

熟制荞麦面条抗氧化品质及体外淀粉消化特性

马雨洁, 刘 航, 徐元元, 国旭丹, 王 敏*

(西北农林科技大学食品科学与工程学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:目的: 以小麦挤压面条为对照, 比较评价不同品种熟制荞麦面条(2种苦荞、3种甜荞)的抗氧化性能和体外淀粉模拟消化特性的差异。方法: 以甜荞(定边红花、榆荞4号、温莎)、苦荞(西农9940、西农9909)共5个品种的荞麦粉和小麦粉制作的熟化挤压面条为试材, 采用 $\text{NaNO}_2\text{-Al}(\text{NO}_3)_3$ 测定总黄酮含量; DPPH自由基清除法和还原能力两个抗氧化模型测定面条的抗氧化能力; 同时采用酶解法测定面条的抗性淀粉含量; 并通过模拟体外淀粉消化的方法测定不同时间点的总淀粉水解率, 制作总淀粉水解曲线, 计算面条的血糖生成指数(EGI)。结果: 荞麦面条的抗氧化品质显著优于小麦面条, 其中荞麦面条的总黄酮含量在183.33~600.76mg/100g之间, 苦荞面条的总黄酮含量及抗氧化活性显著高于甜荞面条, 以西农9909面条为最佳; 荞麦面条的抗性淀粉含量在2.78%~6.07%之间; 荞麦面条的EGI值均明显低于小麦面条, 且受品种影响显著, 其中定边红花、温莎、西农9909及西农9940面条的 $\text{EGI}<75$, 属于中等EGI值食品。结论: 荞麦面条与小麦面条相比具有极高的抗氧化活性和较低的EGI值, 且受品种影响显著, 其中以西农9940品质最佳。荞麦面条可作为日常膳食摄入以起到预防糖尿病等慢性病的目的。

关键词: 荞麦; 面条; 黄酮; 抗氧化性; 血糖生成指数; 抗性淀粉

Antioxidant Capacity and *in vitro* Starch Digestibility of Cooked Buckwheat Noodles

MA Yu-jie, LIU Hang, XU Yuan-yuan, GUO Xu-dan, WANG Min*

(College of Food Science and Engineering, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

Abstract: Purpose: To evaluate the antioxidant activity and *in vitro* starch digestibility of cooked noodles made from two tartary buckwheat cultivars (Xinong 9940 and 9909) and three common buckwheat cultivars (Dianbian red flower, Yuqiao 4 and Wensha) by comparison with wheat noodles. Method: Total flavonoids content was measured by $\text{NaNO}_2\text{-Al}(\text{NO}_3)_3$ assay, and DPPH free radical scavenging capacity assay and reducing power method were employed to evaluate the antioxidant capacity of the noodle samples. The content of resistant starch was measured through enzymolysis. Additionally, total starch hydrolysis was tested at different times, and data were plotted as starch hydrolysis degree vs. time curves. Estimated glycemic index (EGI) was calculated according to the curves. Results: The antioxidant property of buckwheat noodles was significantly superior to wheat noodles. Moreover, the content of total flavonoids ranged from 600.76 to 183.33 mg /100 g and tartary buckwheat noodles had higher total flavonoids content and antioxidant capacity and the best cultivar was Xinong 9909. Resistant starch content ranged between 2.78% and 6.07%, depending on the cultivar. Furthermore, EGI of buckwheat noodles were significantly lower than that of wheat noodles, and different among cultivars. EGI of Dingbian red flower, Wensha, Xinong 9909 and Xinong 9940 was less than 75, thus belonging to middle-EGI food. Conclusion: The quality of buckwheat noodles is generally better than that wheat noodle and differs among cultivars and among the tested cultivars, Xinong 9940 processes the best overall quality. As a result, buckwheat noodles can be served as daily food with the preventing function against chronic disease such as diabetes.

Key words: buckwheat; noodle; flavonoids; antioxidant capacity; estimated glycemic index; resistant starch

中图分类号: TS213.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)17-0065-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201317015

收稿日期: 2012-06-06

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-08-D-2); “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD34B05)

作者简介: 马雨洁(1988—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品科学。E-mail: m8xyy8@126.com

*通信作者: 王敏(1967—), 女, 教授, 博士, 研究方向为食品营养与安全及西部药食兼用植物资源开发利用。

E-mail: wangmin20050606@163.com

荞麦属蓼科荞麦属双子叶植物，是我国的小宗杂粮作物之一。我国作为世界荞麦的主产国，华北、东北、西北、西南地区均为荞麦的盛产区^[1]。荞麦含有丰富的不饱和脂肪酸、B族维生素和多种矿物元素，同时荞麦作为公认的药食同源的食材，还含有多种生物活性物质^[2]。其所富含的黄酮类物质是重要的膳食抗氧化物质，对由于氧化应激引起的慢性疾病，如癌症、高血压及高血脂等都有显著的抑制作用^[3]。另外，荞麦中的抗性淀粉含量也较高^[4]，抗性淀粉具有平缓血糖反应的作用^[5]。

前人对荞麦的研究多数集中于以荞麦粉为实验材料，而其经过加工后的食品才是人们摄入黄酮等功能性成分的直接来源。研究显示加工会影响荞麦的抗氧化品质^[6-7]，因而对制品的抗氧化功能品质的研究具有重要意义，但目前对荞麦制品的抗氧化功能性的研究报道较少。目前市场上以荞麦为原料加工成的食品主要有荞面饅饅、荞麦挂面以及荞麦保健醋等。其中荞麦挤压面条，即荞面饅饅，是以全荞麦粉通过挤压的方式制做而成的传统面食，具有独特的风味口感。

调查显示，我国居民慢性病发病率的逐年提高以及发病年龄的下降与长期食用精制小麦、大米有重要的关联^[8]，而食用荞麦等杂粮食品则能够有效的预防和控制慢性病的发生和发展^[9-11]，因而增加以荞麦等杂粮为主要原料制作的食品，尤其是主食的摄入，对控制血糖及血脂水平有着重要意义，选择血糖反应较低的食物是通过饮食控制糖尿病的重要环节，而由于食物的餐后血糖反应与食物中碳水化合物的消化速度直接相关，因此评估面条等淀粉类食品的血糖反应也十分重要^[12]。食物消化吸收后引起的餐后血糖反应，可以用血糖生成指数(estimated glycemic index, EGI)进行衡量^[13]。

本研究以5种具有代表性的荞麦品种(3种甜荞，2种苦荞)为原料制作荞麦挤压面条，并以小麦面条为对照，测定面条的总黄酮含量、抗氧化活性、抗性淀粉含量及血糖生成指数，对荞麦挤压面条的品质进行比较评价，并为优良品种的筛选提供基础依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

实验选取陕西地区种植的具有代表性的5个荞麦品种(陕西榆林农科所实验站提供)，品种名称及产地见表1。荞麦籽粒经高速万能粉碎机制粉，过60目筛，收集60目筛下物即荞麦粉为实验原料。按荞麦粉、水、食盐质量比10:6:0.1称取原料，混合后制成面团，在室温下静置10min后，使用饅饅压面机(直径 $d=2\text{mm}$)挤压制成荞麦面条。将面条煮至内部硬核刚刚消失时捞出，立即用冷水冷却。同时按小麦粉、水、食盐质量比10:4:0.1混合材

料，制作小麦粉面团，于室温下静置30min，制作小麦粉面条，作为对照。

表 1 原料品种及产地
Table 1 Cultivars and growing areas of buckwheat

编号	原料品种	品种来源	品种类型
1	定边红花	榆林传统品种	甜荞
2	榆荞4号	榆林培育品种	甜荞
3	温莎	加拿大引进品种	甜荞
4	西农9940	西北农林科技大学培育品种	苦荞
5	西农9909	西北农林科技大学培育品种	苦荞

1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)、奎诺二甲基丙烯酸酯(Trolox)、胃蛋白酶、 α -淀粉酶 美国Sigma公司；芦丁(纯度>99%) 国药集团化学试剂公司；3,5-二硝基水杨酸、VC、甲醇等试剂均为市售分析纯。

1.2 仪器与设备

FW100型高速万能粉碎机 上海楚定分析仪器有限公司；ESB-300实验室均质机 上海易勒机电设备有限公司；KDC-40低速离心机 科大创新股份有限公司；WFJ72系列721型可见分光光度计 上海光谱仪器有限公司；RE-52AA旋转蒸发仪 上海亚荣生化仪器厂；85-2恒温磁力搅拌器、THZ-82恒温振荡器 常州国华电器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 面条的抗氧化功能品质

1.3.1.1 总黄酮的提取

将熟面条样品切碎，称取7g，加入50mL 80%甲醇溶液，均质后于室温下避光，持续振荡，使物料充分接触，离心取上清，重复提取两次，合并上清液，于45℃条件下旋转蒸发至干。用纯甲醇溶解残渣，定容至10mL容量瓶，得面条的总黄酮提取液，备后续测定总黄酮含量及抗氧化性使用。

1.3.1.2 总黄酮含量的测定

总黄酮含量的测定采用 $\text{NaNO}_2\text{-Al}(\text{NO}_3)_3$ 法^[14]。取300 μL 的样品提取液与加入200 μL 5g/100mL NaNO_2 溶液振荡均匀后避光反应6min，再加入200 μL 10g/100mL的 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液混合后静置6min，再加入2mL 4%的NaOH溶液及蒸馏水补足体积至5mL，混匀后置于室温下避光反应15min，于510nm波长处测定吸光度。以芦丁为标准品，样品的总黄酮含量以100g干基中所含芦丁的当量毫克数表示(mg/100g)。

1.3.1.3 DPPH自由基清除能力的测定

样品的DPPH自由基清除能力参照Nićiforović等^[15]的方法。取1mL稀释1000倍的提取液与1mL 0.005%的DPPH甲醇溶液混合，避光反应30min后，于波长517nm处测定吸光度。以Trolox为标准品，样品的DPPH自由基清除能力以100g干基中所含Trolox的当量毫摩尔数表示(mmol/100g)。

1.3.1.4 总还原力的测定

样品总还原力的测定依照Liu等^[16]的方法。取1mL稀释10倍的提取液与2mL 0.2mol/L磷酸缓冲液(pH6.6)和2mL 1%铁氰化钾混合,于50℃水浴保温反应20min后,快速冷却,并加入2mL 10%三氯乙酸。取2mL反应液,加入2mL蒸馏水,再加入0.4mL 0.1% FeCl₃,置于暗处反应30min后,于波长700nm处测定吸光度。以VC为标准品,样品的总还原力以100g干基中所含VC的当量毫克数表示(mg/100g)。

1.3.2 面条的消化性

1.3.2.1 面条总淀粉含量的测定

面条总淀粉按酸水解法处理^[17],以葡萄糖为标准品,采用3,5-二硝基水杨酸法(DNS)对水解产物中的还原糖含量进行测定。

$$\text{总淀粉含量}/\% = \text{葡萄糖当量}/\% \times 0.9 \quad (1)$$

1.3.2.2 抗性淀粉含量的测定

面条抗性淀粉的含量测定参照王竹等^[18]的方法。称取一定量的熟面条加水均质,吸取相当于250mg面条的样液至25mL具塞试管中,然后加入4mL酶液(含1200U α -淀粉酶),于37℃水浴水平振荡16h。将试管中的消化液移至离心管,加入等量乙醇沉淀未消化的淀粉,离心后取沉淀。对沉淀按总淀粉的方法进行水解测定。抗性淀粉测定结果按抗性淀粉占总淀粉含量的百分比表示。

$$\text{抗性淀粉含量}/\% = \frac{\text{葡萄糖当量}/\% \times 0.9}{\text{总淀粉含量}/\%} \times 100 \quad (2)$$

1.3.2.3 面条血糖生成指数

面条血糖生成指数参考Goni^[19]和Bustos^[20]的方法测定。称取一定量的熟面条加水均质,吸取相当于50mg面条的样液,加入10mL pH1.5的HCl-KCl缓冲液和0.2mL 0.1g/mL胃蛋白酶溶液混匀,于40℃条件下水浴振荡1h。然后加入0.5mol/L乙酸钠缓冲液(pH6.9)补足体积至25mL,再加入5mL α -淀粉酶(2.6IU),放置于37℃的水浴中振荡。在水解时间为0、30、60、90、120、150、180min处各取1mL消化样液,于100℃水浴5min灭酶。以葡萄糖为标准品,采用DNS法对取出的消化样液中的还原糖含量进行测定。

$$\text{淀粉水解率}/\% = \frac{\text{取样时间点消化液中葡萄糖当量}/\% \times 0.9}{\text{总淀粉含量}/\%} \times 100 \quad (3)$$

以淀粉水解率为纵坐标,时间为横坐标,绘制淀粉水解曲线,该曲线遵循一级反应方程式。计算曲线下面积(AUC),进而得出样品的淀粉水解指数(hydrolysis index, HI)。

$$\text{HI} = \text{AUC}_{\text{样品}} / \text{AUC}_{\text{参考食品(白面包)}} \quad (4)$$

$$\text{EGI} = 39.71 + (0.549 \times \text{HI}) \quad (5)$$

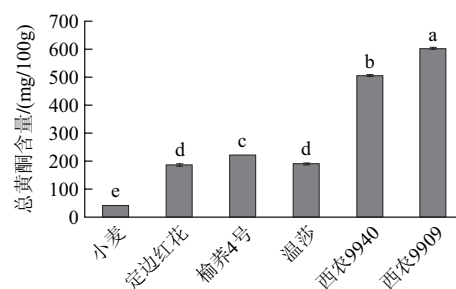
1.4 统计方法

各组实验数据均重复3次,所测数值均以 $\bar{x} \pm s$ 表示,

运用Excel软件绘制图表,DPS数据处理系统进行多重比较分析及相关性分析,同时采用Origin 8.0对淀粉水解方程式的数据进行拟合。

2 结果与分析

2.1 荞麦面条的总黄酮含量



字母不同表示差异显著($P < 0.05$)。下同。

图1 荞麦面条及小麦面条的总黄酮含量

Fig.1 Total flavonoids content of buckwheat noodles and wheat noodles

由图1可知,荞麦面条的总黄酮含量明显高于小麦面条($P < 0.05$),前者是后者的5~16倍,说明相比于作为人们主食的小麦面条,食用等量的荞麦面条可以大幅增加黄酮类物质的摄入。荞麦面条的总黄酮含量在183.33~600.76mg/100g之间,苦荞面条显著高于甜荞面条,其中以西农9909最高,甜荞中则以榆荞4号为最高,而定边红花与温莎间则无显著差异($P > 0.05$)。

2.2 荞麦面条的抗氧化能力

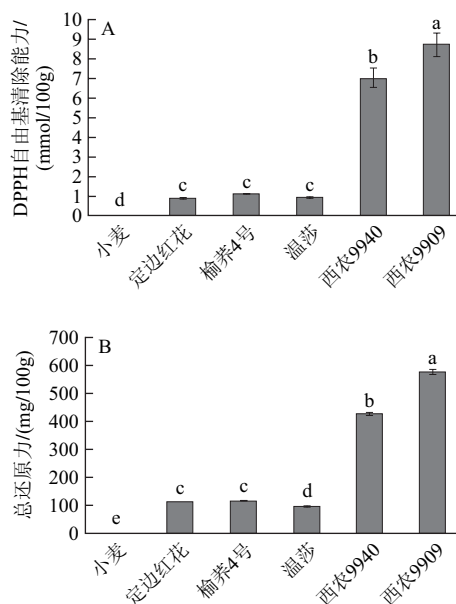


图2 荞麦面条和小麦面条的DPPH自由基清除能力(A)和总还原力(B)
Fig.2 DPPH radical scavenging capacity (A) and reducing power (B) of buckwheat noodles and wheat noodles

由图2可知,两个抗氧化模型的实验结果也表现出苦荞、甜荞及小麦面条间的显著差异。由西农9909制作的面条的DPPH自由基清除能力最强,西农9940面条次之,3种甜荞面条之间无显著性差异,小麦面条的DPPH自由基清除能力最弱。总还原力的测定结果与DPPH自由基清除能力类似,但3个甜荞品种中,温莎面条的总还原力显著低于其余两品种的面条($P<0.05$)。

2.3 荞麦面条的抗性淀粉含量、HI及EGI值

表2 荞麦面条及小麦面条的HI、EGI及抗性淀粉含量
Table 2 Hydrolysis index (HI), estimated glycemic index (EGI) and resistant starch content of buckwheat noodles and wheat noodle

测定指标	小麦	定边红花	榆荞4号	温莎	西农9940	西农9909
抗性淀粉含量/%	4.98±0.02 ^{ab}	6.07±0.72 ^a	4.10±0.22 ^{bc}	5.48±0.07 ^a	5.08±0.26 ^{ab}	2.78±0.19 ^c
HI	79.24±1.69 ^a	60.67±0.92 ^c	68.61±1.48 ^b	54.32±1.65 ^d	62.77±1.42 ^c	59.79±0.93 ^{cd}
EGI	83.21±0.93 ^a	73.02±0.50 ^c	77.38±0.81 ^b	69.53±0.90 ^d	74.17±0.78 ^c	72.54±0.51 ^{cd}

注:同一列字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

由表2可知,荞麦面条的抗性淀粉含量在2.78%~6.07%之间,其中以定边红花及温莎面条为最高,而西农9909面条的抗性淀粉含量最低,仅为2.78%,与另一苦荞品种西农9940差异明显,且显著低于小麦面条($P<0.05$)。5种荞麦面条的EGI值在69~77之间,均显著低于小麦面条的EGI值($P<0.05$)。其中,温莎面条的EGI值最低,而榆荞4号面条的EGI值最高,高出前者11%,其余3种面条间则无显著性差异,甜荞与苦荞间没有表现出明显的差异性。

2.4 荞麦面条的淀粉水解率

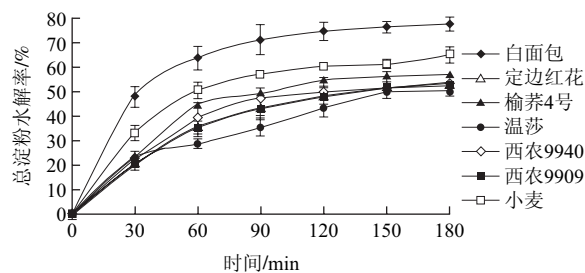


图3 面条及参照食品(白面包)的总淀粉水解率

Fig.3 Total starch hydrolysis rate of noodles and reference food (bread)

由图3可知,所有参试样品及参照食品的总淀粉水解率在模拟体外淀粉消化的前90min内增长较快,尤其是在前20min的快速消化阶段淀粉的水解速率最快,而在后面的90min内则呈现出缓慢增长的趋势。并且在前20min内,5种荞麦面条的消化率相近,而在消化的中后段慢慢表现出差异,说明荞麦面条的体外淀粉消化性的差异主要受慢速消化淀粉的影响。并且在整个模拟体外淀粉消化的3h内,荞麦面条的总淀粉水解率相比于小麦面条较低,而其中以榆荞4号面条的总淀粉水解率为最高。

3 讨论与结论

本实验以黄酮类化合物的含量、抗氧化能力、抗性淀粉含量、血糖生成指数为指标,综合评价比较了不同品种荞麦面条的品质,发现荞麦面条的品质受品种影响显著,并与对照小麦面条相比表现出明显的差异性。

黄酮类化合物是荞麦属植物已知的主要活性成分之一,是天然的抗氧化物质,众多研究证实其在降血压、降血糖、抗肿瘤等方面具有相当重要的作用^[21]。本实验对5种荞麦面条及小麦面条的总黄酮含量及抗氧化能力的测定结果表明,荞麦面条和小麦面条均具有一定的抗氧化功能性,但前者的抗氧化功能品质明显优于后者,而苦荞面条则强于甜荞面条。这与前人研究得出的苦荞种子与甜荞种子间的差异相同^[3]。

抗性淀粉是报道的荞麦中另一种有益健康的因子,其是指不能在小肠中被消化而在大肠中被发酵的淀粉,并且具有较强的吸水功能和膨胀功能,故能在肠胃中吸水膨胀形成高黏度的溶胶或凝胶,使人产生饱腹感,有一定的降低血脂、血糖的作用^[4]。本研究得出定边红花和温莎面条的抗性淀粉含量最高。有报道显示加工后的荞麦制品的抗性淀粉含量仅为荞麦粉的1/5左右^[22]。Qin Peiyou等^[23]测定榆荞4号和温莎荞麦粉(过60目筛)的抗性淀粉含量分别约为28%和25%,本实验测得的榆荞4号和温莎面条的抗性淀粉含量分别为4.10%和5.48%,较荞麦粉明显减少,与报道相符。另有研究报道在食品贮藏过程中抗性淀粉的含量会有所增加^[24],本研究测定时均取用新鲜煮制的面条,符合人们食用时的情况,因而反应的是人们实际摄入的抗性淀粉含量。

EGI值被广泛用于评价食物的餐后血糖水平和胰岛素应答。相对于高EGI值的食品,低EGI值的食品在胃肠道停留时间长,吸收率低,血糖释放缓慢,因而EGI值低的食物适宜糖尿病人食用。本实验研究的5种荞麦面条的EGI显著低于小麦面条,依据EGI值的大小对食物进行划分,榆荞4号面条和小麦面条则属于高EGI值食品($EGI>75$),而由定边红花、温莎、西农9909及西农9940荞麦粉制作的面条可被划分为中等EGI值食品($55<EGI<75$)^[25],可用作糖尿病人的补充食物。

总体而言,本研究考察的范围内,西农9940的抗氧化功能性最强,且EGI值较低,抗性淀粉含量较高,在5种荞麦面条中品质最佳;另外由于定边红花面条具有较高的抗氧化活性,较低的EGI值,最高的抗性淀粉含量,认为是甜荞面条中品质最好的品种。并且,由于荞麦面条的抗氧化品质及血糖生成指数总体优于小麦面条,是黄酮类化合物极佳的膳食来源,又具有明显较低的EGI值,人们可以增加荞麦面条的摄入,达到控制血糖及血脂水平,预防心血管疾病等慢性病的目的。

参考文献:

- [1] 林汝法. 中国荞麦[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 21.
- [2] BONAFACCIA G, MAROCCHINI M, KREFT I. Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat[J]. Food Chemistry, 2003, 80(1): 9-15.
- [3] LI Siquan, ZHANG Q H. Advances in the development of functional foods from buckwheat[J]. Critical Review in Food Science and Nutrition, 2001, 41(6): 451-464.
- [4] 周昇昇. 荞麦功能性食品的研究与开发[D]. 郑州: 郑州轻工业学院, 2006.
- [5] GELENCSEER T, GAL V, SALGO A. Effects of applied process on the *in vitro* digestibility and resistant starch content of pasta products[J]. Food and Bioprocess Technology, 2010, 3(4): 491-497.
- [6] SENSOY I, ROSEN R T, HO C T, et al. Effect of processing on buckwheat phenolics and antioxidant activity[J]. Food Chemistry, 2006, 99(2): 388-393.
- [7] ZHANG Min, CHEN Haixia, LI Jinlei, et al. Antioxidant properties of tartary buckwheat extracts as affected by different thermal processing methods[J]. LWT-Food Science and Technology, 2010, 43(1): 181-185.
- [8] 谭斌, 谭洪卓, 刘明, 等. 粮食(全谷物)的营养与健康[J]. 中国粮油学报, 2010, 25(4): 100-106.
- [9] 姜明霞, 翟成凯, 郭宝福, 等. 社区持续性复合式粗杂粮干预对慢性病的作用[J]. 现代预防医学, 2007, 34(5): 906-908.
- [10] 吴定, 鞠兴荣, 袁建, 等. 加快我国杂粮研究和开发[J]. 食品科学, 2004, 25(11): 346-348.
- [11] 卢明俊, 张宏伟, 张永红, 等. 食用荞麦与血糖和糖尿病关系流行病学研究[J]. 现代预防医学, 2002, 29(3): 326-327.
- [12] 刘波, 刘芳, 范志红, 等. 稻米碳水化合物消化速度影响因素的研究进展[J]. 中国粮油学报, 2006, 21(4): 11-14.
- [13] JENKINS D J A, WOLEVER T M S, TAYLOR R H, et al. Glycemic index or foods: a physiological basis for carbohydrate exchange[J]. The American Journal of Clinical Nutrition, 1981, 34(3): 362-366.
- [14] GUO Xudan, MA Yujie, PARRY J, et al. Phenolics content and antioxidant activity of tartary buckwheat from different locations[J]. Molecules, 2011, 16(12): 9850-9867.
- [15] NIĆIFOROVIĆ N, MIHAILOVIC V, MASKOVIC P, et al. Antioxidant activity of selected plant species; potential new sources of natural antioxidants[J]. Food and Chemical Toxicology, 2010, 48(11): 3125-3130.
- [16] LIU C L, CHEN Y S, YANG J H, et al. Trace element water improves the antioxidant activity of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Sprouts[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007, 55(22): 8934-8940.
- [17] 黄晓钰, 刘邻渭. 食品化学综合实验[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2002: 153-155.
- [18] 王竹, 李建文, 杨晓莉, 等. 食物中抗性淀粉的含量分析[J]. 中国粮油学报, 2007, 22(6): 82-85.
- [19] GONI I, GARCIA-DIZ L, SAURA-CALIXTO F. A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index[J]. Nutrition Research, 1997, 17(3): 427-437.
- [20] BUSTOS M C, PEREZ G T, LEON A E. Sensory and nutritional attributes of fibre-enriched pasta[J]. LWT-Food Science and Technology, 2011, 44(6): 1429-1434.
- [21] 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.
- [22] KRKOSKOVA B, MRAZOVA Z. Prophylactic components of buckwheat[J]. Food Research International, 2005, 38(5): 561-568.
- [23] QIN Peiyu, WANG Qiang, SHAN Fang, et al. Nutritional composition and flavonoids content of flour from different buckwheat cultivars[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2010, 45(5): 951-958.
- [24] 郭应龙, 王瑶. 抗性淀粉的结构和生理功能研究[J]. 中国粮油学报, 2008, 23(3): 63-72.
- [25] 洪雁. 粉丝的消化性及其原料淀粉性质的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2006.