 3,5-二硝基水杨酸比色法》进行; 钙含量的测定采用原子分光光度计法, 参照 GB 5009.92—2016《食品中钙的测定》。

1.3 数据统计分析

采用 IBM SPSS 20 对数据进行单因素方差分析和 LSD 法比较分析差异显著性。

2 结果与分析

2.1 小麦苗运动饮料成分分析

对照组为双蒸水, 与试验组 S₁ 相比, S₂ 组干物质含量发生显著变化(表 2), 主要原因是试验组 S₂ 中加入了蛋白质、矿物质含量丰富的小麦苗汁。

表2 小麦苗运动饮料主要成分含量

组别	干物质含量 (g/L)	可溶性糖含量 (g/L)	蛋白质含量 (g/L)	钙含量 (mg/L)
对照组	0	0	0	0
S ₁	14.76 ± 0.26	84.4 ± 1.8	0	0
S ₂	18.74 ± 0.36	85.6 ± 2.2	27.2 ± 1.6	1 652.6 ± 42.8

2.2 小鼠负重力竭游泳试验结果和分析

由表 3 可知, 与对照组相比, 试验组 S₁ 和 S₂ 除 S₁ 组最低剂量组外, 其他剂量组小鼠负重力竭时间均显著增加 ($P < 0.05$), 并呈现出一定剂量范围内的剂量正相关性。但同时

S₁ 组的最高剂量组与次高剂量组相比, 小鼠负重力竭时间未显著提升 ($P > 0.05$), S₂ 组亦是如此, 说明糖类和小麦苗汁对小鼠负重力竭时间的提升存在饱和剂量值, 这与公开的文献报道^[24]一致。与试验组 S₁ 相比, 相同剂量条件下, 试验组 S₂ 的小鼠负重力竭时间显著增加 ($P < 0.05$), 且时间增加值显著大于 S₁ 试验组与对照组相比的增加量 ($P < 0.05$), 说明小麦苗汁在试验饮料样品中对负重力竭时间的贡献度显著高于糖类物质, 原因可能是 2 类物质延长负重游泳力竭时间的机制不同, 糖类物质可提高肌糖原含量和血糖浓度, 减少运动中肌糖原消耗, 从而达到延长运动时间的目的; 有研究报道蛋白质^[1-4]、矿物质^[10]、维生素^[11]、黄酮类物质^[12-15]、SOD^[24]等多种生物活性因子具有延长运动时间的功能, 且机制不同, 因此麦苗延长负重游泳力竭时间的机制相对复杂, 有待进一步研究。

表3 小鼠负重衰竭游泳试验结果

组别	小鼠数量 (只)	剂量 (mL/g)	负重衰竭游泳时间 (min)
对照组	10	0.025 0	8.75 ± 1.25a
S ₁	10	0.002 5	8.88 ± 1.34a
S ₁	10	0.005 0	9.58 ± 1.69b
S ₁	10	0.010 0	10.89 ± 1.88c
S ₁	10	0.020 0	10.95 ± 1.92c
S ₂	10	0.002 5	10.88 ± 2.12c
S ₂	10	0.005 0	13.37 ± 3.06d
S ₂	10	0.010 0	16.85 ± 5.58e
S ₂	10	0.020 0	17.02 ± 5.81e

注: 同列数据后不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。下表同。

2.3 血尿素氮测定结果和分析

由表 4 可知, 与对照组相比, 试验组 S₁ 和 S₂ 的小鼠血尿素氮显著下降 ($P < 0.05$), 并呈现出一定剂量范围的依数性, 下降速率均呈现先快后慢的趋势, 可以预测血尿素氮下降存在最大饱和值和对应的给药剂量, 这与公开的文献报道^[25]一致; 与 S₁ 试验组相比, S₂ 试验组使小鼠血尿素氮下降幅度更大, 原因可能是麦苗中的蛋白质可调节小鼠体内的蛋白质功能比例, 使肌肉中的蛋白质功能降低, 维持肌肉中的能量平衡, 使得机体对运动负荷的耐力和适应性增强, 延缓了运动性疲劳的发生。

2.4 血乳酸和肌乳酸含量测定结果和分析

由表 5 可知, 与对照组相比, 试验组 S₁ 和 S₂ 的全血乳酸和肌乳酸也呈现显著下降 ($P < 0.05$), 同时呈现出一定剂量范围的依数性, 下降速率均呈现先快后慢的趋势, 可以预测全血乳酸和肌乳酸下降存在最大饱和值和对应的给药剂量, 与血尿素氮类似, 这与公开的文献报道^[24-25]一致。与 S₁ 试验组相比, S₂ 试验组使小鼠全血乳酸和肌乳酸下降更为显著, 原因可能是, 麦苗中的黄酮类物质和蛋白质的生物活性可使血液循环水平或携氧能力提升, 从而使得小鼠在运动过程中

表4 小鼠血尿素氮测定结果

组别	小鼠数量 (只)	剂量 (mL/g)	血尿素氮含量 (mmol/L)
对照组	10	0.002 5	11.25 ± 0.48a
S ₁	10	0.002 5	10.95 ± 0.34b
S ₁	10	0.005 0	10.38 ± 0.28c
S ₁	10	0.010 0	9.42 ± 0.39d
S ₁	10	0.020 0	9.32 ± 0.46d
S ₂	10	0.002 5	10.55 ± 0.32c
S ₂	10	0.005 0	9.28 ± 0.48d
S ₂	10	0.010 0	8.28 ± 0.32e
S ₂	10	0.020 0	8.04 ± 0.28f

表5 小鼠血乳酸和肌乳酸含量测定结果

组别	小鼠数量 (只)	剂量 (mL/g)	全血乳酸含量 (mmol/L)	肌乳酸含量 (mmol/L)
对照组	10	0.025 0	10.59 ± 0.45a	0.73 ± 0.07a
S ₁	10	0.025 0	10.35 ± 0.38b	0.71 ± 0.05b
S ₁	10	0.005 0	9.95 ± 0.32c	0.66 ± 0.05c
S ₁	10	0.010 0	9.41 ± 0.26d	0.58 ± 0.04d
S ₁	10	0.020 0	9.33 ± 0.27d	0.56 ± 0.06d
S ₂	10	0.002 5	10.15 ± 0.36e	0.68 ± 0.05e
S ₂	10	0.005 0	9.55 ± 0.40f	0.60 ± 0.06f
S ₂	10	0.010 0	8.12 ± 0.27g	0.48 ± 0.04g
S ₂	10	0.020 0	7.44 ± 0.33h	0.44 ± 0.03h

的能量代谢速率显著增加,并及时清理代谢产物,从而减少乳酸堆积,达到延缓疲劳的目的,也有可能是麦苗中的钙、钾、铁等金属矿物质元素形成的碱性环境对乳酸有一定的缓冲效应。

2.5 肝糖原、肌糖原等生化指标测定结果和分析

由表6可知,与对照组相比,试验组S₁和S₂的肝糖原和肌糖原与尿素氮和血乳酸变化规律相似($P < 0.05$),呈显著提升且呈现出一定剂量范围的剂量-效应关系,下降速率均呈先快后慢的趋势,这与文献报道^[24-25]一致;与S₁试验组相比,S₂试验组小鼠肝糖原和肌糖原增加幅度更高,原因可能是麦苗中的蛋白质易被小鼠消化和吸收,从而提高了肝脏中糖原的储备,使肝糖原氧化能力提升,从而达到延缓疲劳的作用,小鼠肌糖原显著提升原因尚不清楚,有待进一步研究。

表6 小鼠肝/肌糖原测定结果

组别	小鼠数量 (只)	剂量 (mL/g)	肝糖原含量 (mg/g)	肌糖原含量 (mg/g)
对照组	10	0.025 0	6.55 ± 0.44a	0.18 ± 0.05a
S ₁	10	0.002 5	6.85 ± 0.36b	0.20 ± 0.04b
S ₁	10	0.005 0	7.68 ± 0.38c	0.26 ± 0.06c
S ₁	10	0.010 0	8.40 ± 0.34d	0.29 ± 0.04d
S ₁	10	0.020 0	8.15 ± 0.29e	0.31 ± 0.06d
S ₂	10	0.002 5	7.45 ± 0.26f	0.23 ± 0.04e
S ₂	10	0.005 0	8.25 ± 0.25g	0.28 ± 0.04f
S ₂	10	0.010 0	9.09 ± 0.26h	0.34 ± 0.05g
S ₂	10	0.020 0	9.49 ± 0.32i	0.37 ± 0.04h

3 结论

以麦苗运动饮料为对象,测定了小鼠负重力竭游泳时间、

尿素氮、全血乳酸、肌乳酸、肝糖原、肌糖原等生化指标,试验结果表明,与双蒸水对照组和含糖试验组相比,麦苗运动饮料中的麦苗成分可使小鼠负重力竭游泳时间、肝糖原、肌糖原含量显著增加($P < 0.05$),尿素氮、全血乳酸和肌乳酸显著降低($P < 0.05$),并呈现出一定剂量范围内的剂量相关性,同时存在饱和剂量,依据卫生部《保健食品检验和评价技术规范》,负重力竭游泳试验呈阳性,且血乳酸、血清尿素氮、肝糖原/肌糖原等3项指标中的任意2项指标呈阳性,可判定该麦苗运动饮料具备缓解体力疲劳的功能。由此可见,麦苗可作为抗疲劳植物资源,使运动员在长时间高强度的运动训练中保持较高的肝糖原、肌糖原水平,降低运动中的乳酸积累,减轻运动机体疲劳感。

参考文献:

- [1] Wang X, Xing R, Chen Z, et al. Effect and mechanism of mackerel (*Pneumatophorus japonicus*) peptides for anti-fatigue [J]. Food and Function, 2014, (9): 2113-2119.
- [2] Hao G, Cao W, Hao J, et al. Anti-fatigue Effects of oyster (*Ostrea plicatula Gmelin*) peptides prepared using neutral proteinase [J]. In vitro Antioxidant Activity and in vivo, 2013, 19(4): 623-631.
- [3] Bellia F, Vecchio G, Rizzarelli E. Carnosine derivatives: new multifunctional drug-like molecules [J]. Amino Acids, 2012, 43(1): 153-163.
- [4] 胡太超, 刘玉敏, 陶荣珊, 等. 鹿茸多肽的抗疲劳作用机制研究 [J]. 吉林农业大学学报, 2015, 37(4): 469-476.
- [5] Blomstrand E, Hassmen P, Ekblom P, et al. Administration of branched chain amino acids during sustained exercise - effect on performance and an plasma concentrations of some amino acids [J]. European Journal of Applied Physiology, 1991, 63(2): 83-88.
- [6] Kasperek G. J, Dohm G. L. Activation of branched chain amino acid dehydrogenase by exercise [J]. American Journal of Physiology, 1985, 248(2): 167-171.
- [7] Sale C, Saunders B, Harris R. C. Effect of beta-alanine supplementation on muscle carnosine concentrations and exercise performance [J]. Amino Acids, 2010, 39(2): 321-333.
- [8] 房磊. 响应面法优化香菇刺五加复合运动饮料工艺及其抗疲劳功能研究 [J]. 江苏农业科学, 2016, 44(12): 306-309.
- [9] 付爱叶, 王俏娜, 吴雨龙, 等. 菊苣多糖体外抗氧化能力及抗疲劳作用 [J]. 食品工业科技, 2018, 34(9): 1-5.
- [10] 刘坤媛, 田秀丽, 秦治国, 等. 壶瓶碎米芥中含硒蛋白结构特性及其缓解运动性疲劳的作用 [J]. 食品科学, 2015, 36(9): 160-165.
- [11] 翟鹏贵, 刘小杰, 舒志成. 牛磺酸复合饮料抗疲劳的实验研究 [J]. 饮料工业, 2013, 25(11): 16-21.
- [12] 郝秀梅. 甜菜红色素的分离纯化及抗氧化与抗疲劳活性的研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2011.
- [13] 邓炳楠, 金宏, 李培兵, 等. 大豆异黄酮对游泳小鼠抗疲劳能力的影响 [J]. 营养学报, 2012, 34(1): 15-20.
- [14] 周桃英. 鱼腥草黄酮对小鼠的抗疲劳作用 [J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(2): 10-14.
- [15] 李伟, 刘霞. 赣南脐橙皮中黄酮的提取及抗疲劳作用研究 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39(20): 11999-12000.
- [16] 陈蓉, 吴启南. 芡实种皮多酚抗疲劳耐缺氧作用研究 [J]. 食品工业科技, 2015, 36(24): 31-35.
- [17] 刘钧发. 麻虾多肽制备及其抗氧化、抗疲劳的活性研究 [D]. 广

楚红英,罗晓,李瑜. 金钱草中多酚超声辅助提取工艺优化及其抗氧化活性[J]. 江苏农业科学,2018,46(19):219-222.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.19.058

金钱草中多酚超声辅助提取工艺优化及其抗氧化活性

楚红英¹, 罗晓², 李瑜³

(1. 黄河水利职业技术学院环境与化学工程系, 河南开封 475004; 2. 河南中医药大学, 河南郑州 450003;

3. 郑州颐和医院泌尿外科, 河南郑州 450047)

摘要:以金钱草为原料,采用超声辅助提取,通过单因素试验和 $L_9(3^4)$ 正交试验,探讨提取条件对金钱草中多酚类成分提取率的影响,以没食子酸为标准对照物,在 $D_{540\text{ nm}}$ 处测定吸光度,计算金钱草中多酚含量。结果表明,金钱草中多酚提取的最佳工艺条件为:提取温度 $40\text{ }^\circ\text{C}$,液料比 $30\text{ mL}:1\text{ g}$,提取时间 50 min ,丙酮体积分数 60% ,此条件下金钱草中多酚提取率达 17.332 mg/g 。抗氧化试验结果表明,金钱草中多酚清除 $\cdot\text{OH}$ 、 $\text{DPPH}\cdot$ 及 $\text{O}_2\cdot^-$ 的能力与浓度呈正相关,当金钱草多酚浓度为 $500\text{ }\mu\text{g/mL}$ 时, $\cdot\text{OH}$ 、 $\text{DPPH}\cdot$ 及 $\text{O}_2\cdot^-$ 的清除率分别为 87.6% 、 68.3% 、 88.0% 。

关键词:金钱草;多酚;提取工艺;抗氧化活性;清除率

中图分类号: R284.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)19-0219-04

金钱草为报春花科珍珠菜属植物过路黄的新鲜或干燥全草^[1],全草供药用,有清热利尿、祛风止痛、止血生肌、消炎解毒、杀虫之功效^[2],可治急慢性肝炎、黄疸型肝炎、胆囊炎、肾炎、细菌感染、尿路结石、泌尿系统感染、扁桃腺炎、口腔炎、痢疗疔毒、毒蛇咬伤、乳痈、痢疾、疟疾、肺出血、小儿疳积、荨麻疹等疾病^[3-6]。金钱草含有黄酮类、酚类、苷类、内脂类、鞣质、挥发油、氨基酸、胆碱、甾醇、氯化钾等成分^[7-8]。对植物中酚类化合物进行定量测定,国内外常用的方法有高锰酸钾滴定法、酒石酸亚铁分光光度法、Folin-Ciocalteu-分光光度法、铁氰化钾分光光度法、香草醛法、原子吸收分光光度法、化学发光法、高效液相色谱法等方法^[9-15]。本试验用溶剂超声辅助对金钱草中的多酚进行提取,以没食子酸作为标准品,用酒石酸亚铁分光光度法对金钱草中多酚测定进行探讨。

1 材料与与方法

1.1 材料、试剂与仪器

本试验所用的金钱草购于某医药大厦。

主要试剂:没食子酸标准品(纯度 $\geq 98\%$),购自Sigma-Aldrich公司;其他试剂均为分析纯,试验用水为2次蒸馏水。

主要仪器:PB1502-L梅特勒分析天平,购自瑞士梅特勒公司;医用数控超声波清洗器,购自江苏省昆山市超声仪器有限公司;恒温干燥箱,购自上海智诚分析仪器制造有限公司;水循环真空泵,购自河南智诚科技有限公司;倾斜式高速万能粉碎机,购自北京中兴伟业仪器有限公司制造;V-1200型可见分光光度计,购自上海美谱达仪器有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 标准曲线的绘制 准确称取干燥的没食子酸 0.2500 g 溶解后转移到 250 mL 容量瓶内定容。分别移取没食子酸标准液 $0, 0.40, 0.80, 1.20, 1.60, 2.00\text{ mL}$ 于 10 mL 容量瓶中,用蒸馏水补至 2 mL ,加入 2 mL 酒石酸亚铁溶液,用磷酸缓冲溶液定容,放置 30 min ,在 $D_{540\text{ nm}}$ 处测其吸光度^[16],以没食子酸标准系列溶液的浓度为横坐标,以对应的吸光度为纵坐标,绘制出标准曲线。线性回归方程为 $y = 0.1094x + 0.0259$, $r = 0.9998$ ($n = 6$),浓度在 $0 \sim 2.00\text{ g/L}$ 范围内线性关系较好。

1.2.2 金钱草中多酚的提取 将金钱草依次用自来水、蒸馏水洗净之后,在 $100\text{ }^\circ\text{C}$ 烘干至恒质量,粉碎,用 20 目筛子过筛,密封保存于棕色瓶中备用。称取一定量的金钱草粉末于锥形瓶中,按要求加入提取剂,在一定条件下进行超声提取,提取功率为 300 W ,抽滤,在旋转蒸发仪上浓缩,将滤液定容

州;华南理工大学,2015。

[18] Kong B, Peng X, Xiong Y. L, et al. Protection of lung fibroblast MRC-5 cells against hydrogen peroxide-induced oxidative damage by $0.1 \sim 2.8\text{ kDa}$ antioxidative peptides isolated from whey protein hydrolysate[J]. Food Chemistry, 2012(2):540-547.

[19] 聂晓莉,薛琪,罗仁,等. 维康颗粒对疲劳型亚健康大鼠线粒体再生功能的影响[J]. 暨南大学学报(自然科学与医学版), 2013(2):150-153.

[20] 罗秀秀,秦培友,杨修仕,等. 麦苗生长过程中功能成分含量及抗氧化活性变化研究[J]. 作物杂志, 2018(2):123-128.

[21] 卢伟,耿楠,陆宁. 大麦苗营养成分及其制品研究进展[J]. 包装与食品机械, 2018, 5(1):63-67.

[22] 焦宇知,翟玮玮. 低温胁迫小麦苗在小麦苗冰冰淇淋中的应用[J]. 食品科学, 2014, 35(12):249-253.

[23] 焦宇知,徐桃,翟玮玮,等. 低温胁迫小麦苗冰结构蛋白纯化的研究[J]. 食品工业科技, 2017, 38(3):102-107.

[24] 谢惠萍,金伟,陈琼瑶,等. 麦苗汁缓解体力疲劳的实验研究[J]. 四川中医, 2011, 29(1):53-55.

[25] 王晓洁,杨立红,史亚丽,等. 利用小鼠实验观察大麦苗生物保健效应[J]. 食品科学, 2006, 27(12):751-753.