

小麦,将会增加机体对 Ca 的吸收。黑小麦 Ca/P 比例较普通小麦高,因此,黑小麦比普通小麦更符合人体对 Ca、P 元素的营养需求。黑小麦中钾元素的含量比普通小麦高,而其钠含量 <0.5ppm。钾和钠离子分别处于人体细胞内外部,维护两者的平衡是神经传输的关键^[7]。随着人民生活水平的不断提高,人们日常饮食中动物性食品增加而植物性食物的摄入减少,导致钠摄入量高于人体正常需要,打破了人体正常 Na^+/K^+ 平衡。文献表明。高钠膳食与高血压和冠心病等症产生有关^[7],而摄入黑小麦,可以增加钾元素的吸收,减少钠的摄入,有利于维持人体正常的 Na^+/K^+ 平衡。

黑小麦中,几种微量元素含量也高于普通小麦。黑小麦中 Fe 含量比普通小麦高 13.5 倍。铁是血红蛋白、肌红蛋白的组成成分,参与 O_2 和 CO_2 运输,又是细胞色素系统过氧化氢酶和过氧化物酶的组成成分,在呼吸和生物氧化过程中起重要作用^[5]。铁的缺乏会引起缺铁性贫血症,是最广泛的营养缺乏症之一^[8]。我国推荐的成人每日供给量为 12~18mg^[5],因此,每日食用小量黑小麦,即可满足日常所需,达到预防铁缺乏症的目的。黑小麦中锌和锰的含量分别比普通小麦高 89.4% 和 460.9%。锌和锰是人体多种酶的组成成分或辅助因子,参与体内代谢,锌缺乏会引起食欲不振、儿童生长发育迟缓^[5],因此,食用黑小麦,可增加人体对锌和锰的吸收,防止此类病症的产生。

2.2 黑小麦深加工制品前景

黑小麦以其“四重性”而悄然兴起,黑小麦可用于生产黑麦挂面,目前已在连云港谊多食品有限公司已

批量生产。因其独特的营养特点,即高蛋白、高膳食纤维、低脂肪、低热能^[6],黑小麦可用于生产黑小麦片等;黑小麦麦麸可作为高纤维食品,如减肥饼干的原料,同时可赋予其天然黑色。黑小麦作为理想的优质天然黑色食品新原料,具有较大开发前景和社会、经济效益。

3 结论

漯珍一号黑小麦蛋白南、氨基酸总量比普通小麦高;氨基酸种类齐全、比例模式优于普通小麦,且必需氨基酸比普通小麦高。黑小麦矿物质元素含量丰富,尤其是 Fe、Mn、Mg、K、Ca、Zn 等元素较为突出。黑小麦是理想、健康的食品加工的新原料,开发前景广阔。

参考文献

- 1 赖来展等. 黑色食品开拓研究. 北京:中国农业出版社, 1995.
- 2 赖来展. 中国特色食品概论. 中国食物与营养 2000(2): 35.
- 3 黄伟坤等. 食品检验与分析. 北京:中国轻工业出版社, 1989.
- 4 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表(全国代表值). 北京:人民卫生出版社, 1991.
- 5 姚汉亭. 食品营养学. 中国农业出版社, 1995.
- 6 刘慧芳, 张名位, 池建伟等. 黑色食品新资源河东乌麦营养成分的评价. 中国粮油学报, 1999, 14(2): 1~3.
- 7 Theodore P. Labuza, John W. Endman, Jr. Food Science and Nutritional Health. West Publishing Company, 1984.
- 8 Vincent Hegarty. Decisions In Nutrition. Times Mirror/Mosby College Publishing, 19880.

数种果蔬的抗氧化活性评价

余小林 孟凌华 邓瑞君 华南农业大学食品科学系
徐步前 华南农业大学园艺系 广州 510642

摘要 测定了华南地区常见的 38 种果蔬的抗氧化活性值和总酚含量,并比较了两者的相关性。结果表明,大多数果蔬都具有一定的抗氧化活性,其中,姜、紫包菜、香蕉、草莓、乌榄的抗氧化活性较强。38 种样品的水溶性总酚含量在 15.37~339.48mg/100g 之间。全体样品的抗氧化活性值与总酚量的相关系数 $r = -0.47$ 。将样品按特征成分进行分类后,各类样品的抗氧化活性与总酚含量的相关系数分别为:花青素类 $r = -0.58$;叶绿素类 $r = -0.59$;胡萝卜素类 $r = -0.41$;类黄酮类 $r = -0.81$;其它样品 $r = -0.42$,由此说明果蔬抗氧化活性的强弱与果蔬所含特征成分具有较大的关联性。

关键词 果蔬 抗氧化活性 总酚含量 相关性

Abstract The antioxidant activity and water-soluble total phenols content of 38 fruits and vegetables gathered from south of china (edible portion) were assayed by using the bleaching of β -carotene-linolic acid model assay. The correlation of activity and content was compared. It was found that ginger, purple cabbage, banana, strawberry and black olive had the higher antioxidant activity. The water-soluble total phenols content of all samples ranged from 15.37 to

339.49mg/100g. The correlation between the antioxidant activity and total phenols content of all samples was $r = -0.47$. After classifying on the basis of the characteristic component of the samples, the correlation between the antioxidant activity and total phenols content of the anthocyanin, chlorophyll and flavonoid was $r = -0.58$, -0.59 and -0.81 respectively. So it could be inferred that there was a high correlation between the antioxidant activity and the characteristic components of the fruits and vegetables.

Key words Fruits Vegetables The antioxidant activity The total phenols content Correlation

近年来,随着抗衰老、抗氧化研究的不断深入,对与维持人体健康有关的食物生理功能性的研究报道越来越多,其中果蔬植物的抗氧化活性及其抗氧化成分的研究^{[1][2]}倍受瞩目。医学研究表明,生物体内的抗氧化系统与活性氧分子在正常情况下维持在一个平衡状态,当体内的活性氧自由基过多时,可引发生物膜不饱和脂肪酸发生脂质过氧化反应,损伤膜结构和功能,导致代谢紊乱,从而引起各种病变与老化^[3]。人们日常食用的各种水果和蔬菜中含有各种天然抗氧化物质,如 α -生育酚、抗坏血酸、 β -胡萝卜素、类胡萝卜素、蕃茄红素以及类黄酮、花青素、绿原酸等多种酚类物质^[4]。酚类物质的抗氧化活性、捕捉自由基能力及抑制脂蛋白氧化等对人体的有益作用^[5],使越来越多的研究人员对酚类物质产生十分浓厚的兴趣。

本研究利用 β -胡萝卜素—亚油酸乳化液氧化法^[6]对华南地区常见的38种果蔬的抗氧化活性进行评价比较,并测定其总酚含量,通过探讨不同类型果蔬的抗氧化活性与总酚含量的相关性,为果蔬食品生理功能性的研究与利用提供基础理论数据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试材料共有38种,均从市场购入,将材料按食用部分及种类大致分为以下五类。

叶菜、花菜类(9种)

紫包菜 (Marrow cabbage: *Brassica oleracea* L. Var.)、青菜心 (flowering chinese cabbage: *Brassica Campestris* L.)、紫菜心 (Purple flowering Chinese cabbage)、苦蕒菜 (Sowthistle: *Sonchus oleraceus* L.)、西洋菜 (Watercress: *Rorippa nasturtium aquaticum*)、紫苏 (purple perilla: *perilla frutescens* Var. *crispa*)、茼蒿 (Garland chrysanthemum; *Chrysanthemum coronarium* L.)、芫荽 (coriander; *Coriandrum sativum*)、包菜 (cabbage: *Brassica oleracea* L. Var.)

根茎菜类(9种)

姜 (ginger: *zingiber officinale* Roscoe.)、洋葱 (onion:

Allium cepa L.)、大蒜 (garlic: *A. sativum* L.)、芦笋 (asparagus: *Asparagus officinalis* L.)、马铃薯 (potato: *solanum tuberosum*)、莲藕 (lotus roots)、花心红薯 (sweet potato: *Ipomoea batatas* LAM.)、胡萝卜 (carrot: *Daucus carota* L.)、萝卜 (radish: *Raphanus sativus* L.)

瓜、豆类(7种)

荷兰豆 (garden pea: *pisum sativum* L.)、甜玉米 (corn: *zea mays* L.)、茄子 (eggplant: *Solanum melogana* L.)、红椒 (red pepper: *Capsicum annuum* L.)、南瓜 (pumpkin: *Cucurbita maxima* DUCHESNE.)、黄瓜 (cucumber: *Cucumis sativus* L.)、乌榄 (black olive)

食用菌类(3种)

鸡脚菇 (*Boletopsis leucomelas* PERS)、平菇 (oyster cap fungus: *Pleurotus ostreatus*)、金针菇 (longrooted mushroom: *Flammulina velutipes*)

水果类(10种)

西洋梨 (European pear: *Pyrus communis*)、草莓 (strawberry; *Fragaria*)、香蕉 (banana: *Musananan Lour*)、苹果 (apple *Malus domestica* Borkh)、葡萄 (grape: *Vitis Vinifera* L.)、青枣 (Indian jujube: *Ziziphus mauritiana* L.)、雪梨 (snow pear: *Pyrus nivalis*)、杨桃 (carambola: *Averrhoa carambola* L.)、桔子 (mandarin: *Citrus reticulata*)、柚子 (pomelo: *Citrus grandis*)。

1.2 测定方法

1.2.1 试液的配制

β -胡萝卜素—亚油酸乳化液:准确称取 β -胡萝卜素 100mg、亚油酸 4g、Tween-40 20g,分别溶于100ml氯仿中。测定前取 β -胡萝卜素溶液 1ml、亚油酸溶液 1ml、Tween-40 溶液 2ml 放入三角瓶,通入氮气至完全除去氯仿,用蒸馏水将其定容至 200ml。

样品提取剂:将 95% 0.1mol/L 乙酸—乙酸钠缓冲溶液 (pH=4.5) 按 4:1 的比例混合。

BHA 溶液:称取 1mg 叔丁基对羟基茴香醚 (以下简称 BHA) 溶于 100ml 样品提取剂中,制成 1mg/100ml 浓度的 BHA 溶液。

1.2.2 样液制备

准确称取样品的可食部分 5.0000g,加少量样品提取剂研磨成匀浆,然后定容至 50ml,过滤取清液待用。

1.2.3 抗氧化活性的测定

取 β -胡萝卜素-亚油酸乳化液 90ml,加入 8ml 0.2mol/L 磷酸缓冲溶液 (pH = 6.8),缓慢混匀后取 4.9ml 注入试管,加入 0.1ml 待测样液,迅速放入 60℃ 恒温水浴中,分别测定保温 15min 及 45min 后的吸光度 (470nm),求出其吸光度减少量。将此值与按相同操作法测得的 BHA 溶液的吸光度减少量相比,以比值作为该样品的相对抗氧化活性值。计算公式如下:

$$\text{抗氧化活性值} = \frac{\text{样液}(15\text{min O.D.} - 45\text{min O.D.})}{\text{BHA}(1\text{mg}/100\text{ml})(15\text{min O.D.} - 45\text{min O.D.})}$$

1.2.4 总酚物质含量的测定

总酚物质含量的测定按 Folin-Denis 法^[7]。

以上测定项目均为三重重复,取其平均值。

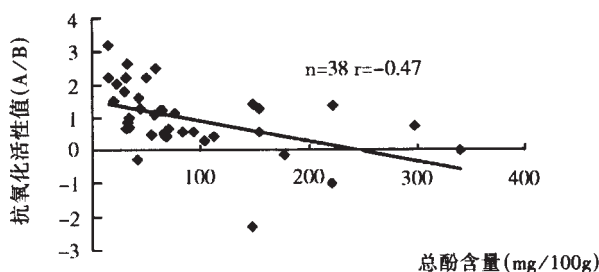
2 结果与分析

2.1 抗氧化活性值

利用 β -胡萝卜素-亚油酸乳化液法测得 38 种果蔬的抗氧化活性值如表 1 所示。按抗氧化活性值由低至高排列分为四组,各组的抗氧化活性值范围为:A 组 ≤ 0 ;B 组 0.1 ~ 0.99;C 组 1.0 ~ 1.99;D 组 2.0 ~ 3.2。

根据 β -胡萝卜素-亚油酸乳化液法的原理,在 60℃ 水浴中分别加热 15min 和 45min 后,由于 β -胡萝卜素被氧化褪色,使溶液的吸光度不同程度减小。而 β -胡萝卜素褪色的程度,与体系中物质的抗氧化活性的强弱相关。若体系中某种物质的抗氧化活性能较强,就能起到抑制或减缓 β -胡萝卜素氧化褪色的作用,使一定时间内溶液吸光度差值与一定浓度 BHA 溶液的吸光度差值之比变小,即抗氧化活性值小。因此,15min 至 45min 内 β -胡萝卜素颜色变化越小,样品的抗氧化活性值就越小,说明其抗氧化活性越强。

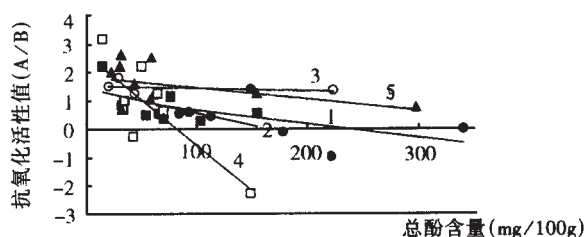
A 组除乌榄外,其余四种样品的抗氧化活性值为负数,即 A 组样品的抗氧化活性能较强;B 组的 15 种样品中,青菜心的抗氧化活性值最小,为 0.278,抗氧化活性值最大的是大蒜,为 0.984;从 D 组的抗氧化活性值可知,三种食用菌的抗氧化活性弱于一般果蔬。对于 A 组样品,其抗氧化活性值 ≤ 0 的原因可认为是:该组样品具有较强的抗氧化作用,在本研究的测试条件下,不能使 β -胡萝卜素在半小时内氧化褪色至 721 型分光光度计可测出的颜色变化。同时,由于加热



A/B: 抗氧化活性值 A: 样液 (15 分 O.D - 45 分 O.D)

B: BHA (1mg/100g) (15 分 O.D - 45 分 O.D)

图 1 数种果蔬的总酚含量与抗氧化活性值的关系



● 1 花青素类 n=8: r = -0.58 ■ 2 叶绿素类 n=8: r = -0.59
○ 3 类胡萝卜素 n=4: r = -0.41 □ 4 类黄酮类 n=8: r = -0.81
▲ 5 其它 n=10: r = -0.42

A/B: 抗氧化活性值 A: 样液 (15 分 O.D - 45 分 O.D)

B: BHA (1mg/100g) (15 分 O.D - 45 分 O.D)

图 2 各种果蔬的总酚含量与抗氧化活性值的关系

使样品中的一些热敏成分发生变化而导致颜色加深,因而使得抗氧化活性值为负数。

2.2 总酚含量

被测的 38 种果蔬的水溶性酚类物质含量见表 1。样品中酚类物质含量最高的是乌榄,达 339.49mg/100g;红椒、紫包菜的总酚含量高于 200mg/100g;其余一些含花青素的果蔬,如草莓、花心红薯、紫菜心等,含量在 112.7 ~ 177.65mg/100g。杨桃虽然不含花青素,但由于含有大量的植物鞣质,其总酚含量也较高,达 297.08mg/100g,仅次于乌榄。

2.3 抗氧化活性与总酚含量的关系

图 1 表示被测 38 种样品的抗氧化活性值与总酚含量的关系。两者的相关系数为 $r = -0.47$,即对于整体样品来说,抗氧化活性与总酚含量相关性不显著。

为了进一步探讨已被确认具有抗氧化活性作用的成分如花青素、类胡萝卜素、类黄酮等与抗氧化活性之间的相关性,将 38 种样品按感官特征颜色和已知特有成分含量较多进行分类。紫包菜、菜心、紫苏、花心红薯、茄子、苦苣菜、西洋菜、茼蒿、茺荬、荷兰豆、黄瓜、青枣等 8 种为叶绿素类;胡萝卜、红椒、南瓜、橘子为类胡萝卜素类;姜、洋葱、芦笋、甜玉米、香蕉、马铃薯、包菜、柚子等 8 种为类黄酮类;余下 10 种归为

表1 38种果蔬的抗氧化活性值及总酚含量表

组别	样品	抗氧化活性值	总酚含量(mg/100g)
A	姜	-2.038	147.55
	紫包菜	-0.980	220.83
	香蕉	-0.263	42.45
	草莓	-0.111	177.65
	乌榄	0.000	339.49
B	青菜心	0.278	103.31
	苦苣菜	0.413	69.89
	苹果	0.444	67.56
	紫菜心	0.452	112.72
	荷兰豆	0.490	54.91
	西洋菜	0.538	66.02
	葡萄	0.549	83.73
	青枣	0.550	154.73
	紫苏	0.588	93.21
	芦笋	0.667	70.30
	雪梨	0.680	32.41
	洋葱	0.716	34.16
	杨桃	0.778	297.08
	茼蒿	0.875	32.53
	大蒜	0.984	34.97
C	马铃薯	1.074	58.17
	茺荑	1.139	76.15
	茄子	1.230	64.05
	玉米	1.240	64.63
	橘子	1.257	44.18
	莲藕	1.263	154.52
	红椒	1.350	223.03
	花心红薯	1.421	148.71
	胡萝卜	1.500	20.23
	西洋梨	1.611	43.73
D	南瓜	1.807	29.88
	萝卜	2.029	23.73
	包菜	2.200	51.05
	黄瓜	2.213	15.37
	鸡脚菇	2.234	31.38
	平菇	2.515	59.53
	金针菇	2.652	32.65
	柚子	3.200	15.42

数为 0.930; Meyer 等得出^[10]葡萄的抗氧化活性与总酚含量的相关系数是 $r = 0.89$ 。根据本研究所得结果,虽然全体样品的抗氧化活性与总酚含量的相关性不明显,但不排除同类样品的抗氧化活性与总酚含量具有较高的相关性,如类黄酮类的抗氧化活性与总酚含量的相关系数为 $r = -0.81$,表现出明显的相关性。花青素类和叶绿素类样品的抗氧化活性与总酚含量的相关系数也高于全体样品。而对于类胡萝卜素的样品,由于其起抗氧化作用的有效成分主要是类胡萝卜素,且除红椒外其余三种样品的总酚含量都较低,因而相关系数低于全体样品。据此可以认为:对于大多数果蔬来说,其抗氧化活性与总酚含量还是具有一定的相关性,但由于酚类物质多样性及各个样品中具有抗氧化活性的有效酚类的种类和含量不同,显示出的抗氧化活性也有差异。詹沛鑫^[11]的研究报道表明:标准酚酸的抗氧化活性排列为:原儿茶酸> 绿原酸> 咖啡酸> 对羟基苯酸> 龙胆酸> 阿魏酸> 香草酸> 丁香酸> 香豆酸。此外,植物中的各种天然抗氧化成分往往具有协同增效作用^[12-14],这些因素都影响着总酚含量与抗氧化活性的相关性。本研究由于实验条件所限,没有对各种酚类物质和其它与抗氧化活性有关的成分进行提取分离,只以总酚含量来考察其与抗氧化活性强弱的关系,因此结果具有一定的局限性。

本研究中所测青菜心的抗氧化活性值为 0.278,低于紫菜心(0.452),即紫菜心的抗氧化活性低于普通菜心。多酚类物质之一的花青素是植物抗氧化活性的重要成分^[4],紫菜心因含有一定量的花青素而显紫色,且总酚含量也高于青菜心,但是为何抗氧化活性却低于青菜心,原因还有待于今后的进一步研究探明。Hong Wang^[15]等的研究表明,柑橘的抗氧化活性较高,在水果中仅次于草莓和李果,与葡萄相当。在本研究中,柑橘的抗氧化活性值为 1.275,在 11 种水果样品排列第八,没有显示出较优的抗氧化活性。推测其原因,认为与品种有关。柑橘类水果品种众多,所用品种不同,得到的结果就很可能不同。此外,果蔬抗氧化活性的测定方法较多,不同的测定方法所得的结果不同。因此,抗氧化活性的强弱要在相同的测试条件下才具可比性。

其他类。各类样品的抗氧化活性与总酚含量的关系见图 2。相关系数分别为:花青素类 $r = -0.58$;叶绿素类 $r = -0.59$;类胡萝卜素类 $r = -0.41$;类黄酮类 $r = -0.81$;其它类 $r = -0.41$ 。说明果蔬抗氧化活性的强弱与果蔬所含的某种特征成分具有较大的关联性。

3 讨论

关于抗氧化活性与多酚类物质含量的相关性,前人曾有研究,但结果不一。如 Heinonen 等人^[8]认为抗氧化活性与总酚含量无相关性。詹沛鑫^[9]的研究得出,辣椒的抗氧化活性(%抑制率)与总酚含量的相关系

参考文献

- Ames, B. N. M. K. Shigenaga and T. M. Hagen. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1993. 90: 7915 - 7922.
- Willett, W. C. Diet and Health: What should we eat? Science, 1998. 280: 20-24.

1994. 264: 532 – 537.
- 3 Rier – Evans, C. and N. J. Miller. Antioxidants the case for fruit and vegetables in the diet. *British Food Journal*, 1997(9): 35 – 40.
- 4 钱明赛. 蔬果中的抗氧化物质. *食品工业(台湾)*, 1998. (8) 21 – 344.
- 5 Yinrong Lu, L. Yeap Foo. The polyphenol constituents of grape pomace. *Food Chemistry*, 1999. (65): 1 – 8.
- 6 津志田藤二郎, 铃木雅博, 黒木征吉. 各野菜の抗氧化性の价おちび包の抗氧化成分の同定日食工志, 1994. 41. 911 ~ 618.
- 7 作物分析法委员会. 栽培植物分析测定法. 东京: 养贤堂, 1975. p403.
- 8 I. Marina Heinonen, Pekka J. Lehtonen, and Anu I. Hopia. Antioxidant act ivity of berry and fruits wines and liquors. *J. Agri. Food Chem*, 1998. (46): 25 – 31.
- 10 詹沛鑫. 辣椒的抗氧化活性. *中国调味品*, 1998. (6) 6 – 8.
- 11 Meyer et al. Inhibition of human low – density lipoprotein oxidation in relation to composition of phenolic antioxidants in grape (*Vitis vinifera*). *J. Agri. Food Chem*. 1997. (45): 1638 – 1643.
- 12 詹沛鑫. 甘薯及马铃薯提取物的抗氧化活性研究. *食品与发酵工业*, 1996. (2) 30 – 33.
- 13 谷利伟, 翁新楚. 食用天然抗氧化剂研究进展. *中国油脂*, 1997. (3) 37 – 39.
- 14 魏安池, 周瑞宝. 诃子抗氧化剂的研究. *中国油脂*, 1998. (3) 43 – 45.

南瓜多糖的提取、分析和降血糖试验研究

左耀明 叶士伶 万小兰 樊惠民 马仁国 江西省商业科研所 南昌 330046

摘 要 采用水提、醇沉法从南瓜中提取出南瓜多糖, 并对其成份进行分析; 以四氧嘧啶糖尿病大鼠为动物模型, 以中成药消渴丸和知母浸膏为对照, 进行南瓜多糖的降低血糖动物试验研究。结果证实了南瓜多糖有较好的降低四氧嘧啶糖尿病大鼠血糖的功效, 且原料来源丰富, 提取成本廉价, 有较好的开发前景。

关键词 南瓜 南瓜多糖 四氧嘧啶糖尿病 降血糖

Abstract Extract the Pumpkin polysaccharide from Pumpkin and analyse its ingredients by using water extraction, alcohol deposit; use Alloxan diabetes rats as animal models, compare with the already – made traditional Chinese medicines Xiaoke pill and Anemarrhena extracts, carry on the animal experiment of reducing blood sugar by using pumpkin polysaccharide. The result proved the pumpkin polysaccharide has a good effect to reduce the blood sugar of alloxan diabetes rats, and the source of raw materials is rich, and the cost of extracting is low. The development of the product has a good prospects.

Key words Pumpkin Pumpkin polysaccharide Alloxan diabetes rat Blood sugar reduction

近年来, 对多糖的研究已经在分子生物学和细胞生物学领域有了深刻的认识。人们通过对多糖的分离、改造, 提高活性、亲和性、特异性和生物利用度, 使得这一高分子聚合物在生命科学领域的研究有了重大发展。目前已有研究报道的如: 香菇多糖, 在医学上作为免疫调节剂用来治疗肿瘤、肝炎等疾病; 银耳多糖, 具有增强机体免疫功能, 抑制肿瘤细胞转移等; 茶叶多糖, 具有降低血脂、降低血糖等药理功能。还有诸如枸杞多糖、柴胡多糖、当归多糖等中药化学与药理学方面的研究报道。然而, 对于南瓜多糖却是一个新的、待

表 1 多糖的一般成份分析结果

项目	水分%	还原糖	总糖%	多糖 mg/g	蛋白质%
测定结果	4.6 ~ 6.8	12 ~ 17	25 ~ 30	350 ~ 580	7.37

研究开发的课题。

南瓜属葫芦科植物, 果肉富含氨基酸、蛋白质、 β 胡萝卜素, 纤维素、淀粉、葫芦巴碱、糖类以及部分微量元素^[1]。南瓜具有补中益气, 排毒, 降低血压和胆固醇等功效, 特别是对糖尿病有着非常好的疗效。近年来, 国内外均有用南瓜粉来治疗糖尿病的实例报道。