

荞麦提取物抗氧化活性研究

何永艳¹,冯佰利^{1*},邓涛²,安守强¹,高金锋¹,柴岩¹

(1. 西北农林科技大学农学院,陕西杨凌 712100;2. 西北农林科技大学园艺学院,陕西杨凌 712100)

摘要:以不同生育时期的甜荞和苦荞乙醇提取物为研究对象,在测定其提取物中总酚和总黄酮含量的基础上,利用体外法研究了荞麦提取物的总抗氧化性及对羟基自由基的清除作用。结果表明,参试品种总酚和总黄酮含量在整个生育期变化趋势一致,呈先升高后降低的变化趋势,在盛花期达到最高,苦荞含量高于甜荞,达0.05显著水平;两品种的乙醇提取物均有显著的抗氧化性,与甜荞相比,苦荞的总抗氧化活性以盛花期最强,羟基自由基的清除作用也最强,清除率达57.1%;回归分析表明,荞麦的总酚含量与总抗氧化性及对羟基自由基的清除率呈线性相关,相关系数可达0.90以上。

关键词:荞麦提取物;总多酚;总黄酮;抗氧化性

中图分类号:S517

文献标识码:A

文章编号:1004-1389(2007)06-0076-04

Antioxidant Activity of Ethanol Extracts of Different Buckwheat

HE Yong-yan¹, FENG Bai-li^{1*}, DENG Tao², AN Shou-qiang¹,
GAO Jin-feng¹ and CHAI Yan¹

(1. College of Agronomy, Northwest A & F University, Yangling Shaanxi 712100, China;

2. College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: The total phenolics and flavonoids and antioxidant capacities along with hydroxyl radical scavenging ability of common buckwheat and tartary buckwheat ethanol extracts in different development stage were examined. The results showed that the total phenolic and the flavonoids contents of common and tartary buckwheat unfolded a similar tendency in their whole growth time, both of which rose then declined and both achieved highest figures in the full-blossoming stage. The contents of the total phenolic and flavonoids of tartary buckwheat was higher than that of common buckwheat and all extracts exhibited good antioxidant activity. In the case of tartary buckwheat, its total antioxidant capacity and hydroxyl radical scavenging ability achieved (57.1%) highest in the full-blossoming stage. Significant and positive linear correlations were found between antioxidant capacities and phenolic contents ($R^2 > 0.90$), indicated that phenolics were the dominant antioxidant constituents in the buckwheat.

Key words: Buckwheat extract; Total phenolic; Total flavonoid; Antioxidant capacity

荞麦属蓼科荞麦属双子叶植物,起源于我国喜马拉雅山系和西南地区,是重要的经济作物和救灾备荒作物。全世界荞麦属约有15个种,只有

甜荞(*Fagopyrum esculentum*)和苦荞(*F. tataricum*)是栽培种,其余均为野生种。荞麦在俄罗斯、中国、美国、加拿大、法国、德国、意大利、波兰

收稿日期:2007-06-07 修回日期:2007-07-11

基金项目:国家科技支撑计划荞麦高效利用技术集成与产业化示范项目;陕西省攻关项目(2006K01-G17-01);西北农林科技大学育种专项资助。

作者简介:何永艳(1983—),女,山西运城人,硕士研究生,主要从事荞麦品质研究。Email:qbtayutong@yahoo.com.cn

*通讯作者:冯佰利(1966—),男,陕西耀县人,教授,博士生导师,主要从事作物高产生态生理技术及小杂粮栽培、育种研究。Email:7012766@163.com

等都有种植,人们已把它作为功能性食品的重要资源而进行大力研究、开发和利用^[1~4]。荞麦中除了含有蛋白质、脂肪、维生素和微量元素等营养成分外,还含有芦丁、槲皮素、苊草苷、牡荆苷、异牡荆苷和异苊草苷、原儿茶酸、金丝桃苷、海棠苷等多种黄酮类化合物,这些化合物是荞麦发挥抗氧化作用的主要物质^[7]。

研究表明^[5,6],所有需氧生物的生理过程均会产生自由基,它是维持正常生命活动所必需的。自由基的产生与清除处于动态平衡之中,一旦平衡被破坏,就会危害机体,发生疾病。病理学研究表明,自由基与许多疾病有关,如动脉粥样硬化、肝病、糖尿病、机体老化、癌症等。目前,由于一些合成抗氧化剂如 BHT、BHA、TBHQ 等被动物实验证实有毒,以及人们越来越追求绿色环保消费,因而寻找安全、天然的抗氧化剂日益成为研究热点。抗氧化活性在果蔬、中草药及其副产品如荔枝壳^[8]、枇杷核^[9]、柚皮^[10]上都进行了较多的研究,证明了其提取物都有极强的抗氧化活性。但荞麦抗氧化活性的研究报道相对较少^[11~18]。

荞麦抗氧化活性的大小不仅与其中抗氧化物质的含量有关,而且与荞麦种类和生育时期有关。本研究从不同生育时期的荞麦中提取出抗氧化活性物质,并用不同方法测定了它们的抗氧化作用,旨在为荞麦在保健食品开发与利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

甜荞:平荞 2 号;苦荞:九江苦荞。种植材料由四川凉山农科所高山站提供。取荞麦的地上部分,70℃下烘干 24 h,将烘干后的样品粉碎成 40 目并分袋包装,−20℃保存备用。

Folin 酚试剂,三吡啶三吡嗪(TPTZ) Sigma 公司;其他试剂均为国产分析纯。

1.2 试验方法

1.2.1 荞麦抗氧化活性成分的提取 称取 0.5 g 粉碎后的荞麦样品,将其置微波炉中,加入 60% 的乙醇溶液 60 mL,微波功率 40 W,萃取时间 4 min,冷却后将上清液过滤,收集滤液,用 60% 的乙醇定容到 100 mL 的容量瓶中,置冰箱中冷藏,备用。

1.2.2 总酚含量的测定 采用 Folin-Ciocalteu 方法测定^[19]。以没食子酸为标样,在 685 nm 波

长下测定吸光值,由吸光度对浓度进行回归,建立回归方程: $y=10.975x+0.0199(r=0.9993)$ 。

1.2.3 黄酮含量测定 采用 $\text{NaNO}_2\text{-Al}(\text{NO}_3)_3$ 方法测定^[20]。以芦丁为标准样,在 510 nm 波长下测定吸光值,由吸光度对浓度进行回归,建立回归方程: $y=0.0891x+0.0015(r=0.9990)$ 。

1.2.4 提取物总抗氧化活性评估 采用铁还原/抗氧化能力(Ferric reducing/antioxidant power, FRAP)分析法^[21]。取适量上述样品提取液,加入 1.8 mL TPTZ 工作液(由 0.3 mol/L 醋酸盐缓冲液 25 mL、10 mmol/L TPTZ 溶液 2.5 mL、20 mmol/L FeCl_3 溶液 2.5 mL 组成),混匀后 37℃ 反应 10 min,593 nm 测定吸光度,以 1.0 mmol/L FeSO_4 为标准,样品抗氧化活性以达到同样吸光度所需的 FeSO_4 的毫摩尔数表示。

1.2.5 提取物清除 $\cdot\text{OH}$ 作用 参考文献[23]方法稍加改进。取 0.75 mmol/L 邻二氮菲溶液 2 mL 于试管中,依次加入 pH 7.4 磷酸盐缓冲液 2 mL,充分混匀后,加 0.75 mmol/L 硫酸亚铁 2 mL,混匀,加 0.01% 的 H_2O_2 1 mL,用蒸馏水定容至 10 mL,混匀作损伤管,于 37℃ 下温育 60 min,于 536 nm 处测其吸光度,其值称 A_F 。未损伤管中不加 1 mL 0.01% H_2O_2 ,用 1 mL 蒸馏水代替,测得的吸光度称 A_S 。测定管中先加荞麦乙醇提取液 0.5 mL,其他试剂加入顺序同损伤管,测得吸光度为 A_5 。

$\cdot\text{OH}$ 自由基清除率(d%)计算公式:

$$d=(A_S-A_F)/(A_S-A_F)\times 100\%$$

2 结果与分析

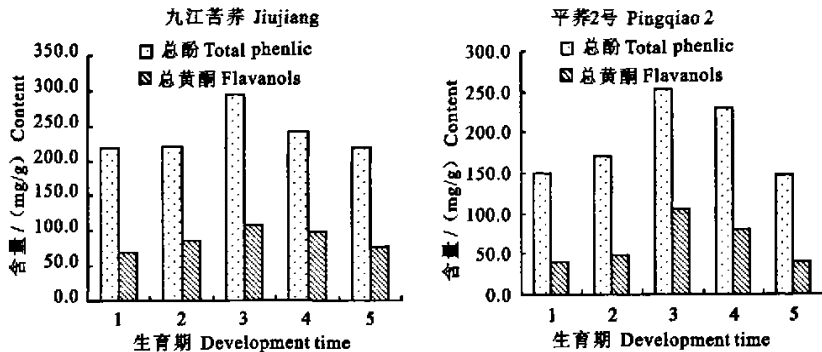
2.1 荞麦乙醇提取物中酚类化合物含量

从图 1 可以看出,不同品种荞麦乙醇提取物中总酚和总黄酮含量存在差异,荞麦乙醇提取物中总酚含量是总黄酮含量的 2.5~3.5 倍。荞麦乙醇提取物中总酚和总黄酮含量变化趋势一致,出苗后开始升高,盛花期达到最高,以后逐渐下降;同一时期苦荞含量显著高于甜荞,在出苗期和收获期达到极显著水平;苦荞在不同生育期的总酚含量和总黄酮含量高于甜荞。

2.2 荞麦乙醇提取物的抗氧化活性

从表 1 可知,不同品种荞麦的抗氧化活性存在差异,苦荞高于甜荞;盛花期的抗氧化活性最强。通过对数据进行回归分析(图 3)表明,随着荞麦提取物总酚含量的增加,其总抗氧化活性也

增大。总酚含量与总抗氧化活性呈线性相关, 关系数 $R^2=0.9355$ 。



1. 出苗期 Seedling stage, 2. 现蕾期 Bud stage, 3. 盛花期 Full-blossoming stage, 4. 灌浆期 Grain filling stage, 5. 收获期 Harvest stage (表 1、图 2 同此)。

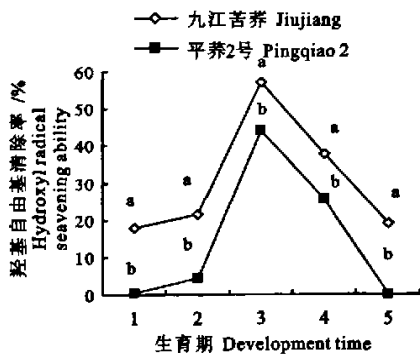
图 1 不同生育期荞麦乙醇提取物的总酚和总黄酮含量

Fig. 1 The total phenolics and flavanols contents of buckwheat in different development stage

表 1 不同生育期荞麦的总酚含量及 FRAP 值

Table 1 The total phenolics content and FRAP value of buckwheat in different stage

栽培品种 Varieties	植物学分类 Classification	生育时期 Development time	总酚含量/(g/mg) Total phenolics content	FRAP 值/(mmol/100g) FRAP value
九江苦荞 Jiujiang	<i>F. symosume</i>	1	217.29±2.00	4.44±1.55
		2	220.80±2.07	4.32±1.11
		3	295.97±2.16	6.84±1.25
		4	241.87±1.67	6.00±1.08
		5	219.34±2.20	4.15±1.08
平荞 2 号 Pingqiao 2	<i>Fagopyrum esculentum</i>	1	151.00±0.80	1.70±0.45
		2	171.63±1.45	2.78±1.63
		3	254.16±2.42	6.72±2.01
		4	229.87±1.93	4.38±0.95
		5	148.51±1.45	1.42±1.08



同期不同字母表示在 1% 水平上差异显著(采用新复极差分析法)。Different letters in same stage mean significant differences at 1% level(SSR)。

图 2 荞麦乙醇提取物对自由基的清除率

Fig. 2 Hydroxyl radical scavenging ability of buckwheat ethanol extracts

2.3 荞麦乙醇提取物对·OH 自由基的清除作用

图 2 结果表明,荞麦乙醇提取物对羟基自由基均有清除作用,苦荞的清除率大于同期甜荞;随

生育期的推进,荞麦乙醇提取物对羟基自由基清除率变化趋势一致,均先增大,到盛花期达到最大,以后逐渐下降;在苗期和收获期,苦荞乙醇提取物对羟基自由基的清除率分别为 17.8% 和 18.9%,而甜荞提取物几乎对羟基自由基没有清

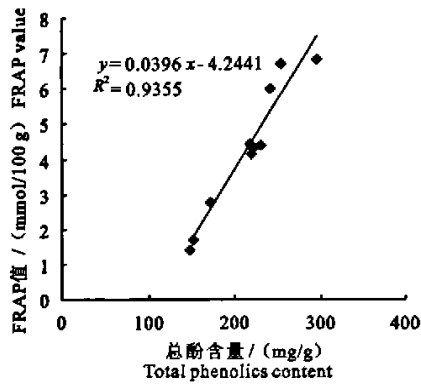


图 3 荞麦总酚含量与总抗氧化活性的关系

Fig. 3 The relationship between total phenolics and antioxidant activity

除作用。通过与表 1 比较发现,提取物总酚含量高的,其对羟基自由基的清除率也大。通过对数据进行回归分析表明(图 4),随着荞麦提取物总酚含量的增加,其对羟基自由基的清除率也增大,总酚含量与羟基自由基的清除率呈线性相关,相关系数 $R^2=0.949$ 。

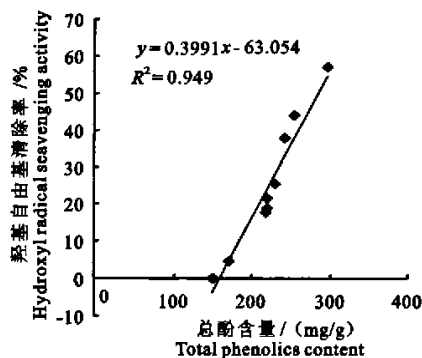


图 4 荞麦总酚含量与 $\cdot\text{OH}$ 的清除率的关系

Fig. 4 Ability for scavenging hydroxyl radical with total phenolics

3 讨论

不同品种荞麦乙醇提取物中酚类物质含量存在差异,苦荞籽粒、植株中含量均比甜荞高。姚亚平等^[27]研究发现,甜荞提取物总酚含量较低,每克提取物总酚含量仅为苦荞的 1/2 左右。另外,同一种类不同品种荞麦之间总酚含量差异较小,但种类之间差异较大。这与本研究在含量上有差异,可能是材料不同的原因。同一品种不同生育期的类黄酮含量也存在差异,从苗期逐渐升高,盛花期达到顶峰,以后逐渐下降,这与唐宇等^[12]研究结果基本一致。

荞麦的乙醇提取物均有较强的抗氧化活性和明显的自由基清除效果,与荞麦的品种有关,并且与荞麦提取物中的总酚含量相关,与芦丁含量没有相关性。这与 Christel 等^[19]研究结果一致,荞麦提取液的抗氧化活性是总多酚共同作用的结果。而钱建亚等^[25]研究发现,对自由基的清除能力起决定性的作用的是品种的来源,总的抗氧化剂和芦丁含量都与其没有相关性。M. Holasova^[28]研究发现,荞麦的抗氧化活性与总酚和芦丁含量都相关,这与本研究不完全一致。

羟自由基是目前所知活性氧中对生物体毒性最强,危害最大的一种自由基,它可以与生物体内的多种分子作用,造成糖类、氨基酸、蛋白质、核酸

和脂类等物质的氧化性损伤,使细胞坏死或突变。羟自由基清除率是反映药物抗氧化作用的重要指标。荞麦提取物中酚类化合物能够提供电子和质子氢,与羟基自由基反应,尤其是荞麦提取物中的芦丁和槲皮素,其 B 环结构上存在邻二羟基,很容易提供质子氢和电子,与羟基自由基反应,起到清除自由基的作用^[29]。

荞麦富含酚类化合物,具有很好的抗氧化活性。并且荞麦来源广泛,价格低廉,作为一种潜在的天然抗氧化保健品的原料,具有很大的开发价值。因此,加强荞麦抗氧化特性研究,对改善人们的膳食结构,提高人们的生活水平无疑具有重要意义。

参考文献:

- [1] 林汝法,柴岩主编.中国小杂粮[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [2] Bernadetta Krkosková, Zuzana Mrázová. Prophylactic components of buckwheat[J]. Food Research International, 2005, 38, 561~568.
- [3] 王红育,李颖.荞麦的研究现状及应用前景[J].食品科学,2004,(10):388~391.
- [4] 张美莉,胡小松.荞麦生物活性物质及其功能研究进展[J].杂粮作物,2004,24(1):26~29.
- [5] 严建刚,张名位,杨公明,等.芹菜提取物清除自由基作用研究[J].食品科学,2004,(8):39~42.
- [6] 高荫楠,洪雪娥,罗丽萍,等.甘薯叶柄黄酮类黄酮的体外抗氧化作用研究[J].食品科学,2006,(7):103~106.
- [7] 李丹,丁霄霖.苦荞黄酮抗氧化作用的研究[J].食品科学,2001,22(4):22~23.
- [8] 焦士蓉,王玲.枇杷核黄酮类物质微波法提取及对羟自由基清除作用研究[J].食品科学,2006,(9):84~87.
- [9] 熊何健,郑建华,吴国宏,等.荔枝多酚的分离制备及清除 DPPH 活性[J].食品科学,2006,(7):86~88.
- [10] 杨转琴,王磊,范娜,等.柚皮黄酮化合物含量及抗氧化活性的研究[J].食品科学,2006,(4):102~105.
- [11] 张琪,刘慧灵,朱瑞,等.苦荞麦中总黄酮和芦丁的含量测定方法的研究[J].食品科学,2003,(7):113~116.
- [12] 唐宇,赵钢.荞麦中黄酮含量的研究[J].四川农业大学学报,2001,19(4):352~354.
- [13] Kreft I, Fabjan N, Yasumoto K. Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products[J]. Food Chemistry, 2006, 98, 508~512.
- [14] 彭友元.毛细管电泳电化学检测法测定荞麦中的多酚[J].泉州师范学院学报,2006,24(2):24~28.
- [15] 陈运中,胡小泓,周享春.苦荞麦黄酮提取最佳条件的研究[J].广州食品工业科技,1999,15(3):29~31.
- [16] 郁建平,何照范,熊绿芸,等.大孔吸附树脂提取荞麦芦丁工艺研究[J].贵州农业科学,1997,25(2):3~8.

(下转第 84 页)

参考文献:

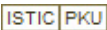
- [1] 佟屏亚. 玉米高产是一个永恒的主题[J]. 作物杂志, 2004, (1): 10~12.
- [2] 杨国虎, 李 新, 王承莲, 等. 种植密度影响玉米产量及产量相关性状的研究[J]. 西北农业学报, 2006, 15(5): 57~64.
- [3] 王庆成, 牛玉贞, 徐庆章, 等. 株型对玉米群体光合速率和产量的影响[J]. 作物学报, 1996, 22(2): 223~227.
- [4] 李登海, 张永慧, 杨今胜, 等. 育种与栽培相结合紧凑型玉米创高产[J]. 玉米科学, 2004, 12(1): 69~71.
- [5] 张永科, 孙 茂, 张雪君, 等. 玉米密植和营养改良之研究 I 密度对玉米产量和营养的效应[J]. 玉米科学, 2005, 13(3): 87~90.
- [6] 苏方宏. 玉米耐密性的数学表达式[J]. 玉米科学, 1998, (3): 47~52.
- [7] 王庆成, 刘开昌, 张秀清, 等. 玉米新杂交种的产量-密度方程与耐密性的研究[J]. 山东农业科学, 1998, (6): 7~11.
- [8] 周文伟, 李桂芝, 李俊杰, 等. 不同类型玉米杂交种对密度的反应评价[J]. 玉米科学, 2004, 12(专刊): 63~65.
- [9] 王鹏文, 戴俊英, 赵桂坤, 等. 玉米种植密度对产量和品质的影响[J]. 玉米科学, 1996, 4(4): 43~46.
- [10] 郭庆法, 王庆成, 汪黎明, 等. 中国玉米栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2004. 400~405, 763~776.
- [11] 胡昌浩, 董树亭, 王空军, 等. 我国不同年代玉米品种生育特性演进规律研究 I 产量性状的演进[J]. 玉米科学, 1998, 6(2): 44~48.

(上接第 79 页)

- [17] 李守君, 杨春荣, 江 欣, 等. 荞麦中天然芦丁萃取方法的研究[J]. 黑龙江医药科学, 2003, 26(5): 106~107.
- [18] 王 军, 王 敏, 李小艳. 微波提取苦荞麦麸皮总黄酮工艺研究[J]. 天然产物研究与开发, 2006, (18): 655~658, 627.
- [19] Christel Quettier-Deleu, Bernard Gressier, Jacques Vasseur, *et al.* Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Hulls and flour[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2000, 72: 35~42.
- [20] 赵玉平, 肖春玲. 苦荞麦不同器官总黄酮含量测定及分析[J]. 食品科学, 2004, (10): 264~266.
- [21] Benzie I F F, Strain J J. The ferric reducing ability of plasma as a measure of "antioxidant power"[J]. *The FRAP assay J. Anal Biochem*, 1996, 239: 70~76.
- [22] 吴 青, 黄 娟, 罗兰欣, 等. 15 种中草药提取物抗氧化活性的研究[J]. 中国食品学报, 2006, 6(1): 284~289.
- [23] 金 鸣, 蔡亚欣, 李金荣, 等. 邻二氮菲- Fe_2^+ 氧化法检测 $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}_2^+$ 产生的羟自由基[J]. 生物化学与生物物理进展, 1996, 23(6): 553~555.
- [24] Ting Sun, Chi-Tang Ho. Antioxidant activities of buckwheat extracts[J]. *Food Chemistry*, 2005, 90: 743~749.
- [25] 钱建亚, Dietmar Mayer, Manfred Kuhn. 荞麦精粉中的黄酮及其自由基清除活性[J]. 食品与发酵工业, 2000, 26(3): 24~30.
- [26] Gallardo C, Jiménez L, García-Conesa M T. Hydroxycinnamic acid composition and *in vitro* antioxidant activity of selected grain fractions[J]. *Food Chemistry*, 2006, 99: 455~463.
- [27] 姚亚平, 曹 炜, 陈卫军, 等. 不同品种荞麦提取物抗氧化作用的研究[J]. 食品科学, 2006, (11): 49~52.
- [28] Holasova M, Fiedlerova V, Smrcinova H, *et al.* Buckwheat-the source of antioxidant activity in functional foods[J]. *Food Research International*, 2002, 35: 207~211.
- [29] 刘莉华, 宛晓春, 李大祥. 黄酮类化合物抗氧化活性构效关系的研究进展[J]. 安徽农业大学学报, 2002, 29(3): 265~270.

作者: [何永艳](#), [冯佰利](#), [邓涛](#), [安守强](#), [高金锋](#), [柴岩](#), [HE Yong-yan](#), [FENG Bai-li](#),
[DENG Tao](#), [AN Shou-qiang](#), [GAO Jin-feng](#), [CHAI Yan](#)

作者单位: [何永艳,冯佰利,安守强,高金锋,柴岩,HE Yong-yan,FENG Bai-li,AN Shou-qiang,GAO Jin-feng,CHAI Yan\(西北农林科技大学农学院,陕西杨凌,712100\)](#), [邓涛,DENG Tao\(西北农林科技大学园艺学院,陕西杨凌,712100\)](#)

刊名: [西北农业学报](#) 

英文刊名: [ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OccIDENTALIS SINICA](#)

年, 卷(期): 2007, 16(6)

被引用次数: 23次

参考文献(29条)

1. [林汝法](#); [柴岩](#) [中国小杂粮](#) 2003
2. [Bernadetta Krkosová](#); [Zuzana Mrázová](#) [Prophylactic components of buckwheat](#) 2005
3. [王红育](#), [李颖](#) [荞麦的研究现状及应用前景](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2004(10)
4. [张美莉](#), [胡小松](#) [荞麦生物活性物质及其功能研究进展](#)[期刊论文]-[杂粮作物](#) 2004(1)
5. [严建刚](#), [张名位](#), [杨公明](#), [池建伟](#) [芹菜提取物清除自由基作用研究](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2004(8)
6. [高荫榆](#), [洪雪娥](#), [罗丽萍](#), [夏冬华](#), [陈才水](#) [甘薯叶柄藤类黄酮的体外抗氧化作用研究](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2006(7)
7. [李丹](#), [丁霄霖](#) [苦荞黄酮抗氧化作用的研究](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2001(4)
8. [焦士蓉](#), [王玲](#) [枇杷核黄酮类物质微波法提取及对羟自由基清除作用研究](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2006(9)
9. [熊何健](#), [郑建华](#), [吴国宏](#), [王美贵](#) [荔枝多酚的分离制备及清除DPPH活性](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2006(7)
10. [杨转琴](#), [王磊](#), [范娜](#), [冯文](#), [于涛](#), [王威](#) [柚皮黄酮化合物含量及抗氧活性的研究](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2006(4)
11. [张琪](#), [刘慧灵](#), [朱瑞](#), [陈建民](#) [苦荞麦中总黄酮和芦丁的含量测定方法的研究](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2003(7)
12. [唐宇](#), [赵钢](#) [荞麦中黄酮含量的研究](#)[期刊论文]-[四川农业大学学报](#) 2001(4)
13. [Kreft I](#); [Fabjan N](#); [Yasumoto K](#) [Rutin content in buckwheat \(Fagopyrum esculentum Moench\) food materials and products](#) 2006
14. [彭友元](#) [毛细管电泳电化学检测法测定荞麦中的多酚](#)[期刊论文]-[泉州师范学院学报](#) 2006(2)
15. [陈运中](#), [胡小泓](#), [周享春](#) [苦荞麦黄酮提取最佳条件的研究](#)[期刊论文]-[广州食品工业科技](#) 1999(3)
16. [郁建平](#); [何照范](#); [熊绿芸](#) [大孔吸附树脂提取荞麦芦丁工艺研究](#) 1997(02)
17. [李守君](#), [杨春荣](#), [江欣](#), [王建新](#) [荞麦中天然芦丁萃取方法的研究](#)[期刊论文]-[黑龙江医药科学](#) 2003(5)
18. [王军](#), [王敏](#), [李小艳](#) [微波提取苦荞麦麸皮总黄酮工艺研究](#)[期刊论文]-[天然产物研究与开发](#) 2006(4)
19. [Christel Quettier-Deleu](#); [Bernard Gressier](#); [Jacques Vasseur](#) [Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat\(Fagopyrum esculentum Moench\) Hulls and flour](#) 2000
20. [赵玉平](#), [肖春玲](#) [苦荞麦不同器官总黄酮含量测定及分析](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2004(10)
21. [Benzie I F F](#); [Strain J J](#) [The ferric reducing ability of plasma as a measure of "antioxidant power"](#) 1996
22. [吴青](#), [黄娟](#), [罗兰欣](#), [易路遥](#), [龙树娣](#) [15种中草药提取物抗氧化活性的研究](#)[期刊论文]-[中国食品学报](#) 2006(1)
23. [金鸣](#); [蔡亚欣](#); [李金荣](#) [邻二氮菲-Fe²⁺氧化法检测H₂O₂/Fe²⁺产生的羟自由基](#) 1996(06)
24. [Ting Sun](#); [Chi-Tang Ho](#) [Antioxidant activities of buckwheat extracts](#) 2005
25. [钱建亚](#), [Dietmar Mayer](#), [Manfred Kuhn](#) [荞麦精粉中的黄酮及其自由基清除活性](#)[期刊论文]-[食品与发酵工业](#) 2000(3)

26. [Gallardo C;Jiménez L;Garcia-Conesa M T](#) [Hydroxycinnamic acid composition and in vitro antioxidant activity of selected grain fractions](#) 2006
27. [姚亚平, 曹炜, 陈卫军, 李钰金, 田呈瑞](#) [不同品种荞麦提取物抗氧化作用的研究](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2006(11)
28. [Holasova M;Fiedlerova V;Smrcinova H](#) [Buckwheat-the source of antioxidant activity in functional foods](#) 2002
29. [刘莉华, 宛晓春, 李大祥](#) [黄酮类化合物抗氧化活性构效关系的研究进展 \(综述\)](#) [期刊论文]-[安徽农业大学学报](#) 2002(3)

本文读者也读过(4条)

1. [李海萍, 王敏, 柴岩, 王鹏科, 王安虎, 芦淑娟, 臧盛](#) [凉山地区苦荞酚类物质的提取及抗氧化能力研究](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#)2010, 38(10)
2. [张忠慧, 黄卫宁](#) [荞麦多酚分子结构及荞麦特有性质研究进展](#)[期刊论文]-[粮食与油脂](#)2004(9)
3. [姚亚平, 曹炜, 陈卫军, 李钰金, 田呈瑞, YAO Ya-ping, CAO Wei, CHEN Wei-jun, LI Yu-jin, TIAN Cheng-rui](#) [不同品种荞麦提取物抗氧化作用的研究](#)[期刊论文]-[食品科学](#)2006, 27(11)
4. [徐宝才, 丁霄霖](#) [苦荞提取液的抗氧化活性研究](#)[期刊论文]-[中国粮油学报](#)2003, 18(3)

引证文献(23条)

1. [黄仁术, 易凡, 何惠利, 吴宋华亲, 方娇娇, 杨敏](#) [金荞麦\(-\)-表儿茶素抗氧化活性研究](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2014(15)
2. [吴喜凤, 韩淑英, 朱丽莎, 吕华, 陈晓玉](#) [荞麦花叶总黄酮抗应激反应的实验研究](#)[期刊论文]-[华北煤炭医学院学报](#) 2008(06)
3. [蔡双元, 杨慧菊, 郭华春, 陈明玮, 李超, 李彩斌](#) [昆明地区马铃薯收后播不同作物的生长及其产量响应](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2013(09)
4. [古元梓, 杨杰, 魏永生, 郑敏燕](#) [三甲基硅酯化 / GC/MS法分析荞麦籽中的脂肪酸](#)[期刊论文]-[化学与生物工程](#) 2011(10)
5. [王鹏姬, 高金锋, 苏旺, 高小丽, 王鹏科, 冯佰利](#) [培养条件对荞麦愈伤组织生长及黄酮合成的影响](#)[期刊论文]-[核农学报](#) 2013(05)
6. [刘春花, 高金锋, 王鹏科, 冯佰利, 柴岩](#) [超声波法提取苦荞黄酮的工艺研究](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2009(01)
7. [查阳春, 杨义听, 胡晓茜, 李涛, 刘睿](#) [响应面法优化荞麦壳中原花青素的提取工艺](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2009(16)
8. [梁淑珍, 孟玉彩, 安锡忠, 赵文, 王蓓](#) [蔷薇红景天提取物不同极性部位体外抗氧化活性研究](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2010(20)
9. [李笑蕊, 王世霞, 幺杨, 婷婷, 刘珊, 任贵兴, 慕文涛](#) [裸燕麦和皮燕麦的营养及功能活性成分对比分析](#)[期刊论文]-[粮油食品科技](#) 2015(5)
10. [范玲, 马森, 王晓曦, 王瑞, 陈成](#) [微波-超声波辅助提取小麦麸皮中酚基木聚糖的研究](#)[期刊论文]-[河南工业大学学报 \(自然科学版\)](#) 2014(06)
11. [赵秀玲](#) [荞麦的增效因子与保健功能的研究进展](#)[期刊论文]-[食品工程](#) 2011(03)
12. [李顺峰, 张丽华, 付娟妮, 刘兴华](#) [真姬菇子实体多糖体外抗氧化特性研究](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2008(04)
13. [李瑞光, 刘邻渭, 郑海燕, 唐丽丽](#) [芦苇黄酮提取液体外抗氧化特性研究](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2009(04)
14. [孙常明, 赵璐, 汪研, 朴春红](#) [长白山红蚂蚁保健酒的研制](#)[期刊论文]-[农业机械](#) 2013(14)

15. [何滢滢, 陈健, 葛京城, 闫静](#) [虎眼万年青提取物体外清除自由基活性的研究](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2011(31)
16. [邓琳琼, 赵菲菲, 张以忠](#) [细野荞水提液清除活性氧的效果](#)[期刊论文]-[江苏农业科学](#) 2014(08)
17. [范玲, 马森, 王晓曦, 陈成, 王瑞, 杨天一](#) [超声波辅助提取小麦麸皮酚基木聚糖的研究](#)[期刊论文]-[粮食与饲料工业](#) 2014(11)
18. [吴冬青, 安红钢, 徐新建, 林敏, 潘红红](#) [甘肃临泽小枣多糖提取及抗氧化性](#)[期刊论文]-[光谱实验室](#) 2011(03)
19. [严陇兵, 刘邻渭, 林静雅, 徐云凤](#) [石榴皮多酚超高压提取物的纯化、分离及功能性研究](#)[期刊论文]-[食品工业科技](#) 2012(22)
20. [张以忠, 李晶, 邓琳琼](#) [甜荞不同器官水提液体外抗氧化活性](#)[期刊论文]-[食品与生物技术学报](#) 2013(09)
21. [李双红, 张礼秀, 杨莹, 韩裕睿](#) [荞麦营养及其产品开发的研究进展](#)[期刊论文]-[陕西农业科学](#) 2015(07)
22. [李涛](#) [苦荞麦壳中原花青素及其预防龋齿和抗氧化作用研究](#)[学位论文]硕士 2009
23. [邵菊芳](#) [基于细胞培养的银杏黄酮类化合物的分离鉴定研究](#)[学位论文]博士 2013

引用本文格式: [何永艳, 冯佰利, 邓涛, 安守强, 高金锋, 柴岩, HE Yong-yan, FENG Bai-li, DENG Tao, AN Shou-qiang, GAO Jin-feng, CHAI Yan](#) [荞麦提取物抗氧化活性研究](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2007(6)